

Tiltaksplan

Sikringstiltak mot erosjon og ras i
Broskitbekken på Stiklestad, Verdal kommune



Tiltaksinformasjon			
Plandato:	26.04.18	Revidert dato:	17.10.18
Vassdragsnummer:	127	Saksnummer:	200707221
Kommune:	Verdal	Prosjektnummer:	20025
Kommunennummer:	5038	Anleggsnummer:	12895
Fylke:	Trøndelag	Arkivkode:	411
		(Tiltaksnummer:	20053)

NVE Region Midt-Norge

Abels gate 9	7030 Trondheim	Tlf.: 09575		
Saksbehandler:	Håkon Hellebust	Adm.enhet:	RM	Sign.:
Miljøvurdering:	Arne Jørgen	Adm.enhet:	RM	Sign.:
Ansvarlig:	Mads Johnsen	Adm.enhet:	RM	Sign.:

Sammendrag:

På Stiklestad i Verdal kommune renner Brokskitbekken gjennom kvikkleiresone 559 Stiklestad. Kvikkleiresonen har i dag faregrad lav og risikoklasse 2. Nye vurderinger av NVE, basert på nylige befaringer og ved å ta hensyn til utløpssonen ved skred, tilsier faregrad middels og risikoklasse 3-4.

Vannet graver i sidene til bekken og NVEs befaringer på stedet avdekker tydelige tegn til erosjon og utglidninger. Får gravingen fortsette vil det trolig medføre lokal ustabilitet og ytterligere utglidninger, noe som videre kan initiere kvikkleireskred. Å hindre videre erosjon er dermed viktig for å redusere faren for en større kvikkleirehendelse. Ved en skredhendelse kan flere boliger og driftsbygninger samt infrastruktur (bl.a. fylkesveg og distribusjonsnett) være utsatt.

I den hensikt å forebygge mot videre erosjon foreslås å steinsette bunn og sider i Brokskitbekken. Steinfyllingene vil i tillegg ha stabiliserende effekt på områdene. Dette vil redusere risikoen for videre erosjon og lokale utglidninger, samt kvikkleireskred.

Brokskitbekken har potensial som gyte- og oppvekstbekk for sjørørret, selv om det i dag ikke går fisk i bekken. Enkle miljøtiltak vil kunne tilrettelegge for fiskens vandring og gyting, slik at Brokskitbekken igjen kan bli habitat for fisk.

Planen foreslår å erosjonssikre tre parseller på til sammen ca. 1400 m i Brokskitbekken. Massebehovet vil være omtrent 42.000 lm^3 samfengt sprengt stein, inkludert stein til adkomstveg.

Vernestatus:

Brokskitbekken er en del av Verdalsvassdraget, som er vernet.

Tiltakets hensikt:

Å hindre større utglidninger og kvikkleireskred i området, ved å forebygge mot videre erosjon i bekkens tilstøtende skråninger. Et kvikkleireskred vil kunne sette menneskeliv og nærliggende boliger, kulturminner, jordbruksareal og infrastruktur i fare.

I tillegg ønsker man å tilrettelegge for fiskens vandring og gyting i bekken.

Nøkkeldata:			
Kostnadsoverslag:	8.000.000,- kr	Tiltakstype:	Erosjonssikring
Lengde totalt:	1400 m (erosjonssikring)	Elveside(r):	Begge, bunn
Massebehov (sprengstein):	42.000 lm ³	Antall parseller:	3

Lokasjon (avgrensning av tiltaksområdet):		
UTM33	UTM – x/Ø	UTM – y/N
Øvre	330625	7079359
Nedre	329683	7078718

Vedlegg:	
Oversiktskart med kvikkleiresone	Vedlegg A
Oversiktskart med adkomstveg	Vedlegg B
Prinsippskisse av sikringstiltaket	Vedlegg C
Data fra NEVINA-rapport	Vedlegg D
Bilder	Vedlegg E

Innholdsfortegnelse

1. Innledning	5
1.1. Beliggenhet	5
1.2. Bakgrunn	6
2. Grunnlagsdata	7
2.1. Beskrivelse av problemet	7
2.2. Forholdet til offentlige planer	7
3. Teknisk beskrivelse av tiltaket	8
3.1. Formål, utforming og omfang	8
3.2. Forberedende arbeider	9
3.3. Krav til sikringsmassene	10
3.4. Erosjonsvern	11
3.5. Nedre kulvert – ved Stiklestad Tre AS	13
3.6. Øvre kulvert – på grensen mellom eiendom 5038-28/1 og 5038-29/2	14
3.7. Sidebekk i ravinedal	14
3.8. Parsell nedstrøms Stiklestad skole	14
3.9. Nedstrøms FV759	15
3.10. Massetak / steinbrudd	16
3.11. Avbøtende tiltak	16
3.12. Avsluttende arbeider	16
4. Naturmangfold	17
4.1. Generelle avbøtende tiltak	18
4.2. Avbøtende tiltak i Brokskitbekken	20
4.3. Forholdet til Naturmangfoldloven	21
4.4. Forholdet til Vannforskriften (for tiltak i vassdrag)	22
5. Virkninger	23
5.1. Stabilitet	23
5.2. Hydrauliske forhold	23
5.3. Vannkvalitet	24
5.4. Flora, fauna	24
5.5. Kulturminner	24
5.6. Brukerinteresser	24
6. Kostnadsoverslag	25
7. Gjennomføring	26
8. Oppfølging og vedlikehold	26
9. Kart og tegninger	26

1. Innledning

1.1. Beliggenhet

Tiltaksområdet ligger på Stiklestad, ca. 3,5 kilometer øst for Verdal sentrum, Verdal kommune. Brokskitbekken er en av flere sidebekker til Verdalselva. Bekkeløpet som skal sikres ligger i og ved kvikkleiresone 559 Stiklestad, se vedlegg A.

Området er preget av tidligere skredaktivitet. I 1893 gikk Verdalsraset, hvor 116 mennesker omkom. Dermed er Verdalsraset det dødeligste raset i Norge i historisk tid. Om lag 55 millioner kubikkmeter masse raste ut og oversvømte store deler av Verdal.



Kart 1: Tiltaksområdet ligger innenfor den røde sirkelen, omtrent 3,5 km fra Verdal sentrum.

