

# Flomskader og sikringstiltak

Av Bård Andersen og Bjarne Nicolaisen

Bård Andersen er avd. direktør i Forbygningsavdelingen.  
Bjarne Nicolaisen er sjef.ing. ved NVE, Vassdragsavdelingen.

*Innlegg på seminar i Norsk Vannforening 27. oktober 1988.*

## Sammendrag.

Artikkelen gir en oversikt over de vanligste flomskadene i Norge og hvilke etater som yter bistand. Virksomheten ved NVE's Forbygningsavdeling er nærmere behandlet, med rutiner for planlegging, saksbehandling, aktuelle typer av tiltak og hvilke hensyn som blir ivaretatt. Det er også tatt med litt om skader og tiltak i tettbygde strøk. Videre har artikkelen noen betraktninger om dambrudd og dambruddvarsling og om manøvrering av magasiner under flom. Til slutt er tatt med noen skiser av forbygninger, kanaler, flomverk og terskler.

## 1. Innledning

Både i prosa og lyrikk kan vi finne beretninger om flommer og flomskader i gammel og nyere tid. Blant annet i bygdebøker kan vi lese om flommer og isganger som har ødelagt hus og eiendommer, til dels også krevd menneskeliv. Eksistensgrunlaget er i mange tilfelle blitt ødelagt. Katastrofeflommen i Glomma i 1789 «Storofsen», førte til ut-

flytting fra mange bygder i Østerdalen og Gudbrandsdalen. Men vi er ikke ukjent med flomskader i våre dager heller. Med våre vekslende nedbørforhold må vi stadig være forberedt på flommer i ett eller annet av våre tallrike vassdrag.

Fra de eldste tider har det vært utført større eller mindre tiltak for å hindre eller redusere flommenes herjinger. Langs elvene på Vestlandet kan vi f.eks. finne eldgamle steingarder som skulle beskytte de beskjedne åkerlappene. I de skogrike bygdene på Østlandet og i Trønelag var det mer alminnelig med tømmerstokker til sikring av elveløp, gjenstengning av flomløp og lignende. I mange tilfelle har også hensikten vært å lette fløtningen, f.eks. ved «Skådammer».

Staten kom tidlig inn i bildet når det gjaldt arbeidet med å hindre flomskader. Allerede omkring år 1800 var de første offiserer eller ingeniører beskjeftiget med tiltak for å bote på flomskader, hindre erosjon m.v. I løpet av forrige århundre og begynnelsen av dette har «Kanalvæsenet» stått for gjennomføringen av tallrike, tildels betydelige forbygningsarbeider over hele landet. Det er mange steder utført imponerende

byggverk med datidens redskap og muligheter.

Siden 1920 planlegges og utføres forbyggings-, senkings- og flomsikringstiltak av Forbygningsavdelingen i Vassdragsdirektoratet, NVE. Disse tiltakene er i høy grad med på å bevare produktive arealer i vårt land, og de skaper også i mange tilfeller muligheter for utnyttelse av nye områder for jordbruk, boliger og industri.

De vanlige skadene i og langs vassdragene oppstår som følge av oversvømmelse, erosjon eller utrasing.

Oversvømmelse etter store nedbørmengder eller snøsmelting har sammenheng med dårlige avløpsforhold, og fører til skader på bebyggelse, jordbruksområder og til trafikkmessige ulemper. Ofte vil flomvannet føre sand og grus ut over dyrka mark og hager, jord og veger kan bli gravd ut og totalskadet og bruer kan bli revet vekk. Oversvømmelse er vanlig over hele landet, men de største skadene inntreffer gjerne langs hovedvassdragene. Vi har ennå i friskt minne storflommen i Glomma og Lågen i 1967, med millionskader blant annet i Lillestrøm. Storflommene i Østlandsområdet i 1987 og 1988 rammet mange mindre vassdrag, med store skader i tettbebyggelse. Oversvømmelse kan forhindres ved senking av vannstandene i elveløpene eller ved at det bygges flomsikre fyllinger (diker) langs elvekanten, ofte kombinert med pumpestasjoner. Senking av vannstander er også aktuelt for å bedre tørrleggingen av områder for jordbruk eller boligområder.

Sikring mot oversvømmelse er også av stor betydning for å redusere forurensning. Flomvann kan føre med seg gjødsel fra jordbruksområder eller søppel fra boligområder. Leirjord som føres ut i vassdrag ved overflateerosjon eller utgraving i bekke- og elveløp, er også en betydelig forurensningskilde.

