Tabell 2. Mulige tiltak mot erosjon – med bruksområder, fordeler og ulemper.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Tiltak | Veiledende belastning (vannhastighet) | Virkning/hensikt | Fordeler/bruksområder | Ulemper/begrensninger |
| Ordna steinlag | * v < 3 m/s. Liten til moderat belastning fra is/drivgods.
* v < 2 m/s. Stor belastning fra is/drivgods
 | Kan hindre erosjon både i elvebunn og elvesider. | Billig sikringsmetode der man kan laste steinmassene direkte fra en salve uten særlig mye sortering når steinmassene er tilstrekkelig graderte. Mulig å oppnå en naturlig og miljøriktig utforming. Mulig å vegetere elveskråningen.Opptrer på en dynamisk måte som gir betydelig grad av selvheling ved nedrausing. Kan ofte bruke sikringsmassene også til adkomst for maskiner. Grov stein i nedre del av sidesikring kan gi skjul for fisk | Bruker en del plass, bør ikke legges brattere enn 1:1,5. Utvasking av finmasser kan forekomme. Dette krever økt lagtykkelse og kan i en periode skape blakking av elva nedstrøms. Krever kyndig utlegging – må grovsorteres løpende av maskinfører ved utlegging. Mer krevende kvalitetsoppfølgning, sikre samsvar med prosjektert beskrivelse.  |
| Ensgradert stein i rauset steinlag. | * v < 5 m/s. Liten til moderat belastning fra is.
* v < 4 m/s. Stor belastning fra is
 | Egnet metode for å hindre erosjon i elvesider.  | Gir stor ruhet (fordel der det er ønskelig, ulempe der det er uønsket). | Normalt en dyrere løsning enn ordnet steinlag (krever utsprengning og sortering av ensgradert stein). Krever underlag av filter eller graderte masser.Lite estetisk (rauset/uordnet)Liten fremkommelighet i skråningen (f.eks. for fiskere). Ustabile steiner kan være farlige for gående.  |
| Plastring (damplastring og flatplastring) | **Damplastring:*** v < 8 m/s. Liten til moderat belastning fra is.
* v < 7 m/s. Stor belastning fra is.

**Flatplastring:*** v < 5 m/s. Liten til moderat belastning fra is.
* v < 4 m/s. Stor belastning fra is.
 | Kan hindre erosjon både i elvebunn og elvesider. | Riktig bygget kan plastring gi god estetikk som konstruksjon. Dette gjelder spesielt flatplastring. Enklere kvalitetsoppfølgning, sikre samsvar med prosjektert beskrivelse og i henhold til standarder Lavt potensiale for utvasking av finmasserRyddig utlegging av ensgradert stein i separate lag.En viss grad av dynamisk og selvhelende virkning ved skader | Normalt en dyrere løsning enn ordnet steinlag (utsprengning, sortering og plassering). Krever normalt lagvis oppbygging filterlag/erosjonssikringInntransport av massene kan kreve egne anleggsveier/fyllinger.Flatplastring kan gi en glatt overflate som skaper store vannhastigheter (lite ruhet). Dette kan forskyve erosjon nedstrøms og redusere kvalitet på miljøforhold i elva. Økt vannhastighet kan lokalt være en fordel pga økt hydraulisk kapasitet. Damplastring krever omhyggelig fundamentering. Vanskelig å reparere ved undergraving.Utlegging av plastring krever god kompetanse og erfaring.Vanskelig å vegetere en plastret flate. Gir dårlig tilgang til vassdraget.Homogent elveløp gir lite variasjon i vassdragsmiljøet.Fremstår mer som en bygget konstruksjon enn en naturlig løsning. |
| Tørrmur | Tåler høye vannhastigheter.* v > 8 m/s.

Tålegrensa er avhengig av steinstørrelse og byggeteknikk. | Kan hindre erosjon i elvesider.  | Tar liten plass, så er ofte eneste anbefalte løsning i trange områder. I urbane områder kan tørrmur være en estetisk fin konstruksjon.Enkel/ryddig kvalitetsoppfølging, sikre samsvar med prosjektert beskrivelse og i henhold til standarder. Med god plass i elveløpet kan «elv i elv» etableres og vassdragsmiljøet ivaretas. | Kostbar løsning.Krever normalt lagvis oppbygging filterlag – tørrmur.Vanskelig å vegetere. Gir dårlig tilgang til vassdraget uten egne avbøtende tiltak.Krever omhyggelig fundamentering. Vanskelig å reparere ved undergraving.Fremstår som en bygget konstruksjon, og ikke som et naturlig element i vassdraget. Korrekt utførelse krever god kompetanse og erfaring |
| Betongkonstruksjoner | Tåler meget høye vannhastigheter. * v > 10 m/s

