



Areal- og bebyggelsesplaner Steinskred og løsmasseskred i bratt terreng Sikringstiltak

Byggforskserien
Planløsning
311.136
Sending 1 – 1998



Utarbeidet i samarbeid med **Norges Geotekniske Institutt**
Sognsveien 72, P.b. 3930 Ullevål Hageby, 0806 Oslo. Tlf. 22 02 30 00

0 Generelt

01 Innhold

Dette bladet beskriver de vanligste tiltakene for å sikre bebyggelse, anleggsplasser eller andre utbyggingsområder mot stein- og løsmasseskred. Sikringsmetoder som er uaktuelle for byggverk, er ikke omtalt. Bladet omhandler heller ikke tiltak for å varsle om skredfare, f.eks. ved lys- og lydsignaler, skilting eller avsperring.

Målgruppen for bladet er tiltakshavere, anleggsledere, reguleringsmyndigheter og andre som skal vurdere sikring av skredutsatte byggverk og som har ansvar for sikkerheten til personer som bor, arbeider eller ferdes i skredutsatte områder. Hensikten med bladet er å gi en oversikt over mulige sikringstiltak, men bladet gir ikke detaljerte opplysninger om prosjektering og dimensjonering av de ulike tiltakene. Ekspertene må utføre prosjekteringen.

Karakteristiske egenskaper ved stein- og løsmasseskred, hvordan de oppstår og hvordan man kan vurdere skredfaren, er beskrevet i Planløsning 311.135.

02 Krav i lovverket

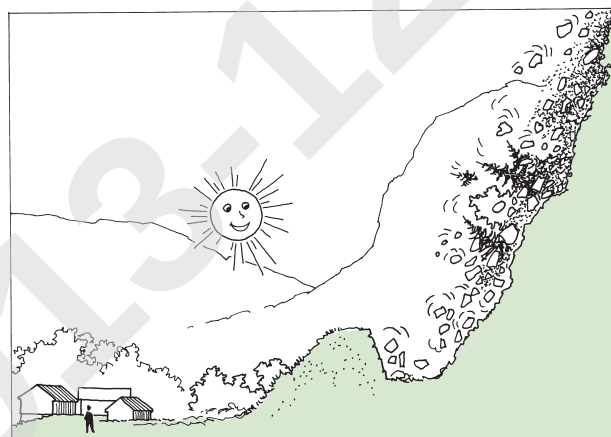
Bygningslovgivningen har hatt krav til sikkerhet mot skred for ny bebyggelse siden 1924. Plan- og bygningslovens § 68 stiller krav til sikkerhet mot skred før kommunen kan godkjenne deling eller bebygging av en eiendom. Paragraf 7-32 i teknisk forskrift til plan- og bygningsloven angir akseptable risikonivåer for skred i forhold til bebyggelsens sikkerhetsklasse.

Rettspraksis har vist at kommunene har et ansvar for at sikkerhetskravene er oppfylt. Kommuner som har vært for slepphendte med regulering eller byggetillatelse i skredfarlige områder, er blitt idømt erstatningsansvar.

Arbeidsmiljøloven og tilhørende forskrifter krever at oppholds- og anleggssteder er sikret mot skredfare. Arbeidsgiver har ansvaret for å sikre arbeidstakerne mot skredulykker i alle potensielt utsatte områder.

03 Henvisninger

Plan- og bygningsloven (pbl)
Teknisk forskrift til pbl med veiledning
Arbeidsmiljøloven



Byggforskserien:

Planløsning:

- 311.125 Snø- og sørpeskred. Farevurdering
- 311.126 Sikringstiltak mot snø- og sørpeskred
- 311.135 Steinskred og løsmasseskred i bratt terreng. Farevurdering

1 Prinsipper for skredsikring

11 Dimensjonering

Hensikten med sikringstiltak er å redusere faren for skader og ulykker forårsaket av skred.

