

# Bioforsk Rapport

Vol.9 Nr.51 2014

## Renovering av eldre lukkingsanlegg i Rakkestad, Eidsberg og Trøgstad - problemer og løsninger

Atle Hauge

Bioforsk Jord og Miljø

[www.bioforsk.no](http://www.bioforsk.no)





**Tittel:**Renovering av eldre lukkingsanlegg i Rakkestad, Eidsberg og Trøgstad -  
problemer og løsninger**Forfattere:**

Atle Hauge

<b>Dato:</b> 01.05.2014	<b>Tilgjengelighet:</b> Åpen	<b>Prosjekt nr.:</b> 8487	<b>Saksnr.:</b>
<b>Rapport nr:</b> 9(51) 2014	<b>ISBN-nr./ISBN-no:</b> 978-82-17-01250-4	<b>Antall sider:</b> 62	<b>Antall vedlegg:</b>

<b>Oppdragsgiver/Employer:</b> Statens Landbruksforvaltning	<b>Kontaktperson/Contact person:</b> Johan Kollerud
--	--

<b>Stikkord:</b> lukkingsanlegg, kummer, erosjon, planering, gjenåpning, rørkamera,	<b>Fagområde:</b> Hydroteknikk
---	-----------------------------------

<b>Sammendrag:</b> Eldre lukkingsanlegg i leirjordsområdene på Østlandet, der det var konstatert problemer under tidligere tiltakskartlegging, ble befart, og det ble kjørt kabelkamera inn i rør som var tilgjengelige. For hvert anlegg er det utarbeidet en tilstandsrapport, og et forslag til hvordan anlegget best kan rehabiliteres.
--

<b>Land/Country:</b>	Norge
<b>Fylke/County:</b>	Østfold
<b>Kommune/Municipality:</b>	Trøgstad, Rakkestad og Eidsberg

Godkjent

Prosjektleder

Jannes Stolte

Atle Hauge

# 1. Forord

---

Bioforsk har mange henvendelser angående dårlige lukkingsanlegg, særlig fra leirjordsområdene på Østlandet. I dette området er mange bekker blitt lukket, ofte kombinert med planering. Kommunenes prioriteringer av SMIL-midler i disse områdene viser at dette tiltaksområdet har høy prioritet. SLF har også etterlyst en videreføring av Bioforsks prosjekt "Tilstanden til lukkingsanlegg i leirjords- og planeringsområdene på Østlandet" (SLF ref 201012851), der 30 tilfeldig utvalgte rørledninger ble undersøkt med rørkamera. På denne bakgrunn har Bioforsk utarbeidet en videreføring av dette prosjektet, der en mer målrettet går inn i anlegg som har erosjonsproblemer som vises på overflaten. Anleggene er plukket ut i områder der Bioforsk tidligere har hatt en tiltakskartlegging, og der slike problemanlegg er påvist. Anleggene ligger i Nedre Glommas nedbørfelt. Arbeidet ble utført i feltsesongen 2013, og planene for renovering av anleggene var klart i desember 2013.

I tillegg til selve undersøkelsene har en i dette prosjektet også satt fokus på metoder for renovering, og skissert planer for renovering av problemanlegg. Metodene er gjengitt i eget kapittel i rapporten.

Prosjektet er finansiert gjennom SLF, og gjennom midler fra kommunene Eidsberg, Rakkestad og Trøgstad. Disse kommunene hadde fått skjønnsmidler via Fylkesmannen til å kartlegge og planlegge problemer med hydrotekniske anlegg i landbruket. Arbeidet med dette er gjort av Bioforsk i 2012 og 2013, og gjengitt i Bioforskrapportene 93/2012 og 102/2013. Rapportene inneholder mange opplysninger om enkeltgårder og personer, og er derfor ikke offentlig. Men rapportene kan gjøres tilgjengelige av kommunene som bestilte rapportene, dersom noen er ønsket om å bruke data fra feltarbeidet senere.

## 2. Innledning

---

### 2.1 Tidligere arbeid

Bioforsk har i perioden 2008-2013 gjennomført flere tiltakskartlegginger i utsatte områder, for å se på faren for næringsstoffavrenning og erosjon, og for å foreslå tiltak mot dette. Områder som har vært kartlagt har hatt spesielle problemer, enten en sårbar resipient, en belastet resipient, eller områder der det erfaringsmessig var mye erosjon.

De områdene som har vært undersøkt er den delen av nedbørfeltet som er dyrka jord i Leira- og Nitelvas nedbørfelt, (Bioforskrapport 76/2009 og 159/2009, Borch. H. et al), området rundt Tunevannet i Sarpsborg (Jordforskrapport 72/2002 Borch H. og Hauge A.), områdene rundt kransalgesjøene på Hadeland (Bioforskrapport 139/2012, Borch H. et al, deler av Haldenvassdragets nedbørfelt i Marker og Aurskog-Høland (Hauge og Borch 2012), og deler av Rakkestad, Eidsberg og Trøgstad. Bioforskrapport 93/2012 (Hauge og Borch, 2012) og 102/2013 (Hauge og Borch 2013).

Med unntak av Hadeland, er dette leirjordsområder, ofte med utstrakt bakkeplanering som er utført på 1960-1980-tallet. Dette er også områder der bekkene som går gjennom landbruksarealene for en stor del er lukket. Det er nesten utelukkende leirjord i områdene, og mesteparten er systematisk drenert med lukket system. Erfaringene og mulige tiltak er oppsummert i Bioforskrapport 104/2009 (Hauge 2009).

Etter tiltakskartleggingen, har det vært opp til kommunene å planlegge og å finansiere tiltak, og opp til gårdbrukerne selv å bestemme om de ville gjennomføre tiltak basert på de skadesteder og uheldige løsninger som ble funnet under kartleggingen.

En fant under disse kartleggingene store problemer knyttet til de gamle lukkingsanleggene. Under kartleggingene hadde en bare muligheten til å se på erosjonsskader i innløp og utløp, og rundt kummer. Noen ganger fant en også ett eller flere hull i bakken over lukkingene, noe som kunne indikere at det var problemer i lukkingen under bakken. Enkelte steder kom det vann opp på overflaten, noe som kunne tyde på at systemet var helt eller delvis tett.

For å kunne undersøke slike lukkingsanlegg nærmere ble det kjøpt inn et bærbart kabelkamera, noe som kunne gjøre det mulig å analysere hvilke problemer en kunne finne i de gamle lukkingsanleggene på en bedre måte. Det ble gjennomført kamerakjøring i ca 30 tilfeldig utvalgte anlegg, for å se hvor stort problemet var. Mange av disse anleggene var fremdeles gode, med få skader. Skadene begrenset seg for de fleste anleggene til utløp og området like inntil kummer.

Men kamerakjøringen avdekket også noen anlegg med store problemer. Det vanlige var forskyvning av rørene med lekkasjer i skjøtene. Ofte var dette i nærheten av utløpet, eller i forbindelse med bakker eller brekkpunkt på ledningen. Frostbevegelser av siste rør i utløpet eller de første rørene der en bekk rant inn i et lukkingsanlegg skapte ofte slike forskyvninger. I tillegg var det ofte ødeleggelse ved kummene, enten fordi kummene hadde seget, eller på grunn av omfattende erosjon rundt kummen som kunne forskyve de første rørene.

På bakgrunn av dette ønsket en derfor å se nærmere på anlegg som hadde problemer, for å kunne kartlegge anleggenes tilstand, og foreslå utbedringstiltak basert på tidligere forsøk med reparasjon av kummer og utløp.

## 1.2 Prosjektbeskrivelse og finansiering

I samarbeid med kommunene Trøgstad, Rakkestad og Eidsberg ble det valgt ut anlegg der en visste at problemene var store ut fra den tidligere kartleggingen. Før kartleggingen i Rakkestad, Eidsberg og Trøgstad ble det valgt ut områder der en historisk sett har hatt stor aktivitet av bakkeplanering, valgt ut fra jordsmonnskartene til Skog og landskap, der de bakkeplanerte områdene er lagt inn.

Tiltakskartleggingen i disse kommunene er finansiert med skjønnsmidler fra Fylkesmannen i Østfold. I 2012 ble dette gjennomført i deler av Rakkestad og Eidsberg, og i 2013 i Trøgstad. Kartleggingen er oppsummert i Bioforskrapportene 93/2012 (Hauge og Borch, 2012) og 102/2013 (Hauge og Borch 2013).

I videreføringen bidro også SLF med midler til kamerakjøring og planlegging av utbedringstiltak.

SLF skriver i innvilgningsbrevet sitt:

*«Det er ønskelig å få et ennå bredere erfaringsgrunnlag om tilstanden på lukningsanlegg. Vi ønsker derfor et nytt prosjekt hvor det på skal undersøkes tilstanden i ca. 30 nye anlegg. Det må velges ut anlegg der en har observert erosjon og/eller skader på anlegget, slik at det kan gi erfaring om hva som har gått galt og bli et grunnlag for å se på mulige utbedringstiltak.*

*Erfaringene fra prosjektet, og råd som kan gis, skal oppsummeres i en rapport og det skal lages et faktaark på nettsidene, som også skal være egnet for utskrift. Rapporten må oppsummere erfaringene fra begge prosjektene som er gjennomført med rørkamera. Et svært viktig resultat vil være å se på metoder for renovering av gamle anlegg og/eller ødelagte anlegg for å hindre store erosjonsskader. Det vil være nyttig med skisser til planer for utbedring og beskrivelse av hvordan slike tiltak kan gjennomføres.*

*Bioforsk (Jordforsk) har også tidligere gjort undersøkelser på lukningsanlegg. Det bør derfor også være en henvisning til hva som er gjort av slike undersøkelser tidligere, og se på hvilke erfaringer som er høstet og anbefalinger som er gitt.»*

## 3. Undersøkelse av lukkingsanlegg med problemer - metoder

---

### 3.1 Beskrivelse av området

Området som er valgt for undersøkelse har store flater med sammenhengende dyrka jord, og det er mange planerte områder og også urørte ravineområder. Jordarten er i hovedsak marin leire. I vest ligger Glomma, og noen av feltene har avrenning dit, mens en har Rakkestadelva i sør av feltet. I de nordligste delene av feltet ligger Øyeren mot vest, og feltene har avrenning dit.

Løsmassene med leire avsatt i havet utenfor isen har erodert etter at landet kom opp over havflaten, og det typiske landskapet er nå brutt opp av ravinedaler med til dels fremdeles aktive ravineringsprosesser. Fra 60-tallet har det vært gjennomført et omfattende bakkeplaneringsarbeid for å gjøre landskapet driftsvennlig for maskinell landbruksdrift. Dette innebærer at mange kilometer av de mindre tilførselsbekkene nå renner i lukkede systemer og har gjort så i 20-50 år. Det typiske landskapet i dag er ganske forskjellig fra slik det var før bakkeplaneringen tok til. Før var store områder best egnet for beiting, og topografien med bratte ravinedaler ga store begrensninger for hvilke driftsformer en kunne ha. Landskapet mange steder er nå preget av store åpne kornarealer med lange helningslengder på leirjord, der overflateavrenningen samles i erosjonsutsatte dråg. Delvis ligger det lukninger i drågene, med overflatekummer for å ta ned overflatevann. Lukkingene er av eldre dato, og verken rørgater eller kummer er tette. Dette gir også store utfordringer for gardbrukerne framover, og kan over tid gi store erosjonsskader.

Fremdeles finnes urørte raviner i området, særlig i de nordlige delene. Mange lukninger renner ut i slike raviner.

### 3.2 Metode for feltregistrering

I tidligere prosjekter hadde Bioforsk en gjort en fysisk befaring av alle arealene.

For disse feltbefaringene hadde Bioforsk utarbeidet et database-rapportverktøy som er brukt under feltarbeidet. Lokaltetene kan da avfotograferes, plasseres i terrenget med koordinater, og merknader om skader og forslag til tiltak kan noteres i felt.

På bakgrunn av dette plukket Bioforsk og kommunene ut aktuelle anlegg, både ut fra kunnskap om drift og eier, registrert skadeomfang og skadepotensiale dersom skadene fikk fortsette å utvikle seg.

Ca. 30 anlegg ble besøkt. Noen av anleggene hang sammen i større systemer over flere eiendommer, og er derfor slått sammen i rapporteringen, uavhengig av eier. Det er på bakgrunn av dette laget 16 planer for reovering.

Der det var mulig ble rørledningen undersøkt med et manuelt kabelkamera. Det er laget en database der disse kamerakjøringene finnes. En gikk ned med kameraet i tilgjengelige

kummer, innløp og utløp, og i et par tilfeller også i jordhull som hadde dannet seg på overflaten.

- Utstyret hadde mange begrensninger, blant annet bare 50 meter stakeljær. I tillegg stoppet ofte kamerahodet opp når det var forskyvninger eller skjøter i rørgata. Noen anlegg har derfor bare registreringer fra overflata. Utstyret var anbefalt til rørstørrelser 25-250 mm, men vi har brukt det helt opp til 600 mm rørlødnings. Dette ga dårligere lysforhold, og stakeljæra hadde vanskelig med å holde retningen.



Figur: Kabelkamera med utstyr som ble brukt i registreringsarbeidet. (Bilde fra brosjyre)



## 4. Problemer i hydrotekniske anlegg i leirjordsområder

---

### 4.1 Innledning

I forbindelse med tiltakskartleggingen vil det neste steget være utbedring av anlegg. Bioforsk har arbeidet med utbedringer og løsninger av slike anlegg i tidligere prosjekter, og på bakgrunn av dette kan vi komme med tilrådninger til utforming og utbedring av hydrotekniske anlegg.

