

Flomkontroll – økonomi og administrasjon

Sivilingeniør Erik Ræstad

I 1947/48 studerte forfatteren hydrologi og flomkontroll i USA med stipend fra Harald Boes fond og professor Leif Tronstads fond. Forfatteren driver eget rådgivende ingeniørkontor i hydrologi, vannforsynings- og kloakkanlegg.

Denne artikkel er en bearbeidelse av det seksjonsforedrag forfatteren holdt under møte i Norsk Forening for Vassdragspleie og Vannhygiene 24. april i år, på Lillestrøm.

Denne artikkel behandler problemstillingen:

Hvordan beskytter vi oss mest økonomisk mot skadeflom?

og

Hvordan reduserer vi gunstigst mulig flomskadene ved en forutsatt eller opptredende flom?

Vi kan også stille spørsmålene slik:

Hvor store flommer lønner det seg å forsvare seg mot ved å holde flommen tilbake ved fysiske tiltak, og hvordan forbereder vi oss best på å møte de som er ennå større?

Skadeflom er en flom som ved sin vannstand neddemmer, ved sitt hydrostatisk trykk sprenger, ved sin vannhastighet eroderer eller river istykker, eller ved sitt innhold av gjenstander og partikler øver skade på levende vesener, eiendom, driftsmidler og produktiv virksomhet.

Årsakene kan være naturlige, som nedbør og snesmelting eller kunstige, som feilmanøvrering av en dam eller

dambrudd. Alle disse fører til øket vannføring nedover vassdraget.

Skadeflom kan også skyldes høy vannstand hvor ikke vannføringen er den egentlige utslagsgivende årsak. Vannstanden kan være forårsaket av ras eller isoppstuvning som naturlig grunnlag eller kan tilskrives menneskelige handlinger som f.eks. unnlatelse av å åpne en dams manøvreringsorganer.

Det høyst aktuelle tema, flommen i Skedsmo og Fæt, må primært tilskrives usedvanlig stor naturlig vannføring, mens selve skadeårsaken var den høye vannstand som skyldes manglende avløpskapasitet fra Øyeren.

En flom er en situasjon over et visst tidsrom. Vi må ved en fullstendig analyse ta hensyn til parametre som *varighet*, den tid den holder seg lik eller over en gitt grense, og vi må ta hensyn til *datoen*, dvs. den årstid flommen inntreffer på, da særlig av hensyn til jordbruksskader.

Størrelse og hyppighet.

Vi må finne frem til relasjonen mellom flomstørrelse og hyppighet før vi kan velge forsvarsplan. Dette har jeg behandlet i Teknisk Ukeblad i juni 1955.

Vi søker fordelingskurven, den statistiske modell for relasjonen mellom størrelse og hyppighet. Vi gjør da den antagelse at klimaet i observasjonsperioden har vært uforandret, og vi antar at dette klima vil være karakteristisk i den tekniske levetid av de tiltak vi økonomisk vurderer med støtte i denne fordelingskurven.

Med en slik fordelingskurve kan vi bedømme sannsynligheten for, eller hyppigheten av, større flommer enn de som har opptrådt i observasjonsperioden. Vi vurderer til og med størrelsen av flommer med så lav sannsynlighet som 0,01 %, tilsvarende gjennomsnittlig gjentakelsesintervall på 10 000 år.

Det har fra meteorologer vært innvendt at man innenfor en kort observasjonsperiode ikke kan vente å finne eksempler på alle de klimatiske betingede konstellasjoner som kan føre til ekstremflommer.

Denne argumentasjon fører til at man må være forberedt på større flommer med større hyppighet enn tilsvarende den modellov, fordelingskurve, vi finner av vårt lille «sample» fra en kort årrekke.

En ny Rekord eller Ekstremverdi tillagt vårt materiale øker jo sannsynligheten for i fremtiden å få en ennå større.

Det har vært innvendt mot begrepene 1000 års flom og 10 000 års flom at vi ikke har så lange stabile klimatiske perioder, altså kan vi ikke regne på sannsynligheten for slike ekstremflommer. Dette argument må være likelydende med å si: Vi må ikke regne ut sannsynligheten for at 4 bridgespillere blir tildelt 13 kort i

hver sin farge, for så lenge kan ikke 4 vanlige mennesker spille bridge sammen.

