

A. Hamb

11.-/14,50

F o r e l e s n i n g e r

om

AVLÖP, SENKNINGS- OG UTTAPPINGSARBEID, KANALISERING

ved

NORGES LANDBRUKSHÖGSKOLE

av

dosent Erling Harildstad

1951

UNIVERSITETSFORLAGET

O s l o

JAN VÅGE

Haraldstad 6. -

F o r e l e s n i n g e r

om

AVLÖP, SENKNINGS- OG UTTAPPINGSARBEID, KANALISERING

ved

NORGES LANDBRUKSHÖGSKOLE

av

dosent Erling Harildstad

1951

UNIVERSITETSFORLAGET

O s l o

I n n h o l d.

	side
I. Innledning	1
II. Oversikt, rettslige forhold	1
III. Hydrografiske forhold i Norge	4
IV. Forberedende arbeider	6
1. Orientering	6
2. Arbeidet i marken	7
3. Kartlegging, linjenivellement (tverrprofiler)	9
4. Jordundersøkelse	18
V. Kanalens plass i terrenget	20
VI. Kanalens nedbørområde	21
VII. Prosjektering	22
A. Tegning av kart og profiler	22
B. Åpne avløp, kanaler	24
1. Beregning av vassføringa	25
2. Forhold som har innflytelse på kanalens djup	26
3. Eksempel på beregning av nødvendig kanaldjup	29
4. Botnlinjens fall	29
5. Kanalens tverrprofil, sideskråning og vassdjup	32
6. Botn- og dagbredden	35
7. Dimensjonering	35
8. Beregning av gravevolumet	40
9. Utretting av løpet	42
10. Bruer, stikkrenner, rørgjennomløp	42
C. Lukte avløp, rørledning	45
1. Rørmaterialet	47
2. Dimensjonering	50
3. Overflatevatnets bortledning, brønner	51
4. Inn- og utløpsåpninger m.m.	52
D. Kombinert system	54
VIII. Sikringsarbeider	57
IX. Kostnadsoverslaget	61
X. Planens utstyr	61
XI. Utgiftsfordeling	64
XII. Arbeidets utførelse	71
1. Utsetting	71
a. Den enkle metoden	71
b. Den fullstendige metoden	72
c. Utsetting av lukket avløp	74

	side
2. Gravearbeidet	76
a. Håndgraving	76
b. Bruk av sprengstoff	79
c. Bortflöting av jordmassen	84
d. Maskingraving	84
e. Graving av röravlöp, rörlegging	86
XIII. Utsetting av kant- og botpeler	90
XIV. Regler for vedlikehold av grunnforbedringsarbeider som er utført med bidrag av statskassen	91
XV. Offentlig, økonomisk støtte	92
XVI. Om tørrlegging i lov om vassdragene	94

I. I n n l e d n i n g.

Den første betingelse for at et jordareal skal kunne grøftes effektivt, er at avløpsforholdene er i orden.

Situasjonen kan være den at en allerede planlagt detaljgrøfting ikke kan utføres før avløpet forbedres, utvides og graves djupere. Eller det kan være at en vil senke vassnivået i tjern eller sjø for å vinne inn nytt dyrkingsland, som senere skal detaljgrøftes.

Når det gjelder behovet for regulering av hovedavløp fra tidligere dyrket, men vassjuk jord her i landet, har Grøftekomiteen av 1941 fått noen skjønnsmessige oppgaver fra en del landbruksfunksjonærer. Etter dette skjønn skulle ca. 1/5 av det vassjuka dyrkede areal i hele landet trenge regulering av hovedavløp. Det prosentvis største areal er i Rogaland og Agderfylkene, Nordland og Troms, minst i Opland, Trøndelag, Sogn og Fjordane samt Hordaland. Det absolutte behov er størst i de låge kystbygder og på flatbygdene ved Oslofjorden.

Regulering av slike hovedavløp vil antakelig i de fleste tilfelle kunne karakteriseres som mindre arbeider, mindre tørrleggingstiltak. Det vil ofte dreie seg om relativt små avløpsgrøfter, kanskje med så liten vassføring at det teknisk sett er mulig eller fordelaktig å rørlegge grøfta. Da blir det særlig den økonomiske side av saken som avgjør spørsmålet: åpent eller rørlagt avløp. Ellers må en kunne forutsette at den økonomiske vinning ved arbeidet med slike mindre avløp er så stor i forhold til kostnaden at det blir liten tvil om hvorvidt prosjektet av den grunn bør utføres eller ikke. For oppnåelse av statsbidrag kreves at tiltaket skal være planlagt av landbruksingeniør, fylkesagronom eller herredsagronom.

II. O v e r s i k t, r e t t s l i g e f o r h o l d.

Selv om mindre arbeider som grøfting vesentlig har interesse for en enkelt jordbruker, kan det likevel ha følger for naboen, både gode og skadelige. Da må en være merksam på den rettslige side av saken. Mens mindre arbeider kan utføres etter avgjørelse ved skjønn, trengs det for større arbeider, senkingstiltak, tillatelse av Kongen (konsesjon). Noen skarp grense mellom disse kategorier er det ikke mulig å trekke opp.

Når en ved grøfting ikke får avløp for vatnet på egen grunn, kan en etter vassdragsloven (§§ 25-29) lede vatn gjennom annen manns grunn. Men når en således med hjemmel i loven (§ 25) vil lede vatn bort gjennom fremmed grunn, skal det avgjøres ved skjønn om vilkårene for det foreligger. Skjønnet skal i tilfelle fastsette tiden for grav- inga, gi bestemmelse om hvor grøftene skal gå, størrelsen av dem, om de skal være åpne, og hva en skal gjøre med den oppkastede jorda. Dessuten avgjør skjønnet om grunneieren har krav på erstatning, eventuelt dens størrelse, eller om han får så stor nytte av grøfta at han skal delta i utgiftene til anlegg og senere vedlikehold.

Det nevnte skjønn styres av lensmannen, s.k. lensmannsskjønn. Det er bare underskjønn som kan styres av lensmannen. Men innen 4 uker etter det kander kreves overskjønn som blir å styre av en dommer (event. sorenskriveren). Planleggeren (landbruksingeniør, fylkesagronom, herreds- agronom) vil som regel måtte tilkalles ved skjønnet, selv om dette ikke er foreskrevet i loven. Men han er ikke med som skjønnsmann.

Ved større tørrleggingsarbeider, senkingstiltak, får en som regel bruk for større avløpsgrøfter. Etter vanlig terminologi hos oss kaller en disse gjerne for kanaler. Når vassnivået i sjøen eller tjernet skal senkes permanent, må kanalen til enhver tid kunne lede vekk den vassmengden som fra nedslagsområdet renner til dette bassenget. Under snøsmeltinga om våren kan en likevel tåle noen stigning, men ikke over- svømmelse.

Større senkingsarbeider har hittil særlig vært planlagt av landbruksingeniørene og vassdragsvesenet, men også noe av fylkesagrono- mer.

Som nevnt fremmes slike arbeider med hjemmel i Kgl. tillatelse. Kongen kan gjøre vedtak om ekspropriasjon av eiendom og rettigheter i den utstrekning som er nødvendig for å sette tiltaket i verk. For å hindre at lite lønnsomme tiltak skal kunne utføres, har vassdragsloven be- stemte regler for relasjonen mellom kostnad og oppnådde fordeler. Ved den økonomiske vurdering skal fordelene veies mot anleggskostnad og skade og ulempe, såvel for søkerens som for andres eiendommer og rettigheter. For å få Kgl. tillatelse kreves således at tiltaket enten skal fremme almene interesser eller at fordelene for private interesser i betydelig grad overstiger anleggskostnad, skade og ulemper. (§ 126).

I et større senkingstiltak vil det som oftest være flere interessenter, flere grunneiere. Utgiftene blir da å fordele i forhold til den fordel, nytte, hver enkelt får av tiltaket. Ingen skal pålegges

større tilskudd enn svarende til de fordeler vedkommende oppnår ved tiltakets gjennomføring. Vassdragsloven (§ 31) har bestemmelse om at grunneierne av praktiske grunner bør slå seg sammen i et grøftelag for å utføre arbeidet i fellesskap. Innen laget har hvert medlem stemmerett etter det forhold som er fastsatt for hans tilskudd i tiltaket. Er dette forholdet ikke fastsatt, har alle lik stemmerett og ens ansvar for lagsgjelden. Grøftelagets oppgave blir for övrig av mer varig natur. Det skal ikke bare få tiltaket i stand, men også holde det ved like.

Men det er ikke så sjelden at enkelte grunneiere eller rettighetshavere er uenige i tiltaket og således ikke vil gå inn i gröftelaget. I dette tilfelle kan Kongen etter søknad fra interesserte grunneiere fastsette at de som ikke vil være med, skal ha plikt til å yte tilskudd til arbeidet. Men for at Kongen skal kunne bestemme slik bidragsplikt, må de som ønsker den, representere mer enn halvparten av fordelene. Det må være interesseovervekt. Dessuten bør bidragsplikt ikke fastsettes med mindre det med sikkerhet ventet at de fordeler tiltaket vil medføre for dem, som plikten blir pålagt, i betydelig grad overstiger den sum som skal svares i avgift eller annet tilskudd (iflg. § 128). Tillatelse til å kreve tvangstilskudd etter nåværende vassdragslov (av 1940) forutsetter ikke at selve tørrleggingsforetaket bygger på Kgl. tillatelse.

De som ikke har gått med på tiltaket, behøver imidlertid ikke (§ 31 pkt. 4) å ta på seg noen avgift til arbeidet. Men da må de avstå sin rett til den forbedrede del av eiendommen mot erstatning etter skjønn for verdien av den slik den var før tiltaket kom i stand.

Det første som må gjøres av de som ønsker tørrlegging, er å få i stand en plan for arbeidet. Dette besørger av de tidligere nevnte landbruksfunksjonærer eller av Vassdragsvesenet. Her er det for övrig i planleggerens interesse først å skaffe seg foreløpig orientering om hvor mange interessenter en sansynligvis får med i tiltaket frivillig.

Når det gjelder forundersøkelsen, er enhver grunneier eller bruker pliktig til å finne seg i at de nødvendige forarbeider, målinger og undersøkelser for planlegging av tiltak i vassdrag, blir utført på hans grunn mot erstatning etter skjønn for eventuell skade. Det samme gjelder for oppsetting av merker. Men når eieren eller brukeren bor på eiendommen, skal han såvidt mulig få melding om undersøkelsen god tid i forvegen (§ 121). Betingelsen for nevnte plikt er likevel at den som skal foreta undersøkelsen, på forhånd har fått tillatelse til det av lensmannen (politimesteren). Når undersøkelsen ikke utføres av staten, skal

det för godkjenning blir gitt, kreves stillet sikkerhet for skaden om ikke lensmannen etter forholdene finner det unödvendig.

De viktigste bestemmelser i vassdragsloven om törrlegging vil for övrig etter hvert bli nevnt. Dessuten gis et lite utdrag av vassdragsloven til slutt.

III. Hydrografiske forhold i Norge.

Forskjellen mellom nedbörmengde og avløpsmengde i vassdragene er forholdsvis störst i nedbörfattige, vegetasjonsrike distrikter. Den del av nedbören som ikke kommer til vassdragene, utgjör her i alminnelige år ca. 35 %, i törrre år enda mer. I höytliggende strök og spesielt over den klimatiske tregrense er forskjellen mindre. Men på grunn av vanskeligheten med å få nöyaktige nedbörmålinger her, kan en ikke angi noe bestemt forhold mellom virkelig nedbör og avlöpnt nedbör.

Av spesiell interesse for vassdragenes hydrografi er den selvregulerende evne som vesentlig bestemmes av vegetasjonens utbredelse, sjöer, breer, myrer og terrengets beskaffenhet ellers. Om dette vises for övrig til hva som er skrevet under "Elvereregulering".

I hydrografisk henseende kan landet i grove trekk deles i 6 områder, nemlig:

1. Östlandet. Dette omfatter vassdragene fra grensen mot Sverige til og med Skiensvassdraget, for övrig begrenset av Dovre i nord og Jotunheimen med Langfjellene i vest. Innlandsklimaet er her framherskende og avlöpnt forholdsvis lite, i gjennomsnitt ca. 19 l/sek pr. km² med et minimum i Dovretraktene på 11-12 l/sek pr. km² og et maksimum i Jotunheimen på ca. 41 l/sek pr. km². Dette svarer til en gjennomsnittlig avlöpnt nedbörhöyde på 600 mm med variasjoner mellom 350 og 1300 mm. Det er en utpreget lågvassperiode om vinteren, en årviss, vassrik vårflom, mens höstflommene gjennomgående er mindre og mer tilfældige.

2. Sörlandet omfatter vassdragene fra Skiensvassdraget til og med Jærens vassdragene. Karakteristisk for Sörlandet er forholdsvis stort avlöp, i gjennomsnitt ca. 45 l/sek pr. km², variasjon fra 29 l/sek pr. km² i Kragerövassdraget til ca. 80 l/sek pr. km² i enkelte vassdrag på grensen mot Vestlandet. Tilsvarende nedbörhöyder er henholdsvis 1400, 900 og 2500 mm. Lågvassperioden er her gjennomgående kortere enn

for Östlandsvassdragene og kan for kystvassdragenes vedkommende være like utpreget om sommeren som om vinteren. Flomperiodene i kystvassdragene inntreffer mer uregelmessig og til alle årstider. Vinterflommene kan ofte være de største.

3. Vestlandet omfatter vassdragene mellom Stavanger og Stad. Det gjennomsnittlige avløp er stort, ca. $74 \text{ l/sek pr. km}^2$ svarende til 2300 mm nedbør. De lokale variasjoner i gjennomsnittsavløpet innen dette distrikt er betydelig større enn i de før nevnte distrikter. Avløpet i Iærdalselven utgjør således ca. $36 \text{ l/sek pr. km}^2$ og i Norddalselven ved Ålfotbreen $208 \text{ l/sek pr. km}^2$. Dette svarer til en avløpt nedbør på 1150 og 6600 mm. Denne siste vassmengde må delvis tilskrives bresmelting. I de høytliggende nedbørfelter inntreffer i de fleste vassdrag en utpreget lågvassperiode om vinteren med typisk stor vårflom. Også i dette distrikt kan lågvassperioder i små kystvassdrag inntreffe om sommeren.

4. Møre og Trøndelag omfatter vassdragene i fylkene med samme navn. I de større vassdrag er vinterens lågvassperiode mest utpreget. Der opptrer regelmessig vårflom som nok er den vassrikeste, men også hyppige, kortvarige høst- og vinterflommer som kan bli betydelig større enn vårflommen. I det hele tatt kan vassdragene i dette distrikt karakteriseres som meget urolige. Gjennomsnittsavløpet er ca. $38 \text{ l/sek pr. km}^2$, men det varierer fra ca. $17 \text{ l/sek pr. km}^2$ i øvre del av Driva til ca. $100 \text{ l/sek pr. km}^2$ i Tyssa i Hjørundfjord. Tilsvarende avløpne nedbørhøyder er henholdsvis 1200, 550 og 3100 mm.

5. Nordland omfatter vassdragene i Nordland fylke. Gjennomsnittsavløpet er stort, ca. $57 \text{ l/sek pr. km}^2$ eller 1800 mm nedbør. Det er variasjon fra ca. $28 \text{ l/sek pr. km}^2$ i øvre del av Vefsna til $110 \text{ l/sek pr. km}^2$ i Leirelven på Helgeland og enkelte brevassdrag. Tilsvarende avløpt nedbør er 900 og 3500 mm. Vinterens lågvassperiode er den mest utpregede. Vårflommen er den største og mest årvisse, men i enkelte vassdrag opptrer skarpe vinterflommer.

6. Troms og Finnmark omfatter vassdragene i de samme fylker. Gjennomsnittsavløpet er lite, ca. $22 \text{ l/sek pr. km}^2$ eller 700 mm nedbør. I enkelte av de store innlandselver er gjennomsnittsavløpet $10\text{--}11 \text{ l/sek pr. km}^2$ eller 350 mm nedbør, mens det i en del mindre kystvassdrag er ca. $50 \text{ l/sek pr. km}^2$ eller 1600 mm. Det er utpreget lågvassperiode om vinteren med årvisse vårflom.

Resumé:

Östlandet, gj.snittl. avløp 19 l/sek pr. km ² , netto nedbør	600 mm
Sörlandet, " " " 45 " " " " " "	1400 "
Vestlandet, " " " 74 " " " " " "	2300 "
Möre og Tröndelag, " " " 38 " " " " " "	1200 "
Nordland, " " " 57 " " " " " "	1300 "
Troms og Finnmark, " " " 22 " " " " " "	700 "

I lågvassperioder kan vassføringa gå ned i ca. 1 % av gjennomsnittet, men i flomperioder kan den nå opp i 2000 % eller mer avhengig av vassdragets beliggenhet, størrelse og karakter.

IV. F o r b e r e d e n d e a r b e i d e r.

1. Orientering.

Når en får til oppgave å planlegge et tørrleggingstiltak, må en først orientere seg godt på et kart over det aktuelle distrikt, dernest i terrenget. (Det vil være sjelden at en landbruksfunksjonær med f. eks. hele fylket som arbeidsområde er lokalkjent overalt de første årene i praksis der).

Ved de fleste tekniske arbeider er et godt oversiktskart ofte en grunnbetingelse og det som først og fremst må skaffes tilveie. For kulturtekniske arbeider trengs oversiktskart i så stor målestokk som mulig, kart med flest mulige detaljer inntegnet: mindre vassdrag (beker, kanaler, åpne grøfter), eiendomsgrenser, veger, gjerdar o. likn. Dette blir helst kart av kategorien økonomiske karter i målestokk

1 : 10000. Men økonomisk oppmåling av større arealer er utført i meget begrenset omfang i vårt land. En del er oppmålt i Hedmark fylke i Österdalen og på Hedemarken (Ringsaker herred), dessuten noe i Tröndelag og i Rogaland (Höyland herred på Jæren, området omkring Stavanger).

Vårt hovedkartverk er de topografiske karter i 1 : 100 000, rektangel- og gradavdelingskarter. I alminnelighet må en nøye seg med kopi og forstørrelse av disse karter til målestokk 1 : 50 000 (ca. kr. 1,00 pr. kopi).

Videre kan nevnes at det over enkelte områder fins s.k. omlandskart i 1 : 25 000, flykart i 1 : 10 000 (også s.k. "Deutsche Heereskarte" i 1 : 50 000).

Hva som i hvert enkelt tilfelle fins av oversiktskart, får en greie på ved å henvende seg til Norges Geografiske Opmåling, Oslo.

Det kan videre være aktuelt å sammenkalle interessentene til et orienterende møte for å få greie på stemningen blant dem og dermed muligens utsiktene for arbeidets gjennomføring. Det kan dog være vanskelig for grunneierne å ta stilling til saken på dette tidspunkt, idet en har lite å holde seg til, når det gjelder kostnaden i det hele og for den enkelte. Men en kan iallfall få oppgaven og dens omfang nærmere presisert.

Her kan nevnes at en i Sverige har undersøkt muligheten av å benytte flykart i stor nok målestokk (1 : 2000 - 1 : 4000) med høydekurver. Nøyaktigheten av disse fotokartene er funnet tilfredsstillende. Den gjennomsnittlige middelfeil på høydemålingene var således $\pm 0,05$ m.

Sammenliknet med vanlige kart gir fotokartene større mulighet for orientering i terrenget på grunn av den store masse detaljer, f. eks. mindre stein o. likn. som vanlig ikke tegnes inn. Dette er til stor hjelp ved utstikking av grøftesystemer. Videre kan en få god opplysning om jordas fuktighetstilstand. Fuktig mark reflekterer lyset mindre enn tørr mark. Tørr jord får derfor lysere farge på fotokartet enn fuktig jord. Gamle grøftesystem og deres funksjon kan en få fram, idet grøftene viser seg som lysere striper på bildet.

Selv om den tekniske side av saken er i orden, vil metodens brukbarhet for en vesentlig del bero på den økonomiske side. Områdets størrelse spiller her en stor rolle. Dessuten kan mange tilfeldige faktorer virke inn, f. eks. værforholdene, beliggenhet i forhold til flyplass, mislykte bilder i en serie o. likn.

Etter svenske forhold anslår en det minste område som med fordel skulle kunne kartlegges fotogrammetrisk for kulturtekniske arbeider til omkring 500 hektar.

2. Arbeidet i marken.

Dette begynner med befaring av feltet. En merker seg da alle forhold som kan ha betydning for oppmåling og nivellering. Rent skjønsmessig vil en kunne se hvor langt ut til siden feltet vil strekke seg fra eventuelt gammelt vassfar eller lågere drag. Dersom feltet er stort og lite oversiktlig, f. eks. meget langstrakt, vil det være til hjelp ved planlogging av oppmålingsarbeidet, om en under befaringa samtidig kan lage et kroki over området.

Ved oppmåling for kulturtekniske arbeider vil en hos oss som regel bruke tachymetri. Med litt erfaring vil en lett kunne bedømme hvor stasjonspunktene bør ligge, når en f. eks. skal ha lukket polygon. Men innen feltet kan det være detaljer som en ikke får med fra stasjonspunktene i denne polygonen. Det kan f. eks. være myrsøkk, holmer og skogholt, bekker og myrdrag utover til siden o. likn. Her kan en da føre en stasjonsrekke over feltet mellom de allerede bestemte punkter i polygonen. Dette s. k. polygondrag blir da i begge ender tilsluttet polygonen. Dette bør en såvidt mulig søke gjennomført fordi en da får kontroll både på måling og senere beregning med konstruksjon. Men er det ikke mulig, kan en bruke åpne polygondrag. De er bare i utgangsstationen knyttet til polygonen, men ender ellers fritt, hvor det passer i terrenget. Noen kontroll på vinkelmåling og sidelengder i draget får en ikke her. I enkelte tilfelle kan det være mulig å legge stasjonspunktene på en rett linje, men dette blir bare for kortere grøfter eller kanaler i oversiktlig terreng.

Det tør være ganske alminnelig praksis ved måling for kulturtekniske arbeider hos oss at en for det meste bruker åpne polygondrag. En kan ikke se bort fra at det i mange tilfelle er både raskt, lett vint og praktisk. Men en bør likevel være merksam på svakheten ved metoden og iallfall søke å få feilene så små som mulig. Framgangsmåten forutsetter i alle tilfelle en övd og erfaren mann ved instrumentet. En kan videre diskutere om det er nödvendig at målings- og nivelleringsarbeidet utföres med noen særlig stor nöyaktighet. Foruten at dette avhenger av instrumentet, har observatören atskillig å si. Ved tachymetri kan en bruke vanlig landmålingsinstrument. Det er likevel mest praktisk om kikkerten for avstandsmåling er innrettet med indre fokusering. Derved slipper en å legge til addisjonskonstanten ved hver avstandsavlesing. Störrelsen av addisjonskonstanten er nemlig da så liten at den i praksis kan settes lik 0. Når det gjelder selve observasjonene, bør disse utföres så nöyaktig som praktisk mulig. Det tar omtrent like mye tid enten arbeidet gjöres nöyaktig eller grovt tilnærmet.

For övrig kan nevnes at danskene for det meste bruker teodolitt til oppmåling og nivellering for kulturtekniske arbeider. Det kan gå an i relativt flatt terreng hvor höydevinklene blir så små at de kan neglisjeres. Ellers blir en også bundet til overalt i terrenget å måtte nivelere med horisontal siktelinje. Hos oss vil det i mange tilfelle være praktisk, og også nöyaktig nok, å kunne bruke trigonometrisk höydemåling. Men dette er som kjent ikke mulig uten at instrumentet har vertikalsirkel.

Svenske kulturteknikere bruker for det meste målebord og målebordskikkert, samt en alminnelig nivellerkikkert ved siden av for avlesing av höydene.

3. Kartlegging, linjenivellement.

Når en har gjort seg kjent med terrenget, har fått et begrep om feltets omtrentlige størrelse og hvordan arbeidet best skal legges an, kan en ta fatt. I første omgang blir det som regel kartlegging, oppmåling av feltet med flatenivellement, samt lengdenivellering av kanal- eller grøftelinjen. Det vil bero på selve oppgaven hva som er nødvendig, eller som er mest hensiktsmessig å ta først av disse arbeidene.

Gjelder det regulering av hovedavlöp, hvor planen for detaljgröfting ligger ferdig utarbeidd, er det kanskje ikke nødvendig med ytterligere kartlegging. Måling av gröftens lengde og nivellering av den er alt som trengs. Dersom dette avlöpet må föres gjennom annen manns grunn, som sannsynligvis også får nytte av det, blir det aktuelt med fordeling av utgiftene. I så fall må en måle opp og nivellere det interesserte areal. Får en derimot godt avlöp på egen grunn, når gröftens plass er bestemt på forhånd, og særlig når rekvirenten etter gjeldende regler ikke kan få statsbidrag til arbeidets utförelse, er det bare selve avlöpets lengde og høydeforhold som har mest direkte interesse. Ved mindre törrleggingsarbeider kan det altså være mulighet for en noe enklere framgangsmåte, men det vil en kunne bedömme i hvert enkelt tilfelle.

Ved større senkingsarbeider må en regne med å måtte gå grundigere til verks. Mange detaljer må utredes, kostnaden blir relativt stor og skal som oftest fordeles på flere interessenter.

Det kan f. eks. være et større myrområde som skal törrlogges og dyrkes opp. En finner fritt vatn som enkelte rester av et gjengrodd tjern, men noe gammelt vassfar er det ikke. Heller ikke kan en på forhånd fastslå hvor kanalen helst bör ligge. Dette beror bl.a. på myrdjupet. Her må en ta oppmåling og flatenivellement først, og samtidig med det, undersøkelser av myrdjupet her og der. Noe mer får en ikke gjort för plankartet over området er konstruert og tegnet med innlagte høydekurver. Men en skal være merksam på at høydekurvene i slike tilfelle kan være relativt lite å rette seg etter, når en på kartet skal bestemme kanalens plass. Dette fordi myra, om den er meget lös eller

endog flyter på vatn, kan synke sterkt etter utgrøftinga. Bedre ville det være om en ved boringer fikk bestemt myrddjupet så godt at en ut fra det på kartet kunne legge inn nivålinjer, som i grove trekk viste avstanden fra overflaten til fast botn. Når kartet så er tegnet opp, legges kanallinjen inn på grunnlag av høydekurver og myrddjup, eventuelt må en også ta hensyn til andre spesielle forhold. Deretter kan kanalens midttlinje stikkes ut i terrenget, måles, peles og nivelleres. Av hensyn til bl.a. masseberegning må en samtidig nivellere et nødvendig antall tverrprofiler.

På liknende måte må en gå fram i alle tilfelle hvor kanalen eller grøfta ikke kan stikkes ut direkte i marka. Det samme gjelder i mange tilfelle når et gammelt vassfar, f. eks. en bekk, skal rettes ut. I flatt lende med sterkt utviklet serpentindannelse i faret kan det være vanskelig med en gang å finne ut direkte hvor gjennomstikkene mest hensiktsmessig bør tas. Her vil det dels bli å følge det gamle vassfaret, dels må en grave helt ny kanal.

Det beste er imidlertid om en kan få gjort fra seg alt utarbeid med en gang. Som en vil forstå må kanallinjen da på et eller annet vis være fastlagt på forhånd. En kan så merke opp, måle lengden og nivellere den først. Samtidig tar en også tverrprofilene. Siden følger oppmåling av feltet med flatenivellement. Når det er gammel kanal eller bekk som bare skal utvides, graves bredere og djupere, kan det være like praktisk å ta både flate- og linjenivellering samtidig. Likevel må en på forhånd måle opp kanallengden og slå ned peler i nødvendig avstand etter den ene kanten. Dessuten måler en botn- og dagbredde i det gamle vassfaret ved hver pel og tegner tverrprofilene på skissebladet i nivellementsboka.

