



Co-funded by
the European Union

Erosjon

Opplæring for gravemaskinførere



Samarbeidspartnere



Co-funded by
the European Union

Kolarctic
CBC | CROSS-BORDER COOPERATION



METSÄHALLITUS



Länsstyrelsen
Norrbotten



Hydrologia-LIFE



NATURA 2000



NVE

Norwegian Energy
Regulatory Authorities – RME

Denne publikasjonen er produsert med støtte fra EUs Kolarctic CBC-program.

Innholdet i publikasjonen er prosjektets ansvar og bør ikke vurderes representere synspunktene til EU-kommisjonen.

Omslagsfoto: Jomar Bergheim

Innhold

| | |
|---|----|
| Introduksjon | 4 |
| Hva er problemet med erosjon? | 5 |
| Fordelen med å erosjonssikre | 5 |
| Gjennomføring | 6 |
| Erosjonssikring – ordna steinlag | 7 |
| Elveskråning med liten høydeforskjell mellom topp og bunn | 9 |
| Viktige å huske | 10 |
| Skogrydding | 10 |
| Kvikkleireområde | 10 |
| Adkomst | 11 |
| Kryssing av vassdrag | 13 |
| Tidspunkt for gjennomføring | 14 |
| Vår | 14 |
| Höst | 14 |
| Risikoreduserende tiltak | 15 |
| Perioder med stor vannføring | 15 |
| Anleggsvei i/langs elv | 15 |
| Jobbe på erosjonsutsatt elvestrekning | 15 |
| Arbeid ved stor/dyp elv | 15 |
| Snø/ising på anleggsvei | 15 |
| Maskinarbeid i bratt elv | 15 |
| Maskinstans i el | 15 |

Introduksjon

Erosjon er slitasje av terrenget ved naturlige prosesser der materiale på jordoverflaten løser, oppløses og forflyttes fra ett sted til et annet ved rennende vann, havstrømmer, vind og isbreer. Elvas evne til å erodere og transportere materiale henger sammen med vannhastigheten og sedimentinnholdet i vannet. Jo høyere hastighet, jo grovere materiale kan elva frakte. Materialtransporten foregår på ulike måter: Stein, grus og grov sand fraktes som bunntransport ved at fragmentene ruller, sklir eller hopper langs elvebunnen, mens de finere fraksjonene silt og ler fraktes i vannmassene.

Hva er problemet med erosjon?

Erosjon kan skje over lang tid eller i en hendelse. Skjer erosjonen i en hendelse kan dette føles svært dramatisk for de som bor nært elva. Beboerne kan ha måtte evakuere boligene og bo en annen plass fra til erosjonssikringen er på plass.

Fordelen med å erosjonssikre

Tiltak mot flom og erosjon påvirker naturmiljøet. For å ivareta naturmangfold, landskap og geologiske formasjoner, er det viktig at man tidlig i planlegging av sikring mot flom og erosjon innhenter informasjon om viktige miljøverdier i vassdraget.

Gjennomføring

Sikringstiltak som bygges i og langs vassdrag må ta hensyn og ha beredskap i forhold til flomsituasjoner som kan oppstå i anleggsperioden:

Anleggsveien bør bygges på et nivå over stor vannføring eller flomnivå slik at ikke anleggsveien blir oversvømt og man blir nødt til å midlertidig stoppe anleggsarbeidene.

Lengden på anleggsperioden og tid på året kan være avgjørende for valgene som gjøres. Det finnes ingen fasit på dette, men i de fleste tilfeller bygges ikke anleggsveier slik at de kan benyttes ved stor vannføring eller i flomsituasjoner. Det er ofte billigere å bygge en lavere anleggsvei, fremfor å bruke betydelige ekstra steinmasser for å komme over flomvannstanden. Se figur 11 for eksempel. Ved stor vannføring eller flom stoppes anleggsarbeider. Ferdigstillelse av sikringstiltak i vassdrag bør helst skje ved middelvannføring eller ved liten vannstand. Da ser man bedre bygge-materialene, steinmasser og vekstmasser, og det er lettere å justere utformingen på steinfyllingen.



Foto: Joar Skauge, NVE



Fig. 1 Lastebilde rygger på adkomstveien og tipper stein foran gravemaskinen.