Erosjon foregår i større eller mindre grad i alle vassdrag som er dannet av transportert materiale eller i leirjordområder. Elva graver i yttersvinger og legger igjen masse i innersvinger. Under ekstraordinære flomforhold kan store masser bli gravd vekk, verdifulle områder kan bli skadet og bebyggelse kan bli ødelagt. Erosjon kan også føre til at elveskråninger i leirjordsområder kan bli ustabile, slik at ras blir utløst, elveløp kan bli stengt og betydelige skader kan oppstå.

Isproblemer kan også medføre skader langs vassdragene. Isganger og isoppstuvning kan føre til oversvømmelse og erosjon kan oppstå som følge av at elveløp fryser igjen. Også menneskelige inngrep kan endre fall og strømforhold i vassdragene og gi grunnlag for erosjonskader. Som eksempel kan nevnes uttak av masser, utfylling, brubygging m.v. De hyppigste flomskadene inntreffer i Vest-Norge, ofte kombinert med steinras eller snøskred. Katastrofeffloppen i Jostedal i 1979 er et velkjent eksempel. Leirskred utløst ved erosjon har spesielt rammet områder i Trøndelag og på Romerike. Trysil er kjent for isproblemer.

Erosjon kan forhindres ved at elveskråningene blir forsterket f.eks.

med stein. Men det er ofte behov for mere omfattende forbyggingstiltak, som kan omfatte graving av nye elveløp med flomsikre fyllinger, ofte med terskler for å bedre fiskeforholdene.

## 2. Saksbehandling

Forbyggings-, senkings- og flomsikringstiltak blir planlagt og utført av Forbygningsavdelingen i NVE. Avdelingen er bygget opp med hovedkontor og to distriktskontorer i Oslo, samt distriktskontorer på Vestlandet, i Trøndelag og i Nord-Norge.

For samtlige typer av tiltak skal det foreligge søknad fra skadelidte grunneiere eller instanser på fastsatt skjema. Kommunen skal avgi uttalelse før søknaden sendes NVE.

Forbygningsavdelingen foretar undersøkelser og målinger og utarbeider planer for nødvendige tiltak. Undersøkelsene omfatter kartlegging, profilering av utsatte strekninger, masseprøver for skråning og bunn og om nødvendig mere omfattende geotekniske undersøkelser. Dessuten foretas observasjoner over vannstander, flomlinjer, isforhold og annet.

Det blir også tatt kontakt med andre faginstanser, bl.a. fylkesmannens miljøvernnavdeling, dels for å få vurdert omfanget av nødvendige sikrings- og utbedringstiltak, dels for å få diskutert behovet for undersøkelser og tiltak som kan avbøde ulemper ved inngrepene.

Ferdige planer blir sendt via fylkesmannen på høring til kommuner, grunneiere og rettighetshavere, fiskerisakkyndige, naturverninteres-

ser m.v. For store tiltak avgir fylkeslandbrukskontoret uttalelse med beregning av nytten ved tiltaket. Det er nå vanlig at Miljøvernnavdelingen hos fylkesmannen vurderer uttalelsene og avgir innstilling til NVE. Ikke sjelden er det aktuelt å inkludere planer om tiltak for fisket eller andre miljøinteresser.

Når nødvendige uttalelser foreligger, tar NVE stilling til bevilgningsspørsmålet. For rene forbyggingsarbeider (sikringstiltak) får NVE årlige statsbevilgninger, som blir fordelt på vedtatte anlegg.

Til senkingstiltak gir Landbruksdepartementet tilskott med midler fra Landbrukets utbyggingsfond. Tilskottet er vanligvis 70% til felles tiltak. Grunneiere eller kommuner må dekke de resterende 30%. Store senkingstiltak og kombinerte senkings- og forbyggingstiltak planlegges og utføres av Forbygningsavdelingen i NVE.

Når bevilgningsspørsmålet er avgjort, blir melding sendt via fylkesmannen til kommunene og de interesserte. Før arbeidet kan utføres, må kommunene avgi skriftlig garanti for at erstatningskrav skal være staten uvedkommende og for vedlikehold av arbeidene. De fleste tiltak utføres av Forbygningsavdelingen. Som følge av utilstrekkelige bevilgninger kan det gå flere år før et tiltak kommer til utførelse.

I forbindelse med gjennomføring av tiltakene kan det bli nødvendig med skjønn til fastsettelse av erstatninger eller pålegg av tilskuddsplikt. Dette må ordnes av kommunen eller av interessentene.

