

# Planering og jordflytting

– Utførelse og vedlikehold



Forfatter: Atle Hauge og Trond K. Haraldsen

NIBIO BOK 3(4) 2017

ISBN: 978-82-17-01855-1

ISSN: 2464-1189

Produksjon: [www.xide.no](http://www.xide.no)

# Planering og jordflytting

– Utførelse og vedlikehold

# Innhold

|                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Forord .....                                                                                          | 5  |
| 1. Innledning.....                                                                                    | 6  |
| 2. Bakkeplaneringens historie .....                                                                   | 7  |
| 3. Utførelse av planeringsarbeider .....                                                              | 8  |
| 4. Vedlikehold av eldre planeringsfelt .....                                                          | 10 |
| 4.1 Kontroll med overflatevannet .....                                                                | 10 |
| Løsninger for overflatevann som hindrer erosjon.....                                                  | 13 |
| 4.2 Gjenåpning av lukninger .....                                                                     | 17 |
| 4.3 Tekniske problemer og løsninger for rørledningen i eldre lukkingsanlegg på planerte områder ..... | 20 |
| 4.4 Drenering av bakkeplanerte områder – problemer og løsninger .....                                 | 29 |
| 4.5 Frost i større lukkingsanlegg .....                                                               | 31 |
| 5. Dimensjonering av lukkingsanlegg og kanaler.....                                                   | 33 |
| 6. Jordflytting .....                                                                                 | 35 |
| 7. Skredfare ved planering og jordflytting.....                                                       | 40 |
| 8. Referanser .....                                                                                   | 41 |
| Vedlegg.....                                                                                          | 42 |

## Forord

Denne veilederen er et resultat av et samarbeidsprosjekt mellom NIBIO og Fylkesmennene i Akershus, Østfold, Buskerud, Vestfold, Hedmark og Nord-Trøndelag. Dette er fylker med mye bakkeplanering, og fylkesmennene deltar derfor også med finansiering. Prosjektet startet med et idemøte med deltakere fra fylkesmenn, veiledningstjenesten, entreprenører og andre statlige etater med interesser innen bakkeplanering.

Hovedfinansiøren for veilederen er Landbruksdirektoratet, som i innvilgningsbrevet presiserer at de eksisterende retningslinjer, «Tekniske retningslinjer for anlegg, drift og vedlikehold av planeringsanlegg», fastsatt av daværende Landbruksdepartementet i 1989 har en rettslig status fordi det iht Forurensningsforskriftens kapittel 4 er et krav at disse tekniske retningslinjene legges til grunn for anlegg, drift og vedlikehold av planeringsfelt.

Veilederen som skal utarbeides i dette prosjektet må derfor lages som en veileder, og kan ikke fremstilles som en revisjon/oppdatering av de gjeldende retningslinjene. Kapittel 1 i denne veilederen er en gjengivelse av viktige punkt i de tekniske retningslinjene.

Veilederen er basert på erfaringer som ble gjort ved NIBIO's (tidl. Bioforsk) kartlegging av problemer med gamle planeringsfelt, hovedsakelig i Østfold og Akershus, i perioden 2007–2014 på oppdrag fra kommunene. I tillegg er det hentet stoff fra eldre undersøkelser og utprøvinger gjort av Arnor Njøs, Einar Vigerust, Jarle Bjerkholt m.fl, og fra Trond K. Haraldsens (NIBIO) arbeid innen jordflytting.

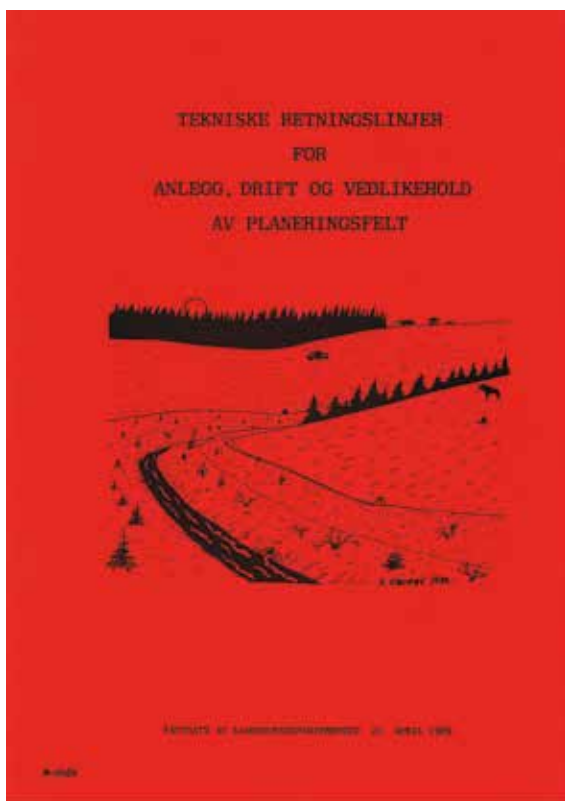
For mange av skissene som finnes i veilederen er ideen opprinnelig hentet fra andre kilder, men noen er omtegnet og modifisert av Dominika Krzeminska (NIBIO) for bruk i denne veilederen.

NVE's veiledere har vært en inspirasjon til flere skisser og tekst.

De fleste bildene stammer fra NIBIO's kartlegging av problemområder, og fotograf er her ikke oppgitt. Bilder hentet fra andre kilder er oppgitt med fotograf der denne er kjent.

# 1. Innledning

Landbruksdepartementet lagde i 1989 tekniske retningslinjer for anlegg, drift og vedlikehold av planeringsfelt. Dette var basert på erfaringene som var gjort med planering i de foregående tiårene, og problemer som begynte å vise seg. Retningslinjene kom dermed litt sent, fordi det ble utført lite planering etter dette.



Bilde 1: Tekniske retningslinjer for anlegg, drift og vedlikehold av planeringsanlegg, fastsatt av daværende Landbruksdepartementet i 1989.

Vedlikehold av planeringsfelt er likevel en utfordring, fordi de løsningene som ble valgt tidligere ikke alltid var i samsvar med de retningslinjene som kom først i 1989. På bakgrunn av at veilederen er begynt å bli gammel, har en sett behovet for å utarbeide en veileder for vedlikehold av planeringsfelt med bakgrunn i disse tekniske retningslinjene. Dette er også viktig på bakgrunn av problemene som oppstår når anleggene nå begynner

å bli gamle. I det siste er det også blitt mer aktuelt med annen type jordflytting enn planering, enten mottak av overskuddsmasser, eller planlagt flytting av jord i forbindelse med større utbyggingsprosjekter. Det har vært et ønske fra forvaltningen at også temaet jordflytting generelt tas med i denne veilederen.

Denne veilederen for planeringsfelt har en hovedvekt på reparasjoner og vedlikehold, siden det foregår forholdsvis lite ny planering. Målet har vært å lage en veileder som kan bidra til robuste planeringsfelt og hydrotekniske anlegg med lengre levetid. Målgruppen for veilederen er vid, både grunneiere, entreprenører og forvaltning bør ha nytte av veilederen.

Mye av bakgrunnen for at de tekniske retningslinjene ble utformet på åttitallet var problemene med erosjon fra planeringsfelt, og virkningen dette hadde på vassdragene. Erosjon fra planerte arealer er betydelig større enn fra ikke-planerte arealer. Erosjonsmaterialet stammer i hovedsak fra matjordlaget og er derfor næringsrikt. De negative virkningene på vassdrag på grunn av erosjon fra landbruksarealer kan deles inn i virkningene som følge av økt jordpartikkelkonsentrasjon i vannet, og virkninger som følge av økt næringsstofftilførsel til vassdraget.

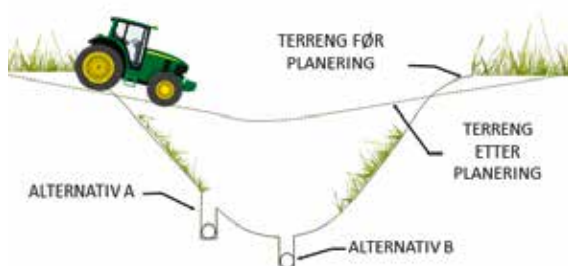
Erosjonsmateriale hemmer reproduksjon til bunndyr, fisk og kreps. Det er ofte næringsrikt, og kan føre til eutrofiering og økt algevekst i vassdraget. Eutrofiering fører som regel til kvalitetsreduksjon på fiskebestanden i leirjordsområdene. Lukking av bekker og fjerning av kantvegetasjon gir også dårligere forhold for fisk, dyr og fugler. Et viktig mål er derfor også å redusere erosjon og avrenning av næringsstoffer og partikler så mye som mulig.

I tillegg er det viktig å ta vare på produktive landbruksarealer og få en drift av de planerte arealene som er bærekraftig, slik at en ikke mister arealer eller svekker produktiviteten over tid. Det er også viktig å minske faren for ulykker og skred.

## 2. Bakkeplaneringens historie

Leirjordsområdene med marin leire var tidligere dominert av flate arealer oppbrutt av bratte ravinedaler. Da landbruket ble mekanisert oppstod behovet for å få større, sammenhengende områder med lavere hellingsgrad enn i ravinesidene. En begynte dermed å jevne ut en del av de mindre bakkene ved hjelp av bulldosere. Fra 1973 kom det et betydelig statstilskott til bakkeplanering. Deretter økte bakkeplaneringen sterkt. Til sammen ble det bakkeplanert ca. 400 000 da.

Til å begynne med var fyllingene ikke så dype. Med fyllinger på 3–4 meter hadde det vært forholdsvis enkelt å konstruere ferdige avløpsledninger før gjenfylling av søkkene. Deretter ble det lagt en bunnledning på fast bunn, ofte litt til side for det gamle bekkeløpet. Det ble gravd ut ei hylle og lagt rør før påfylling av løsmasse. Så ble det ferdige terrenget formet, og matjorda ble lagt på til slutt. Under selve påfyllingen av jord i søkkene kunne det være betydelig risiko for skader på bunnledningene. Men etter hvert ble det foretatt planering i mye vanskeligere terreng enn tidligere. Skjæringer på 10–18 meter og fyllinger på rundt 10 meter ble ikke noen sjeldenhet.



Figur 1: Skisse for legging av bunnledning fra «Tekniske retningslinjer» i 1989.

De virkelig store problemene med bunnledninger oppsto på anlegg laget mot slutten av tilskottsperioden, da det var teknisk mulig å jamne ut store terrengforskjeller. Enkelte felter besto av store arealer på begge sider av større bekker med betydelig vannføring. Her ble bekken lagt i rør og hadde ofte adskillig større vannføring enn avrenningen fra det planerte området. Utformingen av bunnledningene

var omtrent som tidligere, dvs. avløpsrørene ble stort sett lagt inntil bekkeløpet, på så fast bunn som mulig. For de største fyllingene og bekkelukkingene er dimensjonen av avløpsrørene av størrelse 20–80 cm indre diameter, avhengig av nedbørfeltets størrelse. Rørene i bunnledningen var stort sett betongrør uten armering, som kunne tåle anslagsvis 3–4 meter jordtrykk, men fyllhøydene ble ofte langt større.

Innløpskummene for overflatevann og for den framtidige grøftingen av feltet ble stort sett plassert slik at innløpsrør og utløpsrør gikk inn i og ut av kummen. I noen tilfeller ble det laget et fundament under kum og rør. I noen tilfeller ble store kummer plassert oppå bunnledningen, og dette kan gi en knusevirkning på bunnledningen. Dette fordi kummen blir dratt ned, ikke bare av egen tyngde, men i tillegg av en vertikal kraftkomponent for friksjonen mellom jord og kumringer. Enda verre blir det ved frost, der jord med tele fester seg utenpå kummens sider.



Bilde 2: Område på Romerike før planering



Bilde 3: Samme område som bilde 2, men fra litt annen vinkel, etter planering

### 3. Utførelse av planeringsarbeider

#### Lovert og tekniske retningslinjer

Lovgrunnlaget for planering finnes i forurensingsforskriften se vedlegg nr.1, der definisjoner og saksbehandling gjennomgås, men det meste av retningslinjene finnes ikke i selve forskriften, men i de tekniske retningslinjene utarbeidet av daværende Landbruksdepartementet i 1989.

I «Tekniske retningslinjer for anlegg, drift og vedlikehold av planeringsfelt» gis det mange råd og føringer, og det settes også visse absolutte krav til planeringsfeltet. Dette er en oppsummering av disse kravene:

#### Planering

Planeringsarbeider må ikke settes i gang før det foreligger plan som er godkjent av Fylkesmannen. I områder med kvikkleire i grunnen må fyllinger ut mot og i skråninger vurderes av geoteknisk fagkyndig.

Det skal gjøres en konsekvensvurdering av tiltaket som tar for seg eventuelle skader eller ulemper tiltaket kan medføre, bl.a. om det er fare for kvikkleireskred.

Både permanent og midlertidig flytting av jord kan forverre stabiliteten av naturlige skråninger. I områder med kvikkleire i grunnen kan en slik forverring utløse et større skred. Kvikkleire kan forekomme under marin grense. Marin grense er markert på NVEs temakart Kvikkleire, (<https://gis3.nve.no/link/?link=kvikkleire>). På temakartet finnes også kartlagte faresoner for store kvikkleireskred, hvor grunnforhold og høydeforskjeller tilsier at det er spesiell skredfare.

Større bakkeplanering må ikke utføres uten geoteknisk fagkyndig som vurderer skredfaren ved tiltaket og nødvendigheten av grunnundersøkelser. Også for mindre tiltak er det viktig at stabiliteten forbedres for hver fase og at mellomlagrede masser legges på stabil grunn. Det vises til NVE veileder 7/2014 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» og «Veiled-

ning ved små inngrep i kvikkleiresoner» for mer utfyllende informasjon.

Ved planering skal matjordlaget tas vare på slik at det etterpå kan fordeles på overflata. Det kan også være aktuelt å tilføre annet organisk materiale som kloakkslam, husdyrgjødsel o.a for å bedre fruktbarheten.

Den mest gunstige tiden for planering er den tørreste tiden om sommeren, både med hensyn på den tekniske utførelsen av arbeidet, og for erosjonsfaren. Vinterplanering er uheldig av flere årsaker, med tanke på frosne jordklumper som kan redusere stabiliteten i fyllingene ved tining, og som kan skade rørledninger. Det er også vanskelig å ta vare på matjordlaget. Det er derfor ikke tillatt å sette i gang planering på telen jord. Ved avbrudd på mer enn 4 uker må feltet sikres mot erosjonsskader.

Etter planering skal feltet ikke noe sted ha helling brattere enn 1:6 etter setninger. Ved planering må det tas hensyn til setninger. Normalt må en regne med setninger på 10–20% av fyllingshøyden. Setningene er størst de første 1–2 år.