Erosjonssikring – ordna steinlag

Når det skal bygges nye erosjonssikringsanlegg langs en elv i Norge, er det metoden for ordna steinlag som blir mye brukt. Ordna steinlag egn seg best i vassdrag med moderate eller lave vannhastigheter. Fordelene er at ordna steinlag lett kan gjenskape de variasjonene som et naturlig vassdrag har. Det er mulig å variere bredden, variere helningen, lage utstikkende partier, skjuleplasser for fisk, stier for fiskere, etablere vegetasjon langt ned mot elvestrengen. Sikringslaget består av graderte steinmasser som også ivaretar filterfunksjonen inn mot grunnmassene. Ordna steinlag har en dynamisk stabil optreden, det vil si at det kan oppstå bevegelser i steinlaget når det blir belastet. Steinlaget er derfor til en viss grad selvreparerende for påvirkningen fra frost, tele og lokal bunnsenkning. Krever god/moderat plass. Normalt varierer lagtykkelsen fra 0,8 m til 2,0 m, avhengig av størrelsen på steinen.

Ordna steinlag består at samfengte masser med gradering fra null til maks tillatte størrelse. Det brukes vanligvis sprengte steinmasser lastet rett fra steinbrudd.

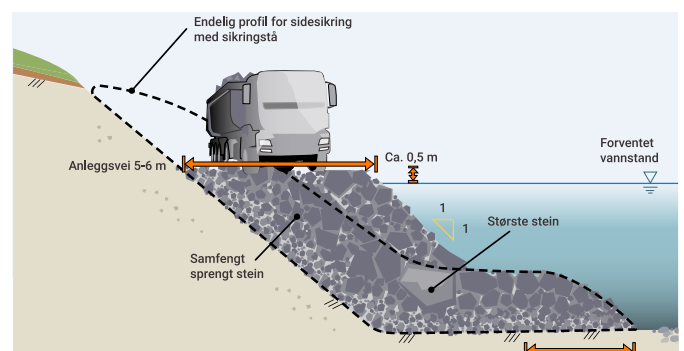
Dette er en relativt billig metode for å erosjonssikre elver med lav vannhastighet. For å ikke skade eksisterende kantvegetasjon og for å kunne fundamentere sikringsanlegget godt ut i elva, kjøres steinmasser ut på en midlertidig adkomstvei nede i selve elva. Gravemaskin står på tipp og tar imot steinmassene, mens lastebiler rygger på

den midlertidige veien og tipper steinlassene på veien foran gravemaskinen. Steinmassene bør legges ut mot strømrretningen. Ved lange strekninger bør det etableres snuplasser for lastebiler langs elveskråningen.

