

1x

Binnely

**INSTITUTT FOR HYDROTEKNIKK
NORGES LANDBRUKSHØGSKOLE**

Stensiltrykk nr. 8/1980.

KANALISERING OG SENKINGSANLEGG.

**Department of Agricultural Hydrotechnics
Agricultural University of Norway**

1432 Ås - NLH

Stensiltrykk nr. 8/1980.

KANALISERING OG SENKINGSANLEGG.

av

Einar Myhr

Forelesninger i kurset HT 6. Senkingsanlegg.

Ås-NLH, mars 1980.

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
I	INNLEDNING 1
II	RETTLIGE FORHOLD 1
III	SAKSGANG. PLANENS OMFANG 4
IV	FORBEREDENDE ARBEID 5
	1. Kartmateriale 6
	2. Orientering 7
V	ARBEIDET I MARKA 7
	1. Kartlegging 7
	2. Utstikking, måling og plugging 11
	3. Nivellering 15
	4. Kanalens nedslagsfelt 15
	5. Grunnundersøkelser 16
VI	PROSJEKTERING 17
	A. Tegning av kart og profiler 17
	B. Åpne løp, kanaler 19
	1. Hydrologisk dimensjoneringsgrunnlag 20
	2. Kanalens djup 22
	3. Fall og hastigheter i kanaler 25
	4. Kanalens tverrprofil 27
	5. Dimensjonering 30
	6. Beregning av gravevolum 37
	C. Lukka avløp, rørledninger 39
	1. Rørmaterialet 40
	2. Dimensjonering 43
	3. Bortledning av overflatevatn. Brønner 45
	4. Inn- og utløpsåpninger 50
VII	SIKRINGSARBEIDER 52
VIII	KOSTNADSOVERSLAG 56
IX	PLANENS UTSTYR 56
X	KOSTNADSOVERSLAG 59
XI	OM TØRRLEGGING I LOV OM VASSDRAGENE 63

I INNLEDNING.

Med begrepet kanalisering og senkningsarbeid forstår en i første rekke arbeid med etablering av hovedavløp for drenering. Det kan være åpne kanaler, rørlagte avløp eller pumpeanlegg for løfting av vatn ved vanskelige fallforhold. Hensikten med slike arbeider kan være å forbedre dreneringen av allerede dyrka jord eller å innvinne ny jord ved tørrlegging av myrer, senkning av sjøer eller inndemming av lavtliggende sjø- eller sumparealer.

Det foreligger ikke statistiske oppgaver over behovet for slike arbeider her i landet. Ved hjelp av statlige støtteordninger og den maskintekniske utvikling, er det i årene etter krigen utført betydelige kanalisering- og senkningsarbeider. Dette gjelder spesielt anlegg med naturlig fall, men vi har også fått en rekke inndemningsanlegg med pumpedrift.

Sammenliknet med våre naboland er senkning og inndemming med pumper lite nyttet. Men en stadig større del av våre dyrkbare jordreserver i lavlandet ligger i områder med vanskelige fallforhold og hvor en løfting av vatnet med pumper er eneste alternativ ved skikkelig tørrlegging.

Med det store utbud av teknisk utstyr og med relativt god tilgang på elektrisk kraft, skulle forholdene ligge godt til rette for betydelige innvinninger på dette området. Dette gjelder både lavtliggende arealer inne i landet og også områder langs kysten hvor det er store arealer som oversvømmes temporært ved flo sjø eller ligger for lavt i forhold til havnivået til at en kan få fullgod tørrlegging ved vanlig grøfting.

II RETTSLIGE FORHOLD. OVERSIKT.

Selv mindre arbeider som bare har interesse for en enkelt bruker, kan få følger for naboer, både gode og skadelige. Før en går til planlegging av slike anlegg, må en ha kjennskap til den rettslige siden ved forholdet. Dette er, også for vanlige senknings- og tørrleggingsarbeider i jordbruket, fastsatt i Lov om vassdragene av 15. mars 1940. Bestemmelsene er delt i to hovedavsnitt. De første (§§ 25-29) omhandler mindre arbeider, delvis enkeltgrøfter, mens de andre (§§ 30-31) angår større

tørrleggingsarbeider.

Iflg. loven kan de første utføres etter avgjørelse ved skjønn, mens det for de siste trengs tillatelse av Kongen (konesjon). Fra 1963 har Kongen delegert avgjørelsesmyndigheten når det gjelder tillatelser i henhold til vassdragsloven til Landbruksdepartementet for de saker som fremmes med tilskott derfra. Tilsvarende avgjørelsesmyndighet er delegert til Industridepartementet for større tiltak som fremmes gjennom Vassdragsvesenet.

Når en ved grøfting ikke får avløp for vatnet på egen grunn, har en etter vassdragsloven rett til å lede vatnet gjennom annenmanns grunn. Vilkårene for dette skal avgjøres ved skjønn. Skjønnen kan også bestemme hvor grøftene skal gå, og størrelsen av dem, om de skal være åpne eller lukka og når de skal graves. Dessuten avgjør skjønnen om grunneieren som får grøftene på sin eiendom har krav på erstatning, eller om han selv har så stor nytte av grøftene at han skal delta i utgiftene til anlegg og det framtidige vedlikehold.

Det nevnte skjønn skal styres av lensmannen (lensmannsskjønn). Dette er et underskjønn, og det kan innen 4 uker kreves overskjønn. Dette blir styrt av en fagdommer (sorenskriver). Planleggeren kan ikke delta som skjønnsmann, men vil som regel bli tilkalt som sakkyndig.

Når det aktes iverksatt større tørrleggingsarbeider til innvinning eller forbedring av jord, hjemler loven adgang til at interessentene dannet et såkalt "grøftingslag" (grunneierlag) som skal ta initiativ til forberedelse og utføring av arbeidet, samt ha ansvaret for det framtidige vedlikehold av anlegget. Laget bør ha en formann og et styre, bestående av minst 3 medlemmer, som skal forestå de daglige forretninger. Ved siden av og til supplerende av vassdragslovens bestemmelser, bør laget også ha egne vedtekter. Planleggeren bør være behjelpelig med konstitusjonering av grøftingslaget.

Ved større senkningsprosjekt som vedrører flere grunneiere og ikke alle grunneiere eller rettighetshavere som vil dra nytte av anlegget ikke vil delta, sier loven at Kongen etter søknad kan fastsette at de som ikke vil være med skal ha plikt til å

yte tilskudd til arbeidet. Den eller de grunneire som begjærer tilskuddsplikt må representere mere enn halvparten av den påregnede fordel ved prosjektet. Dessuten bør ikke tilskott fastsettes med mindre det med sikkerhet ventes at de fordeler tiltaket vil medføre for den som plikten blir pålagt, i betydelig grad overstiger den sum som skal svares i avgift eller annet tilskudd. Når en kommune vil sette et slikt arbeid i verk, kan tilskuddsplikt pålegges etter søknad fra kommunen uten samtykke fra grunneire eller rettighetshavere.

Det heter videre at enhver som er pålagt tilskudd, skal delta i utgiftene ved utførelsen og fremtidig vedlikehold av de deler av tiltaket som er til nytte for ham. Tilskuddet utregnes forholdsvis etter verdien av den forbedring som hans eiendom eller rettighet oppnår ved tiltaket. Som forbedring ansees økning av jordas avkastningsevne under høvelig drift. Når jorda har vesentlig verdi til utvinning av brenntorv eller torvstrø eller som byggetomt, opplagsplass, øvingsplass eller lignende, skal også økning av denne verdi medregnes.

Enhver interessent som ikke uttrykkelig går med på forslaget kan fri seg for deltagelse og tilskudd ved å avstå sin rett til den forbedrede del av eiendommen mot erstatning etter skjønn for verdien i den tidligere tilstand. Erstatning for jord kan gis i form av jord, når den for eieren har samme bruksverdi som den han avstår. Loven gir greie retningslinjer for fremgangsmåten i slike tilfeller.

Twist om tilskudd skal avgjøres ved skjønn. Likedan avgjøres ved skjønn hvor stor part av utgiftene som faller på de enkelte.

Når det gjelder forundersøkelser, er enhver grunneier eller bruker iflg. loven pliktig til å finne seg i at de nødvendige forarbeider, målinger og undersøkelser for planlegging av tiltak blir utført på hans grunn. Det skal gis erstatning etter skjønn for eventuell skade. Når eier eller bruker bor på eiendommen, skal han så vidt mulig få melding om undersøkelsen i god tid i forvegen. Betingelsene for nevnte plikt er likevel at den som skal foreta undersøkelsen, på forhånd har fått tillatelse til det av lensmann (politimesteren). Når undersøkelsen ikke utføres av staten, skal det før godkjenning blir gitt, kreves stilt

garanti for skader om ikke lensmannen etter forholdene finner det unødvendig.

III SAKSGANG. PLANENS OMFANG.

Det gis i dag statlig tilskott til lukking og senkningsarbeider. Reglene for dette omfatter:

- a. Åpne og/eller lukka avløp med formål å tørrlegge vassjuk jord, sikre mot vasserosjon, eller gi bedre arrondering og utnytting av dyrka og dyrkbar jord.
- b. Tørrlegging ved senkning eller utestenging av vatn.
- c. Nødvendig ombygging og utviding av eldre anlegg.

Det forlanges at arbeidet er planlagt av fylkesagronom eller annen planlegger som landbruksselskapet kan godkjenne.

De fleste mindre kanalisering- og senkningsanlegg blir i dag planlagt av herredsagronomer, mens større anlegg som regel blir tatt hand om av fylkesagronomer, vanlig i samarbeid med herredsagronomen i vedkommende distrikt.

Arbeider i større vassdrag som både kan tjene flomsikring og tørrlegging for jordbruksformål, blir som regel prosjektert og delvis utført av Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen.

Landbruksdepartementet har også Statskonsulent i senkningsarbeid som kan være behjelpelig ved prosjektering, helst ved større og vanskelige arbeider.

Ved søknad om statstilskott til senknings- og lukningsarbeider skal planen bestå av:

- a. Kart eller flyfoto i høvelig målestokk med fastmerker, høgdekoter, eller -tall, eiendomsgrenser, vassløp, bebyggelse etc.
Pelelinjer, planlagte arbeider og grense for interessert areal skal også inntegnes.
- b. Lengde- og tverrprofil i høvelig målestokk, der nåværende situasjon og planen er inntegnet.
- c. Nødvendige detaljtegninger.
- d. Beskrivelse av arbeidet.

- e. Kostnadsoverslag
- f. Oversikt over interessert areal og fordelingen på de enkelte interessenter.
- g. Vurdering av den totale nytten ved tiltaket og av eventuelle ulemper som tiltaket antas å medføre.

Det forlanges videre at søknaden skrives på godkjent skjema. Som vedlegg til planen må følge:

- a. Plan for arbeidet.
- b. Avtale om kostnadsdeling m.v. dersom søknaden gjelder et fellesanlegg, alternativt annen dokumentasjon av at kostnadsfordeling og vedlikehold er eller vil bli betryggende ordnet.
- c. Skriftlig samtykke fra eventuelle utenforstående som blir berørt av arbeidet, herunder Statens vegvesen eller Norges Statsbaner. Alternativt annen dokumentasjon av at forholdet er eller vil bli ordnet.
- d. Utskrift av kommunestyrevedtak om garanti dersom tiltaket etter planleggerens vurdering antas å volde skade for tredjemanns interesser, eller dersom søkerne eller innvilgningsmyndigheten anser det nødvendig med garanti.
- e. Vedtekter for grunneierlag.

Søknad om tilskott til tiltak på enkeltbruk sendes gjennom jordstyret til landbruksselskapet som avgjør søknaden.

Dersom tiltaket berører andre eiendommer eller interessenter enn søkeren, eller dersom tiltaket er et inndemmingsanlegg, skal søknaden forelegges departementet før den innvilges.

IV FORBEREDENDE ARBEID.

En planlegger som får i oppdrag å prosjektere et senkningstiltak må først orientere seg om hva som foreligger av kartmateriale over området. Videre må det foretas en orienterende befarings for å få klarlagt prosjektets omfang og forhold omkring dette.

1. Kartmateriale.

Ved alle senkningstiltak er det nødvendig med godt kartmateriale. For bestemmelse av nedslagsfeltets omfang og topografi er det bruk for oversiktskart i høvelig målestokk. Videre skal det til planen vedlegges kart (plankart) over interessert areal og de arbeidene som skal utføres.

Norges Geografiske Oppmåling har ansvaret for hovedkartverket her i landet. Den årlige kartkatalogen gir en ajourført oversikt over dette kartverket. Dette er karter i forholdsvis liten målestokk og som kan være utmerkede oversiktskart, spesielt ved noe større arbeider. Viser spesielt til de nye gradteigkartene i målestokk 1:50 000 og ekvidistanse 20 m. Videre foreligger det ved de største tettsteder Omlands- (omegns-)kart i målestokk 1:25 000 - 50 000.

Systematisk kartlegging av landet i økonomisk målestokk startet etter stortingsvedtak i 1964. Det økonomiske kartverket omfatter karter i målestokk 1:5 000 og 1:10 000. Det reknes med at kartverket vil dekke halvparten av det totale landareal. Disse karter har stor detaljrikdom og egner seg utmerket til oversiktskart.

Direkte bruk av flybilder blir også en del brukt i planleggingsarbeidet. Disse kan også gi gode opplysninger om jordas fuktighetsforhold. Fuktig mark reflekterer mindre lys enn tørr mark. Tørr jord får derfor en lysere fargetone på bildene enn fuktig jord. Gamle grøftesystemer og deres funksjon kan komme fram, da grøftene viser seg som lysere striper på bildene.

Ved å bruke flybilder som overlapper samme område, kan en ved hjelp av stereoskopiske briller finne vasskiller og avgrense nedslagsfelter.

NGO's karter er å få kjøpt hos antatte kartforhandlere, vanligvis bokhandlere, jernbanens kiosker og i turistforeninger. NGO har ikke vanlig detaljsalg av karter, mens stats-, fylkes- og kommunale institusjoner m.fl. kan likevel tinge kart til eget bruk direkte i NGO's kartsalg, adresse: Postboks 8153, Oslo-Dep., Oslo l.

Den økonomiske kartlegging organiseres og administreres av fylkene. For tiden arbeides det med et kartkontor i hvert fylke. Norges Geografiske Oppmåling ved avdeling for økonomiske kartarbeider koordinerer arbeidet sentralt og forestår generell kartkontroll. Henvendelser om økonomiske karter kan sendes denne avdeling eller kartkontorene i vedkommende fylke.

2. Orientering.

Planleggeren bør ta kontakt med den eller de grunneiere som har tatt initiativet til arbeidet for en orienterende befaring.

Under befaringen bør en få klarlagt omfanget av prosjektet, hvor mange grunneiere som er interessert og hvordan arbeidet helst bør legges opp. Det kan være til hjelp for det videre arbeid om det under befaringen blir tegnet kroki over området.

Hvis det gjelder prosjekter med flere grunneiere, kan det være nyttig i samme forbindelse å sammenkalle interessentene til møte for å få fremlagt de enkelte grunneieres syn på prosjektet.

Ved større prosjekter hvor det er nødvendig med grunneierlag, bør planleggeren være behjelpelig med dannelse av dette.

Det er også nyttig på et tidlig stadium å undersøke hva som finnes av hydrologiske data for vurdering av avrenningsintensiteter. Her vil en kunne finne nyttige opplysninger i Institutt for hydroteknikkens avrenningsundersøkelser i mindre vassdrag, samt Meteorologisk institutts publikasjon Nedbøren i Norge. Disse får en ved å henvende seg til de respektive institutter.

V. ARBEIDET I MARKA.

1. Kartlegging.

Det er av flere grunner nødvendig med kart over det interesserte området (plankart).

Etter departementets Regler for tilskott til senkning- og lukkingsarbeider, blir det forlangt at planen bl.a. skal bestå av kart eller flyfoto i høvelig målestokk med fastmerker, høgdekoter eller -tall, eiendomsgrenser, vassløp, bebyggelse etc.

Når flere grunneiere går sammen om et kanaliserings- eller senkningsprosjekt, skal kostnaden fordeles etter den nytten hver enkelt har av prosjektet. Hvis andre forhold ikke kommer inn, blir dette gjort på grunnlag av størrelsen på det forbedrede areal og graden av forbedring. Ved en slik fordeling er det også nødvendig med gode kart for arealebstemmelser.

Ofte kan ikke kanaler eller andre avløp stikkes ut direkte i marka. Dette gjelder spesielt i gamle får med sterke serpentin-dannelser og uoversiktlig terreng. I slike tilfeller er det mest hensiktsmessig å fastlegge løpene på kartet og siden sette disse ut i terrenget.

Ved senkningsanlegg under vanskelige fallforhold - f.eks. store flate myrstrekninger - er det ofte at en først etter oppmåling og bestemmelse av myrddybde at en kan bestemme hvor avløpene skal ligge.

Ellers er det også nødvendig for senere lokalisering og vedlikehold av anlegget at det blir utarbeidet skikkelige karter i forbindelse med prosjekteringen.

Oppmålingsarbeider bør utføres med tachymeter, og det bør helst brukes lukket polygon. I mange tilfeller er områdene meget lange i forhold til bredden, slik at polygon faller uhensiktsmessig. I slike tilfeller kan "polygonpunktene" innpasses i rette linjer, slik at en på denne måte kan få en viss kontroll med målingene. Hvis det faller naturlig, kan det sluttet lukkede drag til slike linjer. Polygonpunktene bør avmerkes skikkelig, slik at en siden kan komme igjen for kontroll- eller suppleringsmålinger.

Det betyr lite hvor en legger utgangspunktet, men det kan være hensiktsmessig å begynne alle målinger på samme sted og da fortrinnsvis i avløpets laveste parti.

Da det som regel er begrensede lokale partier en her har og gjøre med, er det ikke nødvendig å knytte polygonen til landsnettets koordinater. Høgden trenger heller ikke nødvendigvis å referere seg til havets nivå. Det er vanlig at en ved utgangspunktet setter en vilkårlig høgde. Denne må settes så stor at en ikke i noe tilfelle får negative verdier.

Ved det senere opptegningsarbeid er det ikke vanlig med koordinatberegninger av polygonen. En anser det tilstrekkelig nøyaktig at punktene blir avsatt grafisk. Men for å unngå vinkelfeil, er det derfor viktig at punktene ligger i polygon eller på linje.

Målearbeidet bør ta sikte på mest mulig hensiktsmessig målestokk og ekvidistanse. Ved de fleste senkningsprosjekt vil det passe med målestokk 1:1000, 1:2000 og ved større arbeider målestokk opp til 1:4000.

Ekvidistansen må avpasses i hvert enkelt tilfelle. Ved vanlig kanaliseringsarbeid bør en ha så mange punkter at høgdekurvene kan legges inn med 1,00 m ekvidistanse. Men under vanskelige fallforhold og hvor det kan påregnes setninger ved tørrlegging er det ønskelig med 0,50 m eller mindre ekvidistanse. I siste tilfelle må målearbeidet utføres meget omhyggelig.

I forbindelse med oppmålingen bør det etableres fastmerker. Disse avmerkes i fjell, jordfast stein eller ved at det slås ned jernpeler. Avstanden bør helst ikke overstige 200 m. Det er hensiktsmessig med et fastmerke i enden av løpet eller området hvor målearbeidet starter. Fastmerkene bør plasseres i god avstand fra det prosjekterte løp, slik at de ikke blir ødelagt ved gravearbeidet.

Under oppmålingsarbeidet bør interessegrensen bestemmes og måles inn. Med interessegrense forstår en avgrensingen utover av det areal som blir forbedret ved prosjektet. Grensen markerer en overgang mellom arealer som er fullverdig mark under de eksisterende forhold og arealer hvor forholdene er utilfredsstillende som følge av for høg grunnvasstand. Denne grensen, eller rettere overgangssonen, er vanskelig å bestemme eksakt og må som regel fastsettes ved skjønn i de enkelte tilfeller.

Fullverdig kulturjord bør kunne tørrlegges med grøfter på normalt grøftedjup. Et kriterium for fastsettelse av interessegrensen er derfor at all mark som ligger lavere enn normalt grøftedjup over vanlig sommervasstand i avløpet eller resipienten før senkningen ligger innenfor denne grensen. Normalt grøftedjup i dette tilfelle settes vanlig til 1,20 m

Hvis en har lett permeabel jord som blir tilstrekkelig tørrlagt uten grøfting, er det vanlig at interessegrensen blir satt 1,20 m over normal sommervasstand i avløpet for senkning.

Som regel må jord som innvinnes ved senkningstiltak grøftes. Interessegrensen blir da liggende på et høyere nivå i forhold til vasstanden i løpet eller sjøen før senkningen, da en i tillegg til grøftedjupet må legge drypphøgde i det nye løpet, samt fallhøgden i grøfta eller grøftene fra interessegrensen og fram til det nye løpet.

Setter en grøftedjupet til 1,20 m, drypphøgden til 0,20 m og at det er nødvendig med 100 m lange samlegrøfter med 2 o/oo fall, vil interessegrensen bli liggende $(1,20 + 0,20 + 0,20)$ m over normal sommervasstand i det gamle løpet.

Det antydede grøftedjup må ikke betraktes som absolutt, men bør vurderes i hvert enkelt tilfelle og hvor en tar tilbørlig hensyn til jordart, muligheter for setninger etter drenering m.v.

Innenfor interessegrensen skal en finne igjen all jord som blir forbedret ved tiltaket, men i mange tilfeller kan forholdene være slik at det ikke er økonomisk forsvarlig å senke løpet så mye at all jord mellom interessegrensen og det gamle løpet blir fullverdig dyrkingsmark. Ofte må en se bort fra de laveste områder langs løpet eller andre lokale partier som det ikke svarer seg å tørrlegge.

Langs vassløp med fall (bekker, kanaler) skjærer interessegrensen høgdekotene, mens den ved stillestående vatn følger terrengnivået i en bestemt høgde. I siste tilfelle kan unntak forekomme hvor det er store jordartsvariasjoner og ulikt grøftebehov.

Interessegrensens høgde bør være fastlagt før målearbeidet starter, og det nødvendige antall punkter bestemmes for opp-tegning av grensen. Punktene nivelleres inn ved at kikkertoperatøren dirigerer stangbæreren til riktig posisjon og punktene fastlegges på vanlig måte. Alt gjøres med samme instrument (tachymeter).

