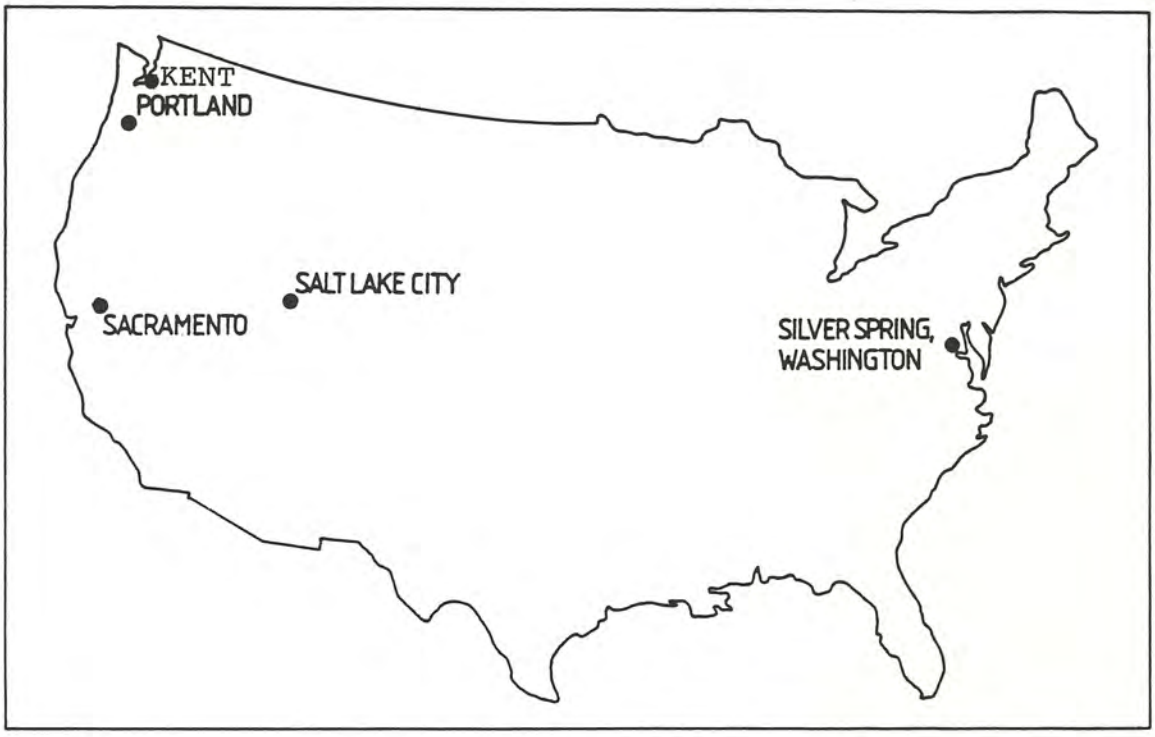
SMHI HYDROLOGI
Nr 35, 1991




# UTBYGGD HYDROLOGISK PROGNOS- OCH VARNINGSTJÄNST

## RAPPORT FRÅN STUDIERESA I USA 1991-04-22--30

Ulf Ehlin, SMHI och Per-Eric Ohlsson, VASO

LK 3 Rapport SMHI

SMHI HYDROLOGI Nr 35, 1991

10 28.

# UTBYGGD HYDROLOGISK PROGNOS- OCH VARNINGSTJÄNST

Ulf Ehlin, SMHI och Per-Eric Ohlsson, VASO

Rapport från studieresa i USA 1991-04-22--30

INNEHÅLL


| | Sida |
|---|---|
| INLEDNING | 1 |
| Sammanfattande synpunkter | 2 |
| NATIONAL WEATHER SERVICE, NWS, OFFICE FOR HYDROLOGY, SILVER SPRING | 4 |
| SOIL CONSERVATION SERVICE, SNOW SURVEY PROGRAMME, PORTLAND | 10 |
| NORTHWEST RIVER FORECAST CENTER, NWS, COLUMBIA RIVER WATER MANAGEMENT, US ARMY CORPS OF ENGINEERS, PORTLAND | 14 |
| BONNEVILLE POWER ADMINISTRATION, PORTLAND | 19 |
| COLORADO BASIN RIVER FORECAST CENTER, CBRFC, SALT LAKE CITY | 22 |
| METEOR COMMUNICATIONS CORPORATION, KENT | 25 |

Bilaga 1, Förteckning över NWS River Forecast Centers

Bilaga 2, Adresser till besökta institutioner

# UTBYGGD HYDROLOGISK PROGNOS- OCH VARNINGSTJÄNST
# STUDIERESA TILL USA 1991-04-22--30

## Inledning

Resan föranleddes av pågående diskussioner och planering av en utbyggd hydrologisk prognos- och varningstjänst i Sverige enligt ett förslag framfört av Dammsäkerhetsutredningen. Förslaget innebär förutom en förstärkning av den centrala hydrologiska tjänsten vid SMHI bl a inrättandet av sk älvcentraler med anknytning till de större älvarna i landet. Vid de för vattenkraftproduktion i nämnvärd grad utbyggda älvarna föreslås att älvcentralfunktionen knyts till det aktuella vattenregleringsföretagets, eller där sådant saknas, motsvarande kraftföretags driftkontor. Den centrala prognos-och varningsfunktionen vid SMHI knyts samman med älvcentralerna via ett PC-baserat kommunikationssystem. Härigenom ges möjlighet att från SMHI till älvcentralerna överföra meteorologisk och hydrologisk information omfattande realtidsdata, historiska data, satellit-och radarinformation samt prognoser och varningar. I omvänd riktning kan realtidsdata överföras från det aktuella flodsystemet bl a omfattande aktuella tillrinningar, magasinsnivåer och tappningar. Älvcentralerna skall dessutom ha möjligheter att själva utföra hydrologiska modellberäkningar för prognosändamål.

I USA finns sedan länge en nationell regionaliserad organisation för hydrologisk prognostjänst. Ansvarig för denna är National Weather Service, NWS, som i stora delar motsvarar SMHI i Sverige. NWS har ett Office for Hydrology vid sitt huvudkontor i Silver Spring samt 16 därunder sorterande regionala s k River Forecast Centers, se bilaga 1. Inom NWS pågår en genomgripande förnyelse av arbetssätt, teknikutnyttjande, personalkompetens och organisation. En omfattande plan för denna förnyelse har utarbetats, Hydrometeorological Service Operations for the 1990´s.

Studieresan omfattade besök på NWS Office for Hydrology i Silver Spring, Maryland, samt tre River Forecast Centers med betydande skillnader i avnämarkrav och arbetande under olika hydrologiska förutsättningar, nämligen i Portland Oregon, Sacramento Californien och Salt Lake City Utah.

I samband med dessa studiebesök diskuterades även behov och avnämarkrav med Bonneville Power Administration, samt studerades datainsamling och prognosverksamhet med Soil Conservation Service i Portland, Oregon. Ett besök gjordes vid Meteor Communications Corporation i Kent, Washington, för information om automatisk dataöverföring av observationer med meteor-burst-teknik.

I studieresan deltog:

| | |
|---|---|
| Anders Lindh | Vattenregleringsföretagen |
| Per-Eric Ohlsson | Vattenregleringsföretagen |
| Leif Eliasson | Vattenregleringsföretagen |
| Tord Lindström | Vattenfall Norrbotten |
| Birgitta Ardell | Vattenfall Norrbotten |
| Carl-Olof Danielsson | Vattenfall Sundsvall |
| Ulla-Maria Calles | Vattenfall Vällingby |
| Jan Hansson | Dalälvens Vattenregleringsföretag |
| Ulf Ehlin | SMHI |
| Jörgen Nilsson | SMHI (del av resan) |

Dokumentation finns huvudsakligen på SMHI.

## Sammanfattande synpunkter

Studieresan gav förutom nya kunskaper om utnyttjade metoder och arbetssätt samt nya personkontakter följande övergripande intryck.

- De tekniska resurserna för automatiska mätningar och automatisk datainsamling är betydligt större i USA än i Sverige även sett i relation till ländernas storlek och hydrologiska förhållanden.

- Automatiska observationsstationer bekostade och drivna av kommuner, counties, privata företag och federala myndigheter samordnas i gemensamma observationssystem. Utförda observationer är tillgängliga för alla intressenter kostnadsfritt.

- De olika intressenterna i en hydrologisk region lagrar vanligen sina data i en gemensam databas som fritt kan utnyttjas. Där inte en sådan gemensam databas finns beklagar man detta och pekar på de svårigheter det medför.

