

TEKNISKE RETNINGSLINJER  
FOR  
ANLEGG, DRIFT OG VEDLIKEHOLD  
AV PLANERINGSFELT



FASTSATT AV LANDBRUKSDEPARTEMENTET 21. APRIL 1989

## FORORD

I medhold av "Forskrift om bakkeplanering" fastsatt av Miljøvern- departementet 3. april 1989, har Landbruksdepartementet fastsatt tekniske retningslinjer for anlegg, drift og vedlikehold av planeringsfelt.

Retningslinjene omfatter tekniske krav til planeringsfelt, herunder krav til planlegging/forundersøkelser, utforming av planeringsfeltet, vannregulering og drift og vedlikehold. De inneholder også beskrivelse av aktuelle utbedringstiltak på eldre planeringsfelt. Retningslinjene har et eget kapittel om stabilitetsforhold (rasfare).

Disse retningslinjene bør leses i sammenheng med nevnte forskrift.

Retningslinjene vil bli supplert med tekniske spesifikasjoner, anvisninger og typetegninger.

Bakgrunnen for forskriften og retningslinjene om bakkeplanering er det arbeid og de tilrådinger det såkalte Stubsjøenutvalget la fram. Utvalget skulle vurdere forurensninger fra jordbruket generelt og avga to rapporter, en i 1984 og en i 1986.

Med hensyn til bakkeplanering konkluderte utvalget med at en ut fra forurensingshensyn ikke burde stimulere til slike tiltak og foreslo at tilskottet til bakkeplanering ble tatt bort. Man understreket imidlertid nødvendigheten av at arbeidet med nye anlegg, utbedringer av eksisterende anlegg og drift av bakkeplanerte arealer blir gjort så bra som mulig. Utvalget foreslo derfor at det med hjemmel i forurensingsloven ble innført forskrifter og tekniske retningslinjer for bakkeplanering.

I forbindelse med jordbruksforhandlingene 1986 bestemte Stortinget at tilskottsordningen for bakkeplanering skulle falle bort med virkning fra 01.01.87.

Det ble også vedtatt å oppnevne ei arbeidsgruppe som skulle utarbeide forslag til forskrifter og tekniske retningslinjer for bakkeplanering. Arbeidsgruppa har hatt representanter fra Miljøverndepartementet, Landbruksdepartementet, Statens forurensingstilsyn, Fylkeslandbrukskontoret i Akershus, jordbruksetaten og Institutt for hydroteknikk, NLH.

Gruppas forslag har vært på en omfattende høring, og danner sammen med høringsuttalelsene basis for forskriften og retningslinjene. Kapittel 7 "Rasfare" er i hovedsak hentet fra en artikkel i LOT-hefte 4/74 "Bakkeplanering" skrevet av siv. ing. Kjell Karlsrud, NGI.

Landbruksdepartementet, 21. april 1989.



Magne Stubsjøen



Aage Stenrød

INNHOLDSFORTEGNELSE	SIDE
1. SAMMENDRAG .....	3
2. HISTORIKK .....	6
3. VIRKNINGER AV BAKKEPLANERING PÅ VASSDRAG, FLORA OG FAUNA	7
3.1 Virkning av arealavrenning på vassdrag .....	7
3.2 Hensynet til planter og dyr. Landskapspleie .....	8
4. PLANLEGGING/FORUNDERSØKELSER .....	10
4.1 Oppstartning av arbeid .....	10
4.2 Planens innhold .....	10
4.3 Utarbeiding av plan .....	11
4.4 Forundersøkelser/grunnboring .....	13
5. UTFORMING AV FELTET .....	14
5.1 Tidspunkt for planering .....	14
5.2 Matjordbehandling .....	14
5.3 Hellingsforhold .....	15
5.4 Skjæring/fylling. Avstand til bekk .....	17
6. VANNREGULERING .....	22
6.1 Vurdering av avrenningsintensitet .....	22
6.2 Åpne avløp .....	24
6.3 Lukka avløp .....	27
6.4 Avskjæring/Vannveier .....	33
6.5 Drenering av planeringsfelt .....	36
7. RASFARE VED BAKKEPLANERING .....	41
7.1 De marine leirers geologi og egenskaper .....	41
7.2 Inngrep som er av betydning for stabiliteten av leirskråninger .....	43
7.3 Stabilitetsforhold under planerings- arbeidet .....	45
8. DRIFT OG VEDLIKEHOLD .....	47
8.1 Vedlikehold .....	47
8.2 Jordarbeiding .....	47
8.3 Vekstvalg .....	49
9. UTBEDRING AV ELDRE PLANERINGSFELT .....	50
9.1 Oppdimensjonering av avløp .....	50
9.2 Kummer, antall og utførelse .....	50
9.3 Vannveier .....	53
9.4 Skjæring/fylling/motfall .....	53
9.5 Sikringsarbeider .....	54

## 1. SAMMENDRAG

### Bakgrunn, generelt

Som en oppfølging av Stubsjøenutvalgets arbeid har Landbruksdepartementet utarbeidet tekniske retningslinjer for bakkeplanering til veiledning ved planlegging og utførelse av nye tiltak og ved utbedring av eksisterende anlegg.

Retningslinjene er utarbeidet i samarbeid med Miljøverndepartementet, Statens forurensningstilsyn, Fylkeslandbrukskontoret i Akershus, jordbruksstaten og Institutt for hydroteknikk, NLH.

Formålet med bakkeplanering er å gjøre brattlendt og kupert areal skikket for drift med moderne maskiner og redskaper. For å fremme rasjonell drift av slike arealer ble det i 1971 etablert en ordning med tilskott til slike arbeider. Det arealet som fram til i dag er planert anslås til 350 - 400 000 daa. Det gis ikke lenger statstilskott til slike arbeider.

Erosjonsmateriale fra dyrka jord er ofte næringsrikt og kan i vassdragene gi en uønsket gjødslingseffekt i tillegg til at vannet blir grumsete og ugjennomsiktig. Ved eutrofiering vil kvaliteten på fiskebestanden som regel endres i negativ retning.

Foruten rent landskapsmessige forhold har vegetasjonen langs bekker og vassdrag stor betydning for dyre- og fuglelivet. På flate areal kan vegetasjonsbelter og randsoner ha gunstig virkning på lokalklimaet.

### Tillatelse, planlegging, godkjenning

Etter forskriften må ikke bakkeplanering for jordbruksformål, herunder grunnlagsarbeider som f. eks. senkings- og lukkingsarbeider utføres før det foreligger godkjent plan for tiltaket. Planer skal være godkjent av fylkeslandbrukskontoret og fylkesmannen skal ha avgjort spørsmålet om tillatelse til gjennomføring av arbeidene. Eier/brukeren er ansvarlig for at arbeidene blir utført i samsvar med kravene i disse retningslinjene.

Plan for bakkeplanering skal bestå av kart, profiler, detaljtegninger (typetegninger), kostnadsoverslag, beskrivelse m.m. Planer for eventuelle andre grunnlagsarbeider skal vedlegges planeringsplanen.

### Planeringsarbeidet. Utførelse, stabilitetsforhold

Planeringsarbeid bør i hovedsak utføres vår/sommer når faren for erosjon er minst. Masseforflytninger vintertid må unngås. Ved avbrudd i mer enn 4 uker må feltet sikres mot erosjon.

Matjorda skal tas vare på. Areal hvor det ikke lar seg gjøre, må ikke planeres.

Normalt vil planering gi varig bedring av stabiliteten i et område. Masseflytninger må gjennomføres slik at man ikke midlertidig får stabilitetsforverring som kan forårsake ras. Spesiell aktsomhet må utvises i områder

hvor det er registrert kvikkleire, jfr. "Faresonekart, kvikkleire" utgitt av NGI.

#### Krav til helling

Feltet må etter planering ikke ha større helling enn 1:6. Det anbefales 1:8 - 1:10. På erosjonsutsatt jord kan det stilles krav om helling 1:8 eller slakere.

Fyllingsendene må ikke gjøres brattere enn 1:3. Skjæringene må ikke ha større helling enn 1:1,5 - 1:2,5, avhengig av jordart og høyde. Fyllingsender/skjæringer må tilsås/tilplantes.

T åpne avløp må sideskråninger og fall tilpasses jordarten. Det vil ofte være behov for forbyggingsarbeider (steinsetting m.m.), eventuelt bygging av terskler.

#### Handtering av overflatevann. Krav til hydrotekniske anlegg, herunder rør, kummer m.m

Terrenget må utformes slik at overflatevannet kan tas hånd om på en forsvarlig måte. Nedenfor hvert nedløp for overflatevann, skal det være en overhøyde på minst 0,5 m, ved nederste (siste) nedløp 0,75 m.

Det må kun nyttes rør som er produsert i henhold til norm godkjent av Landbruksdepartementet eller Norsk Standard der slik er utarbeidet. Korrugerte stålrør kan ikke nyttes.

Rørledninger må legges i henhold til produsentens legges-anvisning. En må være spesielt oppmerksom på omfylling og overdekking. Hovedledninger må legges slik at de ikke forstyrres av etterfølgende planeringsarbeider.

Alle lukkinger skal ha inntakskum med skråstilt rist.

Det må være et tilstrekkelig antall nedløp for overflatevann. Avstanden mellom bestemmes ut fra jordart, fall og nedbørfelt til hvert nedløp. Kummene må utføres i henhold til typetegninger utgitt av Landbruksdepartementet.

Utløpet av rørledninger, herunder dreneringer, må sikres.

#### Avskjæringsgrøfter Graskledte vannveier

Der det er nødvendig, må avskjæringsgrøft anlegges slik at vann fra nedbørfelt utenfor planeringsfeltet ikke renner inn på feltet og skaper problem.

For å redusere overflateerosjonen kan det være nødvendig å anlegge graskledte vannveier. Disse skal samle opp vannet før det gjør skade og føre det fram til kanal eller kum. Ved anlegg av vannveier må det legges stor vekt på arronderingsforhold.

#### Grøfting

Grøfting bør skje umiddelbart etter at planeringsarbeidet er utført. Det anbefales grøfteavstand 4 - 8 m og grøftedybde 0,8 - 1,2 m (0,9-1,0 m). Drensrøret skal være omgitt av filter. Sagflis er det mest aktuelle filtermaterialet.

Grubbing eller slissegrøfter fylt med singel/grov grus

vil øke effekten av grøftene og redusere overflateavrenningen.

Drift, vedlikehold

Regelmessig vedlikehold er viktig for at anlegget skal fungere i samsvar med forutsetningene. Det gjelder spesielt forhold som har med vannreguleringen å gjøre.

Ved jordarbeiding på planeringsfelt må hensynet til erosjonsfaren tillegges stor vekt. Det anbefales pløying på tvers av fallet. I dalsøkk bør pløyinga utsettes til våren. Redusert jordarbeiding med pløying bare hvert andre år eller sjeldnere bør gjennomføres der det er mulig. Direktesåing er også aktuelt og har til nå gitt gode resultater.

Flerårig eng eller beite beskytter jorda effektivt mot erosjon. Produksjon av engfrø eller høy er aktuelt.

Utbedring av eksisterende anlegg

Der eldre avløp ikke har tilstrekkelig kapasitet må det legges en suppleringsledning parallelt med den gamle eller avløpet erstattes med ny ledning. (erstatningsledning).

I mange tilfelle er ikke eldre felt utstyrt med nødvendige nedløp for overflatevann. Ved utbedring må en også se nærmere på selve utformingen av kummene.

Dersom ikke vannreguleringen blir tilfredsstillende med ovennevnte tiltak må anlegg av graskledte vannveier vurderes.

## 2. HISTORIKK

Formålet med bakkeplanering er å gjøre brattlendt og kupert areal skikket for maskinell jordbruksdrift. Riktig utført planering fører i de fleste tilfellene til bedret stabilitet av skråninger og derav større sikkerhet mot bl.a. leirskred.

Totalt planert areal  
utgjør 350 - 400 000  
daa.

Slike arbeider har foregått i lengre tid, men omfanget økte sterkt fra 1971 da det ble opprettet en tilskottsordning for planering. Denne ordningen opphørte 01.01.87. Det er i disse årene planert omlag 270.000 daa dyrka jord med statstilskott. I tillegg kommer de planeringsarbeidene som er utført i forbindelse med nydyrking og arbeider utført uten statstilskott. Dette har en ikke eksakte tall for, men en regner med at totalt planert areal i Norge utgjør omlag 350 - 400 000 daa. Akershus, Østfold og Trøndelagsfylkene står for nærmere 3/4 av dette arealet.

Etter krigen er det skjedd en sterk omstrukturering av landbruket med omlegging fra eng og beite til åpen åker. Av faktorer som har påvirket denne utviklingen, kan nevnes kanaliseringen av husdyrproduksjonen fra flatbygdene til områder hvor kornproduksjon er mindre aktuelt. Videre har den tekniske utviklingen ført til økt bruk av maskiner og dette stiller relativt store krav til arealenes størrelse, arrondering og helling.

Omlegging fra eng  
til åpenåker har  
gitt økt erosjon.

En regner med at arealene til åpen åker er fordoblet i løpet av de siste 30 år. Utvidelsen av åkerarealet har særlig vært konsentrert til korndistriktene bl.a. ved at betydelige areal kupert ravinelandskap som tidligere ble nytt til beite-/skogproduksjon, ble planert og gjort skikket for maskinell drift. Denne omleggingen har imidlertid ført til en økt transport av eroderte masser fra jordbruksarealene til vassdragene

Erosjonsdempende  
tiltak -  
sammenfallende  
interesser bruker/  
samfunn

Målinger har vist at erosjon fra planerte arealer er betydelig større enn fra ikke-planerte arealer. Erosjonsmaterialet stammer i hovedsak fra matjordlaget og er derfor næringsrikt. I vassdragene gir dette en uønsket og i forurensingssammenheng skadelig næringstilførsel, mens det for brukerne betyr tap av jord og verdifulle næringsstoffer. Generelt vil tiltak som nedsetter erosjonen være gunstig for vekstvilkåra. Det er derfor både i samfunnets og brukernes interesse at erosjon fra bakkeplanerte areal gjøres så liten som mulig.

Den tekniske utførelsen har fram til 01.01.87 vært regulert gjennom tilskottsregler, småskrift og type-tegninger. Mange anlegg har imidlertid ikke fungert i samsvar med formålet, bl.a. fordi de tekniske kravene ikke har vært fulgt opp tilstrekkelig. Det kan også pekes på svakt vedlikehold i en del tilfeller.

### 3. VIRKNINGER AV BAKKEPLANERING PÅ VASSDRAG, FLORA OG FAUNA.

Bakkeplanering er i hovedsak knyttet til områder med marine avsetninger, dvs. områder med silt- og leirjord. Slik jord har normalt liten infiltrasjonsevne. På planerte areal har en dessuten ofte store sammenhengende areal med helling inntil 1:6. Dette innebærer at en realtvt stor del av nedbøren vil renne av på overfalten med tilhørende fare for erosjon. Erosjonsmaterialet er ofte næringsrikt.

Vegetasjon i randsoner reduserer forurensingene

Planering vil også medføre at randsoner og andre "naturlige" erosjonshindre langs bekker og vassdrag fjernes. Ofte er slik vegetasjon dominert av orekratt og andre løvtrær som tar næring av sigevannet. Vegetasjonen vil med andre ord redusere forurensingen av vannet, og vil dessuten binde bekkekanten slik at erosjon og utrasing reduseres.

#### 3.1 Virkning av arealavrenning på vassdrag

De negative virkningene av arealavrenning på vassdrag kan deles inn i virkninger som følge av økt jordpartikkelkonsentrasjon i vannet og virkninger som følge av økt næringstilførsel til vassdraget.

Erosjonsmateriale hemmer reproduksjonen til bunndyr og fisk, herunder kreps.

Jorderosjon fører til at store mengder jordmateriale transporteres til vassdragene. Jordpartiklene setter farge på vannet og gjør vannet grumsete og ugjennomsiktig. Jorderosjonen kan således skape betydelige ulemper for de fleste vannbrukere. Uorganiske jordpartikler større enn leirfraksjonen vil vanligvis sedimentere på stilleflytende elvestrekninger eller i nedenforliggende innsjøer. Dette kan føre til uønsket oppgrunning, noe som igjen kan føre til økt vannoppstuvning under flomperioder og vanskeligere ferdselforhold i deler av vassdraget. Slike problemer vil kunne forsterkes ved at grunnene gror til med sumpvegetasjon og langskuddplanter. Det synes å være faglig enighet om at stor partikkelpåvirkning hemmer både reproduksjon og veksten til de fleste bunndyrarter og fisk. Det synes blant annet å være en klar sammenheng mellom jordpåvirkning av vannet og nedgang i krepsbestand.

Erosjonsmateriale er ofte næringsrikt - kan føre til eutrofilering i vassdraget.

Ved overflateavrenning fra jordbruksarealer vil det være den "beste", mest oppgjødsle matjorda som renner ut i vassdragene. Det er særlig jordas innhold av fosforforbindelser og de gjødslingseffekter fosforet skaper i vassdraget som er blitt viet stor oppmerksomhet. Ettersom fosfor vanligvis er minimumsfaktor i vassdrag, vil fosfor i erodert jordmateriale bidra til en eutrofiering og algeoppblomstring, selv om en del av det fosforet som tilføres vassdraget med jordpartikler, unndras næringskjeden gjennom sedimentasjon.

Eutrofieringsutviklingen har i mange vassdrag endret de økologiske forhold på en slik måte at de fleste brukerinteresser er blitt skadelidende. Spesielt i grunne,



Eutrofiering fører som regel til kvalitetsreduksjon på fiskebestanden.

næringsrike innsjøer vil en betydelig del av det sedimenterte fosforet før eller senere kunne bringes ut i vannmassene på nytt som følge av ulike biokjemiske og mekaniske prosesser i vassdraget. De fleste norske lavlandssjøer oppviser idag store mengder og et uønsket stort innslag av "problemarter" (f.eks. enkelte arter blågrønnalger). Ved eutrofiering vil fiskebestanden kunne endres fra edelfisk mot en større andel karpefisk (skrapfisk).

### 3.2 Hensynet til planter og dyr. Landskapspleie

Småbekker med kantvegetasjon, åkerholmer, randvegetasjon langs åkrer og steingjerder, våtmark og gårdsdammer, eng, hagemark og andre beiter, er viktige områder for planter og dyr i kulturlandskapet. Disse områdene er i mange tilfeller de siste tilholdsstedene til ville planter og dyr i et intensivt drevet jordbrukslandskap og har også ofte en rik og variert vegetasjon av urter, kratt og lauvskog.

Nodonfor er de ulike landskapselementer vurdert med henblikk på deres betydning for planter, dyr, klima og landskapsbilde.

Vegetasjonsbelter og randsoner i bekker osv gir tilholdssted, skjulmuligheter og næring til dyr og fugler.

Randsoner, åkerholmer og åkerdeler med steingjerder og kratt har ofte rik og variert vegetasjon, bestående av planter som ikke finnes i andre biotoper. De kan fungere som produksjons- og beiteområder for fugler og annet vilt. F.eks. vil insekt- og frøspisende fugler som finker, spurvefugler og sangere finne næring eller hekke i slike områder. Likeledes er dette tilholdssted for hare, pinnsvin, grevling og rev. Er det nok skjul, vil også rådyr og elg beite i slike områder. Randsoner vil også være oppholdssted for bestøvende insekter f.eks. humler som kan være viktige for bestøving av kulturvekster (kløver, erter o.l.)