Hydroteknikk i landbruket, også kalt agrohydrologi, innebefatter håndteringen av vann på landbruksarealene, herunder oppsamling og bortledning av vann (drenering), og vanning. I denne rapporten har vi ikke tatt med vanning.

Ut fra dette kan en dele hydroteknikken inn i følgende:

1. Overflateforming for å lede overflatevann
2. Kummer for å lede overflatevann ned til ledningssystemene
3. Kanaler og åpne grøfter
4. Dreneringsledninger for å fange opp grunnvann
5. Bortledningssystemer
6. Lukkingsanlegg
7. Dammer og fangdammer for lagring og rensing av vann

I mange av disse tiltakene vil erosjonssikring være avgjørende for kvaliteten og levetiden på anlegget. Det finnes derfor mange detaljer og løsninger knyttet til anleggene som gjelder erosjonssikring.

En del av løsningene som gis er også ut fra å sikre at hydraulikken fungerer tilfredsstillende, ved at det dimensjoneres riktig og at strømningsretningen blir riktig slik at rørkapasiteten utnyttes, og ved at vannfarten holdes under kontroll.

Dersom anleggene ikke er dimensjonert riktig, eller der det eroderer fordi farten er for stor, kan anleggene bli ødelagt. Det kan tapes mye jord, og erosjon av partikler vil påvirke vannkvaliteten i vassdragene i området. Dette siste er i dag et viktig aspekt for å kunne oppnå målsettingene i Vanddirektivet i leirjordsområdene.

Problemene med vannkvaliteten i marine leiriområder med landbruksdrift er i hovedsak knyttet til avrenning av fosfor. Fosforet er i hovedsak bundet til partikler i vassdrag som har mye partikler. Partikler som er erodert fra dyrka jord vil ofte være langt mer fosforrike enn partikler fra naturlig erosjon, som ved leirras eller ravineerosjon. Partiklene gir grå farge, lav siktbarhet og kan slemme opp vassdraget og sjøområdene utenfor utløpet. Fosfor er som oftest minimumsfaktoren for algevekst i Norske vassdrag, og kan gi økt algevekst og kanskje oppblomstring av giftige blågrønnalger. De hydrotekniske anleggene i landbruksområdene påvirker i stor grad mengden av fosfor og partikler som når vassdragene i leirjordsområdene.

Erosjon av partikler i landbruksområdene er et problem i seg selv, da det etter hvert kan ødelegge den dyrka jorda ved at det graves raviner, det produktive matjordlaget fjernes eller der fjellskjær dukker opp.

Store arealer av den marine leirjorda som er undersøkt er planert. Størstedelen av de planerte arealene i Norge fins i leirjordsområder under marin grense. Mange av de problemene som ble registrert i området er derfor typiske for marine leirjordsområder og planerte arealer. En svært stor del av disse leirjordene er siden siste istid erodert og gravd ut ved vannerosjon og skred. I middel har en hatt et jordtap på vel 1 mm pr år, eller rundt 1,5 tonn pr dekar og år siden siste istid (Njøs 1999). En betydelig del av dette jordtapet (erosjonen) skjedde imidlertid før det var etablert vegetasjon, og dessuten ved skred. I dag er det mest skred der det er et betydelig fall på bekkene, hvor de ikke er stoppet av fjellterskler. Ved å pløye og etterlate jorda ubeskyttet av vegetasjon over vinteren, har vi langt på vei reetablert forholdene for overflateerosjon igjen.

Også den omfattende bakkeplaneringen har lagt grunnlaget for ny erosjon i det gamle ravinelandskapet. 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 - året med størst planert areal var 1973, med 35 000 dekar. Det ble også etter hvert planering i mye vanskeligere terreng enn tidligere. Skjæringer på 10-18 meter og fyllinger på rundt 10 meter ble ikke noen sjeldenhet, i hvert fall ikke på Romerike.

Med fyllinger på 3-4 meter hadde det vært forholdsvis enkelt å konstruere ferdige avløpsledninger før igjenfylling av søkkene. Da de store bulldoserne kom, ble det forholdsvis vanlig, men langt fra på alle steder, å skyve opp matjorda fra søkkene før utjamning. 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, hvis det var god planlegging og godt samspill mellom bonde og bulldoserkjører. Under selve påfyllingen av jord i søkkene kunne det være betydelig risiko for skader på bunnledningene.

Innløpskummene for den framtidige grøftingen av feltet ble stort sett plassert slik at innløpsrør og utløpsrør gikk inn i og ut av kummen. I noen tilfelle ble det laget et fundament under kum og rør. I andre tilfelle ble kummene satt opp på bunnledningen, og det ble laget åpning direkte ned i bunnledningen. Rørene i bunnledningen var stort sett uarmerte betongrør, som kunne tåle anslagsvis 3-4 meter jordtrykk. Dessverre ble fyllhøyden ofte langt større.

De virkelig store problemene med bunnledninger oppsto 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. I noen tilfelle er store kummer plassert opp på bunnledningen, og dette kan gi en knusevirkning på bunnledningen, 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. For de største fyllingene og bekkelukkingene er dimensjonen av avløpsrørene av størrelse 20-80 cm indre diameter, avhengig av

nedbørfeltets størrelse. Ofte ligger de også dypt, så dypt at trykket er godt over hva uarmerte betongrør er dimensjonert for. (Njøs A. 1999)

## 4.2 Vanlige problemer i de hydrotekniske anleggene

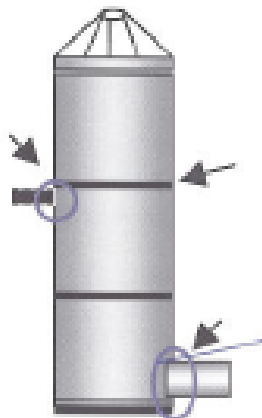
### 4.2.1 Erosjon etter planering

Planering har gitt sammenhengende arealer som er mulige å drive med maskin, men har i tillegg jord med en helling som er erosjonsutsatt, og lange hellingslengder. Overflatevannet samler seg i drågene, som ofte ligger over en lukket bekk, og en ser ofte kraftig erosjon i disse drågene. Nederst i lange skråninger får en også kraftig overflateerosjon i regnskyll, fordi leirjordas kapasitet til å trekke vann er svært begrenset. I tillegg har en i noen tilfeller fått en høy fyllingskant i enden av planeringen, der overflatevannet finner det laveste punktet og ofte renner ut som en konsentrert bekk ved kraftig nedbør. I fyllingskanten er det enda brattere, og dette kan gi kraftig punktererosjon nedover i skråningen.

### 4.2.2 Erosjon ved kummer

Kummene er svært viktige for 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, og dette kan forårsake store erosjonsskader.

Men kummene er også et svakt punkt i det hydrotekniske systemet, og et av de stadene en heklst ser at det er gjort avgjørende feil som gir erosjon. Eldre kummer er sjelden tette, og vannet finner dermed veien ned på utsiden av kummen, og inn gjennom skjøter og utettheter. Det har 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. Ofte ser en at krateret går helt ned til bunnledningen.



Figur 13: Svake punkter i eldre kummer, der det ofte er lekkasjer. Inntak av drensledninger, inntak av sideledninger og i falsen mellom kumringene. (Kilde ITF-rapport 123/2002)

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 dette kunne dermed gi brekkasjer og etter hvert kollaps av ledningen. Ofte ser en at første rør foran og etter kummen er dislokalisert, eller dratt ut i skjøten. Frysing og tining kunne også gi lekkasjer mellom kumringene, og i mange tilfeller står ringene ikke rett oppå hverandre lenger.



Bilde 2: Kummer med lekkasjer blir stående som piper i et erosjonskrater som kan gå helt ned til bunnledningen. Foto: Atle Hauge

#### 4.2.3 Erosjon i kanaler og åpne grøfter

Selv om mange bekker er lukket, vil det ofte være noen åpne grøfter, og mange steder finnes åpne bekker eller kanaler som ikke er lukket. Mange av de gjenstående ravinene har også en bekk i bunnen. Det er viktig at fallet på grøft eller bekk ikke er så stort at det gir erosjon. Ofte ser en begynnende nydannelse av raviner inn i planerte områder på steder der bekkevannet får for stor fart. Utløp fra lukka ledninger ut i en bekk kan også være et svakt punkt der en ofte får erosjon, særlig der dette skjer ned i en bratt ravine.

En finner også for bratte bekkekanter eller kanalkanter, der det blir kanterosjon eller utglidninger av bekkekanten/kanalkanten.

#### 4.2.4 Problemer i dreneringsledninger

Dreneringsledninger er teglrør eller perforerte plastrør som er lagt i jorda for å samle opp vannet. Leirjordsområdene er vanligvis dekket av systematisk dreneringsystem. Sugegrøftene er lagt med forholdsvis lavt fall, nesten på langs av kotene, mens det ofte er samleledninger som samler og fører vannet videre fra flere sugegrøfter. Vanlig dyp på dreneringen er 80-120 cm, og avstanden mellom grøftene er fra 6-8 meter og oppover. Sugegrøftene er som oftest dekket av et filtermateriale av sagflis for å øke sugeevnen, beskytte røret og hindre tilslamming.

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 føre til at ledningen glir fra hverandre i skjøtene. 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 kuttet 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.

Et tett drensanlegg gir dårligere drenering og mer overflateavrenning, ofte samlet i markerte overflatebekker som følger drågene i landskapet.

#### 4.2.5 Bortledningssystemer / lukkingsanlegg

I leirjordsområdene og i bakkeplanerte områder er de fleste bekkene lukket med betongrør, noen steder korrugerte metallrør, eller plastrør i nyere anlegg. Betongrørene har variabel betongkvalitet, og eldre rør tilfredsstillende som regel ikke dagens krav til betongrør. Det var også dårligere skjøter på eldre rørtyper, og i landbruket har en sjelden fulgt leggeforskriftene for slike betongrør når det gjelder omfyllingsmasser og komprimering. 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.

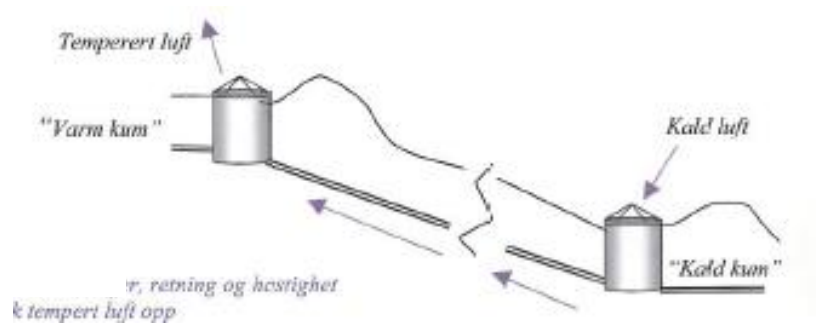
Noen av rørgatene lå nede i ravinene og ble overfylt slik at de ble liggende svært dypt, der trykket var høyere enn det rørene var dimensjonert for. Inntak av drensledninger skjedde i mange tilfeller ved at det ble laget et hull i røret, noe som ofte førte til utettheter. Alle disse forholdene fører til at mange av disse lukkingsanleggene har fått problemer, og en må regne med at en stor del av dem må erstattes eller ha vedlikehold i de nærmeste tiårene. De problemene som oppstår er i hovedsak knyttet til erosjon, ikke til problemer med rørkvaliteten.

I en del tilfeller har det vært gjort skader på bunnledningen under selve overfyllingen, kanskje mest der hvor det er brukt korrugerte metallrør. Det er mulig at disse ikke tåler sidepåkjenninger like godt som loddrette påkjenninger. Metallrørene vil også tæres opp, særlig i nærheten av utløpet.

En annen mulig skadeårsak på bunnledninger er kalde luftstrømmer om vinteren, slik at det blir mange fryse/tine-episoder gjennom vinteren. Dette 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 bekkedaler med betydelig fall. Det vil da bli en skorsteinseffekt, der luftstrømmen går oppover i rørsystemet. 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.

Dersom det er stor vannføring senhøstes eller ved snøsmeltingsepisoder med regn, vil luft også 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. Dermed vil de åpne kumhattene bidra til frostskafer på kummene, og åpne innløp og utløp av bunnledningen vil bidra til unødig store frostpåkjenninger.

Kumringene forskyves, det blir innløp for vann nedover langs kummen, og store jordmengder eroderer og kommer inn i samleledningene.



Figur 14: Pipevirkning i tomme ledninger om vinteren. (Kilde ITF-rapport 123/2002)

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.



Bilde 3: I enden av rørgata spyles leira vekk i lekkasjer mellom de siste rørene, og det siste røret dras ut. Dette kan gjenta seg videre innover. (Foto: Atle Hauge)

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.

Vann kan også finne veien gjennom sprekker i jorda fra overflaten til slike utettheter i ledningen. I disse sprekke kan en få erosjon, slik at en får hull i jorda over rørledningen. Dette er mest vanlig i grunne anlegg, som ligger mindre enn 2 meter under jordoverflata. Der en har rørledninger som ligger uten omfyllingsmasser får ofte en vannstrøm langs ledningen på utsiden, der det eroderes vekk leire. Vann som renner langs ledningen kan dermed ødelegge rørgata. Særlig utbredt er dette i nærheten av utløpet, i grunne ledninger og der ledningen er lagt i et gammelt bekkeleie der det er fylt masser oppå.