- Meteor-burst-teknik är ett elegant sätt att samla in hydrologiska och meteorologiska data. Datainsamlingen är oberoende av driftstörningar och prispolitik hos ägaren till andra kommunikationsmedel. För att kostnadsmässigt kunna konkurrera med andra tekniker för dataöverföring erfordras dock ett betydande antal sändarstationer i systemet.

- Svensk hydrologisk prognosteknik står sig väl vid en jämförelse med amerikansk.

- Tillgången till datorutrustning för drift och utveckling av hydrologiska prognossystem är större i USA än i Sverige. Man lämnar helt stordatormiljöer och inriktar sig på arbetsstationer.

- Utvecklingsarbetet under 90-talet inom den meteorologiska och hydrologiska verksamheten i USA inriktar sig bl a på en automatiserad användning av doppler-radar. Enligt vår uppfattning var man på vissa håll alltför optimistisk inför vad som kommer att kunna utföras operationellt med väderradar under 90-talet.

- Federala och statliga myndigheter, kommuner samt privata företag samarbetar i den hydrologiska prognostjänsten, enligt uppgift utan större friktioner.

- Utbildningen av meteorologer och hydrologer ges större vikt inför 90-talets hydrologiska tjänst. Speciellt betonas hydrometeorologisk kunskap.

- I de federala myndigheternas policy ingår att gratis eller enbart till en expeditionskostnad ställa datorprogram m m till andras förfogande.

Ulf Ehlin

SMHI

Per-Eric Ohlsson

VASO

**National Weather Service, NWS, Office for Hydrology, Silver Spring**

Chefen för den hydrologiska verksamheten vid NWS, Michael Hudlow, hälsade den svenska gruppen välkommen samt redogjorde allmänt för verksamheten vid NWS samt Office for Hydrology. Speciellt framhöll han den pågående förnyelsen av NWS och särskilt inom den hydrologiska sidan där arbetsplanen "Hydrometeorological Service Operations for the 1990´s" skall genomföras.

NWS sorterar under National Oceanic and Athmosperic Adminstration, NOAA, och är ansvarig för den federala vädertjänsten och hydrologiska tjänsten vad gäller prognoser och varningar. Inom NOAA finns ett ansvar även för oceanografiska verksamheter med anknytning till flodmynningar, kustområden och kustnära hav men för detta svarar andra institutioner än NWS. Uppgifterna för Office for Hydrology är i första hand inriktade på att göra prognoser över vattenstånd och flödet av vatten i vattendragen samt att utfärda varningar när så erfordras. Avnämare av produkterna är förutom allmänheten, vattenkraftföretag, vattenförsörjningsföretag, jordbruk samt sjöfart i floder.

Office for Hydrology samarbetar intimt med US Geological Survey som svarar för det officiella stationsnätet för vattenföring i landet och med Soil Conservation Service, som driver ett omfattande hydrometeorologiskt observationsnät. Andra betydande samarbetspartners är US Corps of Engineers, som svarar för uppförande och drift av vissa kraftverk samt dammar för t ex vattenkraftproduktion och flödesdämpning samt med Bureau of Reclamation som bl a uppför och driver dammar, främst med inriktning på vattenförsörjning, bevattning och vattenkraftproduktion.

Miljövårdande myndigheter utnyttjar vattenföringsberäkningar och prognoser från NWS men NWS har ännu ej börjat med direkta beräkningar av transporter av kemiska ämnen i vattendragen.

Inom klimatområdet bearbetar man meteorologiska och hydrologiska data med inriktningen att belysa klimatvariationer och effekterna av dessa på de hydrologiska förhållandena. Man sammanställer dataset som forskare t ex på universiteten kan använda.

Modernisering av den hydrologiska tjänsten

I förnyelsen av den hydrologiska verksamheten på NWS inför 1990-talet betonas kopplingen mellan meteorologi och hydrologi och hydrometeorologiska frågor skjuts i förgrunden. Detta avspeglar sig i att kompetenskraven på meteorologer och hydrologer skärps och att meteorologerna skall ges viss hydrologisk kompetens och hydrologerna viss meteorologisk. Ett omfattande utbildningsprogram planeras.

Organisatoriskt sammanförs regionala River Forecast Centers och Weather Offices och prognoscentralernas öppettid utökas till 16 h per dygn mot tidigare 8. De rationaliseringar som planen för 90-talet innehåller medför ingen minskning av antalet River Forecast Centers men minskar antalet regionala väderkontor. Flödet av meteorologiska och hydrologiska data i det landsomfattande kommunikationsnätet skall kraftigt ökas.

En omfattande satsning görs på utbyggnaden av det nya väderradarnätet NEXTRAD. Planen omfattar 115 dopplerradaranläggningar fördelade över USA. Målsättningen är att snarast placera en radarstation vid varje kombinerat regionalt centra för väder och hydrologi. Man har en särskild organisation för arbetet med att varna för flashfloods, mycket snabba flöden som uppstår i samband med häftiga regn, t ex i samband med åskväder. Denna organisation vilar mer på den meteorologiska operativa tjänsten med anledning av behovet av tjänst dygnet runt och snabba responstider i vattendragen.

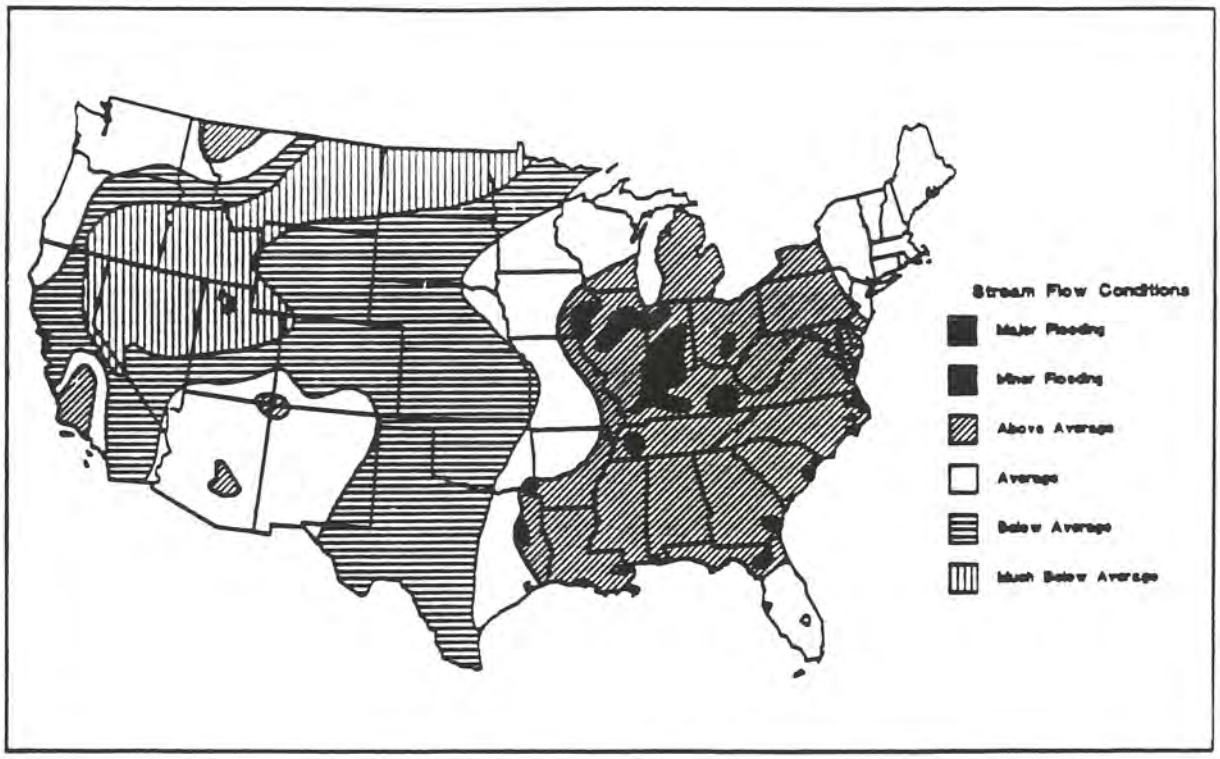
Ansträngningarna att förbättra utnyttjandet av satellitinformationen kommer även att fortsätta.