Interessegrensen kan også bestemmes og tegnes inn på kartet etter at dette er ferdig. I dette tilfelle bør en under målearbeidet ta rikelig med punkter både i det gamle løpet og i området hvor en antar interessegrensen kommer til å ligge. Interessegrensen bestemmes så på kartet ved interpolasjon mellom høgdekotene etter at en har tatt stangpunkt til dens høgde i forhold til utgangsnivået i den gamle resipienten.

Det er viktig med rikelige punkter i og ved det gamle løpet og i terrenget for den nye kanaltrasé. Spesielt viktig er det å få med alle rørutløp, konsentrerte tilsig, stikkrenner og kummer m.v.

2. Utstikking, måling og plugging.

Utstikking av det nye løpet kan enten gjøres ved direkte vurderinger på stedet eller først etter at det er bestemt på kartet. I det siste tilfelle er det ofte nødvendig med justering og tilpasninger. Ved mindre arbeider og under oversiktelige forhold er det mest vanlig at det nye løpet blir stukket ut direkte i marka.

Ved stikkingen er det også hensiktsmessig å begynne i avløpets laveste punkt, men det er ikke noe i veien for å starte andre steder hvis spesielle forhold skulle tilsi dette.

En pleier til vanlig å stikke ut midtlinjen for det nye løpet. I mange tilfeller er løpets beliggenhet bestemt fra naturens side. Som regel bør dette legges gjennom feltets laveste drag.

Når avløpet skal planlegges gjennom dyrkbar eller dyrka jord, bør en, spesielt når det skal være åpen kanal, ta tilbørlig hensyn til jordas bruk og arrondering, uten at det samtidig blir unødvendige gjennomskjæringer som kan føre til store vedlikeholdsproblemer. Av hensyn til bruken av jorda, er det heldig å kunne få avløpene i grenselinjer for derved å spare overkjørsler og kostbare rørgjennomløp. Ved rørlagte avløp står en noe friere ved valg av trasé.

Når den nye midtlinjen er bestemt og tydelig merket med stikker, skal den måles og peles. Til vanlig brukes horisontale avstander ved måling. Men i kanaltraséer er fallet ofte så lite at det

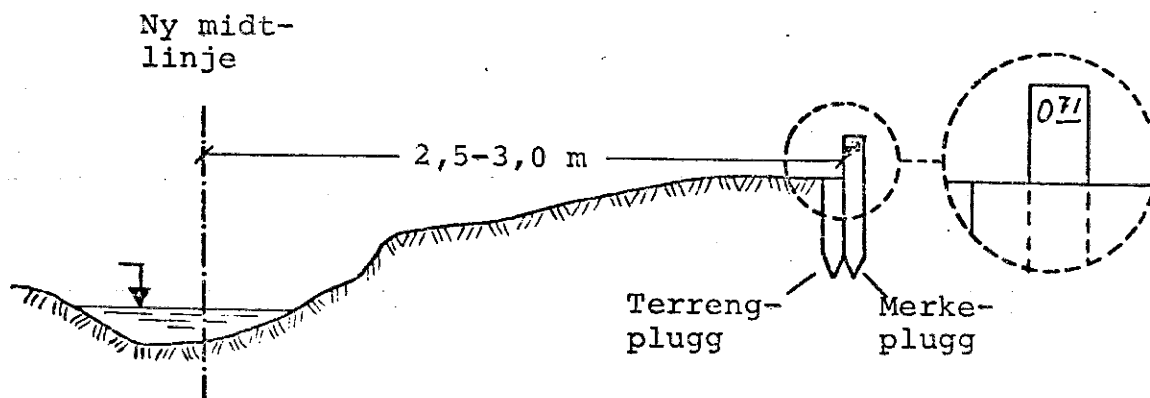
blir ubetydelig feil om en måler langs bakken.

Av omsyn til gravearbeidet blir pelene satt til side for midtlinjen, ofte 2,5-3,0 m og vanlig på høyre side.

Med høyre side i et vassdrag forstår en den siden en har til høyre for seg når en står og ser nedover langs løpet.

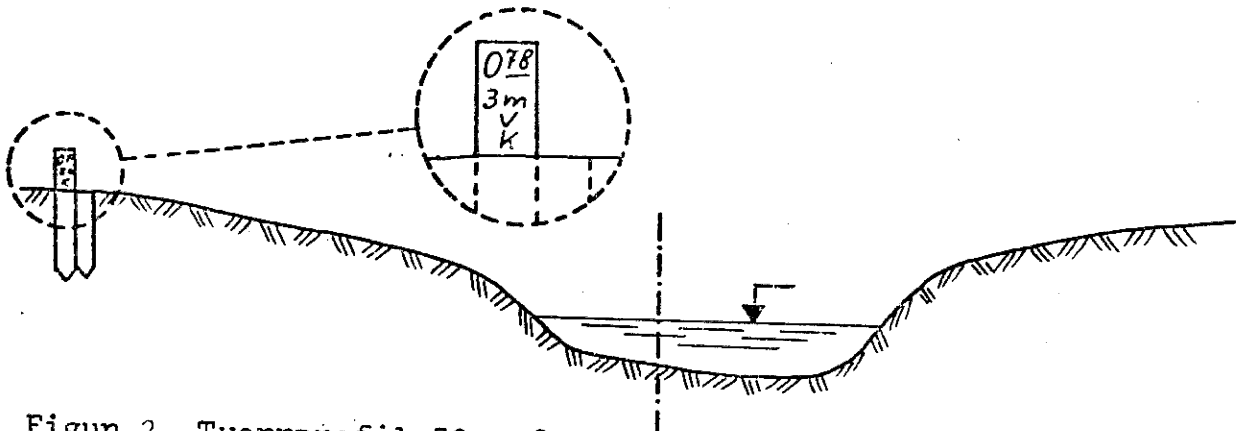
Peler blir satt ved utgangspunktet og i knekkpunkter både i plan og profil. Dessuten settes peler ved alle sideløp, på hver side av kryssende veg og ellers hvor det er av betydning for kanalens prosjektering. Masseberegninger blir foretatt på grunnlag av profiler ved pelpunktene. Det er derfor viktig at terrenget er jevnt hellende mellom (pel)punktene. Er det flatt eller jevnt hellende, kan en bruke stor avstand mellom pelene, ofte 50 m (målebåndslengden). Sterkt varierende terreng tilsier mindre pluggavstand. Ved fjell er det nødvendig med liten avstand for å få mest mulig riktig volum av massen som må skytes.

Ved hvert pelpunkt settes to peler, nivellementspegel og merkepeler. Nivellementspegelen kan være ca. 20 cm og slås ned jevnt med bakken og skal markere terrengnivået på stedet. Merkepelen som kan være 40-50 cm settes ned ved siden av denne og skal markere stedets lengde fra utgangspunktet. Avstanden skrives på siden som vender bort fra utgangspunktet, slik at en ser påskriften når en går baklengs oppover langs løpet. På merkepelen i utgangspunktet skrives 0⁰⁰. 115 m fra utgangspunktet skrives 1¹⁵ osv. Til påskrift bør brukes kraftig blå fargeblyant eller lysekte filterskriver. Fig. 1 viser tverrprofil av ny kanaltrasé, 71 m fra utgangspunktet, med plugg og påskrift.



Figur 1. Tverrprofil 71 m fra utgangspunktet.

Knekker i linjen, avvik fra vanlig avstand og side til midtlinjen kan markeres på merkepelen med enkle symboler som vist i fig. 2. Påskriften viser at pelen står 78 m fra utgangspunktet, 3 m fra midtlinjen på dens venstre side og at det er et knekkpunkt i lengdeprofilen.



Figur 2. Tverrprofil 78 m fra utgangspunktet. Pluggene 3 m fra midtlinjen på venstre side. Knekk i linjen.

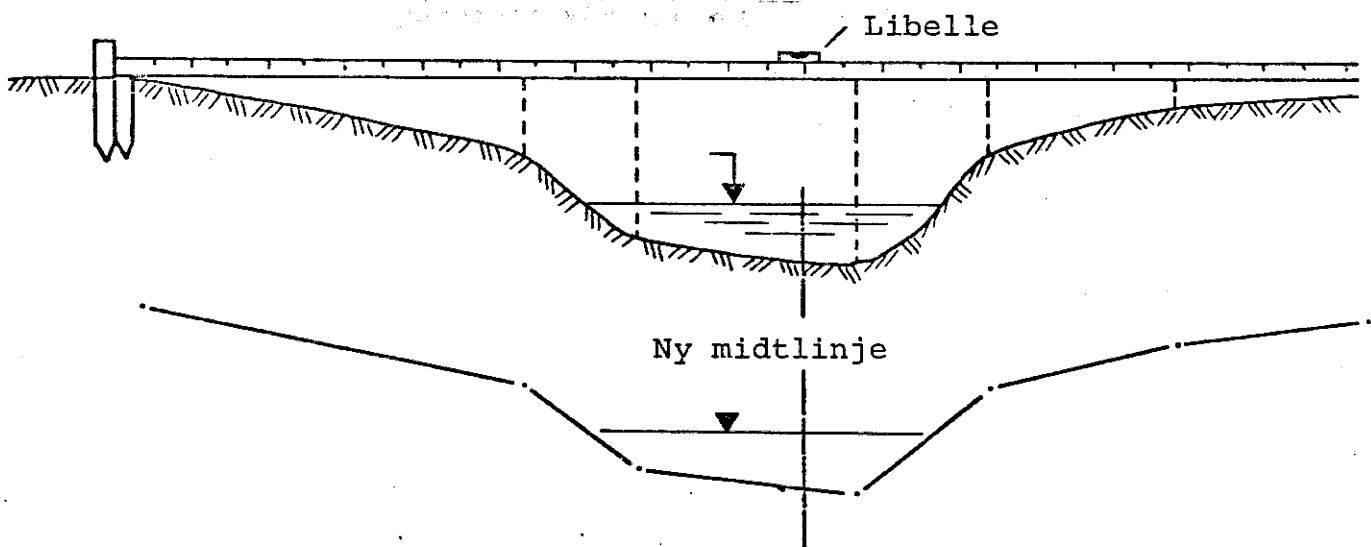
Neste trinn er å tegne tverrprofiler av den nye kanaltraséen ved pelpunktene. Dette kan gjøres på flere måter. Det mest hensiktsmessige er trolig å bruke en 5-6 m lang stang med dm inndeling og påmontert libell. Denne legges horisontalt, vinkelrett over kanaltraséen ut fra terrengpluggen. De vertikale avstander ned til marka avleses med en målestav fra underkant av libellestanga. Profilet tegnes inn på millimeterpapir i målestokk 1:100.

Ved tverrprofilering tenker en seg at en alltid går baklengs framover i linja med ansiktet vendt mot utgangspunktet. Til høyre for seg har en da høyre del av tverrprofilet og dette tegnes tilsvarende på papiret.

Profilpunktene avsettes som prikker på millimeterpapiret med riktig horisontal og vertikal avstand ut fra terrengpluggen. Ved litt øvelse vil en kunne måle og avtegne et profil tilstrekkelig nøyaktig med bruk av forholdsvis få punkter.

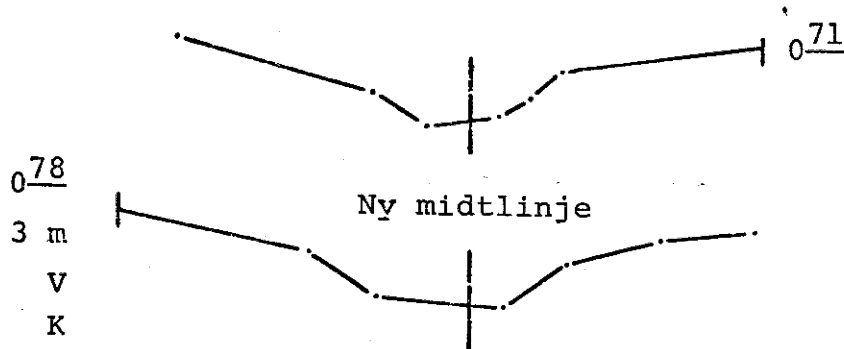
Fig. 3 viser en skisse av et naturlig profil, de punkter som blir målt inn og den ferdige profiltegning.

Ved opptegning av profilet i marka bør en fortsatt la prikkene være synlige da disse er nyttige når profilet senere under planleggingen må tegnes over på nytt ark.



Figur 3. Oppmåling og tegning av tverrprofil.

På profilarket skal en ved pluggene merke av all påskrift på disse. Fig. 4 viser tegninger med påskrift av profilene i fig. 1 og 2.



Figur 4. Profiltegninger med påskrift.

Ved profileringen kan en i stedet for stang med libelle bruke måleband som strekkes horisontalt fra terrengpluggen og over kanaltraséen. Profilpunktene blir på samme måte bestemt ved å måle vertikalavstander fra dette og ned til terrenget.

Profilet kan også opptegnes på grunnlag av nivellement ved at en under nivellering av plugglinja, nivellerer inn det nødvendige antall punkter i profilet. Ved bruk av vanlig nivelleringskikkert bør en bruke målestang eller måleband som bestemmer punktets horisontale posisjon ut fra terrengpelen.

Ved å bruke tachymeter til dette arbeidet kan en i samme operasjon bestemme profilpunktenes horisontale og vertikale avstand fra terrengpluggen. Denne metoden fører til mye beregningsarbeid og er lite presis.

3. Nivellering.

Nivelleringen skal danne grunnlaget for lengdeprofilen og arbeidet går ut på å bestemme høgdene av alle terrengpluggen. En må også passe på å nivellere inn rørutløp, stikkrennegjennomløp, fastmerker og andre høgder som kan komme til nytte ved prosjekteringsarbeidet. Videre bør en ta med vasstanden samt eventuelle flommerker i det gamle løpet, da dette også kan komme til nytte i det videre arbeid.

Ved nivelleringen blir brukt vanlig nivellerkikkert og høgdene avleses som regel til nærmeste cm. Under spesielt vanskelige fallforhold kan det være aktuelt med finere avlesning, halve cm eller mm.

Spesielt omhyggelig må en være ved avlesninger i byttepunkter, slik at en ikke der får inn feil som får følge for resten av nivellamentet.

For å få kontroll bør det nivelleres fram og tilbake. Ved nivelleringen bør en bruke samme utgangspunkt og høyde som ved oppmålingen.

4. Kanalens nedslagsfelt.

De forventede vassføringer blir til vanlig bestemt indirekte på grunnlag av nedslagsfeltets størrelse og en antatt avrenningskoeffisient.

For bestemmelse av nedbørfeltets størrelse er det nødvendig med høvelige karter. I de fleste tilfeller vil de økonomiske karter i målestokk 1:5000 og 1:10 000 være utmerket. Ved større arbeider kan en ha nytte av topografiske karter i målestokk 1:50 000. (Serie 711).

Grensen for nedslagsfeltet kan i mange tilfeller trekkes opp direkte ut fra høgdekotene på kartene. Men som regel er det nødvendig å gå opp grensen i terrenget for å foreta korrigeringen som ikke går fram av kartene. Spesielt skal en være merksam på

avskjæringer av veger, da disse ofte er blitt lagt på eller ved vannskiller.

Grensen for nedslagsfeltet kan tegnes inn med en grov blå strek. Da det til vanlig er ulike avrenningsforhold fra skog og dyrka mark, kan også grensene mellom disse markslag markeres. Dette kan gjøres med en tynnere blå strek eller en stiplet linje.

Det er som regel ikke tilstrekkelig å kjenne det totale nedslagsfelt. I løp med konsentrerte tilsig, sideløp eller større grøfteutløp m.v. er det også nødvendig å skille ut nedslagsfeltene for disse, da dette vil kunne få betydning for dimensjonene i den nye kanalen. Ved lange løp, selv om det ikke er konsentrerte tilsig, kan det også være nødvendig å dele opp nedslagsfeltet i høvelige avsnitt da det kan være grunn til å endre kanaldimensjonene når nedslagsfeltets størrelse endres.

Størrelsen på det totale nedslagsfelt og eventuelle delfelt beregnes ved hjelp av planimeter og skrives på kartet.

5. Grunnundersøkelser.

Undersøkelser av grunnforholdene er nødvendig av flere årsaker. Massenes stabilitet bestemmer hvor steile sideskråninger en kan bruke og hvor stort fall som kan tåles. Dette bestemmer igjen gravevolum og gravekostnad. I lite stabil grunn kan det også bli nødvendig med dyre forbygninger. Spesielt vil fjell og storsteinet mark kunne føre til store anleggskostnader.

Til grunnundersøkelser nyttes forskjellig utstyr. Jordbor av forskjellig slag er hensiktsmessige for uttak av jordprøver i ulike djup. For påvising av fjell og stein blir vanlig brukt stålstenger som stikkes eller slås ned. For fasthetsbestemmelser kan nyttes spesielt sondeutstyr (proctormeter og vingebor).

Grunnforholdene blir til vanlig vurdert på stedet og resultatene notert på profilarket ved de respektive profiler. Spesielt omhyggelig må en være hvis det blir påvist fjell i traséen for det nye løpet. Overflaten av dette bestemmes og tegnes inn i tverrprofilene. Ofte kan det være nødvendig å ta opp nye profiler for å kunne få bestemt sprengningsvolumet tilstrekkelig nøyaktig.

Blir det påvist partier med spesielt ustabile jordarter (kvabb, kvikksand, kvikkleire), må disse partier også lokaliseres nøyaktig da de sannsynlig medfører forbygninger som lett kan fordyre prosjektet betydelig.

Går løpet gjennom myr, eller når det er vekselvis myr og fast mark, vil en ved kanalisering kunne få uregelmessige setninger avhengig av myr djupet. Hvis myr djupet og variasjonene i dette ikke blir bestemt og tatt hensyn til ved planleggingen, kan en bare kort tid etter at arbeidet er utført få setninger som gjør anlegget lite brukbart til sitt formål.

Når det er flere interessenter i prosjektet, er det også nødvendig å ha kjennskap til jordartsforholdene ved vurdering av nytten den enkelte vil få av anlegget og dermed for utarbeiding av forslag til fordeling av utgiftene.

Ved tørrlegging av sjø eller tjern, bør en også ha noe greie på hva slags mark en får fram etter senkningen. Prøver for slike undersøkelser kan foretas fra båt eller om vinteren fra isen. Det må da nyttes bor som er konstruert slik at en får med jordprøver fra forskjellige sjikt. I slike tilfeller er det også nyttig med kjemiske analyser. Gammel sjøbotn kan ofte inneholde sulfider som ved senere gjennomlufting overføres til sulfat. Oksydasjon av svovel til sulfat medfører dannelse av svovelsyre som kan gi meget sterk senkning av jordas pH. Det finnes eksempler på at en ved sjøsenkninger har fått jord som er så sterk sur at en nesten ikke har fått avkastning de første år.

VI PROSJEKTERING.

A. Tegning av kart og profiler.

Ved konstruksjon av karter til bruk ved kanalisering og senkningsanlegg anser en det unødvendig å beregne polygonpunktene i forhold til landsnettets koordinater. En nytter til vanlig grafisk konstruksjon hvor både vinkler og avstander blir avsatt ved hjelp av transportør. Ellers følger en de vanlige regler for karttegning, og det henvises til NS 740 1950 Kartteng - Alminnelige regler for karters utførelse.

Målestokken må avpasses etter arealets størrelse. Ved små anlegg blir vanlig brukt målestokk 1:1000 eller 1:2000. Ved større anlegg bør en neppe bruke mindre målestokk enn 1:4000. Ved for liten målestokk kommer terrengdetaljene dårlig fram og kartet har lett for å bli overlesset med tall og linjer.

Ekvidistansen avpasses etter forholdene. Ved gode fallforhold er det vanlig med 1,0 m mellom høgdekurvene. Under vanskelige forhold kan det være nødvendig med 0,50 meters ekvidistanse. Ved mindre senkningstiltak og under ensartet terreng kan en sløyfe konstruksjon av høgdekurver. En må da notere høgdetallene på kartet ved de punkter som er nivellert inn.

Fastmerkene tegnes inn på riktig sted, påføres høgder og beskrives, f.eks. (X) N^o 1, 13,45 m. Kryss i fjell.

Eiendomsgrenser vises vanlig med hel svart linje. Eiendommer og parseller nummereres. Vanlige tall for eiendom og liten bokstav for parsell, f.eks. 1 a, 1 b, 3 c osv. Bonitetsgrenser merkes med prikket linje.

Hvis avløpet er greinet eller det deles opp i avsnitt, merkes de enkelte løp og avsnitt med romertall.

Kartet må være forsynt med tegnforklaring og nord-syd pil. Det vanlige er at nord skal vende opp. Dette blir ikke alltid konsekvent gjennomført. Ved langstrakte vassdrag i nord-syd retning, er det vanlig at all påskrift blir plassert slik at øst eller vest vender oppover.

Etter prosjekteringen tegnes de nye løpene inn på kartet. Det er regel at alt prosjektert tegnes inn med rødt, og at høgder og påskrift i forbindelse med dette skrives med rødt. Åpen kanal markeres med to parallelle røde streker (dagbredden). Lukka ledning med heltrukken rød linje. Linjetykkelsen kan avpasses etter rørdimensjonen.

Tverrprofilene og lengdeprofilet tegnes inn på samme ark. Tverrprofilene tegnes opp øverst på arket. Vanlig målestokk er 1:100. De tegnes også opp i riktig avstand etter kartets målestokk ut fra utgangspunktet (0⁰⁰). Blir det liten avstand mellom tverrprofilene for inntegning av de prosjekterte profiler av det nye løpet, tegnes profilene opp i to eller kanskje også i tre rækker hvis nødvendig.

Nedenfor tverrprofilene tegnes lengdeprofilet. Lengdeprofilets høgdemålestokk bør tilsvare tverrprofilenes målestokk (vanlig 1:100) og lengdemålestokken kartets målestokk.

Lengdeprofilet tegnes inn på grunnlag av nivellementet. Plugglinjen markeres med en heltrukken sort strek. Venstre side og gammel botn tegnes så inn ved at deres vertikale høgder i forhold til plugglinjen tas ut fra tverrprofilene. Venstre side i lengdeprofilet (samme avstand fra midtlinja som plugglinja) markeres med stiplet sort linje. Botn i det gamle løpet trekkes opp som sort strek. Vasstanden i det gamle løpet kan også markeres, men dette kan gjerne sløyfes, da vasstanden den ene dagen (da arbeidet ble utført) har begrenset interesse og profilet har lett for å bli overbelastet.

Pluggene markeres i både lengde- og tverrprofil og påskriften (avstand fra 0⁰⁰) påføres ved de respektive plugger.