Ved større flomskader,, ras m.v., skjer det en arbeidsdeling mellom Statens naturskadefond og NVE, etter følgende retningslinjer:

Angående *erstatning* henvender skadelidte seg til sitt forsikrings-selskap når det gjelder skadeobjekter som kan forsikres mot brann. Ellers går henvendelsen til lensmannen i vedkommende distrikt, også når det gjelder mindre sikrings tiltak. Disse saker behandles av Statens naturskadefond.

Søknad om *større sikringstiltak* (opprensning, forbyggingsarbeider) sendes NVE. Henvendelser om bi-stand i katastrofesituasjoner skal alltid gis første prioritet, også når det gjelder bevilgninger.

### 3. Planleggingsprinsipper

I det følgende skal vi kort gjennomgå de undersøkelser og beregninger som må foretas i forbindelse med forbyggings- og senkingstiltak. Prinsippene er stort sett de som følger i NVE's forbygningsavdeling. Vi ser her bort fra katastrofetiltak som krever øyeblikkelig innsats med råd og ressurser.

#### *Undersøkelser*

For å planlegge sikringstiltak må vi foreta følgende undersøkelser:

Det må skaffes kart over aktuelle strekninger for å få en oversikt over elvas forløp, ørdannelser, begrensn-ning av erosjon og ras, tidligere ar-beider, fjellpartier m.v. På grunnlag av kartet må vi kunne fastlegge om-fanget av sikringstiltakene, eventu-elle faregrenser og størrelsen av om-

rådet som får nytte av arbeidet, be-byggelse, veger m.v.

Vi må ha tverrprofiler med ter-reng og karakteristiske vannstan-der, bl.a. lavvannstand og stor flom.

Grunnforholdene må bestemmes. I leirstrøk kan det bli nødvendig med omfattende geotekniske under-søkelser.

Forholdene i nedslagsfeltet og i vassdraget ovenfor den aktuelle strekning må undersøkes, bl.a. løs-masseavleiringer, faren for erosjon og ras, fare for oppdempning og flombølger og mulighetene for at elva kan ta nye løp eller om elva med fordel kan gis avløp i andre retninger.

Undersøkelse av forholdene videre i vassdraget kan også være av in-teresse, f.eks. hvis elveløpet skal legges om.

Data om flomforhold, avløpstall m.v. fås fra Hydrologisk avdeling.

#### *Planlegging av aktuelle tiltak*

På grunnlag av undersøkelser, oppgaver og beregninger av flom-vassføringer, beregning av hastig-heter m.v., foretas en vurdering av hvilke sikringstiltak som kan komme på tale. Valget er avhengig av økonomien for det enkelte tiltak, til-gang på egnet materiale, anleggs-messige hensyn, kostnader for ved-likehold, naturvern hensyn m.v.

#### *Hovedtyper av tiltak*

*Forbygning* er blitt fellesnavn på tiltak for å hindre erosjon, ras m.v. Det er ellers betegnelsen på et lag av stein eller annet materiale til forsterkning av skråninger og even-

tuelt bunn i et nytt løp. En forbygning kan også utføres som kjørbær fylling i foten av en skråning.

*Senking eller tørrlegging* er fellesbetegnelse på tiltak som omfatter senking av vannstander i elver eller vatn for å bedre utnyttelsesmulighetene for jordbruk eller boliger. Ved kanalisering forstår vi et elveløp som er utvidet, korrigert eller omlagt.

*Flomverk* er en fylling av løsmasser som legges langs elvekanten for å hindre oversvømmelse, som oftest i kombinasjon med forbygging av elvekanten. Vanligvis er fyllingen kjørbær med forsterkning på vannsiden. *Isgangswerk* er et tilsvarende verk som skal hindre oversvømmelse under isgang. *Fonnvern* brukes som betegnelse på et liknende sikringstiltak mot snøskred.

*Terskler* er lave dammer som legges inn i nye løp for å redusere fallet og påkjenningen på bunn og sider eller av naturmessige grunner. Ved ekstra stor påkjønning er det behov for hel *bunnforsterkning*.

*Litt om hva vi bruker av materiale til disse tiltak.*

*Sprengt stein* er uten sammenlikning det mest hensiktsmessige materiale til forbygninger, både av økonomiske og praktiske grunner. Masser fra steintipper kan brukes hvor påkjønningen ikke er for stor.

*Grus* kan brukes til fylling i flomverk og til filterlag for forbygninger. Ved lave strømhastigheter kan grus være tilstrekkelig som erosjonsbeskyttelse.