Oppmåling og nivellering bør, som nevnt, kunne utføres ved hjelp av tachymeter, og bruken av dette forutsettes kjent (interesserte vises ellers til boka "Landmåling", utg. 1944, av Kristian Björgul). Ved målinga tar en med så mange detaljer som en med rimelighet får plass til på kartet. Dette tegnes som regel i målestokken 1 : 1000 for mindre prosjekter, ellers 1 : 2000 eller 1 : 4000. I alle tilfelle bør en ha med slike detaljer som gamle vassfar, bekker og vasskulper, eiendoms- grenser, veger, hus o. likn., samt også grenser mellom forskjellige jordarter eller jordboniteter. Dessuten må en huske på fastmerker for nivellementet. Disse anbringes i fjell eller jordfast stein og bør helst lages til, hugges inn, før kartlegginga begynner. De merkes av som en ring eller trekant hugget inn i steinen. Om en kan markere

plassen med en jernbolt, boret eller faststøpt i steinen, blir fastmerkene lettere å finne igjen siden. For lange kanaler bør en ha flere i 100 à 200 m avstand. For små avløp kan det greie seg med et fastmerke i nærheten av utløpet. Men ellers vil det være hensiktsmessig å ha et fastmerke iallfall i nærheten av hver ende på kanalen eller området.

Når en ved tachymetri bruker lukket polygon, har det mindre å si hvor en tar utgangsstasjonen. Til slutt må en da likevel komme tilbake hit. Men av hensyn til nivelleringa kan det være hensiktsmessig å begynne i områdets lågere partier omkring utløpet. Mange steder hos oss er det lite praktisk at høydetallene refererer seg til havets nivå. Det blir for store tall å operere med på kartet. Derfor kan en velge et vilkårlig 0-plan, men dette tas såpass lågt at en ingen steder på kartet får negative koteverdier. Når feltet er langt og smalt, passer det best å begynne med kartlegging fra den ene enden. I alle tilfelle må en sørge for å få kartet orientert, nord-sydretningen må observeres og føres på.

Flatenivelleringa på senkingsområdet behøver ikke være så detaljert eller grundig som når den skal danne grunnlaget for en grøfteplan, detaljgrøfting. Likevel må en søke å få med alle vesentlige brytingspunkter i terrenget. En bør ha så mange punkter at høydekurvene kan legges inn med 0,5 m ekvidistanse. Dette er det vanlige. Men er det meget flatt, kan en måtte bruke 0,25 m ekvidistanse. I meget flatt lende må nivelleringa derfor utføres mer omhyggelig enn når det er noe kupert og bedre fall. Særlig gjelder dette selve kanallinjen. Ved hjelp av tachymeter kan en nivellere med enten horisontal eller hellende siktelinje. I siste tilfelle må en lese av høydevinkelen og så senere beregne høydeforskjellen mellom stasjonspunktet og observert punkt på grunnlag av høydevinkel og avstand mellom punktene. Denne metoden kalles trigonometrisk høydemåling. I flatt lende må det tilrådes mest mulig å bruke horisontal siktelinje, altså slik som ved vanlig enkel nivellerkikkert. Først og fremst bør en praktisere dette ved lengdenivellering i kanallinjen og på området et stykke utover fra den. Ut mot periferien vil en liten feil bety mindre bl.a. fordi terrenget her gjerne har sterkere helling.

Når en bruker tachymeter, er det ikke nødvendig å stikke ut og måle inn spesielle nivelleringslinjer eller rutenett. Men en kan likevel passe på å logge observasjonsrekken i retning noenlunde tvers over eventuelle senkinger eller høyderygger. I forhold til stasjonspunktet blir nemlig hvert observert detaljpunkt om stasjonen bestemt

ved dets polarkoordinater: ved punktets avstand fra stasjonen og ved størrelsen av vinkelen mellom siktelinjen mot punktet og nord-syd-retning, eller ved vinkelen mellom siktelinjen og en linje gjennom foregående stasjonspunkt. Dette siste tør være det enkleste for konstruksjonens skyld. På kartet avsettes både vinkel og avstand grafisk om stasjonspunktet v.h.a. transportør. Ved vanlig kartlegging beregnes stasjonspunktene koordinater i forhold til et for kartet valgt origo. Men ved konstruksjon av kulturtekniske karter sløyfer en som oftest denne koordinatberegning og avsetter også stasjonspunktene grafisk. Det blir altså gjennomført grafisk konstruksjon av kartet, idet en anser metoden for nøyaktig nok og dertil betydelig raskere å utføre. Grafisk konstruksjon er vanlig brukt av våre landbruksingeniører, likeså i Danmark og Sverige.

Flatenivellementet har særlig til oppgave å lokalisere det interesserte areal. På grunnlag av størrelsen og omfanget av dette kan en bl.a. bedømme hvor stor utdypning det er nødvendig eller ønskelig å foreta. Dessuten må en ha grunnlag for et forslag til fordeling av utgiftene ved senkingsarbeidet.

Når en skal bestemme yttergrensen av interesse-området, interessekurven, blir det spørsmål om hva en skal holde seg til eller gå ut fra. I det gamle vassfare, i tjernet eller sjøen er sommervasstanden så høy at jorda omkring blir forsumpet. Hvor langt utover mot vassdraget kulturplantene da kan vokse normalt, beror bl.a. på hvor høy grunnvassstand de tåler. En annen faktor er f.eks. at jorda må være tørr nok til arbeidning i rett tid om våren. Foreløpig har en lite forsøksmateriale som viser nødvendig eller gunstigste tørrleggingsdjup. Derfor går en ut fra at jorda på forhånd må kunne tørrlegges med normalt djupe grøfter om den skal sies ikke å ha noen fordel av et senkingstiltak. Dette grøftedjupet setter en vanlig til 1,2 m. Dersom en antar at jorda ved kanalen eller vatnet er så gjennomtrengelig at den etter senkinga blir tørr nok uten detaljgrøfting, kan det interesserte areal sies å omfatte alt terreng som ligger lågere enn 120 cm over sommervasstanden i avløpet eller vatnet for senkinga. Den lågste brem omkring tjern eller sjø kan en dog måtte holde utenfor, idet vatnet blir stående for høyt her, selv etter senkinga, om ikke hele bassenget blir fullstendig tørrlagt. Sommervasstanden må da bety vasstanden i den kritiske tid mai-juni. Vi kan f. eks. anta at interessekurven ligger x meter fra kanalen, og terrengfallet mot kanalen er 5 o/oo. Da får en følgende:

$$\frac{5x}{1000} = 1,2 \text{ hvorav } x = 240 \text{ m.}$$

Etter de nevnte forutsetninger faller interessegrensen 240 m fra kanalen.

Imidlertid må slik jord som regel grøftes hos oss. For det første må da grøftemunningene ligge 10-15 cm over vasspeilet i sjø eller større vassdrag, i mindre kanaler med noe grasvekst minst 20 cm. Dessuten må en regne med at grøfta eller grøftene skal ha fall mot kanalen. For mindre åpne sidegrøfter regnes 0,5 o/oo, for rørledninger 1-2 o/oo. Eks. Vi kan anta at der trengs detaljgrøfting og at det høver å legge 100 m lang samleledning, rør, utover fallet mot kanalen eller annen resipient. Når ledningen kan legges med 2 o/oo fall, trengs hertil 20 cm høyde. Interesselkurven vil da ligge omkring $1,2 + 0,2 + 0,2 = 1,60$ m over sommervasstanden i uregulert resipient.

I alminnelighet legges interesselkurven 1,2 - 1,5 m over sommervasstandens høyde. Det nevnte tørrleggingsdjup, 1,2 m, bør for øvrig ikke oppfattes som noen konstant verdi. En bør også ta hensyn til markens eventuelle sammensynking etter tørrlegging. Dette måtte komme til uttrykk i å regne med større grøftedjup. I det hele skal en innenfor interesselkurven finne igjen all den mark som kan regnes å bli forbedret gjennom senkingstiltaket.

Interesselkurven kan på kartet konstrueres og trekkes opp på grunnlag av høydekurvene og observert vasstand på forskjellige steder langs vassdraget. Når det er meget flatt, vil interesselkurven i det store og hele følge høydekurvene. Men dette blir jo ikke tilfelle i et langstrakt vassdrag hvor det er større nivåforskjell mellom øvre og nedre ende. Imidlertid bør en ikke helt ut stole på riktigheten av slik konstruert interesselkurve, men som kontroll direkte måle og nivellere inn enkelte punkter i marken langs vassdraget. Som oftest vil det ikke være så vanskelig å bestemme disse punktene direkte noenlunde riktig ved skjønn. Selv om en har beregnet kurvens høyde nøyaktig, vil det ofte på grunn av ujevnheter i markoverflaten være vanskelig å bestemme den tilsvarende direkte. Det kan bli både 5 og 10 cm trinn. Kurvens høyde blir derfor mer å oppfatte som et uttrykk for markens midlere nivå her. Av den grunn vil interesselkurven på kartet som regel danne en jevn kurve uten skarpe knekk. Men en kan få andre avvikelser fra reglene, idet det kan bli aktuelt å ta med relativt høytliggende partier innenfor kurven, f. eks. holmer, som ikke kan dyrkes uten at tiltaket gjennomføres. For øvrig måler en vanlig inn litt av terrenget bak interesselkurven også.

Måling, peling og nivellering av kanalen eller mindre avløp begynner vanlig i øvre enden, men om det er hensiktsmessig å begynne i nedre enden, vil det ellers ikke være noe formelt i veien for det.

Gjelder det helt ny kanal, må midtlinjen stikkes ut først. Deretter skal den måles og peles. Pel settes i utgangspunktet og videre i alle knekkpunkter i plan og profil. Dessuten settes pel på hver side av kryssende veg, ved eventuelle sidetilløp og ellers hvor det er av betydning for kanalens prosjektering. Av hensyn til masseberegninga skal terrenget variere jevnt mellom pelene. Er terrenget ellers ganske jevnt, settes pelene vanlig med 50 m avstand. Med avstand menes som vanlig horisontalavstand. Men i terreng hvor kanalisering er nødvendig, vil fallet i mange tilfelle være så lite, at det blir ubetydelig feil om en måler langs bakken. Til lengdemåling brukes målebånd. Pelene settes i midtlinjen for ny kanal. Ved fullstendig utføring bruker en 2 pelor på hvert sted: nivellements-pel og merkepel. Nivellements-pelen kan være ca. 30 cm lang og slås ned jevnt med terrengoverflaten. Enkelte bruker å la den rage opp ca. 1 cm over terrenget, men da bør jo dette trekkes fra igjen, når terrenghöyden regnes ut etter avlesing med stanga stilt på pelen. Merke-pelen gjøres 40-50 cm lang og slås omkring halvt ned like ved siden av nivellements-pelen. På merke-pelen i utgangspunktet skrives 0° . På de övrige merke-pelene skrives avstanden fra utgangspunktet, helst med blå fargeblyant. Avstandene 100, 164 og 200 m kan f. eks. skrives slik: 1° , 1^{64} , 2° . Pelene stilles slik at tallene vender mot utgangspunktet. Andre data av interesse vedrörende de enkelte pelor, f. eks. terrenghöyden, vil framgå av nivellements-boka eller lengdeprofil.

Når kanalen eller gröfta i det store og hele skal följede det gamle og grunne vassfaret, er det ikke så påkrevd å stikke ut midtlinjen først, iallfall ved forundersökelsen. Retningen er jo gitt, og lengden måles etter den ene kanten. Her slår en også ned pelene. Nivellements-pelen settes så mye til siden for gröfta at den virkelig representerer terrenget og ikke eventuell jordvoll like ved gröfta. Det er særlig ved peling av gamle kanaler at en må merke seg alle sidetilløp og sette pel ved dem. Dersom pelene kan regnes å bli stående urört i lengre tid, eller gravinga kan ta til ganske snart etter prosjektering, kan disse pelene også brukes ved utsetting av kanalen for graving. Men da må de settes 1-1,5 m eller mer ut fra den gamle kanten slik at de ikke graves opp. Men ofte går det så lang tid mellom forundersökelse og graving at en da må sette ned nye pelor igjen. Samtidig med lengdemåling og peling tar en også tverrprofiler i det gamle avløpet. Når dette er mindre kanal, greier det seg som regel med å måle botn- og dagbredde ved hver pel. Disse tverrprofiler tegnes på skissebladet i

nivellementsboke. Dessuten foretar en jordundersøkelse i grøftefaret og noterer resultatet ved de respektive tverrprofiler på skissebladet.

Gjelder det forbedring og utretting av gamle, slyngete bekkefar, får en delvis nytt løp i gjennomstikkene. Her må kanalens midtlinje stikkes ut, måles og peles. Men ellers måler en langs kanten av det faret som fortsatt skal brukes og setter også pelene der. I slike tilfelle kan en måtte sette pelene ganske tett, om en skal få godt grunnlag for masseberegninga.

Selve nivelleringsarbeidet går da ut på å bestemme høyden av så mange punkter i den gitte linje at hellinga fra punkt til punkt kan betraktes som jevn. Nivellerstanga stilles på nivellementspegelen ved hvert punkt og avlesing skjer med sentimeters nøyaktighet. Som vanlig må en være særlig omhyggelig med avlesing ved overgangspunktene. For å skaffe kontroll nivelleres dobbelt, fram og tilbake. Under tilbake-nivellementet velges andre oppstillings- og overgangspunkter enn ved framnivellement. Som utgangshøyde velges den høyde som endepunktet har fått ved framnivellement. Om fastmerkene på forhånd er nivellert inn, får en også kontroll ved å ta avlesing på disse etter hvert som en kommer til dem.

Av hensyn til tverrprofileringa er det nødvendig å ha en viss regel for hva en skal forstå ved høyre eller venstre side av en kanal. Av praktiske grunner vil det være hensiktsmessig å gjennomføre samme regel ved tverrprofilering i kanaler som vegvesenet bruker i vegbygging. Dette er følgende: Ved tverrprofilering tenker en seg alltid at en går baklengs framover i linja med ansiktet mot utgangspunktet. Til høyre for seg har en da høyre del av tverrprofilet osv., og dette tegnes tilsvarende på papiret. Regelen tilpasses også ved tverrprofilering av gamle grøfter, selv om en da måler langs den ene kanten og således atskillig til siden for midtlinja.

Samtidig med nivellering av kanallinja tar en også avlesing i tverrprofilene. Som nevnt settes pelene alminnelig slik at det passer å ta tverrprofilene ved dem. Skal det bli helt nøyaktig, bør en ved hver pel stikke ut en perpendikular og så lese av tverrprofilpunktene i dem, så mange og så langt ut til siden for midtlinja at profilets øvre begrensning blir helt fastlagt. Dette gjelder særlig ved helt nye kanaler hvor det blir relativt stor gravemasse. Tverrprofilenes akser blir her de forskjellige punkter i lengdeprofilet, og fra dem måler en avstanden ut til tverrprofilpunktene.

Ved tverrprofilering i gamle, og særlig mindre avløp, sløyfer en vanlig utstikking av perpendikularer ved pelene. Som nevnt måler en botn- og dagbredde i grøfta. En må likevel være litt forsiktig med disse målene. De gamle grøfteskråningene er som oftest ikke plane, men mer og mindre hvelvet. Måler en da breddene litt for store og tegner profilene tilsvarende, vil det føre til at en ved masseberegninga får mindre gravemasse enn den virkelige. Dersom midtlinjene for den gamle og nye kanalen er sammenfallende, vil gravemassene fordele seg mest symmetrisk om det gamle vassfaret. Det vil likevel lette opptegninga av tverrprofilet om en på skissen merker av midten i det gamle faret og angir avstanden fra den til kantene. Når den gamle grøfta derimot skal rettes ut, kan det bli mer gravemasse på den ene siden enn på den andre. Det gamle faret måles og skisseres på vanlig måte. Men for riktig opptegning, for riktig fordeling av gravemassen, er det nødvendig å angi beliggenheten av aksens, midten i det nye tverrprofilet i forhold til det gamle vassfaret, f. eks. i forhold til midten eller kanten av dette. I tilfelle den nye kanalen kommer til å gå helt utenfor den gamle grøfta, er det altså ikke bruk for noen mål fra denne.

Når den gamle kanalen er ganske bred og dertil har svært ujevn botn, er det best å strekke ei snor tvers over fra den ene siden i høyde med nivellementspegelen og til den andre siden. Snornivået her nivelleres inn. Fra snora måler en så den vertikale avstand til forskjellige avsatser i botnen. Målestedet lokaliseres ved at en angir avstanden til det langs snora fra den ene kanten. Derfor bør snora ha desimeterinndeling. Det går også an å bruke stål-båndmålet som snor, når en kan få strammet det godt. Målekjede ville antakelig være mest hensiktsmessig, om bredden ikke er særlig stor. Framgangsmåten ser en ellers av fig. 1.

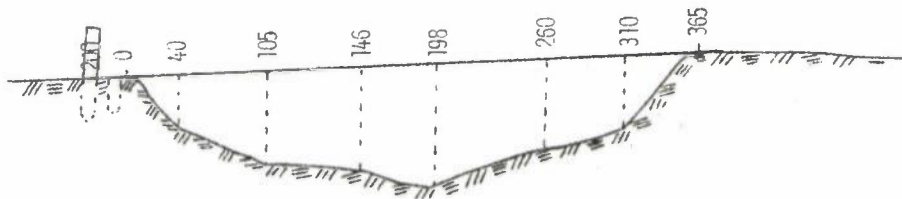
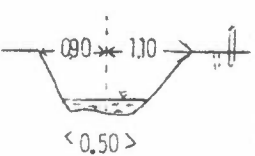
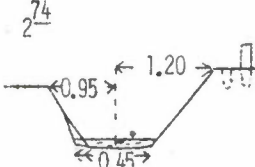
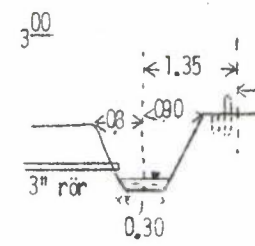


Fig. 1. Uregelmessig tverrprofil.

Ved nivellering av gamle grøfter o. likn. tar en avløsning på følgende punkter i bestemt rekkefølge ved hver pel, ved hvert tverrprofil:

1. Nivellementspelen, eller om denne sløyfes settes stanga på terrenget ved merkepelen.
2. Vasspeilet. Særlig er det vassnivået i mai-juni som interesserer mest, men ellers nivelleres det som fins. Er det tydelige merker etter flom høyere opp i sidene, tar en også med dette flomnivået.
3. Nåværende botn.
4. Terreng på andre siden, ca. 1 m fra kanten.

Observasjonene føres etter hvert i nivellementsboke så oversiktlig som mulig. Dette kan f. eks. gjøres som følgende:

Profil 2 ⁵⁰		Punkt	Avlesing	Sikteplansh	Høyde
 <p>I siden { 0-40 myrjord 40-85 sand</p> <p>Botn { 0-70 hard grus fra 70 cm, fjell</p>	Pel (t.h.)	1,95	9,95	8,00	
	V.sp.	2,67		7,28	
	botn	2,82		7,13	
	T.t.v.	1,87		8,08	
 <p>Siden { 0-50 myrjord 50-90 sand</p> <p>Botn { 0-100 fast grus noe stein</p>	Pel(t.h.)	1,79	9,95	8,16	
	v.sp.	2,48		7,47	
	botn	2,64		7,31	
	T.t.v.	1,84		8,11	
 <p>←midt ny kanal</p> <p>0-40 myrjord</p> <p>40-95 sand</p> <p>95-180 fast grus, noe stein</p> <p>osv.</p>	Pel, overgangspunkt, avl.		2,85		
	Pel(t.h.)	2,66	11,01	8,35	
	v.sp.	3,36		7,65	
	botn	3,49		7,52	
	T.t.v.	2,73		8,28	
	Overk.				
	3" rør	3,25		7,76	

Dessuten må alle sidetilløp noteres. En nivellerer inn botn i åpen grøft eller overkant rør i rørgrøft, samt noterer rørstørrelsen. Bruer, eller overkjørsler i det hele, må også tas med. Her nivelleres over- og underkant bru samt botn i stikkrenna. Derved kan en tegne inn gjennomstrømsåpningen i lengde- og tverrprofil.

Særlig ved mindre avløp kan dette pelings- og tverrprofileringsarbeidet forenkles noe. En kan f.eks. sløyfe nivelleringspelene, idet en stiller nivellerstanga direkte på bakken like ved merkepelen.

Denne settes da på et sted som er representativt for terrengnivået ved grøftekantene. Ved hvert tverrprofil tar en bare en høydeavlesing, nemlig terreng ved merkepel.

Ved tverrprofilering kan en bruke ei stang, lekt eller bord, som legges tvers over grøfta. Denne stanga bør ha libelle slik at den lett kan stilles i vater, ellers kan en bruke vaterpass. Videre bør stanga ha sentimeterinndeling, som ei målestang. Stanga legges med 0-merket på det nivellerte punkt, nivellementspel eller terreng ved merkepel. Fra stangas underkant måles høyden til vasspeil og gammel botn. Om botnen er ujevn, kan høyden måtte måles på flere steder, i forskjellig avstand fra 0-merket på stanga. Terrenghøyden på andre siden av grøfta angis i forhold til underkant på stanga. Videre måles dag- og botnbredde. For øvrig skjer målinga her i prinsippet som antydnet i fig. 1. Et punkt i tverrprofilen bestemmes ved dets horisontale og vertikale avstand fra det nivellerte punkt.

4. Jordundersøkelse.

Jordundersøkelse i kanallinjen er nødvendig for å kunne kalkulere graveutgiftene, eventuelt utgifter til stein- og fjellsprenging. Som redskap kan en bruke jordbor eller passe lange og tynne stålstenger som staures eller slås ned. De slås ikke djupere om gangen enn at de ganske lett kan dras opp igjen. Hensikten er å konstatere jordarten så djupt som gravinga sannsynligvis vil gå, om den er svært hard med mye stein, eller om det er stor stein, eventuelt fjell i botnen. Videre er det nødvendig å få et begrep om hvor stabil jorda er, om sidene i kanalen kan antas å ville stå med rimelig skråning, hvor stor denne i så fall bør være, eller om det trengs sikring av skråninger og botn på enkelte steder.

Resultatet fra undersøkelsen noteres etter hvert på skissebladet ved de respektive tverrprofiler, f. eks. slik:

0-40 cm, løs myrjord

40-95 " , ganske løs sand

95 cm og nedover, hard morene, stor stein.

Grensen mellom de ulike jordlag eller mellom jord og fjell kan på dette grunnlag tegnes inn i lengde- og tverrprofil. Strelningen mellom pelene må også undersøkes. Om det her fins avvikelser i lagenes djup, oppstikkende fjellrygger eller riktig stor stein, partier med kvabb

eller kvikksand, må stedet angis ved avstanden fra utgangspunktet. En måler fra nærmeste pel. Strekninger som på grunn av lite stabil jord trenger sikring av skråninger, bør kunne lokaliseres. Sikringsarbeidet medfører jo betydelige ekstra utgifter.

Gjelder det helt ny kanal, vil djupet til ulike jordlag eller fjell referere seg til terrengoverflaten. Men er det gammel kanal, borer en fortrinsvis i botnen og angir jordlagene i forhold til den. På steder med særlig stor utvidelse av det gamle faret, blir det også så stor masse å ta ut i sidene at jorda bør undersøkes ved boring her.

Jordundersøkelse bør også utføres på feltet ellers. Det nødvendige tørrleggingsdjup vil være noe avhengig av jordarten. Er det vesentlig sand, kan det f. eks. greie seg med 20-30 cm mindre kanaldjup enn om det er mest stiv leire. I myr må en som kjent regne med atskillig synking etter tørrlegging og dyrking. Jordbunnens beskaffenhet må en dessuten ta hensyn til ved vurdering av nytten, som tiltaket medfører, og dermed ved utarbeiding av forslag til fordeling av utgiftene.

Gjelder arbeidet senking av sjø eller større tjern, bør en ha noe greie på hva slags mark en får fram når vatnet forsvinner. Undersøkelsen kan her gjøres mens vatnet er islagt, idet en borer fra isen. Disse borene bør være konstruert slik at en får med opp prøver fra forskjellige sjikt. Her kan det være nødvendig med kjemisk jordanalyse, idet en bør vite om sjöbotnen inneholder f. eks. sulfider.

Ved tørrlegging med påfølgende gjennomlufting vil sulfidene for eller senere overføres til sulfat. I følge svenske undersøkelser (Hallgren og Wiklander) skjer dette i 2 etapper. Den første er en oksydasjon av sulfidet til fritt svovel. Dette er en kjemisk prosess som går meget fort ved tilstrekkelig lufttilgang. Dernest overføres det frie svovel til sulfat. Denne prosess går betydelig langsommere og er i mindre grad en kjemisk prosess, men skjer i alt vesentlig under innvirkning av mikroorganismer. Oksydasjonen av svovel til sulfat medfører at den dannede svovelsyre kan gi meget sterk senking av jordas ph, dersom det ikke er tilstrekkelig med baser til å nøytralisere syren. I enkelte tilfelle har en ved sjösenkinger fått jord som er blitt så sterkt sur at en har fått liten eller ingen avkastning de første årene. Det har vist seg at kalking i vesentlig grad påskynder sulfatdannelsen, men det kan trenges meget sterk kalking i slike tilfelle.

V. Kanalens plass i terrenget.

I mange tilfelle er kanalens eller avløpets beliggenhet bestemt fra naturens side. Når avløpet går gjennom tidligere dyrket jord, blir det sjelden tale om vesentlige endringer, f. eks. større utretting av løpet fordi kostnaden med dette som oftest blir langt større enn ved opprensning og utvidelse av det gamle farete. Gamle avløp blir det derfor mest aktuelt å grave djupere, men skal de da få høvelig sideskråning, må de som oftest også tas bredere i dagen. Ved den opprinnelige plasing av disse avløp var det mindre aktuelt å ta så mye hensyn til jordas arrondering som nå. Derfor ser en ofte at de skjærer seg gjennom og stykker opp skiftene i små, uregelmessige biter. Her bør en overveie om det er mulighet for å kunne rörlegge avløpet. Store vassmengder og lite fall krever imidlertid kostbare rördimensjoner. For å unngå dette har en eksempel på at flomvassmengden ble ledet utenom i en relativt grunn, åpen grøft i eiendoms- eller skiftegrensen, mens det egentlige avløpet ble lagt igjen med rör for normal sommervassføring (kombinert system).

Når avløpet skal planlegges gjennom udyrket, men dyrkbar jord, kan en bedre ta hensyn til forskjellige forhold. Enten mangler det her gammelt avløp, eller dette har relativt ubetydelige dimensjoner med slyngtet løp og uheldig plass for jordas oppdyrking og bruk. Generelt gjelder det her å få god bortledning av vatnet samt å ta hensyn til de forhold som virker på arbeidskostnaden ved gravinga og til jordas senere bruk.

Som regel bør avløpet legges gjennom feltets lågeste drag, men i myr bør kanalen graves gjennom de djupeste partier, hvor sammen-synkinga kan ventes å bli størst. Ellers gjør en kanallinjen så kort som mulig og unngår helst store gjennomskjæringer, som gir mye jordarbeid. Hos oss vil en ofte være utsatt for å få for stort fall som gir erosjonsfare. En må da regne med å ha visse strekninger med jevnt, høvelig fall, mens større falltap konsentreres ved overfall, trappetrinn, i botnen. Ellers må en kanskje forbygge, f. eks. steinsette, hele strekningen. Når det absolutte fall er ganske rimelig, blir det vanlig best med jevn fordeling av det langs kanallinjen. Av hensyn til jordas bruk er det heldigst om avløpet kan legges i grenselinjer. Derved vil en også delvis spare bruer og andre overkjørsler med tildels kostbare rörgjennomløp.

VI. Kanalens nedbørområde.

Betingelsen for noenlunde riktig dimensjonering av kanalen, avløpet, er at en kjenner vassføringa så godt som mulig. For mindre avløp er det vanlig å bestemme vassføringa indirekte, idet en går ut fra nedbørområdets størrelse samt en viss avrenningskoeffisient for det. Dette er for övrig eneste måten på steder hvor det ikke fins noe avløp på forhånd. Ved større senkingstiltak, hvor det er gammel kanal eller bekk (elv), som skal forbedres, bör en direkte måle vassføringa i denne, både flom- og sommervassføring, helst gjennom noen år.

Nedbørområdet merkes av på oversiktskartet, vanlig med tykk, rød strek. Denne grensen kan tegnes inn bare på grunnlag av høydekurvene. Da den skal markere vassdelet, vil den ligge på höyderyggene og for övrig gå vinkelrett over høydekurvene. Men det kan være uregelmessigheter som gjør at vassdelet helst bör gås opp i terrenget. Det kan f. eks. være tatt opp relativt nye skogsgrøfter som ikke er avmerket på kartet, men som forskyver grensen noe, eller det kan være nye vegger, eventuelt jernbanelinje, med mangelfulle stikkrenner som kutter velk en del av området. Særlig ved mindre senkingstiltak er det nødvendig å være påpasselig med å gå opp grensen for vassdelet i marken. En orienterer seg da, om feltet er lite oversiktlig, ved hjelp av kompass og kart. Grensen for nedbørområdet merkes av på kartet ettersom en går fram. Områdets størrelse måler en senere direkte på kartet ved hjelp av planimeter.