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 der det ikke er teknisk/økonomisk mulig å planere så slakt som 1:6 (1:8) skal ikke planeres. Det kan unntaksvis planeres brattere dersom formålet er ren stabilitetsforbedring.

Hellingen på fyllingsskråning må tilpasses fyllmassenes beskaffenhet. Fyllingsskråninger i leire eller silt skal ikke være brattere enn 1:3. Det må ikke legges opp fyllinger med høyder over 4 meter ut mot bekk. I tillegg må fyllingsfoten ikke ligge nærmere bekken enn en avstand på 2,5 ganger dybden av bekken. Dersom høyden er større enn 4 meter må avstanden til bekken vurderes i hvert tilfelle.

I skjæringer tillates følgende hellinger:

Fast leire 1:1,5 – 1:2

Bløt leire 1:2,5 – 1:3

Silt 1:2 – 1:2,5

De slakeste hellingene bør benyttes når høyden på skjæringa overstiger 3 meter.

### Overflatevann

Nedløp for overflatevann må plasseres inhult slik at det blir fall mot nedløpet fra alle kanter. Det skal være en overhøyde nedenfor på minst 0,5 meter. Det er avgjørende at overflatevann ikke får renne ut over fyllingskanten, dersom det ikke finnes et riktig dimensjonert og erosjonssikret overløp nedover fyllingskanten. Da må en føre vannet ned i tett kum, og føre vannet ut i ledning nedenfor fyllingen. Erosjonssikret overløp bør finnes også ved valg av kum, for å sikre mot erosjon i ekstremepisoder.

Det er også viktig at det er tilstrekkelig antall med nedløp for overflatevann, slik at ikke overflatevann fra for store arealer samler seg i drågene. Da kan en få kraftig drågerosjon. Siltjord er særlig utsatt, og bratte dråg er mer utsatt. Litt avhengig av terreng og jordart må innløpskummer plasseres med 30–100 meter avstand i dråget. Der det erfaringsmessig blir drågerosjon, kan en i tillegg anlegge grasdekt vannvei eller unngå å pløye for å bremse erosjonen. Vannveiene bør ha et fall på 2–5 promille.

Avskjæringsgrøfter mot utmark er viktige for å redusere erosjonsproblemene. Systematisk drenering av planeringsfelt minsker også overflateavrenningen. Mye av erosjonsskadene kommer de første årene etter planering, så grøfting bør foretas kort tid etter planering. En kan legge godt fall på grøftene for å hindre problemer etter setninger. Det er viktig å koble til eldre grøftesystemer som blir kuttet ved planeringen.

### Lukkinger

Svært mange av problemene med lukkingsanlegg skjærer innløpet tettes i flomepisoder. Alle lukkingsanlegg må ha et sikret inntak med en skråstilt rist.

Utløpet av ledningen er også et avgjørende punkt for anleggets levetid. Utløpsrøret bør være langt, slik at ikke vannet begynner å renne i siste skjøt, og det må erosjonssikres under utløpet, slik at det ikke begynner å grave.

Dersom hovedledningen legges i dalsida, må det legges en drenerende ledning av mindre dimensjon i dalbunnen, fordi det alltid vil renne vann i det gamle bekkeløpet. Denne må omfylles med pukk eller grov grus, så det ikke eroderer rundt ledningen.

Ved oppfylling av ravinedaler i nyere prosjekter har en i mange tilfeller fylt med sprengstein nederst, og løsmasser høyere i fyllingen. Dette gir en betydelig flomdempende effekt i tillegg til at risikoen for rørbrudd elimineres.

### Dimensjonering

Lukkinger i planeringsfelt bør minst dimensjoneres for antatte 30–50 års flommer på grunn av faren for erosjonsskader. Avløp der antatt 50-års flom overstiger 800 – 1000 l/s bør normalt ikke legges i rør.

Ved planlegging av samferdselsprosjekter og dimensjonering av lokal overvannshåndtering legges nå 200 års flom til grunn for dimensjonering.

## 4. Vedlikehold av eldre planeringsfelt

Hoveddelen av planeringsfeltene ble utført fram til åttitallet, og de begynner å få behov for vedlikehold og utbedringer. Dette gjelder både selve jordarealene og fyllingene, og de tekniske anleggene som er utført. De hydrotekniske anleggene har et særlig behov for ettersyn og vedlikehold. På bakgrunn av undersøkelser under kartlegging og erfaringer fra utbedringsprosjekter gjennom mange år er det derfor samlet tips og ideer i denne veilederen som viser hvordan en skal kunne reparere skader og unngå framtidige skader. Slik kan en sikre at de eksisterende planeringsfeltene kan drives som dyrka jord i overskuelig framtid.

Veilederen har delt opp temaene i kontroll med overflatevannet, hydrotekniske anlegg knyttet til lukkinger og bortledningssystemer, landbruksdrenering og beskyttelse av lukkinger mot frostskaider.

### 4.1 Kontroll med overflatevannet

#### Problemene med overflateavrenning

Bakgrunnen for utforming av de tekniske retningslinjene er for en stor del å sikre seg mot forurensing av bekker, elver og vann. En av de viktigste faktorene for å få et planeringsfelt som holder seg bra uten å få erosjonsskader er å ha kontroll med overflatevannet. Dette er det lagt stor vekt på i de tekniske retningslinjene der en ønsker å hindre forurensing. Selv om en finner litt partikler også i dreneringsvann gjennom drengrofter, skjer hovedmengden av erosjonsskader og partikkeltransport gjennom overflateavrenning. Det er det mest produktive matjordlaget som eroderer, og planert jord har i utgangspunktet ofte et for tynt matjordlag. En finner mange steder nedsatt avling på planerte arealer fordi matjordlaget er for tynt. På de eldste planeringsfeltene ble matjordlaget doset ned i ravinene, og undergrunnsjord kom opp i dagen. Fremdeles har slike felt dårlig produktivitet, 50 år etter.

Det naturlige ravinelandskapet har vært utsatt for erosjon siden istida. Det typiske utseende for dette ravinelandskapet er bratte raviner som skjærer seg inn i forholdsvis flate områder. Etter planering er landskapet ganske endret, selv om enkelte av de dypeste ravinene ofte står igjen. De helt flate områdene er erstattet med jevnt skrånende jorder, som ofte slutter i en brattere fyllingskant.

I tidligere tider ble de bratte ravinene beitet. Slike naturlige ravinelandskaper kan være forholdsvis stabile dersom bekken har kommet ned til en fjellterskel. Men mange ravinelandskaper har fortsatt aktiv erosjon, der ravinene blir stadig lengre og dypere. Endringene i drift i leirjordsområdene på Østlandet og i Trøndelag, der mange gårder har lagt om til ensidig korndrift og kuttet ut beitedyrene, er at ravinene gror til med skog, gjerne tett granskog. Med et stabilt grasdekke med beitevekster var ravinene forholdsvis stabile. Men tett skog skygger for undergrunnen og etterlater jorda uten bunnvegetasjon, og jorda blir langt mer erosjonsutsatt.



Bilde 4: Mange raviner har fremdeles aktiv erosjon.

Erosjon er avhengig av farten på vannet, og ved planlegging av f.eks. kanaler beregner en fall og bunnbredde og sideskråninger for å holde farten under det jordarten kan tåle. En må tenke på samme måte når det gjelder erosjonsfaren på planerte arealer ved overflateavrenning, både når det gjelder flateerosjon og drågerosjon.

Selv om hellingsvinkelen på jordene etter planering er lavere enn i ravedalene, er jorda utsatt for erosjon, særlig i perioder der jorda har dårlig planteteppe. Til brattere hellingsvinkel en har, til større erosjonsfare har en, fordi vannfarten blant annet er avhengig av hvor bratt det er. Hellingslengdene kan også bli lange, siden planeringen har jevnet ut terrenget, og erosjonen øker der det er større arealer som kan samle overflatevann. Ved kraftig nedbør som overstiger jorda infiltrasjonskapasitet vil vannet renne på overflaten, og mengdene vil øke nedover i hellingen. Etter som tykkelsen på vannlaget øker, vil farten på vannet øke fordi friksjonen blir mindre. Etter hvert blir farten større enn det jordarten kan tåle, og partikler slites løs og føres med vannet.

Fyllingskanten er ekstra utsatt, fordi en her ikke er begrenset av en helling der landbruksmaskinene skal kjøre, og derfor er hellingen langt brattere. Særlig dersom et dråg eller et jorde med lang hellingslengde munner ut i over fyllingskant. Kraftig kan erosjonen bli de første årene, før vegetasjonen etablerer seg, er de farligste.



Bilde 5a: Der overflatevann renner over en fyllingskant kan en raskt få alvorlig erosjon som er vanskelig å stoppe.



Bilde 5b: Etter hvert kan en få kraftig utrasing i skråningen.

I landskaper der det er planert samler også vannet seg ofte i markerte dråg, og i disse har en absolutt den største erosjonsfaren. Drågene ligger ofte der en tidligere hadde raver i landskapet, og en står i fare for å gjenskape ravinene. Til større nedbørfelt et dråg har, og til brattere dråget er, til større blir erosjonsfaren.



Bilde 6a og 6b: Mange dråg har årlige erosjonsskader.

Vannet samler seg ofte i mindre bekker også på jordet, f.eks i sårader eller kjørespor etter sprøyting, og i disse radene vil erosjonen kunne bli langt kraftigere enn den vanlige flateerosjonen.



Det er dermed ikke bare skråningsvinkelen på overflaten som bestemmer vannfart og erosjonsfare. Jordas infiltrasjonskapasitet, overflatens ruhet og hellings lengde har stor betydning. Jordas kornfordeling og jordstruktur som avgjør jordas eroderbarhet er også en viktig faktor. Velutviklet matjord med aggregatstruktur er mer motstandsdyktig mot erosjon.

Jordas ruhet, og dermed friksjonen, er minst like etter jordarbeiding og såing. Da er overflata slett, og vannet oppnår større fart. Et nypløyd areal vil ha mye mer ujevn overflate, og kan magasinere mer vann. Så selv om jorda også her er uten vegetasjon, er den mindre erosjonsutsatt. Derfor ser en ofte de største erosjonsskadene ved kraftig nedbør like etter såing.

Både på pløyd, harvet og nysådd åker har en fått løsnet jorda, og mange partikler er løse og kan lett transporteres vekk ved overflateavrenning. Det samme gjelder på skrånende arealer med grønnsaksproduksjon etter høsting, selv om dette ikke er så vanlige vekster på planert jord. I planert jord er det sjelden dyptgående sprekkesystemer eller meitemarkganger, slik det oftest er i leirjordsmonn som ikke er planert. Denne forskjellen har stor betydning for erosjonsrisikoen.



Bilde 7a og 7b: I bratt terreng kan en få kraftig erosjon mellom såradene.



Bilde 8: I nysådd høstkorn er en utsatt for overflateerosjon ved nedbør.

## Løsninger for overflatevann som hindrer erosjon

### Nedløpskummer for overflatevann

Der vannet samler seg i dråg som jevnlig får erosjons-skader, kan en plassere nye overflatekummer i dråget. Kummen kan kobles til en bekkelukking, eller en kan legge en separat ledning fra kummen i et grunnere system. Det må advares mot å koble kummer ned på dype rørledninger, fordi kummene er utsatte punkter for erosjon. En finner ofte lekkasjer i koblinger og skjøter, og ofte ser en de største erosjonsproblemene nær kummer. Kummene bør heller ikke plasseres rett over rørledningen, på grunn av fare for frostbevegelser som kan gi knusningsskader. Kummene bør plasseres ved siden av hovedledningen.



Bilde 9a og 9b: Betongkummer har utette skjøter, og er svært utsatt for erosjon på utsiden av kumveggen. Etter hvert utvikler dette seg til et karter rundt kummen.

Dersom overflatevann renner konsentrert over en fyllingskant, og skaper erosjon over fyllingskanten og nedover skråningen, vil løsningen kunne være å legge en overflatekum nær kanten for sikring mot overløp/utløp i fyllingsfronten. Denne kan ligge i tilknytning til hovedsamleren for grøfte- og overflatevann, eller ligge separat. Den bør ikke kobles til dype lukkinger eller bunnledninger. Fra kummen bør hovedsamleren føres ut til fastmark nedenfor bunnledningens utløp. Her er det mindre fare for skade, og bunnledningen blir ikke forstyrret.



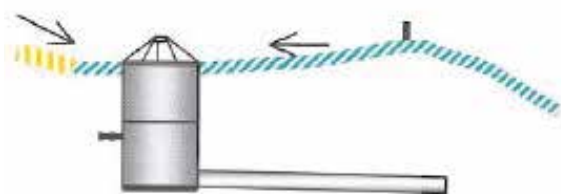
Bilde 10: Rørutløp i raviner bør føres ned til bunnen, ellers kan en sette i gang kraftig erosjon. Foto Atle Hauge

Utløp av lukkinger eller dreneringsrør må ikke føres ut oppe i en skråning. Dette gir sterk erosjon, og det kan etter hvert undergrave rørledningen. En bør også være forsiktig med å føre ut mye vann i raviner der det er fare for ytterligere erosjon i bunnen. I slike raviner må en erosjonssikre ved steinsikring, stryk eller terskler.



Bilde 11: Raviner med aktiv erosjon må sikres med terskler eller steinsetting. Dumping av søppel ned i raviner har sjelden virkning for å dempe erosjonen, for vannet renner bare under.

For å være sikker på at kummen fanger opp vannet, bør det lages et motfall mot fyllingskanten, slik at vannet tvinges ned i kummen. Motfallet bør være minst en halv meter høyt.



Figur 2: Motfall langs fyllingskanten, og kum som tar ned overflatevann og fører vannet ut på sikkert sted i bunnen av fyllingen er en mulig løsning. Figur hentet fra ITF-rapport 123/2002.

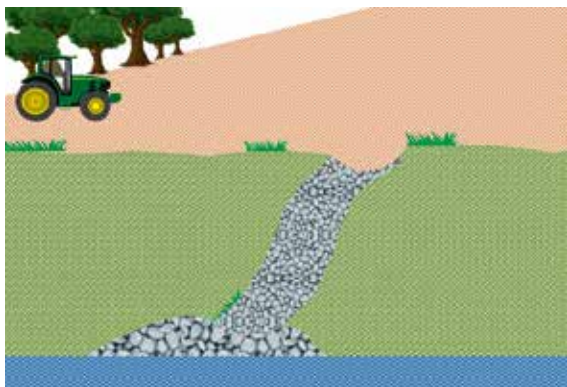
Det er imidlertid en svakhet at vannet kan finne utettheter i kummen, eller følge røret på utsiden, og begynne å grave.