*Tilsåing og/eller tilplanting* er også aktuelt for sikring av øvre del av utsatte skråninger.

*Mur av betong* kommer hos oss bare til anvendelse i tettbebyggelse ved ekstra stor påkjønning, eller hvor andre særlige forhold gjør det nødvendig og regningsvarende. Muren må fundamenteres i frostfri dybde, dreneres og sikres mot vanntrykk.

Mur av prefabrikerte elementer kan ofte være en god løsning.

*Gabioner* (nettingskister med stein) har vært lite brukt hos oss, dels som følge av kostnadene, dels fordi annet materiale har vært ansett mere «naturvennlig».

*Plastmateriale* er blitt vanlig i de senere år, bl.a. til tetting i flomverk og som underlag for terskler.

#### *Beregningsgrunnlag*

For dimensjonering av sikringstiltak må følgende hensyn tas:

*Tverrsnittet* må være tilstrekkelig for bestemmende vassføringer, isforhold m.v.

*Erosjon og avlagring* må unngås.

*Side- og bunnforsterkning* må tåle aktuelle påkjønninger.

*Kostnader* for anlegg og vedlikehold må vurderes i forhold til interessene som skal beskyttes.

*Skader* på private og almene interesser må unngås. Det må tas rimelig hensyn til natur og miljø, fiske m.v. Om nødvendig må avbøtende tiltak innkalkuleres.

#### *Vassføringer, tverrsnitt*

Hvilken vassføring profilet skal dimensjoneres for er avhengig av

interessene som knytter seg til tiltaket. Det regnes ofte med 100-årsflom for bebyggete områder og 30-årsflom i jordbruksområder. Hydrologisk avdeling, NVE, kan vanligvis oppgi brukbare verdier for aktuelle vassføringer.

Det er vanlig ved prosjektering av elveløp å bruke trapesprofil med horisontal bunn, sideskråninger 1:1,5 ved steinforbygning og lave skråninger, ellers 1:2.

Ved dimensjonering er det mange forhold som tilsier at det lønner seg å regne med en viss sikkerhetsmargin, blant annet uventede strømendringer, isproblemer, dårlige grunnforhold og ras.

### *Forbygning*

For å hindre erosjon må skråninger og bunn forsterkes med stein.

Filterunderlag er nødvendig hvis grunnforholdene er dårlige eller forbygningssteinen er relativt grov og ensgradert. Filterlaget bør være 15—25 cm tykt og bestå av blandingsmasser (sand og grus). Filterduk blir nå ofte brukt.

Steinlaget legges ut og ordnes i skrånningen med maskin.

Tykkelsen på steinlaget er avhengig av påkjenningen, undergrunn m.v., men gjennomsnittet bør ikke være mindre enn ca. 0,5 m. Tykkelsen skal være størst i foten og minst på toppen.

Lengden av forbygningen bestemmes av elvas topografi. Ytterkurver sikres sammenhengende. Steinlaget avsluttes på ører, ved fjell eller andre sikre punkter.

Til forsterking av bunn kan vi bruke *terskler av stein* eller *hel bunnplastring*, på underlag av steinfilter eller filterduk.

Enkelte terskler av stein eller av løsmasser er blitt vanlig i de senere år av naturvern hensyn, i første rekke i regulerte vassdrag hvor vassføringen er redusert.

*Flomverk* legges vanligvis opp som fylling til forhøyelse av elvekantene, med sideskråning 1:1,5—1:2 på vannsiden og min. 1:2 på luftsiden. Flomverket skal vanligvis være kjørbart for anlegg og vedlikehold. Høyden avhenger av flomforhold m.v. Tetting av flomverk er enklest med bruk av plastfolie.

Flomverket sikres med forbygning på vannsiden og tilsåing på innsiden.

Drenering av innenforliggende områder må gis avløp ved nedre ende av flomverket, om nødvendig med pumpestasjon.

*Avlagringsbasseng* er nødvendig i flomløp som har stor masseføring eller hvor det må tas hensyn til ras. Det må være mulig å få tømt avlagringsbassenget.

I mange tilfelle kan det være hensiktsmessig å avslutte flomverk eller forbygninger på en slik måte at det i øvre ende blir et naturlig avlagringsområde.

*Isgangsverk* skal fungere som flomverk, men det må tåle ekstra stor påkjenning. Det må bygges av stein og grus og sikres med steinblokker.

Isforholdene i bekkeløp kan bedres ved at fallet reduseres, f.eks. med terskler.

