

På besök i vattenbristens Los Angeles

My trip to Los Angeles, a region facing water scarcity



Peter Asteberg
Norconsult Sverige AB, Skeppsbron 9, 392 31 Kalmar, peter.asteberg@norconsult.com

Sammanfattning

I november 2023 fick jag tack vare Xylem-priset chansen att besöka två mycket intressanta vattenanläggningar i Los Angeles-området i Kalifornien i USA: en anläggning i Pico Rivera för återvinning av avloppsvatten, och en anläggning i Torrance för avsaltning av bräckt vatten. Båda dessa anläggningar drivs av the Water Replenishment District of Southern California, som är den största organisationen för vattenförvaltning i Los Angeles-området. Anläggningarna har kommit till för att motverka den svåra vattenbristen i södra Kalifornien, och ingår i arbetet med att minska beroendet av fjärrtransporterat vatten. Kalifornien är en av de platser i världen som har kommit längst när det gäller återvinning av avloppsvatten för dricksvattenändamål.

Abstract

In November 2023 I had the opportunity to visit two very interesting water facilities in the Los Angeles metropolitan area in California, United States. I visited a wastewater recycling facility in Pico Rivera, and a brackish water desalination plant in Torrance. Both facilities are operated by the Water Replenishment District of Southern California, which is the largest water management organization in Greater Los Angeles. The facilities have been constructed to address the severe water shortages in Southern California. They are part of the effort to reduce the dependence on imported water in the area. California is one of the places in the world that has come the farthest in recycling wastewater for drinking water purposes.

Keywords: Los Angeles, water scarcity, desalination, potable reuse, brackish water

Inledning

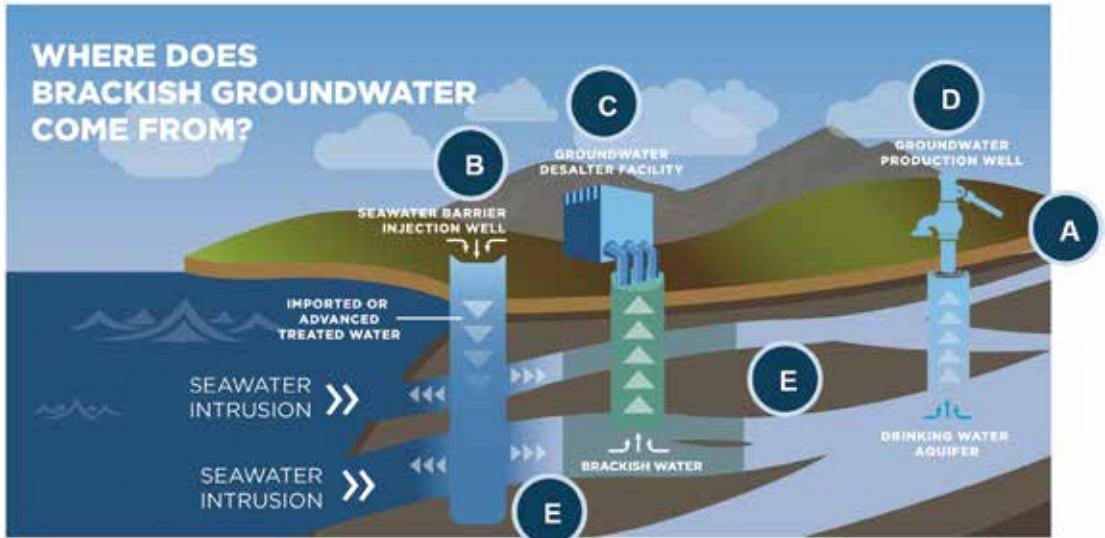
I mars 2020 fick jag äran att ta emot Föreningen Vattens Xylem-pris, som utgjordes av ett diplom och ett resestipendium. Samma månad klassades den nya sjukdomen Covid-19 som en pandemi, vilket begränsade resandet under en lång tid framåt. Därför kommer en reseskildring först nu.