Har en lange kanaler, er det ikke nok å kjenne størrelsen av hele nedbørområdet. For dimensjonering av kanalen fra övre enden og et stykke nedover må en avgrense det partiet av nedbørområdet som sogner hit. Når kanalen ellers får sidetillöp, f. eks. bekker, må nedbørområdet for disse markeres som en del av det hele. Ved hvert sidetillöp regner en da ut arealet av det nedbørområde som sogner til kanalen her og dimensjonerer videre etter vassføringa herfra. Selv om det ikke fins tydelige sidetillöp i en lang kanal, bör en likevel ikke regne med samme dimensjon i hele lengden, men dele den opp i hövelige avsnitt. Ved begynnelsen av hvert avsnitt regner en ut nedbørområdets størrelse. Dette noteres på tilsvarende sted i lengdeprofilen. Siden undersøkes om det er grunn til å öke dimensjonen etter den større, beregnede vassføring.

VII. P r o s j e k t e r i n g .

A. Tegning av kart og profiler.

På grunnlag av materialet fra arbeidet i marken tegnes kart, lengdeprofil og tverrprofiler.

Ved større senkingsarbeider tegnes kartet vanlig i målestokk 1 : 4000, men for mindre og mer samlet areal kan en få hensiktsmessig format på kartet også med målestokk 1 : 1000 eller 1 : 2000. Derved kan en også bedre få fram og ta hensyn til detaljer i terrenget, samtidig som kartet blir mer oversiktlig, mindre overlesset med tall og linjer. For å få god oversikt bruker en også å legge forskjellig farge på arealet mellom 1 meters-kurvene, halvmeterskurvene legges da inn som stiplete linjer. Dette særlig ved større arbeider. Ved mindre senkings-tiltak med ganske ensartet terreng kan en godt sløyfe konstruksjon og innlegging av høydelkurvene. Men en noterer da høydetallene på kartet ved de punkter som er nivellert inn. Interessekurven merkes av med kraftig rød eller blå strek, helst med en 4-5 mm bred farget, f. eks. lysgrønn stripe på innsiden, når kartet ellers ikke er fargelagt. Åpne grøfter og kanaler tegnes som dobbelt strek, rørlagt avløp som enkel. Det vanlige er at alt prosjektert tegnes rødt. Eiendomsgrenser vises vanlig som hel, svart linje. De enkelte parseller nummereres. En bruker helst vanlige tall med bokstavindeks, f. eks. 1^a, 1^c, 3^b osv. Romertall brukes også, men de tar gjerne for stor plass, når en kommer litt ut i rekken. I fortegnelsen over grunneierne brukes da de samme numrene med navn og oppgave over interessert areal. Bonitets- eller jordartsgrenser kan vises som tynn, svart eller rød, prikket linje. Den tilhørende takstfaktor skrives på vedkommende stykke, f. eks. med rødt, slik: ①, ⑥, ⑧ osv. Fastmerkene må ikke glemmes. De tegnes inn på rett sted og påskrives høydetall, helst også med merke om hva det er for slags punkt, f. eks. slik: O F.m. 15,375 m. RING I STOR STEIN. Eller en kan hugge inn trekant som fastmerke: Δ . . F.m. 18.360. OVERKANT BETONG MIDT PÅ VESTRE BRUSIDE. For øvrig bør kartet forsynes med tegnforklaring og nord-syd pil. Den vanlige regel at nord skal vende opp, altså nord-syd retning i kartets ordinatakse, blir av praktiske grunner ikke konsekvent gjennomført i dette tilfelle. Om vassdraget f. eks. er langt og smalt i nord-syd retning, vil mange foretrekke å tegne kartet, dvs. plasere all påskrift slik at øst-retning blir oppover.

Når senkingstiltaket omfatter flere kanaler, f. eks. hovedkanal og mindre sidekanaler, bør de enkelte kanaler merkes med bokstav, helst stor bokstav, i hver ende. Derved blir hovedkanalen delt opp i avsnitt. Når en så tegner lengdeprofil av hovedkanalen, av enkelte avsnitt i den, eller av sidekanaler, bruker en tilsvarende overskrift i lengdeprofilet, f. eks. A-B-C, B-C, C-E osv.

Pelpunktene med pelnr. avsettes på riktig sted på plankartet.

Lengdeprofil tegnes på grunnlag av linjenivellementet. Profilets lengdemålestokk er ofte den samme som kartets målestokk. For at høydeforskjellene skal komme tydelig fram, brukes atskillig større høydemålestokk. Når lengdemålestokken er 1 : 4000, passer det godt med høydemålestokk 1 : 100. I tilfelle avløpet prosjekteres i forbindelse med detaljgrøfting, er det en fordel at profilets lengdemålestokk og grøftekartets målestokk er den samme. Derved kan avløpets lengdeprofil og grøfteplanen direkte arbeides sammen. Hövelig lengde- og høydemålestokk i slike tilfelle kan være henholdsvis 1 : 2000 og 1 : 50.

Fra en horisontal basislinje på papiret avsettes høyden for terreng på begge grøftesider, vasspeil og botn ved de forskjellige peler. Ved ny kanal blir det bare midtlinjen. Gjennom korresponderende punkter trekkes så linjer mellom pelene. For å kunne skille mellom høyre og venstre grøfteside, blir den ene linje trukket hel, den andre strekøs, begge svarte. Like over disse terrenglinjene kan en merke av pelpunktene og skrive på pel-nr. Høyre side vises ofte ved hel linje. Ellers bruker en også å tegne hel linje for den siden hvor pelene står, streket for den motsatte. Vassnivået i den gamle grøfta, kanalen, vises ved tynn, blå linje, og botn som hel, svart linje. Linjer for terreng og gammel botn trekkes gjerne litt kraftigere enn de andre.

Den prosjerterte botnlinje tegnes rød, hel strek. Dessuten vises prosjertert normalt- og maksimalt vassnivå med streket, kraftig blå linje. Ved begynnelses- og endepunkt i botnlinjen, samt ved alle fallbrott, eventuelt trappetrinn, skriver en på høydettall. Differansen mellom disse viser da den absolutte høydeforskjell eller høyden av eventuelle trinn. Botnbredde, sideskråning og fall, eventuelt rør og rørdimensjon, angis på horisontale linjeavsnitt like under lengdeprofilet.

På samme måte kan en for øvrig også plasere høydettall for terreng, gammel og ny botn.

Når kanalen graves fra nytt av, blir det midtlinjen som representerer terrenget i lengdeprofilet. Partiet mellom terrenglinjen og prosjertert botn er gravemasse. Enkelte bruker her å legge inn grensen

mellom ulike jordarter som tynn, prikket linje, likeså også å betegne jordartene med forskjellig farge og signatur. Når det er gammel kanal som graves djupere, blir partiet mellom gammel og ny botn ofte relativt tynt. Dessuten vil en hovedsakelig ha samme jordart i botnen. En får da god oversikt om en bare skraverer dette gravepartiet.

Over lengdeprofilet noteres eventuelle tilløp og størrelsen av deres nedbørområde. Dessuten skriver en på størrelsen av samlet nedbørområde som sogner til kanalen herfra. Dette gjør en også ellers hvor det faller naturlig å betrakte fortsettelsen av kanalen som nytt avsnitt. Selvsagt skrives arealet på nedbørområdet ved øvre enden. Arealet angis i hektar eller kvadratkilometer.

Som før nevnt, trekkes vass-delelinjene opp på oversiktskartet, og arealet måles v.h.a. planimeter eller ved "skritning".

Tverrprofilene tegnes på samme papir som lengdeprofilet, over eller helst under det, ettersom plassen tillater. Ved hvert tverrprofil skriver en det tilhørende pel-nr., samme betegnelse som brukt på plankartet og i lengdeprofilet. For øvrig vil en såvidt mulig på papiret plasere tverrprofilet rett under (eller over) det sted i lengdeprofilet hvor det hører hjemme.

Tverrprofilene tegnes med høyde og bredde svarende til lengdeprofilets høydemålestokk. Den prosjekterte botn tegnes inn i tverrprofilet idet en fra lengdeprofilet tar ut avstanden til den fra gammel botn eller fra overflaten. Når botnbredden og sideskråning så er bestemt, kan hele det nye tverrprofilet trekkes opp. Her prikker en også inn grensen mellom ulike jordarter. Grensen mellom jord og fjell vises vanlig ved hel linje. Det hele gjøres tydeligere om en også her bruker høvelig signatur eller farge på forskjellig gravemasse, svarende til det samme i lengdeprofilet.

Lengde- og tverrprofiler bør tegnes på gjennomiktig millimeterpapir. Dermed er det lett å få lyskopier. Plankartet konstrueres og tegnes ofte på kvitt tegnepapir. Men for å få lyskopi må det da føres over på kalkerpapir eller kalkorlerret (tracing).

B. Åpne avløp, kanaler.

Åpne avløp er hittil det vanligste hos oss. Oftest er det et økonomisk spørsmål om en skal ha åpent eller lukket avløp. Stor og der- til sterkt vekslende vassføring betinger som regel åpent avløp, særlig

om fallet er lite. Det samme gjelder når en kan frykte for at jorda "setter seg". Ujevn setting er forsåvidt det verste, når avløpet går i vekslende fastmark og myr. Her er det også risiko for baldfall. Men ellers kan valget mellom åpent og lukket avløp være et teknisk spørsmål. Jorda kan være slik at skråningene ikke står uten kostbar forsterkning, eller kanalen blir meget djup med tilsvarende stor dagbredde og grave-masse, samt store, høye skråninger å holde ved like.

1. Beregning av vassføringa.

Som nevnt, blir dette som regel gjort indirekte. Metoden har flere svakheter. Den største er uten tvil at vi for mindre, lokale vassdrag har meget dårlig grunnlag til bestemmelse av avløpskoeffisienten, dvs. vassmengden som renner bort pr. areal- og tidsenhet, vanlig angitt i liter pr. sek pr. hektar (sl/ha), eller liter pr. sek pr. km² (sl/km²). Som grov rettesnor anbefales det at en for mindre vassdrag kan regne normal flomvassføring til 180 à 250 sl/km² på Östlandet og 500-1000 sl/km² på Vestlandet. For Sörlandet og det Nordenfjellske skulle vassføringa svinge mellom disse tallene i forhold til distriktets nedbör og terrengforhold i nedbörområdet. I de fleste av landets større vassdrag utförer Vassdragsvesenet hvert år vasstandsobservasjoner. Dessuten har en ved direkte måling bestemt elvenes vassføring ved forskjellig vasstand. Derav kan en så beregne avrenning pr. arealenhet nedbörområde. Disse tallene kan gi visse holdepunkter for størrelsesordenen av vassmengden, men de er ikke direkte brukbare i mindre vassdrag, bekker og kanaler i samme distrikt. Av erfaring vet en hvordan enkelte bekker i løpet av kort tid kan svulme opp til rivende strömmen med vassføring som er mangedobbelt av den normale. I noen grad kan en gå ut fra det gamle profilet og i hvilken utstrekning det har vist seg å være tilstrekkelig. En bör her konferere med lokalkjente folk, særlig når det gjelder flom, tidspunktet for den, frekvensen av ekstreme flommer osv. Av økonomiske grunner kan en ikke dimensjonere kanalen etter ekstrem flomvassføring, som inntreffer kanskje hvert 10. eller 15. år, men likevel slik at en som regel ikke får oversvømmelse i flomtiden.

I mange distrikter vil det også tidligere være utfört senkingsarbeider. Her kan en så bedømme resultatet sammenholdt med det tidligere brukte beregningsgrunnlag. Men selv om nedbören fortsatt er den samme, kan avströmningen i nabovassdraget bli en annen p.g.a. andre terrengforhold (om dette se elveregulering). Vassføringa i vegetasjonstiden, normal sommervassføring, settes vanlig til 1/10 av normal flomvassføring.

Direkte måling av vassføring kan utføres ganske enkelt i bekker og kanaler ved hjelp av provisorisk plankedam. I dammen lager en rektangulært eller trekant overfall (se hydromekanikk). Vassføringa bør da måles både ved største, normale flom og ved normal sommersvasstand (mai-juni). Er det lokalt andre perioder som er mer kritiske for jordbruket og plantedyrking, blir vassføringa da bestemmende.

Her kan nevnes hvilke koeffisienter en regner med for Syd- og Mellom-Sverige. For nedbørområder <20 hektar: maks. avrenning ca. 2 sl/ha fra skog og ca. 2,5 sl/ha fra åker. Områder 20-100 hektar henholdsvis 1,5 og 2,0 sl/ha. Dette betraktes nærmest som normalverdier. De varierer betydelig etter områdets størrelse og beskaffenhet. Således er det ikke sjelden at en i Mellom-Sverige, med årsnedbør omkring 500 mm, ved mindre avløp, ganske flatt terreng og leirjord, regner ned til 0,8 sl/ha fra skog og 1,2 sl/ha fra åker. Vassføring i vegetasjonstiden regnes til ca. 1/10 av dette, eller for mindre områder ned til 0,05 - 0,10 sl/ha.

2. Forhold som har innflytelse på kanalens djup.

Når det gjelder beste tørrleggingsdjup for de ulike kulturvekster og på forskjellige jordarter vises til det som er nevnt under detaljgrøfting. Imidlertid bør en være merksam på at tørrleggingsdjup og grøftedjup ikke er synonyme begreper. For å oppnå et visst tørrleggingsdjup trengs som regel et noe større grøftedjup, bestemt av de faktorer som regulerer vatnets avrenning, strømming, til grøftene.

Av hensyn til et godt økonomisk resultat av senkingstiltaket, bør kanalens, avløpets, dimensjoner nøye overveies og beregnes. En må unngå unødige stor gravekostnad, p.g.a. overdimensjonering, samtidig som en bør være sikker på å oppnå den ventede effekt av tiltaket. I første rekke gjelder det at den nye botnlinje blir liggende i høvelig djup. Dette vil igjen nærmest bero på det nødvendige tørrleggingsdjup innen feltet, likeså f. eks. på vassføringa i avløpet, jordas naturlige helling, grunnens beskaffenhet og behovet for detaljgrøfting. I gunstige tilfelle vil kanskje 1,2 m djup kanal greie seg, men ellers bør dette djupet alminnelig betraktes som det minste. Når det gjelder myr, må en være særlig merksam på grunnens beskaffenhet og betydningen av den. Erfaring har vist at gjennom flate, djupe og sterkt vassholdige myrer er det nødvendig å grave kanalen djupere enn ellers, kanskje nærmere 2 m eller mer i særlige tilfelle. Hvor mye myra vil synke sammen og hvor fort

det går, vil særlig bero på dens moldingsgrad, vassinnhold og djup.

Det fins metoder til forutbestemmelse av jordlags sammensynking. En tar ut jordprøver, og ved laboratorieundersøkelse bestemmer en prøvens romvekt, kapillaritet, sammentrykning uten sideutvidelse samt permeabilitet. På grunnlag av dette beregner en jordlagets sammensynking. Men metoden er visstnok lite nyttet i praksis ennå.

På Mæresmyra har en i grasmyr, som ikke var djupere enn at drensledningene for det meste ble liggende i fast botn, målt synking på 15-20 cm i løpet av 28 år, i et annet tilfelle 25-30 cm på 24 år.

For kvitmosemyr er det sannsynlig at synkinga blir større og går forttere. I Danmark har en målt sammensynking av Askov højmosse til følgende:

Tilført mineraljord i cm	Synking i cm		
	1898-1910	1910-19	Ialt
0	33	23	56
5	32	20	52
10	30	19	49

Som en ser var det her 56 cm synking i løpet av ca. 20 år, mest i første 10 årsperioden. Ellers har en i Danmark for torvmyr (lavmose) kunnet måle inn til 25 cm sammensynking i løpet av 4 måneder, når vasstanden i myra ble senket fra overflaten til ca. 60 cm under den. Lignende synking får en også i områder ved sjø eller tjern hvor vatnet blir tappet ut. Ved grunnboring vil en for øvrig på forhånd kunne få et begrep om hva en kan vente seg.

Når en i slike tilfelle bestemmer kanalens djup, tør det være mindre rasjonelt å regne dette så stort at kanalen for all framtid skal holde seg tilstrekkelig djup for omliggende åkerjord. Derimot kan det være både økonomisk og teknisk forsvarlig å ta senkingsarbeidet mer periodevis. En kan f. eks. prosjektere kanalen så djup at den sannsynligvis vil rekke til i de første 20-25 årene. Særlig når senkingsfeltet ikke blir dyrket eller på annen måte nyttet med en gang, bør en være forsiktig med å prosjektere en kanal med relativt stor anleggskostnad og stort behov for regelmessig vedlikehold senere.

Ved bestemmelse av kanalens djup av hensyn til senere detaljgrøfting, går en som nevnt, ut fra det grøftedjup som en anser ønskelig, bl.a. på grunnlag av utført jordundersøkelse. På kartet, som er tegnet over feltet, merker en av de partier som det vil være vanskeligst å få tørrlagt. Disse partier blir til en viss grad bestemmende

for hvor djup kanalen bør graves. Deretter gjør en seg opp ei mening om hvordan detaljgrøftene vil komme til å ligge, måler lengden av dem på kartet og beregner det absolutte fall som trengs fram til kanalen. Her forlanger en gjerne at grøftemunningen skal ligge 15-20 cm over vassnivået i vegetasjonstiden (mai-juni). Hvor høyt vatnet da bør gå i kanalen, skulle en hermed ha funnet. Når en så bestemmer seg for å ha et visst vassdjup i kanalen på denne tid, kan en finne nødvendig botnhøyde i den ved grøftemunningen. I flomtid, med vassføring som er mangedobbel av den beregnede, normale, vil grøftemunningene en kortere tid bli liggende under vatn. Dette kan en finne seg i, forutsatt at flommen kommer på slik tid at den ikke sinker jordarbeiding eller sjenerer veksten. Når en velger ovenfor nevnte drypphøyde så stor som 15-20 cm, så er det for å sikre seg mot at grøftemunningene skal bli dykket og vatnet demmet opp i våronn- og forsommertid. Denne beregning foretas for alle lågere, kritiske partier.

De høyder for ønskelig botnnivå, som en derved får fram, angis ved blyantprikk på riktig sted i lengdeprofilen. En får da en del orienterende punkter, og den nye botnlinje skal helst gå gjennom dem, eller iallfall så nær dem som mulig. Botnlinjen bør imidlertid ha jevnt, høvelig fall på lengre strekning og vil sannsynligvis ikke kunne gå gjennom alle orienteringspunktene. Det skader forsåvidt ikke om punktene blir liggende over linjen. Men om et punkt kommer vesentlig under botnlinjen, betyr det at en i vedkommende parti ikke kan få fullstendig tørrlegging med så djupe grøfter som forutsatt.

Det blir for øvrig en skjønns- eller beregningssak hvilke og hvor lågt liggende partier en skal ta med, partier som således senere skal ha mulighet for god tørrlegging. De særlig vanskelige tilfelle må overveies nøye. Bruker en fallbrott, avtrapping, i kanalen, kan det bli aktuelt å legge grøftemunningen like nedenfor ei trapp, om djupet i kanalen ellers er utilstrekkelig. Det blir ellers spørsmål om de lågt liggende og vanskelig stilte arealer er så store og verdifulle at de kan bære merkostnaden ved vesentlig djupere kanal, eller om en av kostnads-hensyn må nøye seg med grunnere kanal og dårligere tørrlegging av begrensede partier. For å avgjøre dette kan en måtte utarbeide og beregne prosjektet i flere alternativer.

3. Eksempel på beregning av nødvendig kanaldjup.

Punkt ①	
Terrenghøyde	54,50 m
Grøftedjup	100 cm
Fall på rörl. 2,5 o/oo, 100 m	25 "
Fall på åpen grøft, 300 m, 0,5 o/oo	15 "
Drypphøyde	30 "
Vassdjup i kanalen, ca.	25 " 1,95 "
	<hr/>
Nødvendig botnhøyde	52,55 m

Som en ser, ligger dette punkt ① nokså langt fra kanalen.

Punkt ②	
Terrenghøyde	53,00 m
Grøftedjup	80 cm
Fall 2,5 o/oo på samler	25 "
Drypphøyde	20 "
Vassdjup i kanalen ca.	25 " 1,50 "
	<hr/>
Nødvendig botnhøyde	51,50 m

4. Botnlinjens fall.

Fallet i kanal eller annet åpent avløp kan være ganske lite. En kan sjelden regne med at løpet skal være selvrensende, selv om fallet etter forholdene er gunstig. Men jo mindre fallet er, desto mer er det om å gjøre at regelmessig tilsyn og opprensning gjennomføres. For vanlige avløpsgrøfter og mindre kanaler regner en gjerne 0,5 o/oo som minste fall. Det er imidlertid ikke så sjelden, særlig for noe større kanaler, at en går helt ned til 0,1 à 0,2 o/oo. I avløpsgrøfter med f. eks. 30-50 cm botnbredde vil en altså ha relativt bedre fall enn i større kanaler, helst bør det da kunne økes til minst 1 o/oo. Dette særlig for å unngå rask slamavsetting i de små tverrprofilene. Men hertil kommer at de små botnbredder relativt fort kan innsnevres ved grasvekst, som lett blir sjenerende når vatnet er mest stillestående og botnen dessuten ved sterkt vekslende vassføring blir delvis tørrlagt i sommerens løp.

Svakt fall gir liten vasshastighet. Når hensikten er å unngå

slamavleiring, må vasshastigheten være så stor at slam og fin sand holdes flytende i jevn bevegelse langs botn og sider. Skal dette skje, bør vasshastigheten ikke være mindre enn $0,2-0,3$ m/sek. Imidlertid er ikke den midlere vasshastighet konstant i samme tverrprofil ved forskjellig vassføring. Den öker relativt sterkt med ökende vassdjup. Men av den grunn kan en ikke regne med at sedimentert materiale skal skylles vekk igjen under flom. Etter større flom finner en tvert imot ofte grus- og sandbanker på de mest uheldige stedene i löpet. Derfor er det om å gjöre at nevnte minimumshastighet kan holdes når vassføringa minker til normal sommervassføring eller noe mindre. Men da blir det aktuelt å undersøke om vasshastigheten ved flom blir så stor at det er fare for erosjon i botn og sider.

Avlöp i myr vil være relativt lite utsatt for slamavleiring. I djup mosemyr går det også mange år för en får nevneverdig grasvekst i botnen. I så fall tåles lite fall og liten vasshastighet. Men er det grasmyr og dertil kanskje sterkt jernholdig vatn, bör fallet være bedre.

En annen og mindre heldig konsekvens av lite fall og liten vasshastighet er at vasströmmens tverrprofil må bli större. Dette framgår av kontinuitetsligninga: $Q = F \cdot v$, hvor Q er vassmengden pr. sek, F er vasstverrprofilet og v er midlere vasshastighet. Selv om en i mosemyr således uten fare for slamavleiring kan bruke meget lite fall, må altså kanalen da graves bredere og djupere, eller bare bredere om djupet er begrenset. Lite fall förer derfor til större tverrprofil, större gravemasse, dvs. större anleggskostnad, og som regel også mer arbeid med vedlikeholdet senere.

I vårt land er det ofte, sammenlignet med f. eks. Danmark og store deler av Sverige, god anledning til å få rikelig fall i gröfter og kanaler. Den nevnte relasjon tilsier da at fallet bör nyttes fullt ut fordi dette gir minste kanaldimensjon og dermed også det minste jordarbeid. Hvor langt en kan gå i denne retning, beror imidlertid på hvilken vasshastighet jordarten i kanalens botn og sider tåler. Ved for stor vasshastighet blir det erosjon særlig i botnen, men sideskråningene undergraves også og raser ut. Denne maksimumshastighet på vatnet er alminnelig for:

Slam	0,1 m/sek	
Lös leire og 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	"
Stein-bundet jord	1,0 - 1,5	"
Stein av 2 kg tyngde	1,8	"

Når fallet blir så stort at vasshastigheten under flom blir større enn jordarten tåler, må botn og sider beskyttes. Ved flom går vatnet så høyt opp at det er like nødvendig å sikre sidene som botnen. Men ofte faller slikt sikringsarbeid så dyrt at en annen framgangsmåte kan komme på tale. Denne går ut på at en på enkelte steder langs kanalen konsentrerer relativt store høydeta, enten som overfall, trappetrinn, eller som noe lengre stryk. Mellom disse stedene brukes da jevnt og så stort fall som mulig uten å risikere erosjon. Hvor lange disse strekningene med jevnt fall kan bli, beror på terrengfallet i kanalens retning og på hvor grunn kanalen kan være like ovenfor fallbrottet. Dette bestemmes særlig av flomvassføringa, idet kanalen her må være så djup at en selv ved eksepsjonelt stor flom ikke får oversvømmelse. Både sider og botn ved fallbrottet må forsterkes ved solid steinsetting, ved betongplater, spuntvegger eller faskiner. Dersom det blir oversvømmelse her, vil vatnet kunne grave bak disse forbygninger som så kan ødelegges på kort tid. Hensynet til tørrlegging av jorda omkring vil ikke spille så stor rolle når en lar samlegrøftene munne ut like nedenfor fallbrottene, hvor kanalen blir djupest. Dersom det er ganske begrenset hvordan samlegrøftene kan dirigeres, bør en ta hensyn til dette ved plasering av fallbrottene. Høyden på trinnene bør ikke gjøres for stor. Er det stor fallhøyde som skal tas, bør en heller sette flere trinn, f. eks. 30-40 cm høye, etter hverandre med litt avstand. Derved får en selve løpet jevnere, og en får ikke så stort og konsentrert angrep på botn og sider, som ved høyt fall. Skal fisk kunne gå oppover kanalen, bør trinnene ikke være høyere enn omkring 15-20 cm. Disse trinnene kan en unngå ved å lage stryk. Det kan være relativt enkelt og billig i mindre kanaler, særlig om en har vesentlig små stein til byggemateriale. I større kanaler er det hensiktsmessig når en f. eks. skal flöte ved eller tømmer i dem.

5. Kanalens tverrprofil, sideskråning og vassdjup.

Den beste profilform i hydrodynamisk henseende er halvsirkelen, idet en her får den minste våte omkrets i forhold til vasstverrsnittet, dvs. den største hydrauliske radius. Av praktiske grunner, bl.a. av hensyn til vedlikeholdet velger en gjerne noe flatere profil. Som regel bruker en trapesformet tverrprofil. Men det teoretisk beste av disse er den halve, regulære sekskant. I dette profilet blir sideskråningene imidlertid så bratte, helling $1 : \frac{1}{2}$, at de ikke er brukbare i annet enn myrjord og hard morene, fjell unntatt. Ellers vil en av økonomiske grunner bruke så sterk helling på kanalsidene som mulig, men slik at en unngår ras. Dette siste er avgjørende i praksis. Den teoretisk beste formen er for øvrig mest aktuell der hvor fallet er lite. Er fallet derimot i største laget, må en heller profilere slik at vatnet møter størst mulig motstand. Som en vil forstå, skjer dette ved å bruke relativt stor botnbredde med lite vassdjup.

Sidehellinga i åpen grøft eller kanal bestemmes i første rekke av jordartens beskaffenhet. En viss rettesnor har en i den naturlige friksjonsvinkelen. Denne vinkel er vanlig, når det gjelder tørr masse, for sand 30° , for moldjord og lett leirjord ca. 36° , for stiv leire $40-45^\circ$ og for myrjord $52-60^\circ$. Men i lite omdannet myr, f. eks. kvitmose, kan grøfteveggene være mest loddrette uten fare for ras. Dessuten må sidehellinga rette seg noe etter gravedjupet, idet djupe avløp trenger noe slakere skråning enn grunne i samme jordart. Sidehellinga kan defineres som tangens til böyningsvinkelen α mellom skråningsplanet og horisontalplanet, se fig. 2.