## *Flomdemping*

Muligheten for å få etablert flomdemping ved enkle tiltak i nedslagsfeltet bør alltid undersøkes. Det kan f.eks. være aktuelt å innsnevre utløpet fra vann eller myrområder eller bygge permanente dammer.

Et vanns selvregulerende evne bestemmes av dets areal og evne til å avlede flom. Stort areal og trangt utløp gir grunnlag for god reguleringssevne og store vannmengder kan holdes tilbake.

Vassdragsreguleringer kan både ha gunstig (dempende) virkning og ugunstig (forsterkende) virkning på flomforløpet. Den første situasjon opptrer gjerne under vårfloppen når reguleringsmagasinene er nedtappet og således i stand til å oppta store deler av flommengden. Under høstflopper og ved fullt reguleringsmagasin er det derimot muligheter for at floppen økes.

Enkelte reguleringsmagasiner er innrettet med et visst flomdepingsmagasin. Dette magasin skal ikke fylles opp før en angitt dato senhøstes, bestemt ut fra det tidspunkt mulighetene for en eventuell flomsituasjon antas å være over. Andre steder er det adgang til å fylle til HRV for å kunne ta vare på flomvannet (for å nyttegjøres til kraftproduksjon), men det skal snarest mulig tappes ned til lavere, nærmere angitt høyde.

## *Senking, tørrlegging*

Ved planlegging av slike tiltak er det 2 hovedhensyn som må legges til grunn:

1. Behovet og omfanget av tørrleggingen må bestemmes, fortrinnsvis

ved kontakt med fylkeslandbrukskontorene eller kommunens tekniske etat.

2. Miljøverninteressene må vurderes, her er miljøvernavdelingen hos fylkesmannen en naturlig adresse.

Ved *kanalisering* er det ønskelig at det naturlige elveløp beholdes mest mulig, idet det tas hensyn til dalens form, grenselinjer, arealutnyttelse m.v. Løpet bør legges etter den dypeste delen av området. Den peneste linjeføring får vi med lange kurver med korte rettlinjer imellom.

Fallet bør følge terrenget. Det må vurderes i hvert enkelt tilfelle om det er hensiktsmessig å legge løpet så dypt at flomvassføringer kan holdes under terrengnivå eller å bygge flomverker (diker) på sidene. Bunnbredden bør ikke være større enn at vi alltid har en minstevannstand på 20—30 cm. Vi bør ellers prøve å opprettholde best mulig forholdet mellom lavvannstand og flom. Det kan ofte være praktisk å velge dobbeltprofil, eventuelt trauforment bunn.

Bekker og grøfter må føres ut på hensiktsmessig sted. Hvis kanalen har flomverk for å hindre oversvømmelse, må fyllingen føres inn langs bekken til flomsikker høyde. Grøfter kan eventuelt føres gjennom fyllingen og forsynes med selvlukkende ventil. Helst bør disse samles og føres ut så langt ned i vassdraget som mulig.

## *Miljøvern hensyn*

Ved større tiltak eller naturinngrep tar planlegger alltid kontakt med fagfolk innen miljøvern eller

landskapspleie. Av generelle hensyn kan nevnes:

Ved trasévalg må terrenget følges mest mulig. Profiler med stein- og gruslag må gis naturlig tilknytning til terrenget. Overskuddsmasser må utplaneres.

Øvre skråningsdeler må tilsås eller tilplantes. Terskler legges inn for å redusere skader på fisket. Utlegging av stor stein er også aktuelt.

Steinbrudd og massetak må velges slik at de ikke skjemmaer unødige i anleggsperioden, og at naturlige forhold kan reetableres.

«Fremmedelementer» som netting, plast, betongelementer o.l. bør bare brukes i unntakstilfeller, og på en slik måte at elementene kan skjules.

#### *Kostnader*

Kostnadsoverslaget for de tiltak det her gjelder er i høy grad bestemt av anleggets størrelse, lokale forhold, tilgjengelige masser, transportlengder m.v., og ikke minst av erfarne anleggsledere og maskinkjørere. Det kan antydes følgende retningsgivende priser for 1988, brukt ved Forbygningsavdelingens anlegg, utenfor tettbygde strøk:

Graving — Planering:

Kr. 20— 35 pr. m<sup>3</sup>

(bulldozer, gravemaskin, shovel).

Ferdig forbygning:

Kr. 100—130 pr. m<sup>3</sup>, sprengt stein fra eget steinbrudd, kjørelengde 5—10 km.

