

Flommen 1995, forutsetninger og varslings

Av Arne Tollan

Arne Tollan er avdelingsdirektør i NVE, Hydrologisk avdeling

Innelgg på seminar i Norsk Vannforening 12. september 1995

Flommens forutsetninger

Vesleofsen var et naturlig fenomen, og et resultat av en snørik, men ikke ekstrem, vinter, en sen vår, og et stabilt frontsystem med mye nedbør over Østlandet.

Allerede tidlig på vinteren 1995 viste noen av de 5 snøputene som NVE henter data fra i Sør-Norge store snømengder, nær maksimum av hva som har vært registrert tidligere. I månedskiftet februar-mars registrerte snøputene på Filefjell og Groset (Møsvatn) mer snø enn det noen gang har vært registrert på

disse. (Filefjell 1967-1995, Groset 1971 - 1995).

Vauldalen snøpute (Aursundfeltet) gir et godt bilde av hvordan snøsmeltingen påvirket flommen i Østerdalen, fig.1. Vauldalen snøpute viste 397 mm 3. mai som største vannekvivalent for sesongen. Dette er nær tidligere registrerte maksimalverdier for Vauldalen:

22. april 1992: 415 mm

24. april 1987: 411 mm

11. april 1989: 407 mm

Det vil si at det tre ganger tidligere i observasjonsperioden på 13 år har vært registrert mer snø på snøputa enn i 1995. 1995 var riktignok et år med uvanlig mye snø i Vauldalen, men ikke

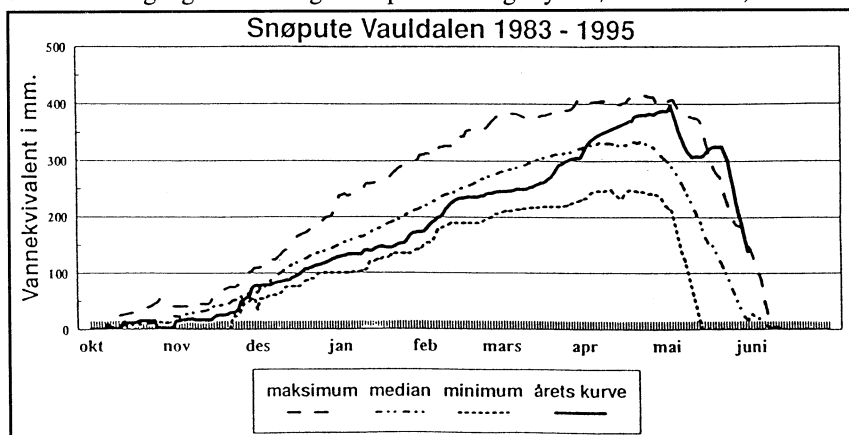


Fig. 1 Snøputa i Vauldalen, 820 m o.h. Aursund-feltet, viste uvanlig mye snø så sent som 3. mai. Den kalde perioden i midten av mai ga ny snøakkumulering

Snøakkumulasjon

20 april 1995, 800-1200 m o.h.

Nøyaktighet $\pm 15\%$

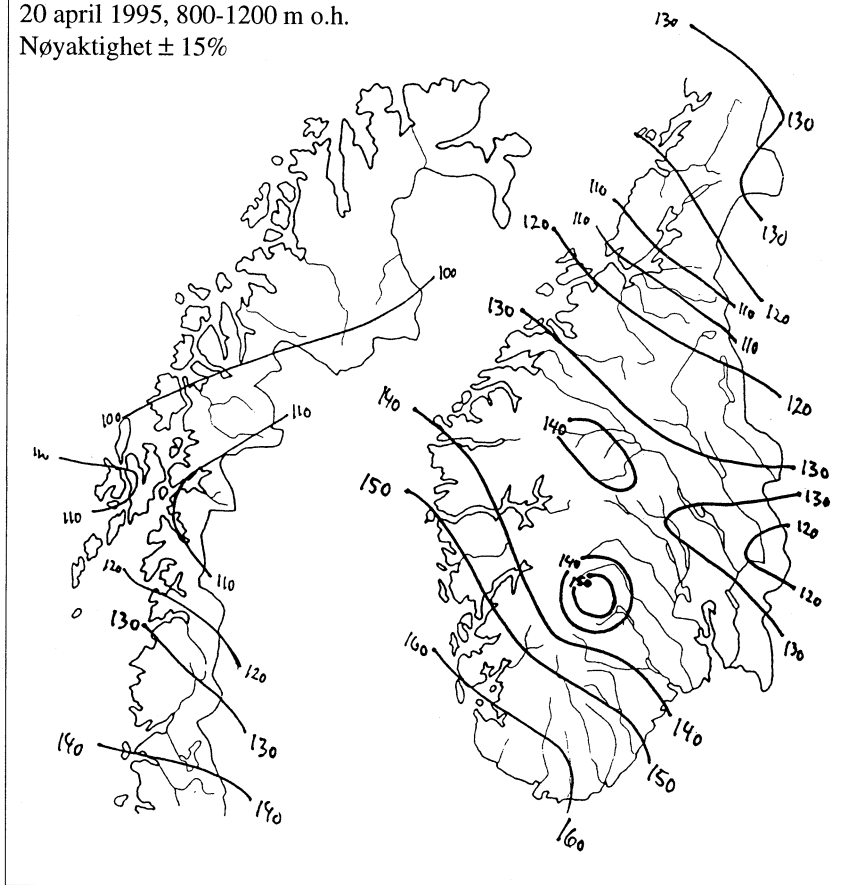


Fig. 2 Snøakkumulasjon pr. 20. april 1995, 800–1200 m o.h. Nøyaktigheten i kartet er ca. 15 %. Oversikten bygger på flere datakilder, og er satt sammen av G. Atterås, NVE.

ekstremt. Spesielt i 1995 er at *maksimum snømagasin blir registrert så sent som 3. mai*. På denne datoen er det bare 1992 som viste noen millimeter større snømagasin enn i år.