Bilde 12a og 12b: Plassering av kum i åkerkant for å fange overflatevann og føre ned til sikkert dyp er anbefalt, men der kummen er utett kan en få erosjon rundt kummen, og fullstendig kollaps av systemet.

Det er derfor et godt alternativ å lage et erosjons-sikret bekkeløp nedover skråningen, dersom en er nødt til å føre vann nedover en bratt skråning. Slike nedløp må sikres med duk under, og en bør bruke forholdsvis stor stein for å bremse vannet. En kan ha mindre stein underst, og større steiner oppå. Det erosjonssikrede bekkeløpet utformes som en renne i landskapet.

Et slikt steinsatt overflateavløp nedover fyllingsfronten vil uansett styrke beredskapen mot store flomskader ved ekstreme avrenningsepisoder, dersom kummen skulle bli tett, eller kapasiteten på ledningen overskrides slik at vannet renner over kanten. Uten en slik sikring kan en få store skader på kort tid hvis uhellet er ute.



Figur 3: Steinsikret nedløp på overflaten nedover skråninger er en sikker metode. Duk under steinfyllingen er nødvendig.

### Graskledd vannvei

Som flomsikring i dråget over dalfyllinger bør det etableres en graskledd vannvei dersom det registreres erosjon jevnlig. De store vannveiene langs bunnlinjen i dagens terreng bør uansett ligge i varig grasdekke. Et alternativ som er mye brukt der en har litt erosjon er å løfte plogen i dråget ved høstpløying, men permanent grasdekke gir det beste vernet mot erosjon.



Bilde 13: Graskledd vannvei i dråg er en god løsning. Dersom nedbørfeltet er for stort bør dette kombineres med overflatekummer.

Det er også mulig å bryte opp lange hellingslengder ved å anlegge en graskledd vannvei på langs av kotene, og lede vannet inn i overflatekum. Dette er viktigst der en har lange hellingslengder eller bratt terreng der erosjonsfaren blir stor. Noen ganger kan vannet også følge åkerkanter eller kjørespor. Det er viktig at vannet samles opp også slike steder.



Bilde 14: Erosjon i åkerkant der vannet følger en plogfår.



Bilde 15: Erosjon i kjørespor.

### Fangdammer

I områder med mye erosjon kan en også anlegge fangdammer eller konstruerte våtmarker som fanger opp mye av partiklene før disse når hovedvassdraget. Fangdammer består av et dypere sedimentasjonskammer for de større partiklene, og et grunnere basseng dekket med vegetasjon for sedimentasjon av mindre partikler, og for å fange næringsstoffer gjennom biologisk aktivitet.



Bilde 16a og 16b: Sedimentasjonskammeret er uten plantedekke og kan være dypere for å forlenge levetiden av dammen, for her fanges det mest sediment. I vegetasjonssonen som kommer etterpå bør vannet være grunt, ca 30-50 cm, og godt dekket av planter.  
Foto Atle Hauge

Dette er spesielt viktig under planeringsarbeider, der det kan bli mye erosjon under selve arbeidet. Det kan dermed være behov for en midlertidig sedimentasjonsdam når slikt arbeid skal utføres. Enkle dammer kan lages ved å bygge terskler i raviner i stedet for å grave ut dammer.

Det er laget en veileder for bygging av fangdammer, Bioforsk Fokus nr.12/2008, som går gjennom bygging av fangdammer.

### Flomdammer

Opprinnelig fantes det i områdene der planering er utbredt mange åpne bekker, myrer og dammer som kunne holde tilbake vann ved store nedbørmengder.



Figur 4: Skjematisk tegning av fangdam eller konstruert våtmark.  
Tegning Bent Braskerud

Nå er myrene ofte drenert og delvis forsvunnet, og bekkene er lukket. I tillegg er jorda for det meste systematisk drenert. Hele området responderer derfor langt hurtigere ved nedbør, og flomtoppene blir større enn før. Dette skaper større erosjonsfare i bekkene, og er en fare for lukkingsanlegg. De mest ekstreme flommene er gjerne kortvarige, og muligheten for å samle vann under de mest ekstreme regneepisodene kan dempe flomtoppen mye i små bekker.

Flomdammer er hovedsakelig laget for å dempe flom, men den kan også være kombinert fangdam og flomdam. Flomdammene har smal utløpsterskel, eller bare en utløpsslisse, slik at vannstanden stiger raskt i dammen i nedbørepisoder. Slik vil de dempe flommene lenger nede ved å magasinere vann i flom. Mange lukkingsanlegg i planerte områder er dimensjonert for små. En flomdam oppstrøms med et rør gjennom demningen som er tilsvarende lukkingen, kan sikre at rørene i lukkingen ikke overbelastes. Flomdammen fylles hvis avrenningen blir høyere enn det rørene er dimensjonert for.

Flomdammene kan gjerne anlegges i utmark før lukkingsanlegg. I enkelte raviner er det enkelt å lage flomdam eller fangdam ved å lage en terskel og demme opp ravinedalen. Det finnes mange eksempler på slike flomdammer, fra permeable kvistdammer til tette terskler med strupet rørgjennomløp eller begrenset overløp.



Bilde 17 a: Flomdam i utmark med begrenset utløp anlagt for å beskytte lukking nedenfor. Foto: Thorbjørn Kristiansen

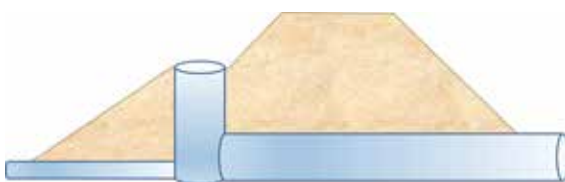
Det er mange mulige utforminger for å begrense utløpet, slik at vannet kan stige i flomsituasjoner.

En svært enkel metode er noe som kalles kvistdammer. Her kan en bygge stengsler av trær eller kvist som slipper gjennom en del vann, men som bremser vannet dersom vannmengden blir for stor. Disse vil råtne etter en tid, og må fornyes, men de er billige.



Bilde 17b: Kvistdam som kan legges i ravine for å bremse erosjon og samle sedimenter. Eksempel fra Slovakia.

Vannet kan holdes tilbake ved at demningen er permeabel, at utløpet er innsnevret, eller ved at det legges rør gjennom en demning med begrenset kapasitet. En kan legge et lite rør som tømmer bassenget i tørre perioder, men som er for lite når det kommer flom. I tillegg har en et overløp eller et større rør for å sikre demningen i flomsituasjoner.



Figur 5: Skisse av L-rør i demning, som kan brukes til fordøyningsbasseng.

## 4.2 Gjenåpning av lukkinger

Gjenåpning av lukningsanlegg, etablering av fangdammer, terskler, bredere bekker og flomarealer kan dempe flomtoppene, særlig de ekstreme toppene etter kortvarige regnskyll. Et kanalprofil kan lagre mer vann enn et lukningsanlegg over samme strekning, særlig hvis det tilrettelegges for dette ved slake kanalsider, eventuelt med fangdammer eller terskler med strupet overløp, slik at vannet stiger ved høy vannføring.



Bilde 18: Gjenåpning av bekkelukking i Rakkestad. Bildet er tatt like etter ferdigstillelse. Foto Atle Hauge

## Erosjonskontroll i kanaler og bekkeløp

Erosjon skjer når farten på vannet overstiger jordartens evne til å motstå erosjon. Det er fire måter å stoppe erosjonen på:

a. Øke tverrsnittsarealet på kanalen enten ved at kanalbunnen gjøres bredere, eller kanalsidene kan legges ut. Når tverrsnittsarealet økes vil kanalen ha større evne til å føre vann, og farten minker. Ofte vil det være en god løsning å lage kanalsidene slakere, slik at kanalen får større evne til å øke vannføringen når vannstanden i kanalen stiger.

b. Fallet på kanalbunnen kan gjøres mindre. Det vanligste er å anlegge erosjonssikrede stryk der mye av fallet i terrenget kan tas ut, og energien drepes. Hellingen på kanalen mellom strykene vil dermed gjøres mindre, og farten kan holdes på et akseptabelt nivå.

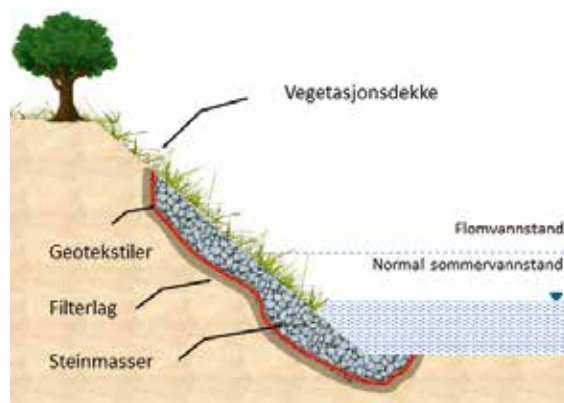
c. I bratte kanalsider er partiklene mer utsatt for erosjon. I for bratte kanalsider kan partiklene dras lettere med av vannstrømmen. Ofte opplever en av kanalsiden undergraves og siger ut i bekkeløpet. Også i perioder med stor vassmetning kan kanalsidene bli ustabile og gli ut hvis de er for bratte.

d. En kan beskytte de erosjonsfarlige jordmassene. Det finnes mange måter å erosjonssikre kanaler på, med fibermatter, steinsetting eller ved duk og pukk. Erosjonssikring er kostbart, så ofte velger en å ta ut fallet over spesielle strekninger, som dermed sikres ekstra godt. Ytterkant i kurver er også et viktig punkt å erosjonssikre, for her får vannet størst fart.

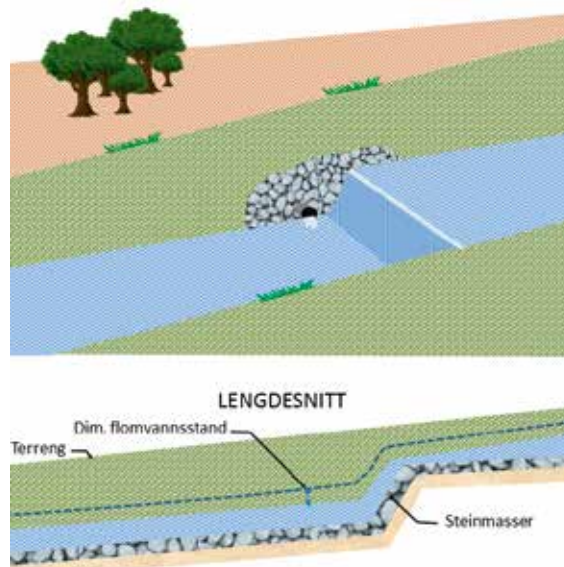


Bilde 19a og 19b: Bratte kanalsider har lett for å skli ut.  
Foto Atle Hauge

NVE har en veileder kalt «Vassdragshåndboka», der en kan finne mange eksempler på steinsikring av bekkeløp.



Figur 6: Ved bratte eller høye kanalsider kan en være nødt til å steinsikre nedre del for å hindre utrasing.



Figur 7: For å holde farten nede kan en anlegge stryk som virker som energidreper. Det er viktig at disse erosjonssikres godt med steinsetting.

Dersom en lager stryk eller terskler i vassdrag med vandrende fisk, må disse tilrettelegges for fiskevandring.

### **Vannressursloven - vassdragstiltak**

Noen av disse tiltakene kan være så omfattende at det inntreffer konsesjonsplikt. Hovedregelen om konsesjonsplikt for tiltak som kan ha virkninger for vassdrag finnes i Vannressurslovens § 8:

”Ingen må iverksette vassdragstiltak som kan være til nevneverdig skade eller ulempe for noen allmenne interesser i vassdraget eller sjøen, uten at det skjer i medhold av reglene i § 12 eller § 15, eller med konsesjon fra vassdragsmyndigheten.”

Et kriterium for at tiltak både i og utenfor vassdrag er konsesjonspliktig, er at tiltaket kan påvirke allmenne interesser i selve vassdraget. Konsesjonsplikten inntreffer for tiltak i vassdrag så snart tiltaket kan være til ”nevneverdig skade eller ulempe”. For tiltak i vassdraget følger konsesjonsplikten av loven direkte og er ikke avhengig av at vassdragsmyndigheten har gjort vedtak om det.

Ideelle eller ikke-økonomiske interesser faller inn under begrepet ”allmenne interesser”. Som eksempler på allmenne interesser kan nevnes fiskens frie gang, allmenn ferdsel, naturvern, biologisk mangfold, friluftsliv, vitenskapelig interesse, kultur og landskapshensyn, jordvern, hensyn til flom og skred m.v.

Konsesjon til et tiltak kan bare gis dersom fordelene med tiltaket overstiger skader for allmenne og private interesser som blir berørt i vassdraget eller nedbørfeltet.

### **Saksbehandling ved vurdering av konsesjonsplikt**

Det er tiltakshaver som har ansvar for å informere vassdragsmyndigheten om tiltak som er eller kan være konsesjonspliktige. Det er ulovlig og straffbart å iverksette konsesjonspliktige tiltak uten konsesjon (§ 63). Etter § 18 første ledd kan vassdragsmyndigheten i forskrift eller enkeltvedtak avgjøre om et tiltak i vassdrag er konsesjonspliktig eller ikke. Tiltakshaver, berørt fagmyndighet eller andre med rettslig interesse kan kreve at vassdragsmyndigheten treffer avgjørelse om dette. For at NVE skal kunne vurdere konsesjonsplikten for et tiltak, må tiltakshaver sende inn en beskrivelse av tiltaket. Beskrivelsen må inneholde de samme punktene som en konsesjonssøknad, men i forenklet omfang.

Som regel inntreffer likevel ikke konsesjonsplikt. Da blir det den generelle aktsomhetsregelen som gjelder, i Vannressursloven § 5, Forvalteransvar og aktsomhetsplikt: ”Enhver skal opptre aktsomt for å unngå skade eller ulempe i vassdraget for allmenne eller private interesser.

Vassdragstiltak skal planlegges og gjennomføres slik at de er til minst mulig skade og ulempe for allmenne og private interesser. Denne plikten gjelder så langt den kan oppfylles uten uforholdsmessig utgift eller ulempe. Vassdragsmyndigheten kan ved forskrift fastsette nærmere regler om planlegging, gjennomføring og drift av bestemte typer vassdragstiltak.

Vassdragstiltak skal fylle alle krav som med rimelighet kan stilles til sikring mot fare for mennesker, miljø eller eiendom.”

### **Bekkelukking, åpning av vassdrag og bygging av fangdammer**

Dersom det skal gjøres større fysiske inngrep i bekkeløp slik som konstruksjon av fangdammer, dammer eller oppdemming, bør en så tidlig som mulig ta kontakt med NVE for nærmere avklaring.

NVE er en viktig samarbeidspartner for større tiltak og anlegg i vassdrag. Er du i tvil om tiltak krever konsesjon, ta kontakt med NVEs regionkontor.