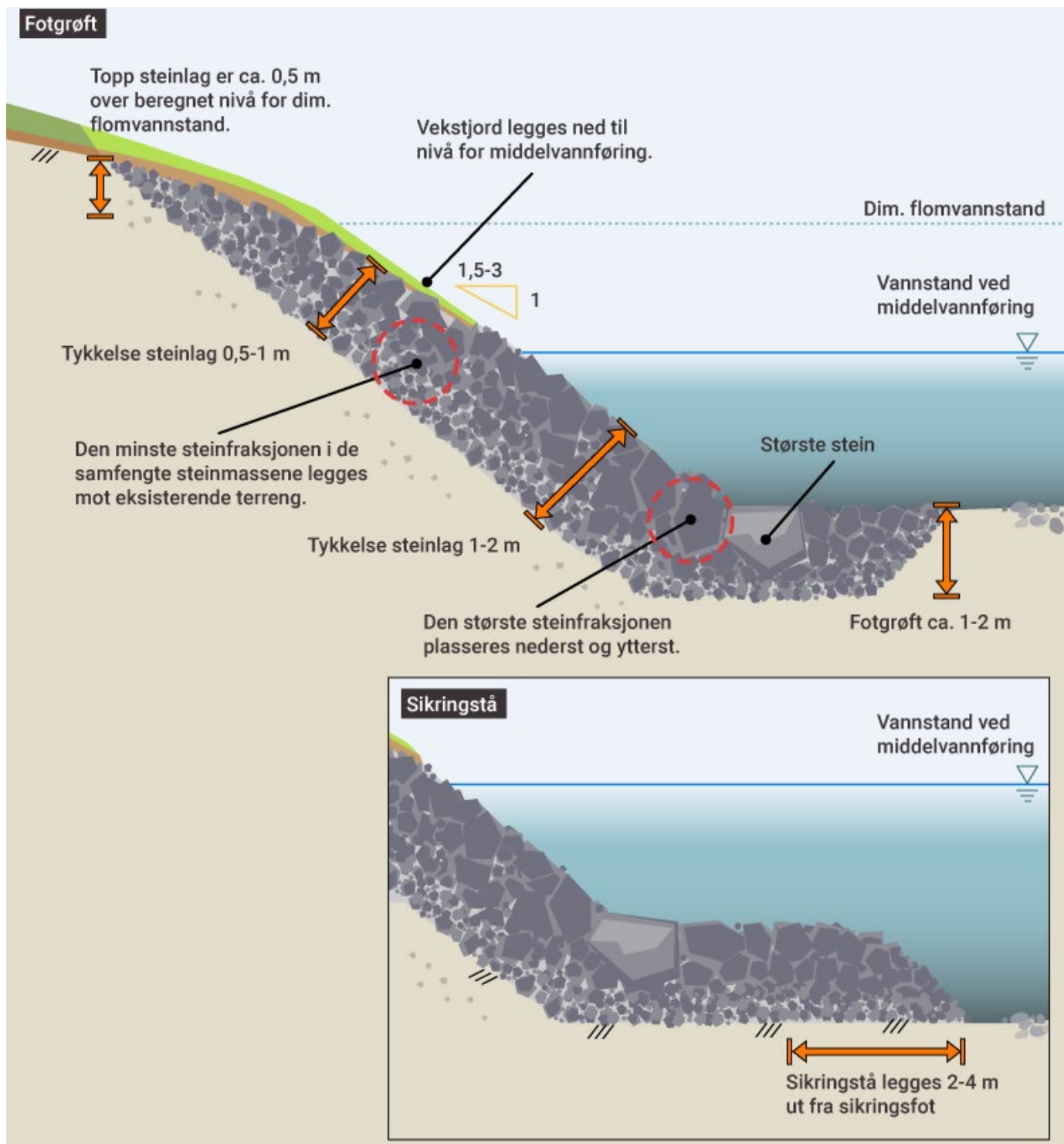
Vegetasjonsrike masser i traseen graves opp og legges i lager i skråningen ovenfor steinfyllingen til bruk i etterkant.

Ved bygging av den midlertidige adkomstveien gjøres en sortering av steinmassene. Store steiner fra de samfengte steinmassene sorteres ut og legges nederst og ytterst i foten på anleggsveien, enten i fotgrøft eller som sikringstå, se film.

Langs kanten av adkomstveien mot elvesiden bør det legges opp en liten steinranke for å markere ytterkanten, som gir en ekstra sikkerhet ved rygging med lastebiler, se fig 1.



Figur 2 Prinsipp for bygging av midlertidig adkomstvei i elva.



Figur 3, prinsipp for ferdig sikringsanlegg.

Ferdig legging ordna steinlag

Når den midlertidige adkomstveien er lagt langs hele strekningen som skal erosjonssikres, jobber gravemaskinen seg gradvis tilbake samtidig som den former tiltaket i henhold til anvisningene i prosjekteringsgrunnlaget slik som vist i figur 3.

Steinmassene ytterst i adkomstveien graves opp og legges mot terrenget i toppen av sikringsanlegget.

I denne fasen gjøres også sortering av steinmassene og størst stein plasseres ytterst hvor erosjonskreftene er størst. Fundamenteringen av tiltaket blir utformet ved bygging av anleggsveien, og det er få eller ingen tilpasning av fundamenteringen i slutfasen. Sikringslaget dekkes med vekstjord i nivået over vannstand ved middelvannføring. Vegetasjonsmassene som ble lagt til side ved bygging av den midlertidige adkomstveien brukes nå oppå den ferdige steinfyllingen for rask etablering av vegetasjon.