Total nedbør i snøakkumulerings-sesongen på 800 m nivå over Østlandet i månedsskiftet april-mai var 90-140 %

av normalen. Den akkumulerte vannmengden i snødekket lå ved slutten av vinteren på 110-150% av normalen i indre Østlandet, fig.2. Snømålinger utført av kraftselskapene viste mye snø, men med store lokale variasjoner, fra 95 til 150% av normalt. Flere snøputer som kontinuerlig måler snøens vann-

innhold ville trolig bidratt til sikrere prognosering.

Under snøsmeltingen minsker snømagasinet typisk med mindre enn 30 mm i døgnet. Under ekstremt sterk snøsmelting er det lokalt målt 50 mm/dag eller mer som smeltevann. Fra 3. til 11. mai 1995 minsket snømengdene ved Vauldalen fra 397 millimeter til 307 mm, dvs. 90 mm vannekvivalent, eller 10-12 mm/dag. Dette er helt normalt.

Selv om maksimum for snøputa i 1995 kom ca. 10 dager senere enn i 1992 og 1987, så betyr ikke det nødvendigvis en unormalt stor vårflom. Det har som sagt vært like mye snø rundt denne datoen tidligere, (eks. 1992). Men da DNMI kunne melde om betydelig kjøligere vær med nedbør for perioden fra 8. mai og en uke framover, ble det

klart at flomfaren økte betydelig. NVE gikk ut med en klar advarsel som pressemelding 9. mai.

Den beskriver snøforhold og begynnende snøsmelting, og fortsetter:

"En forsinkelse av snøsmeltingen kan føre til at temperaturen blir høyere under snøsmeltingen og medføre fare for storflom i de mest snørike områdene. Også kraftig nedbør under snøsmeltingen vil forverre flomforholdene".

Det skulle vise seg at nettopp dette skjedde, fig. 3.

Lufttemperaturen sank fra rundt 7. mai, og vi fikk 2 uker med kjølig vær fram til 22. mai. Det var kuldegrader i store deler av fjellet i denne perioden. Smeltingen opphørte praktisk talt helt.

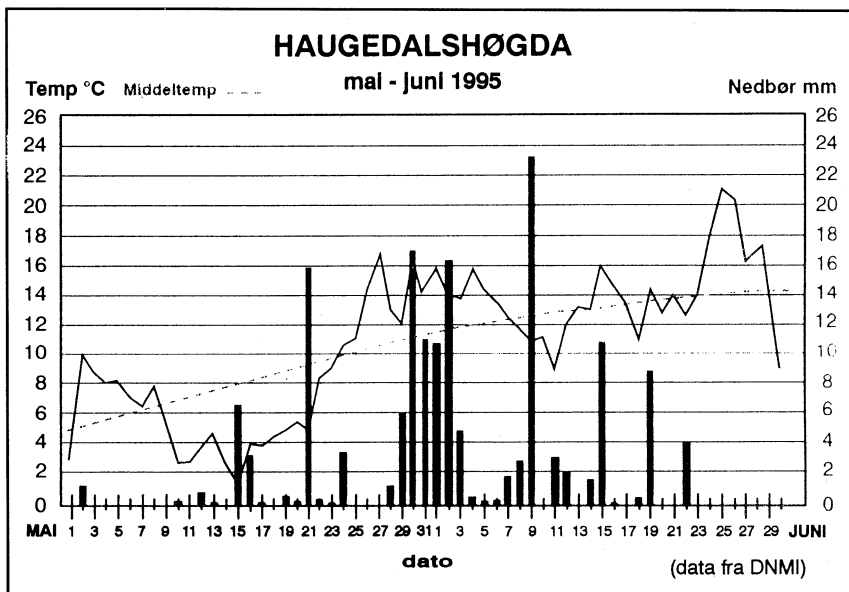


Fig. 3 Temperatur (kurve) og nedbør (søyler) ved Haugedalslshøgda nær Rena, mai og juni 1995. Data fra Klimaavdelingen, Det norske meteorologiske institutt.