(Tålegrensa er vanskelig å fastsette. Med god betongkvalitet er konstruksjonen egnet for de fleste praktiske mulig oppnåelige vannhastigheter som det skal sikres mot). | Kan hindre erosjon både i elvebunn og elvesider. | Tar liten plass. | Kostbar løsning. Unaturlig materiale i vassdrag, og gir dårlig estetikk. Kan forblendes for å bedre inntrykket. Bør kun brukes lokalt og unntaksvis, der tiltak med naturmaterialer ikke er tilstrekkelig. Negativt for alt naturmangfold. |
| Terskler/bunnforsterkning | Tålegrensa er avhengig av byggemateriale og terskelens oppbygging.Ved stor stein satt i konstruksjon etter damplastringsmetoden kan terskelen tåle vannhastigheter på opptil 9-10 m/s. Hvis vannhastighetene overstiger 10 m/s bør det vurderes bruk av betongkonstruksjon.  | Kan hindre erosjon i elvebunn. Hvis tersklene reduserer fallet på elvestrekningen, kan det også bidra til å hindre erosjon i elvesidene.I større elver er det ofte brukt plastringstein på grunn av store vannhastigheter (>3 m/s). I bekker og mindre elver der vannhastighetene blir under 3 m/s brukes ofte ordna steinlag.  | Flere typer av konstruksjoner, derav noen som kan gi biotopforbedringer. Lokalt inngrep som kan ha effekt over lengre strekning. Mindre konstruksjoner/bunnforsterkning kan bygges «skjult i elvebunnen».Løsmasseterskler/naturtypiske terskler med god utstrekning anbefales. | Viktig at utformingen av terskelen gjøres på en måte som ikke hindrer fiskens frie vandring. Terskeltyper med basseng og/eller nedstrøms erosjonsgrop kan influere utilsiktet på miljøet, f.eks. skape fangstplasser og endrede forhold for fisken. Terskelbasseng blir en fremmed biotop som favoriserer andre arter enn naturlig elv.Terskelbasseng fører til avlagring av finstoffer over tid som forringer naturmiljø. Den høye hastigheten over terskelen kan skape erosjon nedstrøms, hvis ikke energien drepes på en effektiv måte. I brattere vassdrag har hver terskel kun lokal virkning.Korrekt utførelse krever god kompetanse og erfaring. |
| Buner | Egner seg best der vannhastighetene ikke er for store. * Anbefalt: v < 3 m/s
 | Kan redusere/hindre erosjon i elvesidene ved å skyve vannstrømmen ut fra elvebredden.  | Kan være en billig metode for å sikre mot sideveis erosjon. Elvestrekningene imellom bunene kan forbli urørt (men med redusert erosjon).Egner seg spesielt der steinmassene kan transporteres inn på toppen av elvemelen til de aktuelle tiltakspunktene (slipper å lage anleggsveier i elva).Kan gi biotopforbedring/endring pga endret strømningsmønster.  | Reduserer elvetverrsnittet.Forandrer strømningsbildet, og kan flytte belastningen til andre steder der det kan oppstå erosjon. Kan gi unaturlig preg på elvestrekningen. Kan unngås med god landskapsutforming og miljøtilpasning. Kan skape utilsiktede høler/biotoper pga lokal erosjon i ytterkant av bunen.  |
| Gabioner | Vurderes av den enkelte produsent. Riktig type og dimensjon kan tåle betydelige hastigheter. * v < 7 - 8 m/s ?

Sårbar for belastninger fra is.  | Kasser eller madrasser som fylles med tilgjengelige steinmaterialer og som da danner større enheter som tåler større belastning fra vannkreftene. Kan hindre erosjon i elvebunn og elvesider.  | Egnet ved dårlig tilgang på tilstrekkelig stor stein.Gabionmadrasser egner seg som plastring på dypt vann der forholdene er uoversiktlige ved konvensjonell steinplastring. Kan stables til bratte «murer». Da gjerne kombinert med forankring inn i terrenget. OBS! Nettene kan ha forskjellig strekkstyrke avhengig av retningen.  | Mindre egnet i elver med isganger. Gabionene er sårbare for kreftene fra is (river opp maskene). Normalt en mer kostbar løsning enn bruk av lett tilgjengelige stein/plastrings-masser. Gabion-nett kan ha varierende levetid.Ellers de samme ulempene som for tørrmur. |
| Trekonstruksjoner | Kan tåle store vannhastigheter ved godt bygget og forankrede konstruksjoner. Spesielt er tømmerkister fylt av stein solide byggverk. * v < 10 m/s ?
 | Flere metoder. Kan hindre erosjon i elvesider ved bygge sammenhengende tømmer-konstruksjoner (f.eks. tømmerkister eller tett nedrammede peler). Det kan også bygges terskler/dammer av trematerialer, som hindrer erosjon i bunn og sider.  | Kan utføres uten tilgang på store anleggsmaskiner, f.eks. der adkomsten for maskiner er vanskelig. Bruk av trevirke kan være et estetisk godt valg eller variasjon.Reparasjon av gamle sikringsanlegg av trevirke.  | Kostbare konstruksjoner. Levetiden er normalt kortere enn ved bruk av stein. Uoversiktlig å bygge under vann. Effekten på naturmangfold blir som for tørrmur. |
| Jordarmering/geotekstiler/ kokosmatter | .* v < 1 m/s. Liten belastning fra is, drivgods og massetransport.
 | Mest brukt som tilgroingsnett. Kan redusere/hindre erosjon i midtre og øvre del av en elveside i en sårbar tilgroingsfase. Plassering av stor blokkstein inne i elvekanten kan redusere masseerosjon fra iskant. | Naturlig preg på sikringen. Kan gjøres uten bruk av maskiner, og egner seg spesielt i uveisomme strøk der vannhastighetene er lave. Flere av nettene er nedbrytbare. Tilnærmet naturlig kantvegetasjon kan etableres.Bruk av blokkstein inn i elvekanten har positiv effekt på livet i og langs vassdraget, gir god estetikk og er rimelig. | Tåler kun lave hastigheter på vannet (opptil 1 m/s). Kan ikke brukes under normal vannstand pga behovet for tilgroing. Må derfor ofte kombineres med andre typer sikring – og/eller blokkstein. Noen nett er lite nedbrytbare.  |
| Trapperenne | Store hastigheter i utgangspunktet, men konstruksjonen reduserer hastighetene på hvert trappetrinn.  | Stanse erosjon i bekker i bratt terreng. Kontrollerer energien.  | Gir estetisk pent slør og stryk. Gir en sikker erosjonssikring/bekkeløp med kontroll på hastighetene.  | Kostbar løsning med tilpassede steinblokker.  |