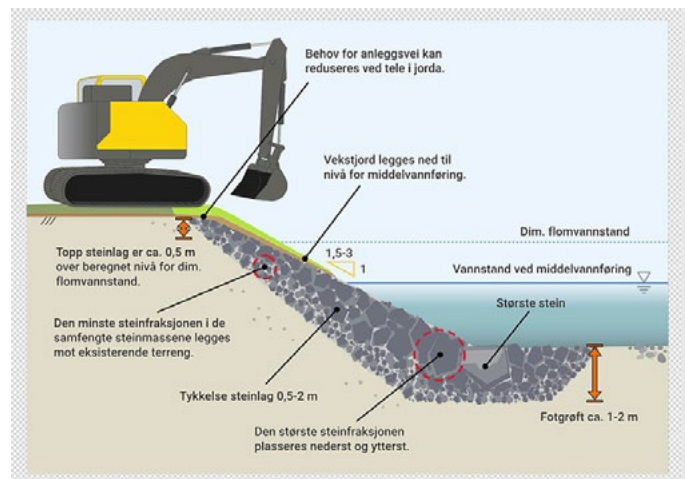
Figur 4 : Gravemaskin holder på med sluttarbeidet.

Elveskråning med liten høydeforskjell mellom topp og bunn

Er det tilkomst på elvekanten, og skråningshøyden er moderat, kan sikringsmassene legges ut fra toppen av skråningen og du trenger ikke å bygge anleggsvei i elveløpet. Sikringstiltaket utformes samtidig som massene transporteres inn og tippes på toppen av skråningen. Ved moderate skråningshøyder (innenfor gravemaskinens rekkevidde) graver du fotgrøft fortløpende og gravemassene legges i elveløpet eller i erosjonsår i elvekanten. Se figur 6 for prinsippskisse og figur 7 med eksempel.



Figur 5: Ferdig ordna steinlag.



Figur 6: Eksempel på bygging av ordna steinlag, sidesikring i slak elveskråning med liten vanddybde og moderat skråningshøyde.



Figur 7: Eksempel på bygging av ordna steinlag, sidesikring i slak elveskråning med liten vanddybde ved Kirkvolløy, Midtre Gauldal kommune (Foto: Joar Skauge, NVE)

Viktige å huske



Figur 8. Skogsrøying langs Brokskitbäcken vid Stiklestad. Samma princip gjelder vid større vattendrag
Foto: Roar Gartland, NVE.

Skogrydding

For å komme til elvekanten eller bekkeravinen som skal sikres, må det ofte ryddes en trase for anleggsveien. Ut fra hensynet til naturmiljøet skal du fjerne minst mulig av eksisterende skog og vegetasjon.

Skogen som felles kan flises, kjøres bort eller legges til side for henting, se figur 8. Dette må avklares av byggherre før oppstart. Skogrydding kan skje ved hogstmaskiner eller manuelt.

Eksisterende vegetasjonsdekke

Hvis det eksisterende vegetasjonsdekket skal tas vare på (for eksempel til vegetasjonsetablering på steinplastringen), må dette tas opp og deponeres midlertidig.

Kvikkleireområde

I kvikkleireområder er det strenge krav til plassering og bygging av sikringstiltak i vassdrag og det kan være utfordrende å skaffe seg adkomst ned til vassdraget. En anleggsvei ned til et vassdrag må ikke plasseres på en slik måte at den forverrer stabiliteten i området som kan utløse større kvikkleireskred.

Feil valg av trase ned bratt skråning kan i verste fall forverre stabiliteten så mye (på grunn av egenvekt steinmasser og vekt lastebil med fullt lass) at det utløser initialscred som kan utvikle seg til et større kvikkleirescred.

Bør alltid prøve å finne løsning hvor anleggsveien ligger i lavpunkt eller i slakt terreng. Unngå store høydeforskjeller.

Flom

Sikringstiltak som bygges i og langs vassdrag må ta hensyn og ha beredskap i forhold til flomsituasjoner som kan oppstå i anleggsperioden:

Anleggsveien bør bygges på et nivå over stor vannføring eller flomnivå slik at ikke anleggsveien blir oversvømt og man blir nødt til å midlertidig stoppe anleggsarbeidene.

Lengden på anleggsperioden og tid på året kan være avgjørende for valgene som gjøres. Det finnes ingen fasit på dette, men i de fleste tilfeller bygges ikke anleggsveier slik at de kan benyttes ved stor vannføring eller i flomsituasjoner.



Figur 9: Vannstand på bilde ved ca. middelvannføring ved ferdig legging, Nivå på flomvannstand er tegnet inn og ligger høyere enn anleggsveien. (Foto: Geir B. Hagen, NVE).