Det er pr. 1968 ikke anvist noen annen praktisk anvendelig metode til vurdering av relasjon mellom størrelse og hyppighet enn den som ligger i å finne den statistiske fordelingskurve som best passer til det foreliggende observasjonsmateriale.

Teoretiske metoder til via meteorologiske parametre å beregne den maksimalt påregnelige nedbør og derav beregne maksimalflommen, er ennå ikke gjort praktisk anvendbare i Norge.

I Water Power for april 1968 uttaler professor Biswas: «The Probable Maximum Precipitation — in spite of its terminology — has no probability associated with it — except a limiting exceedence probability of zero.» . . . «Thus the sum total of the analysis is to get a high design flood without having any idea of its frequency of occurrence».

Vi må her i landet gi akt på disse ord og søke å finne normer for rimelige valg av de hyppigheter vi kan tillate for de flomintensiteter vi skal dimensjonere våre anlegg for.

Vi har anledning her til å normere den risikomargin som samfunnet finner nødvendig og tilstrekkelig.

«Ingeniørene må holde opp å lulle seg selv og offentligheten inn i den tro at beregninger basert på Probable Maximum Precipitation innebærer at risikoen er null», sier professor Biswas. «Dette er snart det eneste felt hvor illusjonen om komplett sikkerhet blir opprettholdt.»

Skadeomfang.

De økonomiske betraktninger vi skal gjøre må være basert på at vi kjenner, eller kan beregne, skadenes økonomiske omfang ved flommer av gitte størrelser.

Her ligger mange vanskeligheter. Bare for de to siste flommer har vært angitt de forskjelligste tall ut fra de respektive takserende instansers spilleregler. Det vi må ha tak i er samfunnets samlede tap på alle hold.

Vi skal ikke bare ha Naturskade-fondets takster for skade på fast eiendom. Vi skal også ha med utgifter til beskyttelseiltak og redningsaksjoner. Kan vi vurdere økonomisk de tusener av dagsverk Hæren nedla, eller skal vi se det som samfunnsnyttige øvelser? Vi skal også ha med ringvirkningene, de sekundære tap i næringer og virksomhet, f. eks. i transporter som ble oppholdt eller dirigert rundt de flomrammede områder. Vi må ikke være «konservative» når vi mater inn skadebeløpene i regnestykket: Hva kan vi *spare* ved flomkontroll?

I det følgende har jeg for anskuelighets skyld benyttet visse skadebeløp som jeg av foreliggende rapporter finne er karakteristiske for Skedsmo kommune.

Skadegrensen kan vi sette til k. 103,5 m som ligger 2,2 m over Øyerens høyeste *regulerte* vannstand. Skadegrensen synes å ligge nær midlere flomkulminasjon.

I 1966 nådde flommen opp i k. 105,66 m og de materielle skader var ca. 1,1 mill. kroner, og de immateri-

elle skader (sekundære tap, nærings-tap m. v. og redningsutgifter) var ca. 1,4 mill. kroner.

I 1967 nådde flommen k. 106,68 m. Da var de materielle skader ca. 14 mill. kroner og de immaterielle ca. 11 mill. kroner.

Det er anslått at skadene i Skedsmo ved ennå én meter høyere flom vil komme opp i ca. 50 mill. kroner samlet.

Hvilken hyppighet har så disse flommene?

De komplette fordelingskurveberegninger som er nødvendige har jeg ikke gjennomført, men som regneeksempler kan jeg anføre:

En flom på 3000 m³/s eller større tilsvarer ca. 10 % sannsynlighet eller tilsvarer et gjennomsnittlig gjentakelsesintervall på 10 år.

100 års-flommer er 3600 m³/s eller større.

1000 års-flommer er 4000 m³/s eller større.

Den illustrerende fordelingskurve er vist i fig. 1.

Arealet under kurven til høyre for en valgt vannføring representerer sannsynligheten for at årets maksimalvannføring er *lik eller over* denne størrelse i vannføring.