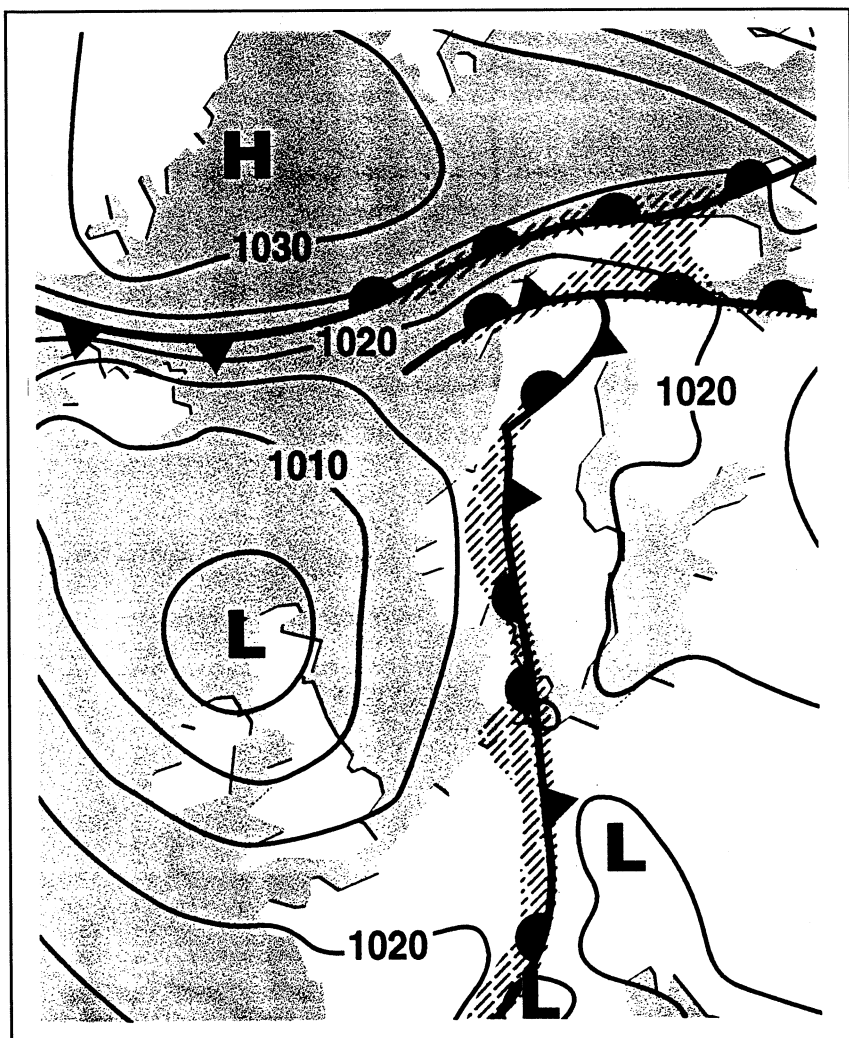


Fig. 4 Værsituasjonen 29. mai 1995 kl. 1500. Frontsystemet fra sør-Europa til nord-Skandinavia dirigerte fuktig luft over Østlandet med store nedbørsmengder. Frontsystemet beveget seg lite i uken som fulgte. Værkartet er laget av Det norske meteorologiske institutt.

I tillegg kom mye nedbør i denne perioden, og som snø i høyden. Snømagasinet (eks. Vauldalen snøpute) økte fra 307 millimeter til 325 millimeter. Snø-

puta som den 11. mai var nede på 307 mm, kom først ned på dette nivå igjen 24. mai. Ved normal smelting ville snømengdene på puta den 24. mai vært

omlag halvert fra verdien på 307 millimeter den 11. mai.

Da temperaturen igjen steg over Østlandet fra 22. mai, fikk vi en rask avsmelting, og samtidig både i skogsområdene ca. 300-1000 m o.h. og i fjellet. Maksimumstemperaturene lå 26.-27. mai på 15-20°C selv i ganske høytliggende strøk. I denne perioden var avsmeltingen 20-30 mm/dag fra snøputa i Vauldalen. Det er beregnet at ca. 4000 mill. m³ smeltevann rant ut i Glomma-vassdraget 25. mai - 2. juni. Over hele Glommas nedbørfelt tilsvarer dette ca. 100 mm.

Når det i tillegg satte inn med mye nedbør fra den 27. mai til 2. juni var storflommen unngåelig. Den storstilte vær-situasjonen var preget av et lavtrykk over De britiske øyer og et høytrykksområde over Finland og østover i Russland, fig. 4. Denne trykkfordelingen forandret seg lite i tiden 27. mai - 7. juni. Trykksystemet dirigerte varm, fuktig og ustabil luft fra sør inn over Sør-Norge. Skyer og nedbør var konsentrert langs en frontsonen sør-nord over Østlandet, der luftmassene beveget seg nordover. Frontsonen beveget seg litt frem og tilbake øst-vest gjennom perioden, og dette bidro til at nedbøren ikke falt sammenhengende, og vekselvis ble fordelt over østlige og vestlige strøk.

Mange stasjoner på Østlandet målte døgnnedbør på 10-25 mm i dagene 28.-30. mai, og det kom 50-70 mm over store deler av Østlandet i denne perioden. Det tilsvarer omlag en måneds normal nedbør for årstiden. For 11-dagersperioden 28. mai - 7. juni gjengis målt nedbør for utvalgte stasjoner:

Hangedalshøgda (nær Rena)	69 mm
Trysil	52 mm
Venabu	102 mm
Sør-Neset (Atnsjøen)	87 mm
Vest-Torpa	136 mm
Røros	42 mm
Fokstua	48 mm

Den vær-situasjonen som er beskrevet gir typisk mye nedbør østafjells. Både under Storofsen 1789 og andre store flommer på Østlandet har det vært liknende værforhold, (J. Smits, DNMI)

I overskyet, stille vær og regn som det var i siste smelteperiode, fra 24. mai, skjer det ytterst lite fordampning fra snøpakken. Derimot kondenserer vann-damp på snøen. Vannets fordampingsvarme er 2501 J/g og isens smeltevarme er 333,6 J/g. 1 g kondensert vann vil derfor kunne smelte 7,5 g snø.