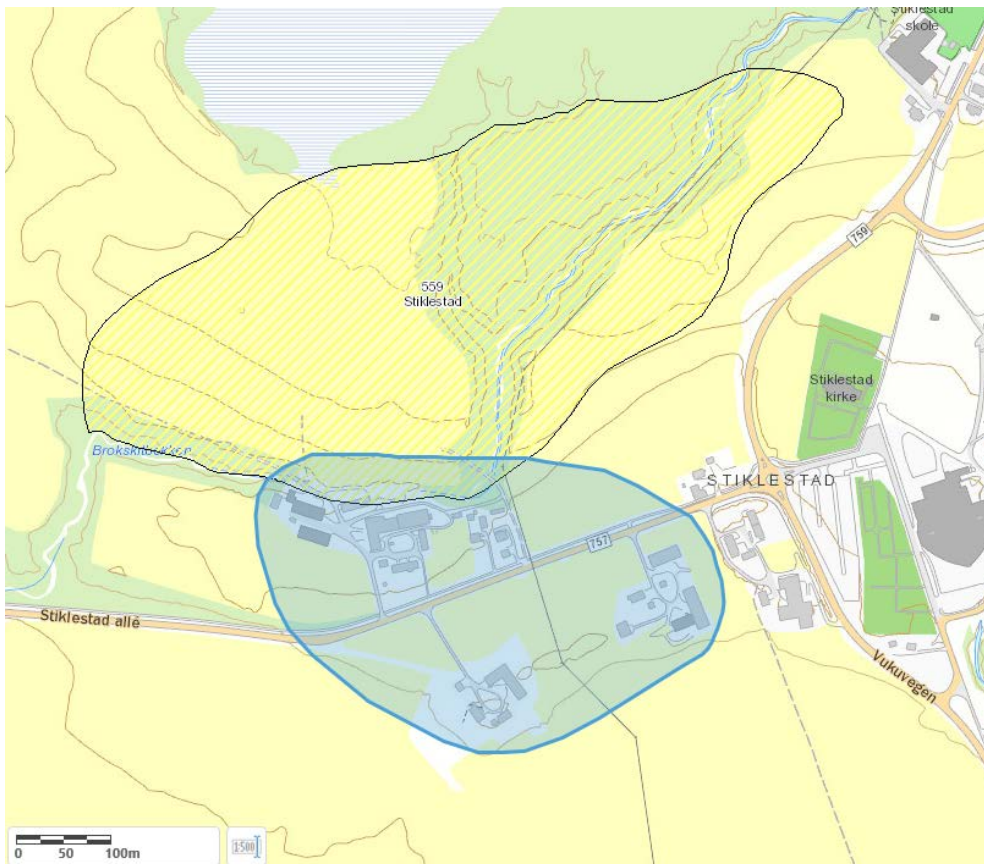
1.2. Bakgrunn

Kvikkleiresonen er i dag klassifisert med faregrad lav og risikoklasse 2. NVE sine observasjoner tilsier at faregrad middels er riktigere. I tillegg bør man ta hensyn til verdier i utløpssonen når man beregner risikoklasse. Gjør man dette vil risikoklassen øke til 3 eller 4.

NVE har mottatt flere henvendelser om sig og erosjonsaktivitet langs bekkefarete. NVE sine egne befaringer i området avdekker stor aktivitet i Brokskitbekken i og ved kvikkleiresone 559 Stiklestad, og bekrefter dermed henvendelsene man har fått av lokale interessenter. Får vannet grave videre kan det i verste fall føre til at kvikkleirelommer i tiltaksområdet blir blottet og kvikkleireskred utløst. Nær tiltaksområdet ligger boliger, driftsbygninger, infrastruktur og jordbruksareal. Dette er verdier som vil kunne bli berørt av en skredhendelse.

Brokskitbekken har potensial som gyte- og oppvekstbekk for sjørret. Tidligere har det gått fisk i bekken, men det gjør det ikke i dag. Det er ønskelig at tiltakene som blir gjennomført muliggjør fiskens oppgang i tiltaksområdet. Dette inkluderer både arbeid direkte knyttet til erosjonssikring og mindre miljøtiltak.

NVE har gjennomført en kost-nytte-analyse av sikringstiltaket i sin helhet. Resultatet tilsier at det er samfunnsøkonomisk å gjennomføre dette sikringsarbeidet.



Kart 2: Bygninger som kan bli rammet ved en kvikkleirehendelse (innenfor blått område).

2. Grunnlagsdata

2.1. Beskrivelse av problemet



Bilde 1: Aktiv erosjon i bekkens sider.

Flere befaringer i tiltaksområdet avdekket leirskråninger med tydelig erosjon og utglidninger som følge av vannets graving. Får vannet grave videre vil det trolig medføre lokal ustabilitet og ytterligere utglidninger. Dette kan føre til at kvikkleirelommer blir blottet og kvikkleireskred utløst. Et kvikkleireskred kan utgjøre en stor fare for alle som bor og oppholder seg i området, samt føre til skade på bebyggelse og infrastruktur.

2.2. Forholdet til offentlige planer

Tiltaksområdet ligger i et område regulert til «Landbruk-, natur- og friluftsmål» (LNFR-område).

Brokskitbekken er en del av Verdalsvassdraget, som er vernet.

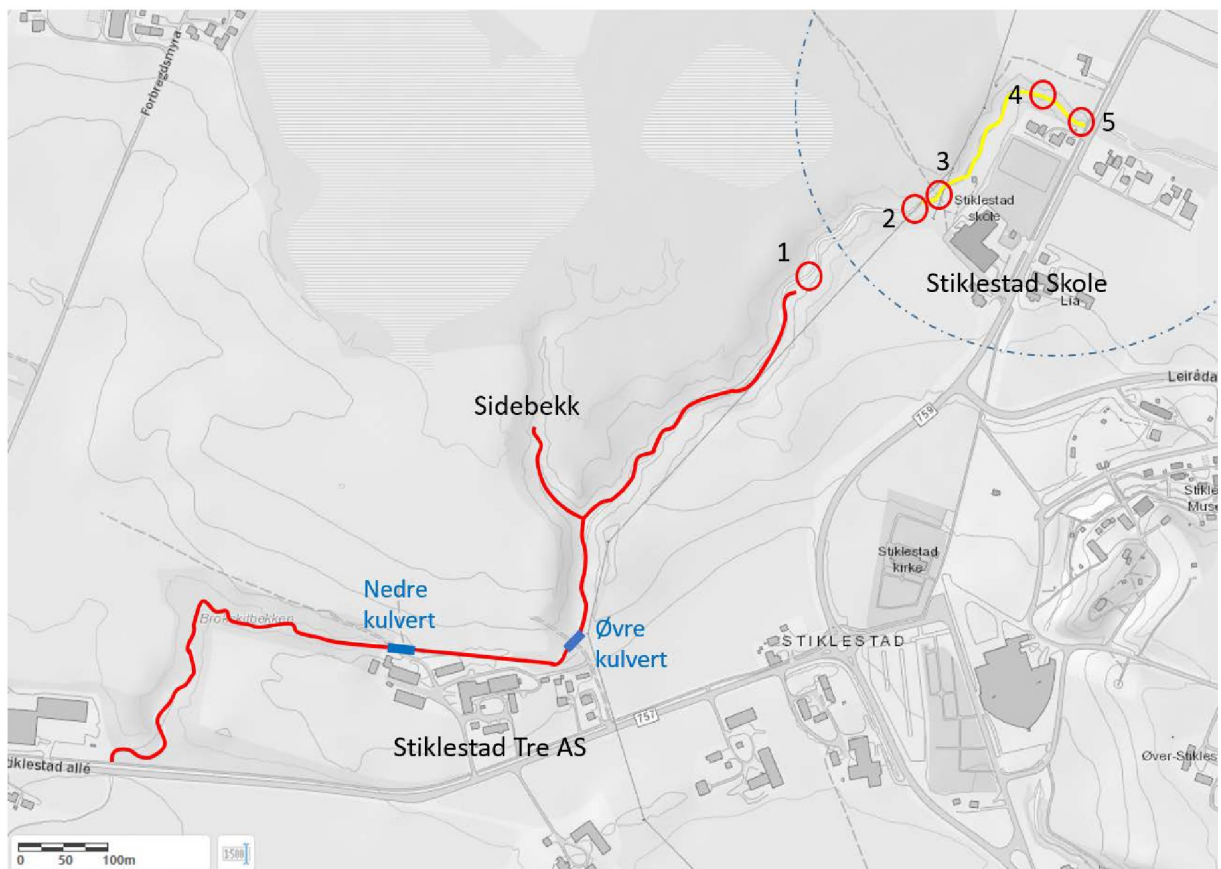
3. Teknisk beskrivelse av tiltaket

3.1. Formål, utforming og omfang

Formålet med tiltaket er å forebygge mot videre erosjon i Brokskitbekken. I tillegg er det ønskelig å tilrettelegge for fiskens vandring og gyting i bekkeløpet. En oversikt over NVEs planlagte tiltak er vist på kart 3.