Priset fick jag för arbetet som projektledare för Mörbylånga vattenverk på vattenbristens Öland. Verket framställer dricksvatten genom avsaltning av bräckt Östersjövatten och rening av återvunnet vatten från en livsmedelsindustri. Eftersom jag fortfarande har ett stort intresse av både avsaltning och vattenåtervinning för dricksvattenproduktion, ville jag använda resestipendiet för att resa till en plats som tillämpar båda dessa tekniker. Vid en sökning upptäckte jag att så är fallet i Los Angeles i Kalifornien i USA, som under många år har bekämpat vattenbrist med flera olika metoder. Vi har ju blivit vana vid att höra om torka, vattenbrist och skogsbränder i Kalifornien, så vad gör man där för att motverka situationen? I november 2023 fick jag chansen att ta reda på mer om detta.

Vattensituationen i Los Angeles-området

I Los Angeles-området ("Greater Los Angeles") bor i dag i storleksordningen 18,5 miljoner människor.

Under början av 1900-talet baserades vattenförsörjningen till stor del på uttag av grundvatten från ett antal olika grundvattenmagasin (så kallade "basins") under städerna. Allt eftersom befolkningen växte ökade också vattenförbrukningen från magasinerna. Det oreglerade uttaget medförde till slut att flera av brunnarna torkade ut, och närmast kusten fick man inträngning av saltvatten i grundvattnet. Påverkan av salt från denna inträngning består än idag. Under mitten av 1900-talet började man reglera uttagen, och magasinerna skyddades genom att flera organisationer för vattenförvaltning bildades. Den största av dessa organisationer sett till antalet anslutna personer är The Water Replenishment District of Southern California (WRD), som idag betjänar omkring 4 miljoner människor i 43 städer (inklusive delar av Los Angeles stad) i centrala och södra Los Angeles-området. WRD förvaltar två av de stora grundvattenmagasinen i området: Central Groundwater Basin och West Coast Groundwater Basin. Dessa båda magasin utgörs av ett antal mäktiga sand- och grusavlagringar som åtskiljs i djupled av tätare material som lera och silt. På så sätt skapas olika magasin med djupet, vilket syns i Figur 1. Förbrukningen av grundvatten inom WRD:s ansvarsområde är hisnande 273 miljoner kubikmeter per år, vilket svarar för knappt hälften av dricksvattenförsörjningen. Den övriga delen utgörs



Figur 1. Principiell utformning av det system som återskapar grundvatten i södra Los Angeles-området. Beteckningen A avser de spridningsdammar där återvunnet vatten tillförs grundvattenakviferen. Dammnarna finns längre uppströms i systemet och syns inte i bilden. E markerar tätare lager som skiljer grundvattenmagasinen åt. Källa: Water Replenishment District of Southern California.

främst av vatten som leds via kanaler från norra Kalifornien och från bergskedjan Sierra Nevada nordöst om Los Angeles. De senaste två decennierna har Kalifornien drabbats av återkommande torka, och i Los Angeles arbetar man aktivt för att minska beroendet av fjärrtransporterat vatten.

För att möjliggöra det stora grundvattenuttaget tillämpar WRD en mycket speciell strategi, vilken illustreras i Figur 1:

1. Vatten från avloppsreningsverk återvinns genom avancerad rening och tillförs grundvattenakviferen. Detta sker främst i stora spridningsdammar som ligger i Montebello-området nära San Gabriel River (A i Figur 1, ligger "utanför" bild). Dessa dammar står i kontakt med flera av de grundvattenmagasin som finns på olika djup både i Central Basin och West Coast Basin, och lämpar sig därför mycket väl för påfyllning av grundvattnet.

2. För att skydda akvifererna mot ytterligare saltvatteninträngning har man anlagt tre olika grundvattenbarriärer ut mot havet. I dessa infiltreras sötvatten i ett stort antal brunnar, för att bilda ett slags "gardin" av sötvatten mellan magasinen och havet (se B i Figur 1). De tre barriärerna är West Coast Basin Barrier Project (WCBBP), Alamitos Barrier Project (ABP) och Dominguez Gap Barrier Project (DGBP). Som exempel består WCBBP av mer än 150 injektionsbrunnar och nästan 300 observationsbrunnar. Även det vatten som infiltreras utgörs till största delen av återvunnet avloppsvatten.