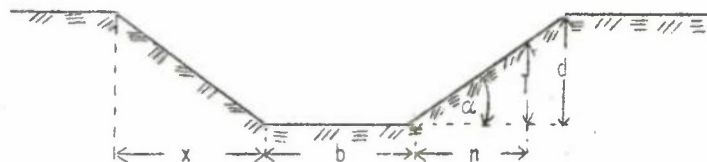


Fig. 2

Tg $\alpha = \frac{1}{n}$. Velger en $n = 2$, får en tg $\alpha = \frac{1}{2}$. Dette skrives vanlig med divisjonstegn, $1 : 2$, og kalles det relative stigningsforholdet, dosseringa, eller bare helling $1 : 2$. Til denne tangens svarer vinkel

$\approx 27^\circ$, altså meget slak skråning. Omtrentlig skråning i forskjellig jord framgår av følgende oversikt. Den bratteste brukes i relativt grunne grøfter, den slakere i djupere kanaler:

Lite formoldet myr	1 : 0,00 - 1 : $\frac{1}{2}$
Noe " "	1 : $\frac{1}{4}$ - 1 : $\frac{3}{4}$
Hard morene	1 : $\frac{1}{2}$ - 1 : 1
Fast grus, vanlig morene	1 : $\frac{3}{4}$ - 1 : $1 \frac{1}{4}$
Stiv leire	1 : 1 - 1 : $1 \frac{1}{4}$
Løs grus, lett leire	1 : $1 \frac{1}{4}$ - 1 : $1 \frac{1}{2}$
Sandbl.- og mobil. leire	1 : $1 \frac{1}{4}$ - 1 : $1 \frac{3}{4}$
Sand, mo, mjele, kvikksand	1 : $1 \frac{1}{2}$ - 1 : $2 \frac{1}{4}$

Som tidligere nevnt, bør jordarten undersøkes så nøye at en får godt grunnlag til å bestemme høvelig sidehelling etter. Her vil en for øvrig få god veiledning ved å betrakte den naturlige, stabiliserte skråning i gammel grøft. For mindre avløpsgrøfter i fast mineraljord bruker en gjerne helling 1 : 1, dvs. den nevnte vinkel $\alpha = 45^\circ$. For ganske grunne grøfter betyr det for øvrig ikke så mye om en bruker litt feilaktig sidehelling. Men i djupe kanaler vil for slak helling føre til vesentlig større gravemasse og større skråningsflate. På den annen side gir for bratt skråning større risiko for utrasing og dermed økt vedlikeholdsarbeid.

De nevnte teoretisk beste profilformer betinger relativt stort vassdjup i kanalen. Dette gir i det hele minste strømningsmotstand, men det er også heldig av den grunn at det motvirker grasvekst i kanalbotnen. Grasvekst er mange steder så sjenerende at graset må slås en eller to ganger i løpet av sommeren og høsten. Men likevel er det vesentlige ulemper ved så djupt vassverrsnitt. Større vassdjup betinger bl.a. under ellers like forhold djupere kanal eller grøft med slakere og større sideskråning. Disse er vanskelige å holde vedlike, enten raser de ut eller også vokser de til med ugras. En slik djup kanal er heller ikke brukbar dersom vassnivået i recipienten er for høyt. Av praktiske grunner vil en derfor heller ha mindre vassdjup og noe større bredde i profilet. For mindre avløp og kanaler med botnbredde fra 30-150 cm regnes vanlig med 20-25 cm vassdjup ved normal sommervassføring. For større botnbredder regnes noe større vassdjup, men for kanaler med mindre enn 5 m botnbredde regnes gjerne ikke større vassdjup enn 50 cm ved normal sommervassføring. Ved Det danske Hedeselskab i Viborg går en ut fra følgende relasjon mellom botnbredde og vassdjup:

1 m botnbredde:	30 cm vassdjup
2 " " :	35 " "
3 " " :	40 " "
4 " " :	45 " "
5 " " :	50 " "

Ved disse vasstander er det forutsetningen at grøftemunnin-
gene skal ligge 15-20 cm over vatnet. Videre blir det spørsmål om vass-
djupet ved maksimal vassføring, ved flom. Som før nevnt, skal en normalt
ikke ha oversvømmelse. Av forsiktighets hensyn er det vanlig å forlange
at den beregningsmessige flomvasstand skal ligge minst 30 cm under avlø-
pets kant.

Når det er stor forskjell på normal- og maksimal vassføring,
får en tilsvarende variasjon i vassdjupet og i vasshastigheten. I ugun-
stige tilfelle kan en få sterk erosjon under flom, men avleiring igjen
ved mindre vassføring. Om profilet gjøres tilstrekkelig bredt og djupt
for flomvassføring, kan det bli for stort til mindre vassføring slik at
botnen i lange tider blir liggende delvis tørrlagt. For å kunne elimine-
re disse ulemper bruker en s.k. diskontinuerlig tverrprofil, se fig. 3.

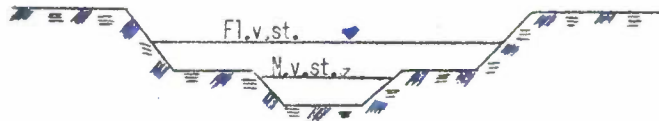


Fig. 3. Diskontinuerlig tverrprofil.

Den relativt smale botnrenne dimensjoneres slik at en får
høvelig vassdjup og vasshastighet ved normal- eller mindre sommervass-
føring. Derved unngår en avleiring samtidig som botnen holdes helt vass-
dekket. Ved flom får en relativt liten økning i vassdjupet fordi vatnet
kan bre seg utover den øvre delen av profilet. Denne profilformen kan
ellers være heldig når gravingsarbeidet i den nedre delen blir vesentlig
dyrere enn i de øvre jordlagene. Imidlertid er det en ulempe, særlig i
dyrket og ellers verdifull jord, at kanalen tar velk noe større areal.

6. Botn- og dagbredden.

Når vassdjup og sidehelling er vilkårlig fastlagt, blir det botnbredden som bestemmer arealet av vasstverrsnittet, forutsatt samme fall. Fallet blir jo i hovedsaken bestemt av topografiske forhold. Men ellers må fall og botnbredde avpasses slik at en for det første får høvelig vasstand i vegetasjonstiden og ved flom, samt at vasshastigheten holdes innenfor visse grenser. Av det som før er sagt, vil en forstå at det mellom vassdjup og botnbredde er en viss relasjon. En kan få samme vassnivå i kanalen, dvs. samme tørrleggingsdjup med: enten større djup og mindre bredde eller mindre djup og større bredde. Men med et relativt bredt tverrprofil unngår en de store variasjoner i vassdjup og vasshastighet. Botnbredden bør likevel ikke velges større enn at botnen såvidt mulig stadig holdes vassdekket.

Som en vil forstå kan en ikke sette opp generelle regler for botnbredden i forskjellige tilfelle. For vanlige åpne grøfter gjøres den ikke mindre enn 25-30 cm. 30 cm bør også være minste botnbredde i avløpsgrøfter, men ellers er 60-80 cm ikke sjelden i noe større avløp.

Dagbredden beror på botnbredde, gravedjup og dossering. Når dosseringa er $1 : n$, blir dagbredden $= b + 2nd$ (fig. 2), idet en har $d : x = 1 : n$, hvorav $x = nd$. Dette forutsetter flat mark eller kanal, grøft, rett utover fallet, slik at kantene på begge sider ligger i praktisk talt samme nivå. Er dosseringa f. eks. $1 : 1\frac{1}{2}$, blir dagbredden $= b + 2 \cdot 1,5 \cdot d = b + 3d$. På samme måte kan en regne ut bredden av vassflaten når en for d setter inn vassdjupet. Når grøfta eller kanalen går på tvers av eller på skrå over fallet, og en ikke får samme avstand fra midtlinjen til kanten på begge sider, måler en avstandene og likeså hele dagbredden best ut av tverrprofilene.

7. Dimensjonering.

Ved beregning av kanalens dimensjoner må en prøve seg fram, særlig når en bruker formlene direkte. Men en bør likevel huske at på grunn av de usikre faktorer, som virker inn på resultatet, kan en ikke vente å oppnå noen eksakt bestemmelse av dimensjonene. Det anses således for tilstrekkelig nøyaktig i praksis om en f. eks. regner ut vasshastigheten i halve dm/sek og vassdjupet i halve eller hele desimeter, alt etter løpets størrelse.

Ved beregninga går en ut fra de kjente formler:

$$Q = F \cdot v \quad \text{og}$$
$$v = c \sqrt{R \cdot I}$$

Q = vassføring i m^3/sek

F = arealet av vassstverrprofilet, angitt i m^2

v = midlere vasshastighet i snittet, m/sek .

I = det relative fall i o/oo

R = den hydrauliske radius = $\frac{F}{p}$, hvor p = våte omkrets (perimeter)

c = en koeffisient som kan beregnes av forskjellige formler (se hydrodynamikk)

Direkte bruk av formlene krever imidlertid så mye tid at en i praksis mest mulig bruker tabeller og nomogrammer, utarbeidd på grunnlag av formlene. Det mest brukte er Schewior: "Hilfstafeln zur Bearbeitung von Meliorationsentwürfen". Nomogrammene her er bare utregnet for trapesformet profil med dossering 1 : 1 og 1 : 1,5. Av andre nevnes: C. L. Feilberg: "Tavler til bestemmelse af vandføringen for kanaler med trapezoidale profiler". Disse nomogrammene gjelder for kanaler med dossering 1 : 1, 1 : 1,25, 1 : 1,50 og 1 : 2.

Det kan likevel hende at tabellene, som en har for hånden, ikke passer for det valgte tverrprofil. En moderne formel, som også er lett å arbeide med, er A. Stricklers formel:

$$v = k \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}$$

hvor koeffisienten k kan ligge mellom 43 - 28, henholdsvis for helt rene kanaler og for kanaler hvor botn og sider er sterkt bevokset med vassplanter eller forurenset ved slam. For kanaler i alminnelig god stand settes $k = 35$.

Eks. 1. En skal dimensjonere en kanal etter avrenning fra et nedbørområde på 8 km^2 . Avrenning ved normal flom anslås til $250 \text{ sl}/\text{km}^2$ og normal sommervassføring settes til $1/10$ av dette. Kanalens dossering 1 : 1,25, fall 1 o/oo . Vasshastigheten ved flom bør ikke overstige $0,8 \text{ m}/\text{sek}$, men ellers holdes over $0,2 \text{ m}/\text{sek}$.

Flomvassføring blir $2 \text{ m}^3/\text{sek}$ og normal sommervassføring $0,2 \text{ m}^3/\text{sek}$. Vassdjupe i kanalen ved sommersstand bør ikke overstige 30 cm.

I følge Feilbergs nomogrammer får en med botnbredden 1,3 m et vassdjupe ved sommervassføring på ca. 30 cm. Tilsvarende vasshastighet ca. $0,4 \text{ m}/\text{sek}$. Ved flom blir vassstanden vel 1,0 m og vasshastigheten ca. $0,8 \text{ m}/\text{sek}$.

Beregning ved Stricklers formel direkte.

Siden vi noenlunde kjenner dimensjonene iflg. tabellen, kan vi forsøke med botnbredden 1,30 m, og vassdyp 30 cm ved sommervassføring.

$$F = \frac{(b + 2 \cdot 1,25 \cdot d) + b}{2} \cdot d =$$

$$\frac{(b + 1,25 d)d}{2}$$

$$c^2 = d^2 + (1,25d)^2 = 2,56 d^2, c = 1,6 d.$$

Den våte omkrets $p = \underline{b + 3,2d}$

$$R = \frac{F}{p} = \frac{(b+1,25d)d}{b+3,2d} = \frac{(1,3+1,25 \cdot 0,3)0,3}{1,3+3,2 \cdot 0,3} = \frac{0,503}{2,26} = 0,222 \text{ m}$$

$$v = k \cdot R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}} = 35 \cdot 0,222^{\frac{2}{3}} \cdot 0,001^{\frac{1}{2}}$$

$$\log v = \log k + \frac{2}{3} \log 0,222 + \frac{1}{2} \log 0,001$$

$$\log 35 = 1,5441$$

$$\frac{2}{3} \log 0,222 = 0,5643 - 1$$

$$\frac{1}{2} \log 0,001 = \underline{0,5000 - 2}$$

$$\log v = 2,6084 - 3$$

$$v = 0,406 \text{ m/sek}$$

$$Q = F \cdot v = 0,503 \cdot 0,406 = 0,204 \text{ m}^3/\text{sek}$$

Av dette ser en at ved normal sommervasstand blir vassdypet omkring 30 cm med botnbredden 1,30 m. Vasshastigheten er stor nok til å hindre slamavleiring. Det står igjen å undersøke forholdene ved flom. Prøver med vasstand 1,0 m:

$$R = \frac{F}{p} = \frac{(1,3+1,25 \cdot 1)1}{1,3+3,2 \cdot 1} = \frac{2,55}{4,5} = 0,567 \text{ m}$$

$$V = 35 \cdot 0,567^{\frac{2}{3}} \cdot 0,001^{\frac{1}{2}}$$

$$\log 35 = 1,5441$$

$$\frac{2}{3} \log 0,567 = 0,8357 - 1$$

$$\frac{1}{2} \log 0,001 = \underline{0,5000 - 2}$$

$$\log v = 2,8798 - 3$$

$$v = 0,758 \text{ m/sek}$$

$$Q = F \cdot v = 2,55 \cdot 0,76 = 1,93 \text{ m}^3/\text{sek}$$

Da vassføringa skal være 2 m³/sek ved flom blir vasstanden vel 1 m.

Om en prøver med vasstand 1,10 m blir $v = 0,796 \text{ m/sek}$ og $Q = 2,35 \text{ m}^3/\text{sek}$.

Av dette ser en at vassdypet ved flom blir litt over 1 m og vasshastigheten skulle heller ikke overstige 0,8 m/sek.

Med botnbredden 1,30 m skulle en da oppnå høvelig vasstand og -hastighet både i vegetasjonstiden og under flom. Siden kanaldjupet som regel er minst 1,2 m, skulle det ikke være risiko for oversvømmelse.

Dersom vi forutsetter at dette er ny kanal i flatt terreng, samt gravedjup 1,75 m, blir tverrprofillets areal $6,10 \text{ m}^2$. Kunne en derimot grave kanalen 10 cm djupere, slik at vasstanden i vegetasjonstiden uten skade kan være 40 cm, ville en i dette tilfelle få smalere profil med mindre gravemasse. Med 80 cm botnbredde og 40 cm vasstand ved sommervassføring, ble gravedjupet 1,85 m og tverrprofillets areal $5,75 \text{ m}^2$. Dette svarer til ca. $1/3 \text{ m}^3$ mindre gravemasse pr. l. m. kanal. At dette siste alternativ er brukbart framgår av følgende eksempel:

Eks. 2. Samme oppgave som i eks. 1, bare med den forskjell at vasstanden kan være 40 cm ved sommervassføring.

Av nomogrammet vil en se at med denne vasstand kan botnbredden være 0,8 m. Vasshastighet vel 0,4 m/sek. Ved flom blir vasstanden ca. 1,15 m og vasshastigheten snaut 0,8 m/sek.

Direkte beregning etter Stricklers formel viser følgende:

1. Prøver botnbredde 0,8 m og vassdjup 40 cm.

Beregnet på samme måte som i eks. 1 får en $v = 0,439 \text{ m/sek}$ og $Q = 0,229 \text{ m}^3/\text{sek}$.

2. Prøver botnbredde 0,8 m og vassdjup 35 cm.

$v = 0,4095 \text{ m/sek}$ og $Q = 0,178 \text{ m}^3/\text{sek}$.

Herav kan en slutte at vasstanden vil bli ca. 38 cm, og vasshastigheten er tilfredsstillende.

Flomvassføring.

1. Prøver med vassdjup 1,10 m.

$v = 0,74 \text{ m/sek}$. og $Q = 1,78 \text{ m}^3/\text{sek}$ o: litt for lite.

2. Prøver med vassdjup 1,20 m.

$v = 0,783 \text{ m/sek}$. og $Q = 2,17 \text{ m}^3/\text{sek}$.

Vasstanden ved flom vil nærme seg 1,20 m med vasshastighet omkring 0,75 m/sek.

Om fallet i eks. 1 hadde vært 2 o/oo, ville en med 90 cm botnbredde få 30 cm vasstand i vegetasjonstiden, vasshastighet ca. 0,5 m/sek. Flomvasstanden ville bli ca. 95 cm, men vasshastigheten ved flom blir for stor, nemlig ca. 1,0 m/sek. Det trengs imidlertid relativt stor utvidelse av profilet, stor botnbredde, for å få senket denne maksimums hastigheten. Den forutsatte jordarten er også tung å grave. Utvidelsen blir derfor kostbar, slik at det muligens kan være forsvarlig å ta risikoen med noe erosjon under verste flommen. Eventuelt bør en forbygge litt på de mest utsatte stedene i løpet.

Kravene til kanalens maksimale vassføring bør settes så lågt som mulig når en rikelig dimensjonering faller vanskelig og kostbar.

For en kort kanal med noenlunde samme vassføring i alle avsnitt, kan en greie seg med ei beregning som gjelder for hele kanalen. Fallet fordeles i så fall jevnt etter hele lengden og tverrprofilet holdes konstant.

Gjelder det en lengre kanal, må den som regel deles opp i avsnitt for dimensjoneringa. Dette kan skyldes etter hvert stigende vassføring p.g.a. tilløp lenger nede, eller også relativt sterkt vekslende fallforhold. Hver strekning beregnes for seg, som om den skulle være hele kanalen, idet en først beregner nedbørområde og vassføring i delingspunktene. Men en må likevel huske på at de forskjellige avsnittene skal passes sammen etterpå. Botnlinjen kan legges inn i lengdeprofilet først. Dermed er også vassdjupet egentlig fastlagt, og det blir særlig botnbredden som vil kunne variere vesentlig. Om det blir særlig forskjell på denne og dermed på hele profilet i forskjellige avsnitt, må overgangene jevnes ut. Når vassføringa öker jevnt, kan en også holde botnbredden konstant, men regne med ökende vassdjup nedover. Da må altså botnlinjen ligge tilsvarende djupere i de nedre deler, men kan ellers ha konstant fall.

Når vassføringa öker diskontinuerlig, kan det kanskje være höve til å öke både botnbredden og vassdjup der hvor en får vesentlig tillöp. Her kan det f. eks. gå an å regne med trinn i botnlinjen. Men, som nevnt, bör en imidlertid ikke ha brå overganger. En utvidelse av profilet jevnes ut på et lite stykke ovenfor tillöpet.

Når kanallinjen deles i intervaller, beregner en disse i rekkefølge etter hverandre, idet en tar nederste stykket først med utgangspunkt i resipientens vassnivå (f. eks. sjö, elv, tjern). En må ha undersøkt hvordan resipientens vasstand blir i forhold til kanalens, om f. eks. høyeste vasstand i innsjöen faller samtidig med flomvassføring i kanalen, eller hvordan vassnivået i sjöen er i tiden mai-juni, dvs. i tiden for beregnet sommervassføring.

For oversiktens skyld föres beregningene inn på et dimensjoneringssskjema, f. eks. som följende:

Punkt	St.	Nedbør- område Hektar	Samlet nedbør- område Ha.	Normal av- str. 0,08 sl/ha		Maks. avstr. 0,8 sl/ha		Dos- ser- ing	Botn- bredde	Fall ‰	Botn- høyde	A n m.
				q norm	d norm	Q maks	D maks					
				l/sek	cm	l/sek	cm					
H	62 ⁴⁰		1711	137	38	1370	126		↑	↑	49,74	
			132						2,0	0,15		
			1579									
G	47 ⁵¹	65	1514	121	35	1210	118	1:1			49,97	
	38 ⁰⁰								↓	↓	50,11	
									↑	↑	0,6	
	35 ⁰⁰	135							↓	↓	50,29	} Fallbrott 65 cm
									↑	↑	50,94	
F	29 ³⁶	324	1410	113	37	1130	120					
			1055	84	35	840	108		↓	↓		
									↑	↑	1,20	
												osv.

8. Beregning av gravevolumet.

Når tverrprofilene er tegnet opp, må en ha tak i arealet av dem. Regelmessige profiler kan beregnes som trapes eller måles ved skritting. Men når det fins et gammelt vassfar, som er tegnet inn, blir gravearealet utenom ofte ganske uregelmessig. Her er det best å bruke planimeter. Som før nevnt, bør jordartsgrenser prikkes inn i tverrprofilene. Gravearealet kan da komme til å bestå av 2-3 deler, om en har 2-3 jordarter representert. Profilarealet for de enkelte jordarter, eventuelt fjell, måles for seg, dessuten også hele graveprofilen samlet som kontroll.

Gravevolumet mellom 2 etter hverandre liggende tverrprofiler beregnes som et prisme, hvor en kjenner arealet av endeflatene samt avstanden mellom dem = avstanden mellom tverrprofilene. Med avstanden forstår en her som regel den horisontale avstand. Men skulle kanalen ha meget sterkt fall, bør en overveie, eventuelt undersøke, om det vil være riktigere å regne med avstand målt langs bakken. Det forutsettes at tverrprofilene er plassert slik at terrenmlinjen mellom dem er rett. Er marken jevn og ensartet, blir resultatet nøyaktig nok om en hver gang tar med et avsnitt på 50 à 100 m. Volumet beregnes ved at en tar gjennom-

snittet av endeprofilenes arealer og multipliserer med avstanden. Denne beregningsmåten er ikke helt eksakt. Den gir et volum som er litt større enn det virkelige. Det er imidlertid ikke mer enn at det kan betraktes som nødvendig sikkerhetsmargin.

Beregning av gravevolumet kan også gjøres på grafisk måte. De tall som angir tverrprofilenes arealer, avsettes i antatt målestokk,

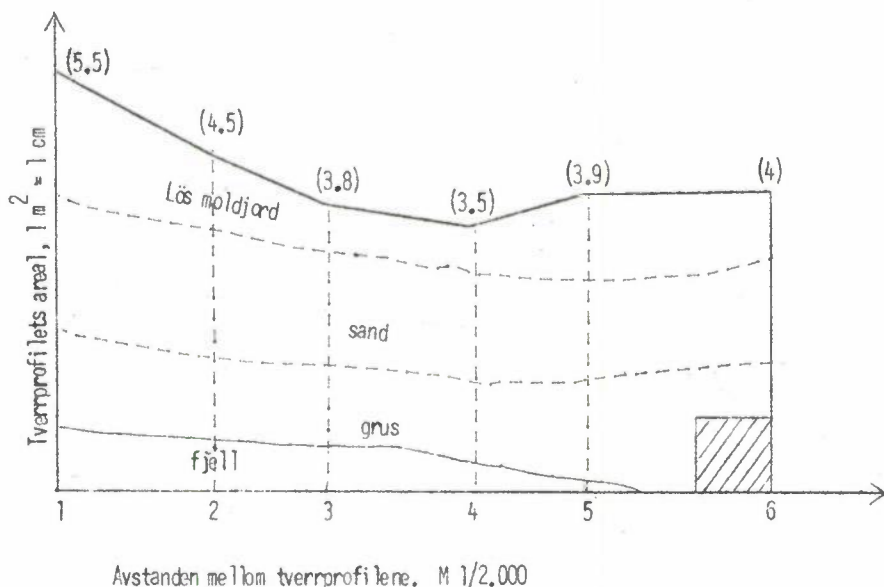


Fig. 4. Grafisk beregning av gravevolum.

vanlig $1 \text{ m}^2 = 1 \text{ cm}$, fra en basislinje og på ordinaten gjennom vedkommende tverrprofil, enten i lengdeprofilen eller helst i særskilt tegnet profil, se fig. 4. Er det flere jordarter, avsettes de tilsvarende arealer fra tverrprofilen i rekkefølge nedenfra på ordinaten, som deler av denne. Endepunktene av de avsatte stykker på forskjellige ordinater forbindes ved linjer. I fig. 4 er høydemålestokken $1 : 100$, idet $1 \text{ m}^2 = 1 \text{ cm}$, men lengdemålestokken er den samme som i vedkommende lengdeprofil, her $1 : 2000$. Høydemålestokken er altså 20 ganger større enn lengdemålestokken. Dersom begge målestokkene var ens, ville flateinnholdet av diagrammet i m^2 svare til volumet i m^3 . Etter målestokkene i fig. 4 må arealet av diagrammet i m^2 multipliseres med 20 for å få gravevolumet i m^3 .

Eks. Følgende profilarealer er gitt, likeså avstanden mellom dem. Volumet beregnes etter prismemetoden og etter den grafiske metode:

	Areal i m ²	Avstand i m	Volum m ³
Profil 1	5,5		
2	4,5	40	200
3	3,8	30	125
4	3,5	40	146
5	3,9	30	111
6	4,0	50	198
		Sum	780

Diagrammet i fig. 4 gjelder den grafiske metoden. Måler en arealet her, får en ca. 39 m². Den skraverte rute svarer til 1 m². Da blir gravevolumet 39 · 20 = 780 m³. Dette diagramarealet måles best v.h.a. planimeter, særlig når en skal ha arealene som svarer til forskjellige jordarter eller fjell.

Ved den grafiske metoden er det lett og raskt å få kontroll på beregningene. Når kanalen f. eks. skal deles opp på forskjellige arbeidslag, er det lett å ta ut gravevolumet for hvert enkelt lag.

9. Utretting av løpet.

Når det gamle vassfaret er svært krocket, bør en søke å få det rettet ut ved reguleringa. Dette må en være merksam på alt ved forundersøkelsen slik at en nivellerer terrenget nøyaktig omkring det gamle faret. I enkelte tilfelle kan fordelene ved utretting være så opplagt at den nye kanaltraceen kan stikkes ut med en gang. I andre tilfelle kan en først måtte utføre mer detaljert beregning av kostnad og vinning ved forskjellige alternativer. Gravemassene vil en ha så små som mulig. Men foruten dette kan en også måtte ta hensyn til eiendomsforholdene, slik at en eiendom alt i alt får tillagt samme areal som den må avgi ved at løpet rettes ut, dvs. et slags makeskifte. I motsatt fall må en jo ha på det rene om det er mulighet for salg mellom grunneierne, først og fremst på frivillig basis.

10. Bruer, stikkrenner, rørgjennomløp.

Både ved større og mindre senkingstiltak kan det bli aktuelt å ordne med bruer eller overkjørsler. I gårdsveger bygges som oftest relativt enkle trebruer over uforandret kanalprofil. Ved større bruer må en som regel bygge brukar, men her bør en passe på at avstanden mellom brukarene beregnes så stor at en ikke får sjenerende oppdemming.

Såvidt mulig bør gjennomstrømsåpningen legges i rett vinkel med vegens lengdeakse. Men dette passer mindre bra når kanalen går på strå over vegen. Når bruåpningen da legges vinkelrett på vegen, blir det endring i strømretningen her med hvirveldannelse og fare for graving i botn og sider. Gjelder det offentlig veg (eller jernbane) må for øvrig alt arbeid med prosjektering av gjennomløp skje i samråd med vedkommende vegtilsyn.

Bruåpningene gjøres bredere enn botnbredden i kanalen, men likevel kan åpningen bli så trang i forhold til kanalprofilen at en, iallfall under flom, får noe oppdemming ved brua. Vassmengden gjennom åpningen kan beregnes v.h.a. samme formler som gjelder for delvis dykket overfall, f. eks. grunndam.

Eks. Ved en bruåpning antas at en ved flom kan tåle 25 cm oppdemming, dvs. 25 cm forskjell på vassnivået like ovenfor og nedenfor åpningen. Videre antas åpningens bredde, b , til 1,4 m. Vassføringa skal beregnes for dette tilfelle. Vatnets tilløpshastighet, v_0 , vasshastigheten i kanalen ovenfor brua, er 0,4 m/sek.

$\frac{v_0^2}{2g} = k$. Ved brukarene er det bygd fløymurer av stein i 60° vinkel med strømmen. Koeffisienten μ kan da settes = 0,85. (Om det ikke hadde vært fløymurer til å formidle overgangen kanal-åpning, ble μ å sette = 0,7. Er fløymurene så lange at det blir mest traktformet innløp, kan μ økes til 0,95). Vassdypet, d , i kanalen like nedenfor brua er 0,9 m.

$$Q = \mu \cdot d \cdot b \sqrt{2g(h+k)} + \frac{2}{3} \mu \cdot b \sqrt{2g} \left[(h+k)^{\frac{3}{2}} - k^{\frac{3}{2}} \right]$$

$$Q = 0,85 \cdot 0,9 \cdot 1,4 \sqrt{19,62(0,25 + \frac{0,4^2}{19,62})} + \frac{2}{3} \cdot 0,85 \cdot 1,4 \sqrt{19,62} \left[(0,25 + \frac{0,4^2}{19,62})^{\frac{3}{2}} - (\frac{0,4^2}{19,62})^{\frac{3}{2}} \right]$$

$$Q = 2,86 \text{ m}^3/\text{sek.}$$

Når oppdemningshøyden er liten i forhold til vassdypet i stikkrenna, kan en også se bort fra den frie del av overfallet (s.k. brodt overfall) og så beregne vassføringa

$$Q = \mu \cdot d \cdot b \sqrt{2g(h+k)} = 0,85 \cdot 0,9 \cdot 1,4 \cdot \sqrt{19,62(0,25 + \frac{0,4^2}{19,62})} = 2,42 \text{ m}^3/\text{sek.}$$

Som en ser, vil dette føre til litt større nødvendig bruåpning.