Fastmerkene tegnes inn i riktig høgde i lengdeprofilet. Som på kartet skal de også her være påført høgde og beskrevet (XNF 1 13,45 m Kryss i fjell).

Mellom tverrprofilene og lengdeprofilet avsettes tilstrekkelig plass for påskrift av sideskråning, botnbredde, fall og rørdimensjon i de nye løpene.

Etter at dimensjoneringsarbeidet er ferdig tegnes de nye løpene inn i profilene. Også her er regelen at alt prosjektert tegnes med rødt. Prosjektert flomvasstand og normal sommervasstand vises med blå linjer. Ved begynnelses- og endepunkt, samt i alle knekkpunkter, påføres høgdene med rød skrift.

Da det nå er vanlig at både kart og profiltegninger blir kopiert, bør disse tegnes på kalkerpapir. Da de vanlige kopieringsformer ikke gjengir farger, har en gått mere bort fra bruk av ulike farger i prosjekteringsarbeidet. Ved bruk av ens farge, bør en legge vekt på variasjon i strekform- og tykkelse, og alle tegninger bør påføres tydelig signatur.

B. Åpne løp, kanaler.

Med kanaler forstår vi i første rekke gravde åpne avløp for bortledning av drems- eller overflatevatn. Om hvorvidt et avløp skal være åpent eller lukket, er til vanlig både et økonomisk og

teknisk spørsmål. Avløp fra litt større nedslagsfelt (> 100 - 150 ha) blir sjeldent lagt i rør, spesielt hvis det er lite fall og sterkt vekslende vassføring. Det samme er også tilfelle hvis avløpet går gjennom jordarter hvor en kan vente ujevn setning, spesielt når det veksler mellom fastmark og myr. I ustabile jordarter, hvor åpne kanaler kan betinge store kostnader i forbygning og framtidig vedlikehold, kan det derimot svare seg økonomisk å rørlegge avløp, helt eller delvis, som det under normale forhold ville være naturlig å la gå åpent.

1. Hydrologisk dimensjoneringsgrunnlag.

Vassføringen ved dimensjonering av en kanal blir til vanlig bestemt indirekte på grunnlag av nedslagsfeltets størrelse og en avrenningskoeffisient for normal flomavrenning pr. arealenhet (l/sek./ha eller l/sek./km²).

Som hjelpemiddel ved bestemmelse av avrenningskoeffisienten har en avrenningsmålingene til Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen og Institutt for hydroteknikk.

Vassdragsvesenet (NVE) har gjennom lang tid utført avrenningsmålinger i de fleste større vassdrag i landet. Da avrenningsintensiteten pr. arealenhet er langt mindre fra store enn fra små vassdrag, kan materialet ikke overføres direkte til mindre avløp i samme distrikt, men det kan være til god støtte ved vurdering av avrenningen i konkrete tilfeller.

Ved Institutt for hydroteknikk er det i de siste 25 år utført avrenningsundersøkelser i en rekke mindre avløp (ca. 100 stk.) som bl.a. har til siktemålt å kunne framskaffe et hydrologisk grunnlagsmateriale for dimensjonering av avløp i jordbruket. Materialet fra undersøkelsen er publisert i melding nr. 21, 22, 23 og 25 fra Institutt for hydroteknikk.

I oversiktstabeller blir det gitt oppgaver over de enkelte målesteders beliggenhet, nedslagsfeltets størrelse, profilform og tidsrom for målingene m.v.

Det blir videre, i tabellform, gitt oppgaver over:

1. Timer vassføringa har vært over gitte grenseverdier om sommeren, vinteren og i det hydrologiske året.

2. Flomtopper derselve toppen er gitt og dessuten 5-timers vassføring og 10-timers vassføring for hver flom, d.v.s. at flommen var over eller lik den gitte vassføringa for henholdsvis 5 og 10 timer.
3. Total vassføring sommer, vinter og det hydrologiske året.

Det er videre tatt med en summasjonskurve for totalvassføringa. Holdepunkter for dimensjoneringen kan en også få ved å studere det opprinnelige løpet. Flommerker kan vise i hvilken utstrekning det har vært tilstrekkelig. Lokalkjente folk kan også i mange tilfeller gi nyttige opplysninger om flomforholdene.

Er det tidligere utført kanaliseringsarbeider i distriktet, kan en også undersøke hvilket dimensjoneringsgrunnlag som der er brukt og hvordan dette har holdt mål.

Hvis et kanaliseringsprosjekt ligger noe fram i tid, kan en også selv foreta målinger i løpet. Dette gjør en best ved å lage en plankedam med trekantoverløp. Vasstanden i dammen avleses ved ulike flomforhold og ved normal sommervassføring.

Brukes overløp med vinkel på 90° (Thomsonoverløp) kan vassføringa beregnes ut fra formelen

$$Q = 0,014 h^2 \sqrt{h} \quad \text{hvor}$$

h = vasspeilets høyde over overløpets spiss.

En slik måling bør helst strekke seg over 4-5 år.

Hvis det i et nedslagsfelt er tettbebyggelser med store arealer takflater, asfaltplasser, veier o.l., bør en ta hensyn til den raske avrenning fra slike. Avrenningsintensiteten fra slike arealer ved ulik nedbør, kan beregnes ved at regnmengdene pr. tids- og flateenhet reduseres med en faktor, avhengig av flate-nes beskaffenhet, hellingsforhold m.v.

En god sikkerhet får en ved å gå ut fra en regnintensitet på 1 mm/min. (167 l/sek./ha) og reduserer med følgende faktorer:

Takflate	0,9 - 1,0
Asfalt	0,8 - 0,9
Grusveier	0,5 - 0,8
Grusplasser	0,3 - 0,5
Grasplener	0,1 - 0,3

På grunn av noe mindre avrenningsintensitet fra skog enn fra dyrka mark, kan det i mindre felter med betydelige arealer dyrka mark være rimelig å skille mellom disse markslag og sette en noe mindre avrenningskoeffisient for skog enn for dyrka mark (f.eks. 0,5 l/sek./ha).

Ved fiksering av eksakte avrenningskoeffisienter må også tas hensyn til bruken av marka avløpet skal gå gjennom. Er det f.eks. permanent beite med god grasbotn, vil en temporær oversvømmelse neppe gjøre vesentlig skade. I slike tilfeller kan en redusere avrenningskoeffisienten noe for derved å få et mindre og billigere avløp.

Når en skal vurdere avrenningsforholdene i et felt på grunnlag av det foreliggende materialet, må en ta hensyn til de faktorer som påvirker avrenningsforholdene, så som nedbør, jordart, topografi, feltstørrelse, vegetasjon m.v. Det er derfor viktig at en ved vurdering av avrenningsforholdene tar hensyn til forhold både i feltet en arbeider med og i de felter en bruker til sammenlikning. En nøktern bruk av det foreliggende materiale vil kunne gi gode holdepunkter ved vurdering av felter uten direkte måldata.

På grunn av de vekslende klimatiske og topografiske forhold i landet, kan det ikke settes opp generelle normer for det hydrologiske dimensjoneringsgrunnlag. Men når en tar hensyn til de generelle retningslinjer som er nevnt og de spesielle lokale forhold vil avrenningskoeffisienten trolig kunne svinge mellom yttergrensene 2-6 l/sek./ha for vanlige kanaliserings- og senkningsarbeider i jordbruket.

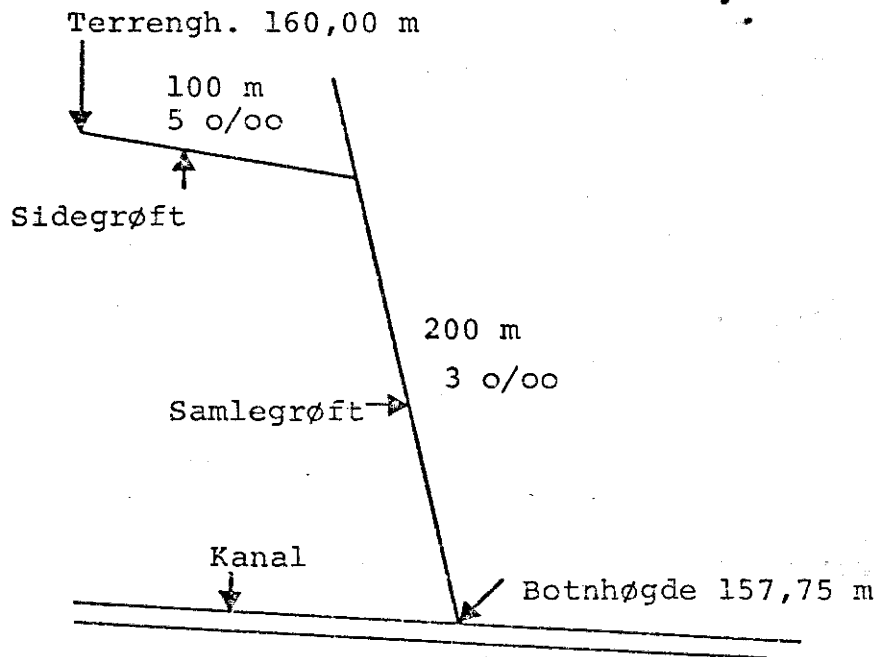
2. Kanalens djup.

Av hensyn til det økonomiske resultat bør kanalens djup og dimensjon nøye overveies. Unødvendig djupe kanaler fører til store graveutgifter og ofte kostbart vedlikehold, men samtidig må kanalen ha tilstrekkelige dimensjoner for å fylle sin oppgave.

Det er flere forhold som bestemmer djupet i kanalen. For det første skal kanalen være resipient for detaljgrøftingen på de tilstøtende arealer, og den må følgelig være så djup at en får ut grøftene på tilstrekkelig djup.

Er det gode fallforhold inn mot kanalen kan det være tilstrekkelig med et djup som tilsvarende vanlig djup på samlegrøftene med tillegg av en rimelig drypphøgde og en vanlig sommervasstand. Settes vanlig utløpsdjup for samlegrøfter til 100 cm, og det er ønskelig med en drypphøgde og en normal sommervasstand på 15-20 cm, vil kanalbotn bli liggende 130-140 cm under terrengnivå. Dette under forutsetning av at dimensjonene ellers er tilstrekkelig for den aktuelle vassføring.

Er det derimot vanskelige fallforhold og nødvendig med graving av fall i grøftene ut mot kanalen, er det de laveste partiene på grøftefeltet som kan være retningsgivende for kanalens djup. I slike tilfeller merker en av på kartet de partier som er vanskeligst å få tørrlagt. Deretter gjør en seg opp en mening om hvordan detalgrøfter og samlere kommer til å ligge. Lengdene på disse blir målt og det absolutte fall på disse fram til kanalen blir beregnet. Videre må en rekne med en viss drypphøgde og sommervasstand før en kommer ned til kanalens bottnivå. Følgende skisse og beregningseksempel viser framgangsmåten som kan benyttes.



Figur 5. Bestemmelse av botndjup.

Terrenghøgde:		160,00 m
Grøftedjup	0,80 m	
Fall sidegrøft, 100 m, 5 o/oo	0,50 "	
Fall samlegrøft, 200 m, 3 o/oo	0,60 "	
Drypphøgde	0,15 "	
Sommervasstand	<u>0,20 "</u>	<u>2,25 "</u>
Nødvendig botnhøgde		<u>157,75 m</u>

På samme måte blir det beregnet for andre vanskelige partier. Botnhøgdene som en kommer fram til, blir så avsatt på riktig sted i lengdeprofilet. Skal en få den ønskede tørrlegging, bør den nye botnlinje ligge slik at alle disse punkter kommer i samme nivå som denne eller høgere. Hvis enkelte punkter kommer ekstremt lavt, blir det et skjønsspørsmål om botnlinjen skal senkes til dette nivå. Ofte vil dette føre til uhensiktsmessig djup kanal, og det må overveies om en kan gå noe ned på grøftedjupet eller fallet i grøftene for å få hevet dette punktet. I enkelte tilfeller må en finne seg i at lokale partier blir utilfredsstillende drenert, da vinningen ved en brukbar drenering av lokale partier ikke kan dekke kostnadene ved en djupere og større kanal.

Er det avtrapping eller stryk i det prosjekterte løpet, kan grøfteutløpene legges nedenfor slike hvis djupet i kanelen ellers er utilstrekkelig.

Vassføringen i løpet kan også være bestemmede for hvor djupt botnlinjen blir liggende, men som regel er det nødvendige djup for grøfteutløpene med tillegg for drypphøgde og sommervasstand også tilstrekkelig for normale flomvassføringer.

Fallet kan også influere på kanaldjupet da en ved godt fall kan gå noe ned i djup og dimensjon i kanalen og likevel få fram samme vassmengde pr. tidsenhet som i en større kanal med dårligere fall.

Grunnen kanalen går gjennom kan også være avgjørende for hvor djupt den bør prosjekteres. Dette gjelder spesielt i myr. I djupe, sterkt vassholdige myrer, er det nødvendig å grave kanalen djupere enn ellers, da en må rekne med betydelige setninger ved dreneringen. Setningene skyldes både at vatnet blir presset

ut og at en ved grøfting og dyrking får oksydasjon av organiske materialer i toppsjiktet.

Hvor sterkt en myr vil synke sammen og hvor fort det går, beror særlig på dens formoldningsgrad, vassinnhold og djup.

Det er utført en rekke undersøkelser over myrsynkning i forbindelse med grøfting og oppdyrking. Materialet indikerer at en vanlig kan rekne med en reduksjon av torvlagets tykkelse med 20-60 cm i løpet av 10-20 år. Sammensynkningen går raskest de første år etter grøftinga. Dessuten er den større hvor myra brukes til åpen åker enn hvor den blir brukt til varig eng.

På grunnlag av en svensk undersøkelse har en kommet fram til følgende relasjon mellom myrsynkning og myrdjup (Hallekorpi):

$$y = 0,09 x + 12 \quad \text{hvor}$$

y = den totale myrsynkning i cm

x = myrdjupet i cm

Konstanten i likninga betyr at svinnet som følge av oksydasjon av toppsjiktet dreier seg om ca. 12 cm. En 2 m djup myr kan etter dette få en total synkning på 30 cm.

En del av synkningen vil en få under grøftedjupet. Undersøkelser viser nokså forskjellig resultat, men i de fleste tilfelle har synkningen under grøftedjup vært fra 1/3 til 1/2 av den totale setningen.

Ved kanalisering i myr hvor en kan forvente store setninger, kan det være realistisk å ta kanaliseringsarbeidet i flere etapper. En kan f.eks. prosjektere kanalen så djup at den sannsynlig vil rekke de første 10-15 år og så komme igjen å grave den djupere.

3. Fall og vasshastigheter i kanaler.

Stort fall og store hastigheter i åpne kanaler fører til store påkjenninger på botn og sider, ofte med utgravninger og deformasjoner av profilet som følge. På den andre siden er det ønskelig at fallet og hastigheten er så stor at en ikke får avsetninger av slam og fin sand i løpet. Skal dette skje bør vasshastigheten ikke være mindre enn 0,2-0,3 m/sek.

Min kest.

Maksimale hastigheter som kan tillates i vanlige jordarter er (iflg. Harildstad):

Slam	0,1 m/sek.
Løs leire, fin sand	0,2-0,3 "
Fast leire, fast sand	0,4-0,6 "
Fast myrjord	0,5-0,8 "
Grus	0,6-0,8 "
Fast morene	0,7-1,0 "
Steinbundet jord	1,0-1,5 "
Stein av 2 kg tyngde	1,8 "

Her i landet, i forhold til våre naboland Sverige og Danmark, hvor vi som regel har bra fall, gjelder det å nytte fallet fullt ut, da dette gir minste og billigste kanaldimensjon.

Er det naturlige terrengfallet så stort at vasshastigheten under flom vil bli større enn jordarten tillater, må kanalen prosjekteres med et fall som holder hastigheten innenfor de gitte normer og at en enkelte plasser konsentrerer relativt store høgdetap, enten som fallbrott, trappetrinn eller stryk. Høgdene på trinnene bør helst ikke overstige 30-40 cm. Større høgder medfører djupere kanal og mere konsentrert angrep på botn og sider. Skal fisk kunne gå i kanalen, bør de ikke være høgere enn 15-20 cm. Som regel vil det falle enklere å konsentrere "overflødig" fall i stryk, da dette ikke setter så store krav til forbygningsmaterialet (stein) og medfører mindre manuelt arbeid.

Deler av en avtrappet kanal (ovenfor fallbrottene) blir delvis liggende noe høgt i terrenget. Det er derfor viktig at detalj-dreneringen blir avpasset til dette, slik at samlegrøftene blir satt ut på tilstrekkelig djup nedenfor fallbrottene.

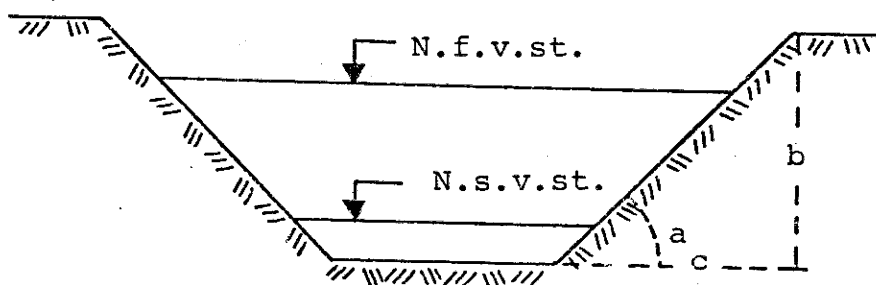
Under naturlige fallforhold, kan fallet i åpne avløp være ganske lite. Det er ikke sjeldent at en må gå ned i 0,1-0,2 o/oo. Kanaler med så lite fall er ikke selvrensende, og en må rekne med betydelige opprenskningsarbeider og kanskje regelmessig slått av vegetasjon i løpet.

4. Kanalens tverrprofil.

I hydraulisk henseende er halvsirkelen den beste profilform, da denne har størst hydraulisk radius - størst vasstverrsnitt i forhold til berøringsflaten - og yter følgelig minst motstand mot vatnets strømming. Denne profilformen er ubrukbar da sideveggene er for steile til at de kan stå i de vanligste jordarter. Av praktiske grunner blir det som regel brukt trapesformede tverrprofil. Det teoretisk beste av disse er den halve regulære sekskant. Denne er, også på grunn av de steile sideskråninger, bare brukbar i meget stabile jordarter.

I praksis vil en av økonomiske grunner bruke så steile sideskråninger som jordarten tillater, uten at det oppstår fare for ras. De teoretiske beste profilformer er forøvrig mest aktuelle der fallet er lite. Er fallet derimot i største laget, må en heller profilere slik at vatnet møter størst mulig motstand. Dette skjer ved å bruke relativt stor botnbredde med lite vassdjup.

Sidehellingen i en kanal er bestemt som tangens til den utvendige brytingsvinkelen mellom botnplanet og sideveggen. En sidehelling på f.eks. 45° blir vanlig skrevet 1:1 og blir kalt det relative stigningsforhold, dosering eller bare sidehellingen 1:1.



$$\text{Sidehelling} = \text{tg } a = \frac{b}{c}$$

Figur 6. Profil av ferdig kanal.

Sidehellingen i en åpen kanal blir i første rekke bestemt av jordartens stabilitet. En viss rettesnor ved valg av sidehelling har en i jordartens naturlige friksjonsvinkel. Denne er for sand

ca. 30° , for moldjord og lett leire ca. 36° , for stiv leire $40-50^{\circ}$ samt for myrjord $50-60^{\circ}$. I uformoldet myr kan sidene gjøres loddrette uten fare for ras. I åpne grøfter og små kanaler hvor sidene raskt grasbindes kan en bruke jordartenes naturlige friksjonsvinkel som utgangspunkt ved bestemmelse av sideskråningen. I større kanaler må sidehellingen være noe slakere enn hva den naturlige friksjonsvinkelen tilsier, da en i slike har lettere for å få ras og ødeleggelser. Ved graving i løs, sterkt vassholdig jord, fæks. i ufullstendig tørrlagt sjøbotn, er det nødvendig å bruke meget slakk sideskråning (1:2, 1:3).

Omtrentlige hellinger som kan anbefales i ulike jordarter går fram av følgende oppstilling. Den bratteste kan brukes i åpne grøfter og små kanaler, mens den slakere i djupere kanaler.

Lite formoldet myr	1:0,0	- 1:1/2
Noe " "	1:1/4	- 1:3/4
Hard morene	1:1/2	- 1:1
Fast grus, vanlig morene	1:3/4	- 1:1 1/4
Stiv leire	1:1	- 1:1 1/4
Løs grus, lett leire	1:1 1/4	- 1:1 1/2
Sandbl.- og moldbl. leire	1:1 1/4	- 1:1 3/4
Sand, mo, mjele, kvikksand	1:1 1/2	- 1:2 1/4

Ved å studere naturlige stabiliserte sideskråninger i gamle grøfter og kanaler vil en også kunne få holdepunkter ved fastsetning av sidehelling i nye løp.

De teoretisk beste profilformer betinger relativt stort vassdjup i kanalen. Dette er heldig for å motvirke grasvekst, men har sine ulemper ved at en får djupe kanaler med forholdsvis store sideskråninger som kan være vanskelig å holde ved like. En slik kanal er heller ikke brukbar dersom vassnivået i resipienten er høgt. Av praktisk grunner vil en derfor heller ha noe større bredde og mindre vassdjup i profilet. Ved Det danske Hedeselskab går en ut fra følgende relasjoner mellom botnbredde og vassdjup ved normal sommervassføring:

1 m botnbredde	:	30 cm vassdjup
2 m " "	:	35 " "
3 m " "	:	40 " "

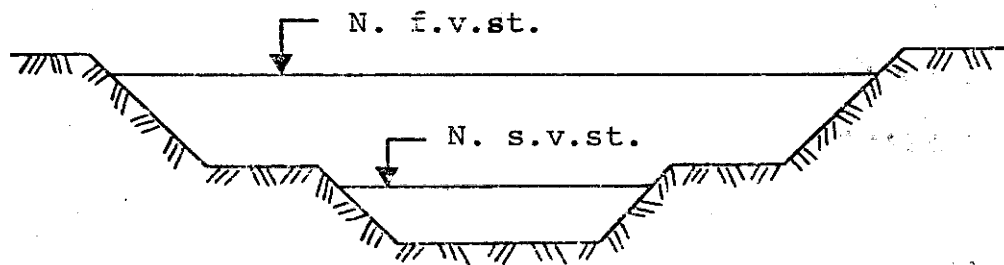
4 m botnbredde : 45 cm vassdjup
5 m " : 50 " "

Det forutsettes at grøfteutløpene skal ligge 15-20 cm over denne vasstand.