Åpning av tidligere lukkede vassdrag vil normalt være positivt for de allmenne interessene og vil derfor sjelden utløse konsesjonsplikt. Viktige hensyn som skal ivaretas ved åpning av vassdrag er hensynet til flom, erosjon og skred, geotekniske forhold, fiskens frie gang, landskapshensyn og påvirkning av minstevannføring.

Bekkelukking vil normalt være konsesjonspliktig. Dette må imidlertid vurderes i det enkelte tilfelle. Bekkelukkinger av noe omfang bør derfor meldes til NVE både for vurdering av konsesjonsplikt og vurdering av hydrauliske forhold for vassdraget for øvrig.

### 4.3 Tekniske problemer og løsninger for rørledningen i eldre lukkingsanlegg på planerte områder

#### 4.3.1 Skader på bunnledninger

Planering ble tidligere ofte kombinert med lukking av bekker i gamle raver. Noen ganger var det bare overflatevann fra selve feltet og drens vann som ble koblet på lukkingen, men ofte var det i tillegg bekker som gikk gjennom området som ble lukket, før det ble planert over. Da ble rørdimensjonene også større fordi nedslagsfeltet kunne være mye større. Rørene ble lagt ned i lokale masser uten drenerende omfyllingsmasser eller komprimering. Noen ganger havnet rørgata dypt, mye dypere enn det rørene var dimensjonert for å tåle. Rørene kunne også bli skadet ved planeringen.

Det ble brukt flere typer rør; tegl, metall, glass-fiber, men det vanligste ved større dimensjoner var betongrør. Betongrørene har variabel betongkvalitet, og eldre rør tilfredsstiller som regel ikke dagens krav til betongrør. Det var også dårligere skjøter på eldre rørtyper, falsene var ikke av den kvaliteten som en ser i dag. I landbruket har en sjelden fulgt leggeforskriftene for slike betongrør når det gjelder omfyllingsmasser og komprimering. Rørgatene begynner nå å bli gamle, og det er mange forhold som truer rørgata.

- Rørene kan deformeres og knekke. Dette kan skje fordi trykket er for høyt, eller på grunn av setninger. Knuste rør er særlig vanlig nær utløp eller første rør foran eller etter kummer på grunn av frost eller forskyvninger. Mange skader skjedde ved selve planeringsarbeidet. Noen av rørgatene lå nede i ravinene og ble overfylt slik at de ble liggende svært dypt, der trykket var høyere enn det rørene var dimensjonert for.

- Både metallrør og betongrør kan være utsatt for korrosjon, som over tid ødelegger røret.

- Lekkasje i skjøter er kanskje den vanligste feilen. Rørene har dårlige fals, og ved store vannmengder kan det spyles vann ut i skjøtene slik at jordmasser spyles ut. I rør som ligger bratt der vannet får stor fart, kan det også bli overtrykk eller vakuum som kan gi tilsvarende virkning. Etter hvert blir rørgata ustabil, og rør kan komme ut av stilling. Etterpå vaskes jord vekk, og en kan få jordhuler som til slutt kollapse. Røret kan også tettes av jord.

- Jordsig og setninger kan dra rørene fra hverandre. Det er vanlig med slike setninger etter planering.

- Frostskaider er vanlige i større røranlegg, der kaldluft dras langt inn i rørledningen om vinteren, slik at en får mange episoder med frysing og tining. Skader er særlig vanlig nær kummer og i utløpet.

- Tette innløpsrister er en vanlig årsak til at en får skader i innløpet, og vannet kan etter hvert renne over og nedover jordet, eller inn i de første skjøtene i rørledningen.

- I grunne anlegg kan vannet finne veien ned fra overflaten inn i utettheter mellom rørene, og jord vaskes vekk slik at rørene forskyves. Dette er særlig vanlig der rørledningene ligger under et dråg i landskapet. Inntak av drensledninger skjedde i mange tilfeller ved at det ble laget et hull i røret, noe som ofte førte til utettheter.

- Vannet finner veien fra overflaten og utenom kummene, og eroderer på utsiden av kummen.

- Rørene er ofte underdimensjonerte. Ingen rørgater er dimensjonert for absolutt alle flommer, men i landbruket ville en spare, og dermed ble mange rørgater dimensjonert så lavt at de jevnlig blir for små.



Bilde 20: Utette skjøter fører til utvasking av jord rundt røret, og etter hvert kan dette danne en stor jordhule, som til slutt kollapse.



Bildegalleri 21 a-d: Tegn på at det er skader på rørledningen kan ofte sees på overflaten som jordhull eller erosjonsspor på overflaten. Noen ganger er rørledningen helt blottlagt.



Bilde 22: Tett innløp eller for dårlig dimensjon kan føre til at vannet renner over og eroderer over rørledningen.

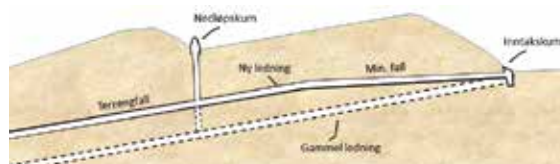


Bilde 23: I grunne anlegg kan hele området over rørledningen kollapse.

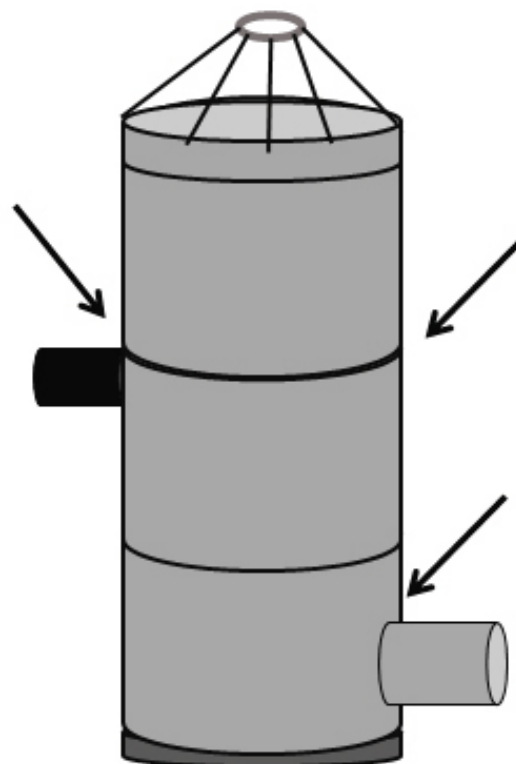
#### 4.3.2 Reparasjoner av eldre lukkingsanlegg

Lukkingsanlegg kan vise seg å være underdimensjonert, enten ved feil i planleggingen eller fordi den etter hvert fører mindre vann enn før pga. sedimenter, forskyvninger eller lignende. Det er flere tiltak som kan avhjelpe dette, slik at full utskiftning av rørgata ikke er nødvendig.

Dersom den gamle ledningen fungerer kan en legge en avlastningsledning av mindre dimensjon, men tilstrekkelig til at de to ledningene samlet tar unna vannet. Ofte legges en slik ledning høyere oppe i profilet enn den gamle ledningen som ble lagt før planering. Et alternativ kan være å avlaste den gamle ledningen ved å koble vekk alle dreneringsledninger, og kanskje også alle inntakskummer for overflatevann. Påkoblinger av drenering og inntakskummer er en av de største truslene for en gammel rørledning, og det er her en oftest finner feil på ledningen.

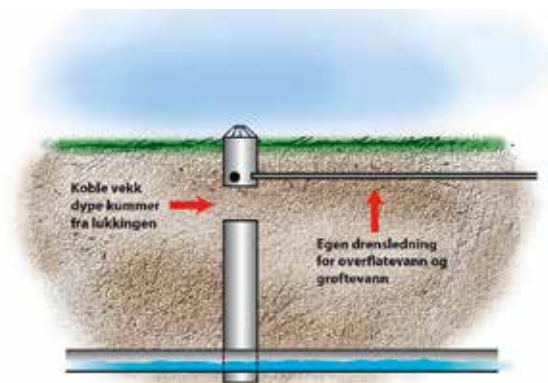


Figur 8a: Ny ledning avlaster eller erstatter gammel ledning, og kan legges mye høyere i profilet.



Figur 8b: Problemene i eldre betongkummer kommer hovedsakelig fra lekkasje mellom kumringer og ved påkobling av rørledninger.

Særlig farlige er dype kummer for inntak av overflatevann eller for å samle drenering. Man finner kummer som er rundt 15 meter dype i noen planeringsfelt, og hvis disse får problemer er det svært mye jord som kan eroderes hvis skade oppstår. Ved frakobling kan en både fjerne faren for skader og en kan avlaste den gamle ledningen. Ledninger for drenering og overvann kan da føres i separate anlegg som ligger mye grunnere, og er lette å vedlikeholde.



Figur 8c: Dersom en har svært dype kummer som det eroderer rundt, kan det være nødvendig å koble dem vekk for å sikre mot videre erosjon.

Når rørgata er ødelagt, enten ved at selve rørene er ødelagt eller dersom de er ute av stilling kan eneste løsning være å erstatte eksisterende rør, enten ved at en skifter ut rørene, eller ved at en etablerer en ny rørgate et annet sted, og tetter den gamle. Ved utskifting av rørene vil en få rør som er tettere og ofte med bedre kvalitet. Der det er mulig vil en da velge å legge ledningen grunnere enn den gamle ledningen, slik at gravingen blir billigere og slik at rørene kan vedlikeholdes.

Vannet kan ha stor fart i røret, og dersom skjøtene er dårlige vil en ofte få en utspyling av masse utenfor utette skjøter. Det er ikke vanlig med grovere omfyllingsmasser rundt eldre landbruksanlegg, og omfylt leire spyles lett vekk og føres med vannet ut. Etter hvert kan utspylingen bli så omfattende at røret forskyver seg, eller at jorda over ledningen faller ned, slik at det blir huller opp til overflaten.



Bilde 24a og 24 b: Rørledninger kan ha større eller mindre lekkasjer, som viser seg som jordhull på overflaten. Mindre jordhull kan oversees noen år, men problemene vil forsterke seg etter hvert.

Der en har rørledninger som ligger uten omfyllingsmasser kan en få en vannstrøm langs ledningen på utsiden, der det eroderes vekk jord. Vann som renner langs ledningen kan dermed lage forskyvninger i rørgata. Særlig utbredt er dette i nærheten av utløpet, og der ledningen er lagt i et gammelt bekkeleie.

Rørene kan også forskyve seg på grunn av setninger i tilbakefylte masser etter bakkeplanering, og kan dras ut av tyngdekraften og jordsig i hellinger. De vil da etter hvert fylles med jordmasser.



Bilde 25: Utskiftet rør fylt med leire.

Ved å legge en avlastningsledning høyere oppe i profilet, er det ofte mulig å la den gamle ledningen som hadde problemer ligge, fordi den nå har mye mindre vannføring, men dette må vurderes ut fra hvor omfattende problemer den har.

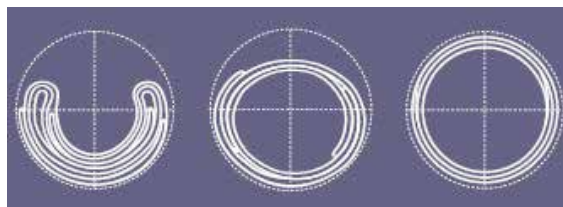
Dersom en har problemer med utette skjøter eller rør med knusningsskader, vil dette problemet ofte gjelde lengre partier av rørgata.



Bilde 26: Rør som er i ferd med å kollapse på grunn av høyt trykk eller dårlig rørkvalitet. Foto: Hendrik Panman, Kjeldaas AS

Her er det mulig å renovere hele eller deler av ledningen ved såkalt strømperenovering. Da blir ledningen litt mindre enn tidligere.

Dette er et alternativ til utskiftning av ledningen, men på grunn av prisen er det mest aktuelt dersom ledningen ligger så dypt at utskiftning blir vanskelig eller dyrt. Her føres det en strømpe av glassfiber inn i den utette rørledningen, og den blåses opp med trykkluft og herdes. Skarpe kanter og andre hindringer kan freses vekk først. Men det er ikke et krav at ledningen er helt rund, strømpen tilpasse seg til det tilgjengelige volum.



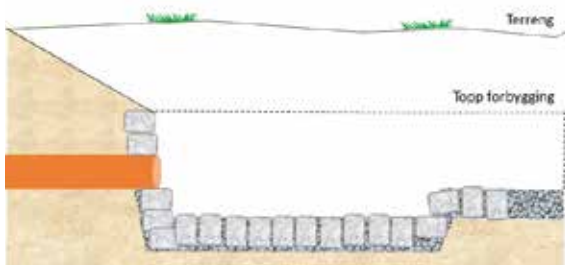
Figur 9: Lineren tilpasse seg alle endringene i tverrsnitt og profil og legger seg tett mot rørvæggen. Skisse Kjeldaas AS.

Ved forskyvninger i rørgaten kan det være tilstrekkelig å grave opp rørene, og legge dem tilbake. En duk rundt rørledningen kan hjelpe der det er utette skjøter. Ofte er det ustabil jord på steder der skaden har skjedd, og rørgata bør derfor sikres med utskifting av masse rundt røret, med duk mot leir-massene og pukk under for å stabilisere rørgata.

Men vanligvis ønsker en å erstatte rørgata på steder der en graver opp de gamle rørene. Dette vil en også gjøre der rørene er skadet. I dag legges lengre lengder av dobbeltveggede plastrør, eller andre ledninger med tette skjøter. Bunnledninger gjennom store dal-fyllinger bør bare ta inn avløp fra områder ovenfor fyllingen.

En kan avlaste den gamle rørgaten ved å føre alle dreneledninger og overflatekummer inn i et nytt separat system.

Oftest er det bare de siste meterne i bunnen av fyllingskanten som har problemer, ved at de siste rørene i rørgaten faller ut, og det begynner å erodere nederst i fyllingskanten. Det er utettheter i skjøtene i siste rør som forårsaker dette, der vannet begynner å renne ut i skjøten, og eroderer langs siste rør til det faller ut. Ispropp i utløpet kan også føre til at slike episoder skjer. I slike tilfeller kan en erstatte siste del av ledningen med et langt rør uten skjøter. Husk steinsetting i utløpet.



Figur 10: Skisse av nytt utløpsrør med litt større dimensjon.

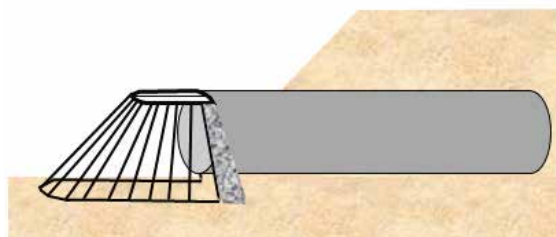


Figur 11: Utløpet bør legges litt til siden for dråget, og dette kan kombineres med en steinsikret nedløpsrenne for overflatevann.