Man må se omfanget av et tiltak og sikringseffekten i sammenheng med verdien på det man skal sikre. I noen tilfeller kan Statens naturskadefond gi stønad til sikringsarbeider.

For bolighus og bygninger der det oppholder seg personer, er det vanlig å dimensjonere tiltakene slik at skredfaren blir eliminert. For andre typer installasjoner kan man dimensjonere tiltakene for å redusere faregraden uten å gi full sikkerhet mot de størst mulige skredene. Sikring er som oftest kostbart. Det er derfor kostnadsbesparende å ta hensyn til eventuell skredfare på planleggingsstadiet ved å unngå å legge byggeområder i skredfarlige områder.

12 Fysiske sikringstiltak

Fysiske sikringstiltak bør bygges av materialer med lang levetid og minst mulig vedlikeholdsbehov. Når sikringen bare gjelder en kortere periode (f.eks. en anleggsrigg), kan imidlertid tiltakene bestå av mindre bestandig materiale.

13 Andre sikringstiltak

Andre sikringstiltak kan være å evakuere mennesker fra fareområder i spesielle vær-situasjoner. I noen tilfeller kan det være aktuelt å flytte skredutsatte bygninger, veger o.l. ut av fareområdet. Man kan også bli kvitt skredfarlige partier ved å utløse et skred med sprenging. Metoden er ikke vanlig ved boligbebyggelse, fordi skredene kan føre til materielle skader.

2 Sikring mot steinskred

21 Generelt

For å unngå steinskred sikrer man vanligvis utløpsområdet med tiltak som skal lede eller stanse eventuelle skredblokker. I noen tilfeller kan man gjennomføre tiltak i utløsningsområdene ved f.eks. å forankre blokker eller fjellpartier avløst av sprekker, eller ved å kle avløsningsmaterialet med nett.

Tabell 21 gir en oversikt over de vanligste sikringstiltakene.

Tabell 21
Lokalisering, hensikt og effekt av sikringstiltak mot steinskred

Lokalisering	Tiltak	Hensikt	Effekt
Toppområdet	Dreneringsgrøfter	Redusere vanntilgangen til utløsningsområdet	Reduserer skredfrekvens og -størrelse
Utløsningsområdet	Forankring med bolter og stag Understøping	Forankre og stabilisere avløste blokker	Hindrer utløsning
	Steinsprangnett	Fange opp skredblokker, ev. hindre utfall	Hindrer utløsning, ev. lede utløste stein til grøft
	Nedsprenget og rensk	Få ned avløste blokker kontrollert	Reduserer skredfrekvens og -størrelse
Utløpsområdet	Terengtiltak Ledevoller/-murer Fangvoller/-murer Fangnett	Stanse skredblokker og styre skredretningen	Reduserer fareområdet Begrenser rekkevidden
	Forsterkning av bygning	Bygningen skal tåle belastningene fra et skred	Reduserer konsekvensen av skred

22 Toppområdet

Dreneringstiltak, ved f.eks. å anlegge grøfter i området ovenfor en oppsprukket fjellhammer eller ved å forsegle sprekker mot vanninntrengning, tar sikte på å redusere vanntilgangen til sprekkesystemet. Slike tiltak vil vanligvis ikke eliminere skredfaren, men vil redusere skredhyppigheten.

23 Utløsningsområdet

Tiltak i utløsningsområdet tar sikte på å forankre eller å fange opp avløste blokker, eventuelt å ta dem ned under kontrollerte forhold. De vanligste metodene er nevnt under pkt. 231 – 235.

231 *Forankring* av mindre blokker utføres med bolter, vanligvis fullt innstøpte bolter, se fig. 231. Dersom man skal forankre store enkeltblokker eller større partier, kan man benytte stag eller wireankere. Stag er skjøtbare, slik at de er hensiktsmessige dersom store lengder er nødvendig. Man kan dessuten få stag og wireankere med betydelig høyere kapasitet enn kapasiteten til vanlige boltedimensjoner.

