GRUNNKURS I DAMTILSYN

FLOMLØP

Kursarrangør:
Vassdragsregulantenes
forening
NVE - Vassdragsdirektoratet
Vassdragstilsynet

Utarbeidet 1984 av:
Siviling. Bjarne Nicolaisen
NVE - Vassdragstilsynet

INNHOLDSFORTEGNELSE Side

1.	DEFINISJON AV FLOMLØP	1
2.	FLOMSITUASJONER	1
3.	FLOMLØPSTYPER	3
3.1	Fast overløp	3
3.2	Lukeløp	3
3.3	Bjelke- og nåleløp	4
3.4	Sjakt- og tunnelflomløp	5
3.5	Kanalflomløp	6
3.6	Sugeoverløp	6
3.7	Andre flomløpskonstruksjoner	7
4.	TILSYN MED FLOMLØP	7
4.1	Sjekkliste for tilsyn med flomløp og tilhørende konstruksjoner	9

1. DEFINISJON AV FLOMLØP

Vi har nå hørt om flommer generelt og om de flomstørrelser som damforskriftene krever at våre dammer skal kunne avlede. For å kunne gjøre dette på en sikker måte utstyres dammene med ulike innretninger for flomtapping. Det mest vanlige er faste overløp som vannet renner fritt over. Ellers er også lukeløp mye brukt, og da særlig der det er trangt om plassen og flomvassføringene er store. Lukeløp og tilsvarende innretninger må sies å være mer ømfintlige for feil og skader enn faste overløp, og de krever også en mer aktiv innsats fra personellet under flom.

Med flomløp mener vi vanligvis en overløpsdam, et lukeløp e.l. I forbindelse med tilsyn av flomløp er det likevel riktig å bruke en noe videre definisjon, nemlig hele den veien flomvannet tilbakelegger forbi dammen. Da får vi med alle forhold som kan påvirke flomavledningen og dermed også damsikkerheten. I praksis kan et flomløp derfor bestå av ulike deler, som:

- overløpsdammer og terskler
- flomluker o.a. tappeinnretninger
- kanaler, sjakter, forbygninger, plastringer
- styrtgulv og energidrepere
- vanger, ledemurer og bruer

Flomveien kan også omfatte f.eks. dybdeforholdene oppstrøms for en overløpsterskel og terreng som oversvømmes under flom. Etter behov må det også føres tilsyn med slike forhold og den betydning de har for flomavledning og damsikkerhet.

2. FLOMSITUASJONER

Det er absolutt nyttig i forbindelse med tilsyn av flomløp å prøve å danne seg et bilde av hvordan forholdene ved den enkelte dam kan være under stor flom.

Vi har nettopp hørt at flomløp skal kunne avlede "tusenårsflom" (flommer som i gjennomsnitt opptrer én gang i løpet av 1000 år) og også "påregnelig maksimal flom " (størst tenkelige flom). Ingen av oss har opplevd slike flomstørrelser, og uten egne erfaringer kan det være vanskelig å akseptere at så store flommer overhode kan opptre i virkeligheten. Vi har heller neppe noen forestillinger om hvordan forholdene vil være under slike flommer. Store flommer, som f.eks. tusenårsflommer, må sees på som store naturkatastrofer for de områder som rammes. De vil kunne føre til:

2

- sammenbrudd i kommunikasjoner og strømforsyning.

- generelt kaos og panikktilstander. Folk vil være mest opptatt med å redde seg og sitt.

- at mange vassdrag vil gå fulle av drivgods som tømmer, hele trær med rot og greiner, flytetorver, bygningsdeler og fartøyer.

Som et eksempel fra vårt eget land på forholdene under en storflom, kan vi se på hva som skjedde under den flommen som rammet store deler av Sør-Norge i 1789 og som går under navn av "Storofsen". Flommen, som antagelig var av størrelsesorden som en tusenårsflom, gjorde særlig store skader i Gudbrandsdalen. Samtidige beretninger forteller at dalsider med dyrket mark, skog og gårder raste ut og mange mennesker omkom. Lågen fikk full av drivgods, og det skal også ha vært store mengder drivgods i Mjøsa.