Bekker med tilhørende vegetasjonsbelter er ofte meget rike på småfagl. Slike områder gir hekke- og skjulmuligheter, samtidig som tilgangen på vann og næring gir høy insektsproduksjon og dermed gir et godt næringsgrunnlag for fuglene. Jo breiere vegetasjonsbeltet langs bekken eller vassdraget er, desto rikere blir fuglelivet.

Dammer og småvann er tilholdssted for amfibier (frosk, salamandre o.l.) og våtmarksavhengige fuglearter som f.eks. ender og bekkasiner.

Mange dyrearter er avhengige av korridorer eller ferdelslinjer gjennom jordbrukslandskapet, slik at de kan forflytte seg i skjul. Raviner, leirdaler, bekker med randvegetasjon av busker og trær, og åkerdeler er eksempler på ferdelslinjer gjennom åkerlandskapet. Vegetasjon langs bekker og vassdrag vil i tillegg til sin funksjon som ferdelslinjer for dyrelivet også gi skjul for dyrearter som benytter vassdraget som vannkilde.

Bakkeplanering blir utført for å tilpasse arealer til maskinell jordbruksdrift. I mange tilfelle vil slike områdetyper som er nevnt over forsvinne eller bli for små og isolerte til at de kan ha noen funksjon for dyrelivet. Dette forringer vår flora og fauna. Ved nyplanering og ved utbedring av eksisterende anlegg er det viktig at en tar hensyn til dette.

Vegetasjon kan virke gunstig på lokalklimaet.

Vegetasjonsbelter og randsoner vil særlig på flate arealer virke gunstig på lokalklimaet ved at variasjonene i vindhastighet dempes.

Vegetasjon gir inntrykk av et variert og rikt kulturlandskap.

Randvegetasjonen langs vassdrag og åkerkanter mot skog, åkerholmer og andre "restarealer" bidrar generelt til et mer variert og rikt kulturlandskap. Landskapet får mykere linjer og overgangene mellom ulike landskapstyper blir mer naturlige. Hagemark og eng vil også bidra til å skape variasjon i kulturlandskapet. Nær tettsteder vil slike arealer fungere som viktige ferdselsveier for allmenheten gjennom jordbrukslandskapet, og dermed redusere ulovlig ferdsel på dyrka mark.

Bakkeplanering av store arealer fører ofte til at landskapsbildet blir mindre variert. Når randsoner, åkerdeler og andre ferdselsveier i kulturlandskapet forsvinner, vil arealene bli mindre imøtekommende og tilgjengelige for rekreasjon og friluftsliv.

#### 4. PLANLEGGING/FORUNDERSØKELSER

Bakkeplanering medfører i mange tilfelle betydelige masseforflytninger og vannregulerende tiltak. For å oppnå tilfredsstillende resultat både med tanke på seinere bruk av arealene og på de miljømessige forhold, må arbeidet gjennomføres på bestemte måter. I visse områder kan jordart, hellingsforhold, forurensings-situasjon m.m. være av en slik art at området ikke bør planeres. Det kan være bestemt at visse områder ikke kan planeres. På siltholdig jord må en være særlig oppmerksom på erosjonsfaren.

##### 4.1 Oppstartning av arbeid

Detaljplanlegging av et tiltak bør ikke settes igang før fylkesmannen har avgjort spørsmålet om tillatelse til gjennomføring av arbeidene. Søknad til fylkesmannen skal vedlegges kartutsnitt som viser hvilke områder som blir berørt av planeringen, jfr. forskriftens § 4.

Planeringsarbeider må ikke settes i gang før det foreligger tillatelse fra fylkesmannen og plan godkjent av fylkeslandbrukskontoret.

Planeringsarbeider må ikke settes i gang før det også foreligger plan godkjent av fylkeslandbrukskontoret. I dette ligger også at grunnlagsarbeider som til eks. senkings- og lukkingsarbeider heller ikke må påbegynnes før planeringsplanene er godkjent.

Brukeren/eieren er ansvarlig for at de tekniske retningslinjene blir fulgt.

Det er eieren/brukeren av arealet som etter retningslinjene har ansvaret for at arbeid ikke settes i gang før tillatelse er gitt og at arbeidet blir gjennomført i samsvar med disse retningslinjer.

##### 4.2 Planens innhold

Planen skal bestå av

1. Utsnitt av økonomisk kartverk hvor planeringsfeltet er inntegnet. Nedbørfelt for bekker eller vannsig må også legges inn.
2. Kart eller flyfoto i høvelig målestokk (1:1000/1:2000, og ekvidistanse 1m/2m) over planeringsfeltet med tilstøtende terreng, hvor planeringsareal, eiendoms grenser, nødvendige grøfter og rørledninger m.v. er angitt.
3. Tverrprofiler, der hellingsforholdene før og etter planering er lagt inn.
4. Beskrivelse og kostnadsoverslag. I beskrivelsen angis m.a. jordartsforholdene og eventuelle erosjonsforebyggende tiltak beskrives.

Det stilles krav til innholdet i en planeringsplan.

5. Konsekvensvurdering. Det skal her gis en vurdering av de konsekvenser en gjennomføring av tiltaket, herunder tiltakene nevnt i pkt. 6, kan medføre. Det må legges særlig vekt på konsekvenser for landskap, vannforekomster og plante- og dyreliv foruten virkning på stabilitetsforhold (rasfare).
6. Planer for andre nødvendige tiltak i forbindelse med planeringsfeltet, for eks. grøfting, senkings- og lukkingsarbeider, nydyrking m.m.

#### 4.3 Utarbeiding av plan

I dette avsnittet er det lagt vekt på planleggingsprosedyren for selve planeringsarbeidet. For senkings- og lukkingsarbeider, grøfting, nydyrking m.m. er det i retningslinjene stilt krav om hvordan arbeidet skal utføres, men en har her ikke gått nærmere inn på selve planleggingsprosedyren.

Det er tre aktuelle måter å skaffe til veie nødvendige oppmålingsdata for planlegging av tiltaket. Det er ved

Hjelpemidler/  
metoder for opp-  
måling

- klassisk oppmåling med tachymeter eller andre egnede måleinstrument
- bruk av kotekart i målestokk 1:1000/1:2000
- fotogrammetri/EDB

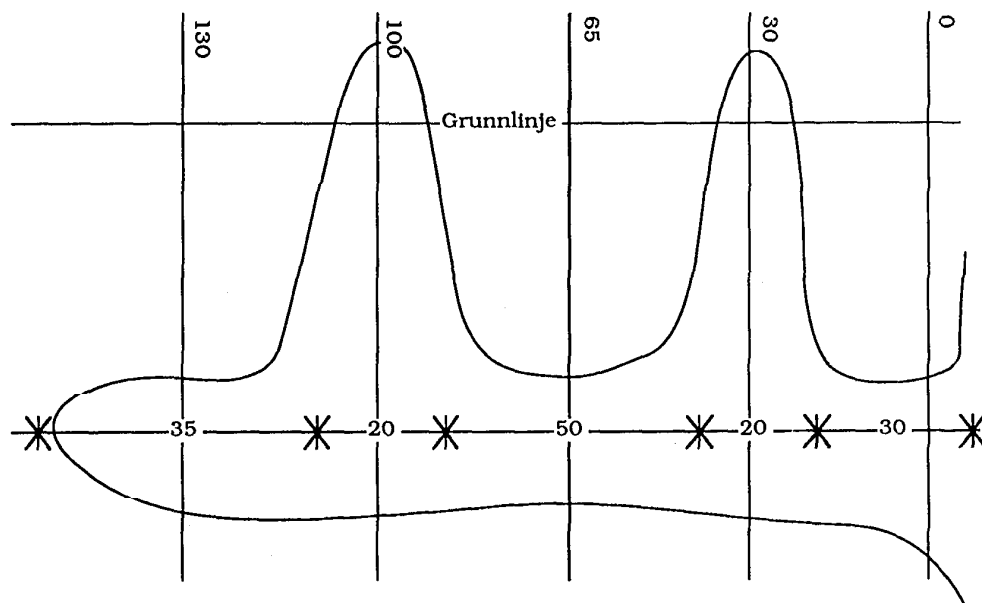
Sistnevnte metode egner seg best på store og uryddige felt. Slike tilfelle forekommer nå svært sjelden og metoden er derfor ikke nærmere beskrevet her, men regneprogrammet for metoden er fortsatt tilgjengelig.

Der det er tilgang på kart i målestokk 1:1000/1:2000, kan disse nyttes som grunnlag for planleggingsarbeidet. Der slike kart ikke foreligger, må området måles opp med tachymeter eller andre egnede måleinstrumenter. I særlig vanskelig terreng kan det være nødvednig å utarbeide et fullstendig kotekart.

Oppmåling: Oppmålingen tar utgangspunkt i ei grunnlinje på langs av feltet og et passende antall tverrprofil-linjer som stikkes ut vinkelrett på grunnlinja, jfr. figur 4 A.

Målepunktene legges hovedsaklig på profillinjene, men det viktigste er å få med naturlige begrensninger av feltet, slike som nabogrensener, veier, hus, bekker/-kanaler, skog, fjell osv.

Grunnlinjen legges helst på siden av feltet og peles opp eller markeres med fastpunkter (telefonstolper o.l.), slik at den lett kan gjenfinnes etter at planeringsarbeidet er gjennomført.



*Figur 4A: Prinsippskisse for plassering av grunnlinje og tverrprofil ved oppmåling av planeringsfelt.*

**Fastpunkt.** Fastpunktene kan legges på selve grunnlinjen eller ved siden av. Hvert felt må ha minst to fastpunkter, og punktene må høydebestemmes for den senere kontroll av planeringsarbeidet. Fastpunktene legges slik at de ikke blir forstyrret av planeringsarbeidet.

**Tverrprofiler.** Profilene stikkes ut vinkelrett på grunnlinjen ved hjelp av vinkelspeil i avstand 30 - 100 m. Ved hjelp av øyemål må profilene legges slik at de gir et gjennomsnitt av den delen av feltet de skal representere. I terreng med hoveddal og flere tverrdaler bør det legges et profil i hver dal og hver rygg. Går en fram på denne måten, er det viktig under oppmålingen å fastlegge hvor stor del av feltet vedkommende profil skal representere. Dette kan bestemmes ved bruk av bandmål eller ved skritting.

Ved innmåling av profilene er det som regel tilstrekkelig med fem punkter. Dersom terrenget er skrånende der profilet avsluttes, er det viktig å måle inn denne skråningen. Det kan få stor betydning for fastlegging av feltets yttergrense.

**Målestokk.** Det nyttes følgende norm for målestokk:

Kartet:	1:1000
Tverrprofiler: lengde	1:1000
høyde	1:200

**Kart.** På kartet legges inn grunnlinje og profillinjer foruten nødvendige detaljer i terrenget.

Profilark. På profilarket tegnes grunnlinje og profil-linjer opp med samme avstand som på kartet, slik at kart og profilark korresponderer. Hensikten er at kart og profilark skal kunne legges over hverandre og betraktes samtidig, og høyden og begrensninger avtegnes hurtig og nøyaktig.

Der en nytter ferdige kotekart som grunnlag for planleggingen, kan oppmålingen i terrenget sløyfes. Det videre arbeid vil imidlertid bli som beskrevet over. Det er også nødvendig med en grundig befaring av feltet, slik at naturlige begrensninger er fastlagt og omfanget av planen og eventuelt nabosamarbeid er avklart.

Beskrivelse og kostnadsoverslag. I beskrivelsen skal det gis en vurdering av områdets generelle egnethet for bakkeplanering. Stikkord i denne forbindelse er jordart, naturlig helling, høydeforskjeller, bebyggelse etc. Foruten å vise til disse retningslinjer som forutsettes kjent av de som skal foreta planeringsarbeidene, må det pekes på forhold som er spesielle nettopp for vedkommende tiltak. Det må også vises til typetegninger som gir nødvendige anvisninger. Kostnadsoverslaget skal omfatte alle kostnader som er forbundet med gjennomføringen av tiltaket.

Konsekvenser av tiltaket må vurderes.

Konsekvensvurdering. Denne skal inneholde en vurdering av eventuelle skader eller ulemper tiltaket kan føre med seg. Det kan dreie seg om fare for skader på bebyggelse, veger o.l., om det er kvikkleire i området osv. Det skal også gis en vurdering av virkninger på miljøforhold, jfr. kap. 3.

Planer for andre tiltak i forbindelse med bakkeplaneringa, slike som senkings- lukkingsarbeider, dyrking, grøfting m.m. må være i samsvar med de krav som er stilt i disse retningslinjer.

#### 4.4 Forundersøkelser/grunnboring

Grunnboring bør gjennomføres der en er usikker på forekomster av fjell og må gjennomføres der det er fare for at planeringsarbeidet kan utløse leirras. I sistnevnte tilfelle kan det i tillegg være aktuelt med særskilte grunnundersøkelser.

Bakkeplanering må ikke utføres uten grunnundersøkelser og stabilitetsvurdering der:

I visse situasjoner er det nødvendig med spesielle grunnundersøkelser

- planeringen fører til en permanent forverring av stabiliteten av de naturlige skråninger.
- større oppfyllinger (over 4 m høye) legges på naturlig flatt terreng.
- området er gradert som svært rasfarlig, kfr. "Faresonekart - kvikkleire" utgitt av Norges geotekniske institutt (NGI).

## 5. UTFORMING AV FELTET

Etter at planeringsarbeidet er utført må feltet kunne regnes som fulldyrka jord.

### 5.1 Tidspunkt for planering

Planeringsarbeider  
bør utføres vår/  
sommer

Det gunstige tidspunktet for gjennomføring av planeringsarbeider er den relativt tørre perioden vår/sommer. Dette er tilfelle både med tanke på den rent tekniske utførelsen av arbeidet og i tillegg faren for erosjon i anleggsperioden. Hovedtyngden av arbeidene bør derfor utføres i denne årstida.

Ikke tillatt å sette  
igang planerings-  
arbeid på telen jord.

Vinterplanering er uheldig av flere årsaker. For det første havner frosne leirblokker i ulike dyp i fyllingene. Disse blokkene tiner langsomt og vil i denne perioden redusere stabiliteten i fyllingene og også føre til betydelige setninger. Rørledninger kan også skades som følge av punktbelastninger fra leirblokkene. Dernest vil det når jorda er frossen, være vanskelig eller umulig å ta vare på matjordlaget, jfr. de krav som er satt i kap. 5.2. Ut fra ovennevnte forhold er det ikke tillatt å sette i gang planeringsarbeid på telen jord.

Ved avbrudd i mer enn  
4 uker må feltet  
sikres mot erosjon

I spesielt våte/nedbørsrike perioder bør planeringsarbeid unngås. Arbeidet må i alle tilfelle utføres slik at det ikke fører til unødvendig erosjon. En må derfor under hele arbeidet sørge for å ha tilfredsstillende kontroll med vannet.

Dersom det oppstår avbrudd i planeringsarbeidet som varer mer enn 4 uker, må feltet sikres mot erosjonskader.

### 5.2 Matjordbehandling

I løpet av de siste 8-10 000 åra har det øvre jordlaget blitt utsatt for en rekke prosesser som i de fleste tilfeller har ført til et humusrikt og godt utvikla jordsmonn/matjordlag. Dette laget er som regel mektigst i dalbunnen.

Planert jord har som regel ugunstige jordfysiske forhold med svært lite innhold av vannstabile aggregater. Tilfredsstillende innhold av organisk materiale er den sikreste måten å oppnå stabile aggregater på. Aggregatdannelse gir bedre rotutvikling hos plantene og derav bedre utnyttelse av næringsstoffer og ikke minst vannet i jorda.

Matjorda skal tas  
vare på

På planert jord er matjordlaget derfor en verdifull og nødvendig ressurs på grunn av dets innhold av organisk materiale og stabile aggregater. Ved planering skal matjordlaget tas vare på slik at det etterpå kan fordeles på overflata.

Høyt innhold av organisk materiale øker også infiltrasjonsevnen og virker dempende på overflateerosjonen.

Organisk materiale har en rekke positive virkninger på plantevekst og jordstruktur.

Undergrunnsjord av leire har ofte ph opp mot 8 og dette fører til sterk binding av fosfor. Også fosfor som tilføres, vil bindes sterkt og bli vanskelig tilgjengelig for plantene. Matjordlaget har lavere ph og vil derfor bedre den naturlige tilgangen på fosfor.

Plantenes forsyning av nitrogen fra undergrunnsjorda er nærmest lik null. Tilføring av organisk materiale (eks. matjord) vil bl.a. føre til en utjamning av nitrogen-tilgangen for plantene.

Aktuelt å tilføre organiske materialer

Både på eldre og nyplanerte felt er det aktuelt å tilføre organisk materiale i form av kloakkslam, husdyrgjødsel, bark o.l.

Ekstrakostnadene ved å ta vare på matjorda vil normalt betale seg i løpet av få år ved økt avling. Areal hvor det av økonomiske årsaker ikke vil være mulig å ta vare på matjorda, skal ikke planeres.

### 5.3 Hellingsforhold/utforming av overflaten

Dess større helling terrenget har etter planering, dess større krav stilles det til handteringen av overflatevannet.

Største tillatte helling er 1 : 6

Etter planering skal feltet ikke noe sted ha helling brattere enn 1:6. Der det er teknisk mulig bør hellingen ikke være brattere enn 1:8 - 1:10. På spesielt erosjonsutsatt jord kan det stilles krav om helling 1:8 eller slakere. Areal hvor det ikke er teknisk/økonomisk mulig å planere så slakt som 1:6 (1:8), skal ikke planeres. Eksisterende anlegg med helling brattere enn 1:6 kan godtas dersom forholdene på feltet er tilfredsstillende med hensyn til erosjon og overflateavrenning.

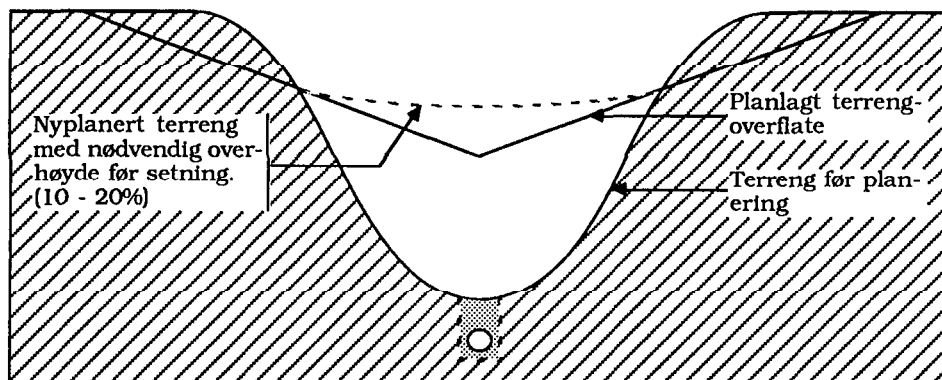
Det kan unntaksvis planeres brattere dersom formålet er ren stabilitetsforbedring. Arealene må da tilså slikt at en får permanent grasdekke. Slike planeringsarbeider må gjøres i samråd med geoteknisk sakkyndige.

Ved planering vil en på oppfylte areal få setninger. Størrelsen av disse avhenger bl.a. av grunnens og fyllmassenes beskaffenhet og høyde på fyllinga. Normalt må en regne med setninger på 10 - 20% av fyllingshøyden. Setningene er størst de første 1-2 åra etter at planeringsarbeidet er utført, og er i hovedsak avsluttet etter ca. 10 år.

Ved planering må det tas hensyn til setninger.

En gjør oppmerksom på at kravene i disse retningslinjer gjelder forholdene også etter setninger. Alle fyllinger må derfor planeres med overhøyde og med større overhøyde dess høyere fyllinga blir, jfr. figur 5A.