3. Bräckt vatten pumpas upp ur den del av West Coast Basin som har blivit "förstörd" av saltvatteninträngning (C i Figur 1). Det bräckta vattnet används för produktion av dricksvatten genom avsaltning.

4. Andra vattenproducenter i området använder grundvatten för sin dricksvattenproduktion (D i figuren).

5. Regnvatten samlas upp och används för att förstärka grundvattenbildningen.

WRD är inte en dricksvattenproducent, utan organisationens uppgift är att återskapa grundvatten på uppdrag av de 43 städerna inom området. Dessa städer och andra intressenter pumpar sedan upp grundvattnet för produktion av dricksvatten eller industriellt vatten, och säljer det vidare till konsumenterna.

WRD förvaltar för närvarande tre vattenreningsanläggningar:

- Albert Robles Center for Water Recycling and Environmental Learning (ARC) i staden Pico Rivera i östra Los Angeles-området. Här utförs avancerad rening av behandlat avloppsvatten från reningsverket San Jose Creek Water Reclamation Plant. Det renade vattnet från ARC infiltreras i spridningsdammarna Montebello Forebay Spreading Grounds några kilometer söder om ARC. Produktionskapaciteten av renat vatten är i storleksordningen 12 miljoner kubikmeter per år. Före infiltration i dammarna blandas detta vatten med annat återvunnet vatten, bland annat uppsamlat regnvatten.

- Robert W. Goldsworthy Desalter (RWGD), ett bräckvattenverk för produktion av dricksvatten från instängt bräckt grundvatten som pumpas upp ur West Coast Basin. Anläggningen producerar idag nästan 7 miljoner kubikmeter dricksvatten per år, och planer finns för att fördubbla kapaciteten. Anläggningen ligger i staden Torrance i södra Los Angeles-området, och ägs av WRD men drivs av staden Torrance. Det producerade dricksvattnet säljs till konsumenter i Torrance. WRD är som sagt inte en dricksvattenproducent, men i det här fallet är man involverade i vattenverket för att försöka minska plyn av saltvatten i grundvattenmagasinet.

- Leo J. Vander Lans (LVL), en anläggning för avancerad rening av avloppsvatten. Anläggningen ligger i staden Long Beach i södra Los Angeles-området och kan producera nästan 11 miljoner kubikmeter behandlat vatten per år. Vattnet injiceras i sötvattenbarriären Alamitos Seawater Barrier i Long Beach.

Vid min resa till Los Angeles fick jag möjlighet att besöka två av dessa anläggningar: Albert Robles Center och Robert W. Goldsworthy Desalter.

Albert Robles Center (ARC)

Efter en pulshöjande bilkörning längs en av Los Angeles 7-fliliga (i varje riktning) motorvägar välkomnades jag till ARC av Jenn Swart, informationsansvarig på The Water Replenishment District, och Mario Bautista, som är ansvarig driftingenjör på avsaltningsverket RWGD (Figur 2).

ARC är inte bara en teknisk anläggning för vattenrening – den innehåller också ett demonstrations- och informationscenter avsett att visa för allmänheten och andra intressenter vad man kan göra med



Figur 2: Jenn Swart, Peter Asteberg och Mario Bautista framför Albert Robles Center.

återvunnet vatten (Figur 3). Centret består av flera interaktiva stationer med kartor och illustrationer, där man kan uppleva allt från hur grundvattenmagasinen ser ut under Los Angeles, till att få provsmaka det utgående vattnet från anläggningen. Jenn berättade att centret tar emot tre skolklasser på studiebesök varje vecka, för att öka barn och ungas kunskap om vattensituationen i området och om vattenanvändning och återvinning av vatten. Intresserade har också möjlighet att göra ett virtuellt studiebesök på verket via internet.

Lite grovt kan man säga att 70 % av Kaliforniens befolkning bor i den södra delen av delstaten, men denna del får bara 30 % av regnet. Det har gjort regionen beroende av vattentransport från andra delar av

området under många årtionden. ARC är en av de åtgärder som The Water Replenishment District har genomfört för att minska beroendet av fjärrtransport av vatten. Reningsanläggningen stod färdig 2019, och innebär att WRD numera klarar sig helt utan fjärrtransporterat vatten för att fylla på de grundvattenmagasin man ansvarar för. Det sker helt och hållet med återvunnet vatten och uppsamlat regnvatten.