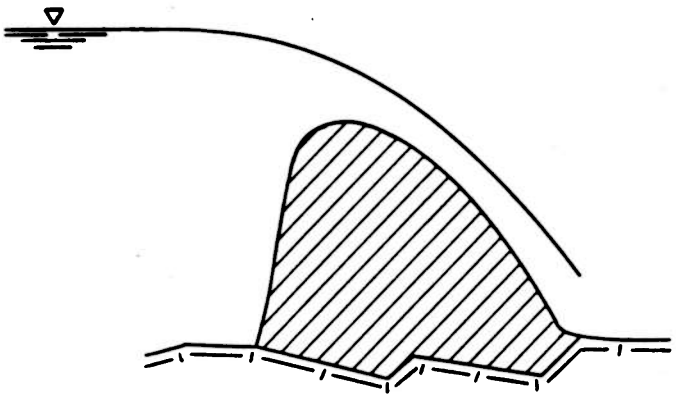
Det vil selvsagt være opp til de som konstruerer og bygger våre dammer å sørge for at dammene best mulig klarer seg uten skader og brudd under slike forhold. Likevel bør vi alle ha det klart for oss når vi fører tilsyn med dammer og deres flomløp hva en storflom virkelig er, hvilke situasjoner som kan oppstå og de påkjenninger dammen får.

3. FLOMLØPSTYPER

3.1. Fast overløp

3

Med fast overløp mener vi en fast, umanøvrerbar terskel som vannet kan renne over under flom. Fordi det ikke er noen stengeanordning kalles det også fritt overløp. Overløpet kan være plassert i selve dammen eller ute ved landfestene. En åpen kanal ved siden av dammen kan også betraktes som et fast overløp, men vi kaller dette helst kanalisert overløp.



FAST OVERLØP

Faste overløp er enkle, sikre konstruksjoner. Riktig utformet skjøtter de seg selv og trenger vanligvis ingen innsats av personell under flom. Overløpslengden er viktig her. Er overløpet smalt, eller det er delt opp av mange (bru-)pilarer på terskelen, kan det være fare for tilstopping under flom.

3.2. Lukeløp

4a
4b

Som navnet sier er dette flomløp, der flomtappingen skjer med luker. I vedlegget er det angitt luketyper som er i bruk ved norske dammer. Vanlige glideluker brukes i bunntappeløp, mens de øvrige brukes i flomløp.

Det viktigste er at man kan stole på at lukene lar seg åpne under flom, særlig ved samtidig strømbrudd, Skruespill er gjerne utstyrt med håndsveiv og hydrauliske spill med håndpumpe for manuell manøvrering i tilfelle strømbrudd. Vi må her være oppmerksom på personellbehovet og den tiden det tar å få åpnet store luker for hånd.

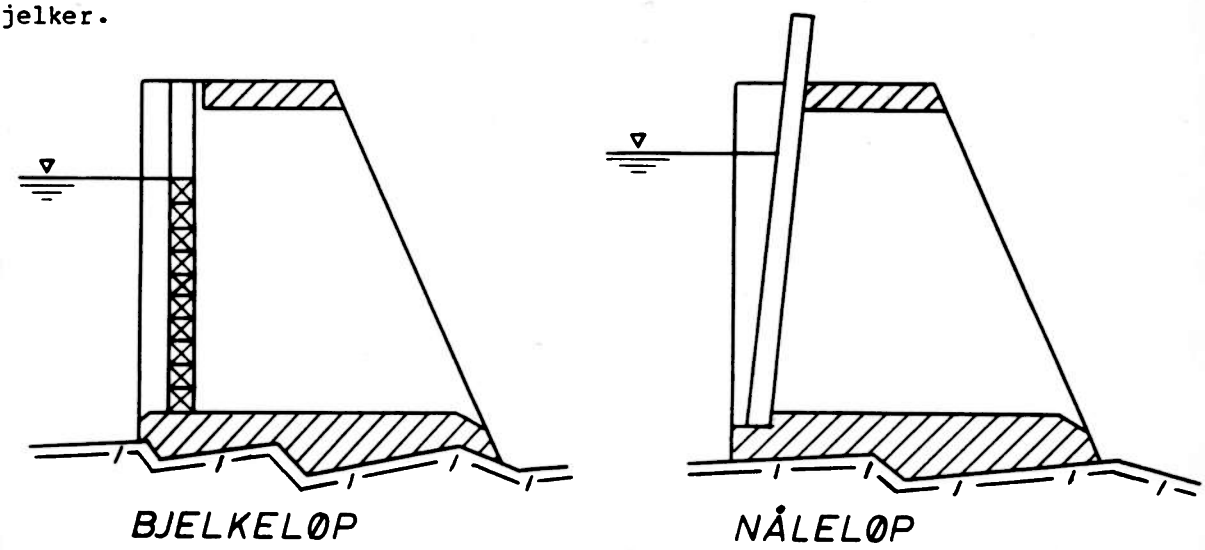
Som eksempel kan nevnes at å heve en 17 m lang og 4,7 m høy segmentluke v.h.a. håndpumpe krever ialt 8130 pumpeslag av 39 kp kraft på håndtaket. Som man skjønner er ikke dette én manns jobb.