Kanalen må ha tilstrekkelig dimensjon og djup for at en under normal flom ikke får oversvømmelse. Som en ekstra sikkerhet ved ekstrem flom, bør den beregnede normale flomvasstand ligge minst 30 cm under terrengnivå.

Når det er stor skilnad mellom normal og maksimalvassføringer i løpet, kan det være hensiktsmessig å bruke såkalt diskontinuerlig profil (fig. 7). Dette har en smal botnrenne som er dimensjonert slik at en får høvelige vassdjup og hastigheter ved normal sommervassføringer. Derved kan en unngå avleiringer og generende grasvekst. Ved flom vil en få relativt liten økning i vassdjupet fordi vatnet da kan bre seg utover i den øvre delen av profilet.

Profilet har en ulempe, spesielt i dyrket og verdifull jord, ved at kanalen tar noe større areal enn kanaler med vanlige trapesformede profiler.



Figur 7. Diskontinuerlig profil.

5. Dimensjonering.

Ved dimensjonering av åpne kanaler er det viktig at løpet får riktig tilpasning til den vassmengde som skal befordres, samtidig som det blir tatt nødvendig hensyn til restriksjoner med omsyn til sideskråning, vassdjup og hastighet m.v.

Som hydrologisk dimensjoneringsgrunnlag nyttes normal flomvassføring (N.f.v.f.) som blir bestemt ut fra nedslagsfeltets størrelse og en skjønnsmessig avrenningskoeffisient for normale flomvassforhold. Som en ekstra sikkerhet pleier en å gi profilet en viss overhøyde i forhold til normal flomvasstand for å ta ekstreme flommer. Denne overhøyden kan variere etter den sikkerhet en ønsker. I vanlige jordbruksarealer kan 20-30 cm være tilstrekkelig.

Forholdene ved normal sommervassføring bør også undersøkes. Normal sommervassføring regnes som 1/10 av normal flomvassføring. For å unngå uønsket grasvekst og sedimentasjon, bør det på sommertid helst være et vassdjup på 10-20 cm og en hastighet på 0,20-0,30 m/sek. i vanlige avløpskanaler i jordbruket.

Kanaler kan enten dimensjoneres ved direkte beregning eller ved bruk av nomogrammer. Det siste er nå mest vanlig. Vi skal her se på begge måter.

Ved beregning av kanalprofiler er det en rekke forhold som går inn og som kan endres, så som botnbredde, sideskråning, fall og vassdjup m.v. Det er derfor ikke mulig å beregne et eksakt profil direkte ut fra alle disse kriterier. Det en vanlig gjør, er å lage seg et profil med sideskråninger avpasset grunnforholdene og med antatt riktige dimensjoner, og så beregner om dette holder mål med omsyn til nødvendig vassføring og at hastigheten ligger innenfor fastsatte grenser.

Ved direkte beregninger av kanaler nytter en vanlig:

Kontinuitetslikninga

$$Q = A \cdot v$$

Mannings (Stricklers) formel

$$v = M R^{2/3} I^{1/2}$$

hvor I

Q = vassføringen ($m^3/sek.$)

A = areal av vasstverrsnittet (m^2)

I = fallet (ubenevnt)

R = hydraulisk radius (m), $R = \frac{A}{p}$

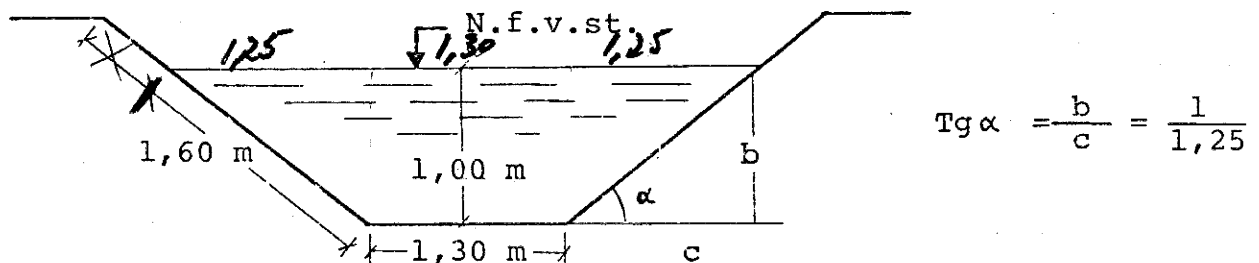
p = perimeter (våt omkrets) (m)

M = en koeffisient som vanlig blir oppgitt i området 43-28, henholdsvis for omhyggelig utførte og helt rene kanaler og kanaler hvor botn og sider er bevokst med planter eller forurenset med slam. For kanaler i vanlig god stand brukes M lik 35.

For et rekneeksempel settes opp følgende forutsetninger:

Nedslagsfelt	800 ha
Avrenningsstall	2,5 l/sek.ha. (Dette gir $Q = 2,00 \text{ m}^3/\text{sek.}$)
Sideskråning	1:1,25
Hastighet (v) ved N.f.v.f.	$< 0,8 \text{ m/sek.}$
Hastighet ved N.s.v.f.	$> 0,2 \text{ m/sek.}$
Fall (I)	0,001 (1 o/oo)

Konstruerer så et antatt riktig profil og berekner om det holder mål med omsyn til Q og v . Hvis en får betydelig avvik fra forutsetningene, må en forandre på dimensjonene.



Figur 8. Trapesformet kanalprofil ved normal flommvassføring.

Prøver med botnbredde 1,3 m og et vassdjup på 1,00 m og finner:

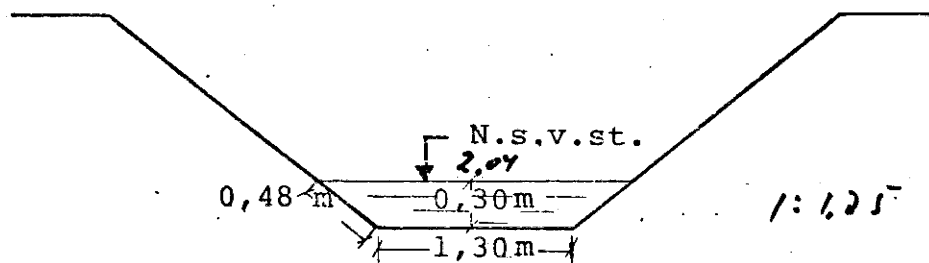
$$\begin{aligned}
 A &= \frac{1,30 + 3,80}{2} \cdot 1,00 &&= 2,55 \text{ m}^2 \\
 p &= 1,60 + 1,60 + 1,30 &&= 4,50 \text{ m} \\
 R &= \frac{A}{p} = \frac{2,55}{4,50} &&= 0,57 \text{ m} \\
 v &= 35 \cdot 0,57^{2/3} \cdot 0,001^{1/2} &&= 0,76 \text{ m/sek.} \\
 Q &= 2,55 \cdot 0,76 &&= 1,94 \text{ m}^3/\text{sek.}
 \end{aligned}$$

Vi ser at profilet langt på vei tilfredsstillende de betingelser som er satt. Vassdjupet ved N.f.v.f. blir noe over 1 m, og ellers ligger hastigheten godt under det som er forutsatt (0,8 m/sek.).

Hvis fallet hadde vært større og hastigheten dermed blitt for stor, måtte en del av fallet konsentreres i trappetrinn eller stryk. En kunne da ha satt inn tillatt maks. hastighet (0,8 m/sek.) i Mannings formel og løst likningen med omsyn på det maksimale fall som kunne nyttes:

$$V_{\text{maks.}} = 35 R^{2/3} I^{1/2}, \quad I = \left(\frac{V_{\text{max}}}{35 R^{2/3}} \right)^2$$

Ser så på forholdene ved normal sommervassføring. Prøver med 0,30 m sommervasstand og rekner ut hastighet og vassføring.



Figur 9. Profilet ved normal sommervassføring.

$$\begin{aligned} F &= \frac{1,30 + 2,04}{2} \cdot 0,30 &= 0,50 \text{ m}^2 \\ p &= 1,30 + 0,48 + 0,48 &= 2,26 \text{ m} \\ R &= \frac{0,50}{2,26} &= 0,22 \text{ m} \\ v &= 35 \cdot 0,22^{2/3} \cdot 0,001^{1/2} &= 0,40 \text{ m/sek.} \\ Q &= 0,50 \cdot 0,40 &= 0,20 \text{ m}^3/\text{sek.} \end{aligned}$$

Vi ser at hastigheten ligger godt over det som forlanges og sommervasstanden blir noe under 0,30 m. Profilet tilfredsstiller betingelsene som er satt.

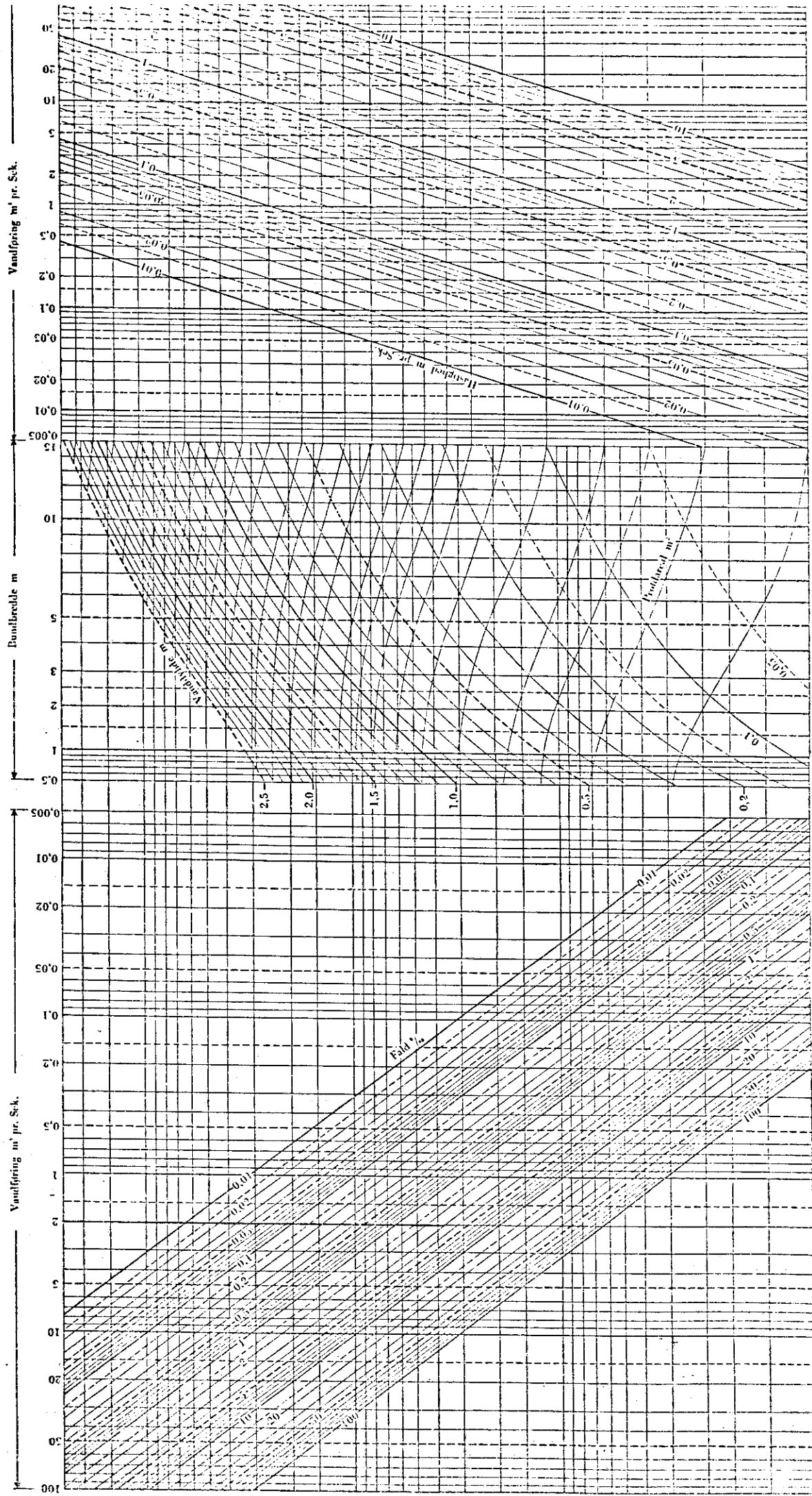
Det er utarbeidet flere nomogrammer for bruk ved dimensjonering av åpne kanaler. De mest brukte hos oss er:

C.L. Feilberg: Tavler til bestemmelse af vandføringen i åbne kanaler med tropezoidal strømprofiler. D.S.R. Forlag-bokhandel. Den kgl. Veterinar- og Landbohøjskole, København.

Fem nomogrammer for sideskråning på henholdsvis 1:1, 1:1,25, 1:1,50 og 1:2,00 (fig. 10-13) er samlet i en mappe.

TRAPEZOIDALE STRØMPROFILER

SKRAANINGSANLÆG 1,00



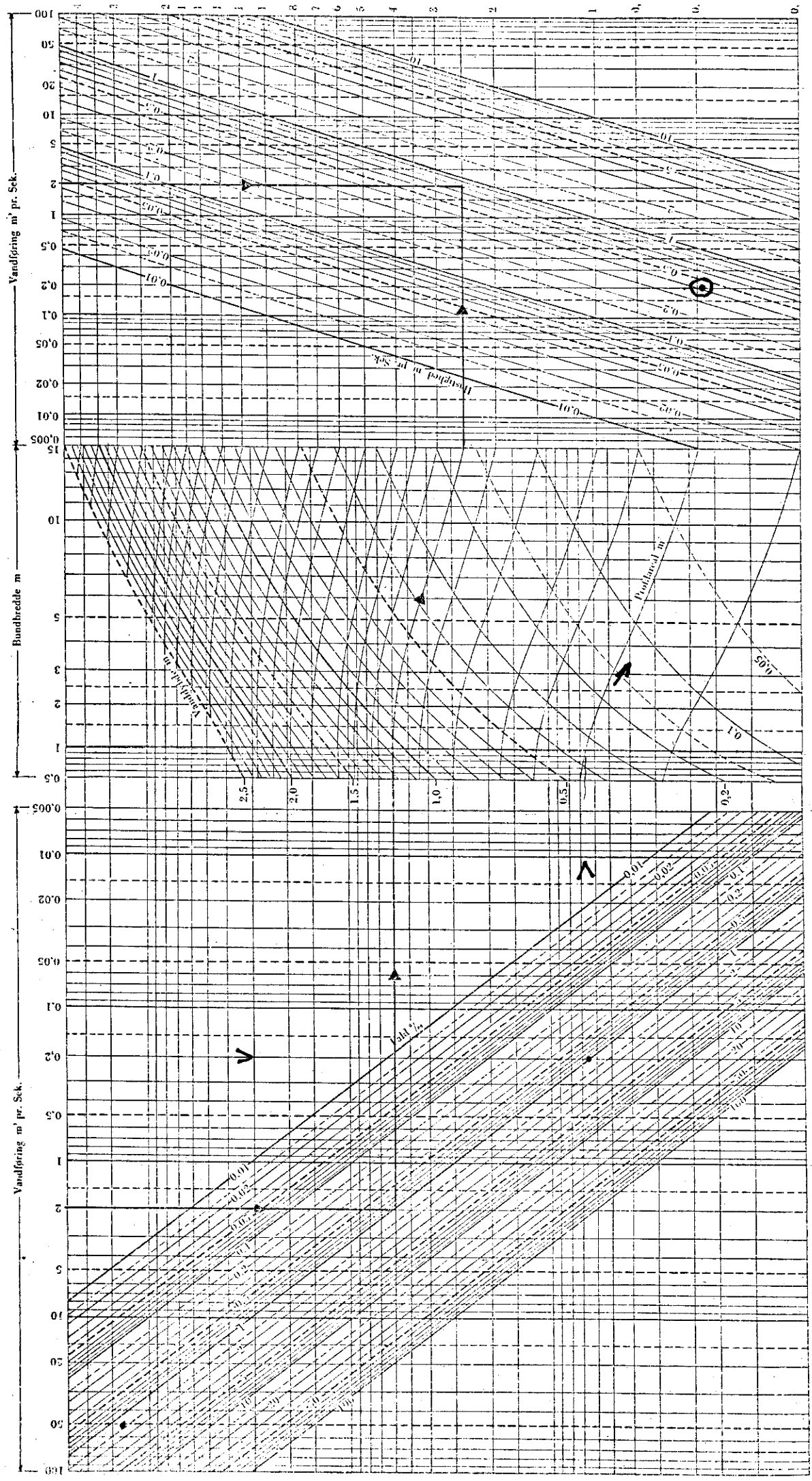
Figur 10. Nomogram for bestemmelse af kanalprofil med side-
skråning 1:1,00.

TRAPEZOIDALE STRØMPROFILER

PLAN

A. H. L. B. E. R. T. S. E. N. S. E. R.
København

SKRAANINGSANLÆG 1:25

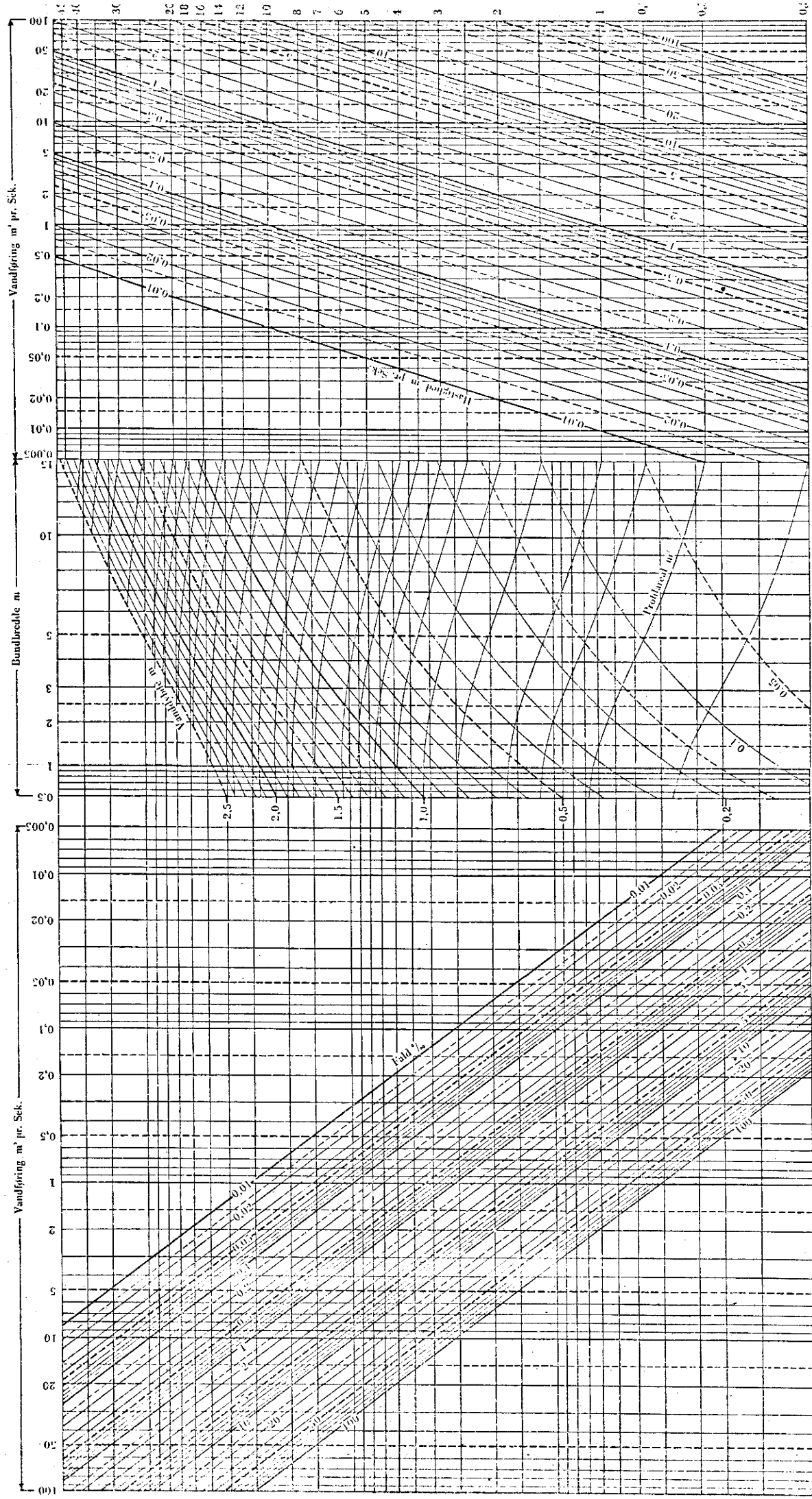


Figur 11. Nomogram for bestemelse av kanalprofil med side-
skråning 1:1,25.