En av målsättningarna med utbyggnaden av väderradarnätet är att bättre kvantifiera arealnederbörden och att kunna göra det i realtid. Man har ännu inte varit kapabel att få fram en bra metod för detta men utvecklingsarbetet fortsätter. Det är emellertid uppenbart att ett betydande antal nederbördsmätare kommer att krävas för kalibrering och kontroll av radarberäkningarna. För närvarande använder man radarn för att se var det regnar och nederbördsmätarna för att bestämma hur mycket. Man utvecklar en avancerad matematisk-statistisk metod för att knyta ihop två radarbilder som ej täcker varandra. Man tror sig även kunna utnyttja radarstrålarnas refraktion i atmosfären för att kunna se nederbörd i skuggan av bergskedjor. Man har ännu ej arbetat med radarn för att bestämma snönederbörd men är optimistisk även i detta fallet.

Satellitbilder, huvudsakligen från GOES, utnyttjas för bestämning av snötäckningsgrad. Man använder kanalerna för synligt ljus och för infrarött. För att få vatteninnehållet kompletteras satellitinformationen med mätningar med snökuddar och i vissa områden med mätningar från flygplan av gamma-strålningen. Man har f n 3 000 flyglinjer som mäts regelbundet.

Det finns en särskild grupp på Office for Hydrology som sammanställer det hydrologiska datamaterialet och skapar en bild av det hydrologiska läget i hela landet i form av kartor. Prognoser och varningar utfärdas emellertid regionalt.

För närvarande råder en svår torka i västra USA som varat flera år. I de östra delarna är det blötare än normalt, se figur 1.




Figur 1. Flödessituationen den 25 mars 1991.

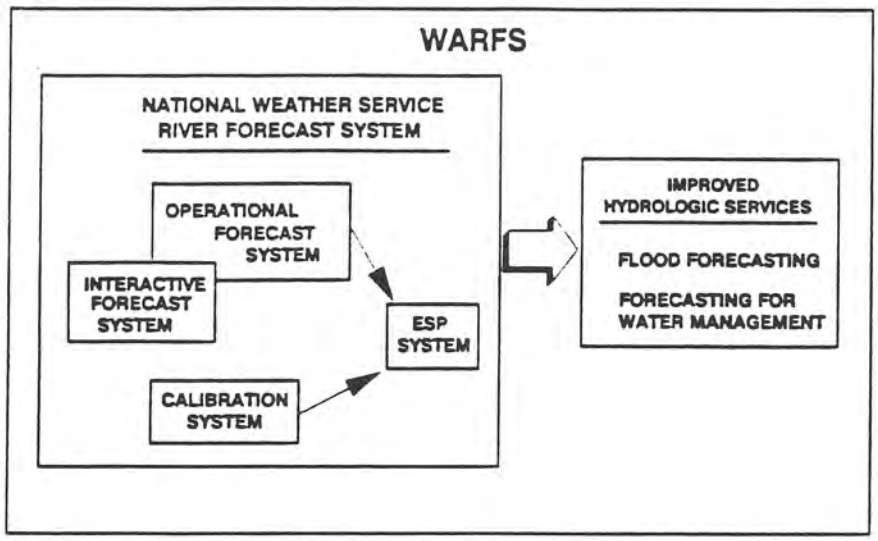
NWS diskuterar att införa sannolikhetsprognoser även för flöden i vattendragen med anledning av att de kvantitativa nederbördsprognoserna för närvarande är så osäkra.

## Ökad utbildning

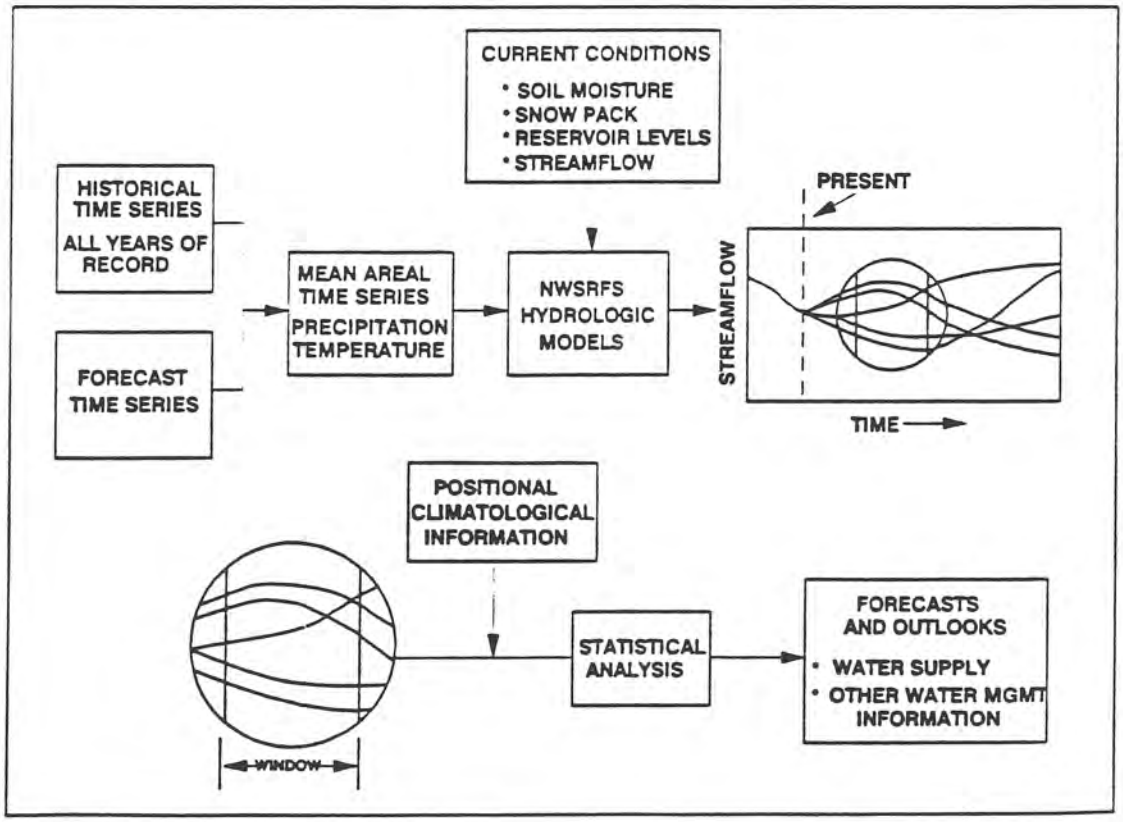
De ökade kompetenskraven på meteorologer och hydrologer inför 1990 talet kräver en väl organiserad utbildning. Nyanställda skall under en treårsperiod ges möjlighet att komplettera sina kunskaper så att man fyller kvalifikationerna vad avser meteorologi och hydrologi. De skall även ges en teknisk utbildning inom områden av betydelse. För äldre anställda skall finnas fortbildningskurser. Man lägger särskild vikt vid en 3-veckors kurs i hydrometeorologi. Den innehåller bl a som viktigt moment kvantitativa nederbördsprognoser. Vissa kurser ligger på PC och video. Särskild utbildning anordnas i samband med att nya datasystem o dyl införs. Man har ingen utbildning riktad mot externa avnämare.

## Prognossystem

Ett nytt hydrologiskt prognossystem kallat Water Resources Forecasting System, WARFS, är under uppbyggnad, se figurerna 2 och 3. Man utnyttjar en arbetsstation som är kopplad till en PRIME serie 50 minidator. I arbetsstationen görs alla hydrologiska beräkningar, vilka därefter förs över till PRIMEstationen. I denna ligger dataset av olika slag tillgängliga för att hämtas upp av andra arbetsstationer knutna till systemet. Systemet arbetar med ett programpaket för x-window. I systemet hanteras information från radar, satelliter samt konventionella observationsnät samt görs modellberäkningar. Radarbilder jämförs med annan nederbördsinformation och kvantiteter fastställs. En rutin finns som kan eliminera "dåliga data" från radarbilden. Systemets grafik och lätthanterlighet var imponerande. Det verkar dessutom utmärkt för kalibrering, korrelation av dataserier osv.




Figur 2. Water Resources Forecasting System, WARFS.




Figur 3. Extended Stream Flow Prediction System, ESP.