Sikringsarbeidet vil foregå i tre parseller i Brokskitbekken i Verdalsvassdraget, som vist på kart 3. Første parsell går fra FV757 og ca. 1270 m oppover i bekkeløpet. Andre parsell er sidebekken, fra innløpet til hovedløpet og omtrent 130 m oppover. Disse to parsellene skal erosjonssikres. Bunn og sider beskyttes med stein, se vedlegg C. Den tredje parsellen ligger ved Stiklestad skole og omfatter sporadiske miljøtiltak og reparasjoner av eksisterende tiltak over en lengde på ca. 350 m.

Støttefyllinger vil bli anlagt på erosjonssikringen over ca. 700 meter av tiltaket. Dette omfatter i hovedsak sidebekken og hovedbekken oppstrøms den øvre kulverten. Tiltaket i sin helhet vil redusere erosjonen vesentlig, samt bedre områdestabiliteten. Strekingen som skal erosjonssikres er totalt ca. 1400 meter og massebehovet ca. 42.000 lm^3 samfengt sprengt stein (inkludert adkomstveg).



Kart 3: Oversikt over tiltakets omfang. Merk at gjennomføringen av tiltakene over den blå streken er til vurdering, og avhenger blant annet av hva som skal gjøres med Stiklestad skole.

Rød linje markerer sikringstiltaket i hoved- og sideløp. Djupålen skal heves omtrent 0.7 m nedstrøms «Nedre kulvert», 1.0 m mellom kulvertene, og 1.2 m oppstrøm «Øvre kulvert». Gul linje markerer eksisterende tiltak. Sirkel 1 markerer lokal erosjonssikring i to yttersvinger, nær hovedtiltaket. Sirkel 2

viser hvor man anbefaler å reparere og forlenge eksisterende tiltak. Sirkel 3 og 5 er et miljøtiltak hvor man ønsker å tilrettelegge for fisk. Sirkel 4 markerer et lite område hvor det anbefales å reparere venstre bekkeside. Gjennomføringen av tiltak i området oppstrøms den stiplede linja (sirkel 2-5) er ikke endelig bestemt, og avhenger blant annet av arbeid knyttet til Stiklestad Skole.

Flora og fauna i området vil bli berørt under sikringsarbeidet. I tillegg til selve tiltaket vil det være nødvendig å rydde noe vegetasjon for å gjøre området fremkommelig for anleggsmaskiner. Avbøtende tiltak vil bli gjennomført, se kapittel 3.11 *Avbøtende tiltak*.

3.2. Forberedende arbeider

Det er tidvis tett vegetasjon langs parsellene som skal sikres. Dette må ryddes der det er nødvendig før sikringsarbeidet starter. Røtter, grener og lignende deponeres i midlertidig deponi, etter anvisning og avklaring av geotekniker. Skilting og avmerking av anleggsområdet gjennomføres.

Til den nedre delen av tiltaket foreslås å anlegge adkomstvegen fra nedstrøms ende. For å komme til med sikringsmassene må det bygges en adkomstvei ned til bekken. Det anbefales å benytte allerede eksisterende avkjørsel fra FV757, se kart 4 og vedlegg B. Dette må avklares med berørt grunneier. Til den øvre delen av tiltaket foreslås adkomstvegen via Stiklestad skole, kart 5. Når arbeidet, inkludert adkomst, foregår i nærheten av skolen må særskilt aktsomhet utøves. Vakhold kan være nødvendig, dette må avklares med Verdal kommune. Muligheten for å gjennomføre dette arbeidet utfor skoletid, for eksempel i ferie, bør undersøkes. Byggeleder må befare området for å forsikre seg om at adkomstalternativet er tilstrekkelig og hensiktsmessig. Endringer kan være nødvendig. Alle massene som brukes til adkomstvegen vil inngå i sikringen av bekkens bunn og sidekanten.

Reparasjonstiltaket og miljøtiltaket nedenfor FV759 vil ikke kreve en større adkomstveg. Til dette arbeidet anbefales å leie en mindre beltegraver, og dertil egnet transportenhet for tilkjøring av steinmasser. Adkomst til denne delen av tiltaket legges der byggeleder finner det hensiktsmessig, eksempelvis fra FV759 (avmerket på kart 5 med rød sirkel).

I en anleggsfase med transport, graving og fylling må all aktivitet være grundig vurdert for å unngå situasjoner som øker rasfaren. Dette gjelder også adkomstveger/nedkjøringer.



Kart 4: Adkomstveg til parsell 1 og 2.



Kart 5: Adkomstveg til parsell 3. Mulig tilgang for beltegraver er merket med rød sirkel.

3.3. Krav til sikringsmassene

Det skal leveres velgraderte samfengte sprengte masser med fraksjoner fra 0 mm til maksimal steinstørrelse (d_{100}) under 500 mm og midlere steinstørrelse (d_{mid}) omkring 300 mm. Velgraderte, godt samfengte masser vil redusere porøsiteten i steinfyllingen slik at vannet i bekken lettere vil komme til overflaten over den nye bekkebunnen. Samfengte masser vil også fungere som et filter mot underliggende masser.

Det benyttes velgradert grus (0-16 mm) med $d_{85} = 10$ mm i tetteribbene. Dette sikrer at tettegrusen er fin nok til at ribbene blir tette, men samtidig grov nok til at de ikke blir vasket ut.