Jag frågade Jenn hur de arbetade med information till allmänheten i samband med projektet, eftersom återvinning av vatten för dricksvattenändamål kan upplevas olustigt för en del personer. Jenn visade ett stort antal broschyrer, och visade bilder från åtskilliga möten och event i området inför att ARC skulle byggas. Genom information och öppenhet har man lyckats vinna allmänhetens förtroende.

Anläggningen tar emot avloppsvatten som har renats med mekanisk, kemisk och biologisk rening i San Jose Creeks reningsverk. I ARC består reningen av följande steg:

1. Det första steget är ett filtersteg med ultrafilter (UF) som har en nominell porstorlek på 20 nanometer (20 miljondels millimeter). Här avlägsnas framför allt partikulärt material men även bakterier och virus ur det inkommande vattnet.

2. Nästa steg utgörs av omvänd osmos (reverse



Figur 3: Jenn Swart visar informationscentret i Albert Robles Center.

osmosis, RO) i tre steg. RO består av extremt fina membran som lindas på ett speciellt sätt i långa så kallade trycktuber. Genom att lägga på ett högt tryck på det inkommande bräckta vattnet får man det att passera genom membranerna. I detta steg avskiljs i princip allt utom vattenmolekyler (det finns dock ett antal mycket små oladdade molekyler som kan ta sig igenom RO). Även salterna i vattnet avskiljs. Det renade vattnet kallas för "permeat", och det vatten som inte gått igenom membranet blir ett "koncentrat". I en omvänd osmos-process kan man normalt utvinna 35-60 % sötvatten av det inkommande vattnet i varje steg, beroende på salthalten och vilka andra föroreningar som finns i råvattnet. Procenthalten av det sötvatten som kan utvinnas betecknas "recovery". I ARC ligger återvinningsgraden över 50 % eftersom salthalten är låg. Efter det första RO-stegets led koncentratet till ytterligare ett RO-steg för utvinning av permeat även från det vattnet. Koncentratet från steg 2 leds till slut till ett tredje RO-steg, vilket gör att ARC har en återvinningsgrad (recovery) på i storleksordningen 92 %. Det är en imponerande hög utvinning, och den är möjlig tack vare att man har en mycket låg salthalt i det inkommande vattnet. Priset man får betala är att membranerna i RO-steg 3 måste tvättas och bytas betydligt oftare än i övriga steg.

3. Det tredje och sista steget i ARC utgörs av en så kallad "avancerad oxidationsprocess" (AOP), där klor kombineras med kraftigt ultraviolett ljus. Här sönder-

delas eventuella återstående kemikalier som har lyckats passera RO.

Det märktes i hela anläggningen att den är genomtänkt och planerad för information och kommunikation till allmänheten. Från informationsdelen har man enkel tillgång till tre olika utsiktsbalkonger inne i produktionshallen – en balkong framför varje huvudreningssteg (Figur 4). Det gör att Jenn och de övriga kommunikatorerna inte behöver boka tider med driftpersonalen för varje studiebesök. Besökarna kan lätt få en överblick av driftprocessen uppifrån balkongerna, utan att riskera att komma i kontakt med själva processutrustningen. Smart!

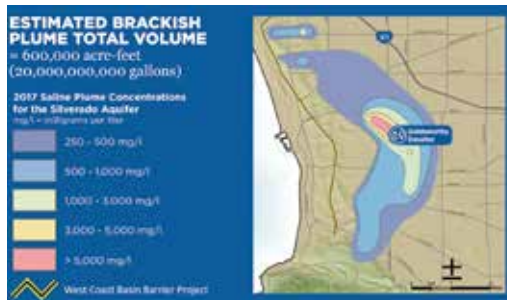
Det sista som hände innan jag lämnade ARC var att jag fick provsmaka det utgående vattnet från verket. Det var lika friskt och gott som vilket dricksvatten som helst, vilket visar att tekniken finns för att skapa ett fullgott dricksvatten från återvunnet vatten.