Om Q blir for liten ved første gangs beregning, må en forsøke på nytt med større botnbredde, eller eventuelt med større oppdemningshøyde. Åpningen bør dimensjoneres rikelig p.g.a. trykketap ved innløpet.

Ved mindre kanaler blir det ofte istedenfor bruåpning muret stikkrenner av stein. Bredden på denne kan beregnes på lignende vis som for vanlig bruåpning. Den nødvendige høyde får en samtidig et begrep om. Den bør tas så rikelig at stikkrenna selv ved eksepsjonelt stor flom ikke er fulltløpende. For øvrig bør en her passe på at rennebotnen legges tilstrekkelig djupt. Særlig gjelder dette om stikkrenne mures i myrlendt terreng, hvor den da ofte blir lagt på treflåte. En har eksempel på at slikt flåtefundament etter noen års forløp er blitt liggende for høyt og således begrenser grøftedjupet i arealet ovenfor.

Foruten stikkrenner av stein brukes også rørledning av betong eller tre. I betongledninger brukes vanlig mufferør, men en kan også bruke rør, ringer, uten muffer. Da bør en legge pappstrimmel over skjötene. Under sterkt trafikert veg bør disse rørene være armerte for å tåle trykket. Trerørene bør helst være impregnerte og kontinuerlige. Trerør med 60-70 cm diameter kan godt lages av 2" golvplanker og holdes sammen v.h.a. rundtjernsringer utenpå.

Disse rørledningene må dimensjoneres så rikelig at de kan lede meget stor flom. I motsatt fall vil en risikere oversvømmelse. Ved normal flom blir de da ikke ganske fulltløpende. I Schewiors tabellverk fins nomogram hvor en kan ta ut dimensjonen for korte ledninger, f. eks. stikkrenner. Men en kan også tilnærmet beregne dimensjonen direkte med utgangspunkt i Bernoullis ligning, idet en regner at trykkehøyden går med til rørfriksjon, slik at vasshastigheten blir den samme ved begge ender av gjennomløpet. En får da følgende relasjon:

$$h = h_f, \text{ hvor}$$

h = trykkehøyden

$$h_f = \text{friksjonshøyden} = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

λ = rørfriksjonskoeffisienten

l = ledningslengden

$$v = \text{vasshastigheten i ledningen} = \frac{Q}{F}$$

Eks. Trykkehøyden h antas = 15 cm. Dette er forskjellen i vassnivå ved rørendene. Dersom rørledningen ligger horisontalt, antas h som oppdemming, ellers vil den framkomme som ledningens absolute fall på strækningen.

Vassføringa antas å bli 1200 liter/sek. λ settes = 0,04, l = 15 m.

$$0,15 = 0,04 \cdot \frac{15}{d} \cdot \frac{1}{19,62} \left(\frac{1,2 \cdot 4}{\pi \cdot d^2} \right)^2$$

$$d = \sqrt[5]{\frac{0,04 \cdot 15 \cdot 4,8^2}{0,15 \cdot 19,62 \cdot 3,14^2}} = 0,36 \text{ m}$$

Med ca. 10% tillegg, bl.a. for innløpstep måtte rördiameteren være ca. 95 cm, etter de nevnte forutsetninger.

På steder med dårlig grunn må rørene legges på særskilt fundament, f. eks. treflåte. Men for å få noe større vassdjup i dem ved liten vassføring, er det brukt å legge rørene ca. $\frac{1}{10}d$ djupere enn ferdig kanalbotn, fig. 5. Dette blir mest aktuelt når en har lite fall til disposisjon.

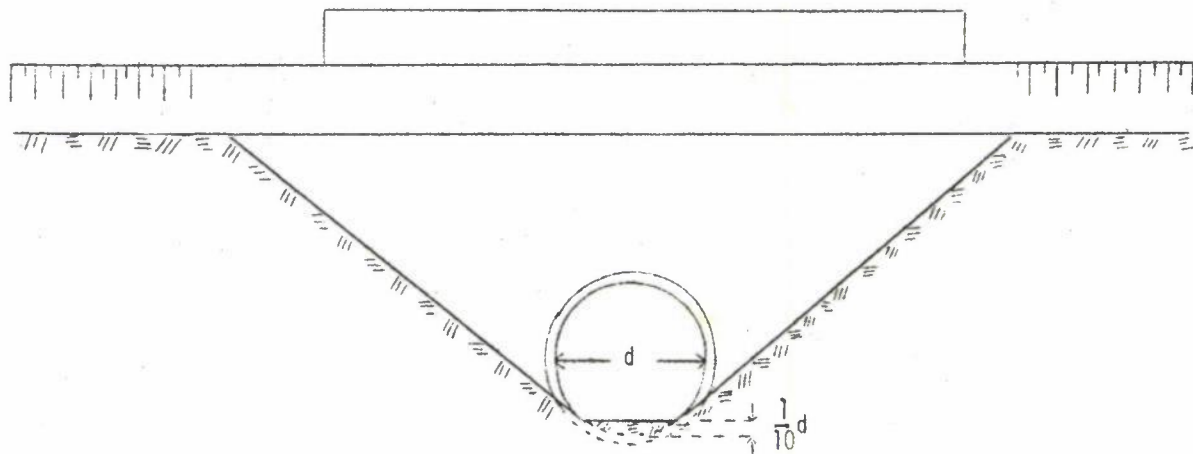


Fig. 5.

Når frontveggen over rørendene mures eller støpes, kan den godt være vertikal. Men ellers må den ha en viss skråning. Denne skråningsflate kan steinsettes eller kles med torv. I siste tilfelle bør en likevel ha steinsetting i partiet på siden av og like over munningen.

C. Lukte avløp, rørledning.

Rørledning som avløp har mange fordeler sammenlignet med åpen grøft, men blir likevel sjelden aktuelt på steder hvor det er behov for egentlig kanal.

1. En tar ikke bort produktivt areal og unngår kanter og skråninger som er voksested for ugras.
2. Det blir bedre bruksforhold, bedre arrondering.
3. En sparer anlegg og vedlikehold av bruer og stikkrenner.
4. Mindre vedlikeholdsutgifter for avløpet i det hele.
5. Fullgod effekt under snøsmelting og om vinteren.

På den annen side kan åpent avløp tåle mindre fall, overflatevatnet ledes av raskere og hele avløpet er lettere å kontrollere. Når det gjelder de to sistnevnte momenter, kan en oppnå mye ved hensiktsmessig plasering av inspeksjons- og slambrønner i ledningen.

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

Anleggskostnaden vil særlig bero på nødvendig rördimensjon. Grove ledninger er meget dyre. Derfor kommer lukket avløp på tale særlig ved mindre nedbørområder. Men er nedbøren ujevnt fordelt med påfølgende relativt stor flomvassføring, er det mindre sannsynlig at lukket avløp vil være økonomisk forsvarlig. Liten årsnedbør og godt fall er ellers faktorer som bidrar til mindre rördimensjon.

Særlige forhold kan tale for bruk av lukket 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 rörlegges, blir derimot gravearbeidet relativt rimelig, selv om en i vanskelig jord må bruke enkel forstötning av veggene mens arbeidet pågår. Ved rörlegging trenger en dessuten ikke tenke så mye på å innskrenke gravedjupet mest mulig av hensyn til kostnaden. Större djup medfører ikke på langt nær så stor merkostnad ved lukket som ved åpent avløp. En behøver derfor heller ikke være så redd for å grave gjennom høyderygger, som ellers ville gi store skjæringer. Bl.a. av denne grunn kan lukket avløp i mange tilfelle trekkes mer beint fram og således bli kortere enn åpent.

Vedlikeholdskostnaden kan bli meget liten i mange år framover, når ledningen er godt lagt og rörmaterialet er försteklasses. Jevnt tilsyn er imidlertid nødvendig. Særlig gjelder dette alle munninger, både inn- og utløp, samt eventuelle brønner for tilkopling av grøfte-systemer, for inntak av overflatevatn, for inspeksjon eller som slamfang.

Et forhold som likevel blir avgjørende for vedlikeholdskostnaden, er varigheten av rörene. I disse ledningene brukes som regel sementrör, enten mufferrör, eller mer sjelden, falsede monicerrör (kulverter). Imidlertid har en erfaring for at sementrör kan tøres opp og smuldre bort i löpet av 3-4 år under uheldige forhold. For det første skyldes dette angrep av aggressivt vatn, dernest at en ikke har vært merksam på betydningen av å bruke helt tette, eventuelt asfalterte rör. For å kunne bedømme varigheten, eller å ta visse forholdsregler, bör en

på forhånd ta ut vassprøver til kjemisk analyse. Når avløpet får tilløp fra forskjellige steder, bør vassprøvene tas på ulike strekninger i løpet. Hva slags vatn, og hvilke stoffer i det som er skadelige, vil framgå av følgende avsnitt.

1. Rørmaterialet.

Sementrør (betongrør) lages i mange størrelser, de minste er 4", og de største har opptil 4 m tverrmål. De minste rørene er så tynne i godset at de må støpes av sementmørtel, men de større har tykkere gods, og litt pukk kan tilsettes mørtelen. Dette blir da egentlige betongrør.

Framstilling av gode betongrør ansees som et av de vanskeligste sementarbeider. Norske kommunale ingeniørveseners forening har fastsatt normer for fabrikasjon og prøving av betongrør. Her er dimensjonene for de forskjellige rørstørrelser fastsatt, likeså hvor stor belastning rørene skal tåle for å bli godkjent, samt krav til og prøving av vass tetthet.

Fabrikasjonsmetodene kan stort sett samles i 4 grupper:

1. Stampemetoden (håndstamping eller maskinstamping).
2. Pressing (Kilebergpressen)
3. Sentrifugering (mange systemer og maskiner)
4. Vibrering.

Av disse er stampemetoden den alminneligste. Men en bør helst bruke stampemaskin, idet en neppe greier å stampe så godt for hånd at rørene blir av jevn kvalitet med tilstrekkelig styrke og tetthet. Som forskalling brukes et innvendig kjernerør og en utvendig form.

Blandingsforholdet sement : sand må være mellom 1 : 2,3 og 1 : 3, alt etter sandens kvalitet. Sanden må være ren og fri for humussyre. Videre er det viktig at sanden er vel gradert. Det kan være nødvendig å sortere den i flere fraksjoner, som siden blandes i annet forhold, slik at porevolumet blir minst mulig, dvs. størst mulig volumvekt.

Sementvellingen får da til oppgave å kitte sammen sandkornene og å fylle resten av hulrommene.

Mørtelen skal være ganske tørr. Med det samme røret er støpt, skal formen tas av. Massen må derfor være så tørr at røret står uten å synke sammen straks det er støpt. Men mørtelen bør likevel være så fuktig at røret nesten kleber ved formen. Et tallmessig uttrykk for tilsetting av vatn, har en i vatnsementfaktoren. Denne angir forholdet

mellom vekten av vatn og sement i blandinga og bör i dette tilfelle nærme seg 0,3.

Sementen består for størstedelen, ca. 80 %, av vassfrie, kalkrike silikater. Med vatn danner sementen kolloidalt, vassholdig silikat med noe mindre kalkinnhold. Det er også noe fri CaO, som sammen med vatn går over til kalsiumhydrat. Ved sementens binding og herdning dannes der dels tungtoppløselige dobbeltsilikater, dels lett oppløselige Na- og K-forbindelser. Videre går kalsiumhydrat over til kalsiumkarbonat under tilgang på CO₂. Denne prosessen tar lengre tid, begynner i overflaten og går langsomt innover. Derfor bör rørene ikke brukes for ferske, men helst være lagret i minst 6 uker. Det er imidlertid ikke likegyldig hvordan lagringen foregår, særlig i de første 2-3 ukene. Når forskallinga tas vekk, settes rørene på herdeplassen. Her skal det helst være fuktig luft slik at de ikke tørker ut. Så snart de er blitt harde nok, må de vatnes og holdes godt fuktige i 3-14 dage. En viss mengde CO₂ i vatnet hjelper til å overføre Ca(OH)₂ til CaCO₃, dvs. påskynder herdningen.

Tettheten blir sjelden så stor uten spesiell overflatebehandling at vatn ikke trenger inn i rørveggen. I herdnet betong vil det i de indre lag være igjen både Ca(OH)₂ og CaO. Denne Ca(OH)₂ er oppløselig og kan vaskes ut med en gang. Men CaO vil også angripes når vatnet er meget bløtt, som f. eks. regnvatn eller destillert vatn. Av CaO dannes det Ca(OH)₂. Følgen er at det indre skiktet etter hvert blir utvasket.

Som nevnt, virker en viss mengde CO₂ i vatnet heldig på herdningen. Men blir det overskudd av CO₂, slik som i enkelt grunnvatn, vil også det allerede dannede CaCO₃ angripes og løses opp, idet en får kalsiumhydrokarbonat. Dette slags vatn kaller en aggressiv vatn og dets kullsyreoverskudd for aggressiv kullsyre.

Resultatet av en svensk undersøkelse viser hvordan vatnets angrepsevne beror på dets hardhetsgrad og innhold av aggressiv kullsyre:
Tabell 1.

Vass-type	Vatnets sammensetning		Vatnets angrepsevne
	Temporær hardhet, grader	Aggressiv kullsyre, mg/l	
I	Større enn 2,0	Mindre enn 15	Praktisk talt ingen
II	{ Større enn 2,0 2,0 - 0,2	{ 15 - 40 > 15	
III	{ < 2,0 2,0 - 0,2 > 0,2	{ 40 - 90 15 - 40 > 15	Påtakelig
IV	{ < 2,0 2,0 - 0,2 > 0,2	{ < 90 < 40 < 15	

Tabellen skal gjelde for betongrør som er laget av vanlig Portlandsement.

I Sveits har en funnet at følgende faktorer er bestemmende for betongrørenes holdbarhet i jorda:

1. Sur reaksjon ($\text{pH} < 6$)
2. Høy utbytningsaciditet (syregrad > 20)
3. Stort sulfatinnhold ($> 0,2\% \text{SO}_3$)
4. Stort magnesiuminnhold ($> 2,0\% \text{MgO}$)

Foruten kullsyre er melkesyre og garvesyre skadelige for betongen. Humussyrene er relativt ufarlige, men humusholdig vatn er farlig fordi det ofte inneholder aggressiv kullsyre. Sterke syrer som saltsyre, salpetersyre og svovelsyre kan ødelegge betongrør på kort tid.

Sulfatholdig vatn har en hovedsakelig i myrjord, men også i strøk med alunskifer og svartjord. Sammen med kalsium danner sulfatjonene gips, og dette danner med sementens kalsiumaluminat et dobbelt-salt: kalsiumsulfoaluminat. Dette sveller ut med stor kraft og kan sprengne røret. Risikoen for dette er størst for betongen er fullstendig herdnet.

Magnesiumholdig vatn angriper betongen ved at Ca byttes ut mot Mg hvorved betongen blir svakere.

Når vatnet er aggressivt, trengs spesiell overflatebehandling eller hel impregnering av rørene. Ved overflatebehandling anbefales det først å stryke over, innvendig som utvendig, med asfaltemulsjon. Deretter brukes varm asfalt, som bør ha hårdhet svarende til penetrasjon av 50-60 ved 25°C . Når det gjelder kloakkfôr i syreholdig grunn, anbefales det å bruke slatexsmurte sementrør, som helst bør pakkes om med fet blåleire.

Ellers kan sementrør gjøres tette og beskyttes mot aggressiver med tjæreolje (sveitsisk patent). Impregneringa utføres da på samme måten som ved fullimpregnering av tre. Etter at rørene er tørket i egen kjel, bringes de inn i impregneringskjelen. Av denne blir lufta pumpet ut, så en får vakuum. Kjelen fylles deretter med impregneringsstoff, og det fastsatte trykk settes på. Mørtel og betong som skal impregneres på denne måten, må ikke ha for tett gods.

Prøving av tettheten for ubehandlede betongrør utføres ved at røret stilles på den ene enden i tett leire. For mufferør skal mufferenden være opp. Røret fylles med vatn og blir stående slik i 10 dager. Vatnet skal da synke ganske ubetydelig, forskjellig for de ulike rördiameter og rørhøyder. I Sverige holder en prøverøret først vassfylt i ett døgn for mufferør og i 2 døgn for falsrør. Da antas betongen å være

vassmettet. Røret dekkes så til for å hindre fordunstning. Om vatnet siden ikke synker mer enn 25 mm pr. døgn, er tettheten tilfredsstillende. Under prøven skal lufttemperaturen ikke være under 10° C.

2. Dimensjonering.

Ved planlegging av lukte avløp er det viktig at en får nedbørområdets størrelse nøyaktig fastlagt. Dessuten må en også ha mest mulig korrekt verdi for maksimal avstrømning. Disse rørledninger må nødvendigvis dimensjoneres etter maksimal avstrømning. Men det betyr ikke at en må regne med eksepsjonelt stor flomvassføring. Dette ville i så fall føre til urimelig stor rördimensjon. I stedet kan det være billigere å ta risikoen med vasskade en sjelden gang. Om det lukte avløp tar vatnet fra en ovenforliggende åpen grøft, vil for liten rördimensjon føre til at vatnet demmes opp i den åpne grøfta. Dette gir nok overtrykk som medfører større kapasitet, men denne økning av rørledningens vassføring går ofte ikke på langt nær så fort som økningen i vassmengden ovenfor. Derimot vil en relativt liten økning av rördimensjonen virke sterkere på kapasiteten. En vil forstå at med snau dimensjonerte, lukte avløpsledninger, kan en relativt lett risikere oversvømmelse. Åpne grøfter og kanaler er som oftest så rikelig dimensjonerte at de sjelden går fulle ved normal flom. Noen tilsvarende sikkerhetsmargin får en ikke ved lukte avløp, om de dimensjoneres etter samme flomvassføring som åpne. Det anbefales derfor bl.a. å regne med 20-30 % større flomvassføring for lukte enn for tilsvarende åpne avløp.

Her kan nevnes at for sør- og mellom-Sverige regner en med følgende avløpskoeffisienter ved lukte avløp:

For åker i slett lende	1,5 - 2,0	sl/hektar
For åker i kupert lende	2,0 - 2,5	"
For skogsmark	1,0 - 1,5	"

Disse tallene kan være brukbare hos oss når det gjelder Östlandets flatbygder, men ellers kan vi for mindre områder og kupert terreng måtte regne med det mangedobbelte, antakelig opp til 12-15 sl/hektar.

I distrikter med så store avløpsmengder kan lukte avløp bare brukes for mindre områder. En faktor, som likevel kan bidra til å minske rördimensjonen, er at vi hos oss i mange tilfelle har godt fall. Dette gir stor vasshastighet, men det er ikke heldig for betongledninger at vasshastigheten er for stor. Den bør ikke overstige 2 m/sek. Ved større vasshastighet gir vatnet p.g.a. medfølgende sand- og gruspartikler for sterkt slit på betongen. Når terrenget har sterkt fall, bør en således

ordne med fallbrott i ledningen, omtrent på samme vis som i åpne avløp. Fallbrottet kan hensiktsmessig plasseres i samlings- eller inspeksjonsbrønn, hvor den vertikale avstand mellom inn- og utløpsrør blir den høyde en kan eliminere.

Selve dimensjoneringsarbeidet utføres v.h.a. tabeller eller nomogrammer. I Sverige bruker en mye Hallins "linialdiagram". Et relativt nytt nomogram er utarbeidd i Danmark på grunnlag av A. E. Brettings formelsystem. Videre kan en bruke Schewiors tabellverk.

Resultatet av dimensjoneringa settes opp i en oversiktstabell, f. eks. som følgende:

St. (Begynnelses- punkt)	Nedbør- område Hektar	Flomvass- føring. lit/sek	Botnens fall o/oo	Rördimensjon i cm	Rörledningens kapasitet. lit/sek
23 ⁰⁰	7,0	3,5	31,0	7,5	4,0
20 ⁶¹	5,4	3,0	4,0	10,0	3,0
17 ⁵⁵	4,4	2,5	8,0	10,0	4,0
16 ⁹⁴	5,0	2,5	15,0	7,5	2,7
14 ⁶²	32,0	21,0	2,7	22,5	22,0
10 ⁴⁵	65,0	42,0	2,7	30,0	50,0
7 ³⁴	90,0	58,0	2,7	30,0	50,0 x)
2 ⁷⁰	102,0	75,0	7,0	30,0	80,0
1 ²⁰	120,0	88,0	9,0	30,0	90,0

x) Oppdemming ca. 37 cm (ledningen er noe snau). Denne ledningsdelen fra 7³⁴ er 464 m lang med fall 2,7 o/oo, dvs. 125 cm absolutt fall. Men når 30 cm ledning skal føre 58 l/sek, må fallet være ca. 3,5 o/oo. Hertil svarende absolutt fall er ca. 162 cm. Differansen 162 - 125 = 37 cm betraktes da som temporær oppdemming.

3. Overflatevatnets bortledning, brønner.

En viktig detalj i forbindelse med lukte avløp er å sørge 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

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 steinen være relativt stor, og fyllinga bør være ca. 30 cm tykk. Er det slamjord (sand, mojord, mjelle), 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 m.m.

Når avløpet i hele dets utstrekning er lukket, blir det ingen egentlig fri innløpsåpning. Men som inntak for overflatevatn 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.

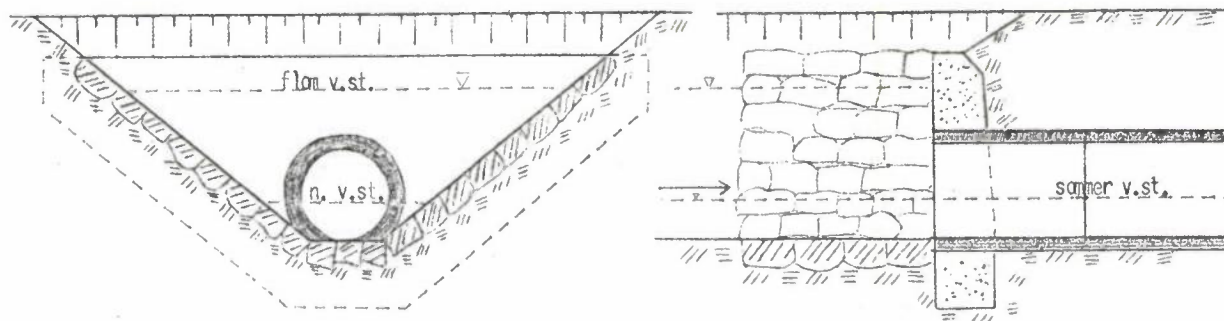


Fig. 6. Innløp for rørledning av større diameter.

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.

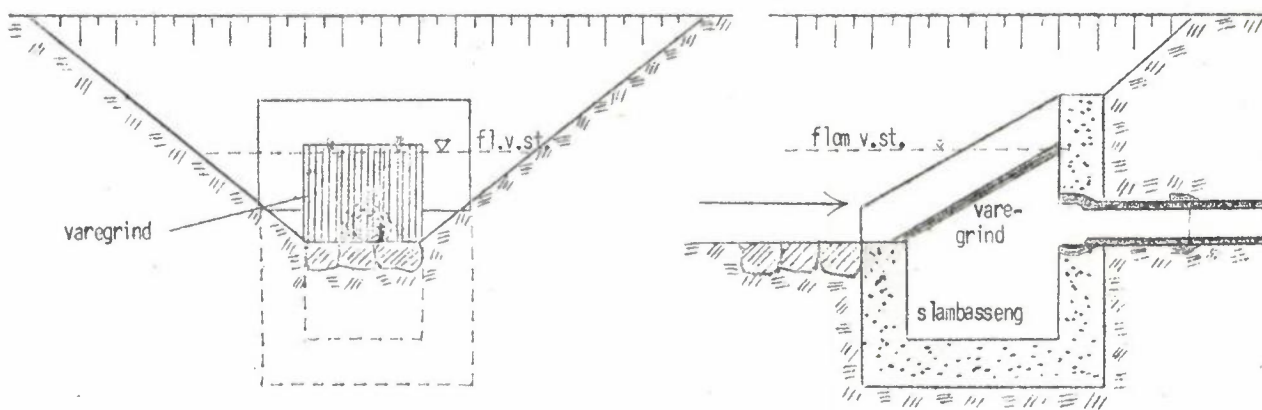


Fig. 7. Innløp med slambasseng, rørledning av mindre diameter.

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 sommersvasstanden i resipienten. Dersom det lukte avløpet munner ut i større kanal, bør en steinsette kanalsiden om munningen så høyt flomvasstanden rekker. 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.

D. Kombinert system.

Dette er en kombinasjon av lukket og åpent avløp.

Når flomvassføringa blir så stor at det ikke er økonomisk forsvarlig å bruke lukket avløp, rørledning, har det vært, og er framleis, vanlig praksis å la avløpet stå åpent. Som kjent, må grøfta eller kanalen ha et visst djup, når jorda omkring skal grøftes, og grøftemunningene bør ligge 10-15 cm over sommervassstanden. Det vil da som regel dreie seg om minst 1,5 m djup, og tilsvarende dagbredde blir ca. 4 m. Ei åpen grøft som er djup nok, tar derfor bort stort jordareal og er dyr både i anlegg og i vedlikehold.

Kombinert system bygger på det prinsipp at rørledningen skal kunne lede bort vanlig forekommende vassmengder på så stort djup at grøftesystemene kan knyttes til her. Flomvatnet, eller vassmengder som blir større enn den rørledningen er beregnet for, skal tas i en relativt grunn, åpen renne. Denne behøver da ikke være djupere enn at oversvømmelse unngås. Vedlikeholdskostnaden blir også ubetydelig.

Om avløpets nedbørområde er 100 hektar med avrenning ved normal flom på 2,5 sl/hektar, blir normal flomvassføring 250 sl. Normal sommervassføring blir vanlig regnet til 1/10 av n.f.v.; dvs. 25 sl. i dette eksempel. Forutsettes 3 o/oo fall i avløpet trengs 9" ledning for å kunne ta sommervassføringa på 25 sl. Legges 12" ledning, så tar denne ca. 50 sl.

Over rørledningen lages ei relativt bred og grunn åpen renne, helst slik at en kan kjøre over med forskjellig slags sommerredskap.

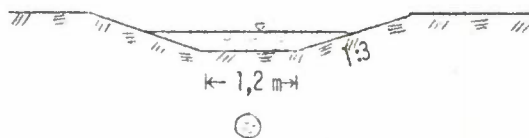


Fig. 8

Hvordan blir vassdjup og vasshastighet ved flom når profilet velges som i fig. 8?

$$v = k \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}$$

Prøver med vassdjup = 20 cm.

$$R = \frac{F}{p} = \frac{(b+n \cdot d)d}{b+6,32d} = \frac{(1,20+3 \cdot 0,2)0,2}{1,20+6,32 \cdot 0,2} = \frac{0,36}{2,464} = 0,146 \text{ m}$$

$$v = 35 \cdot 0,146^{\frac{2}{3}} \cdot 0,003^{\frac{1}{2}} \quad \text{og} \quad v = 0,53 \text{ m/sek}$$

$$Q = F \cdot v = 0,36 \cdot 0,53 = 0,191 \text{ m}^3/\text{sek} \quad \text{og} \quad \underline{191 \text{ sl.}}$$

Bruker en 12" ledning, blir vassdjupet i renna under flom ca. 20 cm. Med 9" ledning blir vassdjupet 23-24 cm. Dersom forholdene ved inn-taket tillater noe oppdemming før vatnet går over i den åpne renna, samt at utløpet ligger noenlunde fritt, blir rørledningens kapasitet større og vassdjupet i renna noe mindre enn ovenfor beregnet.