K. PETERSEN & SØN
Nørre Søndre Boulevard

TRAPEZOIDALE STRØMPROFILER

SKRÅNINGSSANLEGE 1,50



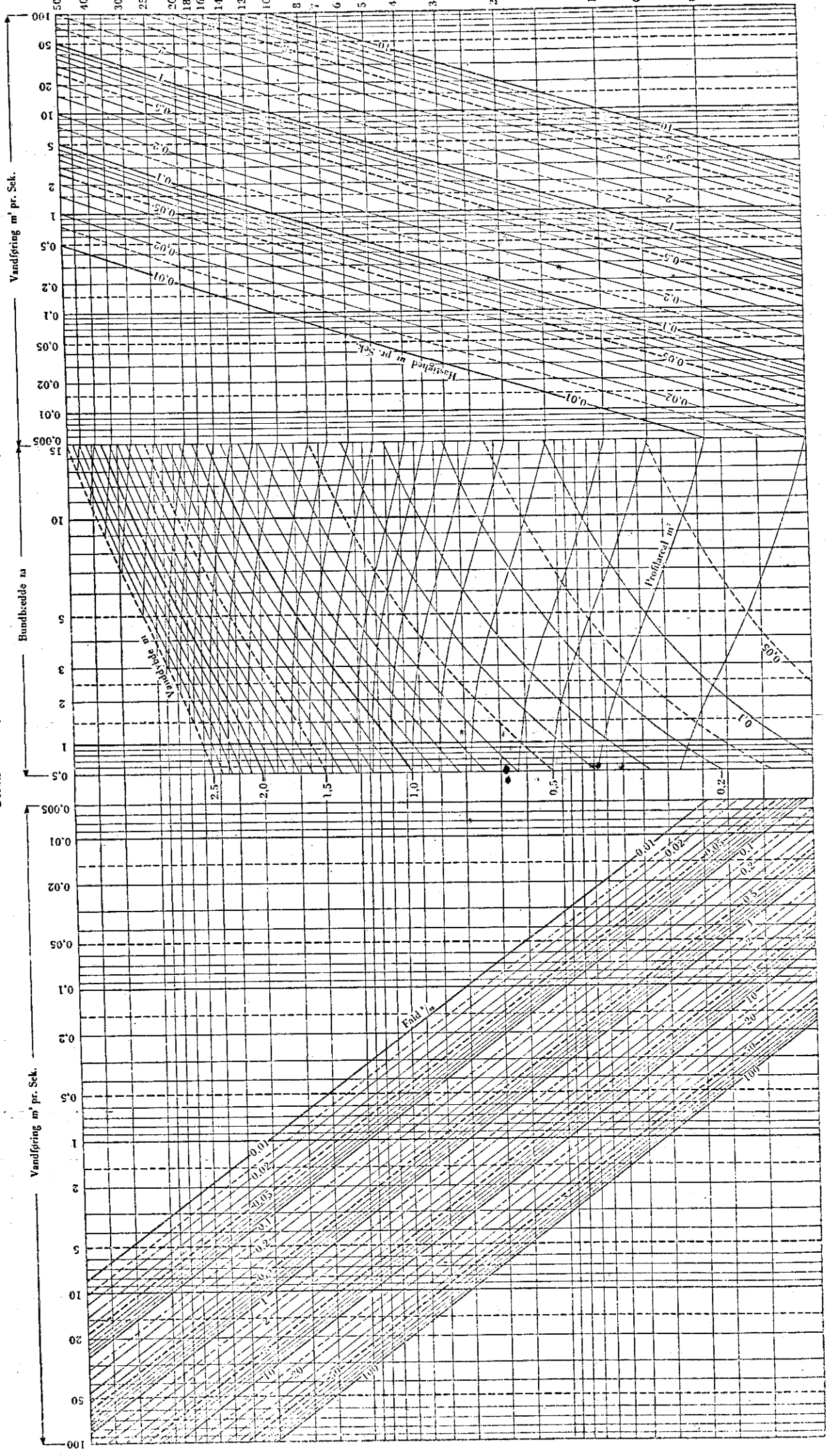
Figur 12. Nomogram for bestemmelse av kanalprofil med side-skråning 1:1,50.

K. L. T. T. E. R. I. E.
Norges Landbruksvesen

TRAPEZOIDALE STRØMPROFILER

PLAN

SKRAANINGSANLÆG 2,00



Figur 13. Nomogram for bestemmelse av kanalprofil med side-
skraaning 1:2 00

Ved bruk av nomogram og samme forutsetninger og data som i vårt rekneeksempel, kan vi ved å gå inn i venstre del av nomogram for sideskråning 1:1,25 (fig. 11) finne skjæring mellom vassføringen ($2,00 \text{ m}^3/\text{sek.}$) og terrengfallet (1 o/oo). Fra dette skjæringspunktet følger en hjelpelinjene mot høyre til skjæring med botnbredden (1,50 m). I dette punktet kan en så lese av vassdjupet. Følger så hjelpelinjene for profilareal videre mot høyre til en finner skjæring mellom denne linjen og linjen for normal flomvassføring. I dette punktet kan så hastigheten ved normal flomvassføring avleses. I vårt tilfelle blir hastigheten ved normal flomvassføring ca. $0,8 \text{ m/sek.}$ (Veien gjennom nomogrammet er avmerket i figur 11).

Det samme kan en så gjøre for normal sommervassføring (200 l/sek.). En kommer da fram til en hastighet på $0,40 \text{ m/sek.}$ Vi ser at dette stemmer bra med våre tidligere beregninger.

Når en har for stort terrengfall og noe av dette må konsentreres i trapper eller stryk for å få akseptabel hastighet, er det vanlig å gå motsatt vei gjennom nomogrammet. En finner da skjæring mellom vassføring og tillatt maksimal hastighet som kan tillates i nomogrammets høyre del, følger hjelpelinjer mot venstre og finner så i nomogrammets venstre del det fall som betinger denne hastigheten.

For kanaler uten konsentrerte tilsig (grøfter) pleier en å bruke samme tverrprofil over noe lengre strekninger (2-300 m), og da med de bereknede vassmengder ved nedre ende som dimensjoneringsgrunnlag.

Ved beregning av lengre kanaler som må deles inn i avsnitt, bereknes disse i rekkefølge oppover. I utgangspunktet må en ta hensyn til resipientens vassnivå (f.eks. sjø, tjern eller elv). En må spesielt undersøke hvordan denne vasstanden er i mai-juni, når kravet til drenering er størst, og så legge kanalen i riktig nivå til denne.

6. Beregning av gravevolum.

Gravevolumet bestemmes på grunnlag av tverrprofilene og kanalens lengde. Gravevolumet mellom to tverrprofiler bereknes som et prisme hvor en kjenner arealene av endeflatene (tverrprofilene) og avstanden mellom dem.

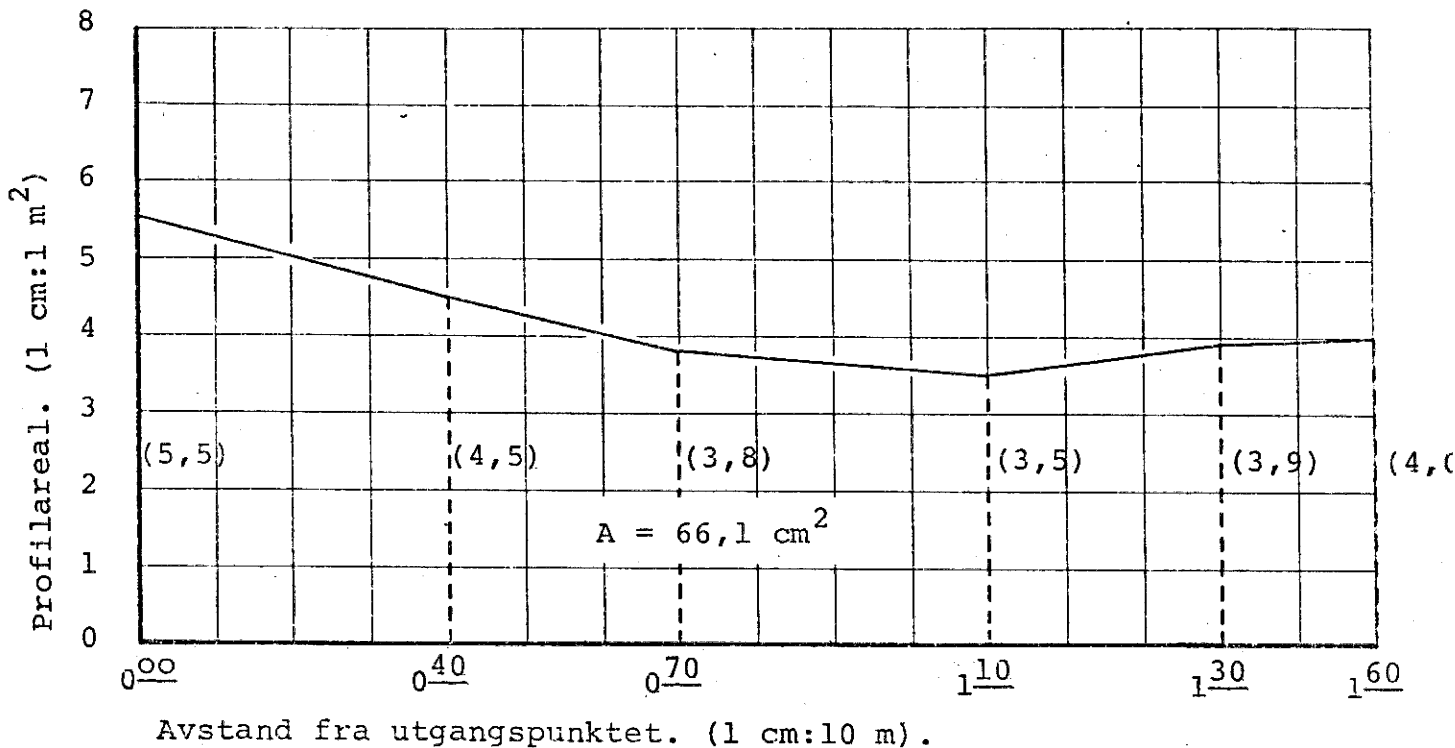
Arealet av tverrprofilene bestemmes ved hjelp av planimeter. "Skritting" med passer eller rutetelling på kalker millimeterpapir som legges over, kan også nyttes. Med avstanden mellom profilene forstår en også her avstanden målt langs bakken.

Berekingene av gravevolumet kan også gjøres grafisk. Arealene av tverrprofilene i bestemt målestokk, avsettes som ordinat på en basislinje i riktig avstand ut fra nullpunktet (0^{OO}). Endepunktene av ordinatene forbindes, og arealet av figuren en da får er et uttrykk for gravevolumet. Passende målestokk for basislinjen (absissen) kan være 1:1000 (1 cm = 10 m), og for ordinatene 1:100 (1 cm = 1 m²). Brukes dette målestokkforholdet og multipliserer arealet med 10 (da målestokken i absissen er 10 ganger mindre enn i ordinaten), får en gravevolumet i m³. Tabell 1 og figur 14 viser beregning av gravevolum etter begge disse metoder.

Tabell 1. Beregning av gravevolum.

Profil	Areal m ²	Avstand m	Volum m ³
0^{OO}	5,5		
0^{40}	4,5	40	200
0^{70}	3,8	30	125
1^{10}	3,5	40	146
1^{40}	3,9	30	111
1^{60}	4,0	20	79
	25,2	160	661

Oppdages fjell i kanaltraseen under oppmåling eller ved senere grunnundersøkelser, må volumet av dette bestemmes nøyaktig. Det bør tas tilleggsprofiler og fjelloverflaten markeres i disse og massen som må sprenges bereknes spesielt.



Figur 14. Grafisk bestemmelse av gravevolum.

C. Lukka avløp, rørledninger.

Ved sammenlikning av lukka avløp med åpne kanaler, har lukka avløp en rekke fordeler.

1. Tar ikke bort produktivt areal
2. Ingen skråninger eller kanter for formering av ugras og plantesykdommer
3. Bedre arrondering og brukningsforhold
4. Mindre vedlikeholdsutgifter
5. Fullgod effekt under snøsmelting og om vinteren

På den annen side kan åpne avløp legges med mindre fall. De er lettere å kontrollere og overflatevatnet³ ledes ofte raskere bort.

Pengeverdien av de nevnte fordeler er det som regel vanskelig å fastsette. Derfor blir det oftest kostnaden, særlig med anlegg, men også vedlikehold som avgjør spørsmålet om det skal være lukka eller åpent avløp.

Anleggskostnaden vil særlig bero på nødvendig rørdimensjon. Grove ledninger blir meget dyre. Derfor kommer lukka avløp særlig på tale ved mindre nedbørsfelter. Men er nedbøren ujevnt fordelt med påfølgende relativt stor flomvassføring, er det mindre sannsynlig at lukka

avløp vil være økonomisk forsvarlig. Liten årsnedbør og godt fall er ellers faktorer som bidrar til mindre rørdimensjon.

Spesielle forhold kan tale for bruk av lukka avløp. Ved meget djupe, åpne grøfter i lite stabil jord, blir det relativt stor gravemasse, og dessuten kanskje enda behov for ekstra sikring av skråningene. Om avløpet rørlegges, kan derimot gravearbeidet bli relativt rimelig, selv om det ved vanskelige grunnforhold må brukes en del forstøtninger av veggene mens arbeidet pågår. Ved lukka avløp er det heller ikke nødvendig å innskrenke gravedjupet mest mulig av hensyn til kostnaden. Større djup medfører ikke på langt nær så stor merkostnad ved lukka som åpent avløp. Det er heller ikke i samme grad nødvendig å unngå høgderygger som ved åpne løp ville ha gitt store skjæringer. Av denne grunn kan lukka avløp i mange tilfeller legges mere beint fram og således bli kortere enn åpne.

Vedlikeholdskostnaden kan bli meget liten i mange år framover, når ledningen er godt lagt og rørmaterialet er av god kvalitet. Jevnt tilsyn er imidlertid nødvendig. Særlig gjelder dette alle munninger, både inn- og utløp, samt eventuelle brønner for tilkobling av grøfte-systemer, slamfang m.v.

Et forhold som er avgjørende for vedlikeholdskostnadene er varigheten av rørene. I lukka avløp brukes som regel betongrør. I enkelte tilfeller, spesielt ved ekstremt agresivt vatn, har en sett at betongrør er blitt tært opp og smuldret bort på få år. I slike tilfeller bør en bruke asfalterte eller impregnerte rør. Har en mistanke om spesielt surt vatn, bør en på forhånd ta ut vassprøver for kjemisk analyse.

1. Rørmaterialet.

Norges Byggstandardiseringsråd har utarbeidet forskrifter for Rør og rørdeler av uarmert betong (NS 3027) som omfatter krav til betegnelse, mål og form, tetthet, styrke, betongkvalitet og merking m.v.

Ifølge denne standard leveres nå betongrør med spesifikasjoner som angitt i tabell 2.

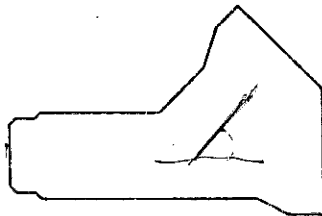
Tabell 2. Mål og form på rette betongrør.

Innv. diameter mm	Bygge- lengde mm	Gods- tykkelse mm	Vekt ca. kg	Maks. vinkelendr. cm/1 m
100 4"	1000	24	28	12,0
125 5"	1000	25	35	10,0
150 6"	1000	28	47	10,0
200	1000	32	70	7,5
	1250	32	80	7,5
250 10"	1000	37	98	6,0
	1250	37	110	6,0
300 12"	1000	44	145	6,5
	1250	44	170	6,5
400 15"	1000	50	220	5,0
	1250	50		5,0
	2000	58		5,0
500 20"	1000	60	350	4,5
	1250	60		4,5
	2000	72		4,5
600	1000	65	450	4,0
	2000	84		4,0

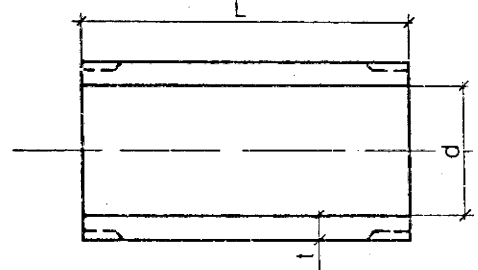
Grenrør og rørdeler leveres som angitt i følgende spesifikasjoner:

Grenrør

Innv. diameter d i mm hovedrør/gren	Bygge- lengde L i mm
100/100	600 og 1000
125/100 125/125	600 og 1000
150/100 150/125 150/150	600 og 1000
200/125 200/150 200/200	600, 1000 og 1250
250/125 250/150 300/125 300/150	600, 1000 og 1250

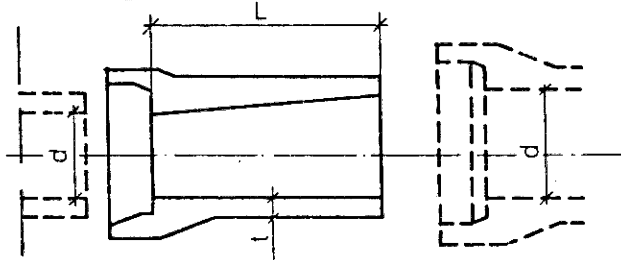


Spissvendere



Innv. diameter d i mm	Byggelengde L i mm
125 150 200 250 300 400 500	300 og 600

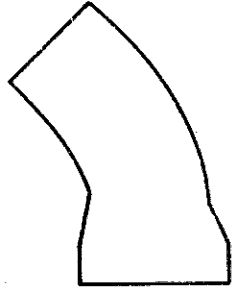
Dimensjons- overgangsrør



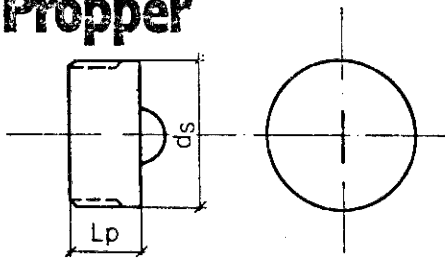
Overgang		Byggelengde L i mm
fra d =	til d =	
100	125	300
125	150	
150	200	
200	250	
250	300	

Bend

Innv. diameter d i mm	Avbøyninger i grader
100	11, 22,5 og 45°
125	
150	
200	
250	
300	
400	

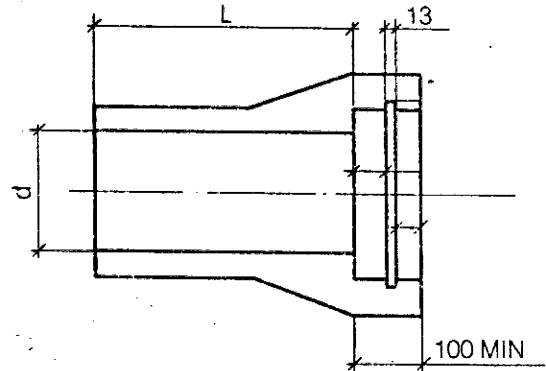


Propper



Diameter d i mm	Lengde L _p i mm
100	70
125	70
150	80
200	80
250	80
300	100

Plast-betong- overgangsrør



Utv. diam. plast/ innv. diam. betong	Byggelengde L i mm	Gummiring- tykkelse i mm
100/110 125/125 160/150 200/200	300	13

Større dimensjoner enn 600 mm fremstilles som runde kulvertrør m/ liggeflate (NS 3026). Videre leveres kumringer, kjegler, toppringer og lokk av forskjellige dimensjoner.

Alle produkter som leveres etter NS skal preges eller påmåles et tydelig merke som angir produsentens navn, registreringsnummer eller varemerke, ukenummer og årstall for fremstillingen.

For tetting av skjøter leveres gummiringer til de forskjellige dimensjonene.

2. Dimensjonering.

Som ved dimensjonering av åpne avløp legges normal flomvassføring (N.f.v.f.) til grunn som hydrologisk dimensjoneringsgrunnlag. Åpne grøfter og kanaler gis vanlig en viss overhøyde i forhold til normal flomvasstand (N.f.v.st.). Noen tilsvarende sikkerhetsmargin får en ikke i lukka avløp om de dimensjoneres etter samme flomvassføring som åpne. Det anbefales derfor å auke normal flomvassføring med 20-30 %, alt etter den sikkerhet en ønsker. Å dimensjonere avløpsledninger i jordbruket for helt ekstreme flomforhold, vil sjelden være rekningsssvarende. Dette vil føre til urimelig store dimensjoner og rørkostnader. I stedet kan det være billigere å risikere oversvømmelse og kanskje skader en sjelden gang.

Ved dimensjonering brukes vanlig tabeller eller nomogrammer for fulltløpende rør (fig. 16, tabell 3 og 4). De forskjellige hjelpemidler kan gi noe avvikende resultat, avhengig av hvilke formler og ruhet i ledningen som er lagt til grunn.

Ved store vasshastigheter vil sand- og gruspartikler slite på betongveggene. Dette forholdet blir ikke tillagt samme vekt som tidligere, da kvaliteten på rørmaterialet stadig er blitt bedre. Nyere undersøkelser viser også at hastigheten betyr lite for den totale slitasjen. En større fare ved store hastigheter er at vatnet kan trenge ut gjennom rørskjøtene og undergrave ledningen. Ved hastigheter på over 2,5-3,0 m/sek. bør skjøtene tettes med gummiringer, tjeredrev eller støpes sammen.

Tabeller og nomogrammer som brukes ved dimensjoneringsberegninger gjelder for fulltløpende rør uten overtrykk. Ved snaut dimensjonert ledning eller under ekstreme flomforhold, kan en få oppdemninger i rør og kummer, slik at ledningen fungerer som trykkledning og fører betydelig større mengder vatn enn angitt i normene den er dimensjonert etter. I slike tilfeller fører den like store vassmengder

som om den ligger med fallet til den hydrauliske trykklinja (fig. 15).

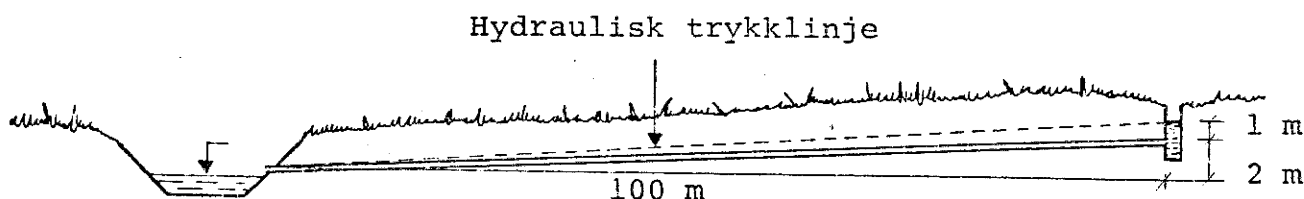
For et berekningseksempel settes opp følgende forutsetninger:

Nedslagsfelt	120 ha
Avrenningskoeffisient	2,5 l/sek. ha
Ekstra sikkerhet	20 % til N.f.v.f.
Terrengfall	20 o/oo

Dette gir en vassmengde på $(120 \cdot 2,5 \cdot 1,2)$ l/sek. = 360 l/sek. ✓

Ved å gå inn i nomogrammet (fig. 16) ser vi at for å befordre 360 l/sek. ved et fall på 20 o/oo, er det nødvendig med en innvendig rørdiameter på 44 cm. De nærmeste kurante rørdimensjoner er på 40 og 50 cm. Av nomogrammet ser vi at en 40 cm ledning med 20 o/oo fall fulltløpende fører 300 l/sek. og en 50 cm ledning vel 500 l/sek. En må her velge ledningsstørrelse på grunnlag av økonomiske vurderinger og den sikkerhet en ønsker. En 50 cm ledning vil få dårlig kapasitetsutnyttelse, og en 40 cm ledning kan synes for snau. Meterprisen (1979) for de to rørdimensjoner er henholdsvis kr 143 og kr 88.