3.4. Erosjonsvern

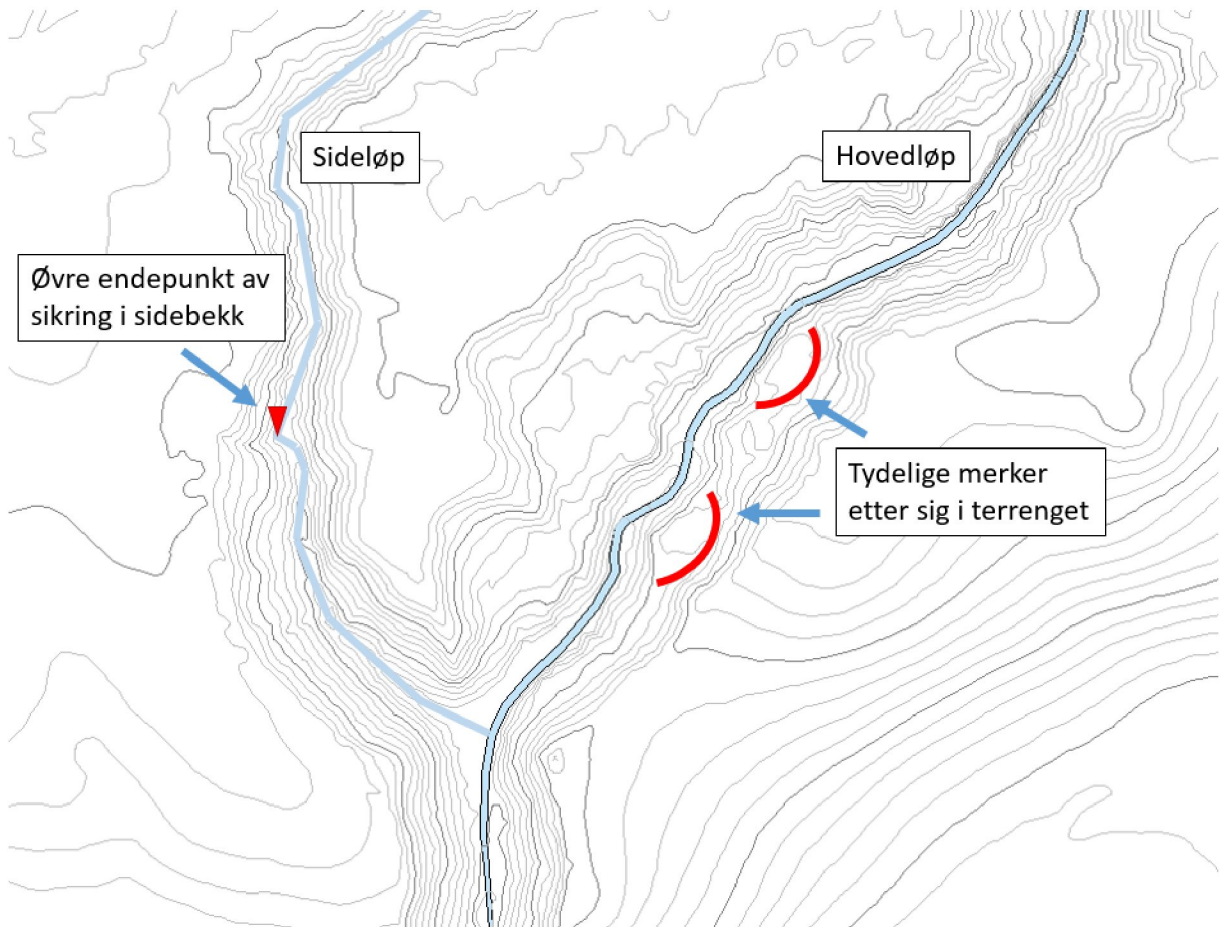


Bilde 2: Oversikt over tiltaksområdet. Erosjonssikringen er modellert som brune masser. Bekkebunnen er spraglete svart/hvit.

Langs hele tiltaksområdet, omtrent 1400 m, legges samfengt sprengt stein ut i bekkebunn og sider, som angitt i vedlegg C. Tykkelsen på steinfyllingen i djupålen vil være rundt 0,7 m nedstrøms Stiklestad Tre AS, og omtrent 1,2 m oppstrøms, se kart 3. I sidebekken vil steinfyllingen i djupålen være omtrent 1,0 meter. Bekkebunn skal være minst tre meter bred, så langt det er mulig etter stedlige forhold. Tiltaksområdet er i kontinuerlig forandring på grunn av at bekkens graving og siget i bekkesidene. Derfor er det spesielt viktig at sikringsarbeidet tilpasses forholdene på stedet i samråd med geotekniker.

Når erosjonssikringen utføres legges de største fraksjonene nederst i fyllingen, deretter gradvis mindre fraksjoner. Steinen plasseres både som erosjonssikring og som stabiliserende fotfylling. Fyllingen må i seg selv ikke øke faren for erosjon i anleggsfasen. Bekkebunnen utformes i den grad det er mulig slik den var før oppstart av anlegget. Dette for å tilrettelegge for tilbakeføring av det biologiske mangfoldet i bekken.

Det er tidvis høye og svært bratte bekkesider. Det anbefales å anlegge støttefyllinger som en del av erosjonssikringen for å øke stabiliteten i området. Støttefyllinger vil anlegges langs begge bekkesider i sidebekken og i hovedbekken oppstrøms «Øvre kulvert» (se kart 7). Støttefyllingene anbefales å være opptil 2-3 meter over djupålen, og tilpasses de stedlige forholdene underveis i sikringsarbeidet. Prinsippkisser er vist i vedlegg C. I områder med særlig mye sig i bekkesidene bør støttefyllingene som anlegges være ekstra kraftige. Dette gjelder hovedsakelig de to områdene på kartet under, kart 6.



Kart 6: Oversikt over endepunkt for erosjonssikring i sidebekk, samt avmerking av områder med spesielt mye sig i hovedløpet.

I anleggsfasen kjøres nødvendige steinmengder ut som en midlertidig vegfylling. Bekken må da bli ledet langs en av sidekantene til vegen under arbeidet. I anleggsfasen vil bekkeløpet bli innsnevret noe for å få nødvendig plass for anleggsvegen i et sikret bekkprofil. Derfor blir bekkbunn og sidekant mot skråningen sikret av samfengte steinmasser for å hindre erosjon i anleggsfasen. Fra nedstrøms ende kan man jobbe seg oppover bekken ved å legge sprengsteinen langs bekkeløpet mens man leder vannet på siden. Når man har kommet til oppstrøms ende starter man utformingen av tiltaket mens man jobber seg bakover. Tilsvarende fra oppstrøms ende i den øvre delen av tiltaket.

Tetteribber anlegges på tvers av erosjonssikringen i bekkeløpet for å tvinge vannet opp til overflaten over steinfyllingen. Avstanden mellom ribbene vil være 40-50 meter, avhengig av bekkens helning og de tilførte massene. Dette tilpasses under gjennomføringen.

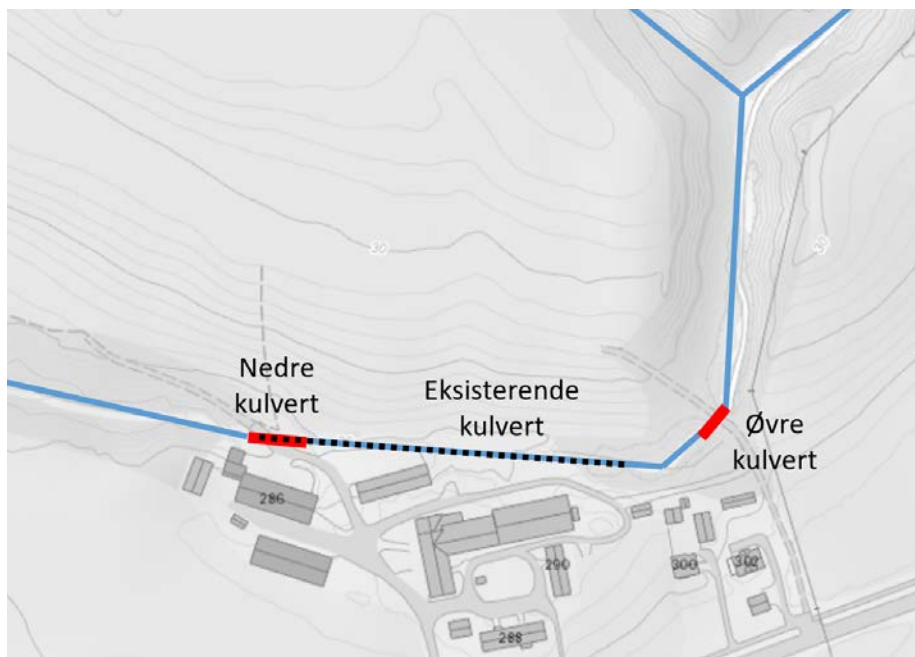
Der erosjonssikringen tilstøter kulverter skal det tilrettelegges for fiskens vandring. Dette innebærer blant annet bygging av terskel og kulp nedstrøms for å sikre at vannspeilet når inn i kulverten, og at vannhastigheten ikke overstiger 1,2 m/s i perioder da fisken er aktiv.

Fyllinger som etableres må ikke være så høye at de i seg selv kan føre til utglidninger, og dermed utløse større skred. Hvis det er nødvendig å skape høydeforskjeller i tverrprofil må disse ikke være høyere enn 1,5 meter uten at geoteknisk ansvarlig godkjenner dette. Fyllinger må ikke plasseres slik i profilet at de skaper erosjon, og dermed øker rasfaren. Dette gjelder spesielt inn mot urørt terreng. Helningen på de nye bekkesidene i steinfyllingen bør ikke være brattere enn 1:1,5. Helningen på de nye bekkesidene vil være rundt 1:2,0, og bør ikke være brattere enn 1:1,5.

Det er viktig at alle drensledninger lokaliseres og tas hånd om for å sikre god drenasje. Dette gjelder også våte partier i terrenget.

Entreprenør må sette seg grundig inn i NVEs dokument «Generelle sikkerhetsregler i anleggsdriften» før eventuell gjennomføring av kompensasjonsgraving.