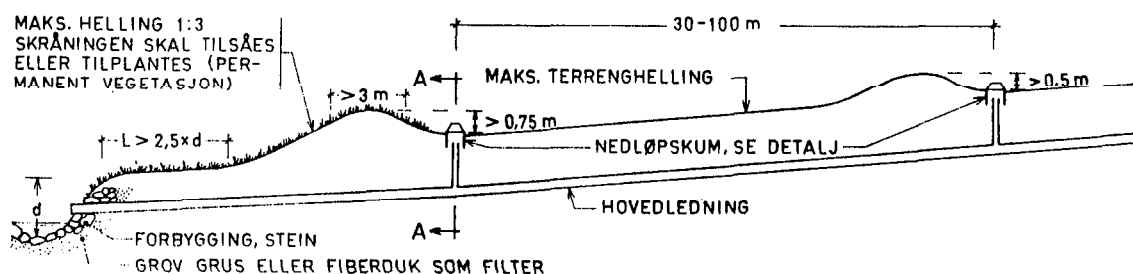




*Figur 5A: Fyllinger må planeres med overhøyde på grunn av setninger.*

Må planeres overhøyde 0,5 m (0,75 m) nedenfor hvert nedløp for overflatevann.

Det er nær sammenheng mellom plassering av nedløp for overflatevann og terrengutforming. Terrengtet planeres innhult slik at det blir fall mot nedløpa fra alle kanter. Nedenfor hver kum/nedløp skal det være en overhøyde på minst 0,5 m, jfr. figur 5B. Terrengtet bør dessuten utformes slik at nedre del av feltet får slakere helling enn resten av feltet.



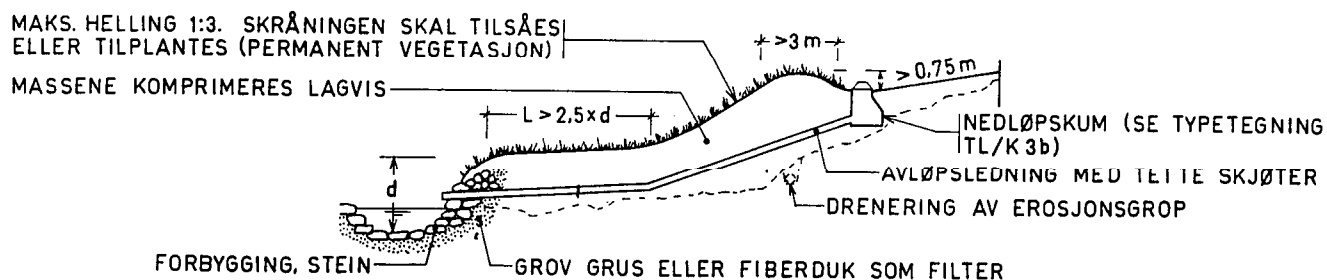
*Figur 5B: Terrengutforming og kumplassering på planeringsfelt. (Etter typetegning PL/I1a).*

Det er avgjørende for et vellykket resultat at overflatevann ikke får renne over fyllingskanten. Overhøyden nedenfor siste kum må derfor være minst 0,75 m (etter setning).

Når kummenes plassering er bestemt, bør terrengtet formes i slake forsenkinger (10-20 m brede) slik at vannet naturlig ledes til bestemte punkt hvor det kan samles opp og føres videre. Denne løsningen har få eller ingen driftsmessige ulemper, og kan erstatte eller redusere behovet for vannveier, jfr. kap. 6.4.2.

Spesielle tiltak kan være nødvendig for vannregulering nær fyllingskanten

Der det er svært vanskelig eller umulig å få planert motfall nær fyllingskanten, kan overflatevann likevel hindres i å renne over kanten ved at det nær denne legges opp en voll/forhøyning. Denne må være min. 0,75 m høg og være så bred at det gir tilstrekkelig sikkerhet mot brudd, dvs. min. 3 m, se figur 5C.



*Figur 5C: Motfall/forhøyning ved fyllingskanten. (Etter typetegning PL/U1a).*

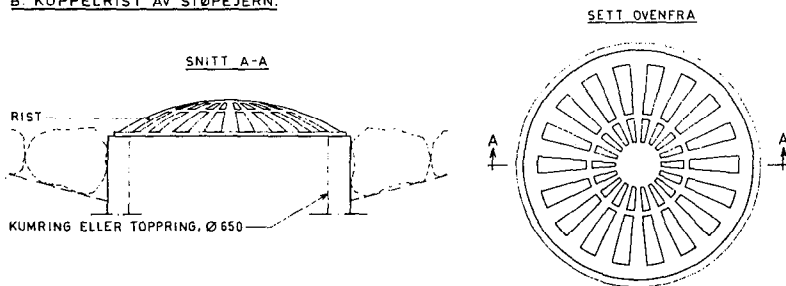
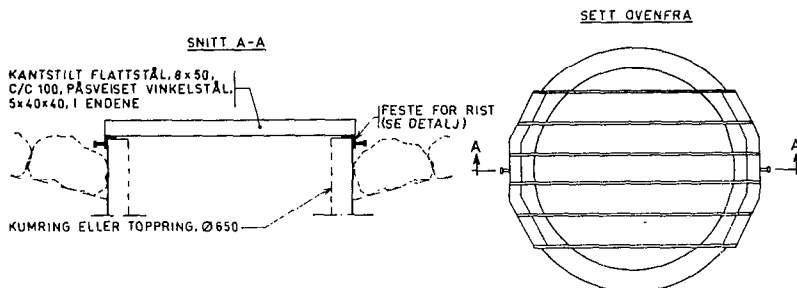
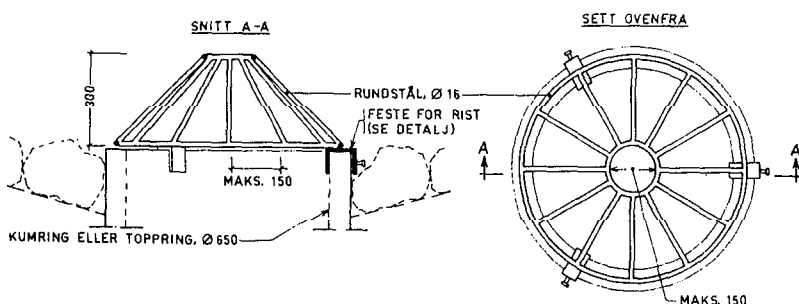
Innenfor forhøyningen anlegges kum(mer) med romslig dimensjonert avløp, dvs. 3-4 ganger normal flom-avrenning (50 - 100 års flom). På kummen må nyttes risttype C eller D i typetegning TL/R6a jfr. figur 5D.

Steinsatt renne  
(flomløp)

Der ovennevnte tiltak ikke passer eller det av andre grunner kan oppstå situasjoner hvor vann kan renne over fyllingskanten, bør det anordnes ei steinsatt renne (flomrenne) i skråningen. Renne dimensjoneres for den forventede vannmengde. Under steinen må nyttes fiberduk for å hindre utvasking jfr. figur 5E. Bunnen i renna bør ikke være lavere enn ca. 0,3 m over nedløp i kum, slik at kummens kapasitet blir utnyttet først. Prinsippet kan imidlertid også nyttes der det ikke er eller vil bli anlagt nedløpskum.

#### 5.4 Skjæring/fylling. Avstand til bekk.

I mange tilfelle gjøres fyllingskanten svært bratt og også avsluttes svært nær bekkkanter o.l. Blir fyllingskanten for bratt, vil en kunne få lokale utglidninger i massen. Slike stabilitetsproblemer har i en del tilfelle bare betydning for selve fyllingen. Mer alvorlig blir det når fyllingen avsluttes slik at den reduserer stabiliteten av nærliggende skråninger.

**B: KUPPELRIST AV STØPEJERN.****C: FLATRIST AV KANTSTILT FLATTSTÅL.****D: KJEGLERIST AV RUNDSTÅL.**

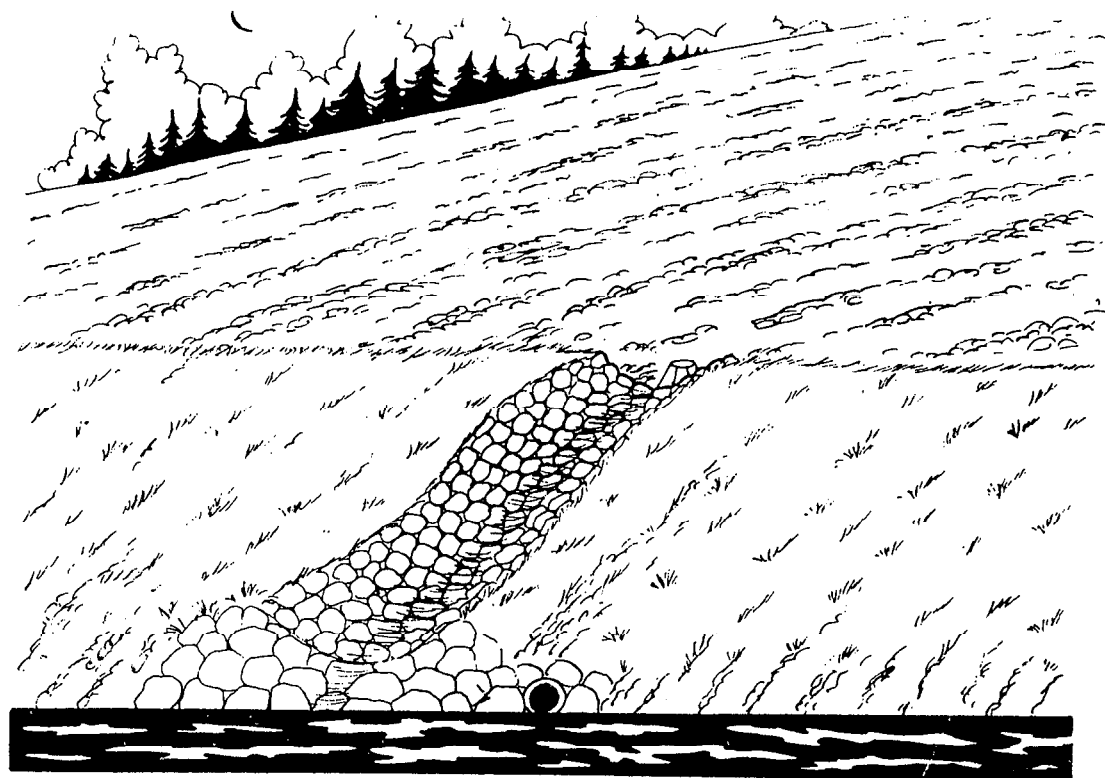
*Figur 5D: Aktuelle lokk/risttyper for nedløpskummer.  
(Utsnitt av typetegning TL/R6a).*

Maks. helling i  
fyllingsskråning 1:3

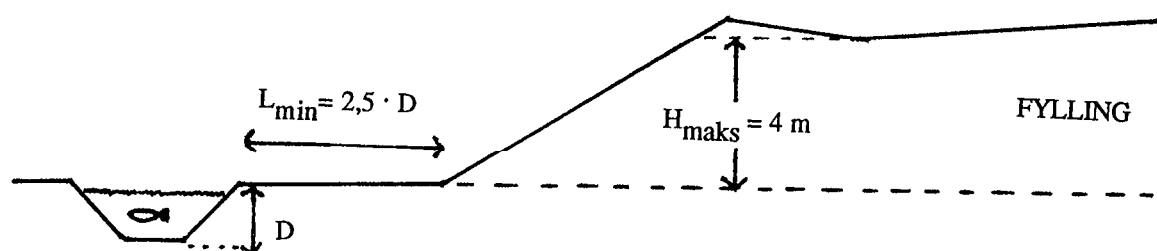
Hvilken helling som kan tillates i en fyllingsskråning, avhenger først og fremst av fyllmassenes beskaffenhet og komprimering, men også av dreneringsforholdene. Fyllingsskråninger i leire/ silt skal ikke være brattere enn 1:3.

Fyllinga må ikke  
avsluttes for nær  
bekker o.l.

Dersom fyllingen er høy, kan en, selv om den lokale stabilitet er tilfredstillende, risikere grunnbrudd i massene under fyllingen. Risikoen for dette øker sterkt om fyllingen ikke avsluttes i tilstrekkelig avstand fra bekken. Det må derfor ikke legges opp fyllinger med høyder (H) over 4 m ut mot bekk o.l. I tillegg må fyllingsfoten ikke ligge nærmere bekken enn en avstand (L) på  $2,5 \times D$ , hvor D er dybden av bekken, jfr. figur 5F. Dersom høyden (H) er større enn 4 m, må avstanden (L) vurderes særskilt.

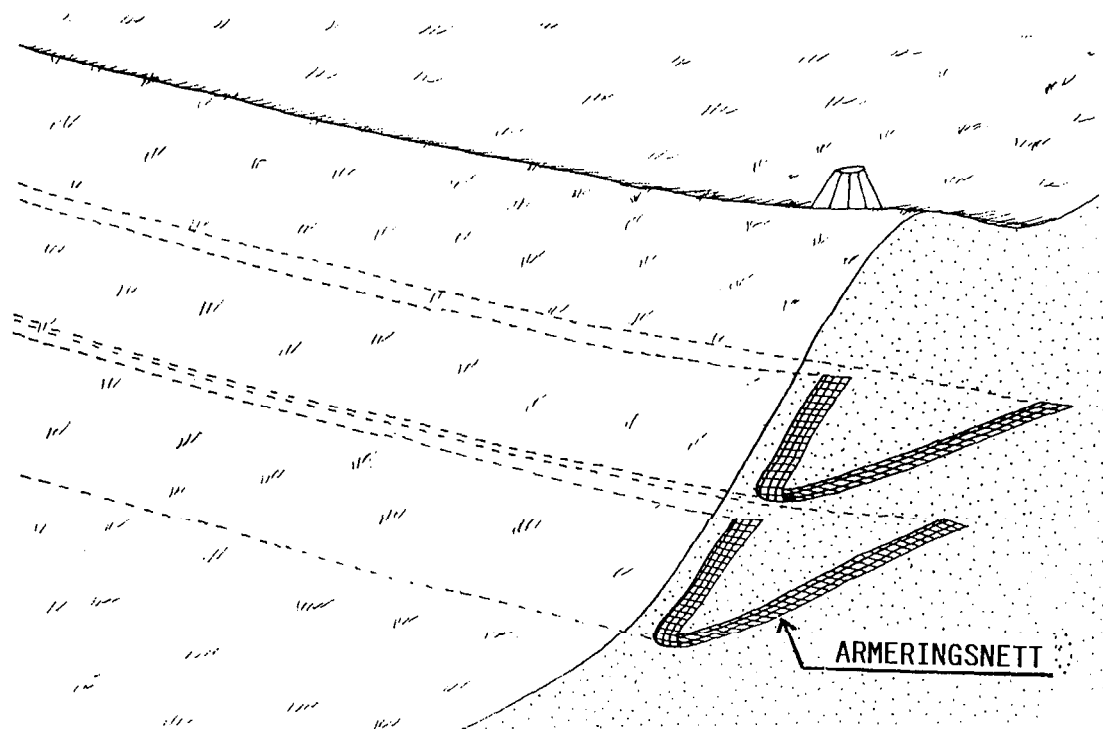


*Figur 5E: Steinsatt renne i fyllingsskråning.  
(Tegning R. Kløverød).*



*Figur 5F: Avslutning av fylling nær bekkeløp.  
Skjematisk.*

Fyllingsender kan forsterkes med jordarmering, enten plastnett eller geotek duker for jordarmeringsformål. Det finnes i dag flere produkter på markedet. Prinsippet for slik armering av ei fylling er vist i figur 5G. Slik armering er mest egnet ved nyanlegg. Armeringa legges i horisontale lag etter hvert som



*Figur 5G: Forsterkning av fyllingsende med jord-  
armering. (Tegning R. Kløverød)*

fyllinga bygges opp. En kan imidlertid ikke uten videre anbefale brattere skråninger enn 1:3 selv om man armerer fyllingsenden, men sikkerheten mot glidning økes. Kommer en likevel til, etter vurdering av geoteknisk sakkyndig, at skråningen kan gjøres brattere enn 1:3, må avstanden til bekk o.l. økes tilsvarende av hensyn til faren for grunnbrudd. Dette vil medføre at behovet for erosjonssikring øker og må vurderes særskilt.

Tillatt helling i skjæring vurderes ut fra jordart og høyde

Bakkeplanering medfører høyere eller lavere skjæringer. Følgende hellinger kan nyttes i de vanligste forekommende jordtypene ved planering:

Fast leire	1:1,5	-	1:2
Bløt leire	1:2,5	-	1:3
Silt	1:2	-	1:2,5

De slakeste hellingene bør nyttes når høyden på skjæringa overstiger 3 m.

Både skjæringskant og fyllingskant skal straks tilsås med gras og om nødvendig tilplantes. Det anbefales å

bruke frøblandinger (engfrøblanding eller frøblanding for grøntanlegg). Aktuelle enkeltarter er bl.a. kløver, engrapp og engsvingel.

Skjærings-/fyllings-  
ender skal tilsås  
straks, om nødvendig  
også tilplantes.

Det kan stilles krav om tilplanting av skråningene dersom dette er nødvendig ut fra hensynet til landskap eller forurensing. En sone av busker og lauvtrær (vegetasjonssone) i skråningene og i området mellom bekk og fyllingsfot vil være en utmerket biotop for vilt/-fugler og bidra til å redusere forurensningene fra arealavrenning og erosjon. Av aktuelle treslag nevnes selje, or, vier eller pil. Bartrær anbefales ikke.

## 6. VANNREGULERING

Planering er som regel knyttet til jord med lav gjennomtrengelighet (permeabilitet) for vann samtidig som felta har stor helling (inntil 1:6). Dette medfører i perioder stor overflateavrenning og derav fare for erosjonsskader og forurensing.

På planeringsfelt er det derfor svært viktig at overflatevannet tas hånd om på en teknisk tilfredsstillende måte. Dette gjelder både avrenning fra selve feltet og avrenning fra nedbørfelt bak planeringsarealet, men som må føres gjennom feltet, enten i åpne eller lukka (gjenlagte) avløp. For liten dimensjon på avløpene vil kunne føre til betydelige skader.

### 6.1 Vurdering av avrenningsintensitet

#### 6.1.1 Dimensjoneringsgrunnlag.

Dimensjonerende vassføring kan beregnes ut fra formelen

$$Q = A \cdot q$$

hvor Q = beregnet avrenning

A = nedbørfelt

q = avrenningskoeffesient

Størrelsen av nedbørfeltet (A) bestemmes ut fra kart, eventuelt supplert med befaringer i terrenget. Aktuelle kart i denne forbindelse er økonomisk kart (M 1:5 000) og topografisk kart (M 1:50 000).

Avrenningskoeffesienten (q) står for avrenning pr. flateenhet. Den påvirkes av en rekke faktorer som

- nedbørsforholdene (mengde, intensitet m.m.)
- nedbørfeltets størrelse
- nedbørfeltets topografi
- nedbørfeltets form
- jordart
- vegetasjon
- bebyggelse i nedbørfeltet

Avrenningsintensiteten/dimensjoneringsgrunnlaget må vurderes i hvert enkelt tilfelle

Under normale forhold vil nedbørsforholdene være den viktigste av disse faktorene. Dess større årsnedbøren er, dess større er også normalt avrenningstoppene (flommene).

Dersom deler av nedbørfeltet er bebygd, slik at andelen av takflater og asfalterte veier blir stor, må avrenningen vurderes svært nøye. Det kan være nødvendig å regne spesielt på avrenningen fra den bebygde delen av feltet. Teknisk etat i kommunen kan bistå med dette. Erfaringstall fra andre tiltak gir nyttig informasjon.