Litteratur

THE ROLE OF REAL-TIME INTERACTIVE PROCESSING IN SUPPORT OF WATER RESOURCES FORECASTING IN THE MODERNIZED WEATHER SERVICE
by Danny L. Fread, George F. Smith and Gerald N. Day

GRAPHICAL USER INTERFACE CONCEPTS FOR HYDROLOGIC FORECASTING IN THE MODERNIZED WEATHER SERVICE
by Thomas E. Adams

THE INTERACTIVE NWS RIVER FORECAST PROGRAM
by Donna Page

IMPROVED HYDROLOGIC FORECASTING WITH THE INTERACTIVE NWS RIVER FORECASTING PROGRAM
by Stephen M. Wiele and George F. Smith

INTERACTIVE PRECIPITATION PROCESSING FOR THE MODERNIZED NATIONAL WEATHER SERVICE
by Robert C. Shedd and James A. Smith

OPERATIONAL REMOTE SENSING OF SNOW COVER IN THE U. S. AND CANADA
by Thomas R. Carroll and Edmond W. Holroyd

OPERATIONAL AIRBORNE AND SATELLITE SNOW COVER PRODUCTS OF THE NATIONAL OPERATIONAL HYDROLOGIC REMOTE SENSING CENTER
by Thomas R. Carroll

THIS SYSTEM WILL PROVIDE AN ESSENTIAL CAPABILITY THAT ALLOWS THE NATION TO ANTICIPATE AND MANAGE WATER SUPPLY CRISES, NOT JUST REACT TO THEM
Office of Hydrology, National Weather Service

A CATEGORICAL, EVENT ORIENTED, FLOOD FORECAST VERIFICATION SYSTEM FOR NATIONAL WEATHER SERVICE HYDROLOGY
Office of Hydrology

Nyckelpersoner som vi träffade

| | |
|---|---|
| Michael Hudlow | Chef, Office for Hydrologi |
| Eugene Stallings | Samordnare utländska kontakter |
| Dick Farnsworth | Fjärranalys |
| Frank Richards | Aktuella hydrologiska läget |
| Danny Fread | Utbildning |
| George Smith | Hydrologiskt modellsystem |

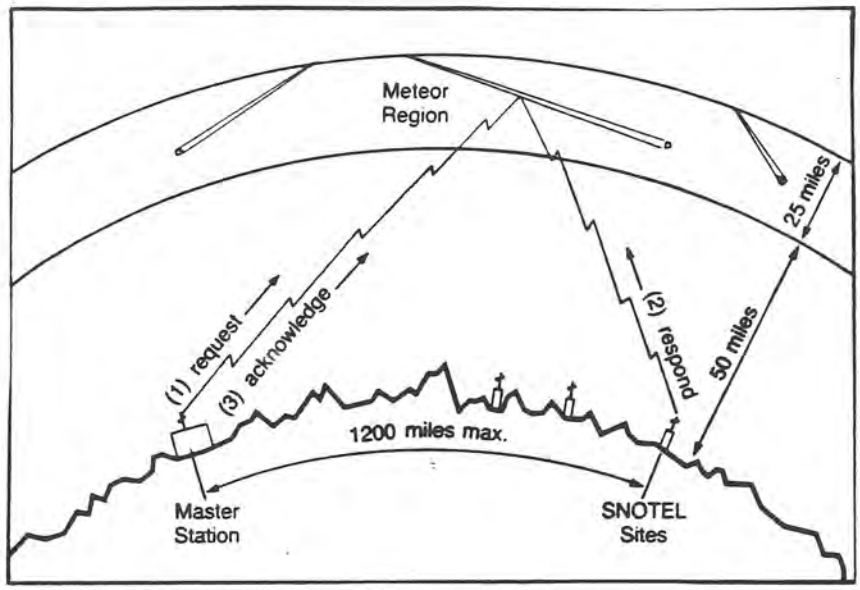
## Soil Conservation Service, Snow Survey Programme, Portland

Soil Conservation Service, SCS är en fristående organisation sorterande under US Department of Agriculture. Dess uppgift är att "leda det nationella arbetet med att bevara och på ett klokt sätt utnyttja jord, vatten och närbesläktade resurser genom ett balanserat arbetsprogram som skyddar, återställer och utvecklar resurserna". Beträffande vattenfrågor arbetar man främst med inriktning på bevattning och vattenförsörjning. En stor del av avrinningen i västra USA uppkommer genom snösmältning vilket var ett av skälen till startandet av SCS Snow Survey and Water Supply Forecasting Programme. Detta skall "tillhandahålla hydrologisk och klimatologisk information och verktyg erforderliga för att möjliggöra bevarande och klokt utnyttjande av vatten och därtill relaterade resurser".

Programmet leds av David Johnson placerad på SCS kontor i Portland, Oregon.

### SNOTEL

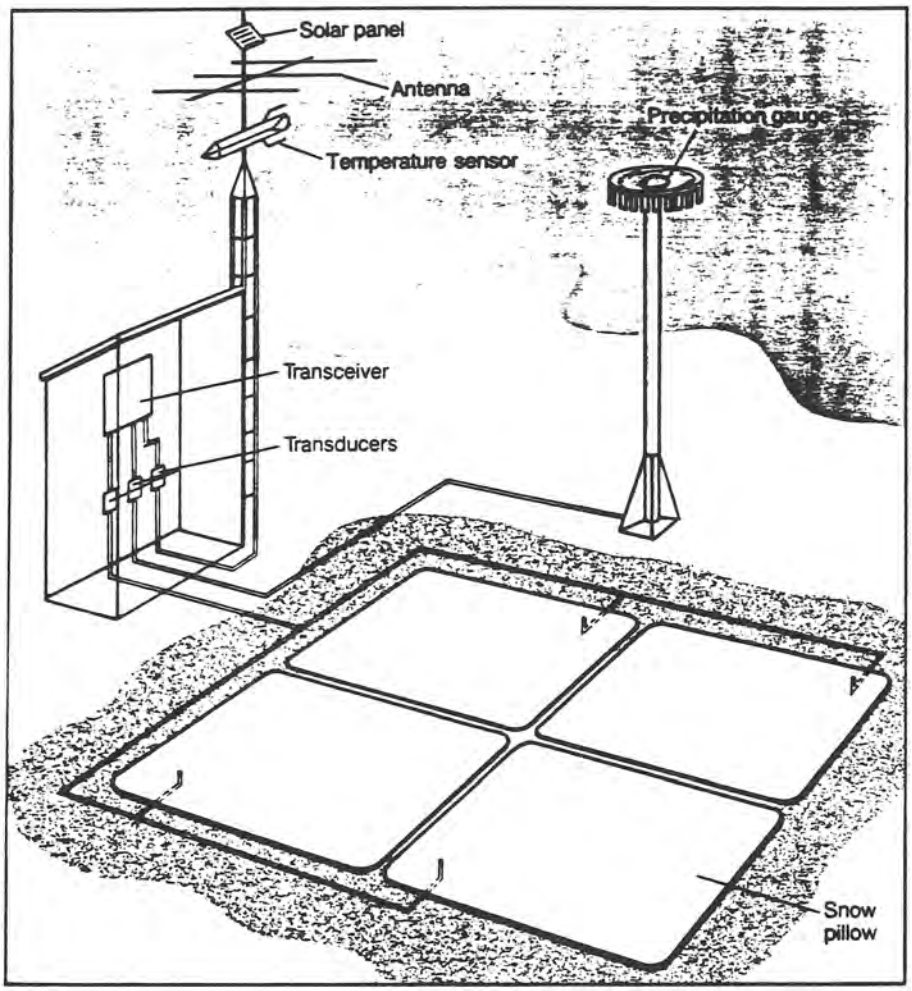
Den största delen av datainsamlingen sker genom automatstationsnätet Snowtel. Detta bygger på s k meteor-burst-teknik, vilket innebär att dataöverföringen sker med radiovågor som reflekteras mot det joniserade skikt som bildas i atmosfären när en meteorit förbränns. Avståndet mellan en sändarstation och en mottagarstation kan vara upp till 1 600 km. Tekniken åskådliggörs i figur 4.




Figur 4. Principen för dataöverföring med meteor-burst-teknik.

Snowtel startades 1974 och innehåller nu ca 560 stationer i västra USA. Ett motsvarande nät drivs i Alaska. Man har två datainsamlande stationer, s k masterstationer, placerade relativt långt ifrån varandra i Boisen och i Ogden. Masterstationerna har fyra antenner, en i varje kvadrant och en rundstrålande antenn. De är placerade så att de båda kan ta emot data från de 560 fältstationerna, vilket minskar risken för databortfall. Dataåterbäringen ligger stadigt på 98-99%. Hur fältstationerna fungerar tekniskt kontrolleras vid varje dataöverföring via 8 kanaler. Övriga 24 kanaler används för klimatologiska och hydrologiska variabler.