Forbygging av masser fra steintipper:

Kr. 60— 80 pr. m<sup>3</sup>.

Tillegg sortering kr. 25—35 pr. m<sup>2</sup>.  
Terskler, muring og betongarbeider må spesialvurderes.

#### *Tilsyn, vedlikehold*

Sikringsarbeider av den type det her gjelder er avhengig av stadig tilsyn, spesielt etter store flommer. Forbygningsfot, terskler og bunnforsterking må kontrolleres. Skader må utbedres omgående. Avlagringsbassenger må tømmes. Rydding er ofte nødvendig. Flomverk og pumpestasjoner krever ekstra tilsyn.

#### **4. Skader og tiltak i tettbygde strøk**

I byer og tettbygde strøk kan skader ved oversvømmelse, erosjon og ras bli betydelige. Vannfylte kjellere, sammenraste hus, ødelagte vegger og jernbanefyllinger er ofte resultatet av slike naturskader. Problemene må løses av berørte kommunale og offentlige etater, eventuelt med bistand fra NVE. Statens naturskadefond og forsikrings-selskapene kommer sterkt inn i bildet. Følgende momenter er vesentlige for vurdering av flomforhold m.v. i urbane strøk:

a. Ved utlegging av nye boligområder må faren for flom, erosjon og ras undersøkes. NVE kan vanligvis gi opplysninger om flomforhold. Spesialister må vurdere faren for ras.

For nye utbyggingstiltak bør områder langs vassdrag legges ut som friområder, kombinert med arbeider for å hindre oversvømmelse og utgraving.

b. Ved dimensjonering av avløp må det tas spesielle hensyn, fordi av-



renningen er påvirket av utbygging. Et pågående urbanprosjekt vil skaffe bedre data for planlegging. Ved lukking av avløp må inntaksordninger sikres. Alternative avløpsveger må vurderes for katastrofesituasjoner. Bebyggelse og veger må ikke føre til innsnevring av flomprofil.

c. Sikringstiltak i tettbygde strøk. *Oversvømmelse fra hovedelver* kan hindres ved flomverk (diker), om nødvendig med pumpestasjoner for lokalt avløp.

For *bekker og mindre avløp* må tiltakene vurderes etter flomforhold, fall m.v. Hvis plassforholdene gjør det mulig, bør det nyttes trapesprofil med gangveger på sidene. Skråningene og eventuelt bunn må forsterkes. Materialet til arbeidene må velges ut fra hensynet til stabilitet og miljø. I Mellom-Europa er sprengt stein blitt stadig mere vanlig for forsterking av skråninger og bunn. Dette gir gode muligheter for kombinasjon med tilsåing og plan-ting for å bedre miljøet. Betong bør bare brukes ved spesielle fallforhold, forsterking av gamle innretninger m.v.

Muligheten for *flomdemping* i nedslagsfeltet må alltid vurderes. Ofte kan gamle fløtningsdammer, vassinntak o.l. restaureres. I bekker med stor *masseføring* må behovet for *avlagringsbassenger* ovenfor boligområdene vurderes. Bassengene kan gi rimelig tilskudd av grus til byggearbeider. *Priser* for tiltak i byer er helt avhengig av lokale forhold. Det er alminnelig erfaring at godt plan-

lagte steinarbeider kan gi rimeligere og miljømessig vesentlig bedre løsninger enn betongmurer o.l.

## 5. Dambrudd og dambruddvarsling

Den offentlige kontroll av planer og tilsyn med utførselen og vedlikeholdet av dammer er tillagt Vassdragsdirektoratet ved Vassdragstilsynet.

De forskjellige damtyper blir beregnet og dimensjonert med stor sikkerhetsmargin for påregnelige påkjenninger. Likevel viser erfaringene at dambrudd forekommer. Norge har hittil vært forskånet for brudd på store dammer med tap av menneskeliv og store ødeleggelser. Til tross for det forholdsvis store antall dammer som er registrert i vårt land, ca. 116 betongdammer og 139 fyllingsdammer (pr. 31.12. 87) med høyde over 15 m, har vi hittil ikke hatt tilfeller av brudd på slike dammer.