Her kan en også ta i betraktning at en snaut dimensjonert ledning temporært kan fungere som trykkledning, og befordre betydelig større vassmengder enn om den går full uten trykk. Er det f.eks. en kum i ledningen 100 m fra utløpet, hvor vatnet kan demmes opp 1 m, før det gjør skade, ser en at den hydrauliske trykklinja får et fall på 30 o/oo (20 + 10 %). Nomogrammet (fig. 16) viser at en rørledning med 40 cm indre diameter og et fall på 30 o/oo fører ca. 360 l/sek. når den går full. Hastigheten på vatnet blir vel 2,8 m/sek.

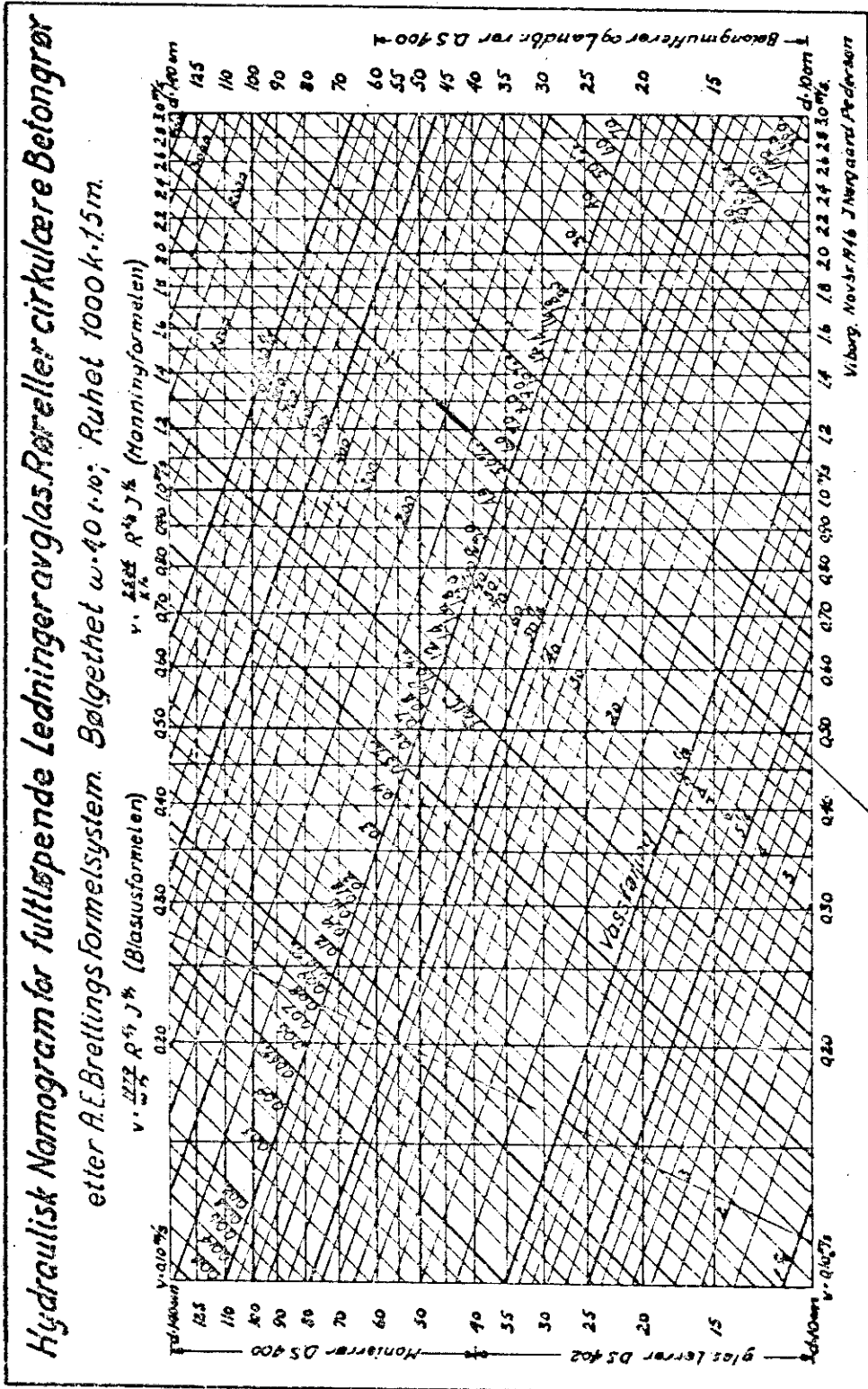


Figur 15. Avløpsledning under trykk.

Det er viktig at avløpsledninger legges med så stort fall at de er selvrensende. For at en ledning skal være selvrensende, kreves at skjærspenningen mellom avløpsvannet og bunnen i ledningen oppnår en verdi som er tilstrekkelig til å erodere vekk eventuelle avleiringer samt transportere disse videre. Figur 17 viser nomogrammer hvor en direkte kan se om betongrørledninger av forskjellige dimensjoner er selvrensende ved ulike fall og vassføringer.

3. Bortledning av overflatevatn. Brønner.

En viktig detalj i forbindelse med lukte avløp er å søge for effektiv og rask ledning av overflatevatn inn i rørsystemet. Dette ordnes best v.h.a. brønner på de aktuelle steder. Disse brønnene kan lages av sementringer, rør, som stilles oppå hverandre. Diameteren bør være minst 60 cm om en skal kunne gå ned i brønnen. Den settes på underlag av stein eller på trelem. Det må være så solid at brønnen ikke synker. Brønnen bør være så djup at en under utløpsrøret får



Figur 16. Nomogram for dimensjonering av avløpsledninger.

VANNFØRING OG HASTIGHET I BETONGRØR UTEN AVGRENINGER OG KUMMER

Q = vannmengde i liter/sek. V = hastighet i meter/sek. Ruhet k=1,0

Dim. Føll	100 mm		125 mm		150 mm		200 mm		250 mm		300 mm		400 mm		500 mm		600 mm	
	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V
1:10	17,6	2,25	32,3	2,67	51,7	2,96	111,0	3,60	200,0	4,12	325,0	4,61	692,0	5,54	1250,0	6,45	2020,0	7,22
1:15	14,4	1,86	26,3	2,18	42,3	2,43	91,0	2,92	164,0	3,40	266,0	3,80	568,0	4,58	1025,0	5,29	1650,0	5,87
1:20	12,4	1,60	22,6	1,87	36,5	2,09	77,0	2,50	142,0	2,95	230,0	3,29	490,0	3,95	885,0	4,58	1430,0	5,10
1:25	11,1	1,43	20,3	1,68	32,6	1,86	70,2	2,27	127,0	2,64	205,0	2,95	438,0	3,52	791,0	4,07	1280,0	4,60
1:30	10,2	1,31	18,5	1,54	29,8	1,71	64,2	2,07	116,0	2,38	188,0	2,70	400,0	3,25	724,0	3,75	1165,0	4,19
1:40	8,8	1,13	16,0	1,32	25,8	1,48	55,5	1,79	100,0	2,06	162,0	2,34	347,0	2,78	625,0	3,20	1010,0	3,63
1:50	7,9	1,02	14,4	1,20	23,1	1,33	49,5	1,60	89,5	1,84	145,0	2,10	311,0	2,50	560,0	2,89	900,0	3,23
1:60	7,2	0,92	13,1	1,09	21,1	1,22	45,3	1,46	81,8	1,69	133,0	1,91	284,0	2,30	510,0	2,64	825,0	2,96
1:70	6,6	0,85	12,1	1,00	19,5	1,12	41,9	1,35	75,5	1,55	122,0	1,75	262,0	2,13	470,0	2,43	762,0	2,74
1:80	6,2	0,80	11,4	0,94	18,2	1,04	39,3	1,26	70,8	1,46	115,0	1,66	245,0	1,98	443,0	2,30	715,0	2,56
1:90	5,8	0,75	10,7	0,90	17,2	0,99	37,0	1,20	66,7	1,38	108,0	1,57	232,0	1,87	416,0	2,15	672,0	2,40
1:100	5,6	0,71	10,2	0,85	16,4	0,93	35,2	1,13	63,5	1,30	103,0	1,48	220,0	1,78	396,0	2,05	640,0	2,30
1:125	5,0	0,64	9,1	0,75	14,6	0,83	31,5	1,01	56,8	1,17	92,0	1,32	196,0	1,57	355,0	1,82	572,0	2,05
1:150	4,6	0,60	8,3	0,68	13,4	0,77	28,7	0,92	51,9	1,07	84,0	1,20	179,0	1,45	324,0	1,67	521,0	1,87
1:175	4,2	0,54	7,7	0,64	12,4	0,71	26,5	0,85	47,9	0,99	77,6	1,12	166,0	1,34	298,0	1,54	483,0	1,73
1:200	3,9	0,50	7,2	0,60	11,6	0,67	24,8	0,80	44,8	0,92	72,7	1,05	155,0	1,25	280,0	1,45	452,0	1,62
1:250	3,5	0,45	6,4	0,53	10,4	0,60	22,3	0,72	40,0	0,82	65,0	0,93	139,0	1,13	251,0	1,30	404,0	1,46
1:300	3,2	0,41	5,9	0,49	9,5	0,55	20,3	0,65	36,6	0,75	59,3	0,85	127,0	1,03	228,0	1,18	369,0	1,32
1:350											55,0	0,79	118,0	0,95	212,0	1,10	342,0	1,23
1:400											51,4	0,74	110,0	0,89	198,0	1,02	319,0	1,14
1:450											48,4	0,70	104,0	0,85	186,0	0,96	301,0	1,08
1:500											46,0	0,66	98,0	0,79	177,0	0,92	285,0	1,03

100%

50%

40%

25%

12,5

10%

5%

4%

LUKKA AVLØP

DIMENSJONERINGSTABELL FOR BETONGRØR

GODKJENT AV LANDBRUKSDEPARTEMENTET

UTGITT 1976

LANDBR. UTBYGGINGSFOND

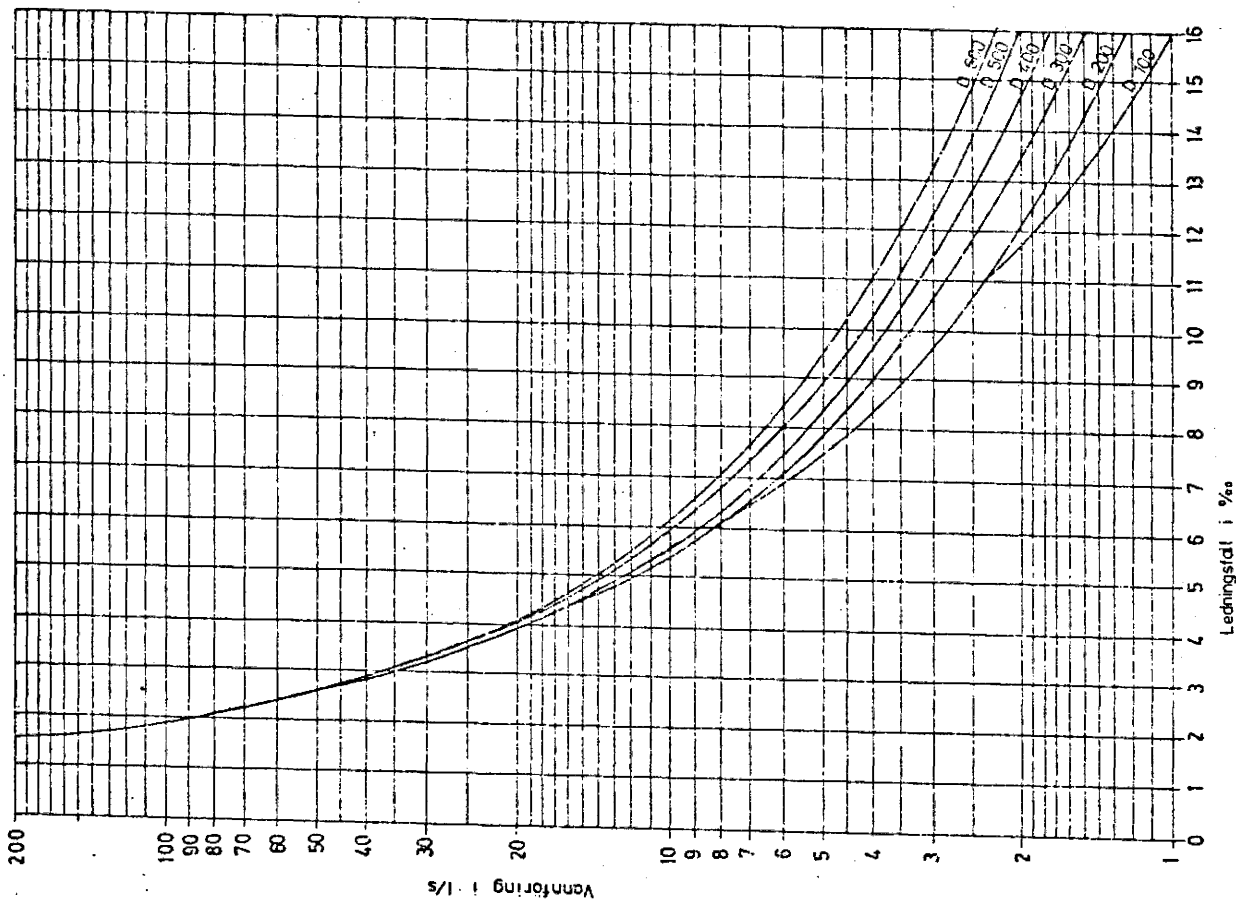
KAPASITET I L/SEK. VED GITT FALL OG RØRDIMENSJON.

V ANGIR VANNHASTIGHET VED FULLTLØPENDE RØR.

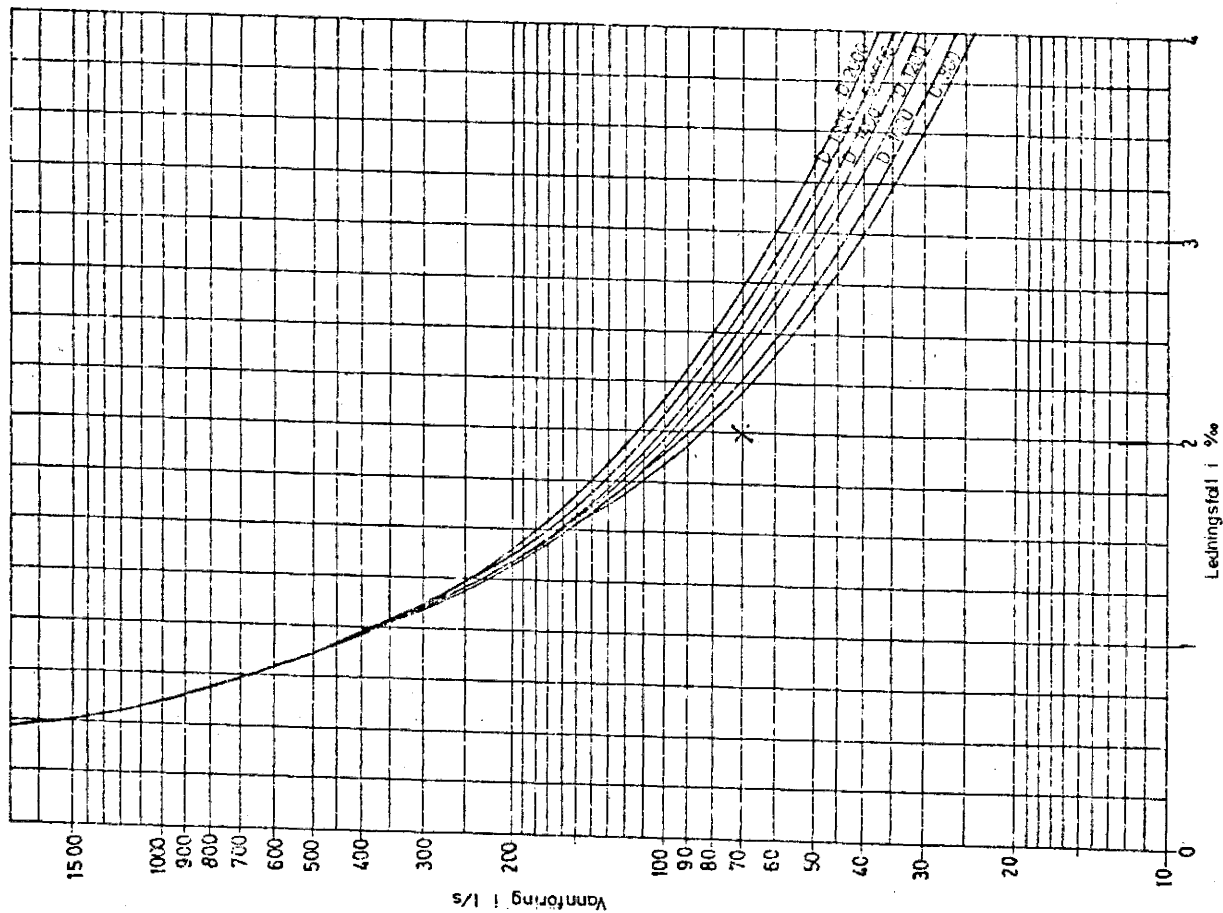
BEREGNET ETTER DARCY-WEISBACH/COLEBROOK
MED EN RUHET $k=(1,0+0,0025 \cdot D)$ MM

FALL ‰	RØRDIMENSJON I MM OG TOMMER											
	100	125	150	200	250	300	400	500	600	800	1000	1200
	4"	5"	6"	8"	10"	12"	16"	20"	24"	32"	40"	48"
1.0	1.7	3.0	4.9	10	19	30	63	115	180	375	665	1050
1.5	2.0	3.7	6.0	13	23	37	78	140	220	460	815	1290
2.0	2.4	4.3	6.9	15	27	43	90	160	255	530	940	1490
2.5	2.7	4.8	7.8	17	30	48	100	180	285	595	1050	1670
3.0	2.9	5.3	8.5	18	33	53	110	195	310	650	1150	1830
3.5	3.2	5.7	9.2	20	35	56	120	210	340	705	1240	1980
4.0	3.4	6.1	9.9	21	38	60	130	225	360	755	1330	2110
4.5	3.6	6.5	10	22	40	64	135	240	385	800	1410	2240
5.0	3.8	6.8	11	24	42	68	140	255	405	840	1490	2360
6.0	4.2	7.8	12	25	46	74	155	275	440	920	1630	2590
7.0	4.5	8.1	13	28	50	80	170	300	480	995	1760	2790
8.0	4.8	8.7	14	30	53	86	180	320	510	1070	1880	2990
9.0	5.1	9.2	15	32	57	91	190	340	540	1130	1990	3170
10	5.4	9.7	16	33	60	96	200	360	570	1190	2100	3340
15	6.6	12	19	41	73	115	245	440	700	1460	2600	4090
20	7.6	14	22	47	84	135	285	505	810	1690	2990	4730
25	8.5	15	25	53	94	150	320	565	905	1880	3330	5280
30	9.4	17	27	58	105	165	350	620	990	2060	3640	5790
35	10	18	29	63	110	180	375	670	1070	2230	3940	6250
40	11	19	31	67	120	190	405	715	1140	2380	4210	6680
45	11	21	33	71	125	205	430	760	1210	2530	4460	7090
50	12	22	35	75	135	215	450	800	1280	2670	4700	7470
60	13	24	39	82	145	235	495	880	1400	2920	5150	8190
70	14	25	42	89	160	255	535	950	1510	3150	5570	8840
80	15	28	45	95	170	270	570	1010	1620	3370	5950	9450
90	16	29	47	100	180	290	605	1080	1720	3580	6310	10000
100	17	31	50	105	190	305	640	1130	1810	3770	6650	10600
150	21	38	61	130	230	370	780	1390	2220	4620	8150	12900
200	24	44	71	150	270	430	905	1600	2560	5330	9410	15000

Tabell 4.



D = 100 - 600 mm
 $T_{fraks} = 30 \text{ N/m}^2$
 Ekvivalent sandruhet. $k = 1.0 \text{ mm}$



D = 800 - 1000 mm
 $T_{fraks} = 30 \text{ N/m}^2$
 Ekvivalent sandruhet. $k = 1.0$

Figur 17. Nomogram for selvfrensning

ca. 50 cm djupt slamrom. Om en har lite fall til disposisjon, kan både inn- og utløpsrør ligge i samme botnlinje. Men ellers er det en fordel om botnen i utløpsrøret kan ligge ca. 2 cm lågere enn botnen i innløpet.

I brønnsringene over utløpsrøret hugges huller, runde hull med ca. 2 cm diameter, eller avlange hull, 8-10 cm lange. Hullenes samlede areal bør være 3-4 ganger så stort som avløpsrørets. Dette fordi steinfyllinga om brønnen delvis vil dekke hullene. Av denne grunn bør stoen være relativt stor, og fyllinga bør være ca. 30 cm tykk. Er det slamjord (sand, mojord, mjele), anbefales det å kle jordveggen i brønnsullet med granbar for at steinfyllinga ikke så lett skal slammes tett.

I skarpe kroker på ledningen kan det være heldig å sette kontrollbrønn med mindre diameter, dersom slambrønn ikke trengs her.

Når fallet er lite og vatnet er slamførende, må en ha slambrønner i rimelig avstand. Dette er også nødvendig når fallet skifter fra sterkt til svakt. Disse brønnene bør helst plasseres slik at det passer å kople grøftesystemene til dem. Derved unngår en å hugge hull på selve ledningen. En kan også bruke spesielle koplingsbrønner uten slamrom, men med botnen i samme nivå som rørledningen, kanskje med renne for vatnet. Koplingsbrønnen lages ikke høyere enn at en får ca. 50 cm tykt jordlag over den.

4. Inn- og utløpsåpninger.

Når avløpet i hele dets utstrekning er lukket, blir det ingen egentlig fri innløpsåpning. Men som inntak for overflatevann vil det sannsynligvis være behov for en brønn i øvre enden, enten muret av stein eller laget av store sementrør. Skal vatnet derimot tas fra åpen grøft og inn i lukket, blir det spørsmål om spesielle innretninger her. Oppgaven blir å hindre at slam, sand, lauv, gras, småkvist o. likn. skal kunne stoppe ledningen igjen. Risikoen for dette er mindre når rördiameteren er 40-50 cm eller større, samt når ledningen er relativt kort og har godt fall. Dersom vatnet ikke er særlig urent, bruker en da i mange tilfelle ikke noe ekstra foran åpningen. Men for å hindre undergraving bør en stein- eller betongmur oppføres omkring munningsrøret. Dessuten bør botn og sider i kanalen steinsettes et stykke oppover fra innløpsrøret, fig. 6.