De fleste moderne luker manøvreres hydraulisk. Luker som åpnes ved å senkes (klappe og sektorluker) kan man få åpnet ved hjelp av en ventil på det hydrauliske systemet. Ved eventuell mekanisk låsing (forrigling) må lukene heves litt for å løse ut forriglingen.

5

3.3. Bjelke- og nåleløp

Bjelkeløp er løp som stenges med liggende bjelker. Disse ligger an i føringer på sidene av løpet. Nåleløpene har stående bjelker (nåler) som nede hviler mot et anslag på terskelen og oppe gjerne mot brua over løpet.Både bjelker og nåler er vanligvis av 4" x 4" boks, men bjelkene kan også være av profilstål kombinert med trebjelker.



Begge de nevnte stenge-/tappeanordninger regnes idag å være noe gammeldagse - nåleløpene ble mest brukt i fløtningsløp - og de erstattes etterhvert med luker. Hvis de ikke åpnes i tide, kan man få problemer med manøvreringen. Særlig nålene er ikke ufarlige å manøvrere for uøvet personell.

3.4 Sjakt- og tunnelflomløp

Ofte kan det være vanskelig å legge flomløp på selve dammen (f.eks. på fyllingsdam), eller terrenget er så bratt ved begge landfester at det vil kreve svære sprengningsarbeider å få etablert et vanlig flomløp. Det kan da være praktisk å lede bort flomvannet i sjakt/tunnel. Der man i alle fall har sprengt omløpstunnel i forbindelse med dambyggingen, har man gjerne ført sjakten ned til denne tunnelen. Dette har gitt en enkel løsning uten store landskapsmessige inngrep. Selve innløpet til sjakten kan være et vanlig fast overløp, f.eks. i forbindelse med en kanal eller det kan være en sirkelformet overløpsterskel rundt innløpet til en loddsjakt. Denne løsningen er brukt ved Venemodammen i Tokke-verkene.

Selv om løsningen med sjakt og eventuell tunnel kan være enkel å gripe til ved visse damsteder og damtyper, så er den ikke uten problemer. Forhold som er særlig fremtredende:

- den vassføringen et sjakt-/tunnelsystem kan avlede øker lite med økende vannstand i magasinet, når systemet først går for fullt. Hvis man får større flom enn flomløpet er beregnet for, kan det føre til stor flomstigning i magasinet og i verste fall til overtopping av dammen.

- faren for at drivgods skal føre til tilstopping er større her enn ved vanlige frie overløp.

- luftinnblanding i vannet kan gi kraftige (eksplosjonsartede) utblåsinger som kan medføre ekstra påkjenning på flomløpskonstruksjonene.

- sjakter og tunneler er ofte lite tilgjengelig for insepeksjon.

Det har i den senere tid vært foreslått å lage flomløpssjakter med relativt slakt fall og med så stort tverrsnitt at flomavløpet renner som en elv i stryk inne i sjakten. Utførelsen med fritt vannspeil hindret store luftutblåsinger, den vil gi mindre fare for tilstopping og være lettere å inspisere.