På bakgrunn av erosjonen kan rørene forskyve seg helt, rørgaten kan etter hvert fylles med sedimenter og tettes.

En kan også finne eksempler på at rørgaten kolliderer på grunn av trykk og dårlig rørkvalitet, kanskje særlig i tilfeller der overflatekummer er plassert direkte oppå rørgaten.

Rørene kan også forskyve seg på grunn av setninger i tilbakefylte masser ved bakkeplanering, og kan dras ut av tyngdekraften og jordsig i hellinger.

#### ***4.2.6 Flomfare og erosjonsfare***

Opprinnelig fantes det i området åpne bekker, myrer og dammer, som kunne holde tilbake vann ved store nedbørmengder. Nå er myrene drenert, og bekkene lukket. I tillegg er jorda drenert. Hele området responderer derfor langt hurtigere ved nedbør, og flomtoppene blir mye større enn før. Dette skaper større erosjonsfare i bekkene.

Noen steder er det etablert byggefelt, veier eller andre asfalterte flater som belaster landbrukets lukkingssystemer ekstra.

Gjenåpning av lukningsanlegg, etablering av fangdammer, terskler, bredere bekker og flomarealer kan dempe flomtoppene, særlig de ekstreme toppene etter kortvarige regnskyll.

## 5. Tiltaksløsninger i hydrotekniske systemer - generelle råd

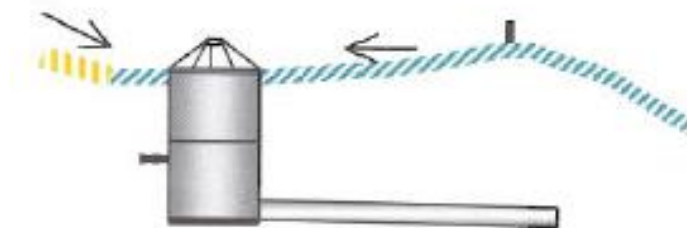
---

### 5.1 Overflateforming

Dersom en har lange hellingslengder og dråg der vannet eroderer i dråget, kan en plassere overflatekummer i dråget, for å ta overflatevannet ned i rørledningen. Det er viktig at kummene plasseres slik at de fanger opp vannstrømmen, og det er mulig å lage motfall eller en jordvoll 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 de eroderte jordpartiklene før det går ned i kummen. Dette området kan gjerne ha en tett membran, en såkalt kumdam. (se punkt 5.3.2.1)

Dersom overflatevann renner konsentrert over en fyllingskant, og skaper erosjon over fyllingskanten og nedover skråningen, vil løsningen 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. Fra denne kummen bør hovedsamleren føres ut til fastmark nedenfor bunnledningens utløp. Her er det mindre fare for skade, og bunnledningen blir ikke forstyrret.

For å være sikker på at kummen fanger opp vannet, bør det lages et motfall mot fyllingskanten, slik at vannet tvinges ned i kummen.



Figur 15: Inntakskum før fyllingskant med terrengmotfall. (Kilde ITF-rapport 123/2002)

Dersom en er nødt til å føre vann nedover en bratt skråning, må en lage et erosjonssikret bekkeløp nedover skråningen. Et steinsatt overflateavløp nedover fyllingsfronten vil i tillegg styrke beredskapen mot store flomskader ved ekstreme avrenningsepisoder.

### 5.2 Reparasjon av kummer

#### 5.2.1 Kumdam

Kumdam er en ny løsning med flere funksjoner. Dammen dekker et område i dråget foran eller rundt kummen for bedre å fange opp vannet og i tillegg sørge for sedimentasjon av en del av partiklene som følger overflatevannet. Den kan brukes til å reparere utette kummer på en billig måte.



Løsningen går ut på å grave en grunn sedimentasjonsdam rundt kummen, eller på oversiden av kummen, med tett bunnmembran i bunnen av dammen. Den tette membranen kan 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. 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.

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



Bilde 4: Anlagt kumdam i Nannestad

Som flomsikring i dråget over dalryllinger bør det i tillegg etableres en graskledd vannvei. De viktigste vannveiene på overflaten ved nedbørepisoder, langs bunnlinjen i dagens terreng, bør ligge i varig grasdekke. Et alternativ er å la drågene ligge i stubb, men dette er ikke så sikkert mot erosjon. Noe som er mye brukt er å løfte ploegen i dråget ved høstpløying. I mange tilfeller kan en likevel se erosjonsskader i slike dråg, særlig hvis en ikke har truffet det laveste punktet. En må i alle tilfeller ikke pløye langs en slik grasdekket eller upløyd vannvei, fordi vannet da vil ledes av den siste plogfåren.



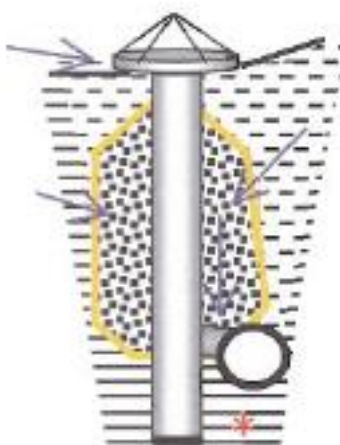
Bilde 5: Eksempel på grasdekt vannvei

### 5.2.2 Utskifting av kum

I enkelte tilfeller er kummen ødelagt, og bør skiftes ut. Den bør da erstattes av en tett kum med drenerende, grove masser på sidene. Det trengs vanligvis ikke så store dimensjoner på kummen som det som var tilfellet tidligere. Kummene trenger ikke å være inspeksjonskummer. En kum med mindre dimensjon vil vanligvis ha nok kapasitet til å føre ned overflatevannet, og den fører til mindre luftveksling i vinterperioden. Det er mulig å bruke et rør i litt større dimensjon i stedet for kum.

Det er mulig å bruke kumdams-løsningen med tett membran også på nye kummer, og det er da mulig at membranen kan sløyfes fordi kummene er tette.

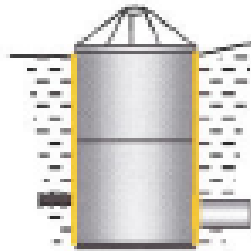
Kummer må ikke plasseres oppå bunnledninger og andre avløpsledninger, det er bedre at de settes ved siden av bunnledningen. (se Figur 16)



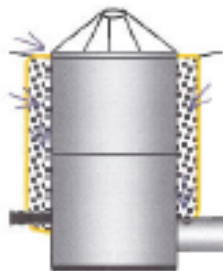
Figur 16: Ny kum plassert ved siden av bunnledningen. Rundt denne kummen er det laget mulighet for inntak av sigevann gjennom et pukklag med fiberduk rundt. (Kilde ITF-rapport 123/2002)

### 5.2.3 Tetting

Alle gamle kummer bør sikres mot innløp av vann og jord i skjøter mellom kumringer ved hjelp av tett duk fra bunn til topp ved reparasjon. 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.



Figur 17: Ved reparasjon av eldre kummer, kan en legge fiberduk rundt kummen for å tette. (Kilde ITF-rapport 123/2002)



Figur 18: En sikrer mot frostbevegelser ved å fylle grov pukk eller grus rundt kummen, og sikrer mot leirinntrenging med en fiberduk utenpå (gul strek). (Kilde ITF-rapport 123/2002)



Figur 19: Dersom pukklaget føres helt opp til overflaten, har det en tendens til å føre for mye vann ned langs kummen. Dette vannet er leirholdig, og kan tette pukklaget. Det er derfor en god løsning å avslutte pukklaget 20-30 cm under overflaten, og ha et lag med jord øverst. (Kilde ITF-rapport 123/2002)

### 5.2.4 Sikring mot frostsprengning

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

For å unngå at kummer som står oppå rørledninger knuser rørene ved frostbevegelser, bør øverste del av den gamle kummen fjernes og det etableres en ny innløpskum ved siden av ledningen. Dermed vil eventuelle frostbevegelser ikke føre til knusing av selve ledningen.

Kummene i store ledninger fungerer ofte som skorsteiner, fordi luften i rørene er varmere enn uteluften om vinteren. Det er lite vannføring om vinteren, og god plass for luften å bevege seg. Da dras det 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 liggereliggende kummer og utløpet av ledningen, med forskyvninger og lekkasjer som resultat. En løsning på dette er å legge et rundt treløkk, eller sekkestrie med et skåret kryss i på toppen av kummene. Dette kan hindre luftbevegelsene om vinteren. I vårflommen vil vannet løfte treløkket, slik at kummen åpnes. En annen løsning er å lage et løkk 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.

## 5.3 Tiltak mot erosjon i åpne grøfter, kanaler og bekkeløp

Erosjon skjer når farten på vannet overstiger jordartens evne til å motstå erosjon. Det er fire måter å stoppe erosjonen på, enten ved å utvide bekkeløpet, slik at det har kapasitet til å føre mer vann, ved å minske hellingen i lengderetningen slik at vannet minsker farten, ved lavere helling på kanalsidene slik at disse blir mer stabile eller ved å erosjonssikre kanalbunn og kanalsider.

- a. Kanalbunnen kan gjøres bredere. 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. Hellingen 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 dermed gjøres mindre, og farten kan holdes på et akseptabelt nivå.
- c. For bratte kanalsider gir erosjonsproblemer ved at partiklene kan dras lettere med av vannstrømmen, eller ved at kanalsiden undergraves og sigrer ut i bekkeløpet. Også i perioder med stor vassmetning kan kanalsidene bli ustabile og gli ut.
- d. Det finnes mange måter å erosjonssikre kanaler på, med fibermatter, steinsetting eller ved duk og pukk. Erosjonssikring er kostbart. Ofte velger en å ta ut fallet over spesielle strekninger som sikres.

Ved gjenåpning av bekkelukninger er det viktig å holde farten så lav at en ikke får ny erosjon. Tiltakene nevnt i a-d er derfor viktige å ha med i planleggingen.

## 5.4 Tiltak i dreneringssystemet

Vedlikehold av drenerings-/grøftesystemet kan forlenge levetiden betraktelig, og minske eventuelle erosjonsproblemer.

Det viktigste punktet for et 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 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. Ved tilslamming, rustutfelling og slim inne i ledningene er det mulig å utbedre dette ved grøftespyling.

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 suppleringsiltak. 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. En kan også føre inn nye åpne grøfter i feltet på steder der det erfaringsmessig samler seg vann.

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. Det vil også redusere overflateavrenningen i snøsmelting og flomperioder, der mye vann kommer inn på jordet fra utmarka.

## 5.5 Reparasjon av ødelagte bunnledninger

Rørgaten kan være skadet på flere måter:

- Forskyvning av rørene. Dette vil ofte være kombinert med utspylte jordmasser.
- Ødelagte rør. Ofte skjer dette nær utløp eller ved kummer.
- Utette skjøter, ofte med utspylte jordmasser i skjøtene.
- Rør tettet av jordmasser
- Utglidninger av de siste rørene ved utløpet
- Forskyvning av første rør i innløpet

Reparasjon av rørgaten

Ved forskyvninger i rørgaten kan det være tilstrekkelig å grave opp rørene, og legge dem tilbake. Ofte er det ustabil jord på steder der dette har skjedd, og det bør derfor sikres med utskifting av masse rundt røret. En kan legge duk mot leirmassene og pukk til å stabilisere rørgata.

Men vanligvis vil en erstatte rørgata på steder der en graver opp de gamle rørene. I dag skjer dette gjerne med lengre lengder av plast. Dette vil en også gjøre der rørene er skadet. En kan da bruke litt større dimensjon enn den gamle rørgata, og tre utenpå.

Dersom en har problemer med utette skjøter, vil dette problemet ofte gjelde hele rørgata. Her er det mulig å renovere ledningen ved strøperenovering, ved at det føres inn en strømpe inni ledningen som herdes. Da blir ledningen litt mindre enn tidligere, men tett. I enkelte tilfeller er det ikke noen vei utenom å erstatte hele eller deler av den gamle rørgaten. En vil da ofte velge ledninger med tette skjøter.

Bunnledninger gjennom store dalryllinger er vanskelig å erstatte, fordi de ligger så dypt. Her kan en kutte ut alle overflatekummer, og la overflatevann gå i et nytt system på ca 1 meters dyp. En kan også avlaste den gamle rørgaten ved å føre alle drensledninger i et nytt system ved siden av. Den gamle rørgata bør bare ta inn avløp fra områder ovenfor fyllingen. Det finnes også eksempler på at den gamle rørgata blokkeres, og der en legger et nytt løp høyere oppe i massene. Dette kan bety at det dannes en sjø overfor planeringen, oppover i raviner eller i gamle bekkeløp, men dette kan bare være positivt i et tørt landskap, dersom det ikke skaper problemer for ovenforliggende drenering.

#### Reparasjon av utløp

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. I slike tilfeller kan en erstatte siste del av ledningen med et langt rør uten skjøter. Oftest velger en et langt plastrør av noe større dimensjon, som tres utenpå det eksisterende røret. Husk steinsetting nedenfor utløpet.

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 har 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 utløpet.