Der det er høy fyllingsfront, bør utløpet sikres ved drenering av vann fra sidene og av vann under trykk i bunnen av fyllingen.

Innløpet er også et svakt punkt, der en ofte finner skader. Det er påbudt med rist foran større lukkinger. Slike rister hindrer større fremmedlegemer å komme inn i ledningen. Skråstilt rist med vertikale spiler er det beste for å hindre at rista blokkeres, for da kan kvist o.l løftes av vannet dersom vannstanden stiger foran innløpet.

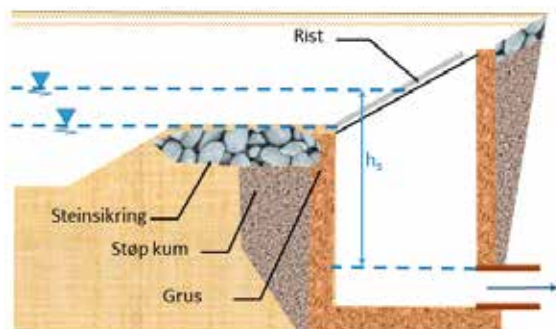
Men når en monterer rist foran innløpet må denne renskes jevnlig, ellers kan den gi større problemer enn anlegg uten rist. En finner ofte skader i innløpet som har skjedd i perioder der rørledningen har vært for liten eller rista har vært blokkert, slik at vannet renner utenom ledningen eller finner veien inn i de første skjøtene mellom de første rørene i ledningen.



Figur 12: Skisse av god rist foran innløp av større lukkinger.

I mange områder er det lukket svært mange bekker, og det kunne være en berikelse for landskapet, biologisk mangfold og flomdempende å få tilbakeført lukningsanlegg til åpen bekk igjen. En slik åpen bekk kan erosjonssikres med bruk av terskler, og kan også fungere som en fangdam dersom det lages utvidelser og våtmarksfilter med beplantning. I tilfeller der renovering av ledningen blir dyr, kan det være et godt alternativ med gjenåpning. Slike gjenåpninger holdes så høyt i landskapet så mulig, for å begrense gravearbeidet og hindre erosjon seinere.

Ujevne skjøter, skader eller sedimenter i ledningen kan minske rørledningens evne til å føre vann over tid. I tillegg har innløpsforholdene til ledningen stor betydning, slik at ledningen fylles. Hvis det er turbulente forhold foran innløpet eller vannstrømmen må skifte retning foran utløpet vil rørledningen ikke fylles, og rørledningens kapasitet utnyttes dårlig. Et innløp som smalner inn mot åpningen leder vannet godt inn i rørledningen. Dykket innløp, der det er en kum som fylles vil også sikre god fylling av ledningen.



Figur 13: Dykket innløp for å sikre fylling av ledningen.

Det er viktig at det ikke kommer inn større fremmedlegemer i en rørledning, og foran innløpet bør det derfor alltid monteres en skråstilt rist med vertikale spiler. Slike rister har en viss evne til selvrensing fordi kvister og strå flyter opp når vannstanden stiger. Tette rister er en av de viktigste grunnene til at det oppstår flom og skader i lukningsanlegg. Det er derfor viktig at disse ettersees og renses jevnlig. En anbefaler ikke rister med for liten avstand mellom spilene, fordi disse lettere tettes, og de må renses ofte. Partikler som enkelt passerer gjennom ledningen kan godt passere rista, det er partikler som kan sette seg fast som truer rørledningens funksjon.

#### 4.3.3 Problemer og løsninger med overflatekummer

Overflatekummer brukes til å føre overflatevann ned i lukkingene, til å samle dreneringsledninger og til inspeksjon. Kummene er svært viktige når det gjelder å fange opp overflatevann i drågene. Dersom kummene ikke finnes, eller dersom de er feilplassert i dråget slik at vannstrømmen renner forbi, vil overflatevann fra store områder renne konsentrert i dråget i nedbørepisoder. Dette kan forårsake store erosjonsskader, ofte flere ganger i året.

Men kummene er også et svakt punkt. Eldre kummer er sjelden tette, og vannet finner dermed veien ned på utsiden av kummen, og inn gjennom skjøter og utettheter. Det har også vært vanlig å føre sideledninger og dreneringsledninger inn i kummen ved å hogge inn et hull i kumveggen, uten at dette tettes skikkelig etterpå. Når vannet begynner å renne gjennom store porer i leirjorda og inn i disse utetthetene, blir det erosjon av partikler, og etter hvert dannes det store erosjonskrater rundt kummene. Det er ikke uvanlig at kummene står igjen som piper midt i et erosjonskrater, som ofte går helt ned til bunnledningen.



Bilde 27: Erosjonen rundt kummene kan være så kraftig at kummene står igjen som en pipe i et erosjonskrater.

Gamle kummer var også ofte plassert oppå bunnledningen. Store mengder jord kunne fryse fast på yttersiden av kumveggen. Bevegelser ved frysing og tining av jorda ga ekstrem belastning på bunnledningen, og kunne dermed gi brekkasjer og etter hvert kollaps av ledningen. Frysing og tining kunne også gi lekkasjer mellom kumringene.



Bilde 28: Ved lekkasjer rundt kummer kan også rørledningen bli skadet, slik at det blir ytterligere erosjon langs rørledningen.

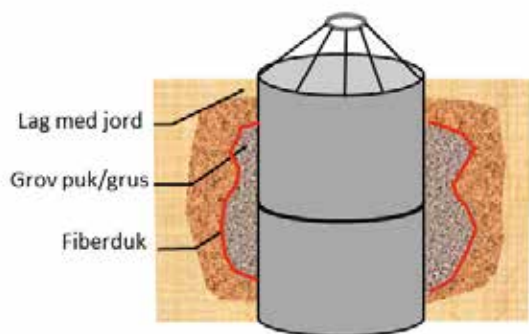
Tidligere var betongkummer enerådende. Kummene var utette i skjøtene, og dette førte svært ofte til at det ble erosjon rundt kummen, der vannet etter hvert ikke rant ned i åpningen, men ned langs sidene og inn i utettheter. En finner sjelden eldre betongkummer som ikke har dette problemet.

Det er gjort mange forsøk på å utbedre disse eldre kummene, og et forsøksprosjekt prøvde ut flere løsninger. Men flere av de utprøvde løsningene fungerte ikke bra, og erosjonen fortsatte på grunn av utettheter i kummen.

Dersom en skal reparere utett kummer kan en sikre mot innløp av vann og jord i skjøter mellom kumrør ved hjelp av tett duk fra bunn til topp. Utette kummer kan tettes med fiberduk, og en kan legge drenerende, grove masser som pukk eller grov grus rundt kummen for å unngå telebevegelser og erosjon

i jorda rundt kummen. Duken legges da på yttersiden av de grove massene.

For å unngå at vannet følger pukklaget/gruslaget ned og renner inn i utettheter lenger nede i kummen, kan en la være å føre pukklaget helt opp til overflaten, men føre duken inn til kummen øverst. Ca en halv meter med tett, hardstampet jord øverst vil kunne hindre at vannet renner ned i pukklaget.

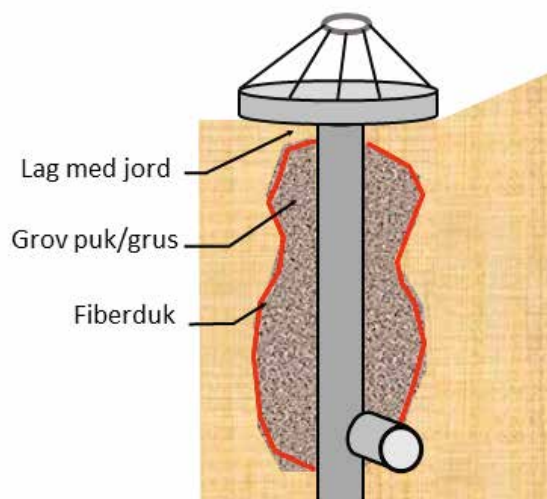


Figur 14: Skisse av reparasjoner ved erosjon rundt utette kummer.

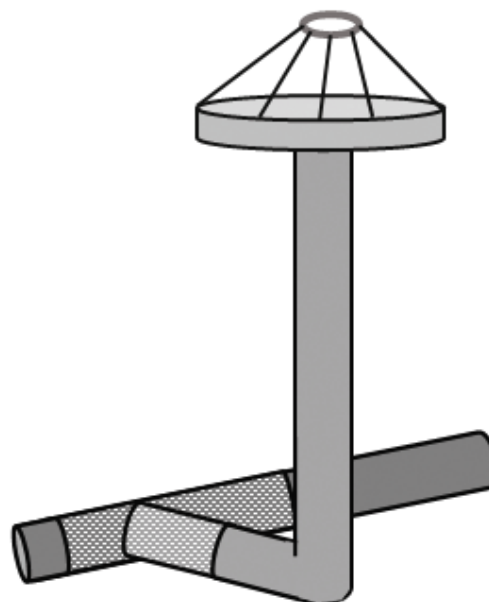


Bilde 29: Det er viktig at overflatelaget er tett, ellers fortsetter bare erosjonen. Dette er et eksempel på en reparasjon som ikke er vellykket.

I enkelte tilfeller er kummen ødelagt, eller den bør skiftes ut. Det bør da settes opp en tett kum med drenerende, grove masser på sidene. Plastkummer med sandfang, eller bare plastrør av litt større dimensjon og bend er mye brukt. Dette gir tette løsninger. Det trengs vanligvis ikke så store dimensjoner på kummene som det som var tilfellet tidligere. En kum med mindre dimensjon vil vanligvis ha nok kapasitet til å føre ned overflatevannet, og den fører til mindre problemer med luftveksling i vinterperioden.



Figur 15: Sandfangkum som plasseres ved siden av rørledningen er en god løsning for utskifting av utette betongkummer.



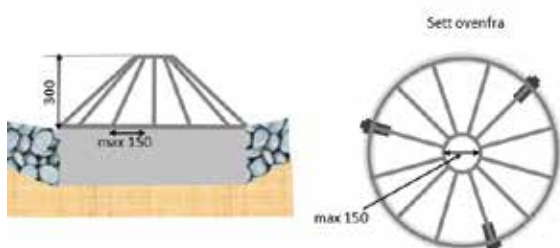
Figur 16: Ved mindre dimensjoner kan en bruke bend og stigerør ved bruk av et vanlig dobbeltvegget rør som kum. Røret kan sikres på overflaten med en kumring og rist.

Kummer må ikke plasseres oppå bunnledninger og andre avløpsledninger! Denne feilen ble gjort i mange lukkinger, og vekten og frysing/tining laget da ofte knusninger på hovedledningen under.

Kummene trenger ikke å være inspeksjonskummer, overflatekummer kan ha mye mindre diameter hvis de bare skal føre ned overflatevann. Ofte er det nok med et grennrør til hovedledningen med et bend som fører sideledningen opp til overflaten. Sideledningen kan legges med fall for å minske faren for bevegelser i frostperioder.

Rundt innløpet kan en plassere en løs kumring av betong med større dimensjon for å beskytte røret mot kjøreskader eller jordarbeidingsredskaper.

Åpne kummer må sikres med kumrist, både av sikkerhetshensyn og for å hindre større fremmedlegemer å komme inn i ledningen. Dersom kummen skal ta inn overflatevann er det viktig at det velges en rist som ikke så lett går tett av halm, røtter eller erosjonsmateriale. Risten bør derfor ha forholdsvis store åpninger og stå opp. Kjeglerist av rundstål har vist seg å være den beste løsningen. Flate kummer og gitter i betonglokk går lett tette fordi det er mye plantedeler o.l som føres med av overflatevannet på landbruksjord.



Figur 17: Åpne, høye kumrister er de beste til å holde seg fri for fremmedlegemer og jord.



Bilde 30: Dårlige innløpsrister går for tett av halm, kvist eller jord.



Bilde 31: Høy, åpen kumrist for sikring av kum.



Bilde 32: Selv gode rister kan tettes dersom det er flom og mye løs halm på feltet.

Det er viktig at kummene plasseres slik at de fanger opp vannstrømmen. Det bør lages litt motfall i området nedenfor kummen slik at vannstrømmen fanges opp. Dette motfallet kan gjerne utformes som et sedimentasjonskammer, slik at vannet legger igjen en del av det eroderte materialet før det går ned i kummen.

Kumdam er en ny løsning med flere funksjoner. Dette er en forholdsvis enkel og billig løsning for å reparere utette kummer som er utsatt for erosjon, og i tillegg oppnår en rensing av vannet. Dette kan være en dam som bare fylles ved store nedbørepisoder, eller en dam med tett bunn, der vannet står mer permanent. Den kan brukes til å reparere utette kummer og vil i tillegg sørge for sedimentasjon av en del av partiklene som følger overflatevannet.



Bilde 33: Kumdam under anlegg. Membranen trekkes helt over kummen, før det klippes hull, og rista settes på. Foto Atle Hauge

Løsningen med kumdam går ut på å grave en sedimentasjonsdam rundt kummen, eller på oversiden av kummen i dråget, med en tett bunnmembran i bunnen av dammen. Den tette membranen trekkes over kummen, slik at alt vannet tvinges ned i åpningen i toppen av kummen. Dette vil sikre mot at vannet finner seg veier inn i utettheter i kummen, noe som ville hatt erosjon rundt kummen som resultat. Noen rørledninger ligger også forholdsvis grunt. Dersom en har en dam uten tett bunn, kan vannet lage seg en lekkasje ned til bunnledningen, noe som over tid vil gi erosjon og ødelegge funksjonen til dammen. Utstrekningen av dammen vil sørge for å fange opp alt vannet fra dråget, og vannspeilet i dammen vil sørge for at mye av partiklene bunnfelles før vannet renner ned i kummen. Dersom en har nye, tette kummer, trenger en ikke ha bunnmembranen.

Ved tømning av sedimentene i dammen lar en det ligge igjen minst 10 cm sedimenter, slik at en ikke ødelegger membranen.