I tillegg til dammer med høyde over 15 m, har vi et meget stort antall mindre dammer, anslagsvis flere tusen, som ikke er registrert. Foruten inntaks- og reguleringsdammer for mindre kraftverk (ca. 1600 stk.) er det bygget dammer for fløtningsformål, møller, sagbruk, et større antall kommunale og private vannverksdammer samt i den senere tid fiskedammer. Det har gjennom årene vært forholdsvis mange brudd på slike dammer, og da særlig på jord- og andre fyllingsdammer. Som oftest har årsaken vært at flomløpene har vært for små til å hindre overstrømming over kroken under plutselige større flom-

mer. Vassdragsdirektoratet har (pr. 1987) registrert i alt ca. 70 dambrudd i Norge siden 1907. Ved tre av dambruddene gikk det med menneskeliv, ialt 6. Skadene forøvrig har vært varierende, og de største skadene for en enkel flom har beløpt seg til rundt 12 mill. kroner. At ikke flere menneskeliv er gått tapt under de mange brudd på smådammer rundt i landet, må i mange tilfeller kunne tilskrives sammentreff av heldige omstendigheter. Enkelte dambrudd har forårsaket flommer av slik størrelse at de kunne ha ført til store ulykker om de hadde inntruffet i et av våre mer tettbygde dalfører.

Spørsmålet om en organisert varslingstjeneste for dambrudd ble tatt opp for snart 35 år siden, men en har ennå ikke kommet frem til et fast opplegg for prinsipielle bestemmelser om organisering og gjennomføring av varslingen. Flere komitéer har vært i arbeide. «Dambruddkomitéen» (komité for beredskapsmessig sikring av dammer) fremla sin innstilling i desember 1971. Denne sier at det anses nødvendig å etablere dambruddvarsling i flere av våre vassdrag. Et eget utvalg har senere laget utkast til forskrifter for dambruddvarsling, men disse er ikke blitt iverksatt.

Dameieren har ansvaret for å få frem melding om dambrudd til første meldested, hvor varsel går ut. I nærsonen — dvs. det som oversvømmes i løpet av 2 timer — skal det varsles med telefon. I fjernsonen varsler politi m.v. med biler, telefon, radio osv.

## 6. Manøvrering av magasiner

I enhver vassdragsreguleringskonfesjon heter det at vannslippingen (reguleringen) skal foregå i overensstemmelse med et av Kongen bestemt manøvreringsreglement. Dette angir de respektive magasins reguleringsgrenser, tappeforskrifter, flomavledningsforhold o.a.

Reglementet inneholder således vanligvis denne bestemmelsen::

«Ved manøvreringen skal has for øye at vassdragets flomvannføring så vidt mulig ikke økes». Det skal følgelig påses at flomløpsarrangementet er slik utformet og brukt at det ikke medfører øking av flomvannføringen i forhold til det uregulerte elveløp».

Dette siste kan ofte være vanskelig å få fastslått, da de naturlige (opprinnelige) flomforhold kan være ukjente eller vanskelig å rekonstruere. I Vassdragsdirektoratets rundskriv av 1963 (endret 16.03.72) til konsesjonssøkere påpekes nødvendigheten av at det foretas vannføringsmålinger i det urørte vassdrag for å ha grunnlag for dimensjonering av flomløpene i reguleringsanleggene. Videre heter det at konsesjonssøknaden ikke betraktes som fullstendig — og vil følgelig heller ikke bli tatt opp til sluttbehandling — før vannføringskurve er innsendt — Direktoratet har ikke fulgt opp dette konsekvent.

Når en dam bygges, skal man påse at flomvannføringen ikke økes. Tidligere laget man relativt lange overløp på dammer. Dette ble gjort for å redusere damhøyden og derved kostnadene. Det ble således byg-

get dammer med så lange overløp at selvreguleringen i vatnet ble redusert vesentlig i forhold til de tidligere forhold.

Disse forhold var tidligere ikke tillagt nok vekt. Ved oppdemming vil naturlig nok skadene som denne medfører rundt vatnet komme sterkt i søkelyset. Partene vil derfor være interessert i å dempe den flomstigningen man får på toppen av oppdemmingen mest mulig. Man hadde vel heller ikke alltid klart for seg hva dette kunne medføre av øking av flomvannføringer nedover i vassdraget, og at skadene der kan bli adskillig større enn rundt vatnet.

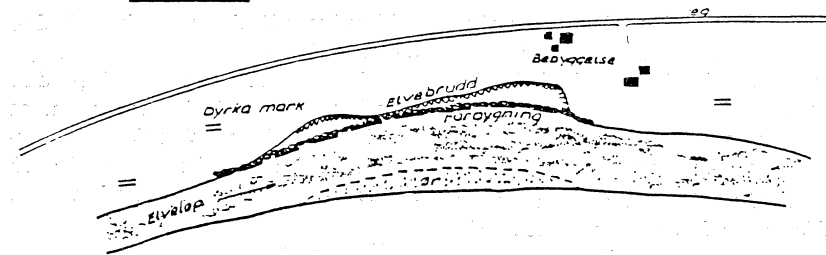
Vassdragsdirektoratet har i den senere tid innført et noe endret syn ved dimensjonering av overløp. Man er nå strengere i sine krav om at overløpene får en slik form at avløpsforholdene under flom blir så lik de naturlige som overhode mulig.