#### Reparasjon av innløp

I flomperioder kan vannet demmes opp foran innløpet fordi ledningen har for liten kapasitet. Oftest skjer dette fordi det har lagt seg fremmedlegemer foran innløpet som blokkerer. Det er da lett at vannet finner seg veien inn i skjøtene mellom de første rørene, og dette kan etter hvert erodere vekk all jord over de første rørene, og forskyve disse rørene.

Dette kan repareres med å legge rørene på plass, tette skjøtene med duk, og fylle over med jord igjen. En god, skråstilt inntaksrist vil forhindre at dette skjer igjen.

#### Gjenåpning

I mange områder er det lukket svært mange bekker, og det kunne være en berikelse for landskapet, biologisk mangfold og flomdempende å få tilbakeført lukkingsanlegg 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 svært dyr, kan det være et alternativ med gjenåpning. Der det er høg fyllingsfront, bør utløpet sikres ved drenering av vann fra sidene og av vann under trykk i bunnen av fyllingen.

## 5.6 Fangdammer og flomdammer

Fangdammer er konstruerte våtmarker som legges i bekker eller nedenfor bekkelukninger i nedbørfelt dominert av landbruksproduksjon. Anleggene har stor evne til å holde tilbake

erosjonsmateriale og partikkelbundne næringsstoffer, ved å minske farten på vannet og dermed fremme sedimentasjon av partikler og partikkelbundet fosfor. De gir også muligheter for kjemisk og biologisk binding av næringsstoffene i vannet.

En fangdam starter vanligvis med en dypere dam (sedimentasjonskammer), 1-2 meter dyp, for sedimentasjon av større partikler, før den går over i grunnere, vegetasjonsdekte våtmarker (vegetasjonsfilter), 0,3-0,5 meter dype. Sedimentasjonskammeret i starten er vanligvis 1/3-del av arealet.

Fangdammer etableres nedstrøms punktutslipp eller jordbruksarealer - først og fremst i områder med mye dyrka mark. Fangdammer bør være større enn 0,1 % av totalt nedbørfelt og bør lokaliseres så nær forurensningskilden som mulig, slik at en unngår å få mye "rent" vann fra utmarka inn i dammen. Partiklene som sedimenterer er ofte større aggregater erodert fra overflaten på den dyrka jorda, og disse vil brytes opp nedover i vassdraget. Følgende prosesser bidrar til å fjerne partikler og næringsstoffer i fangdammer:

- Sedimentering av partikler og partikkelbundne stoffer
- Biologisk opptak og omdanning av næringsstoffer
- Kjemisk binding av næringsstoff til sediment

Bioforsk Jord og miljø har gjennom langvarige forsøk vist at fangdammer har god renseseffekt for både jord og næringsstoffer. I middel fjerner fangdammer som utgjør 0,1 % av nedbørfeltet 70 % partikler, 40 % fosfor og 10 % nitrogen fra avrenningsvannet. (Braskerud, B, 2001). Fangdammer virker imidlertid noe dårligere i områder med kun planerte arealer, fordi det er mindre aggregater i matjorda på overflaten. Små dammer virker best pr arealenhet damoverflate, (Hauge, A, 2007) fordi det meste av partiklene sedimenterer raskt. Men dette er da i hovedsak partikkelbundet fosfor. For å få høyere rensesgrad må størrelsen økes. Kostnadene ved bygging går også ned pr arealenhet damoverflate ved større dammer. (Hauge, at al, 2008.)

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

Flomdammer er hovedsakelig laget for å dempe flommene, men de kan også være kombinerte fangdammer/flomdammer. 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. Flomdammene kan gjerne anlegges i utmark før lukningsanlegg, særlig der lukningsanlegget har litt for liten kapasitet. I enkelte raviner er det enkelt å lage flomdam eller fangdam ved å lage en terskel og demme opp ravinedalen.

## 6. Planer for renovering av undersøkte anlegg

---

På bakgrunn av de generelle tilrådingene er det laget skisser til planer for de undersøkte anleggene.

### 6.1 Anlegg: Funderud

Kommune: Eidsberg

Tiltaksnummer i Bioforskrapport 93/2012: 4, 84

#### Observasjoner fra feltarbeid:

Et innløp helt i nord var dårlig sikret, og holdt på å tettes av sedimenter.

Fra driftsvei nedenfor tunet og nordover var det en kum helt inntil driftsveien, og en lenger nord. Mellom disse kummene var det flere store krater, mer enn 1 meter dype. Vi kunne ikke se ledningen i kraterne, men enkelte steder kunne en høre at vannet rant, så det var ikke langt ned til ledningen. Over rørgata vokste det vegetasjon, og det var ikke mulig å drive arealet over rørledningen på denne strekningen.

Kum 1 (nordligste kum). Her kjørte vi rørkamera nedover, men kom bare 6 meter inn før kamera stoppet i en stor jordklump. Rørene lå med ujevnt fall, først filmet vi under vann, så kom et vannfall der rørledningen stupte nedover litt.

Kum 2 (ved driftsvei). Her kjørte vi nedover med filmkamera, men stoppet i jordklump etter bare 3 meter.

Videre nedover er et område der det ser bedre ut, uten store kratere, men der en annen ledning kommer ned fra jernbanen er det igjen et stort krater. Det er også mye synlig erosjon der det kommer en ledning fra øst, og i området før utløpet er det mange store kratere, delvis som en reetablert bekk over ledningen.

I utløpet er de siste 3 rørene glidd ut. Det er mye jord i ledningen, og rørkamera stoppet etter 5-6 meter.

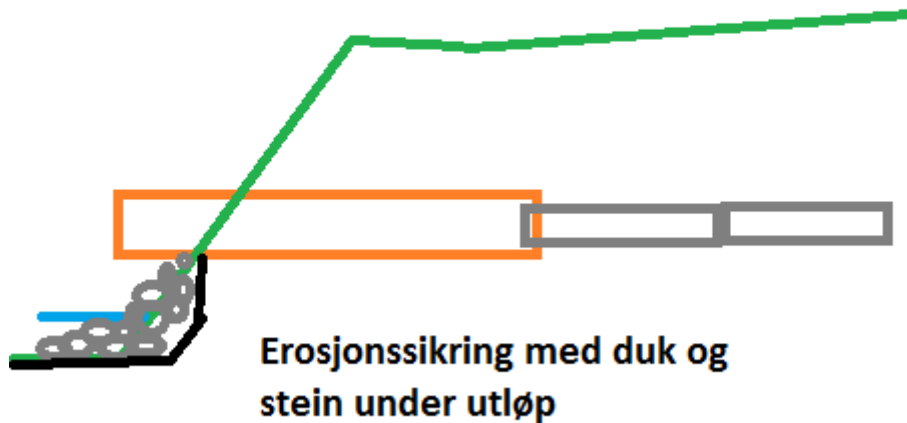
#### Forslag til tiltak:

Det foreslås at store deler av denne rørledningen fjernes, og at det reetableres en åpen bekk. Det er mulig å beholde ledningen som ligger fra driftsvei til kobling med ledning vestfra fra jernbanen. Det er også mulig å beholde ledningen fra kum 1 og nordover, hvis den er ok.

Ved reetablering av bekk bør en ikke legge bekken like dypt som dagens rørledning. En kan ta utgangspunkt i rørledningens dybde der en velger å gå over fra rørledning til gjenåpnet bekk/kanal. Her kan en legge inn et erosjonssikret fall på ca 20 cm, for å sikre fritt utløp fra ledningen. Legg duk og pukk i bunnen de første 4 meter etter utløpet for å unngå graving. Siste rør før kanalen bør være et 6 meter rett rør av plast, for å unngå at frostbevegelser og lekkasjer drar ut siste rør.



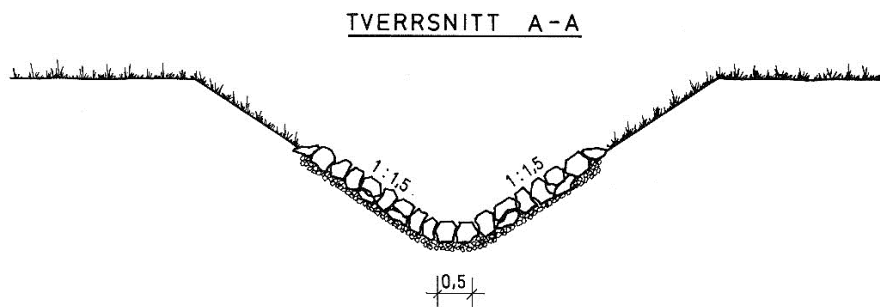
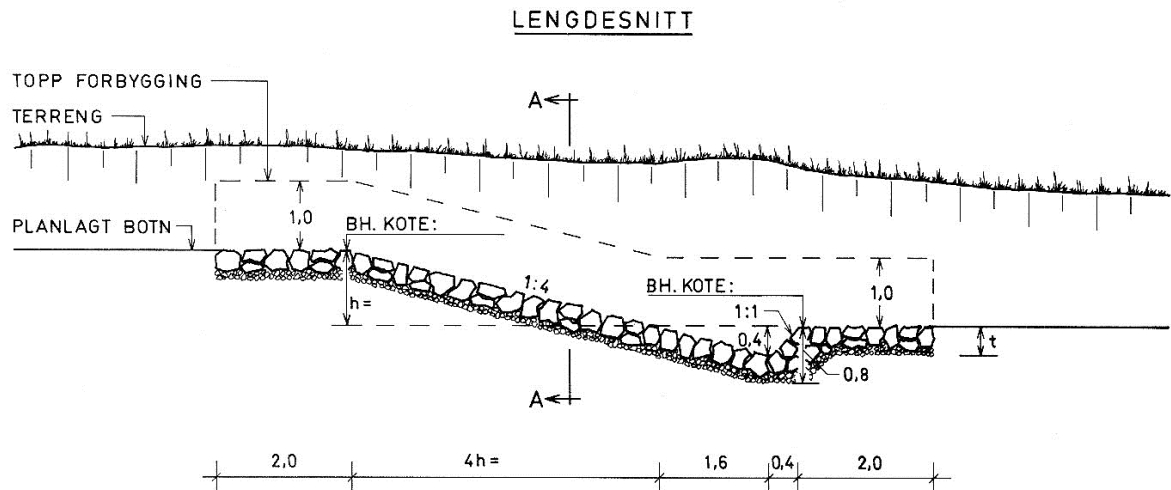
**Siste rør erstattes av et 6 m langt  
plastrør av litt større dimensjon**



*Figur 5.1.1*

Det foreslås at gjenåpningen tas opp til koblingen der det kommer en ledning fra jernbanen i vest, slik at begge ledningene kan gå ut i åpen kanal. Den åpne kanalen kan etter dette legges med lite fall, ca 50 cm på strekningen fram til dagens utløp, for å holde kanalen høyt i terrenget. Dybden på kanalbunnen må imidlertid være minst 1,3 meter for å få utløp fra eventuelle drensrør. Bunnbredde på kanalen kan være ca 0,5 meter, og sideskråning legges i 1:1,5. Dagens utløp ligger ganske dypt, så på ett eller to steder må det etableres mindre erosjonssikrede stryk (se figur 5.1.2) for å bremse farten og unngå erosjon.

Figur 5.1.2 er hentet fra typetegninger laget av landbruksdepartementet på 70-tallet. Den eneste forskjellen er at en nå bruker fiberduk under steinsettingen, som delvis erstatter grusen under steinlaget.



t = TYKKELSE AV FORBYGGING, CA. 0,4 M.

h = DIFFERANSEN MELLOM BH. OVENFOR OG NEDENFOR STRYK. MÅ IKKE OVERSTIGE 1,0 M.

STEINDIAMETER: CA. 0,3 M, (30-50 KG).

UNDER STEINLAGET LEGGES GROV GRUS, SMÅSTEIN ELLER SUBBUS, SOM FILTER.

STEINVOLUM: CA.  $(12 + 8h) M^3$ .

**Figur 5.1.2**

Mellom kum 1 og kum 2 gjenåpnes bekken på samme måte, og rørene fjernes. Her må kanalbunnen ligge på samme nivå som rørene lå tidligere. Profolet på kanalen blir tilsvarende med 0,5 meter bunnbredde og 1:1,5 sideskråning. Kum 1 kan fjernes, mens kum 2 ved driftsveien kan brukes som innløp til ledningen videre.

## 6.2 Anlegg: Heen, Gnr. 129 bnr. 1 og 5

Kommune: Rakkestad

Tiltaksnummer i Bioforskrapport 93/2012: 5 og 6

### Observasjoner fra feltarbeid

Det ble undersøkt 3 steder på anlegget.

1. Område like nord for stikkrenne gjennom vei. Anlegget ligger i nabogrense, like øst for tun.

Lukking med liten dimensjon (ca 20 cm) kom fra nord. Her var det tett under befarings i 2012 og vannet rant på overflata. Nå var ledningen gravd opp, og vannet rant i åpen kanal/bekk ned til stikkrenne.

Ledningen var av gamle, korte betongrør med liten dimensjon, landbruksrør uten muffe. Det ble kjørt kamera inn i ledningen, og den så bra ut, det var noe rusk i ledningen, og den hadde svært lite fall. Sannsynligvis vil erosjon, frost og tele dra ut siste rør, og etter hvert vil erosjonen bre seg innover ledningen slik den ligger nå.

Innløpet i stikkrenna under veien var ikke i orden. Gammelt rør hadde forskjøvet seg, og vannet rant utenom og ned i stikkrenne ovenfra. Innløpet til stikkrenna var delvis blokkert.