Bilde 34: Kumdammen kan fort fylles opp dersom en får erosjon i dråget. Da har en spart rørledning og vannkilden for mye sediment. Foto Atle Hauge

#### 4.4 Drenering av bakkeplanerte områder – problemer og løsninger

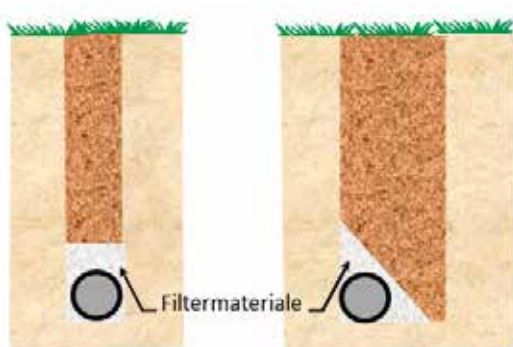
Bakkeplanering skjer vanligvis på jord med finkornete jordarter som leire og silt, der det vil være behov for systematisk drenering. Etter planering kan det være områder med mye makroporer i fyllinger der vannet forsvinner. Der det er skjæringer ned i massiv undergrunnsleire, vil vannet som oftest ikke trenge ned og resultatet blir stor overflateavrenning. Etter planering og oppfylling er det også vanlig med ujevne setninger, så et grøftesystem kan bli ødelagt. Det er derfor en del planerte områder der det ikke ble grøftet etter planering. Hovedregelen er likevel at slike arealer etter hvert må dreneres. Det er imidlertid et problem at komprimeringsskader under planeringen ofte har gjort de dypereliggende jordlagene omtrent ugjennomtrengelige for vann, slik at svært lite vann trenger inn i grøftene.

Regelverket for tilskudd til drenering presiserte at dette skulle være grøfting av tidligere drenert jord. Det er nå åpnet for at også tidligere planerte områder kan komme med i tilskuddsordningen.

Leirjordsområdene er vanligvis dekket av systematisk dreneringssystem. Ved planering hender det at en kutter gamle dreneringsledninger, som oftest teglgrøfter som lå på de flate områdene. Disse kan føre en god del vann, og det er viktig at disse hentes inn i det nye dreneringssystemet. Dette kan gjøres ved at en kobler disse til det nye systemet, eller ved at en lager en pute av grov pukk der røret ender, slik at vannet lett finner veien inn i nytt system. Et alternativ kan være at en grøfter på nytt i en annen retning enn de gamle grøftene, slik at en systematisk kutter de gamle teglgrøftene.

Ved grøfting på planerte områder er det vanlig å lage systematiske felt. Sugegrøftene blir lagt med forholdsvis lavt fall, nesten på langs av kotene, mens samleledninger som samler og fører vannet videre fra flere sugegrøfter legges med fallet. Ofte legges samleledningene i forsenkingene og følger dråget nedover.

Vanlig dyp på dreneringen er 80–120 cm, og avstanden mellom grøftene på leirjord er fra 6–8 meter og oppover. Sugegrøftene bør alltid dekkes av et filtermateriale av grus, sagflis eller prefabrikerte tepperør, for å øke sugeevnen, beskytte røret og hindre tilslamming. Grov pukk er ikke et egnet filtermateriale for drenerør.



Figur 18: Skisse av drensør og plassering av filtermateriale ved bruk av Rådahlshjul/grøfteplog eller gravemaskin.



Bilde 35: De mest aktuelle filtermaterialene er sagflis, grus eller pårullet syntetisk filter. Foto Atle Hauge

Dersom drensledningene blir kuttet, presses sammen eller tilstoppes kan dette gi oppslag av vann på jordet, som igjen kan gi erosjon. Særlig store problemer får en i hellende terreng, slik en ofte har i planeringsområder. Jordsig kan også føre til at ledningen glir fra hverandre. I hellende terreng som flater ut kan en få sedimentasjon inne i røret der fallet minker, fordi farten på vannet minker i rørene når det flater ut. Gamle drensledninger som kuttes eller tettes kan gi betydelige problemer i bakker, fordi det blir vått nedenfor skadestedet. Dette kan gi erosjon, men også store kjøreskader fordi maskinene får problemer i den våte bakken.

Drensledningene kan også miste funksjonen over tid ved at filtermaterialet brytes ned eller tettes. Innløpsåpningene eller røret kan også tettes av partikler eller jernutfelling, eller det kan bli vannlåser, deformasjon eller brudd på ledningen. Rørene kan også tettes av røtter hvis de går i nærheten av skog. Et spesielt svakt punkt er utløpet, der utrasing, vegetasjon, røtter og rustutfelling kan tette utløpet.

Hvis det er skader som oppstår på et enkelt sted, kan dette repareres, men er det mer gjennomgående problemer som rust eller tette rør, må feltet grøftes på nytt. Ved nygrøfting har en valget mellom å legge grøfter mellom de gamle grøftene, eller legge med en annen retning, slik at en kutter de gamle grøftene. Dermed unngår en våte områder der gamle, delvis fungerende drensgrøfter leder vann.

Vedlikehold av grøftesystemet kan forlenge levetiden. Det viktigste punktet for vedlikehold av grøftesystem er utløpet. Dette punktet er helt avgjørende for at dreneringen skal virke, men vil også være det mest sårbare punktet. Både utrasing av kanalskråninger, oppgrunning av hovedkanal, tilgroing, røtter, slim og jernutfelling vil kunne stenge utløpsåpningen. Et viktig vedlikeholdstiltak vil dermed være et nøyaktig kart over utløpsåpninger, og en rutine med sjekk av hovedutløp, f.eks hver vår. Det vil vanligvis være tilstrekkelig med en spade.



Bilde 36: Påkobling av stivt utløpsrør uten perforering gjennom vegetasjonssonen og ut i kanalen. Foto Atle Hauge



Bilde 37: Stivt utløpsrør med drypphøyde sikrer gode utløpsforhold.  
Foto Atle Hauge

Ved tilslamming, rustutfelling og slim inne i ledningene er det mulig å utbedre dette ved grøftespyling. Noen steder er en svært plaget av rustutfelling i rørene. Slike steder bør grøftesystemet tilrettelegges for spyling, enten ved at alle sugegrøfter går ut i bekk eller skråning, eller ved at de samles i kummer der en kan komme til for spyling.

Ved brudd, sammenpressing eller vannlås i et enkelt punkt, kan en grave seg ned og reparere feilen. Grøftespyling kan her brukes til å lokalisere feilen, ved at spylehodet stopper opp. Ofte vil en se feilen ved at det blir våte flekker på jordet, eller ved at vannet stikker seg opp til overflata i skråninger.

Et grøftesystem som ikke fungerer godt nok, kan utbedres ved supplerings tiltak. I stedet for å ødelegge det eksisterende system, kan en supplere, f.eks ved at nye sugegrøfter legges mellom de eksisterende, eller ved at en grøfter på nytt bare områder som er våte.

Avskjæringsgrøfter mot utmark er ofte utilstrekkelige, og gir våte områder nær udyrket mark. Etablering av avskjæringsgrøfter mot utmark vil være viktig for å få hele jordet godt drenert, og vil også redusere overflateavrenningen i snøsmelting og flomperioder, der mye vann kommer inn på jordet fra utmarka.

#### 4.5 Frost i større lukkingsanlegg

En mulig skadeårsak på bunnledninger er kalde luftstrømmer om vinteren. Disse kan både gi skade på bunnledningene og på kummene. Ved typisk strålingsfrost vil det bli betydelig lågere temperatur ved utløpsenden enn ved innløpsenden i store bekke-daler med betydelig fall. Det vil da bli en skorsteins-effekt, der luftstrømmen går oppover i rørsystemet. Det dras kald luft inn nede i utløpet av rørledningen, eller i kummer som ligger lenger nede i terrenget, mens varm luft strømmer ut av de øverste kummene. Dette kan gi mye frost rundt lavereliggende kummer og utløpet av ledningen, med forskyvninger og lekkasjer som resultat.

Dette er mest utpreget ved liten vannføring og ved store høydeforskjeller mellom innløp og utløp i hovedledningen. Liten vannføring er typisk for kalde vinterperioder. De store åpningene på toppen av moderne kuminnløp (kumhatt med spiler i kjegleform) i samleledninger kan være et problem når det gjelder luftstrømmer, særlig der kummen har stor diameter.

En løsning på dette er å legge et rundt trelokk, eller sekkestrie med et skåret kryss i på toppen av kummene. Dette kan hindre luftbevegelsene om vinteren. I vårfloppen vil vannet løfte trelokket, slik at kummen åpnes. En annen løsning er å lage et lokk i utløpet av rørgata, som er topphengslet, slik at det løfter seg når ledningen begynner å føre vann igjen. Strimler eller gardiner foran store utløpsrør kan også hindre kaldluft og pipevirkning i lavvannsperioder om vinteren. Det kan i tillegg lages en rørledning med liten dimensjon under det gamle røret, som fører vintervannet.

Ved å fylle grove, drenerende masser rundt kummen, kan en redusere problemene med frostbevegelser.

Dersom det er stor vannføring senhøstes eller ved snøsmeltingsepisoder med regn, kan lufta bli trukket med vannstrømmen nedover. Dette kan gi en varm luftstrøm som kan tine opp eventuelle frosne partier. Både selve bunnledningen og kummene kan bli skadet ved slike luftstrømmer. Ved vekslende temperaturer og vind og ulike vannføringer kan det bli en blandet virkning med luft ned i noen kummer og opp i andre, og dermed flere perioder med frysing-tining. Kumringene forskyves, det blir innløp for vann nedover i kummen, og store jordmengder eroderer og kommer inn i samlerørene.



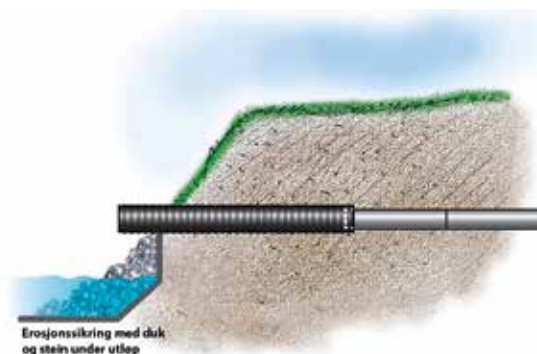
Bilde 38: Frysing og tining, og erosjon kan ødelegge kummene.

I utløpet av rørgata er det vanlig at frosten beveger rørene, og en får dermed dratt ytterste rør litt ut, og vannet begynner å renne i glipen mellom siste og nest siste rør. Etter hvert eroderes jorda vekk, og siste rør faller ut. Dette kan gjenta seg innover rørgata, så flere rør etter hvert faller ut. En ispropp som har bygd seg opp og stenger utløpet kan også føre til at siste rør presses ut av vanntrykket når vannet begynner å renne om våren.



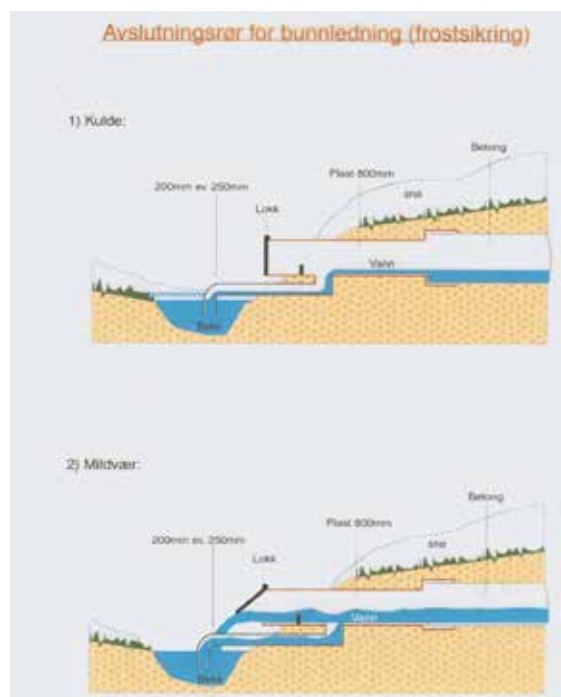
Bilde 39: I utløpet begynner vann å renne ut av skjøtene og langs rørgata, og det er ikke uvanlig at ett eller flere rør er vasket ut.

Løsningen vil være å erstatte de siste rørlengdene med et lenger rør av litt større dimensjon, slik at dette kan tres utenpå rørgata og tettes, eventuelt samme dimensjon som kan kobles. Når siste lengde er f.eks 6 meter, blir det ikke samme mulighet for utspyling i skjøten, og røret ligger også mer stabilt. Erosjonssikring foran rørutløpet kan være viktig der det kommer mye vann.



Figur 19: Nytt, minst 6 meter langt utløpsrør i plast kobles på gammel ledning.

For å hindre frost i utløpet kan en lage et grenrør og et avløp med mindre dimensjon under det store røret. Det lille røret vil som regel være stort nok til å føre vinteravrenningen i kalde perioder, mens det store røret kan ha et topphengslet lokk slik at det ikke kommer inn kaldluft når ledningen er tom. Når en har to utløp, er det mindre sjanse for at det bygger seg opp en ispropp i utløp



Figur 20: Ekstra utløp som sikrer frostfritt utløp om vinteren, slik at ispropp hindres. Figur: Arnor Njøs.

## 5. Dimensjonering av lukningsanlegg og kanaler

Når en dimensjonerer rørledningen må en alltid vurdere hvor dyr en oppdimensjonering vil være i forhold til hvilke skader som vil oppstå dersom rørledningens kapasitet overskrides. I henhold til veilederen bør lukningsanlegg i planeringsområder dimensjoneres for å tåle minst 30–50 års flom på grunn av erosjonsfaren.

Kapasiteten på et lukningsanlegg er avhengig av dimensjon, rørtype (ruhet) og fallet på ledningen. Dersom en vet dimensjonerende vannmengde og fall, vil en finne nomogrammer for de fleste rørtypene.

Den rasjonelle formelen benyttes vanligvis for små nedbørfelt for å finne dimensjonerende vannmengde, men brukes opp til ca 500 ha hvis man har et landbruks- eller naturområde. Usikkerheten øker betydelig med størrelsen på nedbørfeltet.

Tidligere brukte en den enkle ligningen:

$$Q = q \times A$$

Der  $Q$  er dimensjonerende vannføring,  $q$  kalles her avrenningskoeffisient (angis ofte som l/s x ha eller mm/time) og  $A$  er nedbørfeltets areal. For lukningsanlegg ble ofte  $q = 3\text{--}6$  l/s x ha brukt ved tilskuddsfinansiering innen landbruket i Østlandsfylkene. Dette var basert på avrenning i mindre avrenningsfelt i landbruksområder, og en kalkulasjon av pris opp mot risiko. Erfaring viser at dette som oftest var for lite for å ta en 30–50 års flom.

Avrenningskoeffisienten  $q$  kan en splitte videre opp, for å øke nøyaktigheten i beregningene. Dette kan være viktig hvis det er mye bart fjell, utbygde områder eller andre spesielle forhold i nedbørfeltet. Vanligvis trenger en ikke å regne på dette, men en kan bruke formelen til å vurdere om en skal velge høye eller lave verdier av avrenningskoeffisienten. Er det bratt velger en høye verdier, er det mye vannoverflate i nedbørfeltet velger en lavere verdier.