Avrenning angis normalt i l/s eller  $m^3/s$ . Avrenningskoeffisienten angis som sl/daa, sl/ha eller sl/km<sup>2</sup>. Nedbørfeltet angis i daa, ha eller km<sup>2</sup>.

### 6.1.2 Dimensjonering

Ved dimensjonering av avløp, åpne eller lukka, er det flomtoppene som er av størst interesse. Hvor romslig en bør dimensjonere blir ofte et spørsmål om kostnader kontra faren for skader ved for liten dimensjonering. Spesielt vil dette være tilfelle for lukka avløp.

Åpne avløp skal normalt ha så stor kapasitet at dimensjonerende flom holdes innenfor profilet. Skadene ved snau dimensjonering er ofte små, med mindre bebyggelse blir berørt.

Dimensjonering av åpne/lukka avløp

Ved lukka avløp vil det ikke være mulig å dimensjonere for alle tenkelige flommer. En må derfor nøye vurdere hvilke skader som kan oppstå om noe av vannet må renne av på overflaten. På planeringsfelt kan selv små mengder overvann gjøre betydelig skade, pga ofte stort fall og erosjonssvak jord. Skal bekker/avløp i slike områder lukkes, må det dimensjoneres romslig.

For større nedbørfelt er det utviklet regneprogram for beregning av q. Institutt for hydroteknikk, NLH, har utført en rekke avrenningsmålinger i mindre nedbørfelt rundt om i landet. Disse er publisert i "Forskning og forsøk i landbruket" i årene 1972, 1973 og 1974. En tredje kilde for vurdering av flomavrenninger, er å nytte erfaringstall.

Forsøk med modeller for beregning av q har foreløpig ikke resultert i noe konkret.

For små nedbørfelt har man i forbindelse med dimensjonering av senkings- og lukkingsarbeider og seinere erfaringer med disse, fått et relativt godt utvalg av lokale avrenningstall. Inntil videre er det i stor grad nødvendig å bygge på disse tallene. Avhengig av hvor i landet en befinner seg, ligger disse mellom 2,5 og 20 sl/ha.

På planeringsfelt dimensjoneres avløpet med dobbel kapasitet

For tiltak i større vassdrag nyttes ofte 30-års flom som dimensjonerende avrenning, dvs en avrenning som i gjennomsnitt antas å ville opptre 1 gang hvert trettiende år.

Sørg for rikelig kapasitet fra siste kum og ut.

Lukkinger i forbindelse med bakkeplanering bør minst dimensjoneres for antatte 30 - 50 års flommer på grunn av faren for erosjonsskader. Det kan i det enkelte tilfelle være vanskelig anslå hvor stor en 30-50 års flom vil være, men en antar at kravet vil bli tilfredsstillt dersom en øker de lokale erfaringstall for dimensjonering av lukka avløp på jordbruksarealer med omlag 100%, dvs. til kapasitetsmessig det dobbelte.

Det er særlig viktig at kapasiteten fra siste kum og til



utløpet er tilstrekkelig, jfr. kap. 5.3.

## 6.2 Åpne avløp

Åpne hovedavløp i planeringsfelt er relativt sjeldne. Er nedbørfeltet så stort at det ikke er økonomisk forsvarlig å lukke avløpet, må det velges åpent avløp, selv om dette kan redusere planeringsarealet.

For bratte sideskråninger gir permanent ustabile forhold

I åpne avløp må kanalenes sideskråninger ikke gjøres brattere enn det jordarten tillater. En risikerer ellers ustabile skrånninger og at jordmassen siger ned i kanalen. Disse massene er lettangripelige for vannet og etterhvert som de eroderes bort, siger nye masser med. Det er typisk for slike tilfeller at situasjonen på sikt heller ikke blir stabil. Resultatet kan bli en problembekk med betydelig partikkeltransport.

Det er utarbeidet tabeller over anbefalte sideskrånninger i ulike jordarter. Djupe kanaler må ha slakere sideskrånninger enn grunne kanaler. Fordi leire/siltjordarter er dominerende i de områdene det er mest aktuelt å planere, er det i tabellen nedenfor satt opp anbefalte sideskrånninger i disse jordartene:

*Tabell 6.1: Bratteste anbefalte sideskråning ved kanalisering i leire/siltjordarter.*

Jordart	Grunn kanal	Djup kanal
	< 1,5 m	> 1,5 m
Leire	1 : 1,5	1:1,75 - 1:2
Silt	1 : 1,75	1:2 - 1:2,25

Riktige sideskrånninger gir redusert vedlikehold

Dersom sideskråningene legges ut til riktig helling med en gang, reduseres eller elimineres ovennevnte problem. Noe mer masse må imidlertid graves ut og kanalens dagbredde øker. På den annen side reduseres vedlikeholdskostnadene betydelig fordi slike kanaler ikke behøver renskes opp så ofte og vedlikeholdsarbeidet blir enklere ved at det ikke er nødvendig å røre de graskledte sidene, men kun fjerne massen som har lagt seg i bunnen.

Vannhastigheten i kanalen må ikke være større enn det jordarten tåler. En risikerer ellers erosjon i bunn og sider. De fleste urørte/naturlige bekker har i dag fall på grensen av eller over det jordarten tåler. Ved utretting/senking av slike bekker kan disse problemene forsterkes.

De fleste bekker har for stort fall

Ved planlegging/graving av åpne kanaler må bunnlinja legges med slikt fall at vannhastigheten ved dimensjonerende flom ikke overstiger det jordarten tåler, jfr. tabell 6.2. Uten spesielle sikringstiltak (forbyggingstiltak) er dette 1,0 m/s i leirjord og 0,8 m/s i siltjord.

Tabell 6.2: Tabellen viser største tillatte fall (i o/oo) i kanaler ved ulike vannføringer når vannhastigheten ikke skal overstige henholdsvis 1,0 og 0,8 m/s.

Jordart	Vannhastighet (m/s)	Vannføring (m <sup>3</sup> /s)							
		0,5	1,0	1,5	2	3	4	5	10
Leire	1,0	5	3	2,5	2,0	1,5	1,3	1,2	0,7
Silt	0,8	3	2	1,5	1,2	1,0	0,7	0,6	0,4

Eksempel: En kanal med dimensjonerende flomvannsføring 2 m<sup>3</sup>/s skal føres gjennom et område med siltjord. Av tabell 6.2 ser vi at det da kan tillates et fall på inntil 1,2 o/oo uten at kritisk hastighet for siltjord overskrides.

Dersom det naturlige fallet er større enn det tabellen over viser, er det nødvendig enten å

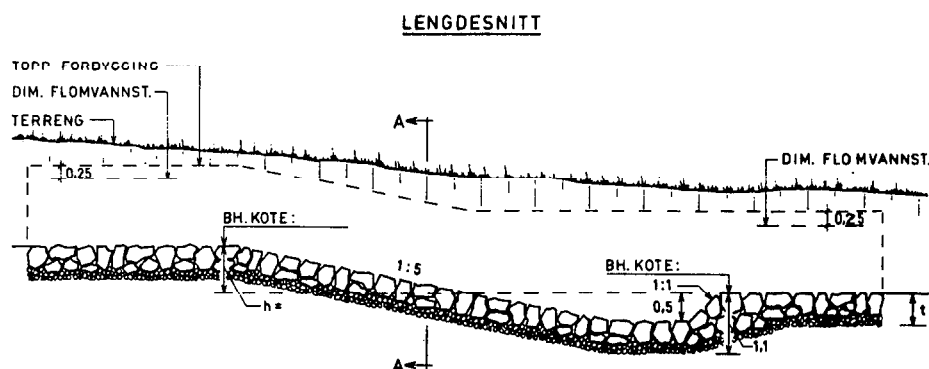
Ved stort fall må det anlegges terskler/stryk, alternativt steinsette kanalen.

1) redusere fallet ved hjelp av terskler/stryk med jamne mellomrom, jfr. figur 6A.

eller å

2) forbygge (steinsette) kanalen i hele dens lengde.

Utformingen av terskler/stryk er vist i typetegninger utgitt av Landbruksdepartementet jfr. typetegningene TÅ/S1e, TÅ/S1f og TÅ/S1g.

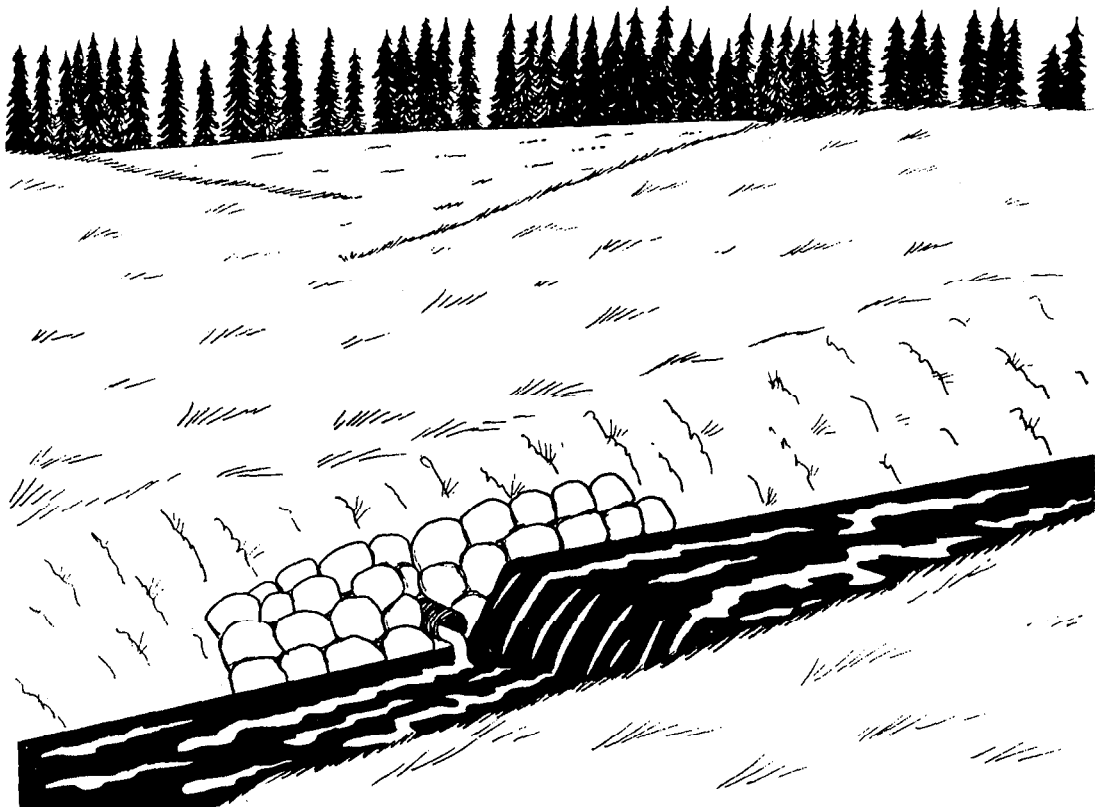


Figur 6A: Åpne avløp - sikring i stryk med stein. (Utsnitt av typetegning TÅ/S1f).

Sørg for erosjons-  
grop/energigreper ved  
foten av stryka.

Ved bygging av stryk er det svært viktig at energi-  
dreperen (energigropa) ved foten av stryket/terskelen  
blir tilfredstillende utformet. Denne skal hindre at  
vannet fortsetter med stor (overkritisk) hastighet  
videre og på den måten forårsake erosjonsskader nedenfor  
stryket.

Strykene plasseres slik at gravemassene ikke blir unødige  
store og slik at de ikke kommer i konflikt med  
drensutløp. Ofte er det praktisk å legge strykene rett  
ovenfor drensutløp o.l., se figur 6B.



*Figur 6B: Prinsipp for plassering av stryk i forhold til  
utløp fra drenering/lukka avløp m.m. for å unngå  
unødvendig stort gravevolum. (Tegning R. Kløverød)*

I noen tilfeller er det mest hensiktsmessig å benytte  
det naturlige fallet og heller forbygge kanalen, dvs.  
steinsette kanalens bunn og sider. I noen tilfelle kan  
det være tilstrekkelig å steinsette utsatte partier, til  
eksempel en sving eller en side av kanalen (ensidig  
forbygging). I andre tilfelle må begge sider forbygges  
(tosidig forbygging). Landbruksdepartementet har utgitt  
typetegninger med anvisninger på hvordan dette arbeidet  
skal gjøres, jfr. typetegningene TÅ/NOa, TÅ/S1a, TÅ/S1b,  
TÅ/S1d og TÅ/S2a.

Det vises forøvrig til typetegning TÅ/A0a.

### 6.3 Lukka avløp

Avløp fra nedbørfelt hvor en antatt 50-årsflom overstiger 800 - 1000 l/s, bør normalt ikke legges i rør.

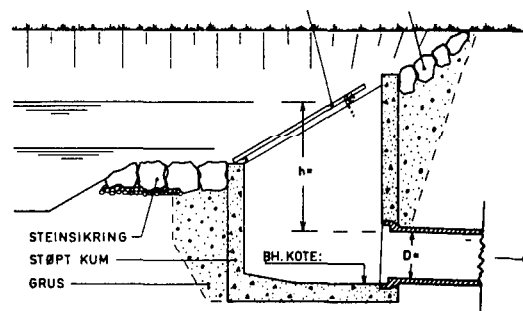
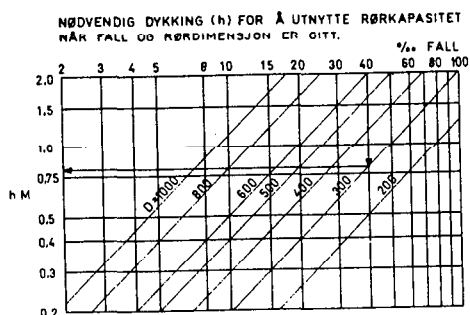
#### 6.3.1 Dimensjonering av rørledninger. Legging.

Når dimensjonerende flomavrenning er bestemt, kan en finne nødvendig rørdimensjon ut fra tabeller eller nomogram. Det vises her til typetegningene TL/T0a, TL/T0b, TL/T0c, TL/T0d, TL/T0e, TL/N0d og TL/N0e.

Ved bruk av dimensjoneringsnomogram må en være oppmerksom på energitap i innløpet som kan kreve dykking.

Tabeller og nomogrammer er normalt basert på fulltløpende rør. Ved stort fall/stor vannhastighet kan det på grunn av energitap i innløpet være vanskelig å få fylt ledningen. Den faktiske kapasiteten vil da være mindre enn det tabellene eller nomogrammene tilsier. Ved enkle tiltak kan imidlertid fyllingen av rørstengen bedres. Et av disse er å dykke inntaket, dvs. legge forholdene til rette for at vannet kan stuve seg opp foran inntaket og dermed oppnå et visst overtrykk.

I typetegning TL/I3a og TL/I3c er det satt opp en tabell som viser hvor stor dykking som er nødvendig for å få utnyttet kapasiteten til røra under ulike forhold, jfr. figur 6C og kap. 6.3.2.



Figur 6C: Eksempel på inntakskum m/rist og krav til nødvendig dykking (h) av en ledning for å utnytte den teoretiske rørkapasiteten. (Utsnitt av typetegning TL/I3a).

Der fallet på ledningen er stort, risikerer en periodevis overtrykk/undertrykk i røra. Dette gir fare for utvasking av masser rundt røret og det bør i slike tilfelle nyttes rør med tette skjøter. Rør med tette skjøter bør også nyttes der ledningen ligger på større dyp og er vanskelig tilgjengelig for inspeksjon/reparasjon.

I visse situasjoner må det nyttes rør med tette skjøter

Som en generell regel skal det nyttes rør med tette skjøter når hastigheten i røret overstiger 3 m/s og/eller overdekningen på røra blir større enn 2 m. I

erosjonsfarlige jordarter (til eks. silt) skal det alltid nyttes rør med tette skjøter.

Følgende rørtyper beregnet på bortledning av vann er pr. november 1988 godkjent for tette skjøter:

NS 2940 Grunnavløpsrør av polyvinylklorid (PVC-rør)  
 NS 2941 " " " polyetylen (PEH-rør)  
 NS 3625 " " " polypropylen (PP-rør)  
 NS 3027 Betongrør, og rørdeler av uarmert betong (G-rør)  
 NS 3028 " ,armerte falsrør uten fot.

Det må bare nyttes godkjente rør.

Der det ikke er behov for helt tette ledninger, kan andre rørtyper produsert etter norm godkjent av Landbruksdepartementet eller etter Norsk Standard der slik standard er utarbeidet, brukes.

Korrugerte stålrør er ikke tillatt å bruke i planeringsfelt.

Rør av alle typer må legges i samsvar med produsentens anvisninger. Leggeanvisninger skal være tilgjengelig hos leverandør. Det vises også til typetegningene TL/L3a og TL/L5a.

Rør må legges i samsvar med produsentens anvisninger

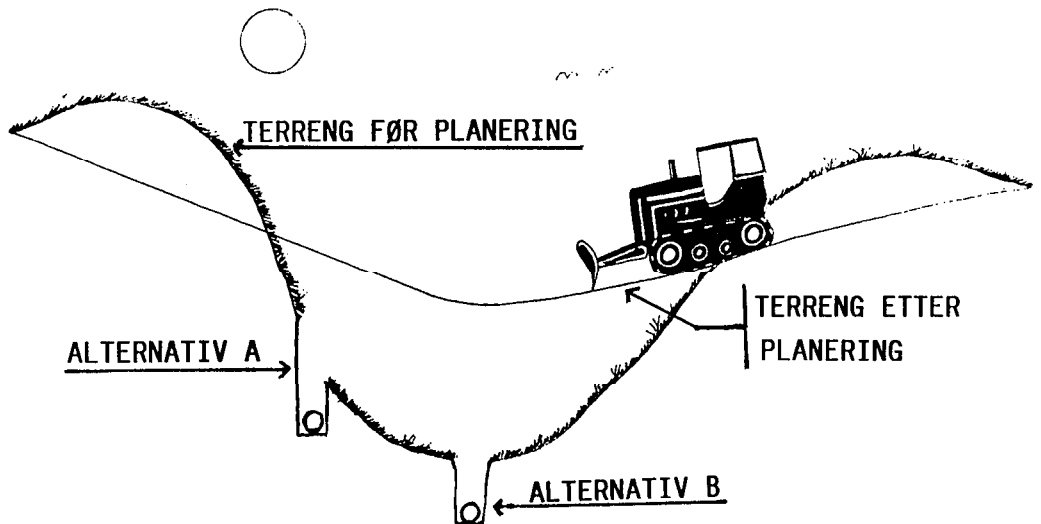
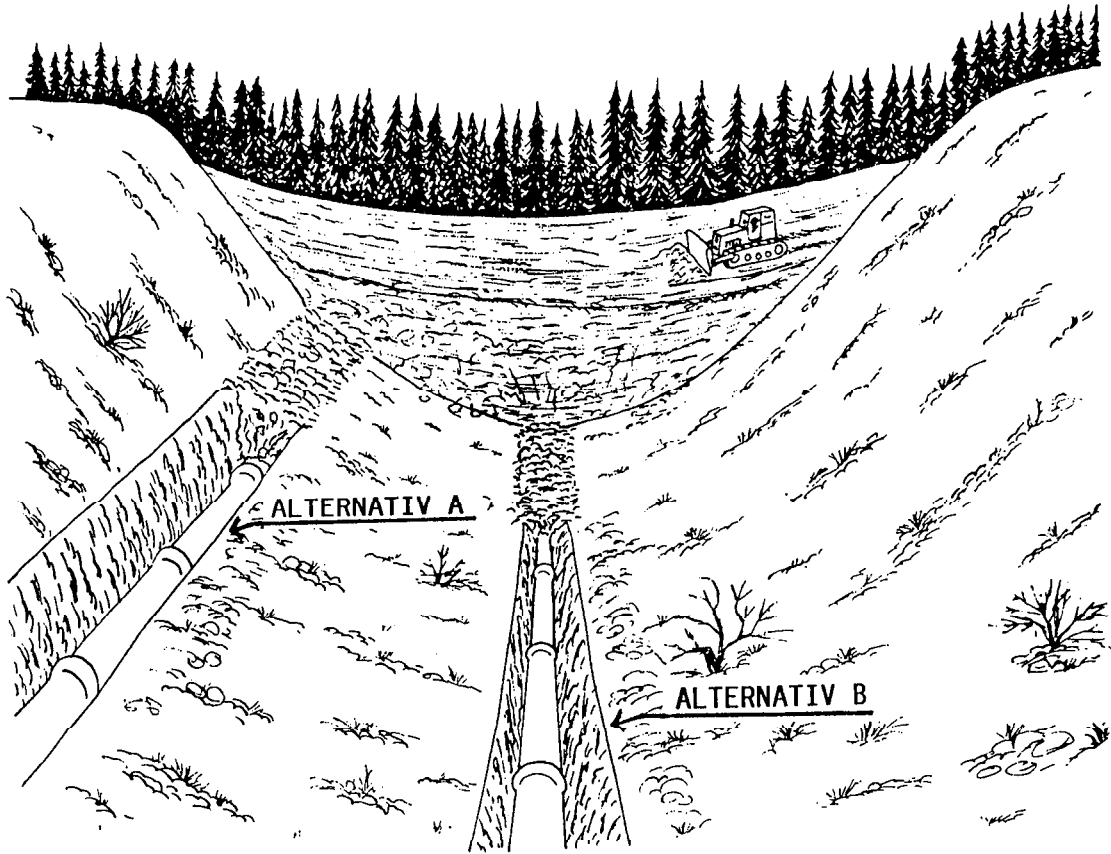
Plastrør er karakterisert som fleksible (mjuke) rør i motsetning til betongrør som karakteriseres som stive rør. For fleksible rør er det et nært samspill mellom styrken på røret og kvaliteten på omfyllingsmassene. Valg av rør/omfyllingsmasser må derfor bestemmes i hvert enkelt tilfelle ut fra den aktuelle situasjonen, jfr. typetegning TL/L5a eventuelt legge anvisningene i NPF-8001.