Montering av bolter eller stag/ankere vil ofte innebære en risiko for å utløse skred eller steinsprang under utførelsen. Man må derfor vise stor aktsomhet. Midlertidige tiltak med oppspenning av en eller flere wirer rundt blokken kan være nødvendig. Wirenot som spennes rundt det antatt ustabile området som midlertidig eller permanent sikring, er en metode hvor det unngås å bore for forankring direkte i de ustabile blokkene. Wirenoten blir forankret i omkringliggende stabilt berg.

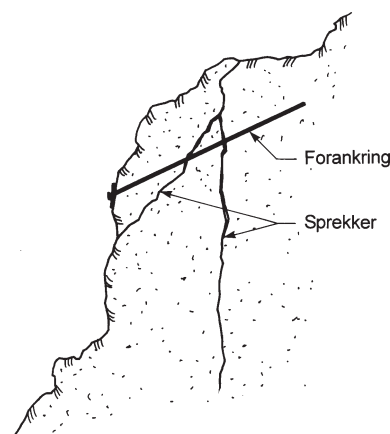


Fig. 231
Prinsipp for forankring av mindre blokk med innstøpt bolt

232 *Steinsprangnett* monteres over det avløste bergpartiet, ofte i kombinasjon med bolter, se fig. 232. Steinsprangnett har kun kapasitet til å fange opp mindre blokker. Man kan eventuelt benytte wirenett med betydelig større kapasitet.

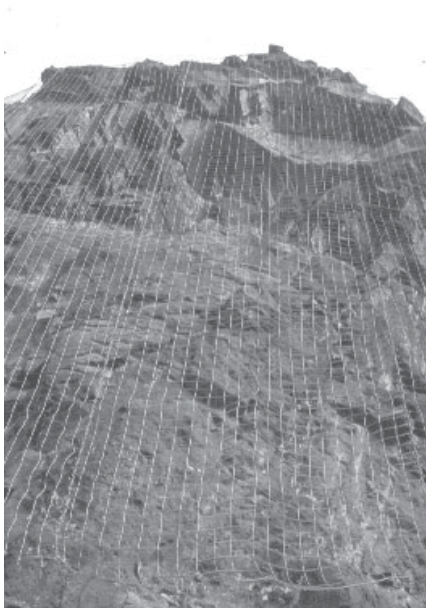


Fig. 232
Steinsprangnett som hindrer blokker i å falle ut fra fjellhammeren
(Foto NGI)

233 *Understøping* brukes for å gi blokker eller et større parti en bedre fot, se fig. 233. Understøping er mest aktuelt ved overheng i bratte fjellsider. Metoden er et alternativ der man kan sikre totalstabiliteten av et parti med understøp, mens man kan sikre detaljstabiliteten med bolter og/eller nett. Den kan også være et alternativ der det vurderes som for risikofyllt å bore og montere forankringsmateriell direkte i blokker.

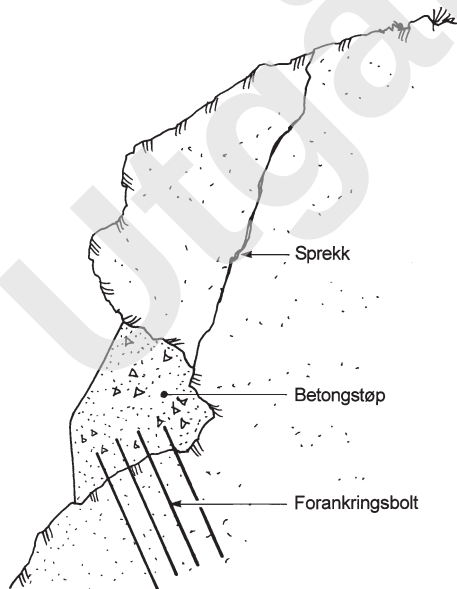


Fig. 233
Prinsipp for forankret understøping av ustabil blokk

234 *Nedsprenget og rensk*. Å sprengne ned partier er mest aktuelt for større områder hvor andre sikringstiltak er vanskelige og kostbare å utføre og/eller der det vil være svært risikofyllt å utføre andre sikringstiltak.