2. I åpen kanal - innløp til lukking ca 50 meter sør for vei.

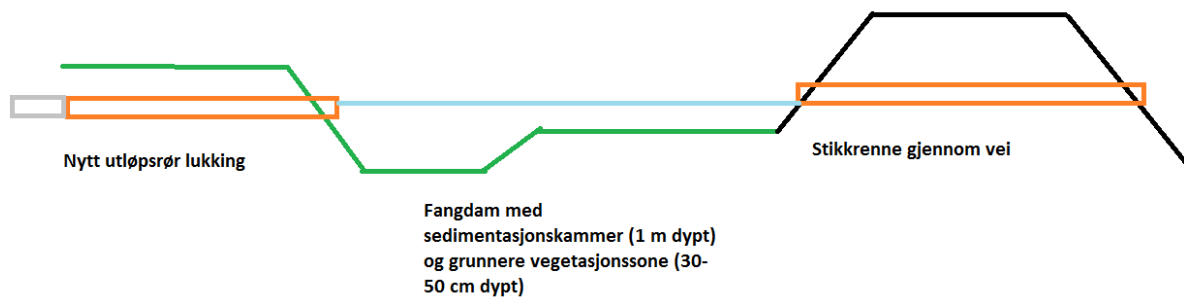
Fra åpen kanal gikk det en ledning med ca 40 cm betongrør med fals. Første rør var lagt til siden, og det var en del jord i innløpet. Første rør var ute av posisjon. Ved kamerakjøring så det greit ut innover, men etter ca 15 meter var det en litt utdratt skjøl, men en kunne ikke se noen skader.

3. I utløpet eter ravinen seg oppover på grunn av overflatevann i dråget. Erosjonsskader oppover over ledningen og innover på jordet.

### Forslag til tiltak:

#### Område 1, nord for veien

1. Ledning fra nord kan skjøtes på med en eller flere 6 meters plastledning av litt større dimensjon, og fylles over. Slik sikrer en at ikke frost og vann ødelegger utløpet. Området mellom nytt utløp og stikkrenne kan holdes åpent som en kanal eller som en liten fangdam. Det må ryddes opp foran stikkrenne, slik at vannet får fritt innløp til stikkrenne.



Figur 5.2.1 Plan for renovering nord for veien



Bilde 5.2.1: Fra veien og oppover mot nord våren 2012. Her var det gravd opp våren 2013.

## Område 2, sør for veien

2. Innløp til rørledning bør ryddes opp, de siste to rørene bør settes på plass, og tettes med duk i skjøtene. Etabler en liten sedimentasjonsdam foran innløp, så det ikke så lett gror igjen.

3. Vann fra dråget (overflatevann i flomperioder) bør ledes ned i ravinen på en sikker måte. Det bør ikke renne ned over ledningen, men det kan etableres et erosjonssikret overløp ved siden av med duk og stein.

Alternativt kan det etableres en kum som tar ned overflatevannet, og en separat rørledning som fører det ned i ravinen på en sikker måte uten erosjon. Kummen må være tett.



*Bilde 5.2.2: Innløp fra grøft til lukningsanlegg på sørsiden av veien våren 2012*



Figur 5.2.2  
Oversiktskart/flybilde over foreslått tiltak på Heen.

## 6.3 Anlegg: Rånås, 135/2

Kommune: Eidskog

Tiltaksnummer i Bioforskrapport 93/2012: 193, 194, 233

**Observasjoner fra feltarbeid:** Ledning med fire overflatekummer før utløp i skråning mot bekk.

Fra veien og nedover: Kum 1 og 2 hadde plastledninger. Litt erosjon rundt kummen, ellers greit. Hovedproblemet er dårlige innløp til kummen med vertikale rister i kumveggen. Ved flom tettes disse lett og vann blir stående rundt kummen som finner veien inn i utettheter og graver.

Kum 3 hadde en del erosjon 5-10 meter overfor kummen.

Kamerakjøring oppover viste litt dårlige skjøter på ca 9 meter og på ca 16 meter, men ingen store skader. Innløpsrista til kummen var helt tett av halm og jord, men dette er bare dårlig vedlikehold.

Nederste kum hadde et stort erosjonskrater rundt. Nye plastrør ut og inn av kummen. Tetting med storsekkplast har vært delvis mislykket. Storsekken dekket delvis inn- og utløp.

### Forslag til tiltak:

Rister bør renses jevnlig. Kanskje bør toppen av kummene erstattes med en kjeGLE, slik at de ikke går så lett tett. Dråget nedover kan gjerne ha grasdekt vannvei, fordi det eroderer når kummedløpet tettes.

Nederste kum må repareres. Storsekk foran ledning må fjernes. Kummen kan tettes med pukk rundt og fiberduk. (se figur 5.3.1.)



Figur 5.3.1: Reparasjon av utett kum med pukk og fiberduk.

Bilder:



*Bilde 5.3.1. Dårlige rister på kum som lett går tett, og erosjon foran kummen på grunn av utettheter.*



## 6.4 Anlegg: Rånås-Spestad

Kommune: Eidsberg

Tiltaksnummer i Bioforskrapport 93/2012: 109, 110, 111, 112, 184, 235

### Observasjoner fra feltarbeid:

Dette er et langt lukningsanlegg som starter oppe på flatene ikke så langt fra Rånås, og det fortsetter nedover mot Spestad. Det er flere avgreininger og mange kummer.

Befaringen startet øverst ved kummene nær Rånås. Her var det to små forsenkinger med kummer som samlet seg til en dal. I den ene forsenkingen var det bare en koblingskum for drenering, i den andre to overflatekummer der vi kjørte kamera.

Kum 1 øverst. Kummen hadde hatt en rist over innløpet som var i siden på kummen, men dette var borte, og lå nede i kummen. Dette gjorde det mulig for jordklumper og kvist o.l til å komme inn i kummen og rørledningen. Bare 4 meter nedover rørledningen lå det en blokkering av kvister og jordklumper som blokkerte mer enn 50 % av rørløpet. Ledningen så ellers bra ut.

Kum 2. Kummen var ca 5 m dyp. Her hadde selve kummen store problemer, og det var mye erosjon rundt kummen. Kumringene stod ikke lenger oppå hverandre, og kummen stod i fare for å velte.

Kum 3. Denne kummen lå betraktelig lenger nede i systemet, på et flatt område nedenfor den store eika. Det var litt erosjon rundt kummen, men den så ellers grei ut. Det ble kjørt rørkamera nedover. Dette viste at det var svært lite fall nedover, og det stod vann i rørledningen. En del sedimenter i ledningen. Oppover fra kummen var det bedre fall.

Kum 4. Kum 4 lå i åkerkant ved stolpe. Like overfor kum 4 var det et par jordhull i åkerkanten, sannsynligvis over ledningen. Det var mye erosjon rundt kum 4. Det ble kjørt video nedover fra kum 4. Det så ut som om det var lekkasjer i flere skjøter, der det var leire/rust i skjøtene. Men det var ikke så mye at det trengtes reparasjoner.

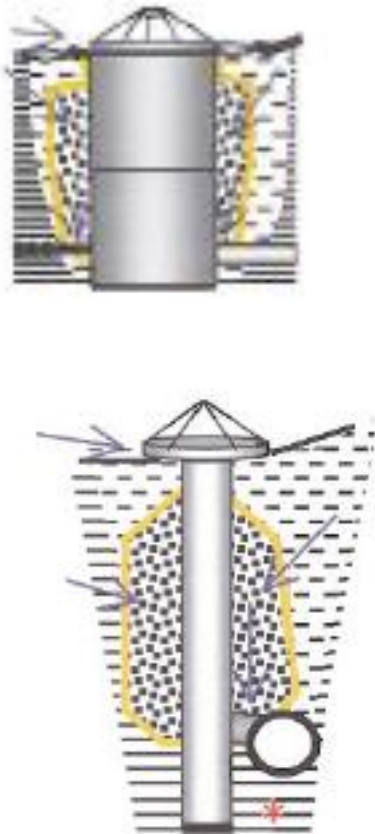
Utløp. I utløpet i et beite nedenfor Spestad var rørgaten helt ødelagt. Rørene var gravd fra hverandre av erosjon, og lå åpent nedover i bekken. Det anbefales å holde denne bekken åpen, fordi den gikk gjennom et beiteområde. Det vil ikke være lønnsomt å reetablere en rørledning.

**Forslag til tiltak:**

Rørledningen nedenfor kum 1 har en blokkering av jord og kvist noen få meter nedover. Dette kan kanskje løses ved bruk av stakefjær.

Kum 2 er nesten ødelagt, og her bør det reetableres en tett kum for å stoppe videre erosjon, enten med en ny kum eller ved bruk av puk og duk.

Kum 4 trenger også tetting og reparasjon rundt selve kummen. Arealet bør formes slik at overflatevann når fram til kummen, slik at det ikke renner ned i utettheter i ledningen. En må holde jordhullene under observasjon. Dersom det skulle bli større skader, bør rørledningen graves opp, rettes opp og tettes med duk over skjøter.



Figur 5.4.1: To alternativer til reparasjon av kummer med duk og puk. Øverst: Reparasjon av eksisterende kum. Nederst: Ny plastkum som kobles inn på ledningen.

Bilder:



Bilde 5.4.1 Jordhull like overfor kum 4.



Bilde 5.4.2: Nedover lukkingen. Kum 3 ligger nedenfor denne eika, på vei mot neste.

## 6.5 Anlegg: Brøntorp

Kommune: Rakkestad

Tiltaksnummer i Bioforskrapport 93/2012: 8, 9, 10

### Observasjoner fra feltarbeid

Lukkingen går fra vei nesten i kommunegrensa nedover til gjødselkum, og så videre ned til utløp i bekk. Det er flere kummer nedover lukkingen, og den går over flere eiendommer.

Fra veien til Lislørud og nedover:

Første kum ligger ved veien (1), andre kum i jordekant (2), 3.kum i jordekant nedenfor osper (3).

Mellom første og andre kum var det registrert mye overflatevann under befaringen i 2012, og det så ut som om ledningen hadde vært tett eller hatt for liten kapasitet. Ikke noe av dette så en nå i 2013., bare litt gamle erosjonsskader rundt kum 2.

Ved kum 3 var det større skader. Et stort jordhull gikk helt ned til drenggrøfter, mer enn 1,3 meter ned. (Filmet video 3). Drengsrør lå eksponert nede i jordhullet.

Video i lukkingen viste ren ledning, men med ujevnt fall oppover fra kum. Det var flere utdratte skjøter og utettheter.

Fra gjødselkummen og nedover var det også 3 kummer, (4, 5, 6) i samme systemet.

Befaringen i 2012 viste flere jordhull nedover over ledningen på dette stykket. Noen av disse skadene var fremdeles synlige.

Video fra kum 5 og nedover. 18 meter inn. Ujevn ledning, men uskadd. Alle skjøter er dratt litt ut.

Video fra kum 5 og oppover. 18 meter inn. Ujevn ledning, slik at kamera stadig er over og under vann. Ingen skader synlige, men 15-18 meter inne var det minst 10 cm vann. På 18 meter stoppet kamera i kant der røret var litt forskjøvet.

Kum 6 er kun en innløpskum og koblingskum der en ikke kom inn med kamera, men ledningen går lenger nede. Flere jordhull mellom kum 5 og 6 tyder på lekkasjer i ledningen. Et stort hull i bakken ca 15 meter nord for kum 6.

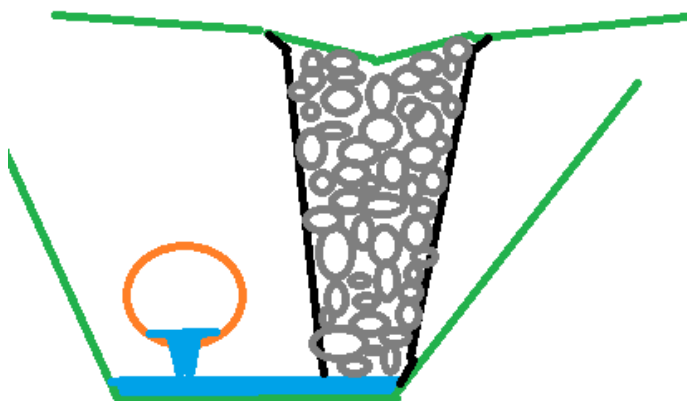
Utløpet går ut i grøft, og her er det mye erosjon både fra rørledningen og fra overflatevann. Det kommer to utløp ut i grøfta pluss flere mindre drenggrøfter. I begge utløpene er siste røret knust og de stenger delvis utløpet. Pågående erosjon flere steder i grøfta på grunn av utløpene.