Tabell 6.3: Tabellen viser største tillatte overfylling på betongrør (NS 3027) lagt i stedlige omfyllingsmasser og største fall for å unngå hastigheter over 3 m/s.

diameter (mm)	100	150	200	250	300	400	500	600
Maksimal overfylling (m)	8	7,5	6	5,5	5	4,5	4,5	4,5
Fall ved hastighet 3 m/s(0/00)	150	100	70	60	45	30	25	20

I dalbunnen legges drenerende ledning

Ved planering legges hovedavløpet vanligvis i dalbunnen. For å unngå for store fyllingshøyder på røra, kan det være aktuelt å legge hovedavløpet oppe i dalsida. Sidedaler kan imidlertid umuliggjøre en slik løsning, da hovedavløpet uten i helt spesielle tilfelle må ligge i fast (urørt) jord.



Figur 6D: Legging av rørledning i planeringsfelt. Øverst perspektivtegning, nederst situasjonen vist i snitt. Alternativ A viser plassering i dalside, alternativ B plassering i dalbunnen. (Tegning R. Kløverød).

Der hovedledningen legges oppe i dalsida eller med tette skjøter, må det legges en drenerende ledning av mindre dimensjon (100-150 mm) i dalbunnen. Ledningen må omfylles med grov grus.

Hovedledninger må legges i egen grøft

I planeringsfelt må rørgata legges i egen grøft og ha minst 50 cm overfylling før planeringsarbeidet tar til. Dette er nødvendig av hensynet til den mekaniske belastningen på røra og for å hindre at eventuelle glidninger i planeringsmassen skal forstyrre ledningen, se figur 6D.

### 6.3.2 Inntakskum

Med inntakskum/inntaksanordning menes kum/anordning plassert der hvor en åpen kanal/bekk føres inn i en lukket ledning.

Alle lukkinger må ha inntakskum med skråstilt rist.

En tilfredsstillende utformet inntaksanordning med rist er viktig i senkings- og lukkingsanlegg og kan i visse situasjoner være avgjørende for hvor vellykket og driftssikkert tiltaket blir. Inntakskummen og rista har som oppgave å hindre kvist, røtter o.l. i å komme inn i røra, hindre at barn kan bli sugd inn i rørstrengen, bedre innløpsforholdene og lette vedlikeholdet.

Alle lukkingstiltak skal ha inntakskum med rikelig dimensjonert skråstilt rist. Avstanden mellom spilene i rista bør være 10-15 cm. Det anbefales å nytte type-tegning TI./T1a eller TI./T3a. (Se figur 6C.) Armeringsnett, vanlig netting og lignede må ikke brukes da disse svært lett går tett.

### 6.3.3 Nedløps/koplingskummer

Viktig med tilstrekkelig antall og tilfredsstillende nedløp for overflatevann

Med nedløpskum menes kum for inntak av overflatevann plassert på en rørledning. Formålet med nedløpskummer for overflatevann er å få vannet ned i rørledningen før det gjør skade. Kummer i tilstrekkelig antall og riktig utført er derfor en svært viktig del av anlegget. På planeringsfelt vil avstanden mellom kummene variere mellom 30 m og 100 m.

Avstanden mellom kummene må i prinsippet bestemmes ut fra antatt vannmengde/vannhastighet sammenholdt med den aktuelle jordarts stabilitet mot erosjon. Overflatevannet må tas ned i kum eller ledes vekk før mengden/hastigheten blir så stor at det oppstår skade. Vannmengden og derved belastningen på jorda blir større dess bredere arealet med helling til kummen er. Avstanden mellom kummene må derfor være mindre for brede felt enn for smale felt.

Avstanden mellom hvert nedløp bestemmes ut fra følgende tre hovedfaktorer:

Vurderer avstand  
mellom nedløpene

- størrelsen av nedbørfeltet (vannmengden)
- terrengfallet mellom kummene (vannhastigheten)
- jordarten

Den faktoren som gir den største begrensning vil være avgjørende. Som regel vil arealet være avgjørende når bredden på feltet er over 400 m. For smalere felt vil fallet/vannhastigheten være begrensende.

I tabell 6.4 er vist hvilken maksimumsavstand som kan nyttes når det tas hensyn til ovennevnte faktorer. Avstanden avleses direkte ut fra (B) og ut fra (A) ved å dividere areal angitt i tabellen med feltbredden.

NB! I alle tilfeller må begge avstander beregnes. En skal nytte det resultatet som gir den korteste avstanden.

Tabell 6.4: Største avstand mellom nedløpskummer for overflatevann på planeringsfelt. (I= Terrengfall A= nedbørareal til hver kum. B= avstand mellom kummene).

I(o/oo)	10		20		50		75		100		150(1:6)	
	A (daa)	B (m)	A (daa)	B (m)	A (daa)	B (m)	A (daa)	B (m)	A (daa)	B (m)	A (daa)	B (m)
Leire	45	100	35	75	30	70	25	60	20	50	20	50
Silt	35	60	30	50	25	45	20	35	15	30	15	30

Eksempel på bruk av tabell 6.4: Det arealet som har helling mot kummen (nedløpet) er 200 m bredt. Terrengfallet er 50 o/oo. Jordarten er leire. Etter tabellen kan nedbørfeltet (A) til hver kum være 30 daa. Med feltbredde 200 m gir dette en kumavstand på 150 m. Av (B) får vi imidlertid en avstand på 70 m. Den minste av disse skal brukes. Svar: Avstand mellom hvert nedløp maks. 70 m.

Husk overhøyde  
nedenfor kummene

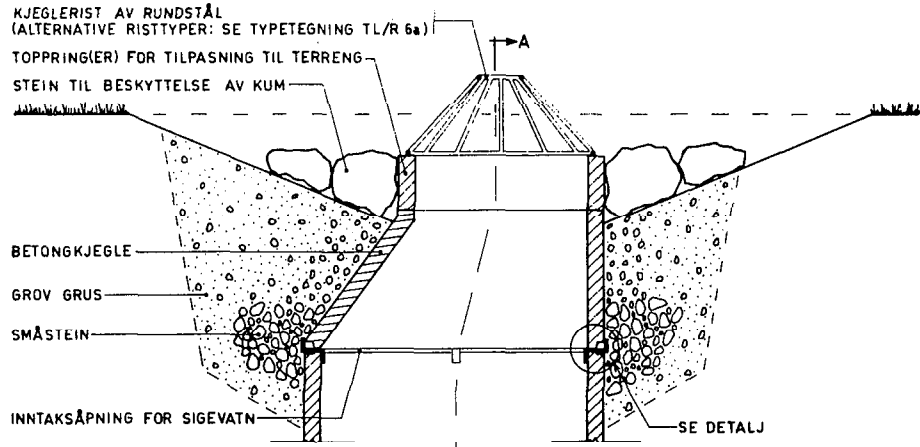
Nedenfor hver kum må terrenget ha en overhøyde på minimum 0,5 m (0,75 m nedenfor siste kum) slik at overvann ikke får mulighet til å renne forbi kummen.

Kummene må være tette i bunn, sider og i rørgjennomføringer slik at overflatevannet tas inn gjennom rista på toppen, og ikke finner seg veier til rørgata på utsiden av kummen. Som ekstra sikring i erosjonsutsatte jordarter kan fiberduk nyttes som filter rundt kummene slik at finpartikler ikke trenger inn.

Dersom det er ønskelig med inntak av sigevann mellom kjegle og underliggende kumring, må det sørges for tilfredsstillende filter, se detalj på typetegningene jfr. figur 6E. Dette inntaket kan imidlertid sløyfes. Grus eller andre telesikre masser bør likevel nyttes rundt kumringene for å redusere risikoen for at tele skader kummen. Utformingen av kummene må forøvrig være i samsvar med typetegningene for nedløps-/koplingskummer,



jfr. TL/K3a, TL/K3b, TL/K3c og TL/N3a.



*Figur GE: Inntak av sigevann/omfylling med telesikre masser. (Utsnitt av typetegning TL/K3a).*

Kummene bør avsluttes med 2-3 stk 20 cm høye toppringer. Dette vil gjøre det enklere å justere kumhøyden ved eventuelle setninger, jfr. kap. 8.1.

Risttype på kummen må velges/vurderes i hvert enkelt tilfelle

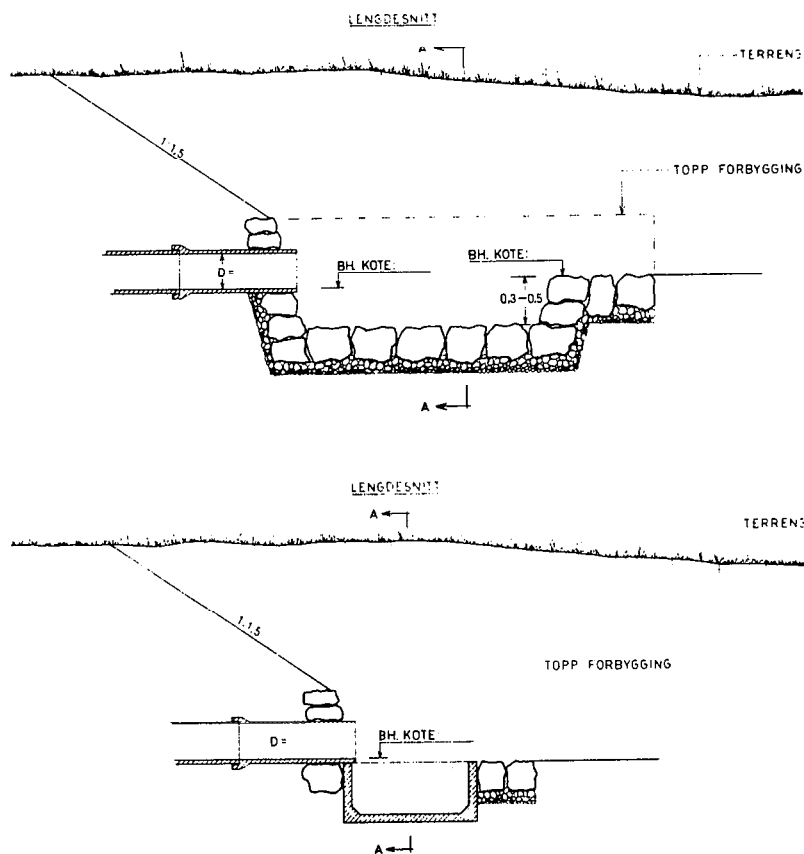
Nedløps-/koplingskummene må ha inntak som er tilpasset de vannmengder som skal tas inn. Standard betonglokk med rist er vanligvis ikke egnet til dette formålet og kan ikke brukes i planeringsfelt. De har for det første svært lite inntaksareal og går dessuten lett tett av halm, lauv o.l. Kuppelrist av støpejern (KRU-rist) er betydelig bedre og kan nyttes på planeringsfelt der det skal tas inn små vannmengder. Der det er snakk om større vannmengder, må det lages rist av flattstål eller kjeglerist av rundstål. I typetegning TL/R6a er de aktuelle risttypene vist som risttype 2,3 og 4, jfr. figur 5D.

#### 6.3.4 Sikring av utløp

Rørutløp må sikres

Normalt forlater vannet rørgata med stor hastighet og energi. Det er derfor nødvendig å sikre utløpet slik at det her ikke oppstår erosjonsproblemer og fare for ras og utglidninger av de siste røra. Slike problem kan reduseres eller elimineres ved at det nedenfor utløpet lages en energidreper/steinsatt grop av stein eller av en kumring med bunn. Det er utarbeidet to typetegninger for formålet, TL/S1a og TL/S3a, jfr. figur 6F. For sikring av grøfteutløp vises til typetegning TG/U2a.

Består hovedavløpet av korte rør, til eks. betongrør, fås en ekstra sikkerhet om de 5-6 siste røra bindes sammen ved hjelp av strekkfisker.



Figur 6F: Sikring av avløp. (Utsnitt av typetegning TL/S1a og TL/S3a).

#### 6.4 Avskjæring/vannveier

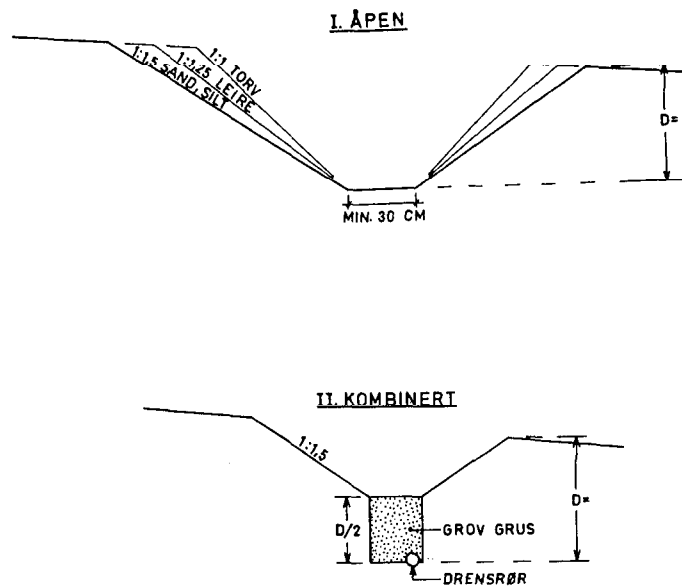
##### 6.4.1 Avskjæringsgrøfter

Avskjæringsgrøfter  
viktige for å redusere  
erosjonsproblemene

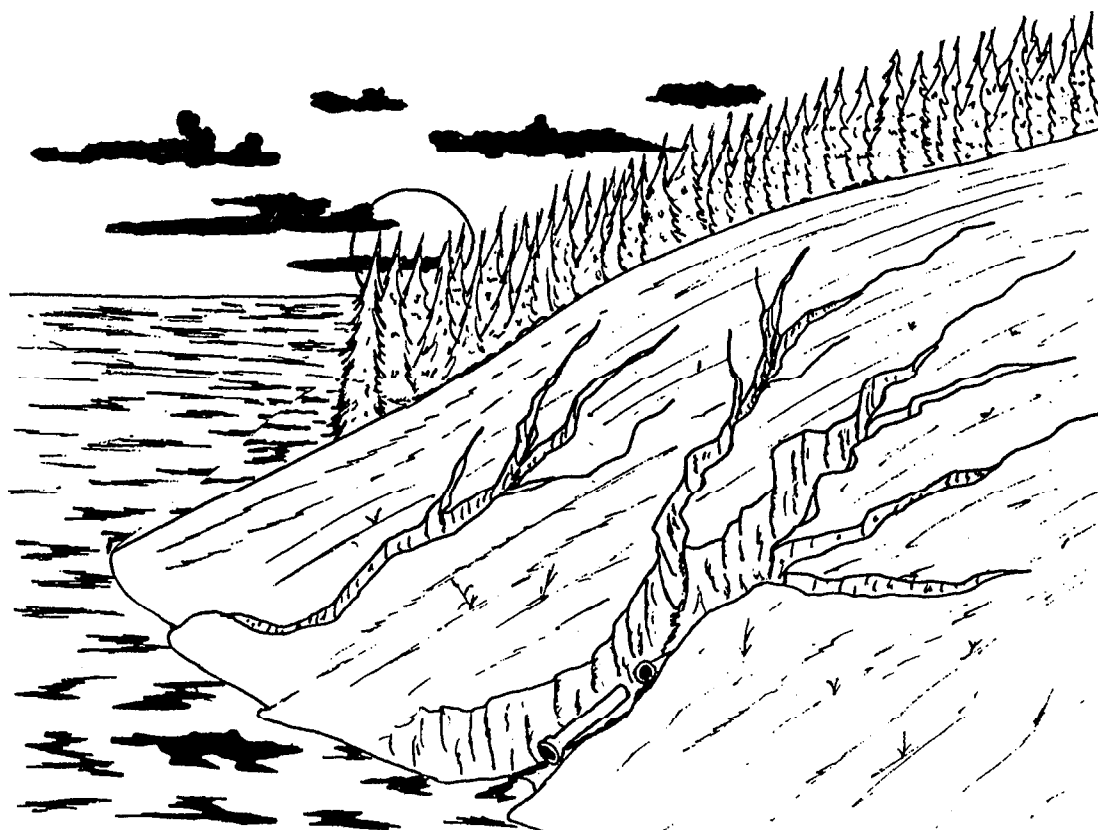
Vann fra nedbørfelt utenfor selve planeringsfeltet må hindres i å renne inn på selve feltet og derved øke risikoen for erosjon. Det må derfor anlegges avskjæringsgrøfter der dette er nødvendig, f.eks. ved foten av skjæringskanten og ellers hvor terrenget er slik at vann kan renne inn på feltet. Avskjæringsgrøftene anlegges i samsvar med typetegning TG/A1a og bør fortrinnsvis utformes som grusfylte grøfter, jfr. figur 6G. Der det er behov for spesielle forbyggingsarbeider (sikringsarbeider) av avskjæringsgrøftene, må dette utføres.

##### 6.4.2 Vannveier (graskledte)

På store sammenhengende areal risikerer en overflateerosjon ved nedbør dersom infiltrasjonsevnen overskrides. På planerte arealer er denne ofte liten. Erosjonen begynner som regel øverst som "uskyldig" flateerosjon og går lenger nede over til fårerosjon og kan ende i grøfte- eller ravineerosjon jfr. figur 6H. Den jorda som eroderes bort på denne måten er i hovedsak den godt oppgjødslete matjorda, dvs. den mest verdifulle jorda.



