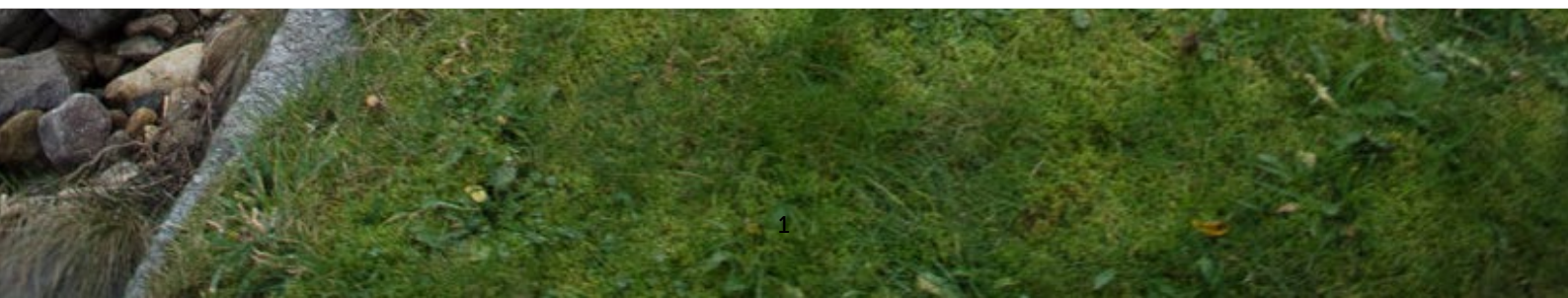




Erosion

Utbildning för grävmaskinister



Samarbetspartner



Co-funded by
the European Union

Kolarctic

CBC | CROSS-BORDER COOPERATION



METSÄHALLITUS



Länsstyrelsen
Norrbotten



Hydrologia-LIFE



NATURA 2000



NVE

Norwegian Energy
Regulatory Authorities – RME

Denna publikation har producerats med stöd av Europeiska Unionens Kolarctic CBC-program.

Innehållet i publikationen ansvarar projektet EXPERT för och ska inte anses representera Europeiska kommissionens åsikter.

Innehåll

Samarbetspartner	2
Innehåll	3
Introduktion	4
Vad är problemet med erosion?	5
Fördelen med att erosionssäkra	5
Att åtgärda erosion	6
Erosionsskydd – stenskonning i form av ordnat stenlager	7
Färdigställande av stenskonning	8
Älvsluttning med liten höjdskillnad mellan topp och botten	9
Viktigt att komma ihåg	10
Skogsröjning	10
Befintligt vegetationsskydd	10
Kvickleror	10
Översvämning	10
Åtkomst	11
Punkter för projektledning och entreprenörer	12
Korsning av vattendrag	13
Tidpunkt för genomförande	14
Vinter	14
Vår	14
Sommar	14
Höst	14
Riskreducerande åtgärder	15

Introduktion

Erosion är slitage i terrängens som sker genom naturliga processer där material på markytan lossnar, löses upp och rör sig från en plats till en annan genom rinnande vatten, havsströmmar, vind och glaciärer. Älvens förmåga att erodera och transportera material är relaterad till vattnets hastighet och sedimentinnehåll. Ju högre hastighet, desto grövre material kan älven ta med sig. Transporten av material sker på olika sätt: sten, grus och grövre sand transporteras ofta på botten genom att rulla, glida eller hoppa längs älvbotten, medan de finare fraktionerna silt och lera transporteras i vattenmassorna.

Vad är problemet med erosion?

Erosion kan på vissa ställen hota byggnader och viktig infrastruktur. Det kan då bli nödvändigt att erosionssäkra mot älven för att förhindra ytterligare erosion. Erosion kan ske under en lång tidsperiod eller uppstå vid ett tillfälle. Om erosion uppstår vid ett tillfälle kan detta kännas mycket dramatiskt för dem som bor nära älven. Exempelvis kan de som bor inom ett område där det finns en erosionsrisk som riskerar att skada bebyggelse behöva evakuera sina bostäder och bo någon annanstans tills ett fungerande erosionsskydd är på plats.