Kombinert system synes til en begynnelse å være framkommet som en nødutveg i de tilfelle en hadde dimensjonert lukket avløp for snautt og derfor fikk oversvømmelse. Metoden ble siden rasjonelt utformet av landbruksingeniør Hallin i Skaraborgs län, Sverige, og brukes atskillig, når forutsetningene er tilstede. Det framholdes bl.a. at nedbørområdet ikke bør være over 150-250 hektar, alt etter fallet og nedbøren, for å få rimelig rørkostnad. Dette med årsnedbør som nærmest svarer til den over Østlandets flatbygder.

I den første tiden ble rørene dimensjonert ganske snautt, ofte etter grunnvassavstrømning. Det viste seg at en i flere tilfelle fikk oversvømmelse, som en ikke hadde regnet med. Noen normer for dimensjonering lar seg vanskelig stille opp p.g.a. lokale forhold. Men tendensen i Sverige synes å gå i retning av å regne med $1/3 - 1/4$ av maksimal avstrømning, i enkelte tilfelle opp til $1/2$. Men det kan også nevnes at en med godt resultat har dimensjonert disse rørledninger etter 0,2 sl/hektar, når normal flomvassføring kunne regnes etter 2 sl/ha. Dette spiller en stor rolle for systemets berettigelse og m^o nøye overveies i hvert tilfelle. Noe større rørkostnad tåles imidlertid når jorda er slik at ei djup, åpen grøft krever kostbare sikringsarbeider for å bli stabil, eller den gir særlig stor vedlikeholdskostnad.

Det blir minste gravingsarbeid når rørledningen legges under den åpne grøfta, men det må være minst 30 cm tykt, fast jordlag over ledningen. I løs jord, sand, mojord, mjøle, anser en denne kombinasjonen for mindre heldig. Flomvatnet vil fort kunne grave seg gjennom det relativt tynne, løse jordlaget og ned til rørene, som lett blir ulaget. En annen sak er det når flomgrøfta kan flyttes til eiendoms- eller skiftegrense. Det kan være mulighet for dette i jevnt, flatt terreng. Det gamle vassfareet over rørledningen kan da fylles helt igjen. På den måten oppnår en også fordelene ved bedre arrondering, bedre bruksforhold. Ellers er det teknisk sett ikke noe i veien for å legge rørledningen ved siden av den gamle grøfta, eller mer beint fram, om forholdene er gunstige for det.

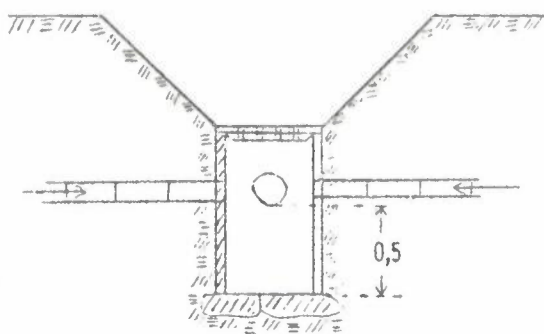


Fig. 9

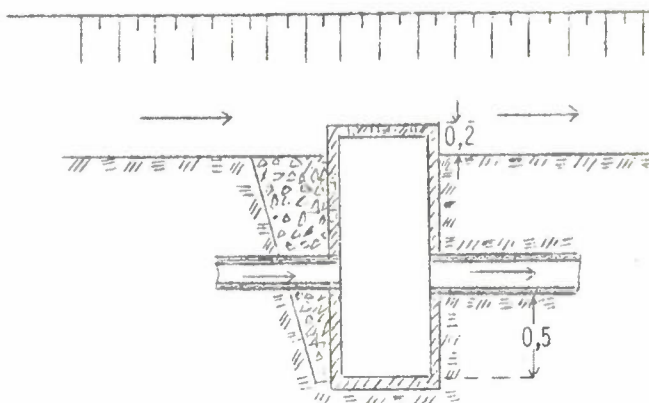


Fig. 10

Av hensyn til kommunikasjonen mellom rørledning og flomgrøft må det settes brønner på enkelte steder. Disse fungerer samtidig som slambrønner, har slamfang. De forsynes med perforert betonglokk. Brønnlokket kan ligge jevnt med botnen i flomgrøfta, fig. 9, eller brønnen og lokket kan stikke opp ca. 20 cm for å hindre tilslamming, når flomvatnet er særlig slamførende. I det tilfelle bør det lages hull i brønnsiden og legges steinfylling omkring, eller iallfall på oversiden mot strømmen, fig. 10. I disse brønnene koples også grøftesystemene til. Tverrsnittsarealet av innkommende ledninger kan da bli atskillig større enn utløpsrørets. Dette fører til at vatnet i flomtid kan stige opp i brønnen, og eventuelt renne ut gjennom hullene i lokket. Antallet og størrelsen av disse hullene bør derfor være tilpasset dette. For øvrig vil også overflatevatnet komme ned i flomgrøfta direkte.

Det kan imidlertid hende at flomgrøfta er vassførende også utover våren og sommeren, særlig når dens vassamlingsområde er betydelig større enn det areal som skal grøftes, og som rørledningen her i første rekke bør dimensjoneres til å ta vatnet fra. Her vil en ikke få tilstrekkelig avløp fra grøftesystemene om rørledningen ligger under flomgrøfta og kommuniserer med den gjennom brønner. Rørledningen legges derfor så langt til siden for flomgrøfta at vatnet her ikke trenger inn i rørsystemet. Når flomgrøfta er grunn, må en her forutsette slikt terrengfall, fall i flomgrøfta, at rørledningen på rimelig strekning får fritt utløp ved sommervassføring, eventuelt i noe utdypet flomgrøft lengre nede. Det anbefales også å sette "stigebrønner" på høvelige steder i rørledningen med flomavløp i slik høyde at vatnet kan renne fra brønnen og til flomgrøfta, men ikke omvendt.

VIII. 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 dynnaktig 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 8 cm og plaseres som fig. 11 viser. Så höyt som vatnet går ved normal sommervasstand, legges torva

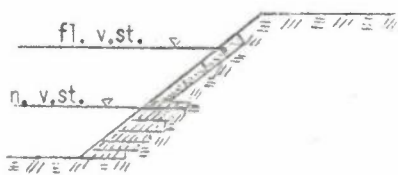


Fig. 11

i kost, men ovenfor og til litt over flomvasstand legges den med flatsiden mot skråningen, samt i forbandt 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. treplugger. 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 kledning på slak skråning av lös sand o.likn., 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.

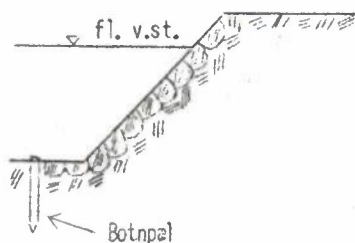


Fig. 12

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 övrig mindre rolle når det er liten fare for grasvokst, eller når fallet er godt med så fast botn at en enkel vasström f. eks. midt etter renna ikke greier å grave nevneverdig. Når botnen også må steinsettes, står en i

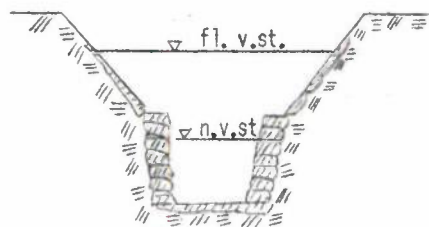


Fig. 13

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 löst materiale. For steinmurens stabilitet er det viktig å ha god bakfyll, dvs. et lag småstein mellom muren og jordbakken. Derved får telen mindre tak på å ulage steinen. Mest aktuelt er dette i höye murer.

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

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 trevinke, 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.

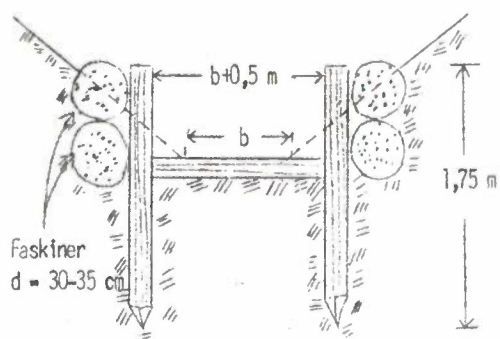


Fig. 14

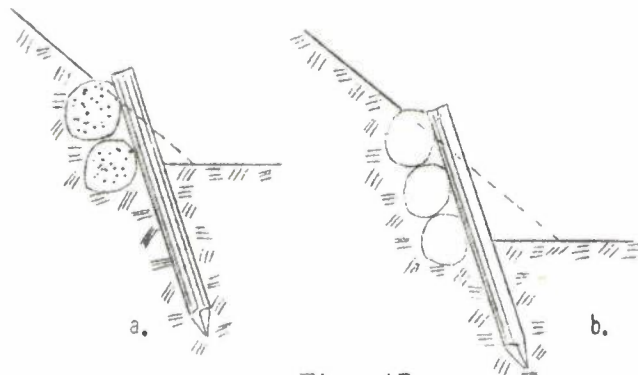


Fig. 15

Botnbredden må utvides såpass at vasstverrprofilet ikke innsnevres. Bak pelene kan en legge kvistbunter, faskiner, når en har lauvskog 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 skråningen 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 skråningen over faskinene kunne stå med helling 1 : 1 i relativt løs sandjord. De gror fort til.

Småras i skråningene arter seg ofte på den måten at under opptining glir det tinte, men oppbløtte, tynne jordlaget nedover som et teppe utenpå teledaget. Men i jord med liten kohesjon kan en få ras av litt annen type. En har kunnet iaktta at det gjerne begynner med å danne seg sprekker i jordoverflaten, ofte et stykke inn fra skråningen. Sprekkene kan også komme i selve skråningen, når denne er høy. Samtidig kan en oppdage at visse partier (nedenfor sprekken) i skråningen 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-

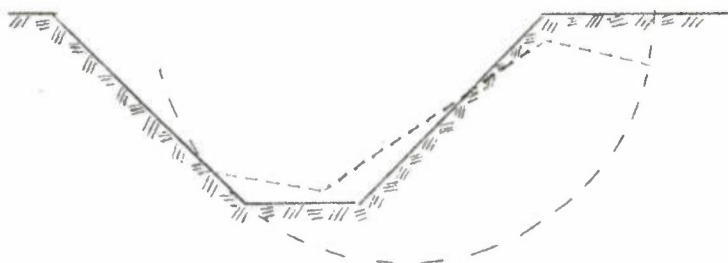


Fig. 16.

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 grave-maskin 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.

IX. K o s t n a d s o v e r s l a g e t.

Hovedposten i dette blir gravekostnaden. Ved masseberegninga 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.

X. P l a n e n s u t s t y r.

Prosjektet for et senkingstiltak består av forskjellige deler.

1. Orienteringskart. Som oftest blir dette kopi og forstørrelse av rektangel- eller gradavdelingskart 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 øvrig 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 utgiftsfordeling 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 lengdeprofilen.

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 jordundersøkelsene, 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 rördimensjoner, 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 legge 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 redusert 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.

XI. U t g i f t s f o r d e l i n g.

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. Betingelsene er imidlertid at den eller de grunneiere eller rettighetshavere som begjærer tilskuddsplikt fastsatt, må representere mer enn halvdelen 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 vedkomende 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	Anmerking
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.

Eks. 1. Vi kan f. eks. anta at for grunneierne A, B og C er verdien av fordelene beregnet til henholdsvis 6000, 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

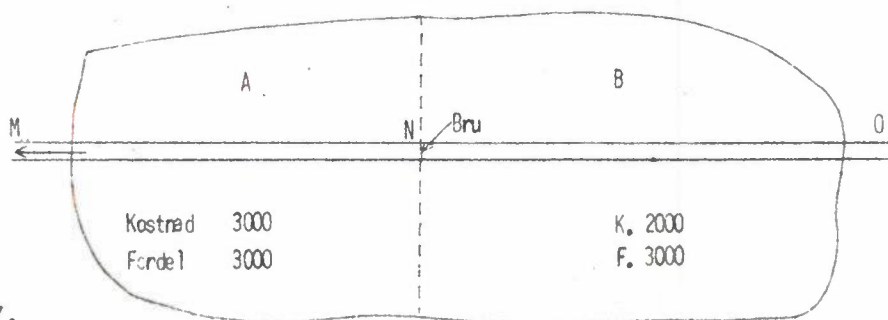


Fig. 17.

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.

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

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

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

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 $= \frac{2000}{3000} = \underline{0,67}$.

Ek. 4. En har et område, som fig. 18 viser, med kanalavsnittene M-N, N-O og N-P. Interessentene er A, B og C.

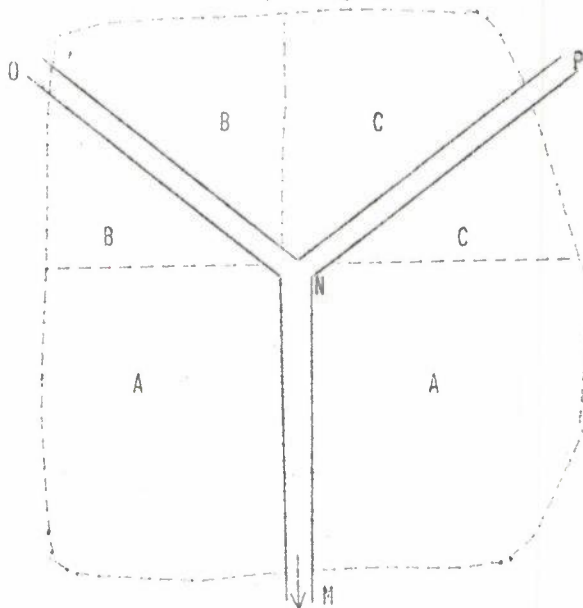


Fig. 18

Følgende analyse viser hvordan avdelingsdannelsen bør bli i dette tilfelle:

Avdeling	Fordel	Kostnad				r
		M-N	N-O	N-P	Total	
A+B+C	20000	4000	4000	3000	11000	0,55
A	2000	1500			1500	0,75
B	12000	3000	4000		7000	0,58
C	6000	4000		3000	7000	1,17
A + B	14000	3000	4000		7000	<u>0,50</u>
A + C	8000	4000	-	3000	7000	0,88

En får her avdelingene A + B og C, C's kostnad blir $11000 - 7000 = 4000$ kr., og $r_c = \frac{4000}{6000} = 0,67$

- Tilskuddene blir da: A : $2000 \cdot 0,5 = 1000$ kr.
B : $12000 \cdot 0,5 = 6000$ kr.
C : $6000 \cdot 0,67 = 4000$ kr.

Når det gjelder den egentlige taksering av jorda, kan framgangsmåten være noe forskjellig. Men i alle tilfelle må det være ei nøktern vurdering av jorda og driftsfaktorene. I praksis vil en trolig gå mest direkte tilverks, idet en anslår verdien av jorda slik den ligger i mer eller mindre forsumpet tilstand. På samme måte settes da en takst på jorda i tørrlagt tilstand, nødvendigvis med utgangspunkt i distriktets aktuelle jordverdi. Men en må da være merksam på eventuelle

ekstratiltak som er nødvendige, for jorda på senkingsområdet i det hele kan nyttes. Denne metoden er helt skjønsmessig.

En annen metode som bygger mer på systematisk bedømmelse og vurdering av forholdene, og som derfor blir mer omstendelig er følgende: Utgangspunktet er fastsettelse av jordverdien i området for jord av beste bonitet, i fullt tørrlagt stand, og på bruk med gode og tilstrekkelige driftsbygninger. Om det fins resultater fra jordbruksregnskap for slike bruk i distriktet, skulle nettoavkastningen her kunne gi en viss rettleiding, når det gjelder det aktuelle nivå for pengeverdien pr. dekar dyrket jord. Som kjent varierer nettoavkastningen bl.a. med bruksstørrelsen og økonomisk beliggenhet, og den fastsatte utgangsverdi må derfor knyttes til visse forutsetninger. For annen mark, f. eks. skog og udyrket myr, kan en tilpasse samme prinsipp, nemlig å gå ut fra verdien i tørrlagt, produktiv stand. Når det gjelder myr, kan det bli tale om å ta hensyn til dens verdi som torv- eller mosemyr, torvströmyr.

Den jord som skal tørrlegges har selvsagt mindre verdi, og dens nettoavkastning er tilsvarende liten, om det i det hele er noen. Nytteten av foretaket bör således ytre seg ved ökt nettoavkastning, som regel gjennom ökt bruttoavkastning, men det kan også samtidig være gjennom minskede driftsutgifter. Den kapitaliserte ökningen av nettoavkastningen vil da representere verdien av fordelene ved senkingsarbeidet. Utgangspunktet ved bedømmelse av senkingstiltakets økonomiske berettigelse bör således være rentabilitetsendringene hos de berörte bruk, men dette vil i praksis komme til uttrykk gjennom den samlede effekten av forskjellige tiltak ved siden av det egentlige senkingsarbeidet, f. eks. gröfting, nydyrking, vegbygging osv. Den nytte senkingstiltaket medförer kan derfor vanskelig begrenses til bare økonomiske kalkyler om det, men tørrlegginga bör sees i sitt större landbruksökonomiske sammenheng.

Den antatte utgangsverdi for jorda ved et representativt bruk må da tilpasses for de enkelte bruk i foretaket etter bruksstørrelsen og beliggenheten i forhold til markedet. Likeså må en på det enkelte bruk fastsette jordverdien for enkelte deler av det. Her er det særlig 2 faktorer som vil variere, og som en må ta mest hensyn til, nemlig boniteten, jordas naturlige fruktbarhet, og arronderingen, stykkets avstand fra husene og dets mer eller mindre heldige form.

En riktig bonitering er et viktig, men også vanskelig arbeid. Særlig viktig er det for jord som ikke tidligere er dyrket, men som forutsettes å bli dyrket. Ved boring eller graving kan en til en viss grad bedømme jordas fysiske beskaffenhet. Men ved siden av dette kan det også være påkrevd å ta prøver til kjemisk undersökelse. Det kan særlig

være spørsmål om innhold av svovel- og 2-verdige jernforbindelser. Dette mest i myr, gyttejord, f. eks. gammel sjöbotn. De nevnte forbindelser oksyderes ved lufttilgang, ph synker, og jorda kan bli mest steril inntil disse substanser er vasket ut. Ved sjösenkinger har en i den tørrlagte jorda således ganske uventet fått dannelsen av plantegift som i flere år har umuliggjort plantevekst. Det er klart at slike forhold vil gjøre den beregnede verdistigning ganske illusorisk. I samme retning virker også en uventet, sterk synking av jorda.

Arronderingsfaktoren blir å bedømme mer skjønsmessig. Den tekniske utvikling vil imidlertid i noen grad ha tendens til å eliminere denne faktor. Det blir lettere å gjennomføre hensiktsmessig bruk av jord som ligger langt fra husene.

Det neste skritt blir så å fastsette verdien av jorda før senkingsarbeidet utføres. For dyrket jord blir det graden av forsumpning, høyden av grunnvatnet, som bestemmer avlingens størrelse, noe forskjellig etter årgangen. Men en bestemt høy grunnvasstand vil ha forskjellig innflytelse på jord av ulik bonitet. Sandjord vil sjeneres mindre enn leirjord, og får derfor relativt mindre nytte av senkingstiltaket, mindre verdistigning. Dette skulle komme fram om en til grunn for jordverdien legger nettoavkastningen fra jorda i vassjuk tilstand. Ved vurdering av den sannsynlige avlingsstørrelse bør en da gå ut fra en for vedkommende nivå rasjonell jordutnyttelse. Står grunnvatnet jevntover høyt, blir det således å regne med den avling en får når jorda nyttes til bare eng og beite. Når jorda får reguleringa ikke gir noen slags avling, eller det er skog med minimal tilvekst, må verdien bli ganske låg. Det er likevel spørsmål om det er riktig å sette verdien = 0. Dette vil da føre til så mye større verdistigning. Det tør være rimelig i de fleste slike tilfelle å regne med en liten grunnverdi.

Da en med verdien av fordelene mener nettoverdien, må en også ta hensyn til andre faktorer, tiltak, som er nødvendige utover selve senkingsarbeidet, for at en i det hele kan få nytte av jorda. Det er således nettoverdien av fordelene som skal jevnføres med den beregnede kostnad.

Vurdering av ekstratiltak må bli forskjellig for de forskjellige bruk. Jo større omfang den av reguleringa berørte jord har i forhold til eiendommens totalareal, jo større prosentisk stigning en kan vente å få i eiendommens totalavling, desto større vil disse ekstratiltakene som regel måtte bli. Som før nevnt er det særlig behovet for eventuell nybygging, samt detaljgrøfting og andre kulturarbeider på det nye området, som en bør være merksam på.

Når avløpet blir rørlagt, gir dette en ekstra fordel til vedkommende grunneier, en fordel som ytrer seg ved bedre bruksforhold, og som derfor har tendens til å minske driftsutgiftene. Men denne fordelene blir sikkert ikke like stor pr. løpende meter avløp for alle grunneiere som har rørlagt avløp. Størst blir den der hvor avløpet skjærer gjennom dyrket eller dyrkbar jord, mindre hvor avløpet ligger i grenselinje. Ved fordeling av kostnaden kan en behandle denne ekstrafordelen for seg, idet en skjønsmessig setter den til et rimelig, men for övrig variabelt belöp pr. löpende meter gröft eller gröfteskråning. Jo höyere skråningene er, desto mer sparer en i vedlikehold ved at avløpet blir rørlagt. När verdien er regnet ut, treddes summen av den fra kostnadsbelöpet, og resten av dette fordeles på vanlig måte.

Tilskuddsplikten skal normalt være fastsatt för arbeidet settes igang. Men gjelder det statstiltak, tillater loven at tilskuddsplikt kan fastsettes etter at det er utfört.

De som ikke har gått med på tiltaket, behöver heller ikke å ta på seg noe tilskudd (§ 31, pkt. 4), men de må da avstå sin rett til den forbedrede del av eiendommen mot å få erstattet verdien av den slik den er för arbeidet blir utfört.

XIII. A r b e i d e t s u t f ö r e l s e.

1. Utsetting.

Det förste arbeid i marken er utsetting av kanalen eller avløpet. Dette blir som regel gjort av den prosjekterende og omfatter utstikking av löpet og oppsetting av höydefliser. Framgangsmåten kan være noe forskjellig, men stort sett kan en skille mellom en enklere og en mer fullstendig metode ved kanaler, og omtrent det samme ved avløp som skal rørlægges.

a) Den enkle metoden er relativt rask og er godt brukbar for alle kanaler med så små tverrprofiler at en mal av samme form og størrelse er noenlunde lett håndterlig. Gröftemalen spikres sammen av lekter.



Fig. 19. Gröftemal.

Er botnbredden f. eks. 1,0 m, kanaldjupet 1,5 m og sideskråningen 1:1,5, blir dagbredden 5,5 m. Selv om övre tverrlekta i malen settes bare 1,0 m over botnlekta, blir den 4 m lang. Ved nevneverdig större profil

blir det mindre praktisk å bruke denne metoden som grunner seg på bruk av grøftemalen. Dessuten er det best om forholdene er slike at kanalens midtlinje kan stikkes ut.

Arbeidet begynner med at midtlinjen stikkes ut, enten på grunnlag av avmerking ved forundersøkelsene, eller på grunnlag av plasering på kartet. Lengden måles deretter med målebånd. For hver 20 eller 25 m settes en liten pel med avstanden fra begynnelsepunktet påskrevet. Det passer her bra å begynne i nedre enden hvor også gravearbeidet tar til. Samtidig med lengdemålinga måler en også inn alle brott i botnlinjen, eventuelt fallbrott, trappetrinn. I alle brottpunkter, både i plan og i profil, settes en staur, som altså blir flisestaur.

Den mest høvelige fliseshøyden er 1,70 - 2,0 m, men den kan ellers måtte velges atskillig større, om kanalen delvis er meget djup. Når en sikter over flisene, skal siktelinjen som kjent være paralell med botnlinjen så høyt over denne som fliseshøyden angir. Flisene siktes inn v.h.a. nivellerkikkert. Kikkertens sikteplans høyde får en tak i ved å gå ut fra fastmerkene. Er sikteplanshøyden f. eks. 20,45 m, fliseshøyden 2,0 m og botnhøyden på det sted hvor flisa skal settes opp, 17,15 m, skal en ha avlesning 1,30 m på nivellerstanga, når den holdes ved stauren. Flisa settes da like under stanga. Det blir altså som om nivellerstanga står på flisa. På steder hvor det skal være fallbrott, trinn i botnlinjen, må en sette 2 fliser på samme stauren. Den vertikale avstand mellom overkant av disse flisene blir altså trinnhøyden. Gravedjupet mellom flisestaurene kontrolleres v.h.a. mire, og profilformen kontrolleres ved å sette grøftemalen nedi. Ved gravinga må der da siktes inn så mange mellomfliser at en har siktelinjen, selv om en del flisestaurer må fjernes ettersom gravinga går framover.

Som regel vil det gå ei tid, kanskje flere år, mellom forundersøkelse og utsetting. Pelene som blir satt ned ved forundersøkelsene, er da ikke mye å regne med. Ved denne enkle metoden har en heller ikke særlig bruk for dem. Det eneste kan være at de markerer hvor kanalen skal gå.

b) Den fullstendige metoden bygger ikke så mye på bruk av grøftemal. Heller ikke er det helt nødvendig å sette opp flisestaurer. Men det vil likevel være til god hjelp under gravearbeidet om en kan bruke både grøftemal og mire.

Liksom ved den enkle metoden, vil en også her stikke ut kanalens midtlinje i de tilfelle dette lar seg gjøre. Når det f.eks. er gammelt, vassførende løp, kan det være mindre bekvemt å få markert midtlinja. Da stikkes ei linje parallelt med midtlinja, men så nær denne at den blir liggende like ved kanten av det ferdige løpet. I denne linja

skal en nemlig da sette ned nivellementspele, som skal være tilgjengelige under gravinga og etter arbeidets utførelse. Den oppgravde jordmassen bör jo legges $3/4 - 1$ m inn fra kanten, og linja stikkes da slik at den mest mulig blir liggende på denne stripen. Når linja legges i kjent avstand fra kanalmidten, kan en fra pelene i linja måle ut avstanden til begge kanalkantene og til botnen og merke disse punktene av, fig. 20.

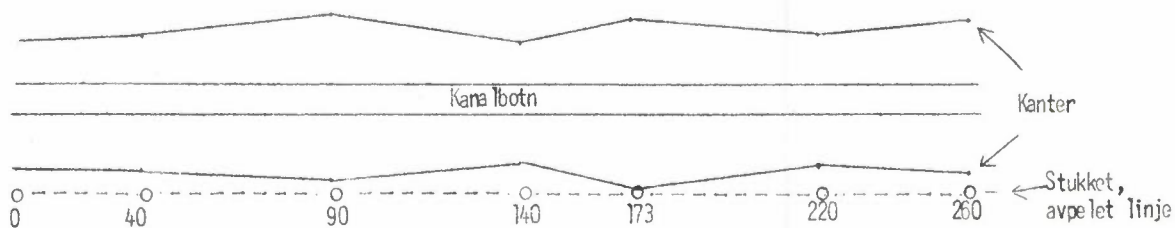


Fig. 20.

Fra de konstruerte tverrprofilene kan en finne den nødvendige og høvelige avstand mellom linja og kanalens midt.

Nivellementspelele plaseres etter samme prinsipp som ved forundersøkelsen, og blir da å sette på praktisk talt de samme stedene. Men dessuten må en sette pele ved alle brott i botnlinjen. En vil ha jevnt terreng og jevn kanal mellom pelene, men avstanden mellom dem bör ellers ikke være over 50 m. Pelene fra forundersøkelsen kan en sjelden regne med å kunne benytte direkte. De må i så fall kontrollnivelleres. Men ofte vil de være forsvunnet, eller de må flyttes til siden, særlig dersom de står i kanalens midtlinje. I de tilfelle en stikker ut midtlinja, settes nivellementspelele så langt til siden at de blir stående litt innenfor kanten på ferdig kanal. Da behøver de ikke stilles i linje, idet en måler ut botnbredden og kanalkantene fra midtlinja. Når det er eldre, ganske regelmessig løp som vesentlig skal utvides symmetrisk, er det strengt tatt ikke nødvendig med noen utstikking. En setter bare nivellementspelele godt inn fra kanten av det gamle farot.