Satellittbilder (NOAA) utnyttes rutinemessig i NVEs flomvarsling. De ga god informasjon om snødekningsgraden i ulike høydenivåer.

1995-flommen i historisk perspektiv

Årets vårflom ble stor i mange landsdeler, og ekstremt stor i Glomma-vassdraget. Ved Elverum har Hydrologisk avdeling i NVE observasjoner av vannstand og vannføring siden 1871. 1995-flommen var den største ved Elverum i denne 125-årsperioden. Lenger tilbake i tid, men uten regelmessige målinger, kjenner vi til enkelte store flomår i Glomma ved Elverum, bl.a. 1860, 1799, 1773 og 1675.

1789 er særlig godt kjent for den største flomulykke vi har hatt i Norge i historisk tid, "Storofsen". 68 mennes-

ker omkom, og tusenvis av husdyr. Jord-eiendommer og hus strøk med. Ved Elverum var årets flomtopp høyere enn både 1773 og 1860, men nådde ikke opp til "Storofsen"s nivå. På folkemunne har mange kalt årets flom "Lillofsen" eller "Vesleofsen", og det skulle passe godt for Østerdalen og Trysilvassdraget.

I Trysilvassdraget var årets flom den største som har vært observert siden målingene der startet i 1908. Vannstanden ved Nybergsund var ca. 0,5 m høyere enn i 1967, som er den nest høyeste observerte flommen i Trysil.

I Gudbrandsdalen ved Losna har vannføringen vært høyere en gang, i 1938, i løpet av de siste 100 år.

Statistisk analyse for å beskrive "Vesleofsens" empiriske hyppighet forskjellige steder pågår for fullt, men er ikke ennå (sept. 1995) komplett.

Varsling

Vi mennesker vil gjerne se inn i fremtiden, særlig når en ulykke truer. Derfor har NVE bygget opp en kontinuerlig prognosetjeneste som er landsdekkende siden 1989, etter at man siden Glomma-flommen i 1966 hadde hatt en enklere flomvarslingsmodell for nedre Glomma. Glomma er spesiell, både som landets største vassdrag, hvor flommer utvikles over flere dager, og fordi Glommens og Laagens Brukseierforening, GLB, er en stor og velutviklet organisasjon med viktige funksjoner under flom, ikke minst for prognosering. For den kvantitative varslingen for Glommavassdraget har GLB tilpasset et stort antall modeller (se nedenfor), og de

varsler som gikk ut fra NVE og GLB bygget på GLBs beregninger, og med supplerende vurdering fra NVE.

Prognosetjenesten bygger på matematiske modeller. Modellene er etterligninger av naturen, men kan aldri bli perfekte kopier. De rutinemessige prognosene bygger på nedbør-avløpsmodeller.

Nedbør-avløpsmodellene er kort sagt et sett matematiske ligninger som beskriver hvordan lufttemperatur og nedbør i et nedbørfelt påvirker snøsmelting, avrenning og grunnvannsdannelse slik at resultatet, vannføringen ut av nedbørfeltet, kan beregnes. Disse modellene utformes for bestemte nedbørfelt med regelmessige observasjonsdata, slik at modellresultatet kan bekrefte av direkte målinger. Legger vi inn i modellene prognoser fra Det norske meteorologiske institutt for temperatur og nedbør for de nærmeste dager, blir resultatet en vannføringsprognose.

Hydrologisk avdeling, NVE, bruker idag slike modeller, som er kalibrert for ca. 20 nedbørfelt, som ett underlag for regionale prognoser. (Ingen av disse ligger i Glommens nedbørfelt). Også Glommens og Laagens Brukseierforening og flere kraftselskaper bruker samme typer modeller for sine lokale prognoser til kraftverkene. (GLB har ca. 35 for tappeplanlegging, og totalt ca. 45). Tidsoppløsningen i prognosene kan i prinsipp gjøres like kort som oppløsningen i de meteorologiske varslene, f.eks. 6 timer, men idag brukes ofte 1 døgns oppløsning. Ut over 2-3 dager øker usikkerheten i de meteorologiske varslene sterkt, og det samme vil derfor

gjelde de hydrologiske modell-beregningene.

For i det hele tatt å kunne nærme seg en flomprognose med for eksempel 10-14 dagers forvarsel, må hydrologene legge inn i modellen antakelser om vær-utviklingen. Hydrologens valg vil være: "Skal jeg bruke en utvikling som er normal for årstiden ? Bør jeg legge til grunn en ugunstig, men ikke ekstrem, utvikling ? Hva med et "verst tenkelig"-scenario ? Det tryggeste er nok å nøye seg med å varsle de nærmeste 2-3 døgn."