Sprenging krever nøye planlegging slik at den endelige sprengningsflaten blir liggende i stabilt lite oppsprukket berg, eventuelt samsvarer med en naturlig og gunstig orientert sprekk, sleppe eller svakhetssone i berggrunnen.

Å fjerne løse blokker er en billig sikringsmetode som kan redusere omfanget av andre og dyrere tiltak. Ved slik rensk må man nøye vurdere hvilke blokker som tas ned slik at man ikke fjerner låseblokker. Blir låseblokker fjernet, vil tidligere stabile blokker miste festet i fjellskråningen.

Sprenging og rensk er kun aktuelt der det er minimal fare for materielle skader under arbeidet.

235 *Drenering* er et selvstendig eller supplerende sikringstiltak der mulig vanntrykk på avløsningsflater har stor innflytelse på stabiliteten, se fig. 235. Ved drenering må man sikre at man treffer strømningsveiene i berggrunnen. Det er ikke alltid like lett, da vannets veier i berggrunnen kan være vanskelig å fastslå.

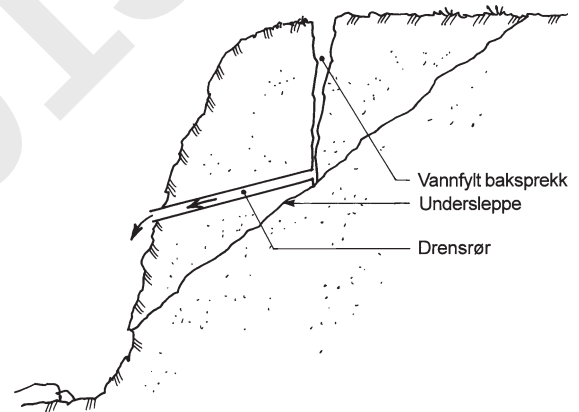


Fig. 235
Prinsipp for drenering av en vannfylt baksprekk for å hindre f.eks. frostsprenging eller stort vanntrykk i sprekkene

24 Skredløpet

Tiltak i skredløpet tar sikte på å lede, bremse og stanse eventuelle skredblokker for å begrense størrelsen på fareområdet. Tiltak i dette området er ikke vanlig, men kan i spesielle tilfeller være aktuelt. Slike tiltak kan være ledevoller/-murer, se pkt. 251, eller steinsprangnett, se pkt. 253.

25 Utløpsområdet

Tiltak i utløpsområdet har til hensikt å begrense utstrekningen av fareområdet og redusere konsekvensene av eventuelle skred.

251 *Ledevoller/-murer* kan brukes for å styre skredblokker til side for området som skal beskyttes, se fig. 251. Ledevoller bygd opp av stedlige løsmasser og med tilnærmet massebalanse mellom utgraving og oppfylling er billigst. Masser tas vanligvis fra vollens skredside med tanke på at vollen får best mulig ledende effekt. Betongmurer eller smale vollar bygd av stein, steinfylte nettingkister (gabioner) eller bruk av geotekstiler kan være et alternativ der det er begrenset plass eller liten tilgang på løsmasser.



Fig. 251
Fangvoll mot steinskred. Otta i Gudbrandsdalen (Foto NGI)

Massene i vollen må ha gode dreneringsegenskaper, dvs. at innholdet av finstoff (silt og leire) ikke bør overstige ca. 10 %. Ved høyere finstoffinnhold må det utarbeides særskilt byggebeskrivelse, f.eks. for drenerende lag inne i vollen eller bruk av geotekstiler som forsterkning. Tilsåing av vollsidene vil hindre fare for erosjon fra overflatevann. Man må også vurdere grunnforholdene med tanke på stabilitet av vollens fundament.