Det vi nå trenger er sammenhengen mellom vannstand og vannføring. Vannstanden er jo målgivende for skadeomfanget og vi må være klar over at forholdet mellom vannstand og vannføring er nøye knyttet til den tilstand utløpet av Øyeren er i. Bare i løpet av de observerte år har utløpskapasiteten vært betydelig endret. En eksakt beregning av hyppighet burde forøvrig vært basert på

FLOMKONTROLL

TEORETISK FORDELINGSKURVE FOR FLOMVANNFØRING

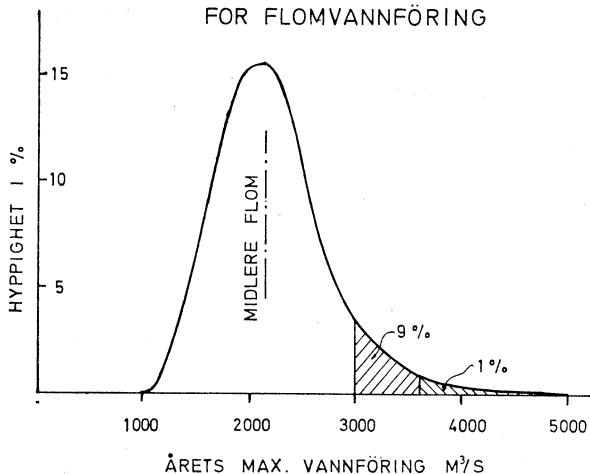


Fig. 1.

det naturlige *tilsig til Øyeren* i de observerte år, og vannstanden rekonstruert for de ovenforliggende nåværende reguleringer og utløpets nåværende karakteristikk.

Jeg har i det følgende regnet med at vannstanden i 1966 tilsvarte 3200 m³/s og i 1967 tilsvarte 3600 m³/s, og at ennå en meter høyere flom tilsvare 3800 m³/s.

Gjennomsnittlig årlig skade.

I tabellen fig. 2 har jeg satt opp de karakteristiske vannføringer i intervall på 200 m³/s. Sannsynligheten fra fordelingskurven i fig. 1 for vannføringer *lik eller over* disse grenser er tatt ut og sannsynligheten innen hvert intervall er regnet ut.

Skadebeløpet ved de enkelte grenser er satt opp og midlere skadebeløp for en flom i hvert intervall er beregnet.

Ut fra dette kan så regnes ut den gjennomsnittlige skade av flommer innen hvert intervall. Summen av disse gir oss da et bilde av den gjennomsnittlige årlige skade som flommer må ventes å volde i Skedsmo.

Jeg gjentar at det hele er et regneeksempel, hvis valgte tall viser *årlig skade på ca. 1 mill. kroner.*

Det er karakteristisk at «bidraget» til den årlige skade fra de aller største flommer er *mindre* enn fra de mellomstore fordi de største er så sjeldne.

Vi har her et uttrykk for den skade som forvoldes med den utnyttelse det

FLOMKONTROLL – BEREGNING AV ÅRLIG SKADEBELØP

Max.vannf. lik eller over m ³ /s	Sannsynlighet %	Sannsynlighet i intervall %	Totalt skadebeløp Mill. kroner	Skadebeløp i intervall Mill. kroner	Årlig gj.sn. skadebeløp Kr.
3 000	10	4	0,5	1,5	60.000
3 200	6	3	2,5	5,75	172.500
3 400	3	2	9,0	17,0	340.000
3 600	1	0,6	25,0	37,5	225.000
3 800	0,4	0,3	50,0	65,0	195.000
4 000	0,1	0,1	80,0	100,0	100.000
SDF 5 000	~ 0		120,0		
			SUM ÅRLIG SKADE KR. 1092.500		

Fig. 2.

berørte området har hatt i de siste to år og med den grad av flomkontrolltiltak og organisasjon som er etablert.

En fremtidig naturlig og fri utvikling i området vil betraktelig øke de verdier som kan bli gjenstand for skade. Det må kontrolltiltakene ta behørlig hensyn til. Det er forøvrig kontrollplanleggingens oppgave å redusere skadene som voldes ved hver gitt flomgrense.

Grad av forsvarstiltak.

Nå oppstår neste spørsmål i problemstillingen: Hvilken grad og hvilken art av forsvar er berettiget?

Der flomområdet allerede er tett befolket og dersom svikt i de tekniske forsvarsverk kan fryktes å re-

sultere i tap av menneskeliv og bymessig verdifull bebyggelse og industri, er beskyttelsestiltak mot flomstørrelse med ekstremt lav sannsynlighet berettiget (nær den maksimalt påregnelige flom).