Nederbörd mäts via tryckmätning i stora totalisatorer. För snömätning används snökuddar. Några stationer har utrustats för mätning av vattenkvalitet. Batterierna laddas under hand med hjälp av solpaneler. De byts i samband med den inspektion och service av fältstationerna som sker en gång per år. Fältstationerna är utformade i modulsystem så att felaktig elektronik lätt bryts på platsen av den som inspekterar stationen. En typisk station åskådliggöres i figur 5.




Figur 5. Utformningen av en typisk mätstation inom SNOTEL-systemet.

Kostnaden för en färdig fältstation beräknar SCS till 70 000 - 100 000 SEK beroende på mätplatsens läge och förhållanden. En masterstations kostnad kan variera med hänsyn till utrustningen men ligger i storleksordningen 1,2 - 1,8 miljoner kronor.

SCS anser att meteor-burst-tekniken har många fördelar framför satellitöverföring av data. Den ger bl a en bättre dataåterbäring och innebär att man inte är beroende av satellitägarens prispolicy eller de långa driftavbrott som erhålls vid fel på satellitutrustningen.

Garry L. Schaefer ansvarar för stationsnätet Snowtel. Tillsammans med David Johnson besökte den svenska studiegruppen en fältstation i närheten av Mount Hood.

SCS bedriver även manuella mätningar av snötäcket genom snölinjer där snödjup och snöns vatteninnehåll mäts. Kompletterande information fås även från satellitbilder och NWS mätningar av snöns vatteninnehåll med gamma-teknik från flygplan.

Prognosverksamhet

SCS har en modell- och prognosgrupp som består av fem hydrologer och en statistikassistent. Gruppen utvärderar och utvecklar metoder för vattenföringsprognoser samt anpassar dem till rutinmässig prognosverksamhet. F n gör man operationellt säsongsprognoser, t ex flödesvolym, för ca 600 vattendrag i västra USA. Man arbetar även med att inkludera GIS-system och expertsystem i det operationella arbetet. Gruppen leds av Kenneth C. Jones.

Avnämare av SCS data- och prognosverksamhet är andra federala och statliga institutioner som NWS, US Corps of Engineers, Bureau of Reclamation, vattenförbund och kommuner. Inga kostnader debiteras avnämarna. SCS ger tillsammans med NWS ut en Water Supply Outlook for the Western United States den 1 april. Där ges en beskrivning av den rådande hydrologiska situationen i de olika avrinningsområdena samt prognoser över den totala flödesvolymen under perioden april-juli. Prognoserna ges som Most Probable Forecast, Reasonable Maximum Forecast och Reasonable Minimum Forecast.

Nyckelpersoner som vi träffade på SCS

| | |
|---|---|
| David E. Johnson | Programme manager Snow Surveys and Water Supply Forecasting |
| Garry L. Schaefer | Observationsnät |
| Kenneth C. Jones | Modeller och prognoser |
| John M. Huddelston | Datorsystem |

Litteratur

FUTURE DIRECTION OF SNOW SURVEYS AND WATER SUPPLY FORECASTING IN THE SOIL CONSERVATION SERVICE
by David E. Johnson

SNOTEL - THE WORLD'S FIRST AND LARGEST DATA COLLECTION SYSTEM USING METEOR BURST TECHNOLOGY
by Garry L. Schaefer

PRACTICAL EXEPERIENCES IN DATA ACQUISITION SYSTEM OPERATIONS - SNOTEL
by Arthur G. Crook, Gerald A. Beard and Earl S. Helseth

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF AN AUTOMATED CENTRALIZED FORECASTING SYSTEM (CFS)
by Bernard A. Shafer

THE OPERATIONAL DATA BASE
by John M. Huddelston

WATER SUPPLY FORECASTING
by Kenneth C. Jones and Bernard A. Shafer

NATIONAL HYDROLOGIC OUTLOOK, SPRING FLOOD POTENTIAL AND WATER SUPPLY

**Northwest River Forecast Center, NWS, Columbia River Water Management, US Army Corps of Engineers, Portland**

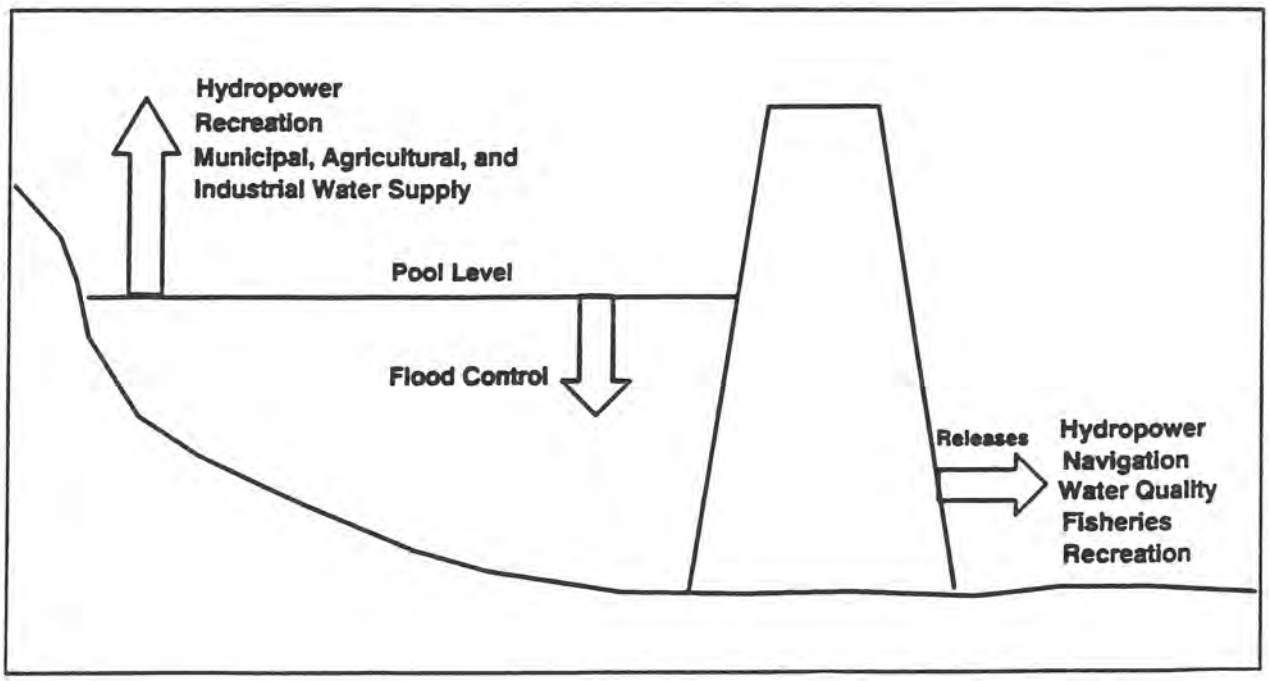
Northwest River Forecast Center och Corps of Engineers är samlokaliserade i Portland där man gemensamt med andra federala organisationer och intressenter bildar Columbia River Water Management.

Columbiafloden

Columbiaflodens avrinningsområde är det tredje största i USA med en yta på ca 400 000 km². Floden rinner upp i Brittish Columbia i Kanada och når efter ca 120 mil Stilla Havets kust. De högsta delarna av nederbördsområdet når upp till 4 000 m höjd. Nederbördsmängden varierar från 200 - 5 000 mm/år. Man anser sig ha världsrekord i ackumulerat vattenvärde i snötäcke, 3 000 mm uppmättes för ett par år sedan.

Det finns mer än 200 dammar i flodsystemet. Nitton av dessa är huvudmagasin i Columbia och de största biflödena. De åtta nedre dammarnas ändamål är flerfaldiga. De är till för flödeskontroll, sjöfart, vattenkraftproduktion, fritidsaktiviteter, fiske och naturvård. Corps of Engineers och Bureau of Reclamation har ansvaret för dessa dammar.

Floden regleras med hänsyn till de olika ändamålen, se figur 6. Mycket stor vikt läggs därvid vid fiskets behov då bevarandet av fiskens reproduktionsmöjligheter är en miljöfråga av främsta rang. Även friluftslivets behov av höga vattenstånd i dammarna beaktas så att inte stränderna friläggs och båt- och fiskeaktiviteter försvåras.




Figur 6. Intressen i vattenhushållningen i Columbiafloden.

Vattenkraftproduktionen är mycket betydelsefull och man producerar mer än 60% av regionens energibehov. För produktionen svarar förutom Corps of Engineers och Bureau of Reclamation ett antal privata kraftbolag. Corps of Engineers och Bureau of Reclamation överlåter den producerade elenergin från sina kraftverk till Bonneville Power Administration som marknadsför och försäljer den på självkostnadsbas. Av den anledningen är elpriserna i området mycket låga.