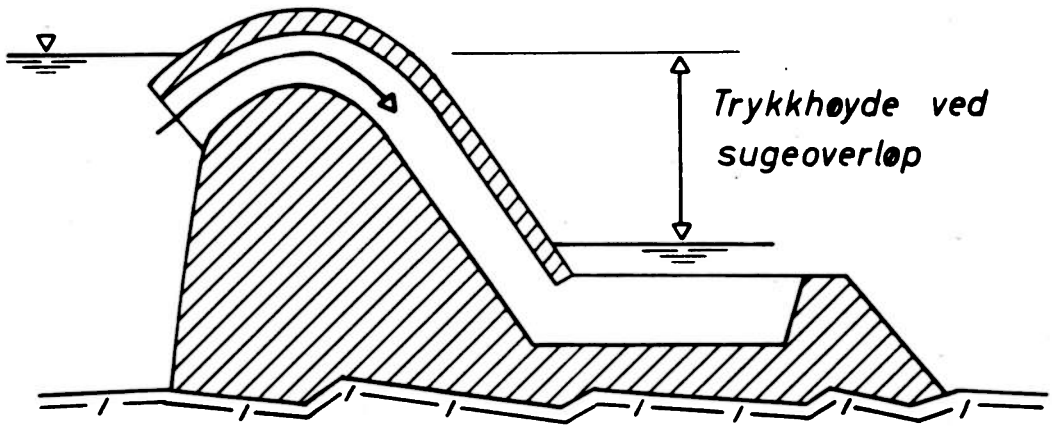
3.5 Kanalflomløp

Særlig i flatt terreng kan det være praktisk å avlede flomvassføringen i kanaler. Disse kan både gå i fjell og i løsmasse. Det siste krever omhyggelig plastring mot erosjon.

3.6. Sugeoverløp

8

Dette er en egenartet type flomløp, som bare er brukt ved noen få norske dammer.



SUGEOVERLØP

I prinsippet består det av et lukket (rør- eller kulvertformet) løp mellom oppstrøms vannspeil og et oppdemt basseng i nedstrøms damfot. Når vannstanden stiger over terskelen virker flomløpet til å begynne med som et fast overløp, der avløpet bestemmes av vannstandshøyden over innløpsterskelen. Etterhvert som flomløpstverrsnittet fylles helt med vann og luften fordrives, endrer tappingen karakter. Nå er det ikke lengre vannstandshøyden over innløpsterskelen som bestemmer avløpet, men hele trykkhøyden mellom vannstanden i magasinet og vannstanden i nedstrøms basseng. Dermed øker vannhastigheten i løpet og selvsagt også tappekapasiteten voldsomt. Denne sugevirkningen, som har gitt flomløpet sitt navn, kan man avbryte etter ønske. Det er vanligvis plassert en lufteventil på toppen av løpet. Når den åpnes, slipper luft inn i systemet, og det virker igjen som et fast overløp.

Sugeoverløp utføres som betongkonstruksjoner, og den kraftige sugevirkningen og vannhastigheten kan føre til erosjon hvis betongkvaliteten ikke er god nok og vannveien ikke er riktig utformet strømningsmessig.

3.7. Andre flomløpskonstruksjoner

Der flomvannet faller ned fra større høyde, kan det være nødvendig å anordne styrtgulv for å hindre skader på terrenget (oppbrekking/-utgraving). Et slikt styrtgulv kan bestå av armert betong, tømmer eller grove blokker. Styrtgulv utsettes for store krefter både ved at vannet faller ned direkte på gulvet og ved at gulvet kan underspyles p.g.a. kraftig turbulens og sug.

Særlig ved lukeløp kan man bruke energidrepere nedstrøms - ofte i forbindelse med styrtgulv - for å rive opp en kompakt vannstråle og hindre at den angriper terrenget nedstrøms altfor konsentrert.

Ved mange fyllingsdammer legges overløpet ved det ene landfeste, atskilt fra damfyllingen med en forstøtningsmur (vangemur). Denne kan så forsette som en ledemur videre nedstrøms forbi dammen. Murene er vanligvis av armert betong og de kan utgjøre store konstruksjoner. Ved eldre jord og murdammer finnes det også forstøtningsmurer av stein.