Under årets flom ble langtidsprognosene, (man valgte likevel å offentliggjøre slike), basert på normale frem-skrivninger av temperatur og nedbør. Mange vil mene at det er bedre å feile på den trygge side, og eventuelt gi støtet til tiltak som senere kan vise seg overdimensjonerte, enn å feile med for optimistiske prognoser, og dermed risikere underdimensjonerte tiltak. Slik Vesle-oksen utviklet seg, viste det seg at de første prognosene for kulminasjonsvannstand i Mjøsa og Øyeren var for pessimistiske.

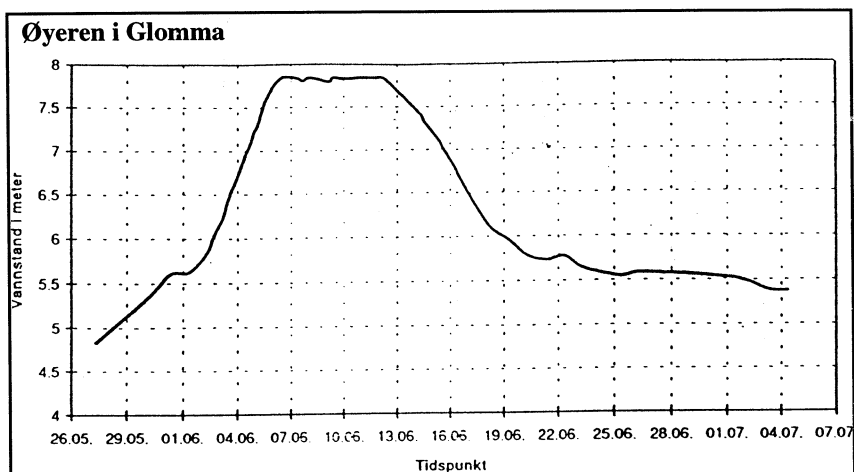
Prognosene for Mjøsa gikk tidlig ut på at kulminasjonsnivået ville ligge betydelig over nivået for 1967-flommen. Tiltak ble derfor satt i verk som beskyttelse mot flommen. Flomvoller ble bygget for å hindre vannet i å nå den lavestliggende bebyggelsen. Flommen kulminerte på et lavere nivå enn prognosert, nemlig på 7,94 meter på Hamar vannmerke 11. juni. Dette var over 20 cm høyere enn i 1967.

Mye av oppmerksomheten var rettet mot Øyeren og Lillestrøm. For Øyeren gikk de første prognosene ut på et kul-

minasjonsnivå opp mot 1967-flommens nivå. Også ved Lillestrøm ble det derfor bygget flomvoller gjennom bebyggelsen som beskyttelse mot flomvannet i Øyeren.

Etter flommen i 1967 ble det i årene 1968-1978 utført sikringsarbeider for ca. 50 millioner kr. i Øyeren. Utløpet av Øyeren ble utvidet ved utsprengning, noe som skulle senke flom 1967 med 1,6 m. To omløpstunneller fra anleggstiden ble satt i stand med luker for å kunne avlede ytterligere 800 m³/s. Dessuten ble Solbergfoss II kraftstasjon med en slukeevne på 500 m³/s tatt i bruk. Disse tiltakene var antatt å kunne senke nivået av en tilsvarende flom som i 1967 med ca. 2 m. Under flommen 1995 ble Øyeren tappet maksimalt etter manøvreringsreglementet etter 20. april. NVE påla åpning av omløpstunnellene allerede 31. mai og 2. juni da vannstanden nærmet seg 6 m i Øyeren. Den totale senkningsvirkningen av tiltakene viste seg i virkeligheten å bli enda bedre enn beregnet, 2,27 m. Dette spar-te dermed bebyggelsen rundt Øyeren for store flomskader. Vannstanden i Øyeren kulminerte på 7,85 m 6. juni og holdt seg nær dette nivået en uke, fig. 5.

Når en flomsituasjon først er under utvikling høyt oppe i et stort vassdrag, er *rutingmodellene* nyttige. De følger vann-"pakker" nedover elva i avsnitt og gjennom innsjøer og magasiner. I hvert elveavsnitt eller magasin beregnes tidsforsinkelse og eventuelt tilskudd eller lagring av vann. Resultatet blir en prognose for de nedre deler av vassdraget. Usikkerheten med disse modellene er ikke minst størrelsen på den magazine-



Normal vannstand i juni: 5,5 meter

Vannstander i Øyeren

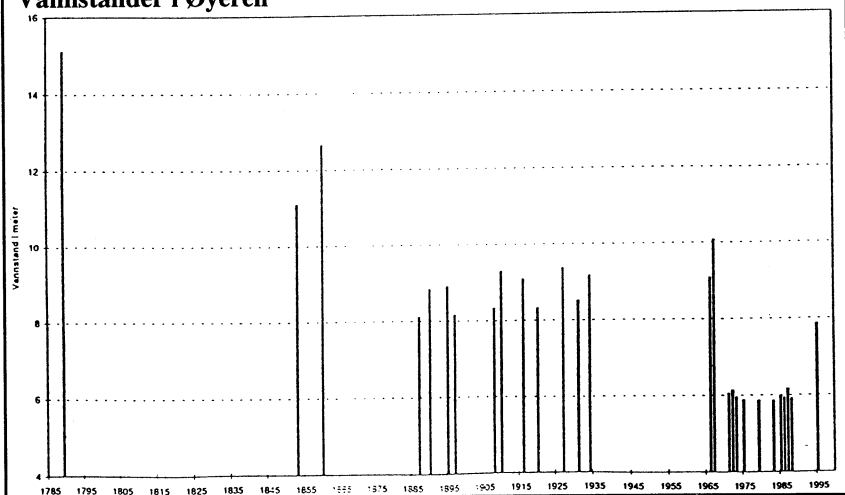


Fig. 5 Vannstanden i Øyeren under flommen 1995. Historiske flommer i Øyeren har kulminert på betydelig høyere vannstander. Flomreduserende tiltak etter flommen i 1967 minsket årets flomvannstand med ca. 2,25 m.