Man gör stora insatser för att underlätta fiskvandringarna mellan floden och havet. Man håller uppe vattenflödet och har installerat fisktrappor och andra automatiska system för att leda fisk förbi anläggningarna. För att garantera att den unga fisken kan vandra ut, utan allt för stora förluster i kraftverksturbinerna, fångas de vid dammarna och transporteras till flodmynningen i pråmar. En noggrann kartläggning av uppvandrande fisk görs manuellt vid den nedre kraftstationen där fisken tvingas passera en smal kanal med en glasvägg och där kan räknas och artbestämmas.

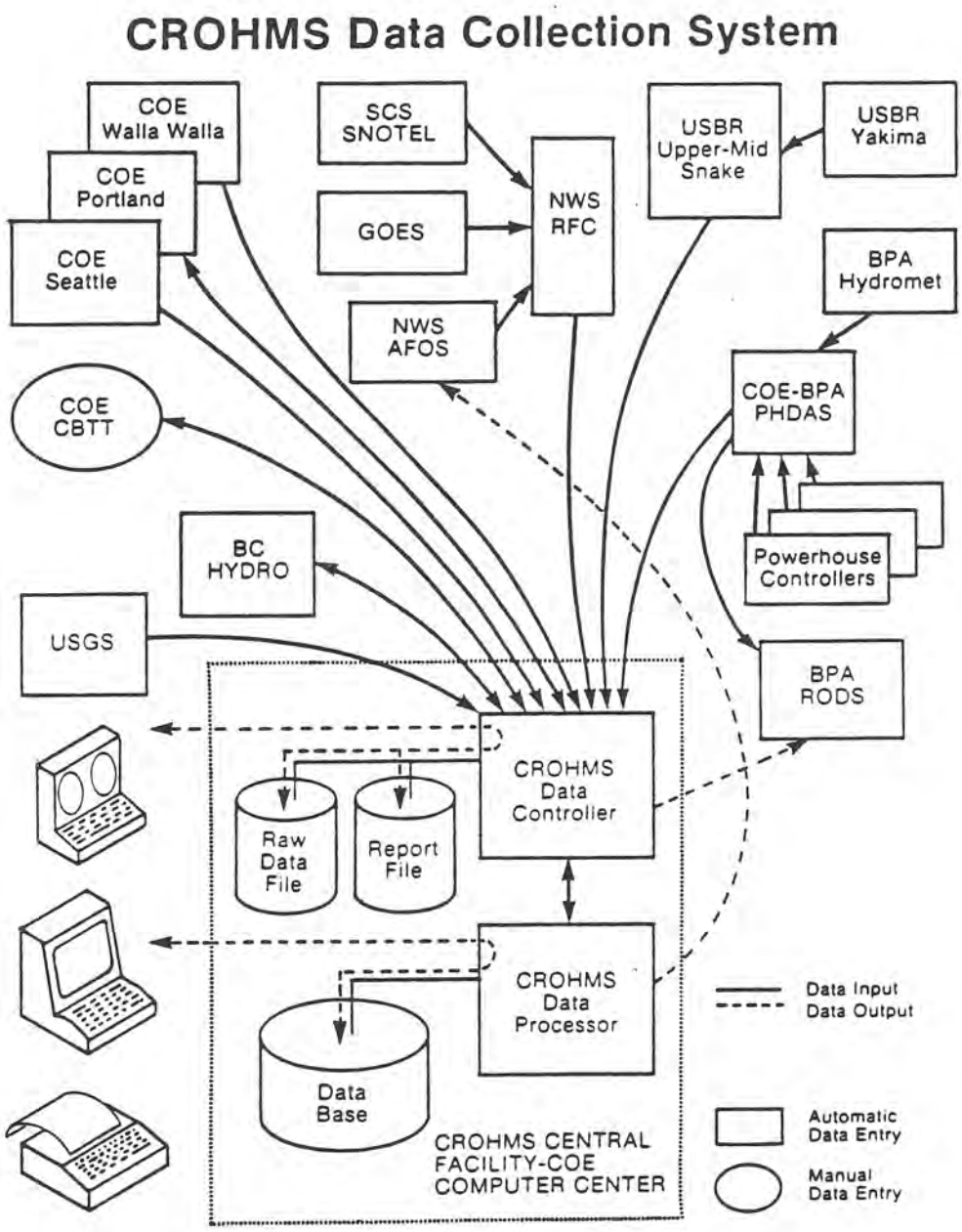
Observationsnät och databas

Omfattande observationsnät kartlägger de hydrologiska och klimatologiska förhållandena. Man har f n 1 165 automatstationer i drift som rapporterar via radio, satellit, telefon och meteor-burst.

De federala myndigheterna som arbetar med vattenfrågor i Columbiaområdet undertecknade 1970 en överenskommelse om ett gemensamt datainsamlingssystem med en gemensam datorutrustning. Skälen härför var att:

- undvika onödig dubblering av utrustning
- skapa maximal effektivitet och enhetlighet i insamling och utnyttjande av hydrometeorologiska data
- garantera högsta tillförlitlighet till minimal kostnad
- att uppnå de finansiella fördelarna med gemensamt utnyttjande av utrustningen samtidigt som varje institution har kvar sitt ansvar.

Datasystemet CROHMS, Columbia River Operational Hydrometeorological Management System, togs därför i drift 1978, se figur 7. Det är uppbyggt av ett antal oberoende datainsamlingssystem utnyttjande kommunikationstekniker som radiolänk, satellit, meteor-burst och teleledning. De levererar via ett dubblerat datorsystem data till en central databas för bearbetning och som tillgång för andra användare. De deltagande myndigheterna är Corps of Engineers, Bonneville Power Administration, NWS, US Geological Survey, US Bureau of Reclamation och Soil Conservation Service vilka således alla tillför CROHMS sina data i real- eller nära realtid.




Figur 7. CROHMS datainsamlingssystem.

Man har utomordentliga erfarenheter av CHROMS och understryker betydelsen av att det är just samma centrala databas som används av de olika institutionerna i samband med prognoser, utredningar m m.

## Möten om vattensituationen

Man har dagliga möten om vattensituationen i Columbiafloden. Härför finns ett särskilt konferensrum iordningställt med dataskärmar, storbildsvideo, bildspel m m samt fast högtalarsystem för telefonkonferens. Vid genomgångarna deltar personal från olika federala organisationer som Corps of Engineers, National Weather Service, Bureau of Reclamation, Soil Conservation Service samt representanter för fiske, sjöfart, vattenkraftsproduktion m m.

Den svenska besöksgruppen deltog i en genomgång den 24 april då vattensituationen inte var särskilt komplicerad. Följande programpunkter ingick i genomgången:

- Vädersituation och prognoser
- Hydrologiska läget
- Situationen för fisken i floden; antal fiskar som passerar Bonneville damm upp- respektive nedströms, transporter av fiskyngel med prånar till havet
- Produktionsförhållandena för elenergi såväl vattenkraft som kärnkraft
- Läget i vattenmagasinen och tappningarna inom de olika delarna av flodsystemet
- Diskussion om totalsituationen
- Beslut om eventuella åtgärder.

I takt med redovisningen av den rådande situationen visades diabilder över den aktuella anläggningen och på dataskärmarna visades kurvor över vattenstånds- och tappningsutveckling. Ansvariga på avlägsna anläggningar kopplades i tur och ordning in på högtalartelefonen och gjorde sina föredragningar. Allt var mycket välregistrerat.

## Litteratur

CROHMS - AN EXAMPLE OF SUCCESSFUL INTERAGENCY COORDINATION IN DATA COLLECTION
by Douglas D. Speers and Members of the Columbia River Water Management Group Hydromet Data Committee.

Nyckelpersoner som vi träffade

| | |
|---|---|
| Russel L George | Reservoir Control Center |
| Roger L. Ross | Meteorolog |

**Bonneville Power Administration, Portland**

Bonneville Power Administration är en federal organisation underställd energiministeriet. Den planerar produktionen och säljer den elkraft som produceras i Columbiafloden av de kraftverk som ägs av Corps of Engineers och Bureau of Reclamation. Verksamheten skall endast täcka kostnaden för byggande, drift, underhåll och distribution av elkraften varför elpriserna är låga i området.

Bonneville gör egna meteorologiska och hydrologiska prognoser som komplement till de som erhålls från NWS Weather Forecasting Office och NW River Forecast Center. Man har två meteorologer och två ingenjörer anställda för ändamålet. Via en privat väderfirma Weather Service Inc. köper man visst underlag, bl a körningar från europeiska räknecentret i England. Via databasen CROHMS får man det datamaterial som erfordras för de hydrologiska prognoserna. Inom företaget har man varje dag kl 08.45 en väder- och vatten-briefing.