Hvis den eneste skade vil skje på dyrket mark, med kun avlingstap til følge, er en lav grad av sikringstiltak sannsynligvis berettiget. Det turde være mindre kostbart å miste en avling hvert 10. eller 15. år enn å betale den rettmessige andel av forsvarsverk som muligens allikevel ville vise seg utilstrekkelig for 50-årsflommens størrelse.

Mellom disse to ytterpunkter ligger varierende kombinasjoner av tilstander som berettiger forskjellig omfang og art av tiltak.

Art av forsvarstiltak.

De arter av tiltak som kan komme på tale deler seg i tre hovedgrupper:

1. Tiltak som reduserer vannføringen
2. Tiltak som øker avløpskapasiteten, dvs. senker vannstanden
3. Tiltak som hindrer en gitt vannstand fra å volde skade.

I den første gruppen faller økede reguleringer lenger oppe i vassdraget. Rent kvalitativt mener jeg at forventningene til slike reguleringers virkninger har vært for store. Det svære elvemagasins utjevning virkning har ikke vært tilstrekkelig vurdert. De eksisterende reguleringer (bortsett fra Mjøsa) kontrollerer bare en liten brøkdel av nedbørfeltet. Mjøsa er som kunstig reguleringsmagasin ikke aktivt, den virker forutsetningsvis naturlig selvregulerende slik den ville gjort uten menneskers innvirkning, men slik virker den også meget sterkt dempende på avløpsflommen i Vorma.

Vi må ikke gjøre oss særlig store forhåpninger om fremtidige reguleringsmagasiners virkning på de virkelige store flommer, men på de mindre eller «middels-store» vårflommer vil de virke effektivt dempende.

Det er dog mulig at en gunstigere og bevisst totalskadereduserende manøvrering av disse lavtliggende magasiner, f. eks. Mjøsa, kan etableres. Her må skader i magasinet avveies mot skader nedenfor.

I den andre gruppen ligger etter min oppfatning den viktigste flomreduserende faktor vi kan påvirke, nemlig avløpskapasiteten fra Øyeren. Det er også på dette punkt at det offentlige oppnevnte utvalg synes å

ha konsentrert sin innsats.

Her kan anføres visse bivirkninger som må vurderes dersom en endrer avløpskapasiteten:

Det kan føre til økning av maksimalvannføringen nedenfor. I beste fall, ved optimal manøvrering vil store og muligens skadevirkende vannføringer bli forlenget i varighet.

En beregningsmetode for optimal manøvrering er vist i min artikkel om Hydrologisk regnestav i Teknisk Ukeblad for 12. jan. 1949.

Ovenfor Øyeren vil en senkning av Øyerens vannstand måtte føre til økede strømhastigheter som kan få alvorlige konsekvenser, særlig av geoteknisk art. Allerede utvidelser i Øyerens utløp i 1860-årene øket jo de hastigheter en før hadde hatt og som i årtusener må ha etablert elvens bunnbeskaffenhet i innløpsområdet til innsjøen.

I tredje gruppe ligger tiltak i form av diker og forbygninger. Her er allerede lansert flere prosjekter, og lokale tiltak er alt satt i verk. Der eksisterer også dike ved Kjeller flyplass.

En økonomisk argumentasjon for dikeprosjekter forutsetter gjerne en intensiv utnyttelse av det inndemte området. Det øker det beskyttede areals verdi. Da kommer straks kravet om beskyttelse mot maksimalt påregnelig flom. Da kan man ikke berettigede å la sjeldne, ekstreme flommer gå over dikene. I alle fall må en anordne innslippingsorganer slik at om det blir uunngåelig, så kan vannet slippes på under kontroll. En må aldri forutsette at vannet får slippe inn over dikene.

Slike prosjekter innebærer nød-

vendig pumping av alt avløp fra de inndemte områder.

Å løse krisetilstander ved påbygging av diker med sandsekker må ansees som uhyre risikabelt. Det innebærer at man belaster diket ut over det det ble dimensjonert for. Det øker risikoen for øket gjennomslag og etablerer sjanse for hydrauliske grunnbrudd på luftsiden.