Muren kan utsettes for slagpåkjenninger under tapping (is, drivgods), de kan få telekrefter fra damsiden (fyllingsdammer av telefarlige masser) og flomvannet kan underspyle fundamentene.

4. TILSYN MED FLOMLØP

Flomløpskonstruksjoner skiller seg fra dammene forøvrig på grunn av sitt bruksområde og ved at de utsettes for mer urolige (dynamiske) påkjenninger enn selve damkroppen, som stort sett har rolig (statisk) belastning.

Det kan være praktisk å si at tilsynet med flomløp i hovedsak skal omfatte tre forhold:

- at vannveien er åpen og fullt effektiv.

9

- at materialtilstand og vedlikehold er i orden.

- at alle tappeinnretningene lar seg manøvrere som forutsatt.

Disse punktene kan ikke skilles klart fra hverandre, og det er heller ikke så viktig. Det som teller er at man tar hensyn til alle forholdene når man fører tilsyn med flomløp.

Vannveien bør inspiseres både under flom og tørrlagt, slik at man får oversikt både over de belastninger som opptrer og den virkningen de har. Ved sjakter og tunneler kan det være nødvendig å lense før man kommer til, og inspeksjoner på slike steder kan derfor bli noe sjeldne. Det samme gjelder der det står bakvann på flomløpets nedstrømsside. Det kan også her bli nødvendig med spesielle tiltak for å få inspisert forholdene. Hva som vil være nødvendig må vurderes i hvert enkelt tilfelle.

Materialtilstand og vedlikehold gjelder ikke bare betong, mur, tre og stål, men også plastringer, fjellfundament og kanal og sjaktoverflater. Overløpsteskler er ofte lave og lette konstruksjoner og derfor særlig utsatt for krefter fra istrykk og fra dynamiske krefter under tapping. Ellers skal man her som ved dammer forøvrig være oppmerksom på alle former for nedbryting (forvitring, oppsprekking, utvasking, korrosjon, råte), mekaniske skader (knekking, knusing o.l) og deformasjoner (setninger, utbøyninger).

Kontroll av tappeinnretninger omfatter ikke bare luker, bjelkestengsler o.l., men også opptrekk, spill, reserveutstyr for manøvrering, elektrisk utstyr, platekasser, leidere m.v.

Tilstand (skader, korrosjon m.v.) kontrolleres og det foretas prøvemanøvrering etter fastsatt program. Der det er flere luker, hender det at bare en eller endel av lukene brukes noenlunde hyppig. Derfor er det viktig at alle prøves med visse mellomrom. Smørerutiner kan kombineres med det periodiske tilsynet eller følge egne rutiner.

4.1. Sjekkliste for tilsyn med flomløp og tilhørende konstruksjoner

Etter behov kontrolleres ved

- betongkonstruksjoner:
  - forvitring, oppsprekking, avskalling, knusning, utbøyning

- trekonstruksjoner:
  - råte
- - brekkasje, slitasje, dårlige skjøteforbindelser og løse forankringer

- murte konstruksjoner:
  - løse steiner, utrasinger
  - løs fugetetning
  - nedbryting av stein
  - deformasjoner

- plastringer:
  - brudd, siging, løsning av forankringer
  - utvasking av underliggende finere masse
  - nedbryting av stein

- fjelloverflate utsatt for strømmende eller fallende vann:
  - oppbrekking, nedbryting, underspyling av konstruksjoner

- luker m.v.:
  - mekaniske skader, fremmedlegemer
  - korrosjon, råte m.v.
  - løse eller slitte tetningslister, utetthet
  - tilstand av elektrisk utstyr
  - tilstand av hydraulisk utstyr, lekkasjer
  - smørebehov
  - prøvemanøvrering

- vannveien:
  - oppslamming, utrasing, synkegods og drivgods (tømmer, flytetorv o.l.) som reduserer tappekapasiteten (særlig uheldig i sjakter). Vær også oppmerksom på drivgods ute i magasinet, som kan drive inn til flomløpet under flom.
  - tilgroing
  - erosjon

1. Overstrømmede luker

Lukene er lukket i øvre stilling og åpnes ved å senkes. De brukes i fløtningsløp og i flomløp der det skal være anledning til fløtning, og de er også egnet til finregulering av tappingen.