Nødvendig høyde på mur og voller er avhengig av skredblokkenes spranghøyde og hastighet, se Planløsning 311.135, pkt. 32. Vanligvis er høyden på slike tiltak 4 – 7 m. Murer må være dimensjonert for å tåle støtkreftene fra skredblokker. Støtkreftene beregnes ut fra volum, densitet og hastighet på skredblokkene.

Vollsidene mot skredet bør ha et tverrfall på minst 1:1,5. Har man tilgang på stor stein, kan man med fordel legge opp vollsidene med fall 1:1 eller brattere ved å benytte en ordnet steinfylling. Vollkrona må være minst 2 m bred for vollhøyder på 4 – 5 m og minst 3 m bred for høyere voller. Nedsiden av vollen blir ofte tilsådd av estetiske grunner.

252 *Fangvoller/-murer* benyttes for å stanse skredblokker. Slike tiltak er aktuelle dersom det ikke er mulig å lede skredblokkene til side for sikringsobjektet. Lengdeaksen på fangvoller blir lagt tilnærmet vinkelrett på skredretningen. Utforming av fangvoller/-murer og krav til byggematerialer og grunnforhold er i hovedtrekk de samme som for ledevoller, se pkt. 251.

253 *Fangnett* er et alternativ til fangvoller/-murer. Det fins flere typer på markedet. Et eksempel med wirenett er vist på fig. 253. Høyden på nettet er avhengig av forventet spranghøyde (se Planløsning 311.135 pkt. 32). Nettene dimensjoneres til å motstå en dynamisk last (E), avhengig av skredhastighet (v) og massen (m) på den antatt største blokken:

$$E = 1/2 mv^2$$

Nettene er kostbare med en løpemeterpris på kr 7 000 eller mer avhengig av fundamenteringsforholdene, tilgjengelighet til sikringsområdet og nettdimensjon.



Fig. 253
Wirenett mot steinsprang. Kjelsås, Oslo (Foto NGI)

254 *Forsterking av eksisterende byggverk* er en metode der andre tiltak er vanskelige å gjennomføre. Støtkreftene fra skredblokkene må beregnes ut fra forventet blokkstørrelse og hastighet. Virkningen av disse kreftene kan man redusere ved å tildekke støtflaten med et støtdempende materiale, f.eks. løsmasser.

3 Sikring mot løsmasseskred

31 Generelt

Løsmasseskred blir utløst i forbindelse med stort vanninnhold i løsmassene. Mange av sikringstiltakene vil derfor gå ut på å begrense vanntilgangen og drenere vann ut av løsmassedekket.

Det er også mulig å kanalisere og lede skredmassene. Tiltakene må være dimensjonert for å ta vare på både vannet og løsmassene.

Tabell 31 gir en oversikt over de vanligste sikringstiltakene.

Tabell 31
Lokalisering, hensikt og effekt av sikringstiltak mot løsmasseskred

Lokalisering	Tiltak	Hensikt	Effekt
Toppområdet	Dreneringsgrøfter	Redusere vanntilførselen til utløsningsområdet	Reduserer skredfrekvens og -størrelse
Utløsningsområdet	Dreneringsgrøfter	Redusere vanninnholdet i løsmassedeckket	Hindrer utløsning og reduserer skredfrekvens og -størrelse
	Beplantning Tildekking Erosjons-sikring Terskler	Stabilisere løsmassedeckket Forhindrer erosjon	Hindrer utløsning og reduserer skredfrekvens og -størrelse
Skredløpet	Kanalisering Ledevoller/-murer	Styre skredretningen	Reduserer fareområdet
Utløpsområdet	Terrengtiltak Ledevoller/-murer	Stanse skredmasser og styre skredretningen	Reduserer fareområdet
	Fangvoller/-murer Fangverk Sedimentasjonsbasseng	Redusere rekkevidden av skredmateriale	Begrenser rekkevidden
	Forsterking av bygning	Bygningen skal tåle belastningene fra et skred	Reduserer konsekvensen av skred

32 Toppområdet

Hensikten med tiltak er å begrense vanntilførselen til utløsningsområdet.