Fördelen med att erosionssäkra

Fördelen med att erosionssäkra älvstränder är att byggnader kan vara säkra och att de boende och husägare kan känna sig trygga i sitt hem. Osäkerheten som de boende upplevt minskar och det normala livet återvänder.

Åtgärder mot översvämningar och erosion påverkar naturmiljön. För att trygga den biologiska mångfalden, landskapen och geologiska formationer är det viktigt att information om viktiga miljövärden i vattendraget kommer med tidigt i planeringen av skydd mot översvämningar och erosion.

Att åtgärda erosion

Säkerhetsåtgärder längs vattendrag måste ta hänsyn till och förberedas i förhållande till översvämningssituationer som kan uppstå under byggperioden:

Byggvägen bör om möjligt byggas på en nivå över högsta vattenflödet eller översvämningssnivå så att byggvägen inte översvämmas. Om byggvägen översvämmas behöver man tillfälligt stoppa byggnadsarbetet.

Byggperiodens längd och årstid kan vara avgörande för de val som görs. Det finns inget svar på detta, men i de flesta fall byggs inte byggvägar så att de kan användas vid höga vattenflöden eller i översvämningssituationer. Det är ofta billigare att bygga en lägre byggväg, eftersom man då inte behöver använda de betydligt större massor som krävs för att komma över översvämningssnivån. Se figur 11. Vid kraftigt vattenflöden eller vid översvämning stoppas arbetet. Slutförandet av säkerhetsåtgärder i vattendrag bör helst ske när det är låg vattennivå eller medelhög vattennivå. Då kan man lättare se byggmaterial och massor. Det är även lättare att justera designen av fyllnadsmassorna.



Fig 11



Figur 1. En lastbil backar på byggvägen och tippar stenar framför grävmaskinen.

Erosionsskydd – stenskoning i form av ordnat stenlager

När man bygger nya erosionsskydd längs älvar i Norge används i stor utsträckning en metod med ordnade stenlager, stenskoning. Stenskoning är bäst lämpade för vattendrag med måttliga eller låga vattenhastigheter. Fördelarna med att ordna stenlager är att man enkelt kan återskapa de variationer som ett naturligt vattendrag har. Det är möjligt att variera bredd och lutning, göra utskjutande sektioner, gömställen för fisk, stigar för fiskare, etablera vegetation långt ner mot älvsträngen. Säkringsskiktet består av graderade stenmassor som också skyddar filterfunktionen mot grundmassorna. Stenskoningar har ett dynamiskt stabilt utseende, det vill säga rörelser kan uppstå i stenskiktet när den blir utsatt för belastning. Stenskiktet är därför till viss del självreparerande för påverkan av frost, tjäle- och lokal bottensänkning. Kräver bra/måttligt utrymme. Normalt varierar tjockleken på skikten från 0,8 m till 2,0 m beroende på stenens storlek.

Stenskoning består av sammankopplade massor med graderingar från noll till maximal tillåten storlek. Det används vanligtvis sprängda bergmassor lastade direkt från stenbrott.

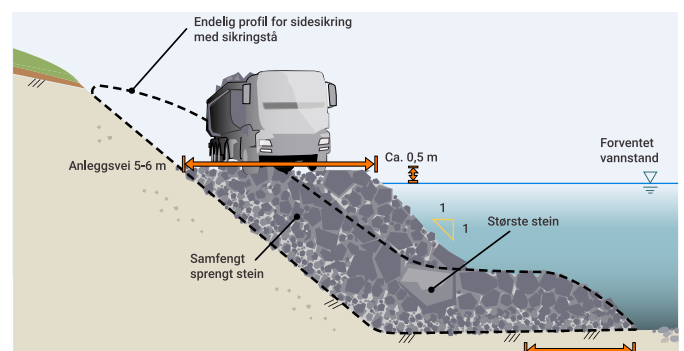
Detta är en relativt billig metod för erosionssäkra älvar med låg vattenhastighet. För att inte skada befintlig kantvegetation och för att kunna placera stenskoningen långt ner i älven som möjligt placeras massor ut på en tillfällig tillfartsväg nere i själva älven.