Robert W. Goldsworthy Desalter (RWGD)

Efter ytterligare 45 minuters bilkörning längs några av Los Angeles enorma motorvägar var jag så framme vid bräckvattenverket Robert W. Goldsworthy Desalter, där Mario mötte upp och visade mig anläggningen. Mario bad nästan om ursäkt eftersom det är en betydligt mindre anläggning än ARC och mindre påkostad. Men den har ett mycket viktigt syfte: att pumpa upp bräckt grundvatten från den "plym" av havsvatten som har blivit instängd bakom sötvatten-



Figur 4: En av de tre utsiktsbalkongerna i Albert Robles Center. I bakgrunden syns ultrafilter (stående tuber) och omvänd osmosfilter.



Figur 5. Saltvattenplymens utbredning under Torrance i sydvästra Los Angeles. I bilden syns också läget för Robert W. Goldsworthy Desalter och sträckningen för West Coast Basin Barrier Project. Källa: Water Replenishment District of Southern California.

barriärerna man har skapat längs kusten. Plymen omfattar mer än 3 600 hektar i yta, se Figur 5. Volymmässigt motsvarar det minst 75 miljoner kubikmeter bräckt vatten, så där finns mycket att ta av. Vatten hämtas upp ur två brunnar som är borrhade ner på olika djup i det område som har högst saltkoncentration. Hjärtat i processen utgörs av avsaltning genom omvänd osmos i två steg (Figur 6).



Figur 6: Omvänd osmosfilter i Robert W. Goldsworthy Desalter.

Framtida vattenåtervinning i Kalifornien

Den återvinningsteknik som används vid ARC kallas för "indirekt dricksvattenåtervinning" (Indirect Potable Reuse, IPR, på engelska), eftersom vattnet återförs till en grundvattenakvifer innan det används som dricksvatten. Om man i stället använder det producerade vattnet direkt för dricksvattenändamål kallas det för "direkt dricksvattenåtervinning" (Direct Potable Reuse, DPR). I december 2023 blev Kalifornien den andra delstaten i USA som beslutade om riktlinjer för DPR. Jag frågade Jenn och Mario om de tror att The Water Replenishment District kommer att använda

sig av DPR i framtiden. De tror inte det, eftersom WRD inte har som huvuduppgift att leverera dricksvatten direkt ut mot kund. Men det kommer säkert bli aktuellt på andra platser runt om i Kalifornien.

Vad jag tar med mig hem

I samband med att jag arbetade med Mörbylänga vattenverk under åren 2016-2020, insåg jag hur långt tekniken har kommit idag när det gäller vattenrening. Vi människor kan numera plocka bort i princip alla oönskade substanser ur nästan vilket vatten som helst. Det är dock ofta förknippat med en ansenlig kemikalie- och energiförbrukning, vilket förstås kan bli mycket kostsamt. I Los Angeles har man (liksom vi hade på Öland) inget val. Man får helt enkelt ta det vatten som finns och göra det bästa av det. I Kalifornien har man kommit mycket långt med att skapa acceptans för återvunnet vatten, genom informationskampanjer och öppenhet om bristsituationen och om själva reningstekniken.

Är då avsaltning och vattenåtervinning något för oss i Sverige? Vi har ju varit bortskaämda med stora tillgångar av både ytvatten och grundvatten. Men jag märker ett klart ökat intresse av att vara mycket mer sparsamma med de begränsade sötvattentillgångar vi har. Flera kommuner i Sverige tittar idag både på avsaltning och på olika former av återvinning av vatten. Kommunala avsaltningsverk finns redan på Öland (två verk, varav ett även återvinner vatten) och Gotland (två verk). Jag är säker på att det inom 10 år kommer finnas fler avsaltnings- och återvinningsverk i Sverige.

Avslutningsvis vill jag rikta ett varmt tack till Föreningen Vatten och Xylem-priset som gjorde det möjligt för mig att genomföra den här resan. Den kommer att vara ett minne för livet! Jag står också i tacksamhetsskuld till Jenn Swart och Mario Bautista på The Water Replenishment District som tog emot mig och visade mig ett par av sina anläggningar, och som dessutom tålmodigt försökte förklara för mig vad en acre-foot är (ledtråd: det är en amerikansk volymenhet som bland annat används i grundvattenmagasin).