Samtidig med utsetting av pelene måles kanallengden. Avstanden fra utgangspunktet skrives på en merkepel som settes ved siden av nivellementspelele. Fra lengdeprofilen tar en ut avstanden til fallbrottene og måler inn og setter pel ved disse med det samme. Når midtlinja er tilgjengelig, måles lengden i denne, ellers måles langs den ene kanten, mellom pelene.

Ved nivelleringa går en ut fra nærmeste fastmerke. Er det langt til dette, kan en måtte bruke flere oppstillinger med overgangspunkter før en kommer fram til kanalen som skal settes ut. Her er det da bare pelene ved hvert punkt som skal nivelleres. Før å få kontroll

må en nivellere tilbake samme veg, eller iallfall tilbake til fastmerket.

På grunnlag av nivellementet utarbeides graveliste som viser botnlinjens djup under hver nivellementspel, likeså botn- og dagbredde. Når nivellementspelene slås ned jevnt med jordoverflaten, blir botndjup under pel samtidig lik gravedjup. Dagbredden kan da regnes ut på det grunnlag, eller måles direkte ut av tverrprofilene. Gravelisten kan f. eks. se ut som følgende:

Pel nr.	Punkt	Pelshøyde m	Botnhøyde m	Botndjup under pel. cm	Botnbredde m	Fall ‰	Sideskråning	Dagbredde m	Arealsom gravet ut. m ²	Avstand m	Masse m ³	Anmerkning		
0 ⁶⁰	60	54,09	51,87	222	↑	↑	↑	5,04	1,1	20	23	På strekning 0 - 0 ⁶⁰ ingen graving		
	30								1,2				10	10
	90								0,7				18	14
	108								0,9					
	108								0,8					
	116				0,6	1,0	1:1		8	6				
	116								0,7					
	130	53,15	51,80	135				3,30	0,5	14	6	Fallbrott, trinn. Jevn overgang i dagbredde.		
1 ³⁰	130	53,15	51,60	155				3,70	1,5	27	42			
	157								1,6					
	158								1,5	1	2			
						osv.								

I det tilfelle denne gravelisten gjelder for, har en begynt i øvre enden med peling og måling. På de første 60 m er det ingen graving. Det er ellers relativt langt mellom nivellementspelene, fordi tverrprofilene ikke er større enn at en godt kan bruke grøftemal til kontroll av dem. Likeså bør en ha satt opp flisestaurer med fliser for bruk av mire. Data vedrørende mellompunktene er tatt direkte ut av lengdeprofil og tverrprofiler.

c) Utsetting av lukket avløp foregår nærmest etter den foran nevnte fullstendige metode. Nivellementspeler settes ned ved alle vinkler og fallbrott, på steder hvor en må skifte rördimensjon, ved utløpet, munningen, og ved øvre enden. Pelene nivelleres inn på vanlig måte med utgangspunkt i fastmerke. Lengden måles med målebånd, idet en helst begynner i nedre enden. Avstanden fra begynnelsepunktet skrives på merkepel som settes ved siden av nivellementspelen.

Ved lukket avløp er det nødvendig å sette opp fliser. I tilfelle fallet er meget lite, er det av største betydning at det graves så jevnt som mulig. Dette må da stadig kunne kontrolleres under gravinga v.h.a. mire. Dessuten kan det være vanskelig å få grøfta til å stå åpen, slik at rørene må legges med en gang. Framgangsmåten blir da den samme som er mest brukt og også best ved legging av kloakkledninger, nemlig legging etter det såkalte "miresystem". Flisestaur og flis settes ved hver nivellementspegel. Om det skulle bli noe langt mellom dem, kan graverne selv sikte inn og sette opp mellomfliser. Som nevnt må en måle inn og sette flis på steder hvor en skal skifte rørdimensjon.

Flisestaurene bør settes slik at de ikke fjernes eller ulages ved gravinga. Dette kan gjøres på den måten at en setter ned en staur på hver side av grøfta. Som flis brukes et 1" bord. Det spikres til staurene, horisontalt mellom dem, altså tvers over grøfta, fig. 21.

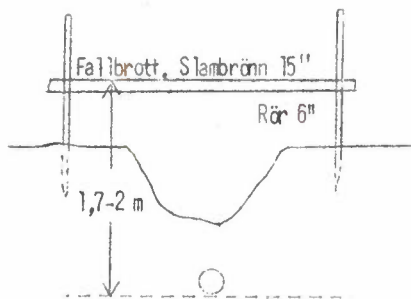


Fig. 21.

Selv om det er eldre, åpent avløp, som skal rørlegges, behøver det ikke bli større avstand mellom staurene enn at det greier seg med 3-4-5 m langt bord. Det gir god oversikt for graverne om en på dette bordet skrives hva det gjelder her, f. eks. om det er fallbrott, eventuelt med slambrønn. Dimensjonen på denne noteres. Dessuten skrives på de respektive sider av bordet den rørdimensjon som skal legges oppover eller nedover til neste flise-bord.

Fliseshøyden bør velges slik at det blir behvem siktehøyde for voksen person som står i grøfta, vanlig 1,70 - 2,0 m. Ved inniveller- ing av bordet holdes nivellerstanga først ved den ene stauren og heves eller senkes til en får riktig avlesning. En setter da merke på stauren like under stanga. Det samme gjøres ved den andre stauren. Deretter festes bordet med en spiker i hver staur, og en tar tilslutt kontroll- avlesning med stanga stilt på bordet midt imellom staurene. På denne måten greier én mann å sette opp bordet.

Graveliste kan en også sette opp for lukket avløp, men når ut- settinga gjøres som foran nevnt, er det strengt tatt ikke nødvendig. Gravedjupet kan en jo måle seg til ved hvert flise-bord, når en vet flise- høyden. Ellers bruker en mire.

2. Gravearbeidet.

Gravinga utføres enten med håndkraft eller maskin. Men på grunn av stadig stor mangel på arbeidskraft er det blitt mer og mer aktuelt med maskinelle arbeidsmetoder, både ved kanalgraving og i detaljgrøfting. Særlig ved større tiltak blir maskingraving som oftest billigere samtidig som arbeidet utføres på kortere tid. Rent teknisk sett kan bruk av gravemaskin også være en absolutt betingelse for at arbeidet i det hele kan bli utført. Dette når det gjelder arbeid i større vassførende løp, idet maskinens graveorgan ikke sjeneres av vatnet. Med håndkraft derimot må vatnet demmes opp, om dette er mulig, og siden slip- pes av og til. Transport av større gravemaskiner er imidlertid en så kostbar affære at deres bruk ved mindre arbeider kan bli økonomisk tvil- som. Har en derimot mindre maskiner som f. eks. kan transporteres på lastebil, blir forholdet noe annerledes.

a. Håndgraving.

Som regel bør alt arbeid med håndkraft utføres på akkord. Dette gir den mest effektive utnyttelse av arbeidskraften. Men bort- setting på akkord bør skje med forsiktighet, og krever inngående kjenn- skap til og erfaring om de ulike forhold som virker på arbeidspresta- sjonens størrelse.

Arbeidsmetodene ved håndgraving varierer etter arbeidets be- skaffenhet og omfang. Arbeidsstyrken bør i hvert tilfelle avpasses etter avløpets størrelse, og innen arbeidslaget bør arbeidet fordeles under hensyn til utnyttelse av hver enkelt manns arbeidsevne. Videre kan det bli tale om å sette arbeidet i gang på flere steder etter løpet, flere arbeidslag. Graving med håndkraft bør alltid foregå mot strømmen, idet arbeidet da vil sjeneres mindre av eventuelt rennende vatn.

Som tidligere nevnt kan kanalen eller avløpet merkes av på forskjellig vis. I enkleste tilfelle merkes bare midtlinjen, og botn- bredden måles ut fra denne, for øvrig bruker en grøftemal og mire til kontroll av sideskråning og dagbredde, samt gravedjup. Ellers kan både botnen og kantene måles ut og merkes av med stikker, som en strekker snor i mellom.

Hovedredskapet ved håndgraving er vanlig stålspace. I djupe kanaler kan det bli for høyt å kaste jorda helt opp med en gang. En setter da opp ei flyttbar plattform, lempebrett, i skråningen, og jorda lempes først oppå her. I høye skråninger kan en måtte ha flere slike lempebrett over hverandre. Ellers trengs det i hard og steinfull jord

dessuten hakke og spett. Større stein må sprenges eller løftes opp v.h.a. løftekran. Ved mindre avløp kan en også bruke 3-benet stubbebryter.

Den oppgravde jordmassen vil ha tendens til å bli liggende like ut på kanten. Om den ikke skal spredes med en gang, bør den flyttes så langt inn fra kanten at det blir ei minst 1 m bred, fri stripe her. Men har skråningen vanskelig for å stå, bør massen flyttes enda lenger fra. Disse jordvollene bør forsynes med åpninger slik at overflatevatnet bak dem kommer ut i avløpet. Slike åpninger kan lages som ei åpen renne; men en kan også legge ut f.eks. en bordlur på bakken, slik at den blir liggende tvers over under vollen. Av hensyn til skråningenes stabilitet, bortledning av overflatevatn, den plass som jordvollene opptar, og ikke minst av estetiske grunner bør jordvollene fjernes, spredes utover så snart som mulig. Dette koster atskillig, men merkostnaden kan delvis oppveies i de tilfelle jordmassen kan brukes som jordforbedringsmiddel. Det vil særlig bero på om det i grunnen er slike kjemiske forbindelser som senere blir årsak til giftvirkninger. Her blir det helst tale om svovelforbindelser, som for øvrig kan delvis nøytraliseres ved rikelig kalking. I myr blir det jo størst behov for jordforbedringsmiddel, men her er det også stor risiko for vekstskadelige substanser i grunnen.

Arbeidsprestasjonen ved håndgraving beror på flere faktorer som bl.a. jordarten, dens fuktighetsgrad og innhold av stein og rötter, samt avløpets, kanalens, ^{og hvor arbeidsvirkningen er årsatt!} djup og bredde. Om en betegner den masse av leire som kan graves opp i ei viss tid, med 1, kan en iflg. M. O. Nordenborg anslå arbeidsmengden av sand (også mojord og mjele) til 1,2 à 1,4, og av mold og torv til 1,8 à 2,0 ganger større. Forekomst av stein i sand og leire samt stubber og rötter i mold og torv har en ikke tatt hensyn til ved disse tallene. Vekslen fuktighet gjør seg mest gjeldende for leirjordens vedkommende. Større djup og bredde minsker arbeidsmengden. Når gravedjupet økes utover det som kan tåles for direkte oppkastning av jorda, får en relativt betydelig nedgang i arbeidsprestasjonen.

Som rettesnor ved bedømmelse av arbeidsmengden ved ulike gravedjup, nevnes noen tall etter Nordenborg:

<u>Gravedjup, m.</u>	<u>Relativtall</u>
0,8	1,0
1,0	0,8
1,4	0,6
1,8	0,4

Med utgangspunkt i dette får en følgende arbeidsmengder i m³ jord pr. time ved åpne avløp

Djup, m	Leire		Sand	Mold og torv
	Fuktig	Törr		
0,8	1,0	0,8	1,3	1,9
1,0	0,8	0,65	1,0	1,5
1,4	0,6	0,5	0,8	1,2
1,8	0,4	0,35	0,5	0,8

Disse tallene gjelder for jord og torv som er fri for stein, stubber og rötter, og må derfor nærmere tilpasses det enkelte tilfelle.

Videre skal refereres en tabell, også fra svenske forhold, som angir normalprestasjonen ved graving resp. sprenging i åpne avløp.

Tabell 2. Antall dagsverk à 8 t pr. m³ jord eller fjell.

Materialets beskaffenhet	Avløpets djup i meter													
	0,3 - 0,6		0,6 - 0,9		0,9 - 1,2		1,2 - 1,5		1,5 - 1,8		1,8 - 2,4		2,4 - 3,3	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Mold, torvjord	0,07		0,06	0,07	0,06	0,08	0,06	0,08	0,07	0,09	0,08	0,11	0,10	0,12
Mold, torvjord med næe rötter	0,09		0,08	0,09	0,08	0,09	0,08	0,09	0,09	0,10	0,10	0,12	0,12	0,14
Mold, torvjord med mye rötter	0,14		0,13	0,13	0,12	0,13	0,12	0,13	0,13	0,14	0,14	0,16	0,16	0,18
Leire og sandbl. leire	0,14		0,13	0,14	0,12	0,16	0,12	0,16	0,13	0,17	0,15	0,20	0,18	0,23
Kvikksand, kvabb	0,25	0,35	0,30	0,40	0,35	0,45	0,40	0,50	0,46	0,56	0,55	0,65	0,70	0,80
Sand	0,09		0,08	0,10	0,08	0,11	0,08	0,12	0,09	0,13	0,10	0,15	0,13	0,17
Grus	0,11	0,13	0,11	0,14	0,11	0,15	0,11	0,16	0,12	0,16	0,13	0,18	0,16	0,20
Steinblandet grus	0,25	0,27	0,25	0,29	0,25	0,31	0,25	0,33	0,27	0,34	0,30	0,38	0,35	0,42
Hård morene	0,30	0,38	0,35	0,44	0,38	0,48	0,40	0,50	0,42	0,52	0,46	0,58	0,55	0,65
Stein	0,50	0,60	0,55	0,65	0,60	0,75	0,60	0,85	0,65	0,90	0,75	1,10	1,00	1,20
Bløkker	0,90	0,95	0,95	1,00	1,00	1,15	1,00	1,25	1,05	1,30	1,15	1,50	1,40	1,60
Tett fjell	1,70		1,45		1,30		1,30		1,35		1,40		1,50	
Fjell med slepper	1,75		1,70		1,70		1,70		1,75		1,80		1,90	

I betegner avløp med 0,3 - 1,0 m botnbredde.

II - " - 1,1 - 3,0 - " - .

Disse tallene må også tilpasses lokale forhold, korrigeres etter slike faktorer som i nevneverdig grad virker inn på arbeidsresultatet.

I forbindelse med håndgraving skal nevnes et par andre metoder, nemlig bruk av sprengstoff til gravinga, og bortvasking av jordmassen v.h.a. rennende vatn.

b) Bruk av sprengstoff.

1. Sprengstoffet er vanlig s.k. grøftedynamitt, som framstilles av Norsk Sprengstoffindustri A/S, Oslo.

Grøftedynamitt er en type av de høyprosentlige blandingsdynamitter. Den er meget ømtålig overfor stöt. Det er nettopp denne egenskap som gjør den spesielt skikket til grøftesprenging. Denne dynamitten leveres i patronstørrelser på 50 og 100 gram i kasser på 10 og 25 kg. Det anbefales ikke å lagre grøftedynamitt f.eks. vinteren over. Nitroglyserinen unnviker lett, og sprengstoffet blir således mindre brukbart. Grøftedynamitt er atskillig mer ømfintlig overfor stöt enn vanlige sprengstoffer i landbruket. Den må derfor ikke utsettes for stöt og rystelser ved transport og annen håndtering. Fra kjørevei og fram til grøftefeltet bør den bæres i ryggsekk eller på spesiell meis.

2. Grøftesprenginga foregår på den måten at dynamittpatroner stikkes ned i hull med en viss innbyrdes avstand som regel i en rekke etter grøftens midtlinje. Ved å tenne en av ladningene med vanlig lunte og fenghette (nr. 6) vil de andre eksplodere ved stötoverføringen i den vassmettede jorda. Det er en absolutt betingelse for gunstig gjennomslag fra patron til patron at jorda er vassmettet. Hele rekken av patroner vil gå som ett skudd, og den løsslutte massen blir kastet høyt opp og delvis spredt ut til sidene. Det som ligger igjen eller som faller ned i grøfta, bør fjernes med en gang.

Ved en vellykket sprenging skal en ha gjennomslag fra patron til patron i hele rekkens lengde samt godt utkast av massen. Gjennomslaget beror på flere faktorer som:

Vassinnholdet i jorda

Jord- (torv)arten

Steinmengden i patronsiktet

At patronene er nedsatt i jevn høyde.

Av disse faktorer spiller vassinnholdet den absolutt største rolle. Det er best at vatnet står over jordoverflaten. Under slike forhold blir kostnaden med sprengstoff mindre, idet en kan bruke større avstand mellom patronene. Av denne grunn utføres grøftesprenging fortrinnsvis om våren eller hösten når jorda er særlig våt.

Dersom grøfta må gjennom tørrere partier, kan det hjelpe å slå vatn i hullene etter at patronene er satt nedi. Dette bør gjøres like før ladningen avfyres.

Grunnens art er også bestemmende for avstanden mellom patronene. Lite formuldet torv, frisk mosemyr, er elastisk og virker avdempende på stötoverföringen. Patronene må her settes tettere enn i godt formuldet torv. Leire er også mindre gunstig grunn for gröftesprenging.

Gjennomslaget går dårligere der det er mye stein i patron-skiktet, og det kan avbrytes dersom større stein ligger på tvers av gröftens lengderetning. Dette særlig når det er tørt og steinen ligger mellom to patroner og stikker djupere enn disse. Når en merker slik stein ved hullstikka, bør en forsøke å plasere patroner rundt steinen langs den ene kanten og noe tettere slik at forbindelse oppnås. Jo mer steinholdig jorda er desto mindre avstand brukes mellom patronene. Det samme gjelder i noen grad når det er mye stubber og trerester i jorda.

Ved nedsetting av patronene er det viktig å få disse i samme høyde i forhold til den planlagte gröftebotn. Står patronene i ulik høyde, blir avstanden mellom dem større og gjennomslaget dårligere. Ved tuer og mindre forhøyninger må en være merksam på dette forholdet.

Når et sprengingsarbeid skal utføres, anbefales det først å foreta en prøveskyting for å finne höveligste avstand mellom patronene. En stikker ned patroner i større og større avstand og tenner i den tetteste del av rekken. Hvor stötoverföringa opphörer, er altså avstanden for stor. En holder seg da til nærmest foregående avstand. For 50 grams patroner begynner en som regel med 25 cm, for 100 grams vekt med 35 cm.

Avstanden mellom patronene for å få gjennomslag varierer som nevnt med jordtypen og fuktighetsgraden. I praksis kan en skille mellom tre fuktighetsgrader:

- α. Vassinnholdet i jorda er så lite at det ikke kommer vatn i patronhullene.
- β. Vatnet står over patronene i hullene, men overflatevatn fins ikke.
- γ. Jorda vassmettet. Det står vatn på overflaten i alle forsenkninger.

På grunnlag av utførte sprengingsforsök har en til rettledning satt opp følgende tabell over patronavstand og gram dynamitt pr. l. m.

Tabell 3. Patronavstand ved grøftesprenging (e. Thurmann-Moe).

Jordart	Patron- størrelse gram	Fuktighetsgrad					
		1.		2.		3.	
		Av- stand i cm	Gram/m	Avstand i cm	Gram/m	Avstand i cm	Gram/m
<u>Torvjord</u>							
a. Godt formuldet (Dyntonv)	100	33	300	40	250	60	166
	50	20	250	33	150	40	125
b. Middels formuldet	100	30	333	35	285	40	220
	50	20	250	25-(30)	200	33	150
c. Dårlig formuldet (strötorv)	100	25	400	30	333	33	300
	50	17	300	20	250	25	200
<u>Mineraljord</u>							
d. Steinfri (unntatt stiv leire)	100	25	400	35	285	50	200
	50	20	250	30	165	35	143
e. Middels stein- holdig	100	20	500	30	333	40	250
	50	15	333	25	200	30	165
f. Meget stein- holdig eller stiv leire	100	15	666	25	400	33	300
	50	10	500	20	250	25-(20)	200

Når en sprenger stykker på 20-30 m om gangen, må en som regel regne med variasjon i fuktighet, steinmengde, jordtype m.m. innen stykket. Den gjennomsnittlige patronavstand for seksjonen, f. eks. i følge tabellen, bør ikke følges strengt, men varieres etter forholdene ettersom en får erfaring nok til å bedømme det.

Hvor djupt patronene settes ned og størrelsen av ladningen er faktorer som under ellers like forhold bestemmer hvor stor masse en får kastet ut. Til støtte her har en følgende retningslinjer: For grøfter som skal være inntil 60-70 cm djupe i rensket tilstand brukes 50 g patroner. De settes 20-30 cm djupt, regnet fra toppen av patronen. Skal grøfta være djupere enn 70 cm, brukes 100 g patroner som settes ned 30-50 cm. For grøftedjup av inntil 1,0-1,10 m brukes de patronmengder som er angitt i tabellen. For djupere grøfter lønner det seg å legge mer dynamitt i hvert hull, eller å bruke mindre patronavstand.

For større kanaler, likeså ved elvregulering, kan det bli tale om å legge to eller flere dynamittrekker ved siden av hverandre. Når avstanden mellom rekkene er for stor til å gi gjennomslag her, må en anbringe ekstraladning for å sikre dette. For å få kanalen djupere, kan en angripe botnen med ny sprenging.

Utkastet av massen veksler med jordslaget og grunnforholdene. For å få godt utkast er det nødvendig å ha fast grunn litt under grøftebotnen slik at sprengstoffet får noe å "spenne i mot". Fjell eller mineraljord er det beste, men et formuldet torvlag i grøftebotnen kan også hjelpe noe i ellers løs myr. I lite formuldet myr vil sprenging bare løse på massen, men utkastet blir lite. Ellers er hardpakket mineraljord tyngre å kaste ut enn torv. Større steinmengder spiller mindre rolle for utkastets størrelse. Ved hjelp av litt vind på tvers av grøftens retning kan en få spredt massen bedre bort fra grøfta. Det skal ikke så stor luftingen til før det hjelper. Tildels stikker en opp grøftkantene for skyting for å få renere kanter. Men fordelene ved det ser ut til å være tvilsom, idet massen har tendens til å bli kastet mer rett opp.

3. Gangen i arbeidet.

I alminnelighet passer det at to mann arbeider sammen. De lader, sprenger og rensker opp. Er det mye stein, kan det være tre mann på laget, dvs. to til hullstikking.

Vanlig sprenger en ikke mer enn 20-30 m om gangen. Grøfta renskes opp med det samme, før løsmassen blir helt gjennomvåt.

Til hullstikking kan en bruke vanlig jernspett særlig på meget steinholdig jord. Et hendig spett kan lages av 5/4" jernrør med påsveiset, meiselformet stålpigg og tverrhåndtak i andre enden, lengde 1,2 m. For oppmerking av hullene brukes ei trelist, lekt, med de vanligste patronavstander påsatt. Etter hullstikkeren følger den andre mannen og skyver patronene ned i hullene. Her brukes en 60-70 cm lang, rund trestokk med litt større diameter enn patronen. Denne ladestokken har merker for ulike djup samt tverrhåndtak. Hullet stakkes opp med ladestokken før patronen skyves nedi. Patronene kan bæres i ei enkel veske av oljelerret e.l. med skulderrem.

Det 2. eller 3. hullet nedenfra merkes med en kvist. Det brukes til tenning og lades til slutt. Her må en være særlig forsiktig. En bruker så stort, vidt hull at patronen går lett nedi. Ellers må en bruke jevnt, langsomt trykk på ladestokken.

Når et passe avsnitt er ladd, gjør en tennpatronen ferdig. Vanlig brukes fenghette nr. 6 (ved lågere temperaturer nr. 8). Luntentas så lang at en kommer i dekning (50-100 m unna). Den brenner ca. 1 cm/sek. På overgangen mellom lunte og fenghette smøres på litt fett, eller en binder om litt isolasjonsband. En vil ikke ha vatn i fenghetta. For øvrig må alt sprengstoff fjernes før tenning, redskapet settes tilside.

Det hender at sprenginga stopper opp, en får s.k. forsager. En tenner da på nytt, idet en helst setter ned ny tennpatron. Stoppene får en som regel ved gamle stubber, store steiner eller trerester i torva.

Som nevnt renskes grøfta for løsmasse med det samme. En mann går foran og kaster opp de største klumpene med greip. Den andre går etter og finpusser med spaden. Ei rotöks kan ellers være nødvendig.

En har foreløpig liten erfaring for hvor grundig det lønner seg å renske i første omgang, men i alminnelighet bør en sørge for jevn botn. Dersom store vassmasser kan settes på etter sprenginga, er det ikke så nøye med rensken, når en har plass til materialet i nedenfor liggende vassdrag.

4. Metodens berettigelse og lønnsomhet må overveies i hvert enkelt tilfelle. Det kan ikke bli tale om å sprengre andre grøfter enn de som skal stå åpne, f. eks. skogsgrøfter og kanaler. Ellers kan grøftedynamitt brukes til opprensning av åpne grøfter. Dette er f.eks. prøvd i mjele på Hvam. Ved å bruke 50 g patron i 15 cm. djupe hull med 30 cm innbyrdes avstand i rekka fikk en gjort grøfta 30 cm djupere enn før.

Ei slik sprengt grøft får dossering omkring 1 : 0,75 - 1 : 1. På grunn av at kantene og sidene blir løsnet, kan det være spørsmål om disse grøftene krever mer vedlikeholdsarbeid gjennom årene enn gravde grøfter. Foreløpig har en mindre erfaring om dette.

Til opprensning av større kanaler, har sprengingsmetoden vist seg meget hensiktsmessig, når vilkårene ligger tilrette for den. På Bånerudfeltet ved Gjølstad i Brandval, Solør, ble en kanal rensket opp for en brøkdel av kostnaden ved vanlig graving. På forhånd var det utført prøvesprenging, og med 400 kg grøftedynamitt tok en opp 900 m kanal i ei salve. I skogen har en hittil ikke tatt opp mer enn 50-100 m grøft i ei salve. For slike kanaler kan en regne med at to mann kan gjøre ferdig omkring 300 m pr. dag. Kostnaden vil variere mellom kr. 1,20 - 1,50 pr. meter (1951).

På grunnlag av den erfaring en har nå, mener en at metoden i mange tilfelle vil gi godt resultat også når nye kanaler skal tas opp.

For øvrig vil lønnsomheten bero mye på arbeidskostnadene. Sprengstoffet blir billigere når en tar noe større parti. Utgifter til lunte og fenghetter blir bare noen få øre pr. m, selv om en ikke tar mer enn 20 m i ei salve.

Når forholdene ligger til rette for bruk av grøftedynamitt til større senkingsarbeider, sparer en relativt mer penger og arbeidskraft her enn ved sprenging av små grøfter.

Det vil framgå av foregående at et godt resultat av grøftesprenging beror på riktig vurdering av vilkårene på stedet samt sprengingsteknikken. Den som trenger rettledning, kan henvende seg til statskonsulenten i skogsgrøfting, P. Thurmann Moe, Landbruksdepartementet.

c. Bortfløting av jordmassene v.h.a. rennende vann er en arbeidsmetode som bl.a. er brukt her i landet. Metoden forutsetter jord som er relativt lett å transportere med vannet, bl.a. fri for stein, som f. eks. torv- og dynjord. Vannet demmes opp i kanalen for deretter å slippes brått, slik at den løsgravde massen skylles med. Når vassføringa er jevn og rikelig, trengs ingen oppdemming av vannet, men jordmassen fløtes vekk ettersom den graves eller spades løs. Det er for øvrig nødvendig at vassstilgangen er rikelig og at fallet er jevnt og sterkt, både ved arbeidsplassen og lengre nede i løpet. Det kan da være hensikten å få materialet ført helt ut i resipienten, eller å få det avlagret der hvor kanalen er blitt djupere enn nødvendig. Det har vist seg i praksis at dette er vanskelig å beregne. En har lett for å få avlagring også på steder hvor en ikke vil ha det. I så fall blir det betydelig dobbeltarbeid med å renske opp igjen. Dessuten tar det også på skråningene, om disse er svake, når de temporært store vassmassene velter fram.

d. Maskingraving.

Etter arbeidsmetoden kan maskiner for graving i vassdrag deles i to hovedgrupper: mudderverk og gravemaskiner. Til førstnevnte kategori regnes da slike maskiner som under arbeidet framføres flytende i vassdraget, mens de egentlige gravemaskiner under arbeidet er stilt ved siden av, over eller foran avløpet.

Mudderverkene krever altså vassdrag av en viss minste størrelse og med tilstrekkelig vassdjup. De kan ha bare én eller også flere graveskovler. I siste tilfelle er graveskovlene opphengt i et endelöst kjede i en elevatormramme. Fra skovlene tømmes gravemassen ut i to renner som fører den til avløpets kanter. Disse slags mudderverk kalles også paternosterverk. Maskineriet er montert på en pram av tre eller stålplate. For å få tilstrekkelig stabilitet og plass til manøvrering regnes at det bør være minst 1,5 m fri vassflate på hver side av prammen. Minstemålene på de vanligste svenske paternosterverk er: lengde 6,5 m, bredde 3,5 m. Ved normal belastning ligger de ca. 0,7 m djupt. Vassdraget bør således være minst 6,5 m bredt i vassflaten.