Lastbilarna backar ut på den tillfälliga vägen fram till grävmaskinen, tippar av lasten framför grävmaskinerna som i sin tur lägger ut massorna där de ska vara. För att lastbilarna inte ska behöva backa för långt kan det behöva anläggas vändplatser för lastbilarna längs byggvägen.

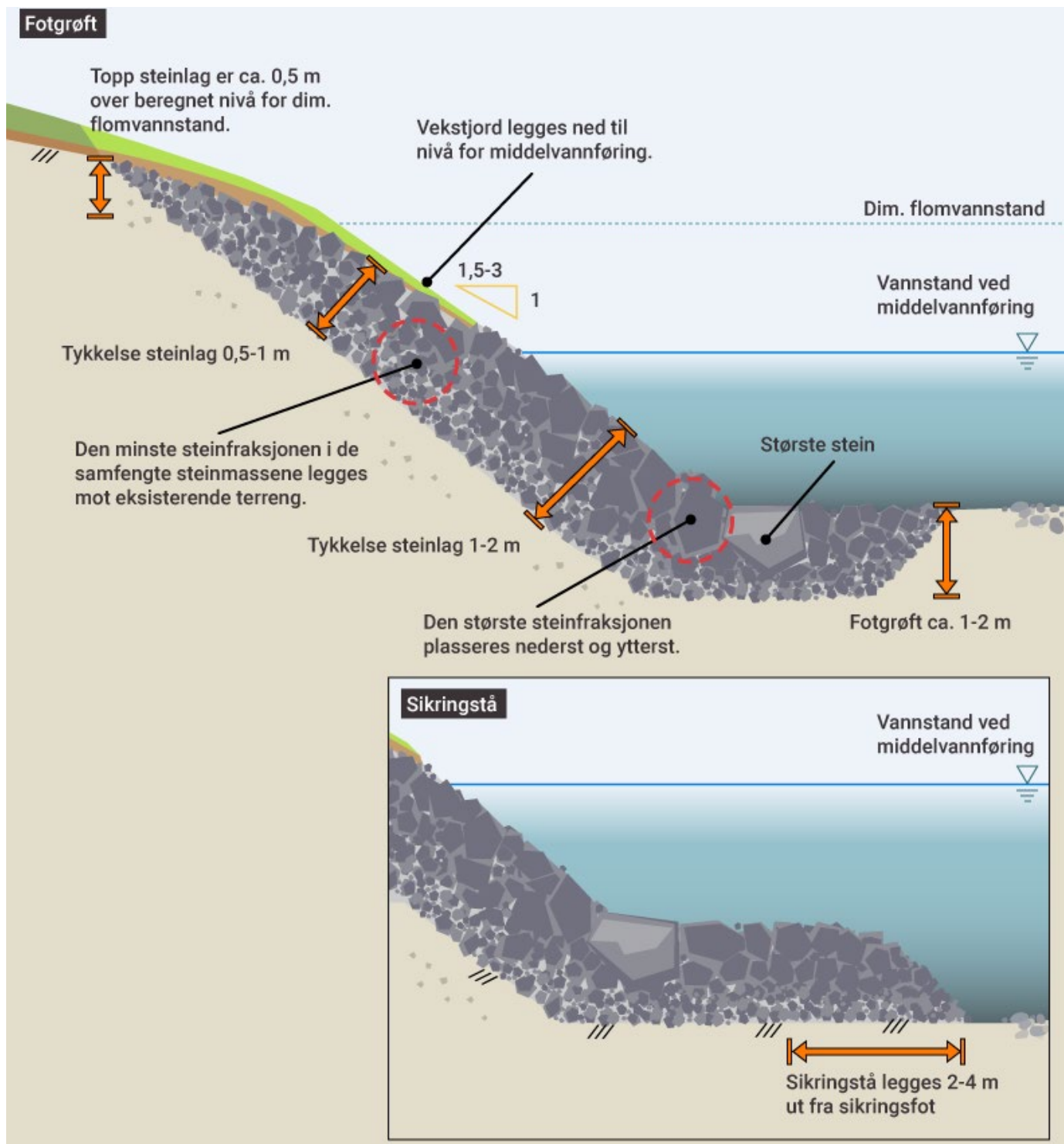
Vegetationsrika massor i arbetsområdet grävs upp och förvaras för användning efteråt, för att i slutskedet täcka över de övre delarna av stenskoningen.