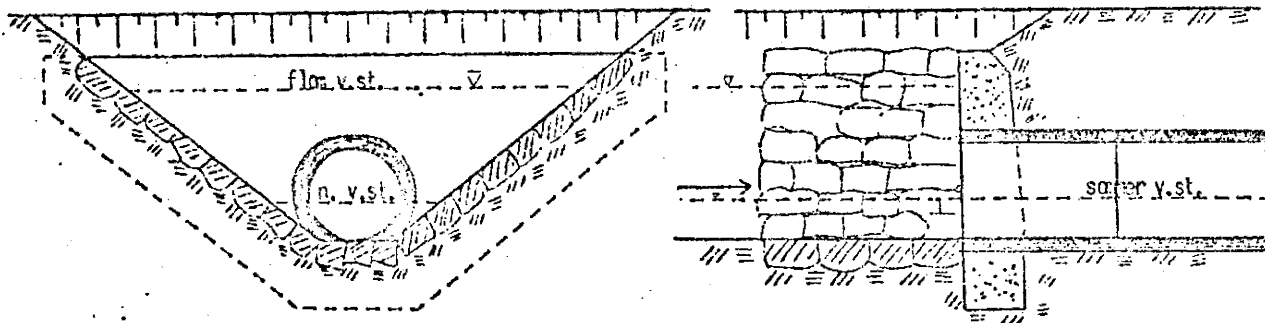


Fig. 6. Innløp for rørledning av større diameter.

Når det gjelder avløp med rørledning av mindre diameter, må en være mer påpasselig. Foran innløpsåpningen settes her en varegrind, f. eks. laget av rundt- eller flattjernsstenger, lysåpning mellom stengene 3-4 cm bred. Dessuten lager en slambasseng foran innløpet, og varegrinden legges på skrå over dette. Slambassenget kan mures av naturstein, men støpes mest av betong, fig. 7.

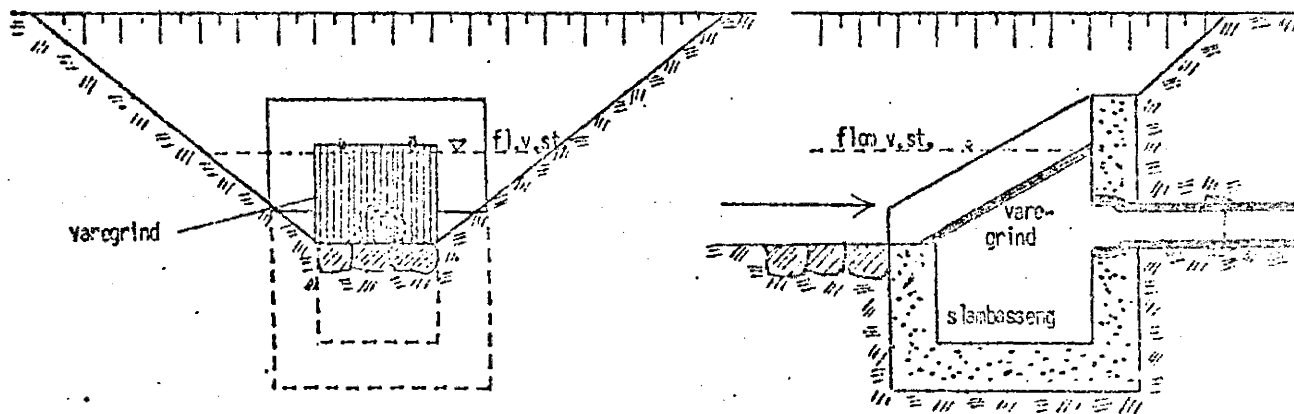


Fig. 7. Innløp med slambasseng, rørledning av mindre diameter.

Disse innretninger krever jevnt tilsyn, særlig må varegrinden tilsees og renses i lauvfallstiden.

Utløpsmunningene bør mures eller støpes om med liknende støttevegg som ved innløp. Videre må en jo passe på at munningen blir liggende i høvelig høyde i forhold til sommersvstanden i resipienten. Dersom det lukte avløpet munner ut i større kanal, bør en steinsette kanalsiden om munningen så høyt flomvasstanden røkker. For å hindre erosjon må en også steinsette eller på annen måte forsterke botnen like nedenfor rørmunningen.

Når lukket avløp føres under veg, brukes helst stikkrenne av samme slags rør og dimensjon som i ledningen ellers. For inntak av overflatevatn fra veggrøftene plasseres en brønn i ledningen på hver side av vegen, altså i veggrøfta.

VII SIKRINGSARBEIDER

På grunnlag av jordundersøkelser kan en ved planlegginga noenlunde vurdere behovet for sikringstiltak. I kanaler gjennom vanlig mineraljord vil det som regel dreie seg om tiltak for å hindre erosjon i sider og botn. Dette på grunn av større vasshastighet enn jordartens beskaffenhet tillater, særlig under flom. Ved mer solid forbygging kan sideskråningen også gjøres brattere, slik at bl.a. gravevolumet blir mindre. Men når det gjelder uttapping av sjøer og tjern kan det bli tale om forstötning mot egentlig jordras p.g.a. jordtrykket bak skråningen. Dette skriver seg fra den sterkt oppblötte masse. I mosemyr vil det ikke være særlig fare for ras når massens kohesjon ikke blir vesentlig nedsatt ved større fuktighet. Annrledes blir det derimot i dynmaktig materiale, eller i jord med leirkarakter, hvor kohesjonen er meget liten i våt tilstand.

Til sikring av sidene får en bruke det hövelige materiale som en har best tilgang på. Når erosjonsfaren ikke er særlig stor, kan det gå bra med bare torvsetting. En kan også legge på litt matjord og så i grasfrö, men det tar litt tid og forutsetter at skråningene kan stå nakne i minst ett år. Dessuten blir det behov for annet materiale under normal vasstand. Torva skjæres 30 x 30 x 2 cm og plasseres som fig. 11 viser. Så höyt som vatnet går ved normal sommervasstand, legges torva

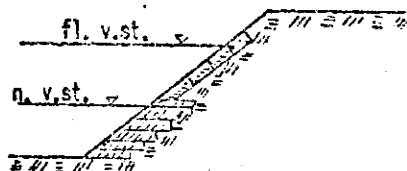


Fig. 11

i kost, men ovenfor og til litt over flomvasstand legges den med flatsiden mot skråningen, samt i forbanit med gjennomgående, horisontale fuger. I fugene pakker en matjord, slik at det hele kan gro sammen til en fast matte. Torva holdes foreløpig på plass v.h.a. trepluggen. Når torva er seig, kan den også skjæres litt tykkere, f. eks. 10-15 cm, men en må da ta ut tilsvarende større masse i skråningen for at løpet ikke skal innsnevres. Torvsetting gir et relativt tett skikt som vatnet bak skråningen vanskelig kan sige gjennom og ut i kanalen. Dette kan være en ulempe. Dessuten har torva lett for å råtne i det partiet som stadig står under vatn. Med tiden kan den derfor bli mindre effektiv her. Torvsetting betinger heller ikke vesentlig brattere skråning enn uten torv. Men den er ellers godt skikket som klodning på slak skråning av løs sand o.lkn., som lett skylles bort og som meget langsomt grasbindes på naturlig måte.

Steinsetting og steinplastring er det vanligste og beste under våre forhold når forbygging er helt nødvendig og det meste av steinen fins på stedet. Steinsetting er det sterkeste og kan brukes både i botn og i sider. Dette kan f. eks. ordnes som fig. 12 viser.

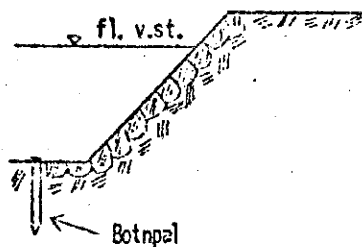


Fig. 12

Men en kan også forme noe trangere profil med brattere sideskråning. Steinmur bør ha helling 3 : 1, men er steinen stor og velskikket i mur, kan veggene være mest loddrette. Det blir da mulighet for å lage ei botnrenne med loddrette vegger og dimensjonert til å ta minst normal sommervassføring. Men det er en fordel å få plass til mest mulig av flomvassføringa også i steinrenna. Dette krever imidlertid rikelig tilgang på høvelig stein og mulighet for profil med relativt stort vassdjup, dersom botnen ikke skal bli bredere enn at den stadig holdes vassdekket. Dette momentet spiller for øvrig mindre rolle når det er liten fare for grasvekst, eller når fallet er godt med så fast botn at en enkel vasstrøm f. eks. midt etter renna ikke greier å grave nevneverdig. Når botnen også må steinsettes, står en i

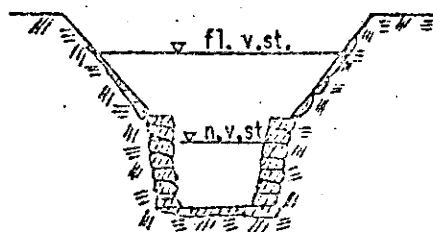


Fig. 13

så fall friere. Partiet med jordskråning over renna blir ganske lågt og kan ha relativt bratt skråning, selv om det er bare jord. Om det er nødvendig, kan en nederst her legge en liten steinplastring, fig. 13, ellers vil dette partiet også kunne gro til med gras.

Ved hjelp av steinsetting og -muring vil en få trangere profil med iallfall mindre dagbredde enn ellers. Det blir noe mer graving i botnpartiet, men dette må forutsettes å være relativt løst materiale. For steinmurens stabilitet er det viktig å ha god bakfyll, dvs. et lag småstein mellom muren og jordbakken. Derved får telon mindre tak på å ulage steinen. Mest aktuelt er dette i høye murer.

Steinplastring artet seg nærmest som en tynnere steinkledning på sider eller botn. Steinen må være så stor og legges slik at strømmen ikke river den løs.

Lignende profil som i fig. 13 kan også støpes av betong. Dette vil imidlertid falle meget dyrt. I trakter med lite eller ingen stein på stedet, kan en bruke trevirke, om dette er lettere å skaffe.

Når det er nødvendig med dobbeltsidig forstötning, plasseres ei pelrekke på hver side etter botnen, noe inn i den tenkte skråning, som altså må graves vekk. For middelsstor kanal med 70-80 cm botnbredde kan pelene være ca. 1,75 m lange, 10-15 cm i tverrmål. De settes med ca. 1 m avstand og slås eller spyles ned, vel 1 m ned i botnen. Pelene kan stilles loddrett, men da bør en ha tverravstiver mellom dem i nivå med botnen, fig. 14.

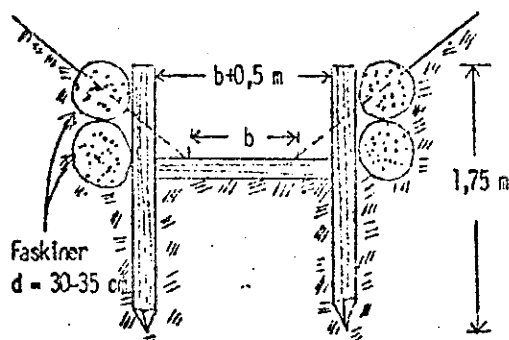


Fig. 14

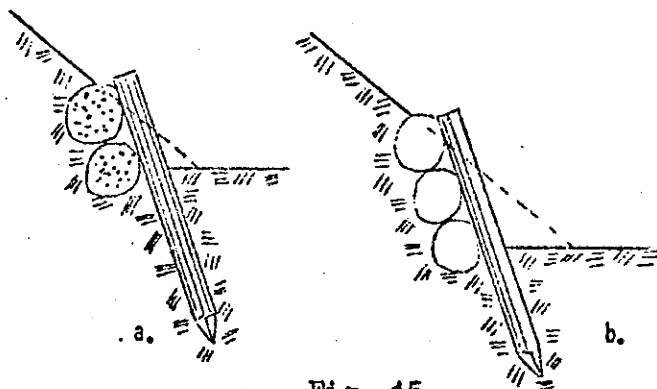


Fig. 15

Botnbredden må utvides såpass at vasstverrprofilen ikke innsnevres. Bak pelene kan en legge kvistbunter, faskiner, når en har lausskog å ta av. Ellers kan en bruke rajer, halvkløvninger o. likn., eller planker. Er det sterkt jordtrykk på pelene, kan en også måtte bruke tverravstiver øverst mellom pelene, men dette vil en helst unngå av hensyn til snø og is samt opprensingsarbeider.

Ved ensidig forbygging må pelene settes på skrå, fig. 15, a og b. Vanlig helling er 3 : 1. Jo høyere oppover skrånningen må støttes, desto lenger inn i den må pelene settes. Ved sterk påkjenning kan det likevel være vanskelig å få pelene til å stå på plass, slik at en blir nødt til å sette på tverravstiver mot andre siden, om det ikke er for bredt. Denne slags forbygging blir heller ikke billig, men en sparer atskillig graving, kanalen blir i det hele smalere. En har eksempel på at skrånningen over faskinene kunne stå med helling 1 : 1 i relativt løs sandjord. Da gror fort til.

Småras i skrånningene arter seg ofte på den måten at under optining glir det tinte, men oppbløtte, tynne jordlaget nedover som et teppe utenpå teleglaget. Men i jord med liten kohesjon kan en få ras av litt annen type. En har kunnet iakta at det gjerne begynner med å danne seg sprekker i jordoverflaten, ofte et stykke inn fra skrånningen. Sprekkene kan også komme i selve skrånningen, når denne er høy. Samtidig kan en oppdage at visse partier (nedenfor sprekken) i skrånningen begynner å hvelve seg ut, eller at botnen har tendens til å heve seg. I siste tilfelle vil partiet mellom kanalkanten og sprekken i jorda

synke ned. Det ser ut som hele jordvolumet har dreiet seg, og en antar at glidningen har foregått etter en nærmest sylindrisk glideflate. Når jordvolumet igjen er kommet i ny likevektsstilling, stopper rotasjonen opp, fig. 16. Disse ras kan forplante seg utover, idet nye rota-

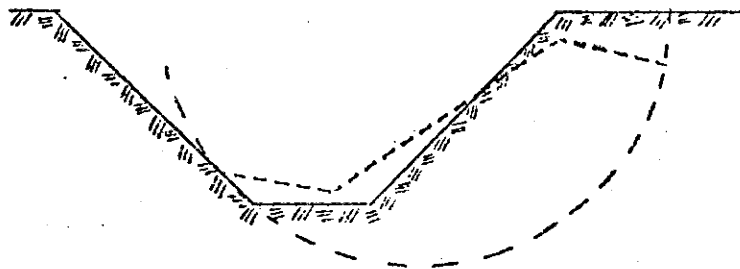


Fig. 16.

sjoner oppstår utenfor den første. Men det kan også være at de holder seg i selve skråningen, fortrinnsvis når denne er høy. Det blir da mindre partier som roterer, det ene ovenfor det andre. Det begynner øverst og forplanter seg nedover. Det er klart at i slike tilfelle nytter det ikke med lettere forbygging som torvsetting og steinplastring. Når det ikke er langt til fast botn, kan en ramme ned sterke peler på hver side, og så spenne inn solide tverravstivere mellom dem bl.a. til å ta imot det oppover rettede botntrykk. En har eksempel på at disse tverravstivere tilslutt p.g.a. botntrykket er blitt liggende spent som en bu.

I vanskelige tilfelle, særlig når det er langt til fast botn, er det best å gå langsomt fram, idet en suksessivt graver kanalen til fullt djup. I mellomtiden forsøker en å grøfte ut terrenget bak skråningen, slik at jorda relativt fort blir tørrere og får større kohesjon. Samtidig bør en sørge for at den oppgravde masse fjernes fra kanten med en gang, f. eks. ved å spre den utover et større stykke. Videre er det heldigst om selve gravearbeidet skjer med håndkraft. Ei gravemaskin må stilles like ved kanalen og representerer så konsentrert belastning at kanten lett trykkes ut. Dessuten får en også så sterk vibrasjon at massen av den grunn blir mer lettflytende.

VIII KOSTNADSOVERSLAG

Hovedposten i dette blir gravekostnaden. Ved massoberegninga har en fått tak i jordvolumet. Men enhetsprisen for graving vil bli forskjellig ved hånd- og maskingraving, likeså forskjellig for ulike jordarter. Fjellsprengeing kan også bli aktuell. De deler i avløpet som skal rörlegges, må kalkuleres for seg. Videre tar en med utgifter til stikkrenner, bruer o.likn. som enten skal nybygges eller legges om. Kan det bli aktuelt å sette opp fangdammer, f. eks. i gammelt vassfar, må en også regne med dette, likeså utgifter til eventuelt lensingsarbeid.

Utgifter til forbyggingsarbeider, sikring av skråninger, må tas med. I noen grad kan det være vanskelig på forhånd å bestemme omfanget av dette. Men en kan i så fall regne med et større beløp til uforutsette arbeider og tilsyn. Dette tillegget regnes vanlig til ca. 10 % av sluttsummen, men i vanskelige tilfelle, i jord hvor en erfaringsmessig lett får ras, kan det forhøyes til omkring 20 % av den beregnede kostnad.

Såvidt mulig bør en også søke å få den oppgravde massen spredd eller fjernet med det samme. I så fall bør utgiftene til dette tas med i overslaget. Likeså kan det bli tale om erstatninger. Disse fastsettes senere ved skjønn, men et visst, rimelig beløp for det bør likevel tas med ved beregning av kostnaden.

En kan ikke regne med at overslaget vil stemme helt. Først når arbeidet er ferdig, regnskapet oppgjort og statsbidraget utbetalt, kjenner en den virkelige kostnad. Den blir da å fordele på de enkelte eiendommer i forhold til det fastsatte partsantall.

IX PLANENS UTSTYR

Prosjektet for et senkingstiltak består av forskjellige deler.

1. Orienteringskart. Som oftest blir dette kopi og forstørrelse av rektangel- eller gradavdelingskartet i målestokk 1 : 50 000. På dette kartet legger en inn grensen for nedbørområdet, eventuelt også for deler av dette. Den prosjekterte kanal trekkes opp, f. eks. med enkel, blå strek, og rörlagt avløp kan vises med enkel, rød strek, eller ved annen signatur. Men så liten målestokk som dette kartet er i, har det for övrig mindre hensikt å plasere nevneverdig med detaljer.

Det er ikke nødvendig å vedlegge stort kartblad, bare den del som direkte vedkommer senkingsområdet, klippes ut i høvelig format.

2. Oversiktskart i målestokk 1 : 2000 - 1 : 4000 med høydekurver eller høydetall. Som regel er dette kartet tegnet på grunnlag av måling og nivellering for anledningen. Tidligere er nevnt hva som skal føres på av detaljer. Kartets viktigste funksjon er å vise beliggenhet, høydeforhold og størrelse av de interesserte arealer. Interessekurven legges inn, likeså vises med særlig signatur de takster som skal danne grunnlag for utgiftsfordelinga på de enkelte arealer.

3. Lengdeprofil. Dette er utfoldet lengdesnitt av kanalen i nåværende og prosjektert stand.

4. Tverrprofiler, kan tegnes på samme ark som lengdeprofilet.

5. Detaljtegninger. Dette gjelder f. eks. stikkrenner som bør vises både i lengde- og tverrsnitt med frontmur. Her påføres botnens høyde både ved innløp og utløp. Videre kan det være tegning av forskjellige brønner i rørlagt avløp, forbygging i sider og botn, fallbrott o. likn.

6. Beskrivelse og forslag. Beskrivelsen skal være såpass detaljert at interessentene ikke behøver å være i tvil om arbeidets utførelse. Her nevnes litt om stedets beliggenhet, om grunnlaget for foretaket og dets omfang. Når det gjelder grunnlaget, nevnes det vesentlige av resultatet fra jordundersøkelsens, i hvilken utstrekning marken er vassjuk, en begrunnelse for det valgte kanaldjup, samt i hvilken høyde interessekurven er lagt over nåværende vassnivå. Dessuten nevnes de hydrologiske data som en har regnet med, normal sommer- og maksimalavstrømning med tilhørende, beregnet vassdjup i avløpet.

Videre litt mer detaljert om selve kanalarbeidet, om bruer, brønner, fallbrott osv. Om kanal- eller rørdimensjoner, fall o. likn. vises til vedlagte bilag (profiler). For øvrig kan det også være heldig med nærmere forklaring av signaturene på kart og profiler. Om jordarbeidets størrelse og fordeling vises til jordarbeidsliste som utarbeides eventuelt på grunnlag av ny oppmåling og nivellering, samt peling i forbindelse med utsetting av arbeidet for graving. Likeså nevnes hvordan gravemassen skal logges opp, f. eks. minst 0,75 m fra kanalkanten, eller eventuelt spredes med en gang, på bare den ene eller på begge sider av løpet, samt i hvor tykt lag fylla da skal ligge. Om det gamle løpet rettes ut, kan det bli tale om å logge fylla i de gamle svingene. Ved utvidelse av gammelt far går det med større areal. Det bør da være forslag om hvordan saken skal ordnes, om arealet eventuelt bør avgis uten erstatning. Samtlige fastmerker må beskrives nøye, og deres høyde noteres.

Når større arbeid settes bort til entreprenør, må det være visse bestemmelser i forbindelse med dette. Det gjelder f. eks. i hvilken utstrekning byggherren kan forlange forandring i entreprisen, eller hvordan ekstraarbeid blir å behandle, dvs. i hvilke tilfelle entreprenøren har krav på tilleggsbetaling.

7. Parts-fordelingsliste. Det er ikke nok å regne med hele arealet for hver grunneier. På ulike deler av dette kan det bli forskjellig takst. Da kan ikke hvert dekar, f. eks., belastes med like stor avgift. Arealet av en bestemt bonitet multipliseres med vedkommende takstfaktor. Produktet kaller en for reduisert areal. Dette blir så multiplisert med 10, vesentlig for å få hele tall, som da representerer antall parter. Dette blir i realiteten å betrakte som forslag til fordeling av utgiftene. Den endelige fordeling avgjøres ved skjønn.