I kulturteknisk vassbygging hos oss er gravemaskinene sannsynligvis av større aktualitet. De forskjellige maskintyper, deres

konstruksjon og arbeidsmåte forutsettes i hovedtrekkene å være kjent fra beskrivelse i maskinlæren.

Gravemaskinene kan arbeide i så vel tørr jord som ved et rimelig vassdjup. Når dette blir over 1,0 m, er det imidlertid snart vanskeligere.

Når jorda er våt og lite sammenhengende, bør en undersøke om den prosjekterte skråning er flat nok til å tåle den konsentrerte belastning og de vibrasjoner som følger med gravemaskin. En slakere skråning har i visse tilfelle vist seg å være nødvendig. De vanligste maskintypene for graving av åpne avløp er forsynt med belter og manøvreres som en beltetraktor. Er grunnen meget blöt, legger en da treflåter foran når maskina skal flyttes, slik at den blir stående på disse. Mindre maskiner kan være montert på gummi hjul og er derfor lettere bevegelige, men forutsetter ellers fastere mark.

Gjelder det graving av helt nye kanaler, kjøres maskina i kanalens midtlinje. Derved kan begge kanalsidene, skråningene, gjøres ferdige med en gang, og jorda legges på begge kantene. Her forutsettes maskin med én graveskøpe, enten løfteskøpe eller slepeskøpe. Det siste tør være det vanligste for maskiner som stilles foran eller ved siden av kanalen. For større avløp brukes maskiner med slepeskøpe som rommer $1,5 \text{ m}^3$, men ved maskiner for mindre avløp rommer skøpen vanlig omkring $0,4 - 0,5 \text{ m}^3$.

Når det er eldre kanal som skal utvides, må maskin med slepeskøpe stilles ved siden av løpet. Da rekkevidden for graveorganet er begrenset, kan en ved større og bredere kanaler måtte grave fra begge sider. I mindre kanaler derimot kan hele seksjonen graves ferdig bare fra den ene kanten. Men da må den motsatte skråningen som regel jevnes av med håndkraft. Med disse gravemaskinene kan en ellers få meget pene skråninger uten otterpussing med spade. Det beror for en stor del på maskinistens kyndighet og interesse. Men i de tilfelle det er nødvendig å bruke spaden etter maskina, bør dette gjøres samtidig med maskingravingen, og ikke utsettes til senere. En bør altså følge like etter maskina. Derved kan en spare alt arbeid med oppmåking av jorda. Den skyfles bare ned til botnen og tas opp igjen med graveskøpen.

Når en bruker gravemaskin, vil en som oftest begynne nederst og grave oppover i løpet. Men på denne måten risikerer en imidlertid slamavlagring i kanalen nedenfor, dersom det er større vassføring, relativt lite fall og jord av slik beskaffenhet. Ulempen ved dette kan i så fall elimineres noe om en tar så stort overdjup, at en del slamavlagring kan tøles. Det er best om eventuell opprensning kan utsettes inntil skrånningene får stabilisert seg. Dersom vassforholdene tillater det, kan det også bli tale om å begynne gravinga øverst og så fortsette nedover. Når det gjelder kanal som graves fra nytt av, eller kanal med lite vatn i ved gravinga, er det for øvrig likegyldig hva enten en begynner den øverst eller nederst. Når en ikke får uhell, går arbeidet meget fort sammenlignet med håndgraving.

Største arbeidseffekten får en med disse maskiner ved nygraving, men ellers beror effekten på mange forhold. Her skal bare nevnes et par eksempler fra Sverige. Ei maskin med $0,37 \text{ m}^3$ slepeskøpe og 45 hK motor greidde i lettgravd leire å ta opp omkring 25 m^3 pr. time. Brenselsforbruket var da $0,4 \text{ l pr. m}^3$. Ei anna svensk maskin med $0,45 \text{ m}^3$ skøpe grov i åpent avløp i middel 20 m^3 leire pr. time på fast mark, men 17 m^3 pr. time der grunnen var så bløt, at en måtte ha stokkmatter, flåter, under maskina.

For graving av grøfter til noe større rørledninger kan nevnes ei amerikansk maskin, Buckeye, samt den engelske maskina Allen. Denne siste forekommer i en større og en mindre type. Arbeidsorganet her består av et paternosterverk. Den største typen, Allen 16/60, har $0,75 - 1,52 \text{ m}$ gravebredde med største gravedjup $4,25 \text{ m}$. Det er ei robust maskin. Den greier å ta opp stein, som ikke er alt for stor. Grøfta blir så bred at det er lett å utføre skoping og rørlegging. Ved graving i steinfri mark og $1,7 \text{ m}$ djupt var kapasiteten i middel 220 m pr. 8 timer dag. Ved graving til større djup synker maskinas kapasitet med ca. 5% pr. dm økning i djupet utover $1,70 \text{ m}$. Den mindre typen av Allen graver til et største djup av $1,80 \text{ m}$, og største bredde ca. $0,4 \text{ m}$.

e. Graving av rørløp, rørlegging.

Når jorda er stabil, kan grøfta graves ferdig på lengre strekning, og rørene legges deretter ovenfra. Dette går an når en f. eks. skal legge rør under tidligere åpent vassfar, hvor djupet blir så rimelig at grøftkantene står sikkert noen tid, om det ikke kommer alt for kraftige regnskyl. Men ofte blir lukte avløp så djupe at graving og

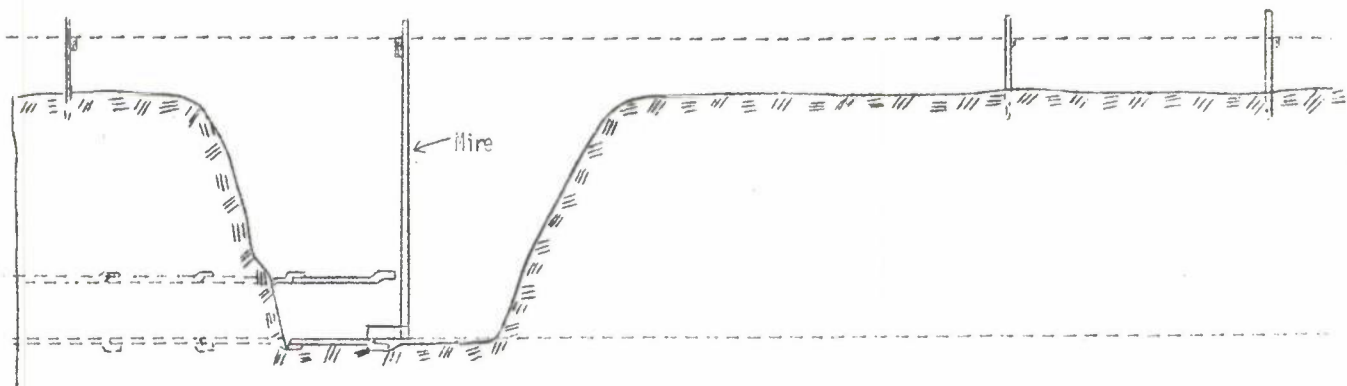
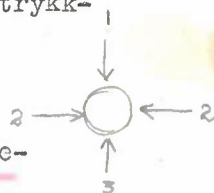


Fig. 22.

rørlegging må gå hånd i hånd, og begynner som regel nederst. Som tidligere nevnt, blir metoden da legging etter det såkalte "miresystem", fig. 22. Flisestaurer settes opp og flisene nivelleres inn i bekvem siktehöyde. På nedre enden av miren spikres på et tverrstykke, og på övre enden festes flisa i riktig höyde. Avstanden fra underkant tverrstykke til overkant flis blir altså = siktehöyden. Det er av betydning at miren holdes mest mulig loddrett under siktinga. Som en ser av fig. 22, stilles miren slik at tverrstykket kviler på botnen i mufferoet. Röret må da graves ned inntil det passer. En må grave særskilt, liten grop til muffene, men ellers bör en passe på slik at en ikke graver unna for mye.

En rörledning som ligger i gjenfylt gröft, er utsatt for trykkpåkjenning i forskjellige retninger:

1. Vertikalt trykk fra jorda over ledningens topp.
2. Horisontalt trykk fra fylla mellom ledningen og gröftesidene.
3. Reaksjonstrykk fra gröftens botn.
4. Trykk fra eventuell trafikk på jordoverflaten (stikkrenner).



Reaksjonsfordelingen vil bero på utforminga av botnen i gröfta. Amerikaneren Anson Marston karakteriserer reaksjonsfordelingen ut fra 4 forskjellige utforminger av ledningens underlag:

1. Dårlig understötting. Reaksjonen regnes å virke som linjebelastning når röret legges på flat botn og bare en smal stripe ligger an mot underlaget.

2. Vanlig understötting. Reaksjonen regnes jevnt fordelt over den horisontale projeksjon av den nederste sjettedel av ledningens ytterflate.

3. Første classes understøtting. Reaksjonen regnes jevnt fordelt over den horisontale projeksjon av den nederste fjerdedel av ledningens ytterflate.

4. Betongkrybbeunderstøtting. Reaksjonen regnes jevnt fordelt over den horisontale projeksjon av den nederste tredjedel av ledningens ytterflate.

De forskjellige alternativer vises i fig. 23.

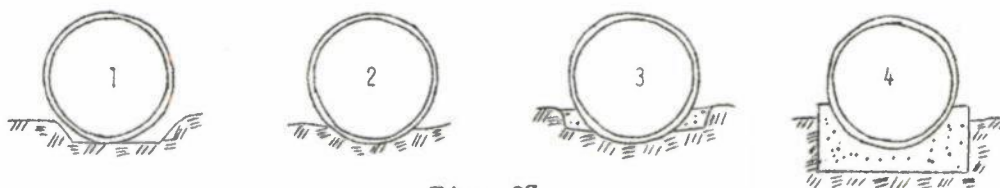


Fig. 23.

Marston har satt opp formler for beregning av det djup, avstand fra jordoverflaten til grøftens botn, hvor trykkpåvirkningene under ugunstige forhold kan bli kritiske for rørledningen. Det danske Hedeselskab har utført noen beregninger under forutsetning av foran nevnte vanlige understøtting og ingen belastning på jordoverflaten. For teglrør, drenerør, forutsattes videre den i Dansk Standard angitte minimumsbruddbelastning, DS 403, på 1200 kg/m. For disse drenerør ble resultatet følgende:

Innvendig diameter, cm:	12,5	15	17,5	20	22,5	25	30
Største gravedjup i meter for:							
a. Tørr sand og grus	∞	∞	3,7	3,2	2,8	2,4	2,0
b. Våt leire	2,1	2,1	1,9	1,8	1,6	1,5	1,4
c. Myrjord	∞	∞	∞	∞	5,7	4,6	3,4

Etter dette skulle en for f. eks. 12" ledning av teglrør under ugunstige forhold i våt leire kunne risikere ødeleggelse av ledningen ved djup på 1,4 m.

Tilsvarende tabeller er regnet ut for sementrør, mufferrør, landbruksrør (sementrør uten muffe) og spissbunnsrør (sementrør med nærmest eggformet tverrprofil). Rørene forutsattes fabrikkert etter kravene i DS 400. For landbruksrør ble resultatet følgende:

Innvendig diameter, cm:	30	40	50	60
Største gravedjup i m:				
a. Tørr sand og grus	6,0	3,0	3,0	3,3
b. Våt leire	2,5	2,0	2,0	2,3

For 30 cm rør i våt leire fikk en følgende kritiske djup

(iflg. C. V. Schledermann Larsen):

30 cm drenerør, teglrør	1,4 m
30 " landbruksrør	2,5 "
30 " mufferrør	3,2 "
(35 " spissbunnsrør	7,3 ")

Under ellers like forhold er det av stor betydning for rørenes trykkstyrke i jorda at de ligger støtt, at det blir mest mulig jevn fordeling av trykket på røroverflaten. For det første må det her være et ufravikelig krav at rørene skal ligge an mot botnen i hele sin lengde. Om de ligger an vesentlig ved begge ender, blir de også utsatt for stor böyningspåkjenning, som de ikke tåler uten å være lengdearmert. Om det videre er noen forhøyning, steinknupp eller liknende, som stikker opp i botnen midt på røret, kan dette gi meget stor punktbelastning. Men selv om røret i hele lengden ligger an mot botnen, får en, når denne er flat, ikke bedre understøtting enn den foran nevnte "dårlige understøtting". Derfor er det av stor betydning at grøftebotnen formes etter rørenes runding. Derved blir liggeflaten større. Men for å få jevn trykkfordeling bør grøftefylla ved siden av rørene stemples godt fast, iallfall til midt opp på større rør, men helst også til litt over dem. For øvrig må en ved gjenfylling passe på at stein og teleklumper ikke legges direkte på rørene.

For å få minst mulig jordtrykk bør grøfta ikke graves bredere enn høyst nødvendig. Når grøftkantene raser ut og stor jordmasse må måkes opp igjen for siden å bli lagt over ledningen, blir jordtrykket større enn i samme grøfta uten ras. Derfor bør sidene i tilfelle støttes opp. Men om grøfta blir helt eller delvis fylt, for spuntveggene trekkes opp, kan det bli tomrom med etterfølgende uheldige settinger.

Selve rørlegginga er ellers et kvalitetsarbeid. Mufferrør legges alltid med muffen mot strømrretningen. I vanlige avløpsledninger blir muffene ikke tett noe særlig. Men er det jord som lett renner inn i ledningen, kan skjötene klines igjen med fet leire, eller pakkes om med grus, mose o. likn. Skal skjötene være helt tette, både mot vatn og rötter, anbefales det å bruke tjæredrev med en passe blanding av sement og asfalttjære. Denne skjötten blir både tett og elastisk. ^{VA}

XIII. Utsetting av kant- og botnpeler.

Når kanalen senere skal holdes vedlike, renskes opp av og til, bør en ha noe bestemt å rette seg etter, spesielt når det gjelder nødvendig djup. Samtidig med gravinga bør en derfor sette ned peler i botnen på forskjellige steder, bl.a. hvor det skal være fallbrott. Men ellers bør det ikke være for langt mellom dem. På grunnlag av pelene kan en også sette opp flisestaurer, om det er ønskelig ved renskearbeidet. I større og bredere kanaler settes botnpelene litt fra den ene kanten i botnen, f. eks. 30 cm. Men i mindre kanaler settes de midt etter løpet. En bør kunne nå dem med en 3-4 m lang kjepp, om en står oppå kanten eller i skråningen, fig. 24.

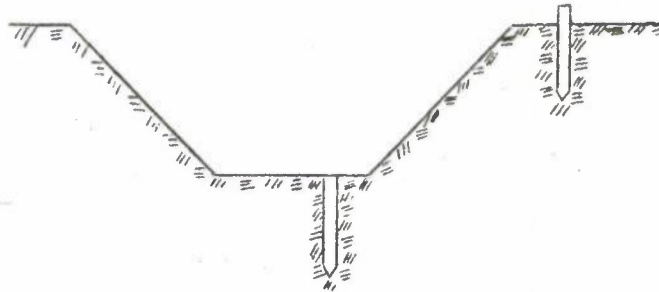


Fig. 24.

Botnpelene kan lages av 4" x 4" firkant, eller av rundt virke med ca. 15 cm diameter. Lengden rettes noe etter botnforholdene, men bør ellers være omkring 1,0 m. Når botnen er løs, bør pelene være lengre, liksom det kan være nødvendig å sette på et tverrtre nederst for at de ikke så lett skal bli dratt opp igjen. De må i så fall også graves ned. Når de ellers er tilspisset, kan de slås ned. Dette bør graverne ikke gjøre mest vilkårlig, men toppnivået bør nivelleres inn. Som regel vil en ha toppen av pelene liggende i flukt med ferdig kanalbotn.

Forat en skal finne igjen stedet hvor botnpelene står, setter en samtidig kantpeler her, litt inn fra øvre kanalkanten. De bør rake 20-30 cm over jorda, men settes ellers slik at de ikke kjøres ned eller ødelegges av redskapen. Disse kantpelene bør være 5" x 5" og helst av betong.

XIV. R e g l e r

f o r

vedlikehold av grunnforbedringsarbeider som er utført med bidrag av statskassen. (Utferdiget av Landbruksdepartementet i januar 1906).

1.

Ethvert grunnforbedringsarbeid til nytte for jordbruket, så som vass-senking, myruttapping, elveregulering, forbygninger osv., hvor- til Staten har ytet direkte bidrag, skal framtidig vedlikeholdes i den planmessige stand.

2.

I den av interessentene - eller flertallet av disse (Vassdrags- lovens § 31) - vedtatte overenskomst om arbeidets utførelse kreves, for at statsbidrag kan ventes tilstøtt, inntatt forpliktelse til sådant vedlikehold.

3.

De nåværende og senere eiere av de i vedlikeholdet interes- serte eiendommer forpliktet til å delta i vedlikeholdet etter samme forhold hvori de har utredet andel av anleggsomkostningene.

4.

Til enhver tid skal en av eierne, valgt av disses flertall ha i oppdrag å føre tilsyn med at anlegget er i planmessig stand.

Når utbedringsarbeider tiltrenges, skal den tilsynshavende herom underrette hver enkelt eier. Den tilsynshavende har myndighet til å la arbeidet utføre på felles bekostning. Ønsker imidlertid en eller flere av eierne å besørge arbeidet eller deler derav utført, og dette skjer innen passende tidsfrist, skal der ikke i sådanne tilfelle tilkål- les fremmed arbeidshjelp. Der skal for arbeidet beregnes en etter for- holdene på stedet passende betaling.

Når arbeidet er utført og dermed forbundne utgifter av ethvert slags kan angis, beregnes der hvor meget enhver får å yte. De som da ikke har utført arbeid i den utstrekning som svarer til deres andel i utgiftene, skal utrede det manglende innen utløpet av 4 uker etter opp- gjøret. Dette skal, straks det foreligger, tilstilles de interesserte. Skjer ikke sådan innbetaling innen nevnte tidsfrist, skal innkrevningen overlates til lensmannen. Endelig oppgjør skal finne sted snarest

mulig, og de som har deltatt i arbeidet med mer enn sin andel, utbetales hva de har til gode.

5.

Anlegget står under tilsyn av det offentlige som kan gi pålegg om utførelse av nødvendige utbedringsarbeider m.v.

XV. Offentlig, økonomisk støtte til tørrleggingsarbeider.

Statens økonomiske støtte til tørrleggingsarbeider kan deles i følgende kategorier:

1. Bidrag til anlegg av hovedavløp ("senkings- og uttappingsarbeid m.v.").
2. Bidrag til detaljgrøfting.
3. Lån av Jorddyrkingsfondet til detaljgrøfting.
4. Gratis konsulenthjelp.

1. Bidrag til senkings- og uttappingsarbeider m.v. gis med 1/3 av overslagskostnaden, når søkeren ikke har over 100 000 kr. i formue. Arbeidet skal være planlagt av landbruksingeniør, fylkesagronom eller herredssagronom. Søknaden må være anbefalt av herredsstyret og sendes til Landbruksdepartementet gjennom fylket.

Kommunen må også garantere for mulig skadeserstatning i forbindelse med tiltaket. Den eller de som får bidrag, må skrive en erklæring (skjema til utfylling) som går ut på at han (de) forplikter seg til å holde anlegget vedlike i planmessig stand i samsvar med offentlige forskrifter. Denne erklæring tinglyses, og vedlikeholdsplikten blir derfor en varig heftelse på vedkommende eiendom (mer).

2. Bidrag til detaljgrøfting gis som bidrag til nydyrking og til grøfting av tidligere dyrket jord. Men størrelsen av bidraget og reglene for å få det har vært forandret av og til. De någjeldende regler etter Stortingsvedtak, senest av 4. mai 1948, går ut på bl.a. følgende:

a) Skattbar formues- og inntektsgrense for bidrag til ordinar nydyrking, grøfting av tidligere dyrket, men vassjuk jord og til overflatedyrking er henholdsvis kr. 40 000 og kr. 5000. Burcisere og småbrukere kan få forhöyet bidrag, men da er formuesgrensen kr. 15000, inntektsgrensen den samme.

b) Størrelsen av ordinært bidrag kan være inntil 20 % av overslagskostnaden, men ikke mer enn kr. 100 pr. dekar og ikke over kr. 300 i én tilståelse. De som fyller betingelsene for å få forhöyet bidrag, kan få 100 % tillegg, eller ialt inntil 40 % av overslagskostnaden, men ikke over kr. 200 pr. dekar og ikke over kr. 1600 i én tilståelse.

c) Bidrag gis ikke til mindre arbeider enn nydyrking av $\frac{1}{2}$ dekar, eller til fullstendig grøfting av 1 dekar tidligere dyrket jord. Heller ikke får en bidrag til arbeider som det på annen måte er gitt direkte offentlig støtte til, f. eks. som lån av Jorddyrkingsfondet. Nytt bidrag kan ikke gis for tidligere tilstått bidrag eller lån er helt opparbeidd.

d) Arbeid som det søkes bidrag til, må være planlagt av fylkes- eller herredsagronom, eller av en annen sakkundig som er antatt til det av jordstyret og godkjent av landbruksselskapet. Både planlegging og godkjenning av arbeidet må bare gjøres på bar mark. Planleggeren må stikke ut grøftene i marken.

e) Søknad om bidrag skrives på et dertil oppsatt skjema (skjema nr. 7) som en får utlevert ved å vende seg til jordstyret. Søknaden skal dessuten vedlegges bekreftet oppgave over søkerens skattbare formue og inntekt etter siste skatteligning, samt plan, kart eller riss, beskrivelse og kostnadsoverslag. For grøfteplanen er det også spesielt skjema (skjema nr. 1) med millimeterpapir for kart eller riss, også plass for liten beskrivelse og overslag. Søknaden sendes jordstyret som tilråd eller fraråd at det blir gitt bidrag etter reglene. Jordstyret sender søknaden videre til landbruksselskapet som innvilger eller avslår søknaden, og gir jordstyret melding om dette.

f) Statsbidraget utbetales etterskuddsvis i én eller to terminer etter hvert som arbeidet blir utført og godkjent. Arbeidet må være utført innen tre år fra den dagen bidraget blir gitt. Er arbeidet ikke utført innen denne frist, men likevel ønskes utført, må der søkes på nytt, som om det var en ny plan.

3. Lån av Jorddyrkingsfondet gis til planlagte, men enda ikke utførte grøftingsarbeider, når søkeren ikke har over kr. 50 000 i formue. Lånet er avdragsfritt de 5 første årene og skal senere betales tilbake i løpet av 15 år med $\frac{1}{15}$ årlig. Renten er $2\frac{1}{2}$ % p.a.

Fristen for fullføring av arbeidet blir fastsatt av jordstyret, men det må ikke strekkes ut over mer enn 3 år fra lånets tilståelse uten samtykke fra landbruksdirektøren.

Som lån kan en få opp til hele summen som kostnadsoverslaget lyder på, men som regel ikke over kr. 5000 i ett lån. For lånet må der stilles betryggende sikkerhet ved pant i fast eiendom eller i et embets faste inntekter, ved depositum eller kommunegaranti. Pantobligasjonen tinglyses.

For planlegging, kontroll av arbeidet og utbetaling av lånet gjelder de samme regler som for direkte bidrag, også med hensyn til ekspedisjonen (jordstyret og landbrukselskapet).

4. Gratis konsulenthjelp blir gitt av vedkommende tjenestemann, enten rekvirenten skal søke om økonomisk støtte til arbeidet eller ikke.

XVI. Om t ø r r l e g g i n g i l o v o m v a s s d r a -
g e n e a v 1 5 . m a r s 1 9 4 0 .

§ 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 § 28 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. Dervidere treffer skjønnet avgjørelse om betaling etter § 26, punkt 1, og om det fremtidige vedlikehold.

§ 28.

Når mark som skal tørrlogges, 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 fortsettelse 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 grunn-

eieren 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 övrig ved foretak i vassdrag eller på annen måte lede bort vatn for å innvinne eller forbedre jord ved törrlegging, kan Kongen gjøre vedtak om ekspropriasjon av eiendom og rettigheter i den utstrekning som er nödvendig for å sette tiltaket i verk.

§ 31.

Vilket arbeid
hvis
errett
1. Når det aktes iverksatt törrleggingsarbeid til innvinning eller forbedring av jord og ikke alle de grunneiere eller rettighetshavere som vil oppnå fordel for sin eiendom eller rettighet blir enige om å danne et gröftingslag for å utföre arbeidet i fellesskap, kan Kongen etter söknad fastsette at de som ikke vil være med, skal ha plikt til å yte tilskudd til arbeidet. Den eller de grunneiere eller rettighetshavere 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 söknad fra kommunen uten samtykke fra grunneiere eller rettighetshavere.

2. Enhver som således er pålagt tilskudd, skal delta i utgiftene ved utförelse 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 ökning av jordens avkastningsevne under hövelig drift. Når jorden har vesentlig verdi til utvinning av brenntorv eller torvströy eller som byggetomt, opplagsplass, övingsplass eller liknende, skal også öking 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 skjönns 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. Blir 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 saksøkte 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 falle 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 fritta 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, forsåvidt 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 fordel han derved oppnår, er overveiende i forhold til den ulempe som voldes 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 opprensning, 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 åkrene er tillagt og om høsten etter innhøstingen. Lukkede grøfter kan opprensnes til enhver tid mot erstatning etter skjønn for den skade som voldes.

2. Hvis grøft som er lagt gjennom annen manns jord, er i slikt tilstand at vatnet gjør skade, har den skadelidende rett til å kreve at den uten opphold blir satt i forsvarlig stand. Blir 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, ei arbeidsnevnd til å besørge de jevnliggjorte forretninger, og dette styre bør velges og suppleres av og blant lagets medlemmer. På lagets årsmøter og andre spesielle samlinger må styret legge fram beretning om det som er foregått siden siste samling og søke mandat for det fortsatte arbeid. Ved siden av og til supplerings av vassdragslovens bestemmelser bør laget også ha vedtekter.

L i t t e r a t u r.

- Erik Almlöf: Dikning I og II. Nordisk rotogravyr. 2 utg. Stockholm 1947-48.
- O. Fredholm og S. Nilsson: Svenska Jordbrukets bok. Torrläggning och bevattning. Stockholm 1941.
- Aage Feilberg og C.L. Feilberg: Kulturteknisk Vandbygning. 3. utg. Kjöbenhavn 1944.
- J.M. Jakobsen: Vejledning i Dræning. Kjöbenhavn 1946.
- Quincy Claude Ayres og Daniels Scoates: Land Drainage and Reclamation. New York and London 1939.
- Georg Bransby Williams: The Flow of Water. London 1934.
- H. H. Vicholson: The Principles of Field Drainage. Cambridge 1944.
- G. Schroeder: Landwirtschaftlicher Wasserbau. Berlin 1937.
- Norsk Sprængstofindustri: A/S: Sprengstoffets opgaver i landbruget. Oslo 1949.
- " " " Sprengstoffer, deres bruk og behandling. Oslo 1949.
- Lov om vassdragene av 15.mars 1940.
- Grundförbättring (Tidsskrift för jordbrukets rationalisering genom grundförbättring)
- Nr. 1, 1947: L. Nanneson: Båtnadsuppskattning vid torrlägningsföretag.
- Nr. 2, 1947: Gunnar Hallgren: Några synpunkter rörande principerna för båtnadsuppskattning vid torrläggning av mark.
- Nr. 4, 1947: Herman Flodkvist: En sjösänkning som icke borde ha utförts.
- Nr. 4, 1947: Herman Flodkvist: Ytvattenavledning på svårgenomsläpplig jord i svag marklutning.
- Nr. 1, 1948: Robert Kristensson: Synpunkter vid uppskattning av brukningsbåtnad.
- Nr. 1, 1948: David Larsson: Om båtnad vid torrlägningsföretag.
- Nr. 4, 1948: Ragnar Melin: Nederbörd, avrinning och avdunstning i Sverige.
- Nr. 4, 1949/50: Gunnar Hallgren og Lambert Wiklander: Några karakteristiska egenskaper hos svavelrika jordar.
- Nr. 3, 1949/50: Y. Gustafsson og B. Hallert: Undersökningar rörande flygfotogrammetriska metoders användbarhet för framställning av kartmaterial vid torrläggning av mark.