## Forslag til tiltak:

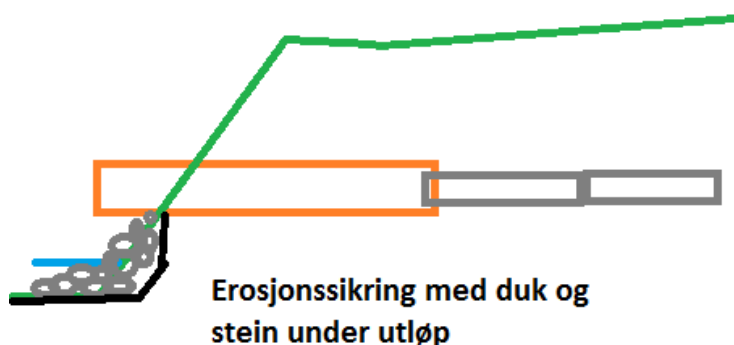
### Utløpet:

Det må ryddes opp i utløpet for å forhindre videre erosjon. En kan ta bort knuste rør og rør som er forskøvet, og koble på et 6m plastrør utenpå eksisterende ledninger, av litt større dimensjon. Så kan en fylle over, slik at de gamle rørene ikke blir utsatt for frostbevegelser. Drensledningene kan samles i kum, eller føres ned i grøft på en erosjonssikker måte. Også overflatevann bør føres ned i grøfta på en sikker måte, plastring med duk og stein vil være et godt alternativ. Overflatevannet bør ikke gå ut rett over utløpet på ledningen, for da blir det ny graving her. Lag et overløp ned i grøfta utenom hovedutløpet av lukkingen.

### Før vannet ned i erosjonssikret nedløp med duk og pukk/stein ved siden av utløpet



Siste rør erstattes av et 6 m langt plastrør av litt større dimensjon



Figur 5.5.1: Skisse av løsninger

### Langs ledningen og kummer

Denne ledningen ligger generelt med mange ujevnheter, og stadige lekkasjer fra overflata og ned i ledningen. Ledningen er imidlertid av stor dimensjon, og dyr å erstatte. En kan avhjelpe situasjonen med å legge en avlastningsledning, f.eks en drensledning på 110 mm eller større nedover dråget, som kan drenere dråget. Denne ledningen vil kunne ta inn overflatevann som blir stående, slik at dette ikke graver helt ned til lukkingen når det står

vann på overflata. Det vil også være bra om en sikrer gode overflateforhold nær kummene med riktig fall, slik at overflatevannet finner vei til kummen. Kummene bør tettes med pukk rundt og duk, slik at det ikke graver.



*Figur 5.5.2: Tetting av utette kummer med pukk og duk. Fall ned til kummen og god rist på toppen*

## 6.6 Anlegg: gnr 110/13 og 110/21

Kommune: Rakkestad

Tiltaksnummer i Bioforskrapport 93/2012: 58, 59, 61, 62

### Observasjoner fra feltarbeid:

Kum øverst mot jernbanen fjernet og erstattet med steinsil av grov pukk.

3 kummer nedover hovedløp, et sideløp mot vest med en kum (4) langt oppe i dråget.

Kum 1, øverst: Ingen problemer i ledningen. Ren ledning med tette skjøter. Filmet 18 m inn.

Kum 2, i forgrening: Overgang til større rør etter forgrening. To rør ut, et over det andre. Øverste rør tørt.

Sideløp opp mot vest fra kum 2:

5 meter inn - begynte å dykke ned, svak i ledningen.

12 meter inn - mye sedimenter og jord.

15 meter inn. Forskyvninger i rørgata. Problemer som kan utvikle seg.

Langt oppe i sidegrenen var det en kum (4). Her var det foretatt reparasjoner og rørene erstattet med plastrør. Her ble det ikke kjørt kamera.

Nedover fra kum 2: Underste rør - motfall fra kum og ca 5 meter. Tyder på at kummen har satt seg etter anlegg. Videre nedover er nederste rør ok. Øverste rør - ok. Tørt og rent.

Oppover fra kum 2: Nederste rør erstattet med plast første 5 m. Gikk over i betong, men der stoppet kamera. Øverste rør - rent og tørt 18 meter inn. Første 2-3 meter har noe motfall der det stod litt vann.

Kum 3: Innløp for overflatevann, ikke på hovedledningen.

Utløp: Siste rør var dratt helt fra. Rørledning med stående vann i. 18 meter inne, blokkering med kvist eller røtter tettet nesten hele røret. Akkurat der blokkeringen var begynte vannspeilet, så her begynte røret å stige. Kan blokkeringen være laget av bever, eller har det samlet seg opp rusk der fordi vannspeilet begynner der?

### Forslag til tiltak:

Kum 2:

Sideledningen mot vest har store problemer, med en skade ca 15 meter fra kum. Dette kan utvikle seg og ledningen kan tettes. Disse 15 meterne kan erstattes med plastrør.

Utett kum (2) vil gi framtidige erosjonsskader rundt kummen i nedbørperioder. Tetting med fiberduk, og gjenstøping av utettheter i rørinnføring vil være en god løsning.

Det anbefales ikke å sette i gang med tiltaket, men området må holdes under oppsikt. Hvis det dannes jordhull og erosjon, bør en vurdere å utføre renovering rundt denne kummen og opp sideløpet mot vest.

Utløp:

Rør ytterst i utløpet som er glidd fra bør ordnes opp og kobles til, eller fjernes.

Propp 18 meter inne kan kanskje fjernes med en stakefjær. Det er mulig at den spyles ut av seg selv ved flom.

Bilder:



*Bilde 5.6.1: Flybilde over utløpet. Ledningen går opp mot venstre.*



## 6.7 Anlegg: Melby

Kommune: Rakkestad

Tiltaksnummer i Bioforskrapport 93/2012: 141, 142

### Observasjoner fra feltarbeid:

Grunn overflategrøft ligger over lukking. Flere jordhull ned til ledningen i dette området. Ingen nedløpskummer i nordligste del for overflatevann.

Kamerakjøring fra kum og nordover: Første 2 rør var ujevnt lagt, men hele 10 meter inn ligger det jord som stopper kamera. Det står delvis vann i ledningen. Er det brekkasje 10 meter nord for kum?

Lukkingen ligger mellom 2 skifter, og virker helt unødvendig. Med de skadene lukkingen har kan det ikke drives over lukkingen. Erosjonen vil fortsette.

Utløpet går ut i bekk. Siste utløpsrør er knust, og nest siste er ute av posisjon, så her vil det fortsette å grave. 15 meter inn fra utløpet er det et rør som er ute av posisjon og som bikker ned, og kamera kom under vann. 22 meter inn er det en kant der rør er litt ute av posisjon, og kamera stoppet.

### Forslag til tiltak:

Alternativ 1: Lukkingen virker helt unødvendig, og gravingen kommer til å fortsette. Siden lukkingen ligger i skiftegrense kan det være en god løsning å gjenåpne bekken helt eller delvis, med en grunn grøft (ca 1,3 meter dyp) som ikke har for bratte sidekanter (1:1,5).

Det er mulig at en bare skal gjenåpne deler av ledningen, der en ser at det er skader.

Alternativ 2: Lukkingen beholdes.

Da må følgende punkter utføres:

- Utløpet må sikres. Reparer eller fjern de siste to rørene. Før dagens rør inn i en 6 meter plastledning av litt større dimensjon, dekk skjøt med fiberduk og fyll over.
- Overflatevannet som kommer fra nord må tas ned i kum, så det ikke renner ned gjennom jorda til utettheter i lukningsledningen. Etabler gjerne en mindre, parallell ledning som fører dette overflatevannet videre ned til hovedkum.
- Et alternativ til kum er å gjenåpne bare en del av den nordlige delen av ledningen, slik at overflatevannet kan komme ned til røret her.

**Bilder fra 2012:**



Vannet kom opp av jordhull og rant i delvis reetablert bekk over lukkingen.



Nærmest en bekk lenger nede.



Flere jordhull nedover.



Mer og mer erosjon nedover.

## 6.8 Anlegg: Fransvoll

Kommune: Trøgstad

Tiltaksnummer i Bioforskrapport 102/2013: 2, 5, 8

### Observasjoner fra feltarbeid:

Lukkingen ligger i et dråg med 3 kummer. Det er mye overflateerosjon på overflaten og flere jordhull, og arealet over rørene blir ikke drevet.

Øverst i kum 1 er det bare plastrør som går inn. Kummen er fylt opp med leire, og en kunne ikke se om det var noe rør lenger nede.

Kum 2 har mye erosjon rundt kummen. Det er et innløp i siden med sprinkler, men alt overflatevann kommer inn i kummen gjennom utettheter i sidene. Det ble kjørt video i rørledningen.

Oppover ledningen var de to første rørene ved siden av kummen ute av posisjon, men videre oppover så det forholdsvis greit ut. Det er bare ved kummen at det er problemer. Nedover ledningen var første rør ute av posisjon. Det står vann i ledningen ca 10 meter. Så kom kameraet opp av vannet igjen, men det var delvis vann i ledningen ned til 28 meter. Det må være lite fall i denne delen. På 28 meter ligger en stor leirklump i ledningen, der det er en forskyvning av rørene der det strømmer inn vann i utetthet. Videre er det større fall, og en ser ikke store problemer. Kamera kjørte seg fast på dette stedet. Da det ble gravd opp viste det seg at 3 rør hadde forskjøvet seg, og det var store sprekker i falsene. Rørene ble rettet opp og lagt på plass igjen.

Kum 3 er en overflatekum som er fylt med leire.

Mellom kum 3 og utløpet er det flere jordhull og mye erosjon. Det ble ikke kjørt kamera, men det er tydelig at ledningen her har problemer med lekkasjer.

Utløpet er tidligere reparert med en plastledning som siste stykke, men vannet rant ikke ut gjennom dette utløpet. Det rant ut i utettheter inne i jorda og kom ut gjennom jordhull. Det er mye erosjon nær utløpet, og dette vil fortsette å grave.

### Forslag til tiltak:

Ved renovasjon av denne ledningen kan en tenke seg flere løsninger, etter hvor mye en vil reparere. Siden arealene over ledningen ikke er i drift, står en forholdsvis fritt til å velge løsning.

1. Grasdekt vannvei
2. Gjenåpning
3. Renovering av rørledning

1. Grasdekt vannvei.

På grunn av leire og forskyvninger i rørledningen, er det tydelig at ledningen ikke har den kapasitet den skulle hatt. Vann renner på overflata, og stikker seg ned i jordhull nedover dråget. Dråget burde hatt grasdekket vannvei med permanent grasdekke og jevn helling uansett hvilken løsning en velger. Slik kan en unngå at overflatevannet forårsaker graving, og at ledningen får problemer i flom. Det dypeste punktet i den grasdekte vannveien kan gjerne legges litt til side for rørledningen, slik at en unngår at vannet finner veien ned til ledningen gjennom jorda. Nederst i dråget begynner fallet å øke, og en får såpass stort fall at en grasdekt vannvei også kan risikere å få erosjonsskader. I dette området har en to løsninger; enten å lede vannet inn på ledningen gjennom en overflatekum, eller å lage en erosjonssikret vannvei med duk og stein i bunnen i de brattere partiene ned

til bekken. En erosjonssikret vannvei må her ha flere vannfall for å kunne drepe energien og føre vannet helt ned til bekkens nivå.

## 2. Gjenåpning

Fra kum 2 og nedover kunne rørledningen vært åpnet, enten helt eller i visse partier. Fra kum 2 og ca 30 meter nedover er det lite fall, og her kunne en lage en åpen bekk. Bekken kan ligge med bunnen i høyde med dagens rørgate, og en bør ha sideskråning på 1:1,5. Lenger nede kan vannet føres inn i rørledningen igjen. Det bør støpes og steinsettes rundt innløpet, slik at vannet ikke begynner å renne langs ledningen og inn i skjøtene lenger nede.

Rørledningen må også åpnes nede ved utløpet. En må finne utløpet og erstatte siste rør med en 6 m plastledning med noe større dimensjon. Her er det mye fall og stor fart på vannet. Utløpet må sikres med stein, slik at det ikke begynner å grave på grunn av vasspruten.

## 3. Renovering av ledningen

Deler av ledningen er bra, men det var ikke mulig å undersøke hele ledningen, så det kan være flere dårlige partier. En kan se på overflaten at det må finnes flere steder som har forskyvninger og lekkasjer, både øverst nær kum 1, og helt nederst mot jordekanten. At kummene var fylte med leire er også et tegn på problemer, men det er mulig at dette kan rettes med vanlig vedlikehold.

Kum 2 bør rettes opp og sikres med pukk og duk.



Figur 5.8.1: Reparasjon av kum 2 med pukk og duk.

Det virket ikke som om rørene var ødelagte, men det var forskyvninger i rørgata. En renovering kan dermed gjøres ved at en graver seg ned til ledningen der en ser problemer på overflaten, som erosjon og jordhull, og at rørene rettes opp og sikres med pukk og duk før det lukkes igjen.

## 6.9 Anlegg: Tangen

Kommune: Trøgstad

Tiltaksnummer i Bioforskrapport 102/2013: 6, 12

### Observasjoner fra feltarbeid:

På dette stedet var vi og observerte den 18. april mens det var ekstremavrenning. Da rant vannet delvis over lukkingen og skapte store erosjonsproblemer. Noe av dette var reparert da vi kom på feltarbeid 17.oktober.

Det var svært dårlige innløpsforhold til lukkingsanlegget rista foran innløpet var full av jord, og planter hadde lagt seg på rista, så det var nesten tett. Dette kan være hovedårsaken til at dette rant over 18.april. Men med så mye vann som rant 18 april ville ikke kapasiteten vært god nok uansett.

De første 3 rørene var ute av stilling, og dette svekket kapasiteten til røret ytterligere.