1.1 Sektorluke

I åpen tilstand ligger luken senket ned i en egen sektorgrube. Luken kan p.g.a. utformingen gi visse strømningsproblemer med ustabilitet og vibrasjoner. I dag erstattes den helst med klappeluke.

Luken har tosidig opptrekk. Ekstra store luker manøvreres uten opptrekk, men med innvendig vasstrykk mot ryggplaten. Trykket reguleres med en egen rørluke. Slike store sektorer kalles sektordammer. Hunderfossen dam har en slik.

1.2 Klappeluke (klappe)

Vanlig fløtningsluke i dag. Utføres gjerne torsjonsstiv med ensidig opptrekk. Dette gir en statisk oversiktlig og ryddig konstruksjon.

1.3 Vaggeluke, se under 2.4.

2. Understrømmede luker

Lukene åpnes ved å trekkes opp, og har derfor vanligvis dykket utløp. De kan bare brukes til fløtning der de kan trekkes helt opp til fritt utløp.

2.1 Glideluker

Den vanligste luketypen. I dammer helst i bunnløp. Det er enkle, stabile luker som kan tåle tapping ved høyt trykk. I moderne utforming lages de som en massiv stålplate (f.eks. 8-10 cm tykk) uten dragere, ribber m.v.

2.2 Rulleluke

Planluke som går på hjul. Dette gir liten friksjon og gjør at luken kan utføres med stort lukeareal. Den er ikke egnet til tapping under høyt trykk. Vanlig inntaksluke, men også brukt i flomløp. Stoney-luken er en variant.

2.3 Segmentluke

Vanntrykksresultanten går gjennom dreielageret og gir ingen direkte opptrekkskraft. Luken er derfor relativt lett å manøvrere selv ved store dimensjoner. Samtidig er strømningsforholdene ved tapping gode, og luken er meget brukt til flomtapping. Også brukbar ved tapping under høyt trykk.

2.4 Vaggeluke

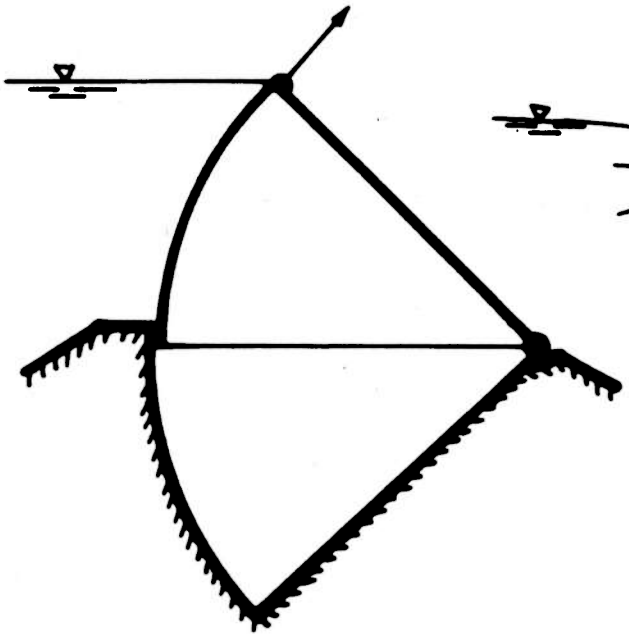
Segmentluke som også kan senkes ned (skjoldet subber mot terskelen) og brukes som fløtningsluke. Bare to vaggeluker i Norge, og de har delvis gitt problemer med stabilitet og tetning. Luken kan løftes helt opp til fritt utløp.