Vid byggnationen av den tillfälliga tillfartsvägen görs en sortering av stenmassorna. Stora stenar från stenmassorna sorteras ut och läggs längst ner på slutet av byggvägens fot eller som säkring längst ut i erosionsskyddets tå, se film eller figur 2.

Längs kanten av tillfartsvägen mot älvsidan bör en liten stenkant läggas ut för att markera ytterkanten, vilket ger en extra säkerhet vid backning med lastbilar, se figur 1.



Figur 2 Principskiss: byggande av tillfällig tillfartsväg i älven.



Figur 3 Principskiss för färdig erosionsäkring.

Färdigställande av stensking

När den tillfälliga tillfartsvägen har anlagts längs hela sträckan som ska erosionsäkras, arbetar grävmaskinen gradvis tillbaka (längsefter byggvägen) samtidigt som den följer anvisningarna enligt instruktionerna i principskissen som visas i figur 3. Stenarna vid den yttersta delen av tillfartsvägen grävs upp och läggs mot terrängen högst upp på stenskingen.

I denna fas utförs också en sortering av massorna, de största stenarna placeras längst ut där erosionskrafterna är som störst. Grunden/fundamentet för åtgärden utformas när byggvägen byggs, och det finns få eller ingen anpassning av grunden i slutfasen. Stenskingen täckt över med tillväxtjord vid nivån över vattennivån vid medelvattenflöde, se figur 3. Vegetationsmassorna som avsattes vid byggandet av den tillfälliga tillfartsvägen används nu ovanpå den färdiga stenfyllningen för snabbare etablering av vegetation.



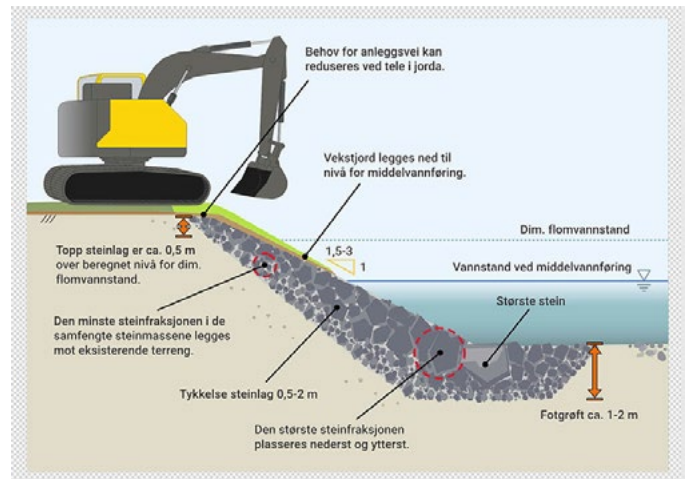
Figur 4: Grävmaskin i det slutliga arbetet.

Älvsluttning med liten höjdskillnad mellan topp och botten

Om grävmaskinen når med skopan från älvens strandkant ner mot botten, och sluttningens höjd är måttlig, kan massorna läggas ut från toppen av sluttningen och man behöver då inte bygga någon byggväg i älven. Stenskoningen utformas samtidigt som massorna transporteras in och tippas på toppen av sluttningen. Vid måttligt lutande sluttningar (inom grävmaskinens räckvidd), grävs botten ut med ett fotdike (fotgröft) eftersom för att fyllas igen med massmaterial för att utgöra foten av erosionssäkring, massor läggs även i älvfåran eller där det finns erosions-skador, se figur 7.