För att konservativt kunna bedöma den kommande säsongens produktionskapacitet hos vattenkraftverken utnyttjar man data från de fem sämsta åren hitintills ur vattentillgångssynpunkt 1928 - 1932.

Nyckelpersoner som vi träffade

| | |
|---|---|
| Nancy Stephan | Meteorolog |

**California River Forecast Center, CRFC, och California Department of Water Resources, CDWR, Sacramento**

California Department of Water Resources, CDWR, och California River Forecast Center, CRFC, tillhörigt NWS är samlokaliserade för att kompetens och utrustning effektivt skall kunna utnyttjas gemensamt. CDWR har bl a till uppgift att vidta åtgärder för att minska skadorna av flöden och att se till att det under torrperioder tillgängliga vattnet räcker till de olika avnämarbehoven. CRFCs uppgift är att

göra prognoser över vattenstånd och vattenföring och utfärda varningar. Man samarbetar med Corps of Engineers och med Bureau of Reclamation, som är ansvariga för en del dammar, huvudsakligen i de större vattendragen.

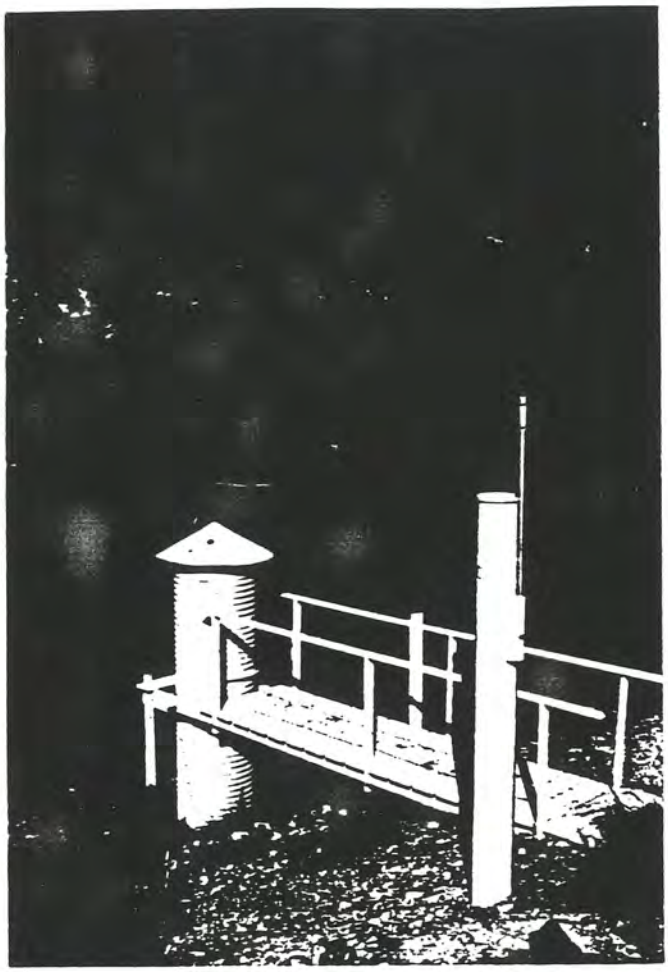
Snabba flöden - snabb datainsamling

Flödena orsakas av snösmältning samt av regn som ofta kan vara mycket intensiva. Huvuddelen av vattentillgången finns i norra Californien liksom de flesta flödesproblemen. Omfattande åtgärder i form av vallar, s k levéer, och förbiledningar har vidtagits för att skydda Sacramento och andra hotade tätorter från översvämningar. Förbiledningen vid Sacramento kan t ex släppa förbi 4 gånger så mycket vatten som flodens huvudfåra utan omfattande skador. Många av vattendragen har en mycket snabb respons på nederbörd. Detta har varit skälet till att ett mycket avancerat automatiskt observationsnät, ALERT, byggts upp i Californien för att möjliggöra snabba varningar och åtgärder vid risk för skador.

All datainsamling är automatiserad. Nederbörd, temperatur, vattenstånd och snötäckets vatteninnehåll insamlas varje timme. Dataöverföringen från fältstationerna sker via radiolänk. Insamlingen från 200 mätstationer tar ca 10 minuter att genomföra. Data erhålles dessutom från Bureau of Reclamation som har ett stort eget automatstationsnät. Vissa data samt satellitbilder erhålles via satelliten GOES. Bl a rapporterar ett antal observationsstationer med snökuddar sina data på det sättet. Meteor-burst-teknik används ej direkt utan data från Soil Conservation Service SNOTEL-system erhålls via NWS' kontor i Nevada. Diskussioner pågår dock om samfinansiering av en masterstation för mottagning av meteorburst-data direkt.

De stora riskerna finns främst i vattendragen med mycket snabb avrinning. Ca 700 automatstationer har upprättats i sådana vattendrag. Det är s k "event stations", dvs sådana som startar när nederbördsmängden i nederbördsmätaren är 1 mm. De stora investeringarna i sådana automatstationer görs av counties (motsvarar våra länsstyrelser) och större kommuner.

CRFC driver inga egna observationsstationer utan får allt datamaterialet utifrån. Totalt är ca 1500 automatstationer anslutna till datainsamlingssystemet.



Figur 8. Automatisk hydrologisk station vid Tisdale Weir, Sacramento River.

Gemensam databas

California Data Exchange System togs i drift för 6 år sedan. Man insåg den stora fördelen med att alla intressenterna samordnade sina databaser och man har nu en stor databas omfattande meteorologiska och hydrologiska variabler. Här finns även vattenkvalitetsdata. Alla data är tillgängliga för den som behöver dem utan kostnad. Man vidareutvecklar systemet för datautbyte med berörda intressenter via PC.

CDWR utarbetar regelbundet prognoser över vattentillgången, Water Supply Forecasts, avseende 5, 10, 15 och 20 dygn.

NWS Weather Office i Sacramento är en av CRFSs samarbetspartners. De är mycket viktiga med anledning av den snabba responstiden i så många vattendrag. Man utnyttjar i stor utsträckning kvantitativa nederbördsprognoser. Dessa görs som konsekutiva 6-timmarsprognoser.

Man använder inte väderradar för nederbördsbestämning. Man anser att orografiska effekter ger problem. Även satellitdata används i begränsad omfattning för nederbördsförutsägelserna.

Prognossystemet bygger på SAR-modellen och Energi Index. Den delen som är kopplad till ALERT är helt automatiserad och körs var 12:e minut.

Man arbetar med kraftfulla persondatorer och UNIX operativsystem.

Nyckelpersoner vi träffade i Sacramento

| | |
|---|---|
| Ira Bartfield | Hydrologist in Charge, NWS |
| Gary Hester | Prognossektionen, CDWR |
| Andy Moore | Datasystem, NWS |
| Erik Streem | " , NWS |
| Bill Helms | Operativ ledning, CDWR |

**Colorado Basin River Forecast Center, CBRFC, Salt Lake City**

CBRFC är samlokaliserat med NWSs Weather Forecasting Office, WFO, vid flygplatsen i Salt Lake City.

Personalen består av 13 personer, vilket inkluderar en hydrolog från Soil Conservation Service, en från Office for Hydrology i Silver Spring, en praktikant från universitet samt en sekreterare. Arbetet leds av David G. Brandon.

Ansvarsområdet för CBRFC omfattar hela Utah samt delar av Colorado, Arizona, Nevada, Idaho, Missisippi och Wyoming 275 000 Sq. miles ~ 704.000 km$^2$. I detta område gör man flödesprognoser för 192 punkter. WFO i Salt Lake City betjänar ett betydligt mindre område varför CBRFC måste samarbeta med ytterligare 6 WFOs.

## Speciella hydrologiska förhållanden

Klimatet i området varierar mellan öken med nästan ingen nederbörd alls och bergsterräng med nederbörd på 40 inches ~ 1.020 mm/år. I bergen faller större delen av nederbörden under vintern och som snö. Den effektiva avrinningen är ca 10%.