2.5 Valseluke

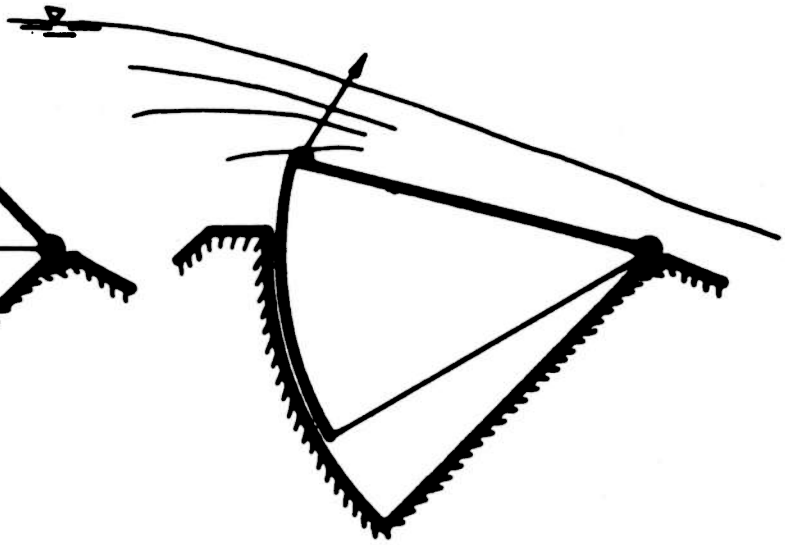
Brukt på endel eldre dammer. En tung konstruksjon som ikke lages mer i dag.