Vanntilførselen kan avskjæres ved å etablere alternativt nedløp utenom utløsningsområdet. I fast fjell må man sprengne ut en kanal eller støpe en føringskant. I løsmasser kan en tilstrekkelig dyp grøft fange opp uønsket vannstrømning.

33 Utløsningsområdet

Målet med tiltak er å hindre at det bygger seg opp vanntrykk i løsmassene, eller å øke stabiliteten av løsmassedeckket.

331 *Drenering.* Grøfter vil hindre at det bygger seg opp vanntrykk i løsmassene. Grøftene bør følge terrengfallet. For å hindre erosjon kan man fylle grøftene med drenerende masser. Avstanden mellom grøftene er avhengig av finstoffinnholdet i løsmassene og graden av vanntilførsel. Grøfta må være så dyp at den går ned under glidesjiktet, og helst ned til frostfri dybde.

332 *Tilplanting* av et område med lite vegetasjon vil øke stabiliteten på sikt både ved at røttene binder og ved at plantene forbruker vann. Lokale forhold avgjør hvilke planteslag som er aktuelle, men generelt bør det være rasktvoksende planter med effektive rotsystemer.

333 *Tildekking.* Dersom en skråning er utsatt for erosjon som følge av overflateavrenning, kan stabiliteten økes ved å dekke til skråningen med f.eks. geotekstiler eller vekstmatter som inneholder frø.

334 *Erosjonssikring* av skråningsfoten der bekker eller elver undergraver en skråning, reduserer faren for

utglidninger. I ustabile elveløp kan man redusere faren for flomskred ved å plastre elveløpet med grov stein.

335 *Terskler* bygd opp av betong eller grov stein vil lokalt redusere løpsgradienten (brattheten) i bekker og elver. Dermed reduseres strømningshastigheten på vannet. Tiltaket vil hindre erosjon i bekke- eller elveløpet og redusere faren for flomskred. Avstanden mellom hver terskel avhenger av løpsgradienten.

34 Skredløpet

Tiltak i skredløpet går som regel ut på å kanalisere skredmassene for å redusere utbredelsen av skredmasser. Kanalisering kan oppnås ved terrengtiltak som utgraving, eventuelt i kombinasjon med opplegging av løsmassevoller eller murer. Dimensjonering av tiltak er avhengig av volum og hastighet på skredmassene. Se pkt. 251 for nærmere beskrivelse.

35 Utløpsområdet

Vanligvis benyttes tiltak som leder, bremses eller stopper de faste skredmassene. Unntaksvis kan forsterkning av sikringsobjektet være et alternativ.

351 *Terrengtiltak, ledenvoller, ledemurer m.v.* benyttes for å avgrense skredutbredelsen og å styre skredmassene mot mindre kritiske områder. Tiltakene går vanligvis ut på å grave ut kanaler og å legge opp ledenvoller/-murer, se fig. 351. For å unngå at faste skredmasser hopper seg opp, er det viktig å utforme tiltakene med tanke på å opprettholde eller øke strømningshastigheten. Det betyr at man så langt det er mulig må unngå markerte retningsendringer eller reduksjoner i løpsgradient og tverrsnittsareal. Dimensjonering er avhengig av forventet størrelse og hastighet på et skred.



Fig. 351
Ledevoll mot flom- og sørpeskred. Sandvika i Høyanger (Foto NGI)

352 *Fangverk av stål, betong, nett m.v.* er først og fremst aktuelt for flomskred som følger kanaliserte løp. Hensikten er å stanse de faste skredmassene, samtidig som vann slippes gjennom. Ved mindre skred og lave skredhastigheter kan et nett av ståltau med finmaske innernett av flettverksgjerder være aktuelt. For større skred må konstruksjonen være sterkere og bygd av stål eller betong. Man må dimensjonere tiltakene ut fra beregnet skredhastighet og masseføring.