3.5. Nedre kulvert – ved Stiklestad Tre AS



Bilde 3: Oversikt over kulvertene. Dette viser hvordan dagens kulvert (svartstiplet linje) blir erstattet av en kortere løsning («Nedre kulvert»).

Gjennom eiendom 5038-28/1 (obs! nytt kommunenummer etter fylkessammenslåingen) er bekken i dag lukket i om lag 160 meter. Det foreslås å åpne bekken på denne strekningen og sikre den med samfengt sprengstein. På vedlagte kart og bilder er dette bekkestrekket homogent formet uten meandrering. Etter at bekkeløpet har blitt åpnet vil bekken bli ført tilbake til naturlig utseende med meandrering, kulper og andre stedlige kvaliteter, i samråd med grunneier.

For å tilrettelegge for at man skal kunne krysse bekkefaret slik som i dag er det ønskelig å anlegge en ny, kortere overgang. Dette vil være et mer kostnadseffektivt tiltak enn å bygge bru over bekken. Det foreslås å legge falsrør ig (med pakning) (5 stk. med lengde 2000 mm), med diameter på 1,4 m (min 0,5 m overdekning) over en lengde på 10 m. Denne løsningen vil medføre bedre avrenningsforhold enn dagens situasjon. For å tilrettelegge for fiskens oppgang bør kulverten ha en helning på maks 0,5-1,0%. Det skal også tilrettelegges for fiskens vandring ved kulvertens innløp og utløp.

Omfillingen bør utføres med pukk 8-12 og deretter komprimeres. Massene som benyttes skal ikke inneholde steiner som har større tverrmål enn 0,5 m. Største tverrmål for stein skal dessuten ikke overstige 2/3 av lagtykkelsen i gjenfyllingen. Komprimeringsgraden bør være 95% Standard Proctor. Leverandørens anbefalinger bør etterfølges.

Overgangen (vegen) skal utformes som et lavbrekk, på en slik måte at ved en flomhendelse vil bekken strømme over overgangen og ned i bekkeløpet igjen på nedstrøms side. Dermed må selve overgangen være lavere enn tilstøtende områder på hver side av bekkeløpet. Om vannet tar andre veier kan det forårsake ekstra graving på sidene, samt skader på eiendom og nærliggende verdier. Dette må forhindres.

God kommunikasjon med grunneier er nødvendig, spesielt i området hvor arbeidet foregår svært nært eksisterende bebyggelse og lagring av materialer. Tett samarbeid med grunneier er også en forutsetning for at den nye overgangen blir tilstrekkelig utformet og plassert på en hensiktsmessig måte.

Skulle det viser seg at dagens rør er av god stand, og tilfredsstillende anbefalingene over, kan de vurderes brukt i den nye overgangen. Rør som graves opp og ikke kan brukes videre på hensiktsmessig måte, tas hånd om etter gjeldene lover og regler, etter avtale med grunneier.

3.6. Øvre kulvert – på grensen mellom eiendom 5038-28/1 og 5038-29/2

Like vest for kulverten beskrevet i kapittel 3.5 går en driftsveg over bekken, se kart 7 («Øvre kulvert»). Et nytt kulvertløp må anlegges slik at det tilpasses det nye bekkeløpet. Det foreslås å legge et falsrør ig (med pakning), med diameter på 1,4 m over en lengde på 10 m. Denne løsningen vil medføre bedre avrenningsforhold enn dagens situasjon. Det er essensielt at kulverten blir hevet i samsvar med bunnhevingen. Kulverten bør dessuten ha en helning på maks 0,5-1,0% for å tilrettelegge for fisken. Både utløp og innløp skal også muliggjøre fiskens vandring i bekkeløpet. En kulp ved kulvertutløpet vil være hensiktsmessig.

Omfyllingen bør utføres med puk 8-12 og deretter komprimeres. Massene som benyttes skal ikke inneholde steiner som har større tverrmål enn 0,5 m. Største tverrmål for stein skal dessuten ikke overstige 2/3 av lagtykkelsen i gjenfyllingen. Komprimeringsgraden bør være 95% Standard Proctor. Leverandørens anbefalinger bør etterfølges.

Driftsvegen utformes på en slik måte at ved en flomhendelse vil vannet strømme over veien og ned i bekkeløpet igjen på nedstrøms side. Vannet skal ikke ta andre veier, noe som kan forårsake ekstra graving på sidene eller andre skader. God kommunikasjon med grunneierne forutsettes.

Skulle det viser seg at dagens rør er av god stand, og tilfredsstillende anbefalingene over, kan de vurderes brukt i den nye overgangen. Rør som graves opp og ikke kan brukes videre på hensiktsmessig måte, tas hånd om etter gjeldene lover og regler, etter avtale med grunneier.

3.7. Sidebekk i ravinedal

Sidebekken vil erosjonssikres sammen med hovedløpet. Sikringen anbefales fra samløpet ved hovedløpet og oppover omtrent 130 meter, se kart 3. Sidebekken renner i et ravinelandskap, en truet naturtype med mange stedlige arter. Derfor er det særlig viktig at sikringsarbeidet blir utført på en skånsom måte hvor et minimum av vegetasjon blir fjernet og arbeidet utført utenfor hekkesesong for fugl (April til medio August).

Sikringen utføres som beskrevet i kapittel 3.4 *Erosjonsvern*, med bunnheving på omtrent 1,0 meter i djupålen.

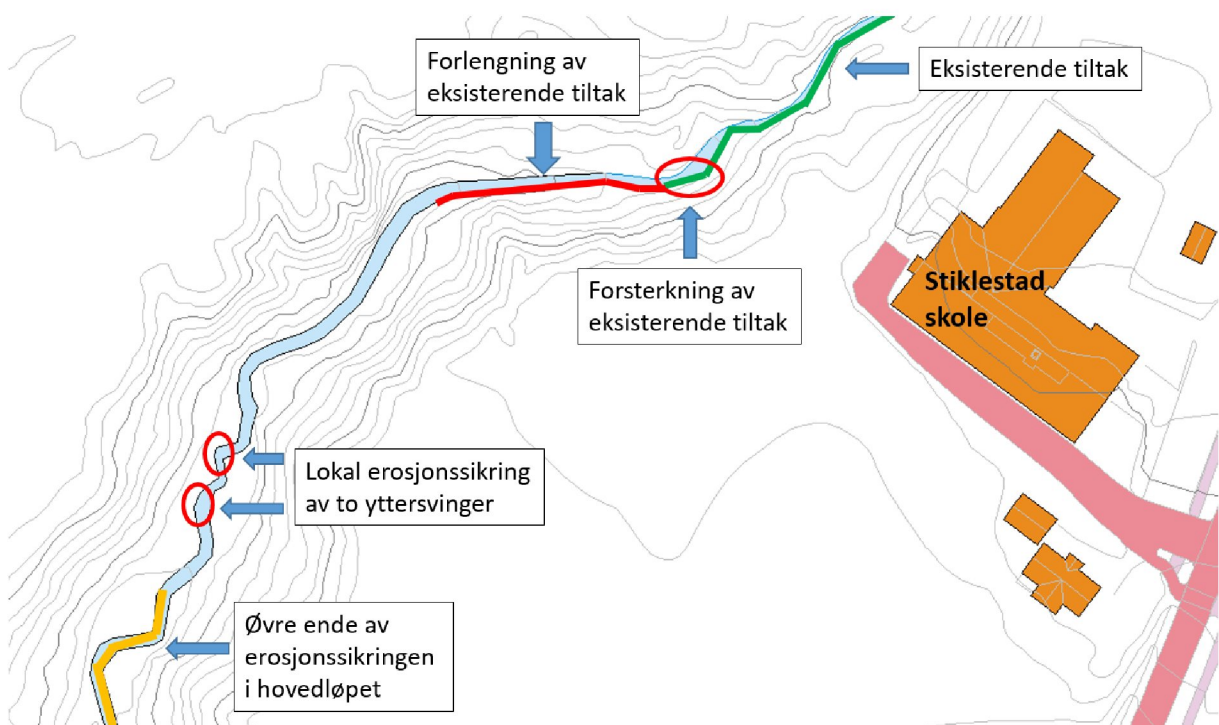
3.8. Parsell nedstrøms Stiklestad skole

Denne delen av tiltaket avhenger av hva som skjer med Stiklestad skole, som man i dag vurderer å fornye eller å flytte. Endelig avgjørelse på i hvilken grad tiltaket vil bli gjennomført vil skje når NVE er kjent med dette utfallet.