LUKER – PRINSIPPSKISSER

SEKTORLUKE

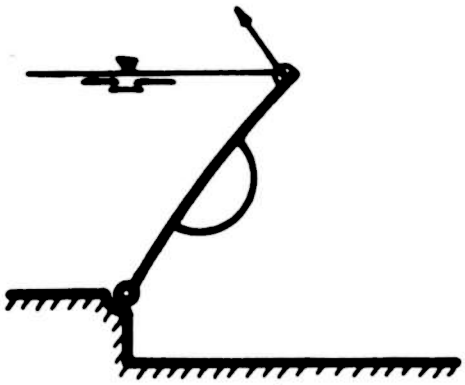


STENGT

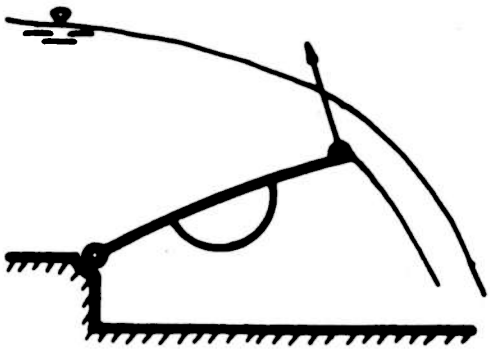


TAPPING

KLAPPELUKE

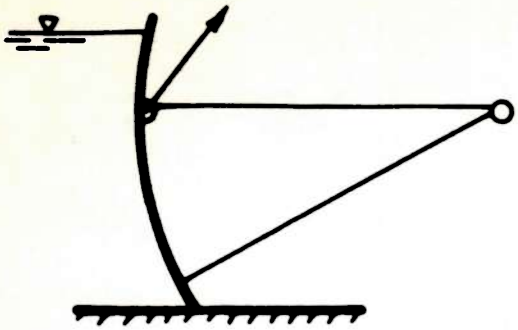


STENGT

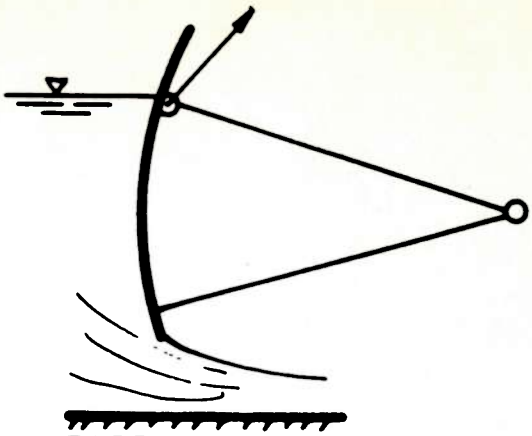


TAPPING

SEGMENTLUKE

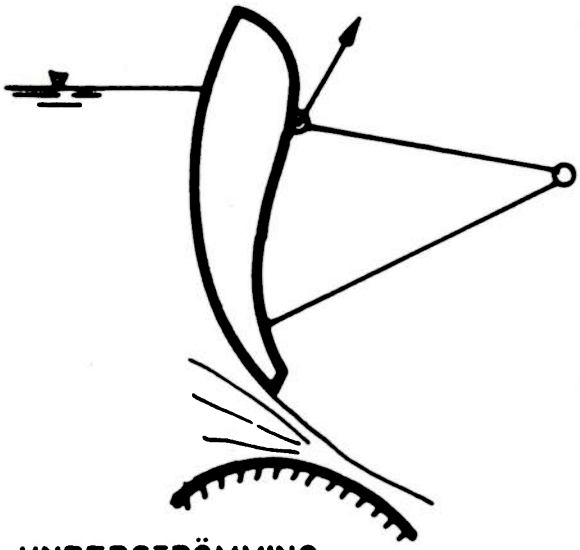


STENGT

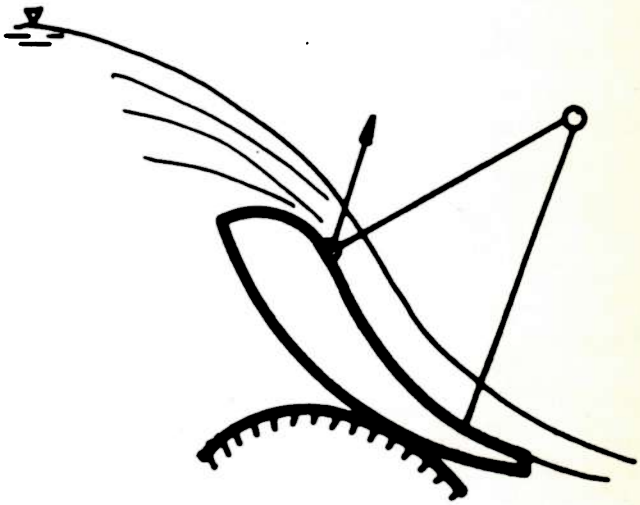


TAPPING

VAGGELUKE

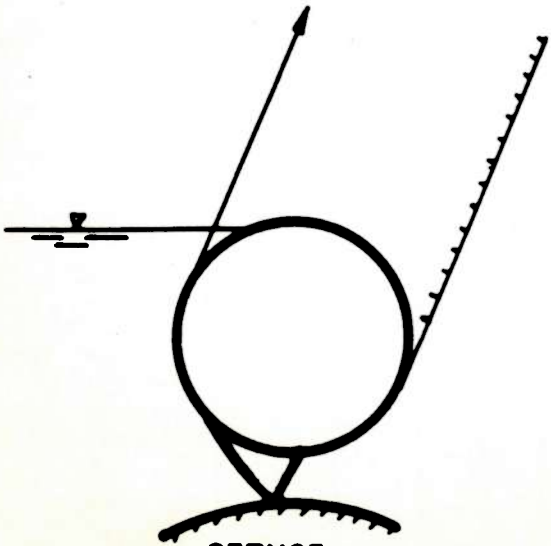


UNDERSTRÖMMING

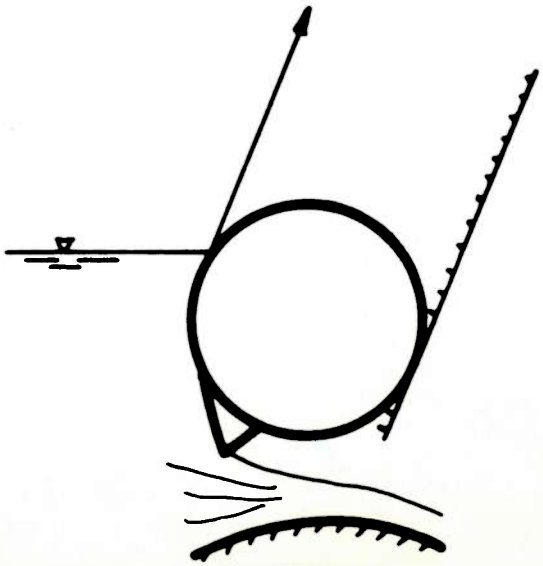


OVERSTRÖMMING

VALSELUKE



STENGT



TAPPING