Figur 6G: Utforming av avskjæringsgrøfter. (Utsnitt av typetegning TG/A1a).



Figur 6H: Typisk erosjonsforløp i tilfelle hvor en ikke har kontroll med overflatevannet. (Tegning R. Kløverød).

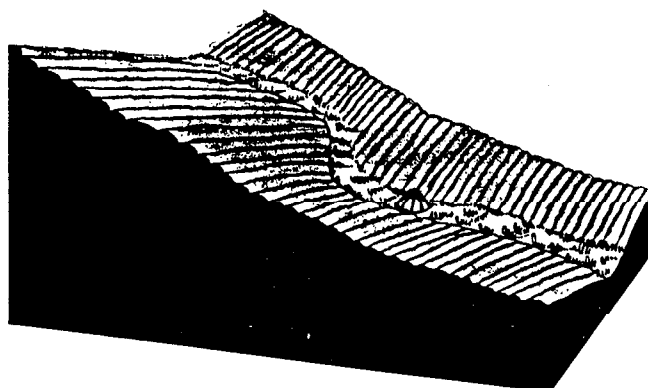
Hellingslengden kan reduseres ved anlegg av vannveier

Denne erosjonen kan reduseres ved at lengden av sammenhengende helling (hellingslengden) gjøres kortere. Det må i slike tilfelle anlegges grunne, men kjørbare vannveier, fortrinnsvis langs kotene med maksimalt 100 m avstand. Avstanden må avpasses etter jordarten og etter fall og lengde på vannveiene. Det vises i denne forbindelse til tabell 6.4. Vannveiene skal samle opp overflatevannet før det gjør skade og føre det fram til kanal eller kum.

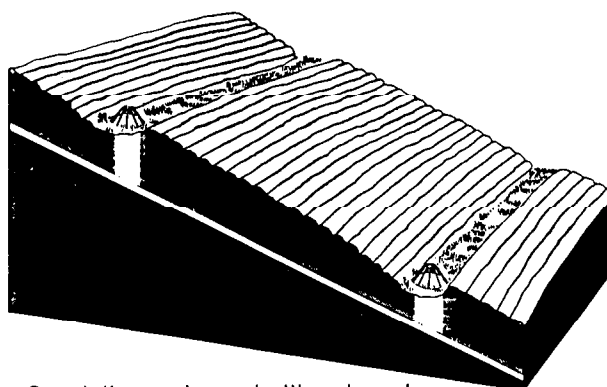
Må legges stor vekt på arronderingsforhold

Ved anlegg av vannveier må det legges relativt stor vekt på arronderingsforhold. Dette er nødvendig for at vannveiene skal bli til minst mulig hinder for bruken av areala. Det vil imidlertid ofte føre til at vannveiene enkelte steder får større fall enn ønskelig. Dette problemet kan relativt lett løses ved enkle sikrings-/forbyggingsarbeider (plastring).

Vannveiene bør ha et fall på 2-5 o/oo og skal være graskledte, eventuelt være sikret mot erosjon på annen måte. De utformes slik at de kan kjøres over med vanlige jordbruksredskaper, men det skal ikke skje jordarbeiding i vannveiene. I typetegning PL/Ia viser eksempel på anlegg av vannveier. For anlegg av vannveier, se figur 6I.



I forsenkninger der vannet samler seg



Oppdeling av lange hellingslengder

*Figur 6I: Eksempel på plassering av graskledte vannveier. (Fra overheadserien "Erosjon" utarbeidet av GEFO for prosjekt "Handlingsplan mot landbruksforurensninger").*

For anlegg av vannveier på eldre planeringsfelt, vises til kap. 9.3.

Terrenget formes forsenkninger. Dette reduserer behovet for vannveier.

Samme virkning som ovenfor (med vannveier) oppnår en dersom terrenget under planering formes i slake forsenkninger (10-20 m brede) slik at vannet naturlig ledes til bestemte punkt hvor det så samles opp og føres videre i åpne eller lukka avløp. Denne løsningen har få eller ingen driftsmessige ulemper og er godt egnet ved nyanlegg.

I noen situasjoner vil behovet for graskledte vannveier avta om en under pløying om høsten løfter opp plogen i forsenkningene. se kap. 8.2.

## 6.5 Drenering av planeringsfelt

Grøfteavstand 4-8 m  
Grøftedybde 0,9-1,0 m

Dreneringssystemene (grøftesystemene) har primært til oppgave å lede vekk overflødig vann (nedbøroverskudd) fra det skiktet i jorda der planterøttene skal utvikle seg. For at jorda skal være anvendbar til jordbruksformål, må dette kunne skje på relativt kort tid. Erfaring har vist at et system av lukka parallelle grøfter er best egnet til dette formålet. Grøftene er mest effektive når de er plassert på tvers av største fallretning. Under våre klima- og jordbunnsforhold vil en grøfteavstand på 4-8 m være mest aktuelt. Grøftedybden bør ligge mellom 0,8 - 1,2 m, med hovedtyngde på 0,9 - 1,0 m. Ved valg av grøfteavstand må det legges stor vekt på nedbør- og jordartsforholdene, jfr. småskrift 10/82 "Grøfting".

### 6.5.1. Rør for drengrøfter. Dimensjonering

Til drenering av mineraljord nyttes i dag nesten utelukkende drengrøfter av plast. I visse områder er rør av tegl og betong noe brukt.

Drengrøfter av plast,  
NS 3065

Drengrøfter av plast må være produsert og merket i samsvar med kravene i Norsk Standard NS 3065 og av bedrift med sertifiseringslisens fra Norges Standardiseringsforbund. Departementet sender regelmessig ut oversikter over hvilke bedrifter som har slik sertifiseringslisens.

I sidegrøfter nyttes vanligvis rør med diameter 48-69 mm. Disse ledes sammen til større systemer (samlegrøfter), hvor det nyttes rør med diameter 80-147 mm.

Samlegrøfter dimensjoneres for ei avrenning på minst 3 sl/ha

Samlegrøfter dimensjoneres normalt for ei avrenning på ca. 1 sl/ha. Ved slik dimensjonering blir oftest samlegrøfta "flaskehalsen" i systemet. På planeringsfelt må derfor samlegrøftene dimensjoneres for ei avrenning på minst 3 sl/ha.

Tar grøfta i tillegg overflatevann gjennom kummer, steinsiler eller lignende eller vann fra oppkommer (iler), må dimensjonen økes tilsvarende.

### 6.5.2 Dekkmaterialer (filtermaterialer)

Dekkmateriale er svært viktig for en varig funksjon av grøftene. Filteret skal

- Hindre at uønsket materiale trenger inn i rørsystemene.
- Lette (forbedre) tilstrømningen av vann til rørsystemet.
- Beskytte rørsystemet mot mekaniske påkjenninger.

Alle filtermaterialer vil, om ovenfor nevnte punkter skal oppfylles, ha en tendens til å tettes med tiden. For å få lang levetid på grøftesystemene, er det viktig at kontaktflaten mellom jord og filter er størst mulig. Det vil i praksis si at en bør nytte et dekkmateriale med størst mulig volum.

Sagflis er beste dekkmateriale

Erfaring viser at organiske materialer er fordelaktige når en vil oppnå lang levealder på grøftesystemene. Dette har sin årsak i at når de organiske dekkmaterialene omsettes (råtner) i jorda, får en dannet nye porer etterhvert som de opprinnelige porene blir fylt opp med slam eller andre avleiringer. En betingelse for en gunstig omsetning av de organiske materialene er imidlertid at det i filtersonen er aerobe forhold (tilgang på luft). I Norge er vanlig kløvsagflis mye nyttet som dekkmateriale og har utmerkede filteregenskaper. Ved grøfting av planeringsfelt er sagflis idag det aktuelle dekkmaterialet. Det må brukes mengder på minst 2-3 m<sup>3</sup>/100 m grøft (10-15 cm. overdekking). De fleste drenerør har i dag perforering (slisser) bare på en del av rørets omkrets. Brukes drenerør som er perforert rundt hele røret, må det nyttes filtermaterialet både over og under røret. Grus er også aktuelt som dekkmateriale. Vanlig grus uten for stort innhold av finpartikler kan brukes i de fleste tilfeller.

### 6.5.3 Tidspunkt og gjennomføring av drenering

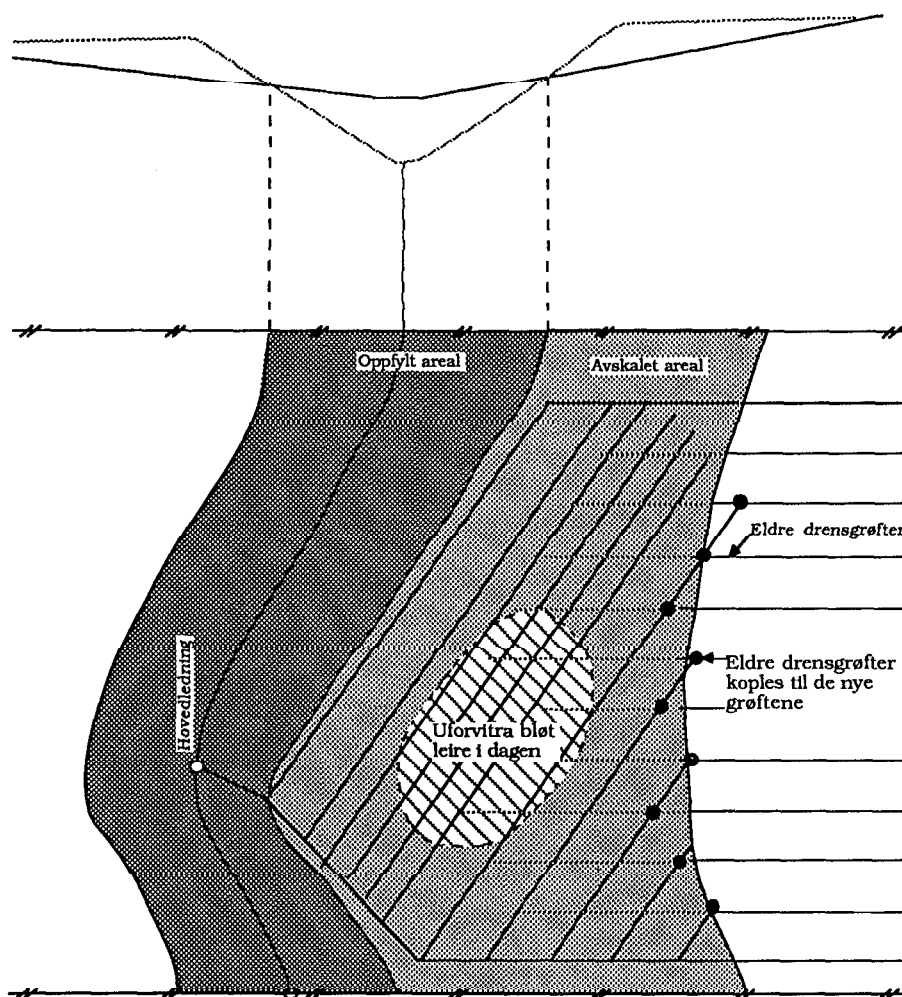
Grøfting utføres umiddelbart etter bulldosering

Erfaring har vist at det er de første åra etter at planeringsarbeidene er utført at de største erosjonsskader skjer. En må derfor logge opp arbeidet slik at grøftinga kan utføres umiddelbart etter at bulldoseringa er ferdig. Det er imidlertid viktig at dreneringsarbeidene blir utført under gunstige værforhold slik at jorda som fylles tilbake over dreneringen har god struktur.

Setninger i oppfylte masser vil kunne gi problemer med fallforholdene for grøftene. En kan imidlertid unngå dette dersom en nytter godt fall for de grøftene som går fra oppfylt areal til nedplanert areal, eventuelt tilstreber å få adskilte grøftesystemer for oppfylte og nedplanerte arealer.

Eldre drenering må koples til det nye drencsystemet.

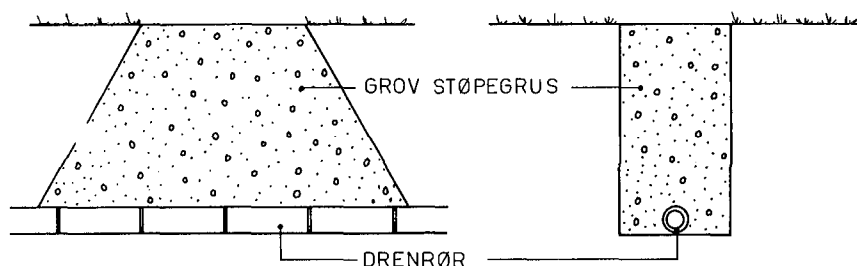
Avskjæring av eldre drenering er viktig, og det nye drencsystemet må planlegges slik at det tas hensyn til dette, se figur 6J. Eldre stein- eller tregrøfter kan kobles til det nye systemet ved å fylle grov grus eller singel over grøfterøret i den nye grøfta. For tilkopling av eldre grøfter av plast nyttes standardiserte koplingsdeler.



*Figur 6J: Drenering av planert areal. Skjematisk.*

Benytt lett gjennomtrengelig grøftefyll

Jorda som fylles tilbake i grøfta bør være lett gjennomtrengelig. Det bør derfor bare nyttes matjord eller tørrskorpeleire. Har jorda dårlig struktur, kan det være aktuelt å blande kalk eller andre jordforbedringsmidler i grøftefylla. I tillegg kan det være aktuelt å lage sylindre av grov grus eller singel, se figur 6K.

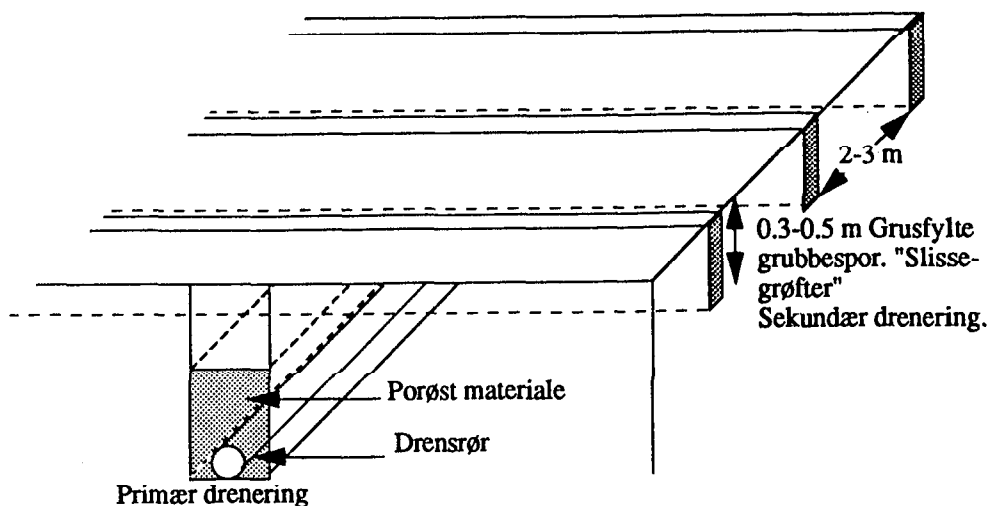


EFFEKTIV LENGDE PÅ GRUSFILTERET BØR VÆRE MINST 1 M.

*Figur 6K: Grusfilter for å øke gjennomtrengeligheten i grøftefyllet. (Utsnitt av typetegning TG/N1a).*

#### 6.5.4 Sekundære dreneringssystemer

Dette omfatter tiltak med formål å bedre tilstrømningen til drengrøftene og går som regel ut på å lage åpninger/spor i jorda på tvers av grøfterretningen, jfr. figur 6L og 6M.



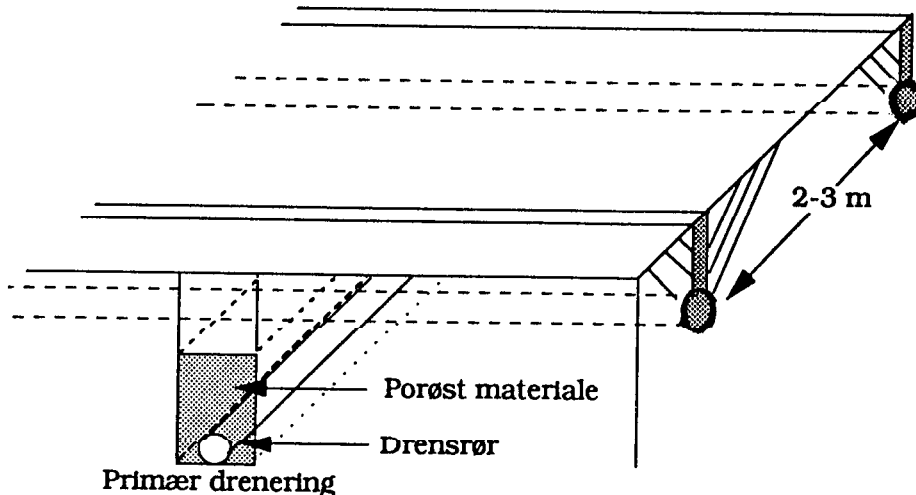
*Figur 6L: Prinsipp for sekundær drenering ved hjelp av grusfylte grubbespor (slissegrøfter).*

En vil i det etterfølgende bare omtale tiltak som er aktuelle på planerte areal og da fortrinnsvis leire-/siltjordarter.



## Grubbing

Grubbing av tørrskorpeleire har lenge vært nyttet for å forbedre strukturen og sprekkesystemene. På planeringsfelt bør dette gjøres før matjorda føres tilbake og det anbefales grubbing til en dybde på 0,6 - 0,7 m. Jorda bør være relativt tørr. Det har ingen hensikt å grubbe bløt, uforvittra leire.



*Figur 6M: Prinsippskisse for sekundær drenering ved hjelp av torpedogrøfter eller "Mole drains".*

## Torpedogrøfter

Torpedogrøfter (mole drains) har lenge vært nyttet i England. Dette går ut på å lage åpninger i jorda i ca 0,4 - 0,6 m's dybde ved hjelp av en torpedo som trekkes på tvers av grøfterretningen. Avstanden mellom grøftene er normalt 2 - 4 m. Jorda bør være fuktig til bløt der selve torpedoen går.

## Slissegrøfter

Slissegrøfter er 20 - 30 mm brede spor på tvers av grøfterretningen laget av et skjæreredskap (gravehjul). Dybden blir tilsvarende som for torpedogrøfter.

Systemene som er beskrevet over har vanligvis en begrenset levetid. Effekten og varigheten kan bedres om de oppkjørte grubbespora fylles med grus/singel. En får da en grusgang med 20 - 30 mm's bredde og ca. 0,4 m's dybde med 2 - 4 m's mellomrom. Disse vil ha stor evne til å ta ned overflatevann og derved være et viktig bidrag til å dempe overflateavrenningen og erosjonen.

## 7. RASFARE VED BAKKEPLANERING

### 7.1 De marine leirers geologi og egenskaper

De fleste steder der bakkeplanering utføres i dag, og hvor det i første rekke vil være aktuelt å utføre bakkeplanering i framtida, er de til dels sterkt kuperte områder der grunnen består av marine leiravsetninger. Store deler av disse områder har gjennom lang tid vært herjet av erosjon og skredvirksomhet. Da rasfaren er sterkt knyttet til leiriområdenes dannelse og leiras egenskaper, vil det bli redegjort nærmere for disse forhold.

Etter at våre marine leiravsetninger ble avsatt, har vi i tida etter siste istid fått en landhevning som har bragt avsetningene over havet. Når leiravsetningene kom over havflaten, satte tre prosesser i gang.