## 7. Tegninger

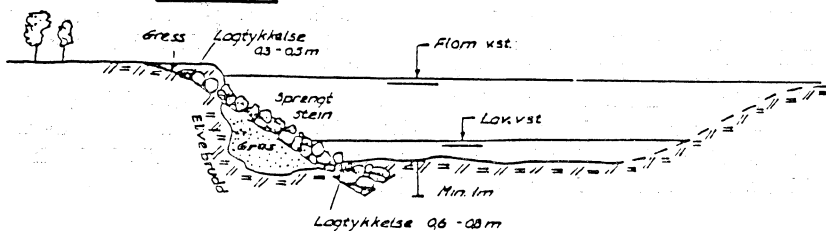
De etterfølgende figurene viser noen skisser og profiltegninger av forbygninger, kanaler, flomverk og terskeltyper.

NVE's forbygningsavdeling vil ellers kunne bistå med standardtegninger m.v. for de tiltak det her gjelder.

Forbygning, planskisse

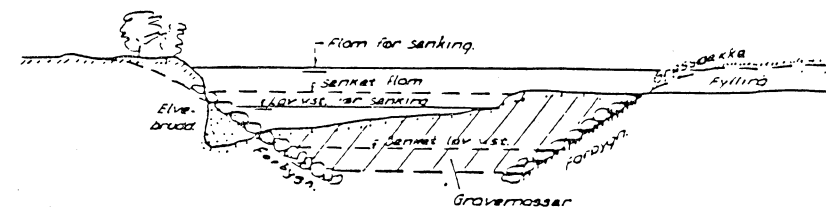


Forbygning, tverrsnitt.

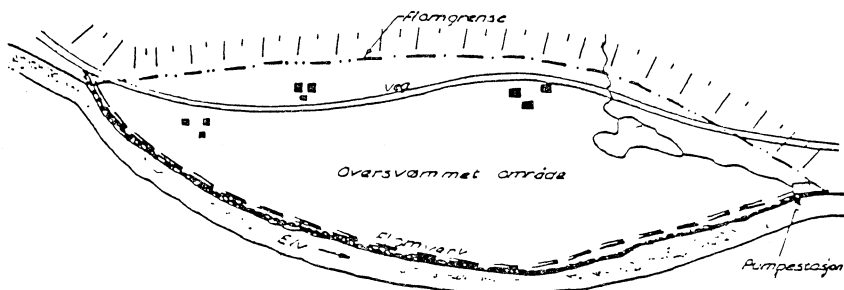


Senket, kanalisert og forbygget eivelap

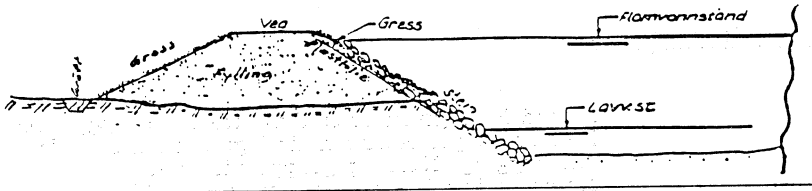
Hensikt Redusere oversvømmelse og hindre erosjon  
Tarmegge og innvinne områder



Flomverk, planskisse.

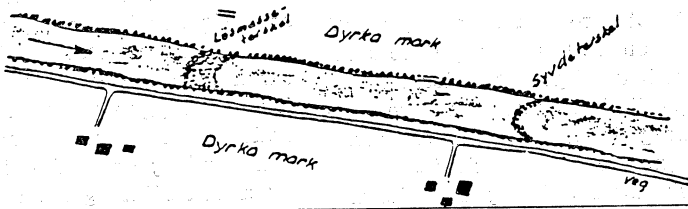


Flomverk, tverrsnitt.



Terskler. Hensikt: Hindre erosjon (bunngravning)  
Heve (av vst. naturvernansyn)  
Bedre fisketorhold m.v.

Ranskisse. Forbygget elvalop med terskler



Ekse på terskeltyper - lengdesnitt.