ring som finner sted naturlig i selve elveløpet og på oversvømte elvesletter ved sidene. Og igjen er det en betydelig usikkerhet om værutviklingen. Fra øverst i Glomma til utløpet bruker en

vannpakke omlag en uke, noe kortere jo større flommen er. For flommen 1995 ble det utviklet ruting-modeller for Mjøsa og Øyeren.

Flomvarsler er avhengige av gode

feltobservasjoner. Vannføringsmålinger ble utført så langt det lot seg gjøre. Det ble opprettet flere midlertidige målestasjoner, bl.a. i Sarpsborg-Fredrikstad-området, hvor observatører ble engasjert for avlesing av skalaer, og resultatene ble ringt eller fakset inn til vårt prognosekontor. Enkelte steder måtte også observatører engasjeres for manuell avlesning og innmelding der ordinære automatiske målestasjoner falt ut.

Etterhvert som flommen økte ble det mange steder vanskelig og til dels for risikabelt å foreta vannføringsmålinger med konvensjonelt utstyr. Hydrologisk avdeling hadde høsten 1994 i samarbeid med GLB, engasjert Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut, SMHI, til demonstrasjon av akustisk dopplerutstyr for vannføringsmålinger, (ADCP), utviklet i USA. Demonstrasjonen ble utført ved flere av kraftverkene i Glomma, og var så vellykket at GLB engasjerte SMHI igjen under vårflommen 1995 og med medvirkning fra NVE. Med dette utstyret var det mulig, riktignok med lange arbeidsdager, gjennomsnittlig 14 t/dag, å foreta opp til tre vannføringsmålinger daglig under flommen i Glomma. Med konvensjonelt utstyr ville man i beste fall kunnet ta en måling pr. dag, mange steder ville også dette vært umulig. Den høyeste vannføring som noengang er direkte målt i felt i Norden, 3724 m³/s, ble målt 4. juni ved Rånåsfoss.

Målingene ble umiddelbart telefonert inn til prognosekontoret, slik at dette kunne få korrigerende opplysninger om vannføringen ved de enkelte punkter i vassdraget. Noen tidligere vannføring-

skurver og vannføringsberegninger fra kraftverk viste seg, ikke uventet, å være unøyaktige ved så høye vannføringer. Bl.a. viste det seg at direkte måling av vannføringen ved Elverum ga vesentlig lavere verdier nær toppen enn den aktuelle vannføringskurven tilsa. Denne forbedringen bidro til at de senere prognosene for nedre Glomma ble lavere, og riktigere.

Det er uunngåelig at *prognoser er usikre*. Både er (1) modellene i seg selv ufullkomne etterligninger av naturen og de inngrep vi mennesker har gjort; (2) vannføringskurvene er usikre fordi vi ikke tidligere har målt så høye vannføringer; (3) de meteorologiske inngangsdata vi er henvist til å bruke har store usikkerheter, særlig ut over 48 timer; og (4) virkningene av reguleringer avhenger selvsagt av den aktuelle manøvreringen. I tillegg kommer et skjønnsom måt gjøres om værutviklingens dersom prognoseperioden er lang. Vi kan sammenligne situasjonen med en skytebane, hvor treffsikkerheten øker når skytteren rykker nærmere blinken.

Også en tredje modelltype bør nevnes. *Hydrodynamiske modeller* som beskriver elveleiets topografi (et svært oppmålingsarbeid kreves i felt), og som med hydrauliske formler hvor bl.a. elvebunnens ruhet inngår, kan beregne vannlinjens høyde på enhver elvestrekning. Med tilstrekkelig oppløsning i topografisk beskrivelse kan prognoser i prinsipp gis i kotehøyde for nær sagt et vilkårlig punkt i vassdraget. Andre ytterst viktige produkter av en slik modellutvikling vil være flomsonekart, som vil vise omfanget av oversvømmelse

for gitte flomhyppigheter langs vassdraget, sammen med arealbruk. Flomsonekart vil bli et uvurderlig verktøy for kommuneplanleggere, forsikringsfolk og potensielle byggherrer.

Forarbeidet for hydrodynamiske modeller og flomsonekart er svært tidkrevende, og behovet for regnemaskinkapasitet er formidabelt. Hydrodynamiske modeller er derfor laget for bare noen få steder i landet, deriblant nedre Leirapa i Romerike, og (midt under årets flom) for områder nær ovenfor Sarpsborg. Hydrologisk avdeling har siden 1994 arbeidet med en hydrodynamisk modell for deler av Glomma.