Det er ofte billigere å bygge en lavere anleggsvei, fremfor å bruke betydelige ekstra steinmasser for å komme over flomvannstanden, se figur 10. Ved stor vannføring eller flom stoppes anleggsarbeider. Ferdigstillelse av sikringstiltak i vassdrag bør helst skje ved middelvannføring eller ved liten vannstand. Da ser man bedre byggematerialene, steinmasser og vekstmasser, og det er lettere å justere utformingen på steinfyllingen.

Adkomst

Det er viktig å gjennomføre arbeidene til riktig tid i forhold til vannføring, grunnforhold og miljøhensyn. For de fleste anleggsoperasjoner i rennende vann bør perioder med høy vannføring eller flomvannføring unngås.

Prosjektering og bygging av vassdragsanlegg byr på spesielle utfordringer sammenlignet med andre typer anleggsarbeid fordi en ofte må utføre arbeid i rennende vann, og fordi grunnforholdene i og langs vassdrag i mange tilfeller er dårlige. Erosjon, flom, isganger og skredfare kan skape store utfordringer for sikkerhet under anleggsarbeidene.



Figur 10: Eksempel som viser god og dårlig plassering av anleggsvei ned til elvebredden.

Vi anbefaler at prosjekterende og entreprenører vurderer følgende punkter:

- Hvordan skal maskinene komme til for å utføre arbeidet?
 - Må det foretas utfyllinger i elva, eller må det foretas fyllinger og gravinger som kan svekke stabiliteten? Vurderes også for adkomst og transport. I kvikkleireområder er det ekstra viktig å ha sjekket ut at grave- og fyllingsarbeider ikke kan utløse ustabilitet og skred.
 - Hvordan virker frost, tele og øvrige vinterforhold inn på arbeidet?
 - Rør og kabler må kartlegges og kanskje graves opp og legges om.
 - Høyden på en adkomstfylling i eller langs elva må vurderes ut fra forventet vannstand i elva.
 - Risikoanalyse av anleggsarbeid må gjennomføres.
 - Trenger du midlertidige tiltak mot flom?
 - Adkomst til sikringsområdet med sikringsmasser og hvordan disse blir brakt på plass i fyllingen, kan ha stor betydning for prosjekteringen. Spesielt ved korte sikringsanlegg (eventuelt parseller) kan det være aktuelt å benytte tele/frost for utkjøring av stein til elvekanten, eventuelt påse at grunnmassene er såpass faste at de tåler transport uten tele. Steinmassene plasseres da i elveskråningen fra en gravemaskin på toppen av elveskråningen. Det må vurderes om terrenget tåler belastningen fra ansamling av steinmasser (og gravemaskin) på skråningstoppen med tanke på utglidninger/skred. Spesielt er dette viktig i kvikkleireområder.
 - Ved utkjøring av steinfylling i skråningsfot anbefales det å kjøre ut/legge ut massene mot strømmens retning. Da har du best kontroll på vannmassene og drivgods som kommer i elva. Ved lange elvestrekninger må det etableres snuplasser for lastebiler langs elveskråningen.
- Du må tilpasse prosjekteringen og utførelsen i forhold til krevende stedlige forhold. I noen tilfeller finnes det bare en måte å komme til med sikringsmassene på grunn av krevende stedlige forhold. Hvor dette er tilfelle, må du tilpasse prosjekteringen av tiltaket til situasjonen.



Figur 11: Anleggsvei med dumpere som krysser et Driva, Sunndal kommune. Foto: Mads Johnsen, NVE

Kryssing av vassdrag

Der adkomsten krysser et vassdrag, kan anleggsveien føre til forandring av de hydrauliske forholdene i vassdraget og kan føre til nye uønskede skader, spesielt ved store vannføringer. Det må tas tilstrekkelig hensyn til dette og gjennomføres eventuelle tiltak som kan hindre skader ved flom i anleggsperioden. Se figur 11 for eksempel fra Lauvsneselva, hvor det ble bygget en svakhetssone i anleggsveien for bruddanvisning ved flom.

Ved kryssing av vassdrag hvor anleggsveien er hevet, eller hvor anleggsveien innsnevrer elveprofilen betydelig, må anleggsveien ha svakhetssoner/bruddanvisning som naturlig vil bryte sammen ved flom, slik at ikke anleggsveien demmer opp elva og forverrer flomsituasjonen.