For det første begynte ferskvann å strømme gjennom leira. Dette har forårsaket en gradvis reduksjon av saltkonsentrasjonen i det vannet som omgir leirpartiklene. Når denne saltkonsentrasjonen kommer under en viss terskelverdi, mister leira noe av sin fasthet samtidig med at den blir meget sensitiv eller kvikk. At leira er blitt kvikk, betyr at når den omrøres eller utsettes for en belastning som er større enn dens fasthet, så vil leira plutselig forandre seg til en flytende suppe.

Om dannelse av kvikkleire.

Der utvasking av saltet foregår raskest, gjerne rett under terreng og nær fjell, vil man, som en etterfølgende prosess, få en kjemisk forvitring av leirpartiklene, som gjør at leiras fasthet igjen øker og sensitiviteten avtar, slik at dens egenskaper faktisk kan være noe bedre enn den opprinnelige salte leira.

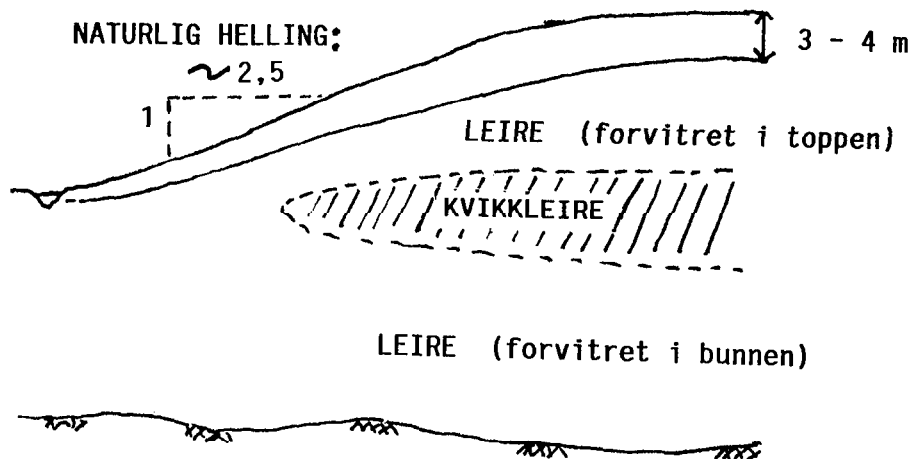
I alle områder med marine leiravsetninger må man regne med muligheten for at det kan finnes kvikkleire. Kvikkleira ligger stort sett som lag, linser eller lommer inne i leiravsetningen, og strekker seg sjelden helt fra terreng og ned til fjell. Kvikkleiras beliggenhet og mektighet avhenger for øvrig helt av de lokale strømningsforhold i bakken.

Kvikkleiras beliggenhet og mektighet avhenger av lokale strømningsforhold.

Den øverste del av leira ble straks den kom over havflaten, utsatt for uttørking og forvitring. Det som kjennetegner den uttørkede og forvitrede leira som kalles tørrskorpeleire, er at den er meget fast og har et velordnet system av vertikale sprekker, omgitt av brune forvitringssoner. På grunn av frostsprengning vil den aller øverste meteren av tørrskorpen gjerne arte seg som platelignende klumper med åpne sprekker. Tørrskorpen finnes vanligvis ned til dybder tilsvarende laveste grunnvannstand.

Om dannelse av tørrskorpeleire.

Figur 7A illustrerer hvordan et profil gjennom en skråning i marin leire ofte ser ut.



*Figur 7A: Typisk profil gjennom marin leirskråning.*

Det er ganske vanlig at tørrskorpen har en tykkelse på 3-4 m inne på de flate partier bak skråningstoppen. Når skråningstoppen og i ryggen vil tørrskorpen som regel kunne være en god del tykkere, mens den nær bunn og bekkedrag, raviner og andre forsenkninger, kan ha en tykkelse på bare 1/2 - 1 m.

Om terrengtyper og kvikkleire

Det er også ganske betegnende at et kvikkleirelag kiler ut mot foten av en skråning, men dette er ingen regel. Det er nemlig nettopp i bunn av raviner, bekkedrag og forsenkninger at man kan finne kvikkleira nærmest oppunder terrenget, kanskje allerede fra 1-2 meters dybde. Inne på de flate partier bak skråningstoppen er det på den annen side sjelden at man finner kvikkleire nærmere enn 5 - 6 m under terrenget.

I takt med landhevingen har bekker og elver gradvis gravd seg ned i de opprinnelig flate platåer som leiravsetningene dannet.

Oppmåling av et større antall skråninger har vist at disse innstiller seg med en helning som avviker lite fra  $20-22^{\circ}$  (1:2,5). Denne nærmeste kritiske helningsvinkel er i første rekke bestemt av tørrskorpens egenskaper samt virkningen av vannstrømning, frostsprengning og teleløsning i skråningen.

Mindre skred kan utløse kvikkleire-skred

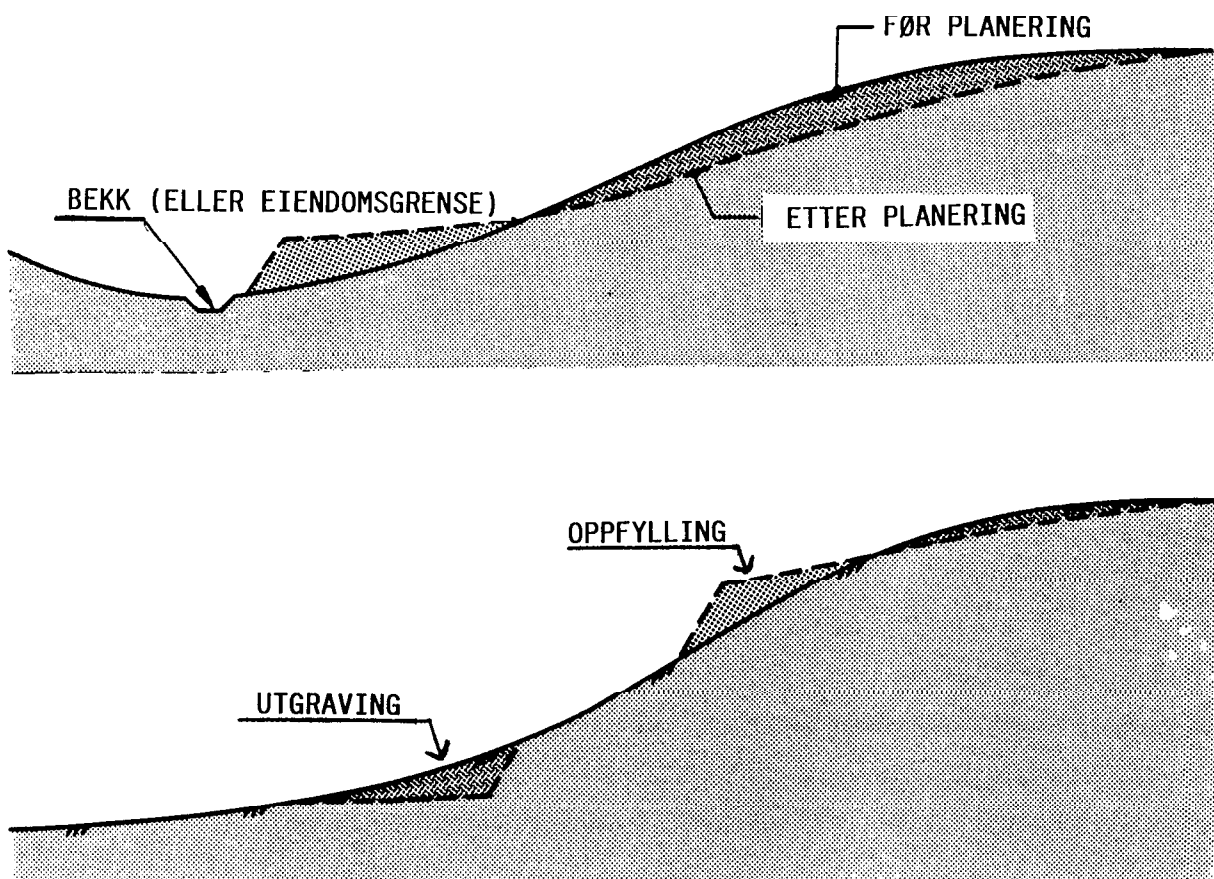
På steder og i perioder med kraftig erosjon har bekkens graving forårsaket lokale glidninger og skred. Ved de lave skråninger vil disse skred bare så vidt trenge ned gjennom tørrskorpen og være av beskjedent omfang. Desto høyere skråningen er, jo mer omfattende vil skredene kunne være, og desto større er sjansene for at skredet vil trenge ned i bløt kvikkleire. Berører skredet en sone med kvikkleire, vil det første skredet kunne utløse

en serie hurtige skred som eter seg innover i leir-plataet. Resultatet blir et klassisk kvikkleireskred, der omrørt flytende kvikkleire skyller ut gjennom skred-åpningen og ned gjennom bekkedalen.

De områder hvor faren for kvikkleireskred er størst i dag, er der hvor bekkeerosjonen er mest utpreget. Faren for skred som en direkte følge av bakkeplaneringsarbeider er på den annen side lite avhengig av dette forhold, og eksisterer overalt i våre marine områder.

## 7.2 Inngrep som er av betydning for stabiliteten av leirskråninger

Nedenfor er nevnt en del situasjoner som fører til en forverring av stabiliteten til en naturlig leirskråning og som derfor kan føre til ras.



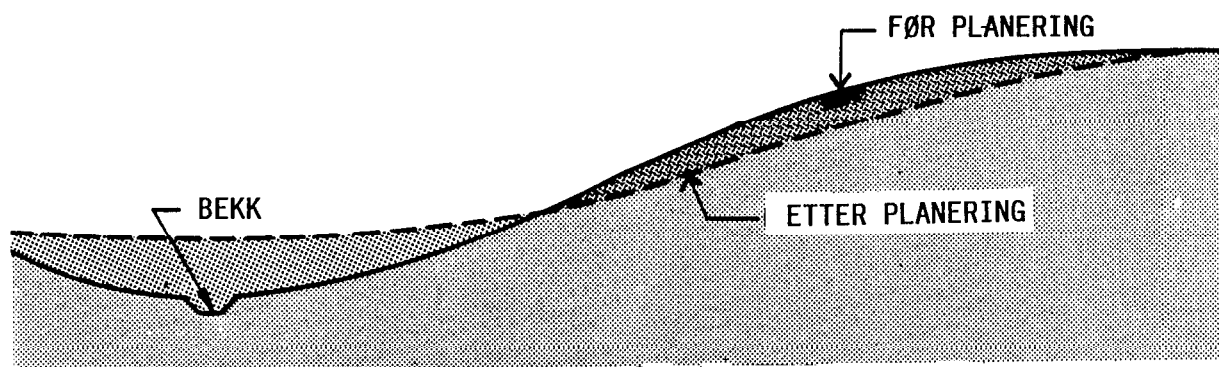
*Figur 7B: Situasjoner som fører til en forverring av skråningsstabiliteten. (Etter "Rettledning om utføring av mindre terrenginngrep i områder med potensiell fare for kvikkleire - skred" utgitt av NGI.)*

Visse situasjoner fører til stabilitetsforverring

- Oppfylling ved eller bakenfor skråningstoppen og/eller oppstramning av skråningen, jfr. figur 7B.
- Utgraving i skråningsfoten. Herunder endringer i fallforhold og vanntilførsel i bekker, hvilket kan medføre økt erosjon i skråningsfoten. Jfr. figur 7B.
- Økning av vanntrykket i skråningen (p.g.a. økt vanntilførsel, f.eks. som følge av lekkasjer i rør eller ledninger).

På samme måte vil de omvendte operasjoner innebære en bedring av stabiliteten til skråningen. Dette gjelder

- Nedskjæring av skråningstoppen og bakenforliggende arealer, jfr. figur 7C.



*Figur 7C: Situasjoner som fører til en forbedring av skråningsstabiliteten. (Etter "Rettledning om utføring av mindre terrenginngrep i områder med potensiell fare for kvikkleire skred" utgitt av NGI.)*

Andre situasjoner bedrer stabiliteten

- Oppfylling i foten av skråningen, samt lukking og/eller erosjonsbeskyttelse av bekkeløp, slik at man hindrer den videre naturlige erosjon i skråningsfoten, jfr. figur 7C.
- Reduksjon av vanntrykket i skråningen ved drenering. Dette kan gjøres på flere måter. De viktigste vil være grøfter på langs og/eller tvers av skråningen eller ved innboring av sanddren o.l.

Vær spesielt oppmerksom ved belastning av høye skråninger.

Uten at der er utført spesielle undersøkelser og vurderinger, er det svært vanskelig å si noe generelt om hvor stor tilleggsbelastning en skråning tåler før den vil gå til brudd, men stort sett står de fleste naturlige leirskråninger med lav sikkerhet. Likevel kan man vel si at overbelastning av en skråning som er lavere enn ca. 7 m som regel ikke vil utløse skred. Hvis skråningen har en høyde mellom 7 og 15 meter, vil et brudd kunne utløse skred, avhengig av de lokale grunn-

forhold. Er skråningen vesentlig høyere enn 15 m, representerer den allerede en meget stor belastning på leiren, og et brudd vil medføre store bevegelser før massene faller til ro, selv om kvikkleire ikke blir berørt.

### 7.3 Stabilitetsforhold under planeringsarbeidet

Formålet med planeringsarbeidene er å gjøre brattlendt og kupert jord skikket for drift med moderne maskiner og redskaper. Dette innebærer at planeringsarbeider normalt vil bestå i nedskjæring av høyereliggende partier og oppfylling av de lavereliggende. Ferdig utførte arbeider vil derfor kunne gi en betydelig forbedring av stabilitetsforholdene i området.

Risikoen for ras er størst under selve utførelsen av planeringsarbeider.

Ofte er den største sikkerhetsrisikoen forbundet med utførelsen av selve planeringsarbeidene. Faktum er at de fleste tilfeller man kjenner til i dag der bakkeplanering har medført ras, har skjedd under forflytting av jordmasser og skyldes en midlertidig stabilitetsforverring. Det er derfor nødvendig at disse arbeidene baseres på sikkerhetsmessige kriterier.

Midlertidige massedepoter må begrenses til et minimum

Normalt er det under masseforflytting og opplegg av midlertidige massedepoter at de alvorlige stabilitetsforverringene oppstår. Depoter i og ved skråninger representerer uten unntak betydelige stabilitetsforverringer. Av den grunn er det av stor betydning at midlertidige depoter begrenses til et minimum, samt at de plasseres så langt unna skråningskanten som mulig. Spesielt oppmerksom på dette forholdet må en være ved høye skråninger, jfr. pkt. 7.2.

For å begrense depotenes størrelse, bør man som hovedprinsipp arbeide i 5-15 m brede striper på tvers av dragenes lengderetning. Ved spesielt dårlige stabilitetsforhold, kan det foruten at man arbeider i smale striper også være nødvendig å skyve massene fra toppen av skråningen og helt ned i bunnen med en gang. Derved vil man helt kunne unngå midlertidige depoter og tipper.

Graving av grøfter i skråningsfoten svekker stabiliteten

Midlertidige utgravinger nær foten av skråninger kan være nødvendig i forbindelse med lukking eller omlegging av bekker, legging av drenerør o.l. For at en slik midlertidig utgraving ikke skal medføre fare for ras, må det være en forutsetning at man graver og gjenfyller slike grøfter i seksjoner. Seksjonenes lengde avhenger av grøftedybden og de generelle stabilitetsforhold. For grøftedybder inntil ca. 2 m bør det arbeides i seksjoner på 4-6 m. Ved dypere grøfter må seksjonene reduseres ytterligere. Det kan være aktuelt å stemple av grøftesidene, jfr. "Forskrift for graving og avstiving av grøfter", utgitt av Direktoratet for arbeidstilsynet. Nær høye skråninger bør en trekke grøfta så langt fra skråningsfoten som mulig.

NGI har for en del områder utarbeidet "Faresonekart. Kvikkleire."

Norges Geotekniske Institutt (NGI) har for en del områder utarbeidet "Faresonekart, kvikkleire". Skraverte områder på dette kartet angir områder med potensiell fare for kvikkleireskred. Som vedlegg til disse kartene har NGI utarbeidet en rettleiding for små inngrep i skraverte områder. Det er en forutsetning at inngrep i leirskråninger innefor de skraverte sonene skjer i henhold til de anvisninger som er gitt i denne rettleidingen.

## 8. DRIFT OG VEDLIKEHOLD

### 8.1 Vedlikehold

Godt vedlikehold er viktig for at anlegget skal fungere etter formålet.

Godt vedlikehold er den beste garanti for et vellykket resultat. Det er også i alles interesse at et anlegg det er investert store summer i, fortsetter å fungere også i framtida.

På planeringsfelt er det avgjørende at de tekniske anlegg for bortledning av overflatevann holdes i orden. Spesielt må inntak og kummer ettersees. Ved sterke regnskyl eller under snøsmelting m.m. har en svært godt betalt for å kontrollere og holde ristene/inntakene fri for kvister, gras, lauv etc.

Hold øye med

- vanninntak
- erosjon
- setninger
- vannveier

De første åra etter at anlegget er bygd, må en være oppmerksom på setninger og begynnende erosjon i kanaler, rundt kummer eller ute på selve feltet. Skjæringer og fyllingsskråninger må også holdes under oppsikt med tanke på eventuelle sprekkdannelser og begynnende glidninger. Det er viktig å gjøre nødvendige tiltak med en gang før det får anledning til å utvikle seg til større skader som det vil være kostbart å utbedre.

På oppfylte areal får en de første årene alltid større eller mindre setninger. En kum med bunn stående i fast bakke (f.eks. kum etter typetegning TL/K3a) vil ikke følge disse setningene og den vil da etterhvert bli for høy. Høyden på kummen må i slike tilfelle justeres ned i takt med setningene. Denne justeringen blir enklest å gjøre dersom kummen øverst består av 20 cm høye kum-elementer (2-3 stk.)

I andre tilfelle kan setninger føre til at kummene ikke lenger befinner seg der vannet renner, dvs. på det laveste punktet. Da må kummen enten flyttes eller terrenget justeres ved etterplanering. Hvilke av disse to metoder som velges, vil til slutt være et rent økonomisk spørsmål.

Jordarbeiding og mindre masseforflytninger kan på sikt føre til at overhøyden nedenfor kummene forsvinner eller reduseres og at anlagte vannveier fylles igjen med jord. Disse må holdes vedlike i samsvar med det som er nevnt i kap. 6.3.3. og kap. 6.4.2.

### 8.2 Jordarbeiding

Formålet med jordarbeiding er i første rekke å lage et godt såbed, bekjempe ugras og eventuelt molde ned husdyrgjødsel. Riktig jordarbeiding bedrer jordas fysiske egenskaper, noe som er viktig både for selve planteveksten og for å unngå erosjon. Økt jordarbeiding medfører større fare for erosjon, slik at det i visse situasjoner kan være motstridende interesser med hensynet til omfanget av jordarbeidinga. På planeringsfelt må hensynet til erosjonsfaren tillegges stor vekt.



Dette avsnittet tar ikke for seg jordarbeiding generelt, men peker på en del forhold som er av spesiell betydning på bakkeplanerte areal. Viktige stikkord i denne forbindelse vil være tidspunkt for jordarbeidinga, jordarbeidingsretning og jordarbeidingsintensitet.

Erosjonsutsatt jord  
bør pløyas om våren.