Figur 5: Färdig stenskonning



Figur 6: Exempel på konstruktion av stenskonning, erosionssäkring i flack älvsluttning med lågt vattendjup och måttlig sluttninghöjd



Figur 6: Exempel på konstruktion av stenskonning, erosionssäkring i flack älvsluttning med lågt vattendjup och måttlig sluttninghöjd

Viktigt att komma ihåg



Figur 8. Skogsrøjning langs Brokskitbækken ved Stiklestad. Samma princip gæller vid større vattendrag
Foto: Roar Gartland, NVE.

Skogsrøjning

Før att nå ålvkanten eller bækkravinen som ska erosjonssikras behøver man ofta rensa bort vegetation før att kunna anlegga en byggvæg. Med hånsyn till den naturliga miljøen bør du ta bort så lite som möjligt av befintliga skogar og undervegetation.

Skogen som ska avverkas kan flisas, køras bort eller placeras på sidan før senere avhæmtning, se figur 8. Skogsrøjningen behøver vara klart innan arbeidet med att anlegga en byggvæg börjar. Skogsrøjning kan ske med avverkningsmaskiner eller motormanuelt (før hand).

Befintligt vegetationsskydd

Om det befintliga vegetationstækket ska bevaras (till eksempel før vegetationsetablering ovanpå stensætningen) behøver den tas opp og lægges på en førvaringsplats.

Kvickleror

I kvicklerområden stælls høga krav på placering og konstruksjon av sikkerhetsåtgærdar i vattendrag, og det kan vara utmanande att komma tillrækkligt nêra vattendraget. En byggvæg ner till ett vattendrag får inte place-

ras på ett sådant sætt att det førsæmrrar stabiliteten i området og utløsa større snabba lerskred. Fel vægval nerfør en brant sluttning kan i værsta fall førsæmra stabiliteten så mycket att det utløser skred som kan utvecklas till en større snabb kvicklerlavin.

Førsøk alltid att hitta en løsning där byggvægen anlegges vid en lågpunkt eller i flack terræng. Undvik stora højdskillnader.

Øversvæmning

Sækerhetsåtgærdar som byggs i og langs vattendrag bør ta hånsyn till og førberedas i førhållande till de øversvæmningssituationer som kan oppstå under byggperioden.

Byggvægen bør bygges på en nivå øver høgsta vattenflødet eller øversvæmningsnivå før att byggvægen inte ska øversvæmmas. En øversvæmning av vægen leder till att man tillfælligt måste stoppa byggnadsarbeidet.

Byggtidens længd og vilken tid på året arbeidet ska utføras kan vara avgørande før de val som gøres. Det finns inget svar på detta, men i de fleste fall bygges inte byggvægar så att de kan anvendes vid høga vattenfløden eller i øversvæmningssituationer.



Figur 10. Vattennivån i bild visar det ungefärliga medelvattenstånd vid färdigställandet. Nivån på översvämningnivån visas med hjälp av den blå linjen i bilden, den är högre än byggvägen. (Foto: Geir B. Hagen, NVE).

Det är ofta billigare att bygga en lägre byggväg, än att använda sig av de mycket större anläggningsmassor som skulle behövas för att komma över översvämningnivån, se figur 10. Vid kraftigt vattenflöde eller vid översvämning stoppas byggnadsarbetet. Slutförandet av säkerhetsåtgärder i vattendrag bör helst ske genom medelstort vattenflöde eller vid en låg vattennivå. Då kan du lättare se byggmaterial, stenmassor och tillväxtmassor, och det är lättare att justera stenmassornas design.

Åtkomst

Det är viktigt att utföra arbetet i rätt tid i förhållande till vattenflöde, markförhållanden och miljöhänsyn. För de flesta byggverksamheter i rinnande vatten bör perioder med högt vattenflöde eller översvämningnivåer undvikas.

Att konstruera och bygga i vattendrag innebär speciella utmaningar jämfört med andra typer av byggnadsarbeten eftersom man ofta måste utföra arbeten i rinnande vatten och eftersom markförhållandena i och längs vattendrag i många fall är dåliga. Erosion, översvämningar, islossning och lavinrisk kan skapa stora utmaningar för säkerheten under byggarbeten.