353 *Sedimentasjonsbasseng i kombinasjon med fangvoll/-mur* er det mest omfattende sikringstiltaket mot løsmasseskred i utløpsområdet, se fig. 353. Et sedimentasjonsbasseng gjør at bekken blir mindre bratt eller får et bredere løp, slik at strømningshastigheten blir minst mulig og en stor del av løsmassene felles ut. Ved fare for store skred må man bygge en fangvoll/-mur i nedkant av bassenget. Muren må tåle statiske og dynamiske skredlaster avhengig av skredstørrelse og -hastighet. Høyden på voll/mur fastsettes ut fra forventet skredvolum.

For å slippe vann gjennom må vollen/muren ha en åpen spalte for gjennomløp av vann. Sedimentasjonsbassenget hindrer at løsmasser tetter gjennomløpet i fangvollen. Bassenget blir oftest anlagt ved å sprengte ut en gryte. Tilgang til bassenget er viktig, slik at man jevnlig kan grave ut de avsatte løsmassene med gravemaskin.

354 *Forsterkning av eksisterende byggverk* slik at de tåler belastningen fra skred, er vanligvis bare aktuelt der terreng- og grunnforhold gjør andre tiltak vanskelige. Dessverre blir utvendige bruksarealer vanligvis ikke sikret ved slike tiltak, selv om teknisk forskrift til plan- og bygningsloven krever det. For å minimalisere skredkreftene bør man utforme vegger og tak slik at skredmassene kan passere mest mulig fritt forbi bygningen, f.eks. ved å bygge konstruksjonen inn i terrenget, ved å utforme støtveggen som en plog e.l.

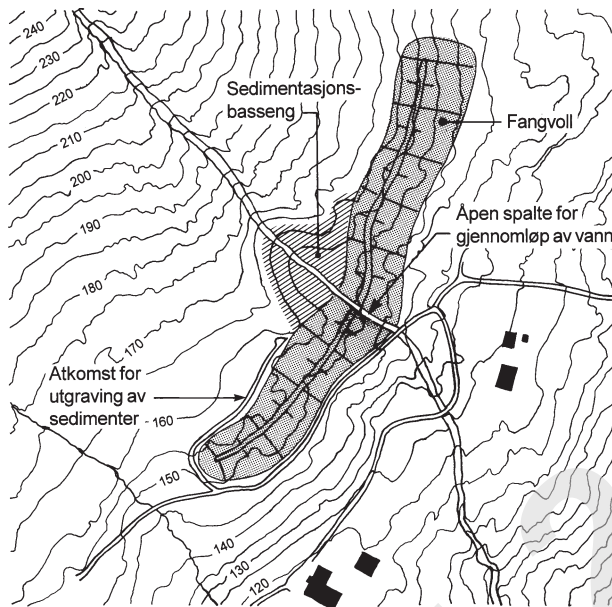


Fig. 353

Elveløp som er utsatt for flomskred. Det er lagt opp en fangvoll for å stanse skredene. Fangvollen har en smal spalte for å slippe elva gjennom ved normalvannføring. Ovenfor fangvollen er det gravd ut et sedimentasjonsbasseng slik at løsmasser som elva normalt fører med seg, skal avsettes i bassenget og ikke tette spalten.

4 Referanser

41 Forfatter og redaksjon

Bladet er utarbeidet av Frode Sandersen, NGI. Saksbehandler har vært Anders Kirkhus. Redaksjonen ble avsluttet juni 1998.

42 Litteratur

- 421 Statens vegvesen. Veiledning til 018, Håndbok 165: Sikring av veiskråninger
- 422 Sandersen, F. Faktorer som har betydning for utløsning og rekkevidde av flomskred og mulige sikringsmetoder. NGI-rapport 58300-8. Oslo, 1988
- 423 Jørstad, J. Veiledning ved undersøkelser av og sikring mot steinskred. NGI-rapport 54705-1. Oslo, 1979