En kan også ta hensyn til endret klima i formelen i forhold til tidligere utregninger, siden avrenningsintensitetene nå har økt, og forutsettes å øke ytterligere framover. Anlegg som forutsettes å vare lenge, som større lukningsanlegg, bør ta høyde for klimaendringer 100 år fram i tid, og bruke 200-års flom som beregningsgrunnlag, slik det gjøres i større samferdselsprosjekter.

Mens verdier for nedbørfeltets størrelse og midlere avrenningskoeffisient baseres på kunnskap om feltet, vil verdier for dimensjonerende nedbørintensitet hentes fra lokal IVF-statistikk (for eksempel [www.eklima.no](http://www.eklima.no)). Valget av dimensjonerende nedbørintensitet gjøres ut i fra ønsket gjentakintervall og den regnvarighet som vil være verst tenkelig for systemet og dermed kreve de største dimensjonene.

NVE har laget et godt verktøy NEVINA til beregning av nedbørfelt som er åpent for alle, i hvert fall for såpass store nedbørfelt at bekken har årvisst vannføring. Verktøyet virker imidlertid bare på bekker som er såpass store at de er karakterisert som vassdrag. Men mange av lukkingene i landbruket det er jo såpass store, og det er store nedbørfelt det er mest arbeid å beregne.

NVE sitt program kan brukes til å finne ut langt mer enn nedbørfeltet. Der det ligger til rette for det kan en beregne dimensjonerende vannføring til bruk for dimensjonering av rørene.

Verktøyet finner du på nettadressen:

<http://nevina.nve.no/>

Her kan en sette et punkt i lukningsanleggets innløp, og kartprogrammet vil beregne nedbørfeltet. Dersom en har opplysninger om at grøfter, drenering o.l går ut av nedbørfeltet, eller føres inn i nedbørfeltet, kan feltet endres ved å klippe ut polygoner, eller dra hjørnepunkter ut eller inn.

I nedbørfelt som er for små må en bruke kotene for å tegne opp nedbørfeltet. Det finnes mange kartprogrammer som beregner arealet av et polygon direkte, kommunene har ofte et enkelt kartprogram på sine hjemmesider. Deretter kan en beregne de viktigste arealkategoriene, f.eks dyrka jord, harde flater som berg eller asfalt, skog, myr og vann.

De klimaendringene som er inntrådt allerede vil kreve en oppdimensjonering av anlegg i forhold til tidligere dimensjoneringskriterier. Men det skal bli verre, i henhold til prognosene. Det har derfor betydning hvor lang varighet det anlegget skal ha som en planlegger for. Klimafaktoren må derfor fastsettes på bakgrunn av antatt økning av nedbøren i løpet av de tekniske anleggs brukstid. I tabellen er det forutsatt en brukstid opp til 100 år, og dette kan være passende også for lukkinger i landbruket.

Klimafaktor ved forskjellig gjentakintervall:

I følge Statens vegvesens håndbok bør en bruke følgende klimafaktorer ved forskjellige gjentakintervall i forhold til beregninger fra 70- og 80-tallet:

|        |     |
|--------|-----|
| 10 år  | 1,3 |
| 100 år | 1,4 |

## 6. Jordflytting

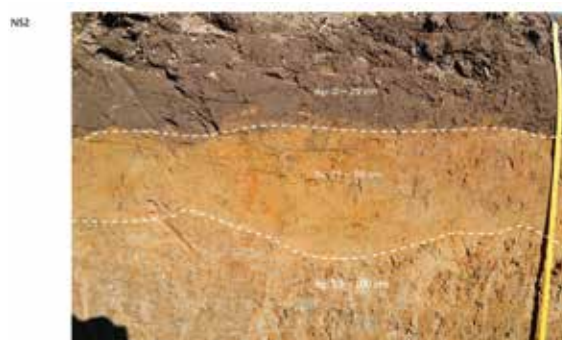
Dyrka jordsmonn er i de fleste tilfeller mest produktivt der det ligger. Men når samfunnsinteresser som nye samferdselslinjer (veg, jernbane, flyplasser) og fortetting av tettsteder medfører ønske om nedbygging av landbruksarealer, ligger det et stort potensial i bevaring av jordbruksjord ved flytting av jordmasser. Ut fra en lønnsomhetsbetraktning kan dette bare skje dersom utbygger dekker kostnadene under dagens forhold. Kostnadene til jordflytting vil nok i de fleste tilfelle bli betydelig høyere enn for nyetablering av jordbruksjord ved nydyrking, men verdien av frigjorte arealer vil noen ganger kunne forsvare en slik praksis.

En annen sak er at dyrka jord som omdisponeres til andre formål ofte er av langt bedre kvalitet for dyrking av jordbruksvekster enn jordsmonnet på de udyrka arealene som må dyrkes opp for å erstatte tapet av jord. Dette gjelder både i nærliggende områder, og særlig i forhold til de større dyrkingsressursene en har i Norge. De største dyrkingsressursene i Norge ligger hovedsakelig i dårligere klimasoner, og på lavere bonitet. Ved utbygging må uansett betydelige mengder masser transporteres bort fra utbyggingsområdene. Det er derfor en stor gevinst i å disponere disse massene slik at en kan reetablere arealer som er fullverdige jordbruksarealer, i stedet for å legge slike masser i deponier.

Ved bruk av jordfaglig kompetanse og en moderne maskinpark kan jordsmonnet bevares for etablering av nye dyrkingsarealer med tilsvarende kvalitet andre steder. Nye jordbruksarealer må ikke komme i konflikt med eksisterende arealbruk som berører nærmiljø, friluftsliv, naturmiljø og kulturminner, på samme måte som annen nydyrking.

I dag mangler vi gode nasjonale eksempler på flytting av oppdyrket jordsmonn i storskala for reetablering av jordbruksarealer. Nasjonale erfaringer med opparbeidede jordbruksareal på avsluttede avfallsdeponier, massedeponier for løsmasser og sprengsteinsfyllinger finnes det derimot noe av.

En mulighet som er dokumentert er å bygge opp nytt dyrka areal på fylling av sprengstein. Også på gamle deponier er det mulig å lage nye jordbruksarealer. Men det er nødvendig med mer enn et ploglags jorddybde for å oppnå tilstrekkelig vannlagringsevne.



Bilde 40: Eksempel på jordprofil i leirjord, fra Skuterud, Ås  
(Foto: Trond Knapp Haraldsen)



Bilde 41: Eksempel på jordprofil i leirjord, fra Holstad, Ås  
(Foto: Trond Knapp Haraldsen)

Anda (2016) foretok undersøkelser av areal i Nedre Eiker der jordflytting var gjennomført på 1980-tallet. Undersøkelsene viste at oppbygging av nytt jordsmonn på fjellgrunn ga svært godt resultat, mens oppfylling av et flomutsatt område langs Drammenselva ga dårligere resultat.

I tillegg har en utviklet betydelig erfaring gjennom oppbygging av jordsmonn til grøntanlegg, og retningslinjene for massehåndtering i slike anlegg

har vist seg å gi godt resultat også for landbruksarealer. Det finnes også eksempler på jordflytting fra jordbruksarealer. Jordflytting i form av planering av jordbruksarealer har imidlertid vist at ved bruk av bulldoser oppstår det mange problemer. Det tar da lang tid før planerte areal kommer i god produksjon, og slike planerte arealer er kjent for betydelige erosjonsproblemer.

Dersom en har å gjøre med dyrka jord som er oppdelt i mindre enheter på grunn av fjellblotninger (åkerholmer), grunt jordsmonn eller våte søkk, er det mulig med jordflytting for å lage tilstrekkelig jorddybde på begrensende areal for å oppnå bedre arrondering og større rasjonelle driftsenheter. En må i slike tilfeller foreta en vurdering av forholdet til biologisk mangfold, da åkerholmer og kantsoner kan ha en viktig økologisk betydning.

Selv om fjellblotningene ikke dekker så store arealer, påvirker de områdene rundt i svært stor grad. Overflateavrenningen fra slike områder metter opp jordsmonnet rundt etter kraftig nedbør, og fører til spordannelse og kjøreskader inn mot fjellblotningene.

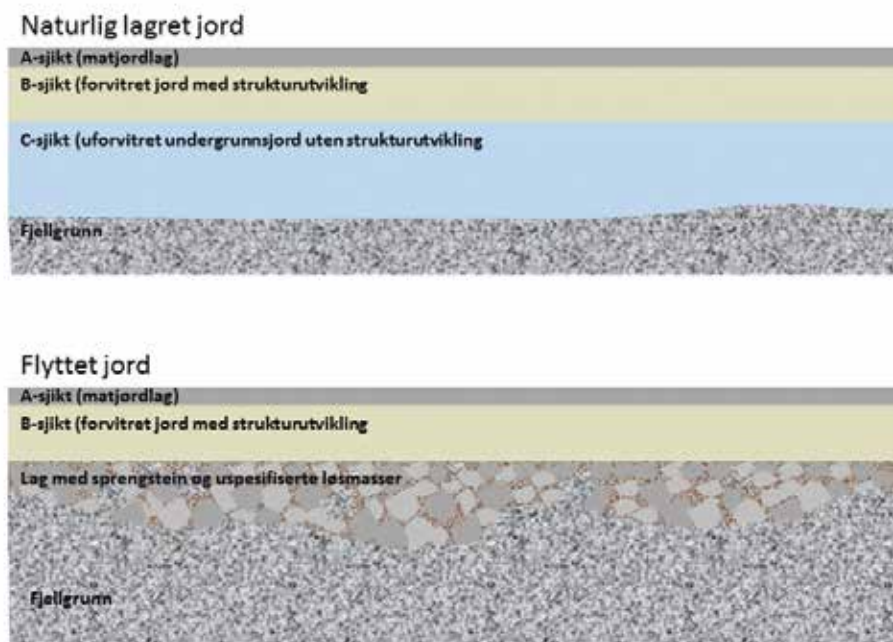
Områder som ikke kan fulldyrkes på grunn av mye stein eller oppstikkende fjellblotninger, som overflatedyrket beite, vil kunne omgjøres til fullverdig dyrkingsjord ved å flytte et velfungerende "matjordlag" til et slikt område. Vi har imidlertid også sett eksempler på at flytting av torvjord og erosjonsutsatte masser på denne måten kan skape store problemer ved utflytting eller ved ras, dersom slike masser legges ut i hellende terreng.

Arealer som i utgangspunktet er å regne som potensiell dyrkingsjord kan det i noen tilfeller også være aktuelt å flytte jord til, hvis jorda har dårlig kvalitet som dyrkingsjord. Her kan man tilføre et ploglag/matjordlag fra areal som går tapt på grunn av terrenginngrep. Her må en rydde og fjerne stubber, deretter legger en på flyttet ploglag, og så er arealet klart for å sette plogen i jorda. Et slikt areal vil fungere likeverdig med gammel dyrka jord umiddelbart etter ferdigstillelse.

En viktig utfordring med jordflytting er at det er snakk om betydelige mengder masser som må forflyttes. Transportavstander og effektiv logistikk er derfor vesentlige faktorer når en skal finne egnede arealer å flytte jorda til.



Bilde 42. Fjellblotninger gir ofte våte områder rundt, og får dermed betydning for et større område.



Figur 21: Prinsippkisse som viser oppbygging av jordprofilen før og etter jordflytting.

### Krav til jorddekket

Det er en del krav til jordegenskaper som må være oppfylt for at jordbruksvekster skal kunne vokse normalt. Følgende krav til jorddekket/jordsmonnet bør være oppfylt for å få et godt resultat:

- Jorda må ha tilstrekkelig vannlagringsevne til å tåle perioder med lite nedbør, og evne til å lagre overskuddsnedbør uten at det oppstår erosjon
- Det må være muligheter for rotutvikling til minst 80–100 cm dybde for åkervekster, og minst 50–60 cm dybde for grasmark
- Det må være høyere moldinnhold (3–6 % organisk materiale) i topplaget enn i undergrunnsjorda (Undergrunnsjord har vanligvis <1 % organisk materiale)
- Jorda bør ikke inneholde for mye stein av hensyn til mekanisk jordarbeiding.

Dyrka jord krever altså mer enn et godt ploglag/matjordlag for at jordbruksvekster skal kunne vokse normalt. Ved jordflytting vil det være hensiktsmessig å dele jordlaget inn i tre:

- et organisk rikt topplag eller matjordlag, ofte begrenset til ploglaget.
- et B-sjikt der det har vært jordsmonnsdannende prosesser
- undergrunnsjord eller jord med mye stein

### Viktige momenter ved fjerning av jord:

Det er noen kriterier som er dokumentert som viktige for å oppnå et godt resultat ved jordflytting:

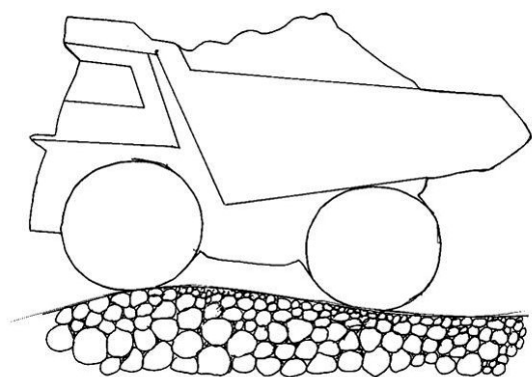
- Jorda bør være lagelig ved uttak, det vil si at jorda må ha et relativt lavt vanninnhold som ikke medfører fare for pakking eller komprimering ved kjøring og transport
- Topplaget (matjordlaget) må tas av nøyaktig og ikke blandes med underliggende jord med lavere moldinnhold.
- En må ta av underliggende lag (B-sjikt) som har god struktur og rotutvikling, og sørge for å legge massene tilbake i samme dybde. En må ikke blande med jord fra dypere liggende jordlag. Dypere jordlag har ofte dårlig struktur.



Bilde 43: Jord som er lagt ut ved våte forhold av bulldoser kan være svært pakket og uegnet som voksemedium.

### Viktige momenter ved transport og utlegging av jord:

- Transport og utlegging av jord må foregå under tørre forhold (fortrinnsvis vår/forsommer, eller umiddelbart etter høsting), alternativt på frosset jord.
- En bør unngå å bruke bulldoser til planering, da det gir stor spordekning og dyptgående komprimeringsskader/pakkingsskader. Hjullastere bør bare brukes på forsterkede anleggsflater og anleggsveier.
- Bruk av faste, midlertidige kjøreveier for massetransport er viktig. En kan benytte dumper for massetransport på slike veier. Bruk av stor, beltegående gravemaskin for utlegging av jord har gjennomgående gitt gode resultater og lite komprimering.
- Dreneringssystemer må planlegges og etableres samtidig med opparbeidelse av arealer. Drenering vil ofte ikke være nødvendig på flyttet jord i den første tiden fordi det finnes mange store porer i jordmassene, og særlig ikke der en har grove masser under matjordlaget. Det er imidlertid kritisk viktig å sikre avløp fra jordflyttende områder. Etter en tid kan drenering med rørgrøfter bli nødvendig.
- Hydrotekniske tiltak som begrenser avrenning under etablering og etter ferdigstillelse bør inngå i planene. Midlertidige dammer under anleggsarbeidet er en god måte å få sedimentert erodert materiale.