Figur 9: Eksempel som viser bra og dålig plassering for å anlegge en byggveg nær til ålvstranden.

Att överväga för projektledare och entreprenörer

- Hur ska maskinerna stå för att kunna utföra arbetet?
- Finns behov av fyllningsarbeten i älven? Bör fyllningar och grävningar utföras som kan försämra stabiliteten? Överväg hur åtkomsten till området är och hur och om det fungerar med transporter. I kvickleraområden är det särskilt viktigt att kontrollera att utgrävnings- och fyllningsarbeten inte kan utlösa instabilitet och jordskred.
- Hur påverkar frost, tjäle och andra vinterförhållanden arbetet?
- Kartlägg rör och kablar som kanske behöver grävas upp och läggas om.
- Bedöm höjden över vattnet på en tillfartsväg i eller längs älven utifrån den förväntade vattennivån.
- Genomför en riskanalys av byggnadsarbeten
- Behövs tillfälliga åtgärder mot översvämningar?
- Tillgång till säkringsområdet med säkringsmassor och hur dessa förs på plats vid fyllningen kan ha stor inverkan på konstruktionen. Speciellt när det gäller kortare anläggningsarbeten (eller där man enbart har tillgång till ett mindre område för att kunna utföra arbetet) kan det vara lämpligt att använda tjäle/frost för transporter av sten till älvens kant, eller se till att basmassorna är så solida att de tål transport utan tjäle. Stenmassorna placeras sedan på älvslutningen med en grävmaskin på toppen av älvslutningen. Hänsyn bör tas till om terrängen tål belastningen från både stenmassor och grävmaskiner så att det inte sker skred eller laviner. I synnerhet är detta viktigt i områden med kvicklera.
- Vid utkörning av fyllnadsmassorna till slutningens fot bör du placera massorna mot strömmens riktning. Då har du den bästa kontrollen över vattenmassor, träd och annat som kan driva i älven. För långa älvsträckor bör vändpunkter upprättas för lastbilar längs älvslutningen.

Teknik och utförande behöver anpassas efter de lokala förhållanden som finns på platsen. I vissa fall finns det bara ett sätt nå ut med massorna som behövs för erosionssäkringen på grund av svåra lokala förutsättningar. I så fall behöver åtgärdens utformning anpassas till situationen.



Figur 10: Byggväg med dumprar som korsar Driva, Sunndal kommun. Foto: Mads Johnsen, NVE

Korsa vattendrag

När man måste korsa älven för att nå arbetsområdet kan byggvägen orsaka en förändring av vattendragets hydrauliska förhållanden som kan leda till nya oönskade skador, särskilt vid stora vattenflöden. Tillräcklig hänsyn bör tas till detta och eventuella åtgärder som kan förhindra skador från översvämningar under byggtiden. I figur 11, visas ett exempel från Lauvsnesälven, där en svaghetszon byggdes i byggvägen vid översvämning.

Vid korsning av vattendrag där byggvägen är upphöjd, eller där byggvägen smalnar av älvsprofilen avsevärt, ska byggvägen ha svaghetszoner där den lättare går sönder av sig själv vid översvämning, så att byggvägen inte dämmer upp älven och förvärrar översvämningssituationen.



Tidpunkt för olika åtgärder

De olika årstiderna har alla sina för- och nackdelar i arbetet med säkerhetsåtgärder i och längs vattendrag. Tidpunkten för åtgärdsarbete i förhållande till miljöintressen beskrivs i modul F0.101: Miljöanpassning av säkerheten i vattendrag.

Vinter

På vintern är det gynnsamt att bygga byggvägar och köra ut massor eftersom frosten i marken ger stabila markförhållanden. Kan spara mycket kostnader för byggandet av byggvägar. För att nå vattendrag som ligger vid odlad mark kan man, om den är väl tjälad och där det inte finns någon risk för skador, köra direkt över jordbruksmarken. Vid stora mängder snö måste du ploga vägen för byggvägen så att tjälen går tillräckligt djupt ner i marken.