CBRFC gör prognoser över vattenstånd och flöden i vattendragen samt flödets volym. Volymprognoserna är av mycket stort värde, framför allt med hänsyn till de mycket stora regleringsmagasinen i Colorado-floden som t ex Lake Powell. Detta magasin kan lagra 4 års avrinning. Man gör prognoser på lång, medel och kort sikt (flera månader, veckor, dygn) samt akuta prognoser. Prognoserna förmedlas till massmedia och räddningstjänst via väderkontoren. De lämnas även till en rad federala, statliga och regionala och lokala myndigheter och organisationer. Prognoserna används i samband med översvämningsvarningar, flödeskontroll, vattenkraftproduktion, planering av fritidsverksamhet och turism, bevattning och vattenförsörjning.

## Dataförsörjning och prognosmetodik

De hydrologiska observationerna utförs huvudsakligen av andra organisationer än NWS. Data erhålls från US Corps of Engineers, Soil Conservation Service, Bureau of Reclamation samt regionala och lokala organ, typ kommuner, vattenförbund o dyl.

En stor del av mätstationerna är automatiserade t ex SCS meteor-burst-stationer och stationer som telemetrerar via GOES satelliten, men man utnyttjar även observatörer som per post sänder in mätvärden. Datamaterialet lagras i en databas som är åtkomlig för alla intressenter.

De olika samarbetande federala och statliga organisationerna har olika datorsystem, vilket gör att de har svårt att kommunicera. Det byggs därför upp parallella databaser vilket beklagades av CBRFCs personal.

Ett nytt datorsystem är under uppbyggnad på CBRFC. Man satsar på arbetsstationer och ett UNIX-baserat system med X-windows. Det framhölls att man inte längre för hydrologiskt bruk utnyttjade stordatorer.

För prognosverksamheten använder man SAR-modellen samt Erik Anderssons (NWS) snömodell. Man förutser en utveckling vad gäller uppdateringen av hydrologiska modeller samt vad avser kvantitativa nederbörds- och temperaturprognoser genom att nya vädermodeller tas i bruk. Vid förlängning av de hydrologiska prognoserna med hjälp av statistik tar man hänsyn till den klimatologiska situationen så att man t ex under torra perioder sorterar ut extrema våtår ur statistiken.

För kalibrering av modeller finns numera digitala höjddata men man har inget automatiskt system för kalibrering.

Soil Conservation Service gör också prognoser inom CBRFSs regionala arbetsområde. Dessa prognoser har dock andra avnämare inom jord- och skogsbruk. Några överlappningsproblem anses inte förekomma.

Samlokalisering - resursutnyttjning

Lokalmässigt är CBRFC och WFO samordnade i ett kontorslandskap avgränsat med en skärmvägg. På ena sidan väggen sitter meteorologerna med sina terminaler och kartor. Man använder bl a ECMRWFs och engelska vädertjänstens prognoskartor, satellit- och radarinformation. På den andra sidan sitter CBRFC med motsvarande terminaler och PC-apparater. Hydrologerna kan på sina skärmar ta upp även den meteorologiska informationen i form av kartor, prognoser och realtidsdata.

Det nämndes att avnämare av typ vattenkraftbolag, vattenförbund o dyl ofta har egen hydrologisk personal som med utgångspunkt från CBRFCs prognoser och datamaterial gör specialinriktade produkter för kraftverksdriften eller vattenförsörjningen. De privata företagen hämtar underlaget från CBRFC och har ingen kostnad för det.

Det bör noteras att CBRFC i större utsträckning än de besökta RFC i Portland och Sacramento utnyttjade de produkter i form av system och dataprogram som utvecklas i NWS Office for Hydrology i Silver Spring. Sannolikt beror det på personalrekryteringen där flera ledande hydrologer tidigare tjänstgjort på Office for Hydrology.

Nyckelpersoner som vi träffade i Salt Lake City

| | |
|---|---|
| David G. Brandon | Hydrologist in charge, NWS |
| Art Henkel | Datainsamling, kvalitetskontroll, NWS |
| John Werner | Datainsamling, Soil Conservation Service |
| Don Laurine | Prognosmodeller, NWS |
| Bill Alder | Meteorologist in charge, NWS |

Litteratur

WATER RESOURCES BULLETIN, NETWORK DESIGN FOR WATER SUPPLY FORECASTING IN THE WEST
by Eugene L. Peck and John C. Schaake

HYDROLOGIC GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM
by Edward J. VanBlargan, Robert M., Ragan and John C. Schaake

## Meteor Communications Corporation, Kent

Meteor Communications tillverkar och säljer utrustning för överföring av data från fasta eller rörliga sändarstationer. Utrustningen kommunicerar via radiovågor som reflekteras mot det joniserade skikt som bildas när meteoriter förbränns i atmosfären. Avståndet mellan sändarstation och mottagarstation kan vara upp till 1600 km. Kärnan i ett observationsnät av denna typ utgöres av masterstationen, vilken styr datainsamlingen genom att aktivera anslutna fältstationer och få dem att mäta och sända data, se figur 2. En fältstation kan ha upp till 32 sensorer. Den är strömsnål och drivs med batterier och en solpanel. En typisk hydrometeorologisk fältstation inklusive givare kostar 30 000 - 90 000 kr och en masterstation 750 000 - 3 000 000 kr beroende på geografiska förhållanden och instrumentutrustningens omfattning.

Fördelen med meteor-burst-principen är att ägaren styr insamlingssystemet själv och är oberoende av kostnader och funktion hos andra överföringsmedia. Utnyttjas t ex satellit eller telenät är man helt i händerna på ägarens prispolitik eller kan drabbas av driftstörningar och avbrott vid tekniska fel. Speciellt förmånlig är meteor-burst-tekniken för mätningar i oländig terräng och ödemark.

Tekniken har utnyttjats sedan första delen av 1970-talet med god erfarenhet. Förutom i Soil Conservation Service´s SNOTEL-system som tidigare nämnts används det för olika tillämpningar såväl i Amerika som andra världsdelar, t ex för mätningar längs Nilen, i China, Indien och Chile. En intressant tillämpning hade man just börjat med i USA. Den innebär att man kontinuerligt följer positionerna för 500 långtradare som transporterar gods över hela USA.

SMHI har tidigare varit i kontakt med Meteor Communications. Dessutom har Överstyrelsen för Civil Beredskap, ÖCB, begärt information inför eventuell anskaffning av ett specificerat kommunikationsnät.

National Weather Service´s River Forecast Centers

National Weather Service, Office of Hydrology
1325 East West Highway Room 8144
Silver Spring, MD 20910

Alaska River Forecast Center
222 N 7th Ave, Room 38
Anchorage, AK 99513

CA-NV River Forecast Center
1416 Ninth Street Room 1631
Sacramento, CA 95814

CBRFC Colorado Basin River Forecast Center
338 North 2370 West
Executive Terminal Bldg
Salt Lake City, UT 84116

Lower Mississippi River Forecast Center
1120 Old Spanish Trail
Slidell, LA 70458

Mid Atlantic River Forecast Center
Federal Bldg, 228 Walnut St
P. O. Box 1185
Harrisburg, PA 17108

Missouri Basin River Forecast Center
601 E. 12th Street Room 1706
Kansas City, MI 64106-2880

Northeast River Forecast Center
705 Bloomfield Ave
Bloomfield CT 06002

North Central River Forecast Center
NOAA FAA Bldg
6301 34th Ave South, Room 202
Minneapolis, Minnesota 55450-2985

Northwest River Forecast Center
U. S. Cumtoms House, Room 121
220 8th Avenue NW
Portland, Oregon 97209-3588

Ohio River Forecast Center
550 Main Street, Room 5020
J. W. Peck Bldg
Cincinnati, OH 45202-3256

Southeast River Forecast Center
1001 International Bldg
Atlanta, Georgia 30354

Tulsa River Forecast Center
General Aviation Bldg
6501 E. Apache, Room 201
Tulsa, OK 74115

West Gulf River Forecast Center
819 Taylor Street, Room 10A02
Fort Worth, TX 76102

Adresser till besökta institutioner

National Weather Service, NWS, Office for Hydrolgy
1325 East West Highway Room 8144
Silver Spring, MD 20910

Soil Conservation Service, Snow Survey Programme
USDA-West National Technical Center
511 NW Broadway
Portland OR 97209

Northwest River Forecast Center, NWS
Columbia River Water Management, US Army Corps of Engineers
U. S. Cumtoms House, Room 121
220 8th Avenue NW
Portland, OR 97209-3588

California River Forecast Center, CRFC
California Department of Water Resources, SDWR
Department of Water Reources
P. O. Box 942836
Sacramento, CA 94236-0001

Colorado Basin River Forecast Center, CBRFC
338 North 2370 West
Executive Terminal Bldg
Salt Lake City, UT 84116

Meteor Communications Corporation
6020 South 190th Street
Kent WA 98032