Ved Stiklestad skole har det tidligere blitt gjennomført flere sikringstiltak. Nedstrøms den lille gangbrua like vest for skolen er det gjennomført erosjonssikring. Denne sikringen er over en strekning på 10-15 meter for bratt for at fisken kan vandre oppover. Det anbefales å utjevne fallet og anlegge naturlige kulper og terskler i den hensikt å tilrettelegge for fiskens vandring. Dette vil også redusere erosjonen.

I første yttersving nedstrøms skolen er det over 1 m høy erosjonskant over 20-25 m av eksisterende tiltak, se kart 3. Dette må forsterkes i skråningsfoten. Det nedgrunnes (0,8 m) og tilføres samfengte steinmasser, anslagsvis 2-3 m³ per løpemeter. Det anbefales dessuten å forlenge det eksisterende sikringstiltaket ca. 45 m nedstrøms, se kart 8. Sikringen utføres som beskrevet i kapittel 3.4 *Erosjonsvern*, med tykkelse omtrent 1,0 meter i djupålen. Det vil være nødvendig med kompensasjonsgraving siden det er lite fall i bekken i dette området.

Nedenfor forlengningen av sikringstiltaket er det behov for lokal erosjonssikring i to yttersvinger, se kart 8. Tiltaket utformes som en enkel erosjonssikring med samfengt sprengstein på langs bekkesiden. Dette arbeidet kan med fordel utføres lokalt med en beltegraver, noe som reduserer behovet for adkomstveg og dermed inngrep i naturen. Estimert massebehov er ca. 20 m³.



Kart 7: Oversikt over noen av tiltakene nær Stiklestad skole

3.9. Nedstrøms FV759

Denne delen av tiltaket avhenger av hva som skjer med Stiklestad skole, som man i dag vurderer å fornye eller å flytte. Endelig avgjørelse på i hvilken grad tiltaket vil bli gjennomført vil skje når NVE er kjent med dette utfallet.

Omtrent 60 m nedstrøms kulvertutløpet på FV759 er det behov for å forsterke 20 m av venstre sidekant, se kart 3. Forsterkningen vil bli en enkel plastring av bekkesiden med samfengt sprengstein. Til dette arbeidet anbefales å leie en mindre beltegraver, og dertil egnet transportenhet for tilkjøring av steinmasser. Dermed trenger man ikke å anlegge en større adkomstveg med de ulempene det medfører.

For å tilrettelegge for fiskens oppgang i kulverten under FV759 bør terskelen ca. 10 m nedstrøms kulverten heves omtrent 0,2 m. Samtidig må høydeforskjellen nedstrøm denne terskelen, over en lengde på minst 10 m, splittes opp i flere terskler (høyde 0,2 m) med kulper (dybde 0,3-0,5 m) for å lette oppgangen for fisken. Det bør anlegges en djupål i midten av bekkefareet for å samle vannstrømmen ved

lav vannføring

3.10. Massetak / steinbrudd

Steinmasser hentes fra etablert, lokalt og godkjent steinbrudd. Det anslås et massebehov på omtrent 42.000 lm^3 samfengt sprengt stein. Egnede naturgrus til tetteribbene hentes fra godkjente lokale massetak. Vekstmasser tas ut fra skråning der det er hensiktsmessig ut i fra stabilitetshensyn. Hvis ikke dette er mulig må de tilkjøres.

3.11. Avbøtende tiltak

Bekkebunnen skal i den grad det er mulig gjenskapes til dens opprinnelige utforming og utseende. Herunder inngår kulper, stryk og andre stedlige kvaliteter ved bekken. Det anlegges ribber/tetninger ved høydebrykk for å hindre at vannføringen graver seg tilbake til steinmassene. Ribbene vil være rundt en skuffbredde brede og bestå av kvabb eller andre tette masser. Dette vil bidra positivt til å redusere erosjon samtidig som det danner vannspeil oppstrøms. Vannspeil bidrar til naturlige variasjoner i bekkeløpet og legger til rette for at naturen snarlig tar området tilbake.

På steinfyllingen anlegges et vekstlag på minst 10 cm med stedlige masser i de avsluttende arbeider. Vekstlaget dekker steinfyllingen som angitt i tverrprofiltegninger, og tas ut av skråningen eller tilkjøres. Døde trær, røtter, grener etc. som ble felt under de forberedende arbeider legges ut over vekstmassene og festes i elvebredden slik at de stikker ut i vannet. Dette legger til rette for gjengroing og prosesser som fører til at bekken gjenoppnår et naturlig utseende relativt raskt. Dersom de stedlige massene er forurensede, eller inneholder svartelistede arter i norsk flora, må vekstmasser tilkjøres. Eventuelle stedlige masser som er forurensede behandles etter gjeldene lover og regler.

Felling av trær og annen skogrydding skal ikke bli gjennomført i perioden april til medio august av hensyn til hekkeperioden for fugl.

Se forøvrig kapittel 4. *Naturmangfold* for ytterligere avbøtende tiltak.

3.12. Avsluttende arbeider

Anlegget ryddes og føres tilbake til tilstanden det var i før arbeidet ble påbegynt, dette inkluderer også adkomstvegen. Terrenget til bli satt tilbake til opprinnelig stand i den grad det er mulig, etter avtale med grunneier.

4. Naturmangfold

Brokskitbekken ligger på Stiklestad og har en total lengde på cirka 7 km. Bekken drenerer i hovedsak gjennom kulturlandskap, og har ifølge rapport 4/2007 utført av Fylkesmannen i Nord-Trøndelag en anadrom strekning på 2,6 km. Det vil si at laks og sjørørret kan gå så langt som forbi skolen og krysse under Leksdalsveien nord-øst for Stiklestad skole. I samme rapport oppgis det at det ved en ungfiskundersøkelse i 2005 ble registrert en yngeltetthet av ørret på 36 årsyngel/100 m².

Bak Stiklestad Tre AS går bekken i et langt rør/kulvert (Bilde 4) med to ulike dimensjoner. Helningen på røret er bratt, og inne i røret ved skøyten av to rør med ulik diameter er det en knekk som gjør kulverten til et vandringshinder for oppvandrende fisk. Dette bekreftes av Stian Stensland ved NMBU som har kartlagt mange sjørørretbekker i Verdal og har gått gjennom kulverten. Ved el-fiske gjennomført i 2017 ble det ikke funnet fisk ovenfor denne kulverten, men mellom dette røret og RV757 ble det fanget fisk. Dette viser at kulverten under Stiklestad allé ikke er et vandringshinder. Funn av fisk i bekken viser at bekken ikke er mer forurenset enn at fisk, i hvert fall til tider, benytter seg av bekken. Vannundersøkelser fra 90-tallet viste at bekken var sterkt forurenset, men dette kan være forhold som forandrer seg hele tiden (eks. det er vanlig at vannkjemien varierer gjennom året). Det finnes ingen kontinuerlige vannkvalitetsprøver som viser hvordan vannkvaliteten er gjennom året.