Jeg tillater meg å si at det var utrolig heldig at Kjellerdiket holdt i 1967, og en lykkelig situasjon at det ikke falt nedbør i det inndemte område mens avløpssystemet var avskåret.

Årlig kostnad av forsvarstiltak.

Vi må kostnadsberegne konstruksjonstiltakene, omløpstunneler, elveutvidelser og eventuelle diker.

Den største usikkerhet ligger i bedømmelse av de årlige kostnader, i avskrivningstid, finansieringskostnad og ikke minst i drift- og vedlikehold. Slike anlegg «tilhører» liksom ingen instans. De blir ofte statlig finansiert, men senere overlatt til kommuner eller flomsikringslag.

Her kommer den uavvendelige psykologiske faktor inn: Ønsket om å *glemme* flomfaren. Den «fremmedgjørelse» som her inntrer etter få år, er velkjent.

I vanlig økonomisk vurdering brukes avskrivningstid på 50 år, eller rettere sagt: en regner i tillegg til kapitalkostnad årlig 2 % til vedlikehold. Om dette ikke blir brukt, bør anleggets verdi settes til null etter 50 år.

En gjør klokt i å regne total årlig

kostnad til 8—10 % av anleggskostnad i overslag.

Drift av pumpeanlegg må separat beregnes.

Lønnsomhet.

Lønnsomhetsvurdering består i sammenligning av tiltakets årlige kostnad med redusert årlig skade (Cost-Benefit).

En langsiktig gradvis reduksjon i pengeverdi hører til et ekspansivt samfunn. Den årlige etablerte kostnad synes med årene mindre tyngende.

En utvikling i et beskyttet område vil erfaringsmessig vise en økning i beskyttet verdi utover det man forutsetter i regnestykket.

Disse to momenter fører til at en gjerne aksepterer en Cost : Benefit faktor på meget nær 1,0 ved tallberegningen og lar de to momenter dekke opp som sikkerhetsmargin for eventuelle feil i risiko-statistikken som jo har en tendens til å være for gunstig ved kortere observasjonsperioder.

Det ligger også en sikkerhet gjemt i den statistiske betydningsfulle kjennsgjerning at det er *mindre* enn 1 % sannsynlighet for at en 100 årsflom vil opptre i de *neste* 100 år.

Administrative tiltak.

Vi har hittil vurdert den fase av flomkontroll som berører konstruktive tiltak til forsvar mot *skadeflom*.

Men parallelt må også undersøkes hvilke tiltak av mer administrativ art som kan treffes for å redusere *flomskadene* ved en gitt eller forutsatt flomstørrelse.

FLOMKONTROLL

FUNKSJONER.

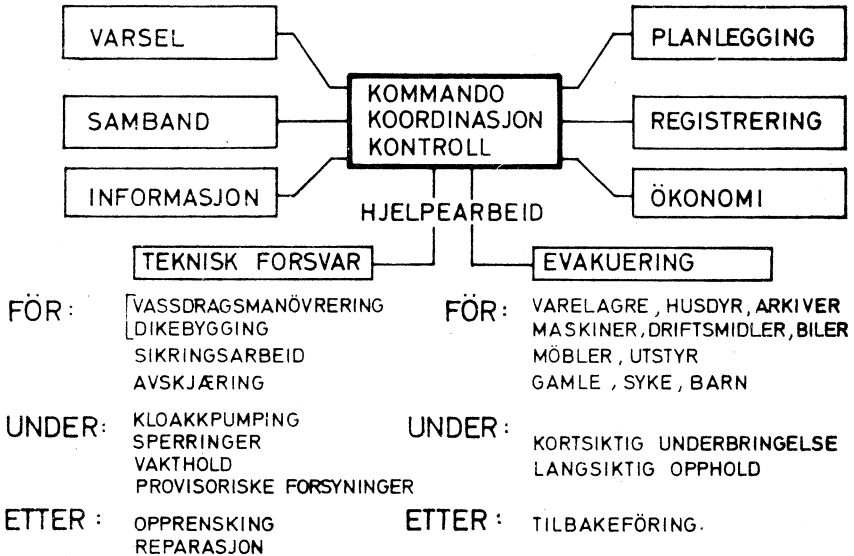


Fig. 3.