Vintern är en dålig tid för att slutföra säkringsarbetet. Kylan gör att massorna fryser och är svåra att forma till en färdig erosionssäkring. Kan också vara mycket snö och is som gör färdigställandet svårt. När det är kallare än minus 20–25 grader bör arbetet stoppas. Stålet i entreprenadmaskiner blir sprött, kan spricka och pumpar i hydraulsystemet blir defekta.

Vår

Våren är en bra säsong för att slutföra säkerhetsåtgärder där bergmassorna redan har körts ut under vintern. Det kan vara utmanande på grund av vårlöven och i allmänhet mycket vatten i vattendragen från snösmältning. Det kan också vara utmanande att lägga ut massor i bäckraviner på grund av mjuka förhållanden som kräver mer sten för att anlägga byggvägar.

Sommar

Sommaren är en bra säsong för att slutföra säkerhetsåtgärder där massorna redan har körts ut under vintern. Erfarenheten visar att det under stora perioder kan vara lite vatten i vattendragen. Det är ofta bra förhållanden för att lägga ut massor i bäckraviner om det är lite vatten i vattendraget.

Höst

Hösten är en gynnsam säsong för att slutföra säkerhetsåtgärder där massorna redan har körts ut under vintern. Det kan vara utmanande eftersom det regnar mycket på hösten vilket kan leda till översvämningar och mycket vatten i vattendragen. Under sådana förhållanden är det komplicerat att lägga ut massor i bäckraviner på grund av mjuka förhållanden som kräver mer sten för byggvägar. Om det är lite vatten i vattendragen är det fördelaktigt att lägga ut massor.

Riskreducerande åtgärder

Att arbeta med säkerhetsåtgärder i och nära vattendrag medför olika riskfaktorer. Risk definieras som en produkt av sannolikheten och konsekvensen av en händelse. Innan arbetet påbörjas ska arbetsverksamheter som medför risker identifieras och riskreducerande åtgärder införas. På så sätt kan du undvika olyckor, skador och oönskade incidenter.

Riskreducerande åtgärder bör utarbetas av de som bedriver verksamheten, samverka mellan aktörerna är avgörande. Åtgärderna ska vara genomförbara och införstådda av alla aktörer. Tekniska lösningar är ofta centrala, men även mänskliga och organisatoriska åtgärder bör ingå.

Nedan hittar du en lista över aktuella riskfaktorer och exempel på riskreducerande åtgärder för arbete med ordnade stenlager– sidoskydd.

Observera att listan inte är fullständig.

Perioder med stort vattenflöde

- Undvik typiska översvämningsbenägna perioder i vattendraget (snösmältningsöversvämningsperioder, höstöversvämningsperioder).
- Övervaka varningar, upprätta rutiner för att stoppa arbetet.

I reglerade vattendrag

- För dialog med tillsynsmyndigheten.
- Byggväg ska placeras i/längs älven.
- Markera ytterkant med pinnar/reflex/kantsken.
- Upprätta vändplats för att undvika lång backning.

- Kontrollera om det finns erosions-/sättningssskador

Arbeta på erosionsutsatta älvsträckor

- Skärma av strömmande vatten från grävområdet
- Gräva korta sträckor i taget

Arbete på stor/djup älv

- Kontrollera djup- och bottenförhållanden med mätutrustning eller grävmaskin
- Räddningsboj och kastlina bör finnas tillgänglig
- Fler personer inom arbetsområdet (inget ensamarbete)
- Tillgång till båt
- Flytväst (manuell utlösning) i maskiner
- Älvräddningskurser för alla anställda

Snö/is på byggväg

- Använd snökedjor, sanda

Maskinarbete i brant älv

- Upprätta säker åtkomst och flera "arbetsplattformar" för stabil maskinplacering

Maskinstopp i älven

- Fler människor och god kommunikation (radiokommunikation) inom anläggningsområdet