Stenslands bekreftelse om at røret bak Stiklestad tre AS er et vandringshinder, betyr at anadrom strekning i dag kun er på cirka 1 km. Røret ble derfor trolig gravd ned etter 2005 i og med at oppgitt anadrom strekning i rapport 4/2007 er 2,6 km. En annen forklaring kan være at det ikke er foretatt el-fiskeundersøkelser i bekken etter 2005 slik at de har antatt at røret ikke har hindret fisken i å gå opp.

I rapport nr. 4/ 2007 utført av Fylkesmannen i Nord-Trøndelag nevnes Brokskitbekken som en av flere bekker i Verdal der det foregår jordbearbeiding alt for langt ut mot bekkekanten slik at kantvegetasjonen langs bekken blir for smalt. Dette er uheldig både med tanke på opptak av næringssalter fra jordbruket som forurenses bekken, men også fordi kantvegetasjonen både binder bredden i tillegg til at den gir skygge og ly for livet i bekken. Bunnsubstratet i bekken veksler fra områder med mye sand/silt til områder med grus som er fint gytesubstrat for ørret.



Bilde 4: Bak Stiklestad tre AS der bekken går i en lang kulvert. Foto: Stian Stensland

4.1. Generelle avbøtende tiltak

Etter at sikringsarbeidet i bekken er ferdig, vil NVE forsøke å gjenskape bekken slik at den ser mest mulig naturlig ut. Bekken vil ikke bli lagt i en rett kanal, men følge sitt opprinnelige løp med svinger, varierende bredde, små kulper, stryk og eventuelt flattere partier. Bunnsubstratet skal være naturlig, helst stedegent materiale, bestående av naturlig sand og grus. Der det er fin gytegrus i bekken i dag, vil vi ta vare på dette substratet for så å legge det oppå sprengsteinen til slutt. I områder med dårlig substrat vil det bli tilkjørt grus og stein for at sjørreten skal få gode gyte-skjul- og oppvekstforhold.

Bekkebredden vil bli tildekket med stedlige jordmasser, og mindre trær vil bli flyttet ned til bekken for å raskere oppnå ny kantvegetasjon. Ved å «plante» eldre trær (2-3 m høye) unngår vi å få det monotone «bildet» som ofte preger områder som har vært utsatt for inngrep der all kantvegetasjon starter å vokse samtidig. Bredden vil tildekkes med stedegne masser, beltespor etter gravemaskinene viskes ut og det vil bli lagt opp til naturlig revevegetering langs bekken. Stubber fra lauvtrær settes nær bekken da disse, nesten samme sommer som treet hogges, vil få nye skudd på stammen, og raskt bidra til ny kantvegetasjon. Av hensyn til det biologiske mangfoldet vil anleggsveien bli fjernet, og bekkedalen vil om noen år igjen bli mindre tilgjengelig for mennesker.

Dagens lange rør bak Stiklestad Tre AS vil bli fjernet og bekken vil her gå åpent. Det vil bli lagt ned et kort rør (cirka 10 m) for at grunneier skal komme over bekken med kjøretøy. Dette røret vil bli lagt såpass dypt at det ikke vil være til hinder for oppvandrende fisk. Her vil det bli lagt ut gytegrus og annen stein som gir bekken et naturlig preg.

Raviner som fortsatt er aktive og uberørte er etter hvert blitt en sjelden naturtype. Menneskelig aktivitet i form av bekkelukking, nydyrking, forbygninger etc. har medført at raviner nå er på rødlista over sjeldne naturtyper. Bekker i ravinedaler bidrar til at masser vaskes ut i dalbunnen. Dette fører videre til at det jevnlig går ras og skred i dalsidene som blottlegger jordsmonnet. En slik blottlegging av jordsmonnet favoriserer pionerarter, og gjør at vi ofte finner de samme artene i slike raviner. Når ei ravine er sikret, vil massene etter hvert stabiliseres og det vil ikke lenger dannes nye tilgjengelige områder pga. ras for pionerarter. På sikt vil dette trolig føre til at det vil bli mer innslag av bl.a. grantrær i ravinen, men jordsmonnet i ravinen vil fortsatt forbli det samme slik at gråor og annen løvskog fortsatt vil bli favorisert, spesielt i de bratte partiene av ravinen. Skogen i seg selv vil være en stabiliserende faktor, slik at det er viktig å opprettholde skogen i ravinen etter at tiltaket er gjennomført. Store trær utgjør ofte viktige biotoper for vedboende sopp og insekter, samtidig som de utgjør viktige elementer i landskapet. Det innebærer at generelt sett så er det et viktig avbøtende tiltak å spare så mye opprinnelig vegetasjon som mulig og da spesielt ivareta store og gamle trær.

For flora og vegetasjon er det også viktig å sikre naturtyper som flommarkskog og typiske gråor-heggeskog. Flommarkskog kan ivaretas ved å ikke hogge mer enn hva som er absolutt nødvendig, samtidig som det bygges terskler i bekken som sikrer at skogbunnen oversvømmes jevnlig av vann. I tillegg er det viktig å ikke planere ut de bratte sidene i ravinen, da sig og mindre masseutglidninger bidrar til dynamikken som er med på å opprettholde denne type skog.

Bekkeraviner er i de fleste tilfellene omgitt av lauvskog, gjerne or og older, og fungerer ofte som viltkorridorer med en viktig funksjon for både pattedyr og fugler. Gråor-heggeskogene, som vi ofte finner i aktive ravinedaler, er et meget viktig habitat for fugl i forbindelse med hekkinga, og det kan være opptil 3000 hekkende par per km². Når det skal hogges trær i forkant av sikringsarbeidet legges det vekt på at det skal hogges minst mulig, og all hogst skal skje utenom hekkesesongen, det vil si ikke trehogst fra april til august.

I bekker med relativt stor vannføring vil bekken alltid gå oppe i dagen under hele anleggsperioden.

Bekken vil få et midlertidig løp (se bilde 5) ved siden av anleggsveien, før den blir satt i stand igjen når maskinene jobber seg nedover bekken igjen. Når maskinene jobber seg nedover bekken, vil bekken få et naturlig utseende, se bilde 6.



Bilde 5: Hofstadelva etter utkjøring av steinmasser. Midlertidig løp ved siden av anleggsveien. Bildet er fra desember 2014



Bilde 6: Hofstadelva samme sted etter endt sikringsarbeid. Bildene er tatt henholdsvis i 2015 og 2017

I og med at det ikke finnes fisk på strekningen som skal sikres, så vil ikke tiltaket få noen stor negativ virkning på fisk. Slam som oppstår i forbindelse med anleggsarbeidet kan få skadelig virkning på rogn og eventuell ungfisk som ligger i grusen på strekningen Verdalselva og opp til Stiklestad Tre AS, men dette er ikke til å unngå.

Bunndyrsamfunnet på de strekningene der bunnen blir hevet vil bli hardt rammet. Avbøtende tiltak for å ivareta bunndyrsamfunnet i bekken er å gjenopprette bunnssubstratet ved enten å ivareta og legge ut igjen opprinnelig substrat, eller tilføre naturlig elvegrus for å gjenskape «før-situasjonen» best mulig. Bekkestrekningen vil relativt raskt få tilbake opprinnelig bunndyrfauna enten via driv fra ovenforliggende uberørt strekning, eller via voksne flyvende individer som koloniserer bekken. I de fleste raviner består bunnssubstratet ofte av finsilt og leire og er lite egnet som bunndyrhabitat. Ved å legge på nytt substrat bestående av elvegrus og større steiner, vil biotopene forbedres og økologisk status

i bekken vil bli bedre. I bekker bestående av silt/leirebunn vil en sikring ofte være en vinn-vinn situasjon for både bunndyr og fisk da bedre forhold for bunndyr også bidrar til mer mat og skjul for fisk. Hvis bekken i dag har rolige partier med fint bunnssubstrat, vil vi også legge til rette for at det blir stille «loner» i bekken etter sikringsarbeidet er ferdig. Dette fordi det ikke er alle bunndyrartene som preferer grov grus og områder med høy vannhastighet.