Figur 22: Faste kjøreveier forhindrer mye av pakkingsskadene.



Bilde 44: Midlertidig dam under store jordflyttings- og oppdyringsprosjekter. Foto Atle Hauge

### Vanninnholdet i jorda er avgjørende

Både for uttak og utlegging av jord er det en forutsetning at jorda ikke er for fuktig under uttak og flytting. Et høyt vanninnhold i jorda vil kunne medføre pakkingsskader, noe som vil være svært begrensende for senere plantevekst. Pakking av jorda medfører at porer som kan lede luft og vann til planterøtter ødelegges. Tunge leirholdige jordarter er mest utsatt for paknings- og komprimeringsskader, mens lettere jordarter med sand er lite utsatt.

Generelt kan man likevel ikke regne med å lage identiske eller bedre jordsmonn enn det som var opprinnelig før terrenginngrepet/flyttingen. Jordas poresystem for transport av vann, næringsstoffer og luft til planterøttene forstyrres ved flytting, og oppbyggingen av et nytt effektivt poresystem er en relativt langsom prosess, og krever bl.a. aktiv jordfauna med ulike meitemarkarter. Men det er mulig å få større arealer med dyrka jord etter flytting enn en hadde før flytting dersom det er dype lag med løsmasser der jorda flyttes fra.

I områder med morenejord som er naturlig hardpakket i dypereliggende lag, kan kombinasjon av jordflytting og steinfjerning gi svært godt resultat.

### Jord og jordsmonn

Jordsmonnet er de løsmassene over jordskorpa som påvirkes og er et resultat av jordsmonndannende prosesser som klima, topografi og organismer, og som over tid virker på det geologiske opphavsmaterialet. Resultatet av de jordsmonndannende prosessene sees i form av ulike sjikt med farge, tekstur (kornstørrelsesfordeling) og struktur og kjemiske egenskaper som er betydelig forskjellig fra det

opprinnelige opphavsmaterialet. Ved å beskrive et jordprofil ut i fra disse observasjonene vil dette bidra til tolkningen av jordsmonnets egenskaper.

Hovedsjiktene i et jordprofil deles inn etter hovedprosessene som står bak deres dannelse. I felt gjøres en skjønnsmessig bestemmelse av jordarten. For å få en nøyaktig bestemmelse må det tas ut jordprøver som må sendes til et jordlaboratorium for nærmere analyse.

### Jordstruktur

Jordsmonndannende prosesser i den øverste delen av jordsmonnet fører til utvikling av jordstruktur. Jordstruktur betegner de naturlige jordaggregatenes form, størrelse og grad av utvikling. Tilføring og omdanning av organisk materiale, tørking og fukting, frysing og tining samt jordfaunaens (f.eks. meitemark) og planterøttens aktivitet i jorda fører til at den opprinnelige massive jordstrukturen sprekker opp, og enkeltkorn bindes sammen i aggregater.

Jordstrukturen gjør jorda mer porøs slik at evnen til å lede luft, vann og løste næringsstoffer til planterøtter blir bedre. Vi skiller mellom grynstruktur (små avrundede aggregater), blokkstruktur, prismestruktur og platestruktur ved skjønnsmessig bedømmelse. Mest mulig grynstruktur i matjordlaget er ønskelig, og hovedbestanddelen av slike gryn er ekskrementer fra jordfaunaen. En god grynstruktur er derfor tegn på høy biologisk aktivitet i jorda. En grynstruktur gir en god porestørrelsesfordeling, som sikrer planterøttene optimale forhold.

God aggregatstabilitet er viktig for å minimere erosjonsrisikoen ved nedbørepisoder. Aggregatstabiliteten avhenger av jordteksturen, samt de fysiske og kjemiske egenskapene til jorda. Aggregering og stabilisering av makroaggregater (> 1mm) skyldes i hovedsak jordas innhold av organisk materiale samt effekten av planterøtter, sopphyfer og jordorganismer.

Kalk vil også øke stabiliteten av jordaggregatene. Organisk materiale fungerer både som lim mellom jordpartiklene og som næring til jordfaunaen (f.eks. meitemark) som igjen virker positivt på jordstrukturen. Ved å tilføre organisk materiale (husdyrgjødsel, kompost eller slam) vil man kunne bedre jordas struktur og gjøre den både bedre egnet til dyrking og mer motstandsdyktig mot erosjon.

Flytting av landbruksjord i Norge er underlagt en del lover og forskrifter. Flytting av jord kan medføre spredning av plantesykdommer, ugress og fremmede skadelige arter.

### Jordflytting er regulert av følgende regelverk:

- Jordlova
- Forskrift om planter og tiltak mot planteskadegjørere
- Forskrift om floghavre
- Naturmangfoldloven

Generelt er det jordlova (LOV-1995-05-12-23) som regulerer hvilke tiltak en kan gjennomføre på dyrka mark. Flytting av jordsmonn for å reetablere ny dyrka jord er tiltak som må godkjennes med hjemmel i jordlova (jfr. § 11).

Når det gjelder jordflytting for å reetablere jordbruksarealer, er det tiltak i forhold til forskrift om planter og tiltak mot planteskadegjørere (FOR-2000-12-01-1333) og forskrift om floghavre (FOR-1988-03-25-251) som spesifikt kommer til anvendelse.

Siden de artene som normalt anses å være problematiske i forhold til naturmangfoldloven. (LOV-2009-06-19-100) ikke i særlig grad er å finne på dyrka mark, vurderes naturmangfoldloven å være mindre sentral i forhold til selve jordbruksarealene. Imidlertid er hønsehirse (*Echinochloa crus-galli*) i ferd med å spre seg i jordbruksområder. Dette er en svartelistet art, hjemlet i forskrift under Naturmangfoldloven. I utbyggingssammenheng vil en også måtte forholde seg til kantsoner mellom dyrka mark og naturlig vegetasjon der svartelistede arter kan være etablert. Det er således viktig å skaffe fram kunnskap om hvilke områder uønskede arter finnes på, og på bakgrunn av funn foreta en vurdering av hvilke tiltak som er nødvendig for å minimere spredningsrisikoen for disse artene.

I tillegg til utfordringer knyttet til medflytting av planter og mulige planteskadegjørere kan også jordflytting medføre:

- Endret arealbruk
- Erosjon og redusert jordsmonn kvalitet
- Eutrofieringsproblematikk i vann og vassdrag (særlig under etablering og drift)

## 7. Skredfare ved planering og jordflytting

Vanligvis gir bakkeplanering en bedring av stabilitetsforholdene ved at masser fjernes fra toppene og legges i forsenkinger, og ved at hellingsgraden på arealene minskes. Under arbeidet kan det imidlertid forekomme at en har ustabile situasjoner, når masser tas ut eller deponeres midlertidig. Særlig dersom det finnes kvikkleir i grunnen kan masseflytting føre til skred, både ved deponering oppå kvikkleirelag, eller ved uttak slik at ustabile leir-masser blottlegges.

Også ved jordflytting må en være oppmerksom på faren for ustabile masser som kvikkleire i grunnen. En har flere eksempler på at ekstra vekt kan utløse kvikkleireskred. Hvis massene deponeres på grunnlendt jord for å vinne inn ny dyrka jord er faren mindre. Farene er større ved rene deponier, der grunneier tar mot masse mot betaling. Her kan fyllingshøydene bli langt større.

Generelt må stabiliteten ivaretas ved jordflytting, grøftegraving, deponier og etablering av anleggsveier for å hindre skredfare. I områder under marin grense og med potensielt kvikkleire vises til NVEs kvikkleireveileder (7/2014) og “Veileder for små

inngrep i kvikkleiresoner”, der utførelse for å hindre stabilitetsproblemer er beskrevet. Typisk forverring av stabiliteten er fylling på topp av skråning og graving i bunn (ref. fig 23), men fylling lenger fra skråningstopp kan også føre til stabilitetsproblemer ved kvikkleire. Avslutning av større oppfyllinger i raviner må sikres med en stabil fot med tilstrekkelig stabilitet mot grunnen. Oppfylling som avsluttes brått mot bekk, eiendomsgrense o.l. kan også utløse skred som forplanter seg bakover. Planer for deponier og større jordflyttingsplaner i kvikkleireområder bør forelegges geoteknisk fagkyndig og utføres iht NVEs veiledere.

Bratte fyllingsskråninger kan være ustabile, særlig i den første tiden etter planering. En må sikre at overflatevann ikke får renne ned fyllingsskråningen. Dette kan gi kraftig erosjon på få år, særlig før vegetasjon etablerer seg. Både vegetasjon som gras og mindre trær vil stabilisere skråninger. Trærnes røtter stabiliserer massene, og grasvegetasjon hindre overflatevann fra å grave. Hvis det gror opp tett gran-skog eller annen stor skog som blokkerer sollyset, vil jorda igjen bli naken og mer utsatt for erosjon fra overflateavrenning.

Det er viktig at en fyllingskant ikke legges nær en bekk, da en meanderende eller gravende bekk kan undergrave fyllingen, og en kan få større utrasinger av masser.

Ustabile skråninger må erosjonssikres, og det kan være nødvendig å drenere nedre del av skråningen slik at ikke vann som presser seg ut graver med seg partikler. På steder der grunnvannet stikker seg fram kan det legges pukkputer eller annen drenering.



Figur 23: Typisk endring av stabilitet ved planeringsarbeider. I dette tilfellet blir stabiliteten bedret.



Figur 24: Planerings- eller oppfyllingsarbeid der stabiliteten svekkes.

## 8. Referanser

Anda, T.N. Jordflytting som tiltak for å opprettholde produksjonen på dyrka areal etter terrenginngrep i jordbruksområdet – undersøkelse av flyttet jord i Nedre Eiker. Norges miljø- og biovitenskapelige universitet. Institutt for miljøvitenskap. Masteroppgave 2016.

Braskerud, B. C., Hauge A., Fangdammer for partikkel- og fosforrensing. Bioforsk Fokus Vol 3 nr 12 2008

Haraldsen, T., Flytting av oppdyrket jordsmonn for reetablering av jordbruksarealer. Nibio-rapport Vol 7, nr 181 2012.

Njøs, Arnor, Nydyrking og grunnforbedring i Norge. Jordforskrappport 94/05.

NVE veileder 7/2014: Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre sprøbrudegenskaper.

Program for økt sikkerhet mot leirskred, NVE, NGI: Veiledning ved små inngrep i kvikkleiresoner.

Vassdragshåndboka, Fergus, T. et al. NVE. Tapir Akademisk Forlag 2010.

Vigerust, E. og Bjerkholt J. T., Bedre hydrotekniske løsninger. ITF-rapport 123/2002

## Vedlegg 1:

Forskrift om begrensning av forurensning  
(forurensningsforskriften)

Kapittel 4. Anlegg, drift og vedlikehold av  
planeringsfelt

Fastsatt med hjemmel i lov 13. mars 1981 nr. 6 om  
vern mot forurensninger og om avfall (Forurens-  
ningsloven) § 9 pkt. 1 og 3, § 11 andre ledd og § 81.

### § 4-1. Virkeområde og formål

Bestemmelsene i dette kapitlet gjelder anlegg av  
planeringsfelt samt drift og vedlikehold av nye og  
eksisterende planeringsfelt.

Bestemmelsene har til formål å forebygge, begrense  
eller stanse forurensning/erosjon fra planeringsfelt.

### § 4-2. Definisjon

Med bakkeplanering forstås arbeidet med å gjøre  
brattlendt eller kupert dyrkbart og tidligere dyrket  
areal skikket for maskinell jordbruksdrift. Det  
regnes som planering etter dette kapitlet når det  
forflyttes masse som berører et areal på minst 1,0  
dekar.

### § 4-3. Krav til planeringsfelt

Ethvert anlegg (eksisterende og nye) må være  
innrettet slik at det ikke oppstår forurensning.  
Alle planeringsfelt skal være utført i samsvar med  
«Tekniske retningslinjer for anlegg, drift og  
vedlikehold av planeringsfelt» fastsatt av  
Landbruksdepartementet.

### § 4-4. Søknad, tillatelse mv.

Det er søknadsplikt for anlegg av planeringsfelt.  
Før planlegging av planering igangsettes skal det  
sendes forenklet søknad til kommunen. Den  
forenklete søknaden skal inneholde kart som viser  
hvilke områder som vil bli berørt av planeringen.  
Viktige natur/terrenginngrep, bekkelukkinger mv.  
skal avmerkes på kartet. Kommunen avgjør på  
bakgrunn av den forenklete søknaden om  
planeringen krever tillatelse etter dette kapitlet, jf.  
tredje ledd.

Planering er ikke tillatt uten plan godkjent av  
kommunen. Kommunen kan om nødvendig stanse  
arbeider i forbindelse med planering dersom det  
ikke foreligger slik plan.

### § 4-5. Planens innhold

Planen skal være i samsvar med kravene i  
«Tekniske retningslinjer for anlegg, drift og  
vedlikehold av planeringsfelt» fastsatt av  
Landbruksdepartementet.

### § 4-6. Ansvar

Eier og bruker av arealer som er eller blir planert, er  
ansvarlig for at bestemmelsene i dette kapitlet med  
tilhørende retningslinjer følges.

### § 4-7. Lokale forskrifter med forbud mot planering

Kommunen kan i lokale forskrifter bestemme at  
planering ikke skal være tillatt i bestemte områder  
når områdets jordart, beliggenhet til vassdrag etc.  
er slik at planering ut fra forurensningshensyn ikke  
kan gjennomføres tilfredsstillende.

### § 4-8. Tilsyn, pålegg og rapportering

Kommunen fører tilsyn med at bestemmelsene i  
dette kapitlet eller vedtak truffet i medhold av dette  
kapitlet følges, og at anlegg utføres i samsvar med  
godkjent plan. Kommunen står også for ferdiggod-  
kjennelse.

Kommunen kan i det enkelte tilfelle gi pålegg om  
tiltak som er nødvendig for å forebygge, begrense  
eller stanse erosjon og forurensning fra planerte  
arealer.

Etter nærmere bestemmelser fra fylkesmannen  
plikter kommunen å gi opplysninger og data om  
planeringsfelt.

### § 4-9. Unntak

Kommunen kan gjøre unntak fra bestemmelsene i  
dette kapitlet.





# NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.