### Bilder:



*Bilde 5.8.1: Situasjonen på stedet 18.april*



*Bilde 5.8.2: Innløpet til lukkingen i oktober. Oppfylt med jord foran innløp, og planter og blader tett innløpsrista. De første rørene var ute av stilling.*

#### **Forslag til tiltak:**

Området over lukkingen fra innløpet til første bend er ikke i drift, på grunn av de store graveskadene fra april. Det er nesten reetablert en bekk over lukkingen. En kan dermed tenke seg to løsninger:

1. Reparasjon av innløpet, med en grasdekt vannvei videre for å hindre erosjon ved overflomming. Denne løsningen er minst omfattende.
2. Gjenåpning av første del av bekken

Det enkleste vil være å reparere innløpet og å sikre at framtidige oversvømmelser ikke gir så store skader. Det er derfor den løsningen som beskrives her.

Det legges et rør med større dimensjon av 6 meters lengde i innløpet, gjerne med en avsmalnende kon inn mot røret, slik at en sikrer at røret løper fullt ved flom. Overgangen må være tett med støping, eller med duk og leire. Dermed stikker ikke vannet seg inn i utettheter hvis det skulle stige på oversiden. Innløpet tettes med en skrårast for å hindre fremmedlegemer i røret. Rør som er ute av stilling fjernes eller rettes opp.

Foran innløpet graves det et sedimentasjonsbasseng på ca 0,5 meters dybde med størrelse på ca 300 m<sup>2</sup>, slik at ikke leire eller vegetasjon bygger seg opp i bekken og tetter innløpet. I området videre nedover kan det lages en grasdekket vannvei i det eroderte området, slik at framtidige oversvømmelser ikke gir så store erosjonsskader.

## 6.10 Anlegg: Nordre Strønes

Kommune: Trøgstad

Tiltaksnummer i Bioforskrapport 102/2013: 9, 45

### Observasjoner fra feltarbeid:

Lukkingsanlegg munner ut i ravine. Også overflatevann renner fra dråg og ned i ravinen. Dette fører til aktiv erosjon i ravinen. Det har rast ned jord foran utløpet, og delvis tettet dette. Vi fant ikke utløpet. Dumping av søppel og bølgeblikk har ikke redusert erosjonsskadene, og ravinen eroderte mye i kantene.

Øverst i ravinen er det et stort hull innover i jorda, der vannet har rent. Her kunne en ikke se noen rørledning. Dette tyder på at rørledningen kan være helt eller delvis tett i utløpet, og at vannet finner andre veier. Det ble kjørt kamera innover i hullet, men en kom ikke så langt at en kunne finne kilden til vannet.

Dette skadestedet har potensiale til å spise seg langt innover jordet, og vannet kan dra med seg mye jord ut i vannet.

### Forslag til tiltak:

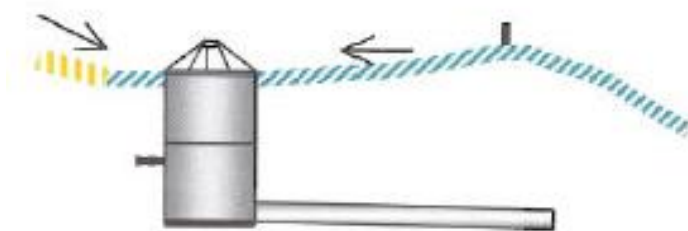
Her må det utføres to tiltak:

1. Sikring av utløpet til lukkingen, og erosjonssikring nedover ravinen.
2. Sikre at overflatevann ikke graver ravinen innover jordet.

De to tiltakene kan kombineres ved at det etableres en overflatekum ved rørledningen som tar ned overflatevann. Kummen bør ikke legges på ledningen, men ved siden av. Det kan føres en separat ledning ned i ravinen for overflatevann. Jorda bør formes med et motfall mot ravinen, slik at overflatevannet ikke renner forbi kummen og ned i ravinen.

Utløpet for rørledningen må graves fram. Her må det støpes eller legges duk og steinsettes et erosjonssikret nedløp i ravinen, eventuelt legges en tett ledning nedover til en kommer ut av ravinen. Siste rør av rørledningen bør erstattes med et 6 meter plastrør av litt større dimensjon, slik at en ikke får frostbevegelser og lekkasje i siste rørskjøt.

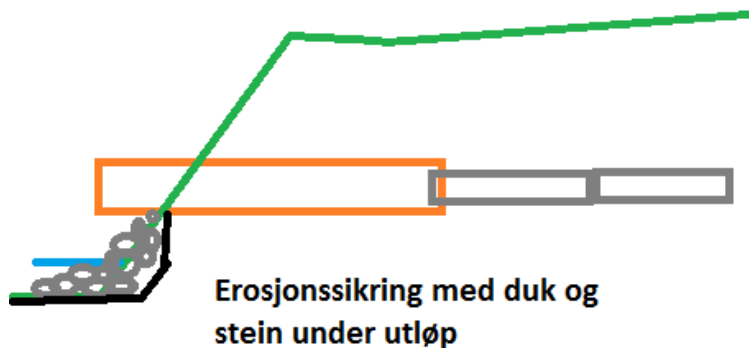
Begge rørene kan føres ut samme sted i et erosjonssikret utløp.



Figur 5.10.1: Skisse av overflatekum med motfall for å føre vann over fyllingskant og ned i ravine uten erosjon.

Ny overflatekum der terrenget lages med motfall mot ravinen. Kummen etableres utenom den eksisterende rørledningen.

Siste rør erstattes av et 6 m langt  
plastrør av litt større dimensjon



Skisse 5.10.2: Skisse for erosjonssikret utløp.

Bilder:



Bilde 5.10.1: Bildet tatt fra jordet ned mot starten av ravinen. Tydelig erosjon innover dyrka jord i starten av ravinen. Jordhule innover under.





*Bilde 5.10.2: Bilde tatt nedenfra i ravinen. Utløpet dekket av jord og søppel. Aktiv graving nedover i ravinen.*

## 6.11 Anlegg: Skjønhaug

Kommune: Trøgstad

Tiltaksnummer i Bioforskrapport 102/2013: 43, 44

### Observasjoner fra feltarbeid:

I dette dråget ligger ledningen forholdsvis dypt etter hvert. Kummene er ofte mer enn 5 meter dype. Kummene er ikke tette, så det er erosjon rundt alle kummene, men ikke mye. Ingen av kummene har åpninger for overflatevann, så alt overflatevann renner inn gjennom utettheter i kummene.

Det ble kjørt kabelkamera fra flere av kummene, men selve ledningen så bra ut.

Det er store problemer i utløpet. Utløpet ligger på en fjellterskel, og røret som lå over fjellterskelen var presset helt sammen, sannsynligvis fordi ledningen har sunket litt.

Nedrasing av jord og trær stengte avløpet ytterligere.

Litt overfor utløpet var det et sted der overflatevann rant fra jordet og ned i ravinen. Her var det erosjonsskader.



Bilde 5.11.1: Sammenpresset utløpsrør over fjellterskelen.



Bilde 5.11.2: Erosjonen rundt kummene kan være omfattende. Bilde fra april 2013.

#### **Forslag til tiltak:**

##### **Utløpet:**

Utløpet må ordnes for å sikre fritt utløp for vannet. Det er en fjellterskel i utløpet. Det beste ville derfor være å fjerne de ødelagte rørene, og lage et åpent overløp. Det er viktig at dette sikres med duk og stein på sidene, for det er ikke noen naturlig renne i fjellterskelen. Fjellterskelen er noe høyere enn utløpet av røret, så det bør lages en tilstrekkelig bredde for å sikre nok avløp. Bredden på fjellterskelen bør være minst 1 meter, og oppfyllingen på sidene bør skråne minst 1:1,5.

Det kan bli litt turbulens foran fjellterskelen, siden den er såpass høy at det blir stående vann litt innover røret. Det kan gjerne lages en liten dam mellom utløpet av røret og fjellterskelen, for å sikre gode utløpsforhold og minske risiko for erosjon ved utløpet.

##### **Overløp for overflatevann:**

Like overfor utløpet i jordekanten er det naturlige overløpet for overflatevann ned i ravinen. Dette overløpet bør sikres med duk og stein, slik at det ikke begynner å grave videre.

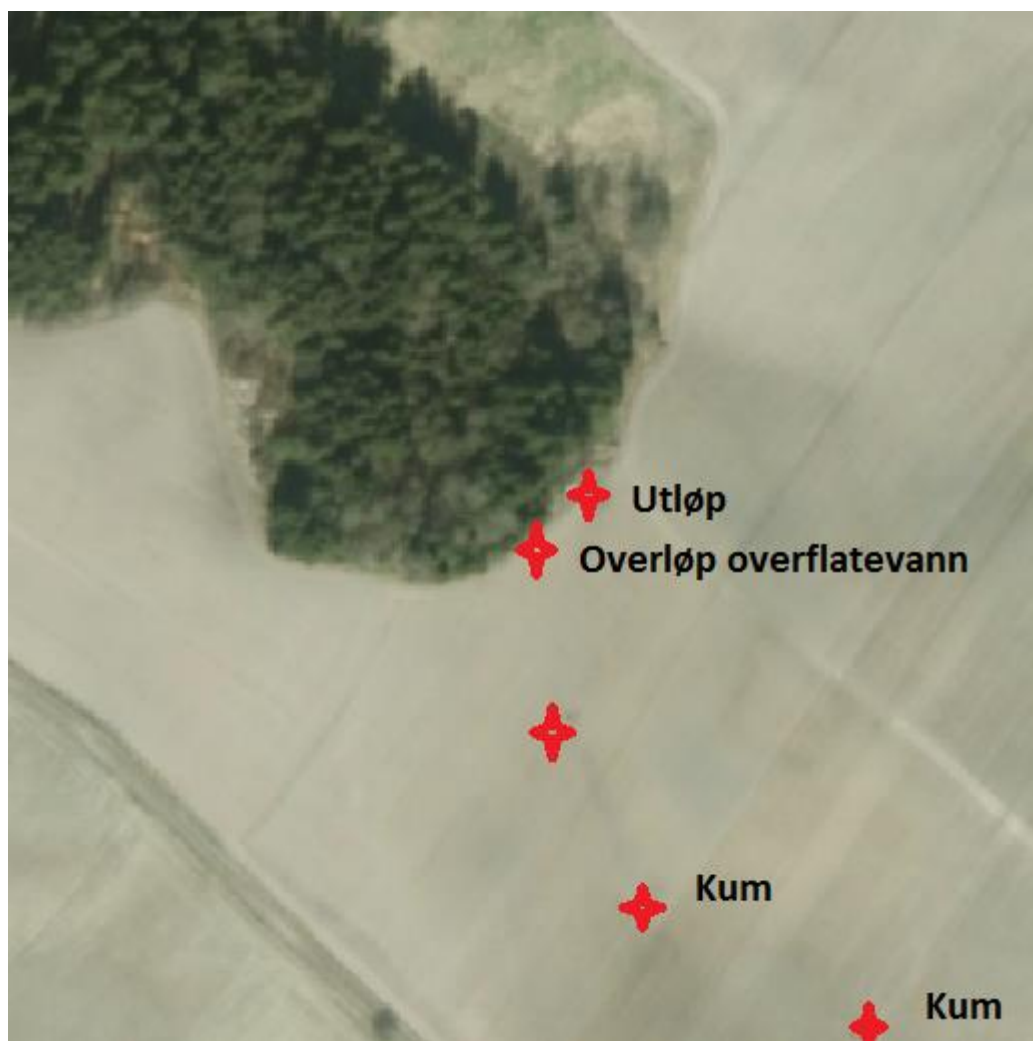
##### **Reparasjon av kummer:**

Alle kummene var utsatt for erosjon, og de manglet innløpsrister. Siden de er såpass dype, er det fare for alvorlig erosjon dypt nedover langs kumsidene. En bør derfor for enkelte av kummene sette på en rist oppå kummen i stedet for lokk. Rundt kummene kan en grave vekk en del jord, fylle inntil pukk og sikre med duk, slik at kummene er tettere i de øvre

ringene. Kummene bør være så lavt i terrenget at innløpsrista blir det naturlige innløpspunktet for overflatevann.



Figur 5.11.1: Løsning for reparasjon av kummer. En trenger ikke tette så langt ned som på dette bildet, men de øverste to kumringene bør være tettet med pukk og duk.



Bilde 5.11.3: Flybilde over området. Oversiktsbilde over foreslåtte tiltak.

## 6.12 Anlegg: Enger

Kommune: Trøgstad

Tiltaksnummer i Bioforskrapport 102/2013: 70, 71, 73, 74, 76

### Observasjoner fra feltarbeid:

Dette var et dråg med to kummer, der vannet rant forbi, og skapte erosjon i dråget. Kum 1 øverst var en støpt kum. Her var det dårlige innløpsforhold for overflatevann, og vannet rant forbi.

Det var erosjon i dråget mellom kum 1 og 2.

Kum 2 er dyp, ca 5 meter. Den hadde innløp med rist på siden, men denne var fylt opp av jord og tett. Vannet rant forbi kummen.



Bilde 5.12.1: Innløpsåpning på kum 2.

### Forslag til tiltak:

Ved kum 1 forslås det at det etableres en liten kum ved siden av den eksisterende som kan ta inn overflatevann. Kummen plasseres i laveste punkt i dråget, slik at vannet sikres innløp.

Ved kum 2 foreslås ingen tiltak utenom vanlig vedlikehold. En må fjerne jord som har lagt seg opp foran rista, og terrenget må formes slik at en sikrer at overflatevannet ikke renner forbi kummen. Dette kan gjøres med en liten brem nedenfor kummen.