Tidspunkt for gjennomføring

De forskjellige årstidene har alle sine fordeler og ulemper når det kommer til gjennomføring av sikringstiltak i og langs vassdrag. Tidspunkt for gjennomføring av tiltak i forhold til miljøinteresser er beskrevet i modul F0.101: Miljøtilpassing av sikring i vassdrag.

Vinter

Gunstig årstid for bygging anleggsveger og utkjøring av masser, på grunn av tele i bakken som gir stabile grunnforhold. Kan spare mye kostnader til bygging av anleggsveger. For å komme til vassdrag som ligger ved dyrka mark, kan man i veldig mange områder kjøre rett over dyrka marka ved tele i bakken. Ved store snømengder må man brøyte trase for anleggsvegen slik at tela går dypt nok ned i bakken.

Ugunstig tidspunkt for å ferdigstille sikringsanlegg. Kulde gjør at steinmassene fryser sammen og er vanskelig å forme til ferdig sikring. Kan også være mye snø og is som gjør ferdigstillelsen vanskelig. Ved kaldere enn 20–25 minusgrader bør anlegget stoppes. Stålet i anleggsmaskiner blir sprøtt, kan sprekke og pumper i hydraulikk-system blir defekt.

Vår

Gunstig årstid for å ferdigstille sikringstiltak hvor steinmassene allerede er utkjørt. Kan være ugunstig på grunn av vårfloppen og generelt mye vann i vassdragene fra snøsmelting. Ugunstig å kjøre ut masser i bekkeraviner på grunn av bløte forhold som krever mer stein til anleggsveger med mer.

Sommar

Gunstig årstid for å ferdigstille sikringstiltak hvor steinmassene allerede er utkjørt. Erfaringsmessig lite vann i vassdragene. Kan være gunstige forhold for å kjøre ut masser i bekkeraviner hvis lite vann i vassdraget.

Høst

Gunstig årstid for å ferdigstille sikringstiltak hvor steinmassene allerede er utkjørt. Kan være ugunstig på grunn av at høsten er en sesong med regnflommer og mye vann i vassdragene. Ved slike forhold er det ugunstig å kjøre ut masser i bekkeraviner på grunn av bløte forhold som krever mer stein til anleggsveger med mer. Hvis lite vann i vassdragene er det gunstig å kjøre ut masser.

Risikoreduserende tiltak

Arbeid med sikringstiltak i og ved vassdrag, vil medføre forskjellige risikomoment. Risiko er definert som produktet av sannsynligheten og konsekvensen ved en hendelse. Før du starter arbeidet, må arbeidsoperasjoner som medfører risiko identifiseres og risikoreduserende tiltak innføres. Slik kan du unngå ulykker, skader og uønskede hendelser.

Risikoreduserende tiltak bør utarbeides av de som utfører aktivitetene, og samhandling mellom aktørene er avgjørende. Du må komme frem til tiltak som er gjennomførbare, og som alle er innforstått med. Tekniske løsninger står ofte sentralt, men menneskelige og organisatoriske grep bør også inkluderes.

Under finner du en liste med aktuelle risikomomenter og eksempler på risikoreduserende tiltak for utførelse av ordna steinlag – sidesikring. Merk deg at listen ikke er uttømmende:

Perioder med stor vannføring

- Unngå typiske flomutsatte perioder i vassdraget (snøsmelteflom, høstflom)
- Følge med på varsler, etablere rutiner for å stoppe arbeidet
- I regulert vassdrag: Dialog med regulant

Anleggsvei i/langs elv

- Markere ytterkant med stikker/refleks/kants-tein
- Etablere snuplass for å unngå lang rygging
- Kontrollere for erosjon/setningsskaderning.

Jobbe på erosjonsutsatt elvestrekning

- Skjerme gravestrekning for strømmende vann
- Grave korte strekk av gangen

Arbeid ved stor/dyp elv

- Kontrollere dybde og bunnforhold med måleutstyr eller gravemaskin
- Redningsbøye og kasteline skal være tilgjengelig
- Flere personer på anlegget
- Tilgang til båt
- Redningsvest (manuell utløsning) i maskiner
- Kurs i elveredning for alle medarbeidere

Snø/ising på anleggsvei

- Bruke kjettinger, strø

Maskinarbeid i bratt elv

- Etablere trygge adkomster og flere «arbeidsplattformer» for stabil plassering av maskin

Maskinstans i el

- Flere personer og god kommunikasjon (radiosamband) på anlegget