Arbeidet vil nå bli forsert og utvidet.

Distribusjon av varsler

Tekst-TV, side 319, er under normale forhold den viktigste kanalen for å spre Hydrologisk avdelings regelmessige vannføringsprognoser. De oppdateres etter behov, 2-3 ganger pr. uke, og ofte under flom. Prognosene bygger på observert vannføring (automatisk dataoverføring), og simulert utvikling med bruk av meteorologiske prognoser og HBV-modeller for ca. 20 nedbørfelt. I de prognoser som sendes ut, brukes følgende uttrykk: *stor flomvannføring*, som defineres som flom med 10 års gjentaktsintervall eller høyere, "10-års flom". *Flomvannføring* defineres som en vannføring større enn 60% av middelflom, og *høy vannføring* som en vannføring over q_{75} (75% av middelvannføring) for årstiden.

Pressemeldinger brukes regelmessig året gjennom for å beskrive hydrologiske tilstander som krever særlig aktsom-

het. Det dreier seg både om issikkerhet på innsjøer, feks. i milde vintre, om spesielle forhold ved våre breer, så som oppsprekking eller rasfare, og naturligvis om flomrisiko. Under flommen 1995 ble det f.eks. sendt ut flere pressemeldinger om skredfare, spesielt langs Vormå og Glomma sør for Funnefoss.

Under 1995-flommen holdt NVE 3 pressekonferanser og sendte ut 15 pressemeldinger bare under den mest hektiske tiden 29. mai - 6. juni. De ga erfaringsvis god informasjons-spredning i media. Den viktige pressemeldingen fra NVE 9. mai 1995 er særlig omtalt ovenfor.

De ordinære vannføringsprognosene sendes også ut pr. faks i tillegg til tekst-TV. Fem grupper mottakere er aktuelle:

- (1) Alle prognoser: Internt NVE, NRK-Dagsnytt, enkelte pressebyråer og energimeglere
- (2) Alle flomvarsler: (1) + ytterligere mottakere i NVE, Dir. for sivil beredskap, NTB, radio P4, DNMI, enkelte energiselskaper og forsikringsselskaper
- (3) Alle flomvarsler i en viss landsdel: (2) + NRKs regionkontorer, fylkesmenn, bred dekning av energisektoren i vedk. landsdel.

Allerede dette nivå, med utsending av 50-60 gruppefaks-sendinger, viser seg i praksis så tidkrevende (3-4 timer pr. utsending) at de øverste to nivåene (4) og (5) ikke har rukket å bli systematisk utnyttet. I adresselistene for disse gruppene finnes bl.a. landsdels-redningssentraler og enkelte kommuner. En lærdom vil trolig være at faks-utsen-

ding med dagens teknologi må begrenses til et mindre antall mottakere som forventes å fordele prognoser og varsler videre etter forhåndsavtale. En slik forhåndsoppfordring er tidligere gjort til fylkesmennene om viderefordeling til fylkets kommuner.

Under flommen 1995 ble det tatt i bruk to ekstra tjenester for å spre tilstandsoversikter og varsler. En "Grønn linje" med 800-nummer, var åpen med innlest informasjon for publikum fra 3. til 23. juni, og i samme tidsrom kunne man finne samme informasjon på Internett. I løpet av disse dagene ble det gjort ca. 8000 oppslag. Erfaringene med begge tjenestene var meget gode.

Forbedringspotensiale

Med de erfaringer som ble gjort under denne flommen står vi vesentlig bedre rustet neste gang noe liknende skjer. Dette gjelder både samfunnets totale flomberedskap, NVEs sentrale rolle som vassdragsmyndighet, og de hydrologiske tjenester som vi kan tilby. Her omtales nærmere noen klare *muligheter for å forbedre de hydrologiske tjenestene*.

Noen få *målestasjoner* ble tatt av flommassene, og i andre tilfeller sviktet datainnsamlings- eller overføringsteknikken. Blant de helautomatiske stasjonene var ca. 20% ute av drift kortere eller lengre tid under flommen. Vanligvis er ca. 5% av denne stasjonstypen ute av drift. Et spesielt problem var det at enkelte telefonsvarende stasjoner ble blokkert av interesserte oppringere med kjennskap til telefonnumrene. Naturlige tiltak i etterkant er sikrere plassering av stasjoner som står utsatt, og installa-

sjon av mere robust måle- og *overføringsutstyr*. Avansert elektronikk i større komplekse stasjoner kan være for sårbare under harde forhold, og en kombinasjon av f.eks. elektronisk logger og modem for oppringt samband kan være en bedre løsning. Det er også enkelte hull i geografisk dekning, som bør rettes ved omdisponering av ressurser. Flere *snøputer* ville gi bedre geografisk dekning med sammenhengende måling av snøens vannekvivalent.

Vannføringskurvene som gir sammenheng mellom målt vannstand ved de enkelte stasjonene og tilhørende vannføring i elva, må kalibreres ved direkte *vannføringsmålinger*. Det ligger i sakens natur at vi aldri har hatt muligheter for å måle så høye vannføringer som årets. Kurvene har derfor åpenbart vært usikre på høye nivåer. Dette er velkjent og uunngåelig. Årets flom ga disse mulighetene, som ble tatt godt vare på. Måle-team var i sving gjennom hele flommen, og gjorde en meget stor arbeidsinnsats, både med tradisjonelle metoder (flygel) og med nye (ADCP), lånt fra Sverige. ADCP-utstyr blir nå anskaffet ved Hydrologisk avdeling.