8. Kostnadsoverslag og lønnsomhetsberegning.

De vesentligste poster i kostnadsoverslaget blir graving og opplegging, samt spredning av jorda. Dessuten rørlegging, stikkrenner, fallbrott, sikring av sider og botn, nedsetting av kant- og botnpeler, renteutgift, skjønnsutgift osv., samt tilfeldige utgifter. Gjennomsnittlig kostnad pr. dekar uten statsbidrag regnes ut. Siden den nåværende formuesgrense for tilståelse av statsbidrag er 100 000 kr., kan det hende at statsbidraget ikke skal fordeles likt på hele arealet. Ellers er det kostnaden pr. dekar etter at statsbidraget er trukket fra, som særlig interesserer.

Da kanalen bør holdes vedlike, blir det også aktuelt å beregne årlig utgift pr. dekar til renter og vedlikehold.

Når en i forbindelse med senkingstiltak taler om lønnsomhetsberegning, menes nærmest en vurdering av jordens verdistigning sett i relasjon til den samlede kostnad. Den prosjekterende bør derfor gjøre seg opp ei mening om dette, selv om spørsmålet siden blir gjenstand for skjønn.

Når det gjelder arealfortegnelsen, så kan den kombineres med partsfordelingslisten. De faste eiendommer som får nytte av tiltaket anføres med angivelse av gårds- og bruksnr. samt eierens navn. Dessuten bemerkes om alle grunneiere eller rettighetshavere er enige om å utføre arbeidet. Videre skal det uttrykkelig anføres om det er noen utenforstående med eiendom eller rettigheter som vil få skade eller ulempe ved foretaket, og som derfor har krav på erstatning for det. I så fall må en angi hvor stort pengebeløp erstatningen antas å ville representere.

X KOSTNADSFORDELING

Enhver som er pålagt tilskudd, skal delta i utgiftene ved utførelse og framtidig vedlikehold av de deler av tiltaket som er til nytte for ham. Tilskuddet utregnes forholdsvis etter verdien av den forbedring som hans eiendom eller rettighet oppnår ved den omhandlede del av tiltaket.

Som forbedring ansees økning av jordas avkastningsevne under høvelig drift. Når jorda har vesentlig verdi til utvinning av brenntorv eller torvstrøy eller som byggetomt, opplagsplass, øvingsplass eller lignende, skal også økning av denne verdi medregnes (vassdragslovens § 31, pkt. 2 og 3).

Når en interessent ikke er villig til å være med på tiltaket, kan han pålegges bidragsplikt, og pliktig tilskudd kan inndrives ved panting. Etingelsene er imidlertid at den eller de grunneiere eller rettighetshavere som begjærer tilskuddsplikt fastsatt, må representere mer enn halvdel av den påregnelige fordel ved arbeidet (se § 31, pkt. 1 og 6), samt at fordelene for den plikten blir pålagt, overstiger i betydelig grad det som skal svares i avgift eller annet tilskudd (§ 128).

Som en ser av dette, må en for å få fordelt utgiftene, foreta en vurdering av de oppnådde fordeler. Dette må også gjøres av hensyn til vurdering av foretakets økonomiske berettigelse. Bestemmelsene er å tolke slik at verdien av forbedringen skal bedømmes for samtlige eiendommer og rettigheter, og at utgiftene med tiltaket, eller vedkommande del av dette, skal bæres i samme forhold.

Verdien av forbedringen for en eiendom beror ikke bare på virkningen av selve tiltaket. I så fall ville den jorda som er av slik beskaffenhet og ligger slik til, at den straks reagerer og gir større avkastning, kunne bli tillagt relativt for liten verdistigning og således slippe for billig fra tilskuddsplikten. Ofte ligger forholdene slik til at der trengs supplerende arbeider, tiltak, for at eiendommen i det hele skal få nytte av senkingstiltaket. Dette kan f. eks. være grøfting, nydyrking, vegbygging og bygging av større driftsbygninger. Disse ekstra tiltak koster penger, men denne kostnaden blir sjelden like stor på de forskjellige eiendommer. En eiendom kan like ved avløpet ha dyrket, relativt lett gjennomtrengelig jord som ikke trenger nevneverdig detaljgrøfting, mens en annen har lite produktiv, udyrket jord, kanskje myr

som trenger atskillig grøfting ved siden av andre kulturarbeider. Denne siste jorda bør derfor tillegges mindre verdistigning enn den førstnevnte. Men det kan også være andre spesielle forhold som gjør at økning av det dyrkede eller dyrkbare areal til et bruk vil være av forholdsvis stor betydning, og at jorda således kan tillegges større verdiøkning. Dette f.eks. når eiendommen på forhånd har relativt store hus, men for lite jord til å være selvstendig jordbruk.

I følge § 126, pkt. 1 i vassdragsloven bør tillatelse etter denne lov til å kreve avståing av eiendom eller rettigheter eller pålegg av eiendomsbyrder eller innskrenkninger ikke gis med mindre enten tiltaket ventes å fremme almene interesser eller de fordeler som ventes oppnådd av det, overstiger i betydelig grad utgiftene og den skade og ulempe som voldes for søkerens og andres eiendommer og rettigheter.

Hensikten med disse bestemmelser er bl.a. å forebygge at senkingstiltak som ikke er landbruksøkonomisk forsvarlige, skal komme til utførelse. Men for å kunne bedømme dette må det ansees som påkrevd å ta med alle nødvendige tiltak ved vurdering av verdistigningen. Verdien av forbedringen kan altså i mange tilfelle være avhengig av kostnad som ligger utenfor det tiltak som tilskuddsplikten gjelder for. Det synes klart at en må regne med denne kostnad når fordelene skal vurderes. Med uttrykket verdien i § 31, pkt. 2 må derfor være ment nettoverdien.

Etter § 31, pkt. 5 skal det avgjøres ved skjønn hvor stor part av utgiftene som faller på hver tilskuddspliktig. For at et slikt skjønn skal kunne gjøre seg opp ei mening om i hvilken utstrekning en grunneier eller rettighetshaver vil ha fordel av et senkingstiltak, må der avholdes skjønn både før og etter arbeidets utførelse.

Som tidligere nevnt blir den prosjekterende som regel tilkalt ved skjønnet, men han er ikke medlem av det. Likevel bør han på forhånd ha dannet seg ei mening om nåværende og framtidig jordverdi, og på grunnlag av det beregne verdien av fordelene og utarbeide forslag til fordeling av utgiftene, f. eks. i form av partsfordelingsliste. Dette vil alltid bero på skjønn, på praktisk erfaring og på såvel teknisk som agronomisk kunnskap, ikke minst på innsikt i landbruksøkonomi.

Utarbeiding av partsfordeling kan som tidligere nevnt skje på det grunnlag at hvert jordstykke, eller del av det, tildeles en viss takstfaktor, som f. eks. kan variere fra 0 - 12, alt etter jordbonitet, grad av forsumpning, beliggenhet og andre forhold. Partsfordelingslisten, som samtidig blir arealfortegnelse, kan se slik ut:

Nr.	Herred, fylke	Grunneier, bruker	Gr. nr.	Br. nr.	Areal dekar	Takst	Redusert areal	Parter	Parter i alt	Ansøker
1 ^a		A	41	3	23	7	161	1610	1890	
		"	"	"	4,8	4	19,2	192		
		"	"	"	0,7	4	2,8	28		
		"	"	"	2,0	3	6,0	60		
2 ^a		B	48	2	7,4	6	44,4	444	444	
		osv.								

Istedenfor å multiplisere "reduisert areal" med 10, som ovenfor, kan det gjøres slik at antall parter svarer til antall kroner i overslaget.

Men på denne måten får en imidlertid ikke direkte uttrykt fordelene i penger. Dette må likevel ansees nødvendig, iflg. vassdragsloven, både for hver enkelt eiendom og for tiltaket i det hele. Når en da kjenner pengeverdien av fordelene for hver enkelt eiendom og for tiltaket i det hele, samt samlet kostnad, kan en på dette grunnlaget beregne størrelsen av tilskuddet, slik at nevnte partsfordeling strengt tatt ikke er nødvendig.

Ekse. 1. Vi kan f. eks. anta at for grunneierne A, B og C er verdien av fordelene beregnet til henholdsvis 5000, 5000 og 9000 kr. Den samlede kostnad blir 12000 kr. Kostnaden pr. forbedringskrone, også kalt relativ kostnad, $r = 12000 : 20\ 000 = 0,60$ A, B og C skal da betale henholdsvis 3600, 3000 og 5400 kr., eller 30, 25 og 45 % av hele kostnaden.

Her har en da gått ut fra som selvsagt at det vil lønne seg for alle grunneiere å gå sammen om utgiftene ved hele senkingsarbeidet. Imidlertid kan det hende at det vil være urimelig å forlange at f. eks. de øverste og høyest liggende eiendommer skal være med på å betale for de nederste strekninger i kanalen. Når høydeforskjellene langs kanalen er så store at den øvre strekning kan utdypes uten at den nederste del tas med, blir det mindre sannsynlig at eiendommer som sogner til den øvre del, bør være med på å betale for hele kanalstrekningen. I så fall kunne det hende at utgiftene for en eller flere grunneiere ble større enn verdien av fordelene, eller også større enn om de skulle grave den nødvendige kanalstrekning alene, og dette er ikke forutsetningen iflg. vassdragsloven. Derfor bør en i slike tilfelle undersøke om det er grunn til avdelingsdannelse, dvs. at grunneiere som sogner til en viss kanalstrekning bare skal dele utgiftene til denne.

Eks. 2. En kanal, M-N-O, skal graves gjennom et stykke med 2 interessenter, A og B. Ved N er det ei bru, og arealet nedenfor den tilhører A. A kan grave kanalen på sitt stykke alene, men å grave alene

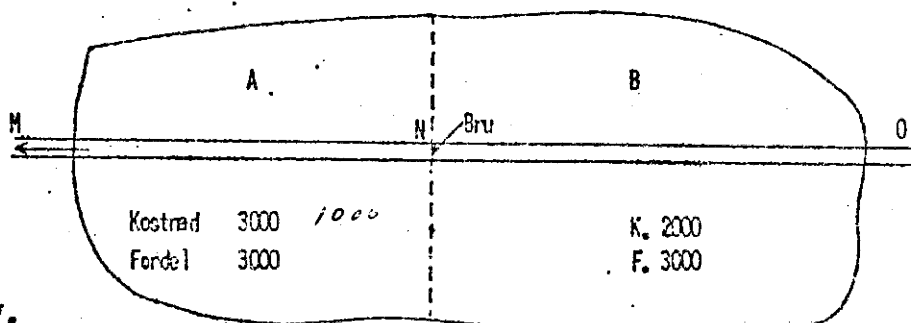


Fig. 17.

blir for dyrt for B, idet han da måtte utrede både sin og A's kostnad. Terrenget forutsettes å være slik at skal B grave sin kanal, må han også grave fullt ut gjennom A's stykke. Spørsmålet er da om det lønner seg for begge å gå sammen, når kostnad og verdi av fordeler er beregnet til beløp som notert på figuren.

$$\text{A alene: } r_A = \frac{K}{F} = \frac{3000}{3000} = 1,00$$

$$\text{B alene: } r_B = \frac{2000+3000}{3000} = 1,66$$

$$\text{A+B: } r_{A+B} = \frac{5000}{6000} = 0,83$$

Her kan bemerkes at om tørrleggingstiltaket skal være landbruksøkonomisk motivert, bør r være < 1 . Den relative kostnaden r er således et kriterium på hvorvidt foretaket kommer til å bli rentabelt eller ikke, når en i beregninga har tatt med andre tiltak som er nødvendige i forbindelse med senkingsarbeidet. I eks. 2 ser en at det lønner seg for A og B å gå sammen om arbeidet.

Eks. 3. Samme tilfelle som i eks. 2, men kostnaden på A's stykke er beregnet til 1000 kr., og på B's stykke 2000 kr. Verdien av fordelene er som i eks. 2. En får da følgende:

Avdeling	Fordel	Kostnad	r
		M-N, N-O	
A	3000	1000	0,33
B	3000	1000 2000	1,00
A+B	6000	1000 2000	0,50

A danner her egen avdeling og betaler 1000 kr. B må da betale 2000 kr., hvorved r_B blir $= \frac{2000}{3000} = 0,67$.

XI OM TØRRLEGGING I LOV OM VASSDRAGENE

§ 25.

1. Når en eier eller bruker av grunn ikke kan skaffe avløp for skadelig vatn på annen tjenlig måte, har han rett til

- a) å gi vatnet avløp gjennom naturlig renne eller bekkefar, selv om derved kan voldes skade for nedenfor liggende grunn, eller
- b) å lede vatnet ut i annen manns grøfter, når de er store nok eller blir utvidet således at vatnet ikke gjør skade, eller
- c) om det trengs, å grave grøft gjennom annen manns grunn.

For skade og utgift som voldes, skal det svares erstatning. Ved fastsettelse av erstatningen tas hensyn til nytte som den annen part får av grøftingsarbeidet. Grøft som graves eller utvides, skal føres så langt fram at vatnet ikke gjør skade for noen.

2. Når en grøft ikke er lukket i hele sin utstrekning, må den ikke gis avløp gjennom lukket grøft på fremmed eiendom, med mindre det ved skjønn etter § 27 finnes ubetenkelig.

3. Grøfter må ikke føres under offentlig vei, jernbane eller gate uten samtykke av vedkommende myndighet. Nektet samtykke, kan avgjørelsen bringes inn for departementet.

§ 26.

1. Hvis grøft som blir lagt gjennom annen manns grunn, er til vesentlig nytte for ham, skal han delta i utgiftene til anlegg og vedlikehold. Likeledes skal han delta i utgiftene til utvidelse av en grøft, når han har vesentlig nytte av utvidelsen. Ligger grunnen i fellesskap, får § 23 tilsvarende anvendelse.

2. Når noen med hjemmel i § 25 leder vatn ut i annenmanns grøft, skal han godtgjøre den annen en del av utgiften ved anlegg av grøften, hvis det etter omstendighetene er rimelig. Delen fastsettes etter den nytte hver har av grøften. Når vatnet ledes ut i bekkefar som annen mann har utdypet, gjelder det samme for utdypingsutgiftene. I alle tilfelle skal den som leder ut vatnet, delta forholdsvis i det fremtidige vedlikehold.

§ 27.

Når noen med hjemmel i § 25 vil lede vatn bort gjennom fremmed grunn, skal det avgjøres med skjønn om vilkårene for det foreligger. Skjønnet skal i tilfelle fastsette tiden for gravingen og treffe bestemmelse om hvor grøftene skal gå hvor store de skal være, om de skal være åpne, og hva det skal gjøres med den oppkastede jord. Likeledes avgjør skjønnet om grunneieren tilkommer erstatning etter § 25, punkt 1, eller godtgjørelse etter § 26, punkt 2, og i så fall beløpets størrelse. Erstatningen settes etter grunneierens valg til en sum en gang for alle eller til en årlig avgift. Envidere treffer skjønnet avgjørelse om betaling etter § 26, punkt 1, og om det fremtidige vedlikehold.

§ 28.

Når mark som skal tørrlegges, ligger i fellesskap, er hver loddeier pliktig til å delta i anlegg og vedlikehold av nødvendige avløpsgrøfter som han har nytte av, både i fellesmarken og i deres fortsættelse over fremmed grunn. Det avgjøres ved skjønn om grøftene er nødvendige og hvorledes utgiftene skal deles.

§ 29.

I de tilfelle som omhandles i § 26, punkt 1, og i § 28, kan skjønnet fastsette at grunneierens del av anleggsutgiftene helt eller delvis skal kunne avgjøres med arbeid. Det gjelder dog bare når grunneieren krever slik fastsettelse og særlige omstendigheter taler for at kravet etterkommes. Når noen skal delta i vedlikeholdsutgiftene, kan skjønnet bestemme at plikten skal kunne avgjøres med arbeid.

§ 30.

Når noen vil tappe ut innsjø eller myr eller i øvrig ved foretak i vassdrag eller på annen måte lede bort vatn for å innvinne eller forbedre jord ved tørrlegging, kan Kongen gjøre vedtak om ekspropriasjon av eiendom og rettigheter i den utstrekning som er nødvendig for å sette tiltaket i verk.

§ 31.

1. Når det aktes iverksatt tørrleggingsarbeid til innvinning eller forbedring av jord og ikke alle de grunneiere eller rettighets-
havere som vil oppnå fordel for sin eiendom eller rettighet blir enige om å danne et grøftingslag for å utføre arbeidet i fellesskap, kan Kongen etter søknad fastsette at de som ikke vil være med, skal ha plikt til å yte tilskudd til arbeidet. Den eller de grunneiere eller rettighets-
havere som begjærer tilskuddsplikt fastsatt, må representere mer enn halvdelen av den påregnelige fordel ved arbeidet. Når en kommune vil sette et slikt arbeid i verk, kan tilskuddsplikt pålegges etter søknad fra kommunen uten samtykke fra grunneiere eller rettighetshavere.

2. Enhver som således er pålagt tilskudd, skal delta i utgiftene ved utførelse og fremtidig vedlikehold av de deler av tiltaket som er til nytte for ham. Tilskuddet utregnes forholdsvis etter verdien av den forbedring som hans eiendom eller rettighet oppnår ved den omhandlede del av tiltaket.

3. Som forbedring anses økning av jordens avkastingssevne under høvelig drift. Når jorden har vesentlig verdi til utvinning av brennstoff eller torvstrøy eller som byggetomt, opplagsplass, øvingeplass eller liknende, skal også økning av denne verdi medregnes.

4. Enhver eier eller rettighetshaver som ikke uttrykkelig har gått med på tiltaket, kan fri seg for tilskuddsplikt ved å avstå sin rett til den forbedrede del av eiendommen mot erstatning etter skjønn for verdien i den tidligere tilstand. Erstatning for jord kan i dette tilfelle gis i jord, når den for eieren har samme brukbarhet og verdi som den han avstår. Den rett som avstås skal være fri for pant, kår og andre liknende hefte. De som vil sette arbeidet i verk, kan med 60 dagers varsel kreve meddelt om vedkommende vil nytte adgangen til å fri seg fra tilskuddsplikten ved avståing. Et slikt forlangende skal være ledsaget av plan for arbeidet med kostnadsoverslag og kart over det område som skal forbedres med høydelinjer og eiendomsgrenser. Bliar svar ikke gitt innen fristen, bortfaller adgangen til å fri seg fra tilskuddsplikt ved avståing.

5. Twist om tilskuddsplikt avgjøres ved skjønn. Likeledes avgjøres ved skjønn hvor stor part av utgiftene det faller på hver tilskuddspliktig. Har de som setter tiltaket i verk på forhånd sendt saksoekte kostnadsoverslag med oppgave over den verdi som de mener er innvunnet for hans eiendom eller rettighet, og over det tilskudd som etter

en av dem istandbrakt utregning bør fallo på ham, og med det i punkt 4 bestemte varsel krevd meddelt om han godtar resultatet, skal kostnaden ved skjønn som går saksøkte imot, påhvile ham, med mindre skjønnsretten finner grunn til å frita ham.

6. Pliktige tilskudd kan inndrives ved panting.

§ 33.

1. Når en grunneier blir pålagt etter § 26, punkt 1, å delta i utgiftene ved anlegg eller utvidelse av grøfter, har han adgang til å utrede sin del av anleggsutgiftene i årlige avdrag, for såvidt den ikke dekkes av erstatning som tilkommer ham. Det samme gjelder når en eier eller rettighetshaver blir pålagt tilskuddsplikt til anleggsutgifter etter § 31 eller § 32, såfremt han ikke har gått uttrykkelig med på tiltaket.

2. De årlige avdrag skal være på 30 kroner, med mindre summen overstiger 300 kroner, i hvilket tilfelle det kan kreves utredet en tiendedel årlig. Av det beløp som skyldes til enhver tid, svares samme rente som den eller de som setter tiltaket i verk betaler, om utgiftene til tiltaket er dekket ved lån, og ellers fem prosent i årlig rente.

§ 34.

1. Når det i henhold til lov, avtale eller annen hjemmel er lagt grøft gjennom annen manns grunn, kan grunneieren kreve at grøften blir flyttet til et annet sted på eiendommen såfremt den forårsaker der ved oppnær, er overveiende i forhold til den ulempe som volder rettighetshaveren, og mot erstatning etter skjønn for ulempen.

2. Selv om flyttingen ikke kan skje til et annet sted på samme eiendom, kan eieren kreve flytting såfremt grøften med betydelig mindre skade kan legges gjennom tredje manns grunn. Han kan da på egen kostnad kreve avståing etter § 25 til fordel for rettighetshaveren.

3. Om flytting kan kreves, avgjøres ved skjønn. Grunneieren bærer alle utgifter ved flyttingen.

§ 35.

1. Når åpne grøfter eller renner gjennom annen manns jord trenger opprensing, kan den foretas uten erstatning såfremt brukeren av jorden blir varslet minst 5 dager før arbeidet skal foregå. I innmark må opprensingen ikke uten tillatelse av brukeren utføres til andre tider enn om våren før åkrone er tillagt og om høsten etter innhøstingen.

Lukkede grøfter kan opprenses til enhver tid mot erstatning etter skjønn for den skade som voldes.

2. Hvis grøft som er lagt gjennom annen manns jord, er i sinn tilstand at vatnet gjør skade, har den skadelidende rett til å kreve at den uten opphold blir satt i forsvarlig stand. Bli krav herom ikke etterkommet av den vedlikeholdspliktige, kan den skadelidende gå fram på den måte som er nevnt i § 114, punkt 1.

§ 122.

1. Når flere eiere eller rettighetshavere har utført eller avtalt å utføre et sams vassdragstiltak til trygging eller forbedring av eiendommer eller rettigheter, danner det et lag hvor hvert medlem har stemmerett etter det forhold som er fastsatt for hans tilskudd til tiltaket. Er forholdet ikke fastsatt, har alle like stemmerett og like ansvar for lagsgjelden. Söksmål mot laget rettes mot styret, eller om intet styre finnes, mot hvilket som helst av medlemmene.

2. De som blir pålagt etter denne lov å yte tilskudd til tiltaket, har rett til å melde seg inn i laget.

Grøftingslaget må ta initiativet og ordne med alle spørsmål både under forberedelsen og utførelsen av arbeidet og dets senere vedlikehold. Det bør ha en formann og et styre, bestående av minst 3 medlemmer, og arbeidsnevnd til å besørge de jevnligge forretninger, og dette styre bør velges og suppleres av og blant lagets medlemmer. På lagets års- møter og andre spesielle samlinger må styret legge fram beretning om det som er foregått siden siste samling og söke mandat for det fortsatte arbeid. Ved siden av og til supplerings av vassdragslovens bestemmelser bør laget også ha vedtekter.