Det er i dag mest vanlig å pløye om høsten. Dette øker imidlertid erosjonsfaren ved at løs jord blir liggende på overflaten resten av høsten og i snøsmeltinga påfølgende vår. Upløyd jord er mindre erosjonsutsatt enn pløyd jord og der jorda er erosjonsutsatt, bør en vente med pløying til om våren. På stiv leire kan imidlertid vårpløying gi dårlig resultat. Vårpløying på siltjord har derimot ofte gitt positive avlingsresultat. En kan likevel redusere erosjonsfaren mye ved høstpløyinga om en i dalsøkk løfter opp ploegen. Disse arealene kan pløyas til våren, eventuelt bare harves. I hellende terreng ut mot bekker o.l. bør pløying av en 10-20 m bred stripe utsettes til våren.

Konturpløying/stripe-  
arbeiding. Jord-  
arbeiding på tvers  
av fallet

På utsatte arealer bør en gå over til konturpløying eller stripearbeiding av jorda. Med dette menes å arbeide jorda på tvers av fallet for derved å redusere jordtapet.

Der det er anlagt systematiske vannveier, vil arbeidsretningen gi seg selv, jfr. kap. 6.4.2.

Løft opp ploegen  
i dalsøkk

Ved pløying på tvers av fallet bør en alltid slå fåra oppover for derved å motvirke jordflukt. Dette er lettere etter at vendeploegen er tatt i bruk. Pløying på tvers av fallet har størst effekt der jordet ikke er for kupert. Slik pløying kombinert med heving av ploegen i dalsøkk, kan gi tilfredsstillende resultat med hensyn til erosjon.

Redusert jord-  
arbeiding

Redusert jordarbeiding innebærer at pløying sløyfes helt eller bare utføres år om annet og at harving og annen kjøring med jordarbeidingsredskap begrenses mest mulig. Dette vil normalt gi økt vannkapasitet i jorda, økt innhold av organisk materiale, mer erosjonsbestandig jord og mer meitemark. Redusert jordarbeiding gir normalt lavere driftskostnader og en vil derfor tåle en viss avlingsreduksjon uten at økonomien forverres. Det gir imidlertid økt behov for ugrassprøyting, og siltjord blir dessuten lett tett uten pløying.

Planerte areal har ofte tynt humuslag som det må tas vare på. For ikke å tynne ut dette unødige, anbefales det å pløye grunt.

Pløying annet  
hvert år

Det er ikke grunnlag for å tilrå å sløyfe pløying på planeringsfelt helt, men om mulig redusere pløyingen til en gang hvert annet eller tredje år. Hvert enkelt skifte må i denne sammenhengen vurderes særskilt ut fra jordart, hellingsforhold, erosjonsfare og produksjon.

Direktesåing innebærer at frøet legges på riktig dyp med en tung såmaskin uten at jorda på forhånd er arbeidet.

Direktesåing

På de jordarter som er utprøvd har metoden fram til nå gitt gode resultater og ser ut til å egne seg bra for korn og oljevekster, spesielt høstkorn. Det er imidlertid en forutsetning at jorda er godt drenert og at en har kontroll med kveke og annet ugras.

### 8.3 Vekstvalg

I de områder hvor bakkeplanering er mest utbredt, blir mye av jorda nyttet til kornproduksjon eller andre åpenåkerkulturer. Areal med permanent grasdekke er lite utbredt, bl.a. fordi husdyrholdet er lite.

Flerårig eng/beite beskytter effektivt mot erosjon og bedrer jordstrukturen.

Flerårig eng eller beite beskytter jorda effektivt mot jordtap ved vannerosjon. En annen positiv effekt av eng er oppbygging av humusinnholdet og aggregatstrukturen i de øvre jordlagene. Spesielt har kløvereng stor evne til å bidra til en mer åpen struktur i de dypere lagene pga. sitt relativt dype rotsystem.

Nyplanert jord har ofte høy pH. Ved høy pH trives kløver godt og vil også bidra til å bedre N-innholdet i jorda. Dersom man noen år etter planering dyrker kløver, til eks. for frøproduksjon, vil dette ha stor positiv effekt på jordstrukturen.

Forøvrig vil høstkorn på grunn av rotutvikling ha større positiv effekt på jordstrukturen enn vårkorn. Sein såing av høstkornet kombinert med ugunstige nedbørforhold, kan imidlertid gjøre erosjonsfaren stor.

Kan være nødvendig med permanent grasdekke

På areal som er sterkt erosjonsutsatt kan det stilles krav om permanent eng de 3-4 første åra etter planering. En har da valget mellom frøproduksjon (høy) eller frøproduksjon.

Areal hvor det av økonomiske eller tekniske årsaker ikke er mulig eller svært vanskelig å få tilfredsstillende forhold med hensyn til erosjon, må vurderes tilplantet med skog.

## 9. UTBEDRING AV ELDRE PLANERINGSFELT

På mange eldre planeringsfelt er det problem med overflateavrenning og erosjon. Dette skyldes i mange tilfelle for få og for dårlige avløp for overflatevann, for bratte skjæringer og fyllingsskrånninger, manglende avskjæringsgrøfter m.m. I slike tilfelle kan det være nødvendig med tildels omfattende tiltak, alt fra nedsetting av ekstra kummer til mer eller mindre omfattende etterplanering.

### 9.1 Oppdimensjonering av avløp

Undersøk årsaken til for liten kapasitet

Når den gamle rørgata ikke har "kapasitet" til å ta unna vannet i perioder med stor avrenning, skyldes dette enten for liten rørdimensjon eller at rørgata på en eller annen måte er skadet. Det kan dreie seg om et knust rør, en fastsittende gjenstand eller rett og slett for dårlig vedlikeholdt innløp. En foreløpig pekepinn på om dette er en sannsynlig årsak, får en ved å beregne rørgatas kapasitet og sammenholde dette med normal dimensjonerende flomvannsføring. Samsvarer disse, tyder det på feil i rørgata. Et annet forhold som kan gi visse antydninger om årsaksforholdet, er om problemene har oppstått gradvis eller har vært der hele tida.

Har en mistanke om skader i rørgata som nevnt over er årsak til problemene, skal en først forsøke å lokalisere disse og utbedre dem.

Suppleringsledning/erstatningsledning

Finner en at selve rørdimensjonen er for snau eller at en eventuell skade er svært vanskelig eller umulig å utbedre, må ledningssystemet oppdimensjoneres/fornyas. Dette kan gjøres enten ved å legge en suppleringsledning som sammen med den eksisterende har tilstrekkelig kapasitet, eller at det legges en helt ny ledning (erstatningsledning) med kapasitet for hele vannføringa. Hvilke av disse alternativene som velges, må avgjøres ut fra den gamle ledningens tilstand, kostnader m.m. Kommer en imidlertid til at rørgata må oppdimensjoneres, må kapasiteten økes i samsvar med kravene i pkt. 6.3.

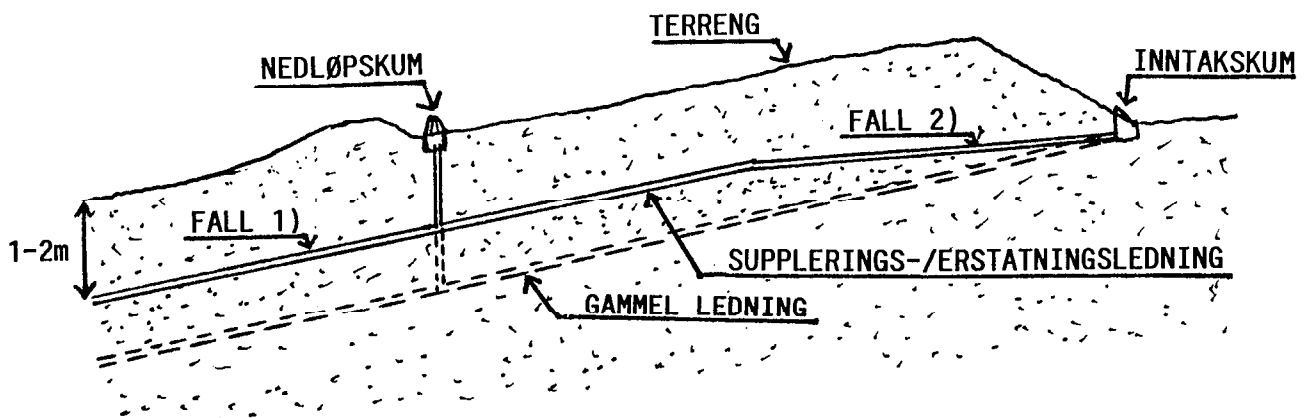
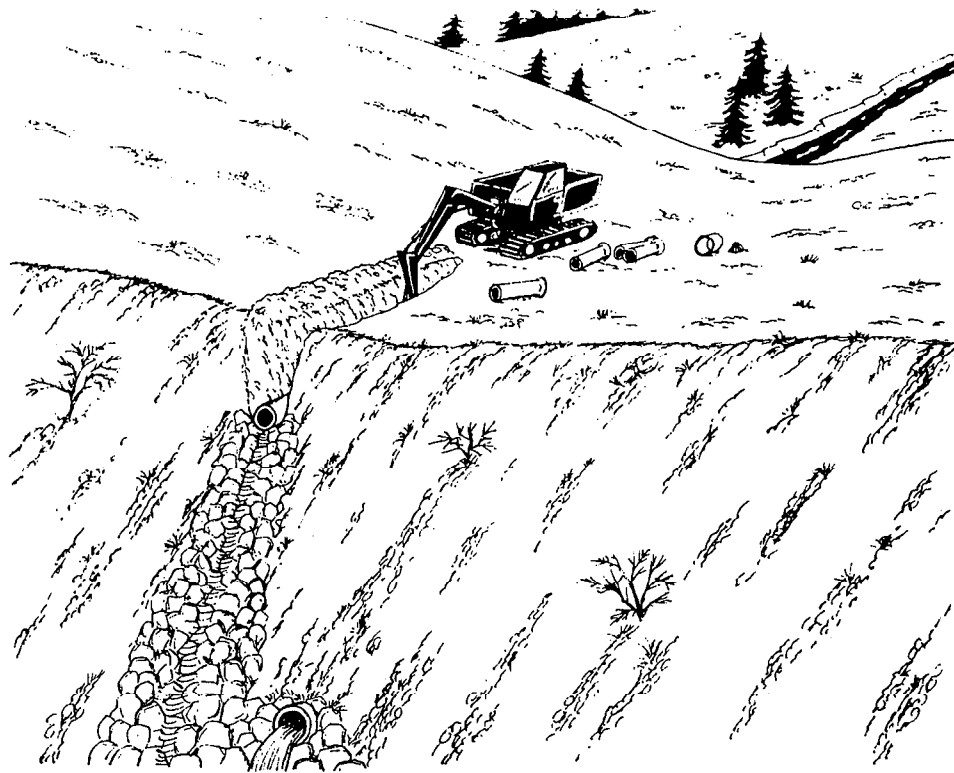
Ligger den gamle ledningen svært dypt, kan erstatnings- eller suppleringsledningen legges på et høyere nivå. Dette må imidlertid skje på en måte som ikke fører til problem for ovenforliggende bruk, jfr. figur 9A.

### 9.2 Kummer, antall og utførelse

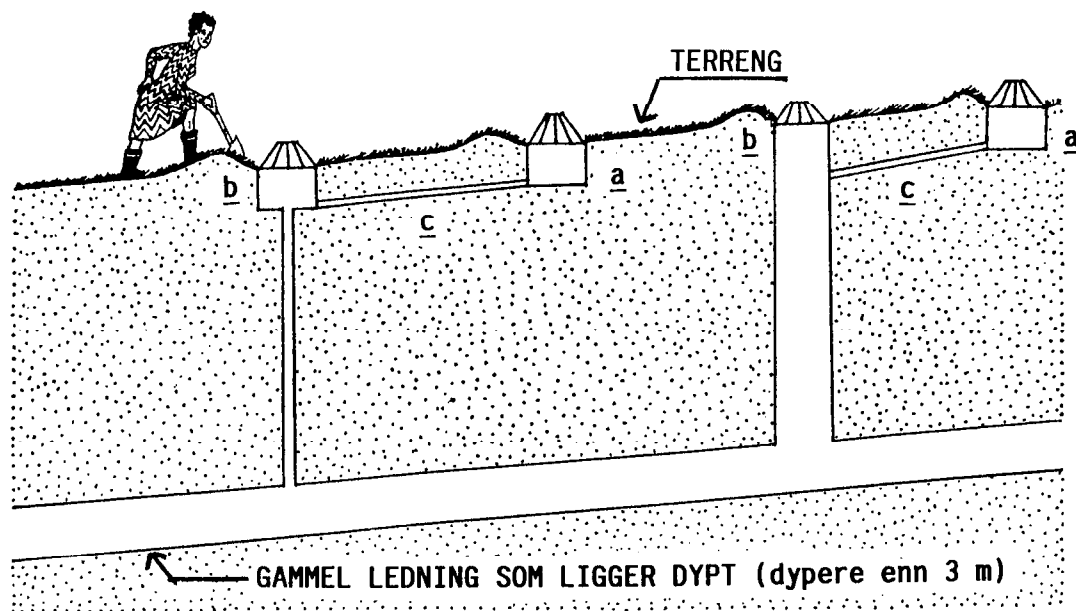
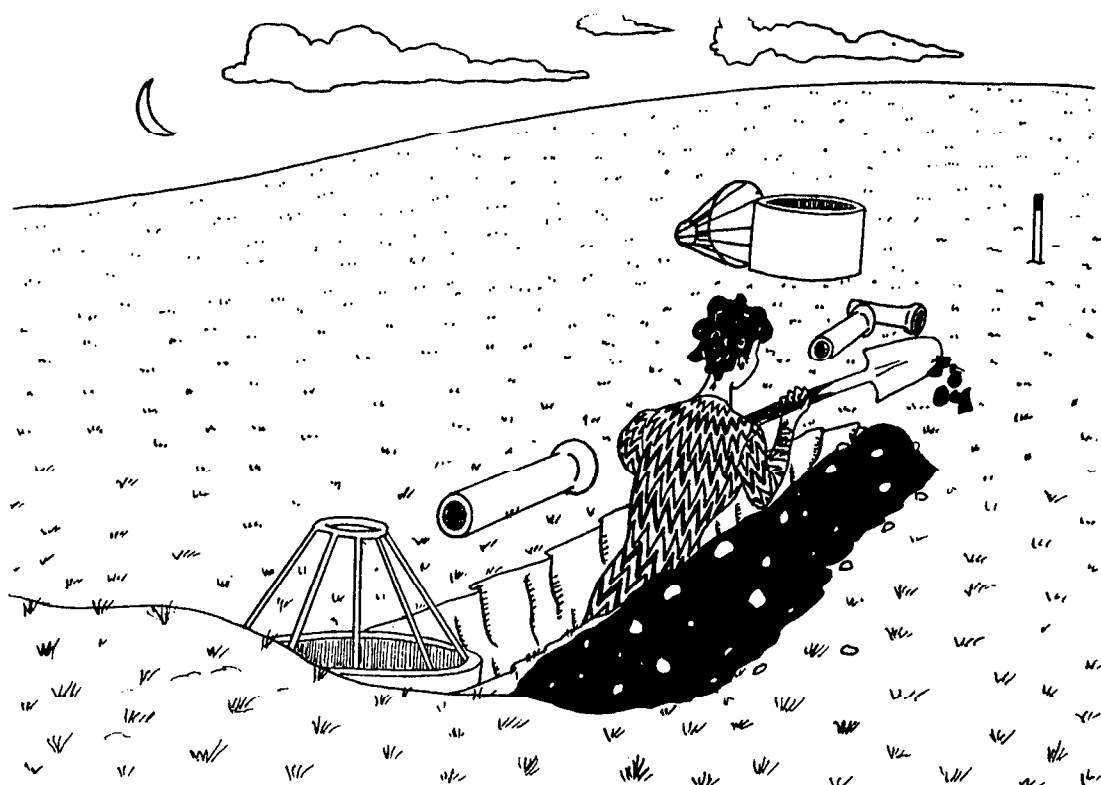
For lite antall og feil utførelse av kummer er blant de viktigste årsakene til problemfylte planeringsareal.

Vurder antall kummer og teknisk utførelse

Når det gjelder avstand mellom kummer og deres tekniske utførelse, vises til kap. 6.3. Også eldre kummer må settes i stand i henhold til kravene i disse retningslinjene.



*Figur 9A: Plassering av supplerings-/erstatningsledningen når den gamle ledningen ligger dypt (dypere enn 3 m. Øverst perspektivtegning, nederst situasjonen vist i snitt. (Perspektivtegning R. Kløverød).  
1) Terrengfall 2) Så lite fall som mulig (1-2 o/oo)*



*Figur 9B: Tilkopling av suppleringskummer i et anlegg med tilstrekkelig kapasitet. Øverst perspektivtegning, nederst situasjonen vist i snitt. a-suppleringskum. b-eksisterende kum c-suppleringsledning. (Tegning R. Kløverød).*

Eksisterende ledningsanlegg kan suppleres med kummer på flere måter. Har den gamle ledningen for liten kapasitet og må oppdimensjoneres, bør nødvendige ekstra kummer koples til suppleringsledningen. Trenger den gamle ledningen ytterligere avlastning, kan alle kummer koples til suppleringsledningen.

I tilfelle hvor det er behov for ekstra kummer og den gamle ledningen har tilstrekkelig kapasitet, men ligger dypt, kan kummene koples til anlegget som vist i figur 9B.

Nedenfor hver kum må det planeres motfall, jfr. kap 6.3. Spesielt viktig er dette ved fyllingskanten slik at overflatevann ikke kan skade denne, jfr. kap 5.3 og 6.3.

### 9.3 Vannveier

På eldre planeringsfelt hvor det er problem med overflateerosjon må det anlegges vannveier og eventuelle avskjæringsgrøfter i samsvar med kravene i kap. 6.4. I den forbindelse kan det også være nødvendig med ekstra nedløp/kummer for overflatevann. Kummen koples da til det eksisterende systemet som forklart i kap. 9.2.

### 9.4 Skjæring/fylling/motfall

Helling i fyllinger/  
skjæringer må om  
nødvendig justeres

For bratte skjæringer og fyllingsskrånninger er et stort problem på eldre anlegg. Det har medført ras, utglidninger og erosjon. En skrånning som er planert for bratt, er det ikke mulig å stabilisere ved grassåing eller tilplanting. Ved tilplanting av for bratte skrånninger vil røttene binde jorda så langt ned som røttene går. I våte perioder eller i teleløsningen kan imidlertid hele vegetasjonsdekket inkl. rotskiktet gli ut. Eneste metode for å stabilisere en slik skrånning er å planere den slakere. Fyllingsskrånninger må ikke være brattere enn 1:3 ( $18^{\circ}$ ) og skjæringer ikke brattere enn 1:2, jfr. forøvrig pkt. 5.4. En skrånning med helling 1:3 kan trafikkeres med bulldoser.

Ved mindre stabilitetsproblemer kan disse reduseres ved drenering av skrånningen, oppfylling ved skråningsfoten eller ved erosjonsbeskyttende tiltak.

### 9.5 Sikringsarbeider

Vurdere om sikrings-  
arbeidene er til-  
fredsstillende

På mange eldre anlegg er nødvendige sikringsarbeider enten dårlig utført eller mangler helt. Dette gjelder først og fremst sikring av rørutløp, sikring rundt kummer og forbygging i åpne kanaler. Sikring av inntak med rist i lukka avløp er også ofte utelatt.

Når det gjelder sikring av utløp vises til kap. 6.3.4, sikring av inntak til kap. 6.3.2, sikring av kummer til kap. 6.3.3 og sikring av åpne kanaler (steinsetting/-forbygging) til kap. 6.2.