Hydrodynamiske modeller for flomutsatte vassdrag bør utvikles for varslingsformål. Arbeidert påbegynt i 1994 i Glommavassdraget, og blir nå forsert, og ses i sammenheng med dambruddssikkerhet, og flomsone-kart. Eksisterende modellverktøy, som *nedbør-avløps-modeller*, bør kalibreres for flere nedbørfelt, ikke minst i Glomma-Lågen-vassdraget.

Det ble demonstrert, igjen, under årets

Oppstappingsanalyse i nettet.

flom at bygninger, lagre og infrastruktur av mange slag (kommunikasjon etc.) ofte er lokalisert i flomtruede områder. Det er derfor et klart behov for å utvikle *data og kart for kommunal planlegging*. Digitalt baserte 1995-flomarealkart utarbeides nå kommunevis i et samarbeid mellom NVE og SK. Flomsonekart med flomfrekvens/oversvømt areal/arealbruk vil være et mål på noen års sikt. Slike flomsonekart vil bli laget med bruk av GIS. Det er fare for forurenning av drikkevannskilder, og driftsstopp ved vannverk, under flom. NVE kan, i samarbeid med NGU og Folkehelsen, bidra til at slike hensyn tas i fremtidig flomsonekartlegging.

Klokkesensanlegg.
Flomstasjoner
Overløp
ednings-
brudd

Varslingsrutiner, -spredning. Det sies at vi lever i et informasjons-samfunn. For både flomvarsleren og mottakeren av varselet er det i allfall et absolutt krav at informasjonen når frem uten forsinkelser og blir forstått. Her har 1995-flommen lært oss mye. I tillegg til de kanaler som NVE har brukt allerede i mange år, dvs. Tekst-TV (side 319), pressemeldinger og telefaks til bestemte adressat-grupper, ble nye veier nå forsøkt, nemlig "grønn telefonlinje" og oppslag på Internett. En erfaring som vil bli tatt hensyn til heretter, er å presisere bedre forutsetningene som prognosene bygger på og dermed deres usikkerhet. En beregnet flomtopp 10 dager frem i tid blir lett oppfattet som mere eksakt enn den er. Når virkeligheten viser seg å avvike fra prognosen, blir naturlig nok tiltroen til hele prognosetjenesten rokket. I siste del av flomperioden i år ble derfor prognosene for Mjøsa og Øyeren gitt som vannstands-in-

tervaller, i stedet for vannstander med 1 cm nøyaktighet.

Et tett samarbeid med kraftverkene egne prognosetjenester i flomberørte vassdrag er klart ønskelig.

En interessant påstand kom frem i pressen like etter flommen: "Det paradoksale er at mottagerne heller ønsker gale - men sikre - prognoser enn riktige prognoser som understreker usikkerhet" (Bent Erik Bakken, kronikk Aftenposten 30.6.1995). Det må likevel være viktig å få et mer systematisk forhold til usikkerhet. Prognosenes usikkerhet må ikke forties, men heller understrekes.

Årets flom på Østlandet ble en stor påkjenning for både enkeltpersoner og beredskapsopplegg. Vi bør alle ta inn over oss lærdommene som naturen overøste oss med. Fra hydrologisk hold kan vi kanskje gi noen bidrag til samfunnets kollektive opplæring:

- **Flommen 1995 hadde et omfang klart innenfor naturens egne muligheter**
- **Vi har ikke sikker kunnskap om i hvilken grad klimaendringer og endret arealbruk bidro**
- **Årets flom, uansett hvor sjelden den var, vil før eller senere bli overskredet**
- **Sannsynligheten for at flommen blir like stor i 1996 eller 1997 osv. er den samme som den var i 1995.**

Referanser

Atterås, G.: Flommen 1995 (snø). Internett notat, Hydrologisk avdeling, NVE,

21.7.1995

Bakken, B.E.: Kronikk, Aftenposten,
30.6.1995

Det norske meteorologiske institutt:
Klimatologisk hurtigoversikt, mai og
juni 1995, DNMI Klimaavdelingen

Kjeldsen, O.: Kapittel om flommen i
Hydrologisk avdelings 100årsberetning,
1995 (manus).

Smits, J.: Generell beskrivelse av vær-
situasjonen i flomperioden. Notat fra
DNMI, 24.8.1995

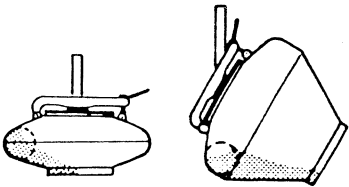
*Beredskapsplaner
for anløp og vann.
Risiko-sårbarhetsanalyser.*

MFT
Miljø- og Fluidteknikk A/S



FluidCon

Virvelkammeret for alle
behov på avløpsnettet.



Familie med ca. 400 ulike varianter. Stort
strømningstverrsnitt og høy driftssikkerhet.

Nye Vakåsvei 8C
N-1360 Nesbru

Tlf. 66 84 88 44
Fax 66 84 88 42