*Bilde 5.12.2: Oversiktsbilde over tiltak.*

## 6.13 Anlegg: Riser

Kommune: Trøgstad

Tiltaksnummer i Bioforskrapport 102/2013: 123

### Observasjoner fra feltarbeid:

Ledningen starter i en ravine, og går inn i planeringsfelt ganske dypt. Innløpskumme er solid og god, men foran innløpet har bekkeløpet fylt seg opp med sedimenter, så det er ikke noen god beskyttelse mot å få inn sand eller kvist inn i lukkingen.

I oktober var det ingen skader på overflata nedover lukkingen, slik en registrerte i april. Men det finnes en overflatekum som i dag er begravd nede i jorda, etter opplysninger fra eier. Det blir ofte krater i overflata over denne kummen.



Bilde 5.13.1: Hull i bakken i dråget. Skadene registrert i april 2013.

### Forslag til tiltak:

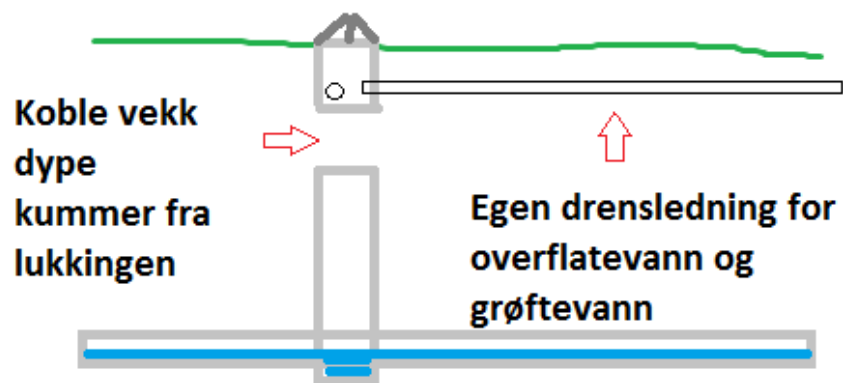
#### Innløp:

Det vil være en god ide å grave ut et mindre basseng foran innløpet. Dette vil være som en fangdam som vil sedimentere partikler og hindre større partikler i å komme inn i ledningen. Det bør også lages ei god rist foran innløpet. Siden ledningen ligger såpass dypt er det viktig at ikke fremmedlegemer kommer inn i ledningen.

#### I dråget:

Det er ikke alltid en god ide å åpne overflatekummer når ledningen ligger dypt. Dette kan føre til ekstra erosjon rundt kummen og frostbevegelser, og dette kan forstyrre lukkingsanlegget. Men når en utett kum ligger grunt under jorda, vil en kunne få erosjonsskader på overflata.

Dersom kummen ikke skal ligge i overflata, bør den graves ned dypere og tettes. Den kan erstattes av en overflatekum som ligger tilknyttet en ledning kun beregnet for overflatevann og drensvann, som kan ta ned overflødig overflatevann som eroderer i dråget, samtidig som den sørger for et godt drenert dråg. Under følger en skisse over en slik løsning.



Figur 5.12.1: Forslag til løsning.



## 6.14 Anlegg: Jørentvet

Kommune: Trøgstad

Tiltaksnummer i Bioforskrapport 102/2013: 150-151

### Observasjoner fra feltarbeid:

Tiltak 151:

Det er et stort jordhull i en bakke ca 50 meter fra utløpet. Et annet jordhull ble registrert i april 2013, men dette var ikke synlig i oktober.

Samlekum for dreneringer var fylt med leire.

Utløpet var reparert med en ny plastledning ned i ravinen, og dette så bra ut.

Øverst i ravinen var det erosjonsskader fra overflatevann.

Tiltak 150:

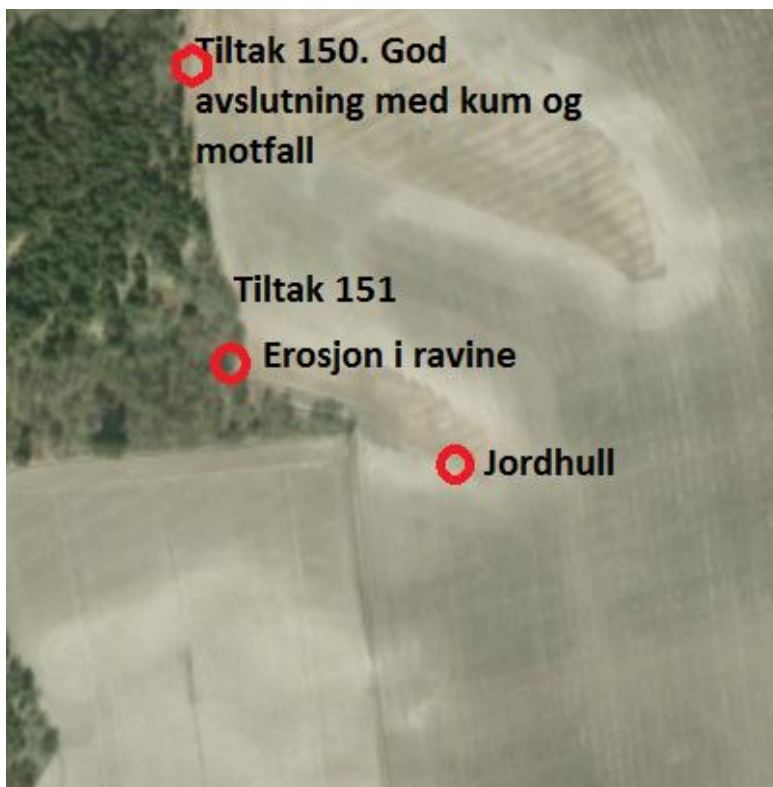
Dette var en ravine litt lenger nord. Her fungerte kummene tilfredsstillende. Det var en god avslutning mot ravine med overflatekum med motfall, slik at overflatevann ikke eroderte i ravinen.

### Forslag til tiltak:

Tiltak 151:

Her bør det anlegges et erosjonssikret overløp ned i ravinen med duk og stein, eller en bør anlegge en slik kum som en finner i dråget litt lenger nord (150), og lede vannet ut nede i ravinen der det ikke kan grave.

Jordhullene oppe på jordet bør graves opp slik at en avdekker skadestedet. Sannsynligvis er det forskyvninger i rørgata som kan repareres. En bør fylle pukk rundt røret og dekke med duk.



Bilde 5.14.1: Oversiktsbilde med forslag til tiltak.



*Bilde 5.14.2: Jordhull. Bilde fra april 2013.*

## 6.15 Anlegg: Kavlen

Kommune: Trøgstad

Tiltaksnummer i Bioforskrapport 102/2013: 176

### Observasjoner fra feltarbeid:

Lukkingsanlegg av betongrør som går ut i ravine/bekk. Mye av lukkingen er ødelagt nedover, og bekken er i full gang med å gjenåpne seg gjennom erosjon. Det er lite vits i å prøve å reetablere den delen av lukkingen som er ødelagt.

Fra bekken og oppover er det fremdeles en del av lukkingen som er intakt. Siste rør ut i bekken er forskjøvet, og holder på å falle ut. Overflatevann har også gravd i starten av bekken, slik at bekken er i ferd med å åpnes videre oppover.

Utløpet av lukkingen er delvis dekket av utraste masser. 25 meter oppover ledningen er det et stort jordhull, som viser at lukkingen har store problemer videre oppover også.



*Bilde 5.15.1: Utløpet med forskjøvet rør og sedimenter som dekker utløpet.*

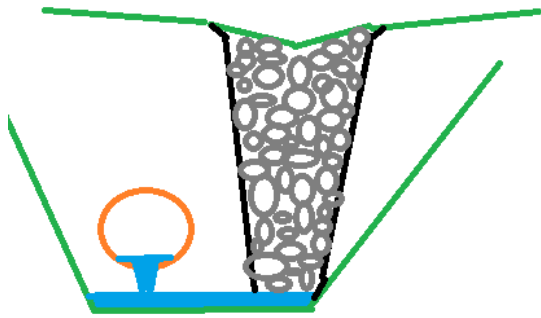


*Bilde 5.15.2: Mye erosjon der overflatevannet renner ned i bekken.*

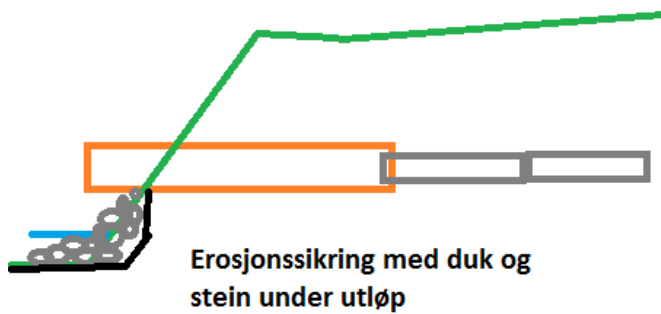
### Forslag til tiltak:

Denne ledningen er såpass dårlig at den bør tas opp og fjernes, i hvert fall de siste 25 meterne. Her kan en reetablere en grunn bekk med slake sider i 1:1,5, Overflatevann bør tas ned i et erosjonssikret overløp ved siden av lukkingen. Siste rør bør erstattes med et 6 meters rør med litt større dimensjon, slik at ikke frostbevegelser og lekkasjer fører til at bekken graver videre oppover.

Før vannet ned i erosjonssikret nedløp med duk og pukk/stein ved siden av utløpet



Siste rør erstattes av et 6 m langt plastrør av litt større dimensjon



Figur 5.15.1: Skisse til løsninger i utløpet.

## 6.16 Anlegg: Olberg

Kommune: Trøgstad

Tiltaksnummer i Bioforskrapport 102/2013: 183

### Observasjoner fra feltarbeid:

En kum med et erosjonskrater stod full av vann. Vannet stod helt til overflaten, og det rant over og nedover jordet, ca 10 meter. Der fant det seg veien ned i rørledningen igjen gjennom et krater. Her var det umulig å undersøke med rørkamera, for kummen var over 2 meter dyp, men det er tydelig at rørledningen er helt tett.

Neste kum nedover jordet hadde dårlig innløp som lett kan gå tett.

I utløpet var det mye erosjon. Flere rør i enden av lukningsanlegget var falt ut, og erosjonen gravde seg videre innover.



Bilde 5.16.1: Kum som står full av vann. Rørledning må være helt tett.

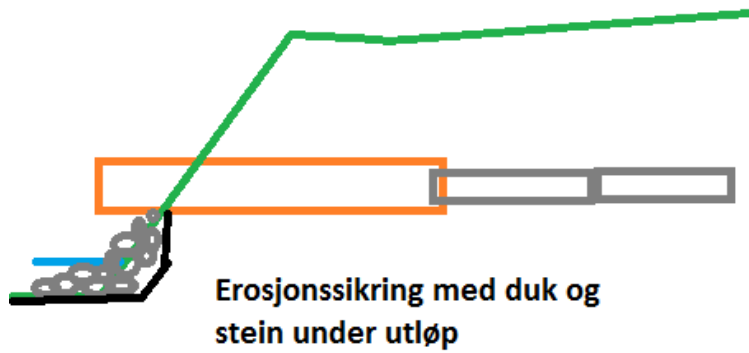
### Forslag til tiltak:

Området rundt den øver kummen og rørledningen nedenfor i ca 10 meter lengde må graves opp or repareres, eller erstattes. Her er rørledningen tydeligvis helt tett. Det fulle omfanget av skadene er vanskelig å få før en graver opp, men ofte begrenser skadene seg til de første meterne ved siden av kummen. Rørledningen må erstattes eller repareres i det ødelagte området.

Det eroderer også i dråget når overflatevannet ikke tas ned i rørledningen. En burde derfor erstatte toppen på kummene med en åpen ring med kjeglerist på toppen, for å sikre at overflatevannet kommer inn i kummen. Kummene bør tettes med duk og pukk.

I utløpet bør en erstatte de siste rørene med et 6 meters plastrør med noe større dimensjon, slik at en stopper frostbevegelser og erosjon i utløpet. En må erosjonssikre med duk og stein fra utløpet til bekken for å hindre graving.

Siste rør erstattes av et 6 m langt  
plastrør av litt større dimensjon



Figur 5.16.1: Skisse til løsning for erosjonssikret utløp.



Figur 5.16.2: Tetting av kum med pukk og duk, og kjeblerist på toppen.

## 7. Litteraturliste

---

- Borch, H., et al., Tiltak mot jordbruksforurensing i deler av Nitelvas nedbørfelt. Bioforskrapport 159/2009
- Borch, H., et al., Tiltak mot jordbruksforurensing i deler av Leiras nedbørfelt. Bioforskrapport 76/2009
- Hauge, Atle, Hydrotekniske problemer i leirjordområdene på Østlandet. Bioforskrapport 104/2009
- Hauge, A. og Borch H., Tiltakskartlegging i landbrukets hydrotekniske systemer i deler av Eidsberg og Rakkestad. Bioforskrapport 93/2012
- Hauge, A. og Borch H., Tiltakskartlegging i landbrukets hydrotekniske systemer i deler av Trøgstad kommune. Bioforskrapport 102/2013
- Hauge, A. og Borch H., Tiltakskartlegging i landbrukets hydrotekniske systemer i deler av Haldenvassdragets nedbørfelt. Bioforskrapport 180/2012
- Njøs, Arnor, Nydyrking og grunnforbedring i Norge. Jordforskrapport 94/05.