Hvis distriktet er forberedt og har fått de nødvendige varsler, kan skadene betydelig reduseres. Også her kommer inn en optimalanalyse av hvor langt det er riktig å gå. Erfaring viser at en godt oppsatt organisasjonsplan gir meget lav (gunstig) Cost : Benefit faktor.

Hovedtrekkene, de viktigste funksjoner i en flomkontroll-organisasjon er vist i fig. 3.

Alle funksjoner er gruppert om en sentralkommando med koordinerende og kontrollerende funksjon.

Kommandofunksjonen må tillegges en teknisk-administrativ sentralstilling. I norsk kommuneadministrasjon er det nærliggende å peke på den

tekniske rådmanns stilling som vel dekkende.

Flomkontroll-kommando bør kunne eksekveres i de aller fleste tenkelige flomsituasjoner fra eksisterende permanente kvarter med minst mulig provisorier og personforflytninger.

Varsling er et essensielt ledd og må være koordinert med de frister som er nødvendige for å nyttiggjøre varslet.

Samband må etablere den best oppnåelige kontakt mellom kommandosentral og hjelpefunksjonene. Det må bygges på at nettopp flommen kan skade de vanlige sambandskanaler, telefonkanaler og muligens telefonsentralene.

Informasjon må bygges på at det kan være lenge til neste større skadeflom. Det må etableres kontakt til skole og hjem. Det gjelder å gjøre befolkningen flombevisst og allikevel ikke skremme. Her trengs en leder som i sin stilling er vant til å informere, f. eks. en lærer eller en redaktør.

Kontrollfunksjonen skal spørre: Er planen komplett? Er hjelpetropene i funksjon? Følger befolkningen ordre? Skjer noe uforutsett?

Denne funksjon trenger en utøver som ikke bare er vant til å kontrollere, men som forstår å la kontrollen være fremtidsrettet: Vil planen holde for den utvikling kommunen vil bli gjenstand for? Her passer en bygningssjef eller reguleringssjef.

Den aktive kjerne i flomkontrollorganisasjon er *hjelpesfunksjonene* til teknisk forsvar og til evakuering.

Her trengs omfattende mannskapsstyrker med rullende materiell og teknisk utstyr.

Det er helt nærliggende å se flommen som en samfunnsfiende der forsvaret naturlig og effektivt kan gjenomføres av våre militære mannskaper og av Sivilforsvaret. Det har vært gledelig å konstatere i de flomsituasjoner vi har hatt at slike styrker er blitt satt inn og at disse fra sjef til menig har gjort en glimrende innsats. Særdeles gledelig har det vært å merke at Forsvarsdepartementet synes å være helt med på at fremtidsrettede flomkontrollplaner kan basere seg på militære hjelpestyrker til forsterkning av de kommunale mannskaper og stedlig Sivilforsvar.

Informasjon — Lovverk — Undervisning.

Det må snarest, av de offentlige instanser som er tillagt ansvar for våre vassdrag og for reguleringsplaner og byggekontroll igangsettes informasjon til alle de borgere som er utsatt for flomrisiko og settes stopp for en samfunnsøkonomisk uheldig investering på flomtruede områder.

Det tar tid å få etablert tilstrekkelig lovverk og kontroll som regulerer bruk av flomområder. Men *informasjon* kan gis raskt og uten omsvøp.

På lengre sikt må vi få en flomkontrolllov til utfylling av manglende kapitler i vassdrags- og reguleringslovene, en parallell til Loven om Forurensning av Vassdrag som vi venter snarlig sluttbehandlet og vedtatt.

Gjennom undervisning må det skapes en positiv innstilling blant dem som skal ha fremtidig ansvar for våre vassdrag og de tilstøtende flomtruede områder. Blant de mange «generasjoner» av utøvende ingeniører som aldri har lært noe om flomkontroll, må det drives etterutdanning, ja, ikke bare blant ingeniører. Oppgavene er høyst tverrfaglige. De vil kalle på hydrologer, reguleringsarkitekter, kommunalteknikere, administratorer, jurister og aktuarer og mange andre.

Vår målsetting må være å arbeide fram mot den optimale løsning der det er riktig balanse mellom den utnyttelse vi gjør av vårt landskap og våre ressurser og den risiko vi dermed utsetter oss for.