4.2. Avbøtende tiltak i Brokskitbekken

I Brokskitbekken er store deler av bekken dårlig egnet både for fisk og bunndyr på strekningen som skal sikres.

Siden bekken er anadrom over hele strekningen og har et stort potensial som både gyte- og oppvekstområde for sjørret, vil det legges ut gytegrus og annet egnet naturlig bunnssubstrat i bekken. Utleggingen av gytegrusen tilpasses forholdene på stedet i samråd med geotekniker. Det nye bekkeløpet vil bli variert med tanke på kulper, stryk, svinger, og vil få et naturlig utseende med et bunnssubstrat som egner seg godt for både fisk og bunndyr. Det vil også bli lagt ut større steiner (diameter > 0,5 m), røtter og stokker i det nye bekkeløpet som gir skjul og mat til fisk og bunndyr, samtidig som det bryter opp strømbildet og gir bekken et mer naturlig preg, se bilde 7. Nøyaktig plassering av steiner, gyteområder, kulper og stryk vil bli kontrollert av NVEs egen biolog i felt mens arbeidet pågår.



Bilde 7: Fra midtre del av Hofstadelva etter sikringsarbeidet er gjennomført

NVE vil i samarbeid med den lokale jeger og fiskeforeningen og Stiklestad skole prøve å legge til rette for at det blir laget gyte- og oppvekstområder i området nedenfor skolen slik at dette området kan brukes i undervisningssammenheng. Hvis det viser seg at bekkeløpet nedenfor gangbrua (bilde 8) er i bratteste laget kan vi se på muligheten for å utbedre oppvandringsmulighetene i dette partiet. Hvis fisken kommer seg opp dette partiet, vil sjørreten kunne gå et godt stykke lengre oppover bekken slik at samla anadrom strekning igjen bli minst 2,6 km.



Bilde 8: Venstre: ovenfor Stiklestad skole. Høyre: Nedstrøms brua nedenfor skolen. Foto: Stian Stensland

Kort oppsummert vil følgende avbøtende tiltak bli gjennomført i Brokskitbekken:

- Nytt og hevet bekkeløp vil følge opprinnelig løp
- Bunnsubstratet vil bli sprengstein med partier med naturlig elvestein/grus.
- Fjerning av vandringshinder. Den lukka strekningen bak Stiklestad Tre AS vil bli åpnet, se bilde 4. Kun et kort rør vil bli igjen.
- Røtter/stokker vil bli lagt i bekken for å gi skjul/næring/strømbrytning (se bilde 6 og 7)
- Bekken vil få varierende dybde, bredde, vannhastighet
- Reetablere kantvegetasjon med vekstmasser og flytting/planting av mindre trær
- Bekken skal få et naturlig utseende med kulper, stryk og mer roligflytende partier
- Hogst av trær vil foregå utenom hekkesesongen for fugl

NVE forsøker alltid å gjennomføre sikringstiltak på den tiden av året det er til minst skade for biologisk mangfold. Imidlertid gir dette NVE store utfordringer i og med at ulike arter er sårbare på ulik tid på året. Fugler er mest sårbare i hekketiden, som er i april til august (mange arter får flere kull på en sesong). Fisk er mest sårbar i gyttetida, dvs. september-oktober, men her er også tiden fra gyting og til yngelen klekkes i mai/juni viktig da rogn ligger sårbar i grusen gjennom hele vinteren. For bunndyrene er tiden midt på sommeren mest gunstig med tanke på inngrep da mange arter er på vingene på denne tiden, og det er mye mindre larver og nymfer i bekken. Det er månedene august og september som er det mest gunstige tidspunktet å gjøre sikringsarbeid på med tanke på miljøet, men det sier seg selv at vi ikke kun kan jobbe to måneder i året. Derfor må NVE i hvert enkelt prosjekt gjøre en vurdering av hvilke biologiske verdier vi velger å prioritere.

4.3. Forholdet til Naturmangfoldloven

Kunnskapen om naturmangfoldet og effekter av eventuelle påvirkninger av sikringstiltaket er basert på NVEs egne erfaringer, søk i naturbaser, tidligere tilstandsrapporter samt muntlig informasjon fra Stian Stensland. NVE sine søk i Naturbase og Artsdatabasen viste at sikringstiltaket ikke berører hverken utvalgte naturtyper eller kjente påvisninger av rødlistede arter. Det er heller ikke registrert fremmede

arter i tiltaksområdet.

SWECO AS og NINA fikk for noen år tilbake i oppdrag å dokumentere biologisk mangfold i flere bekkeraviner i Trøndelag. I rapporten ble det beskrevet at mange raviner er relativt like med mye av de samme artene innen flora og fauna, men det betyr ikke at omtalte rapport kan benyttes som grunnlag for alle raviner. Broskitbekken skiller seg ikke ut som en bekk med høyere verdier enn andre. Ravinen er av en slik type som vi har meget god erfaring med. Ved flere befaringer i ravinen, sjekk av naturbaser, samt ved å forhøre oss med fagfolk/lokalkjente, tar vi de nødvendige hensyn som må tas. Der vi ser at det kan være store verdier som ikke er kartlagt, innhenter vi manglende kunnskap før videre planlegging. I Broskitbekken anser vi de undersøkelser som er foretatt tidligere som tilstrekkelige, og etter vår vurdering er det innhentet tilstrekkelig informasjon for å vurdere tiltakets omfang og virkninger på det biologiske mangfoldet. Samlet sett mener NVE at sakens kunnskapsgrunnlag er godt nok utredet, jamfør naturmangfoldlovens § 8.

Etter NVEs vurdering foreligger det tilstrekkelig kunnskap om virkninger tiltaket kan ha på naturmiljøet, og NVE mener at naturmangfoldloven § 9 (føre-var-prinsippet) ikke kommer til anvendelse. NVE mener at etter at bekken er sikret mot erosjon og mulig framtidig kvikkleireskred, vil Broskitbekken fremstå som minst like god og kanskje bedre, enn hva de er i dag. Når vegetasjonen igjen vokser opp langs bekken vil ravinene, såfremt grunneierne ikke hogger skogen, igjen få tilbake mesteparten av de fuktighetskrevene artene samt annet dyre og fugleliv. Fisk og bunndyr vil få mye bedre vilkår i bekken etter at tiltaket er gjennomført. Tiltaket vil etter NVEs mening ikke være i konflikt med forvaltningsmålet for naturtyper, arter eller økosystemet gitt i naturmangfoldloven §§ 4 og 5. Eventuelle avbøtende tiltak er beskrevet først i dette kapittelet under avsnittet *Generelle avbøtende tiltak*.

NVE har også sett tiltaket i sammenheng med andre påvirkninger på de berørte naturtypene, artene og økosystemet. Bekken ligger i eller nær kulturlandskap med til dels sterkt landbrukspåvirkete områder, og har i mange år vært påvirket av menneskelig aktivitet, da spesielt avrenning fra jordbruk.

Sikringsarbeidet vil kunne få negativ virkning på området som naturtype i og med at det vil bli hogget trær langs bekken og klimaet i ravedalen vil bli tørrere og mer ustabil. Dette kan føre til at eventuelle fuktighetskrevene arter kan forsvinne. Sikringsarbeidet vil bli gjennomført så skånsomt og raskt som mulig, og etter å ha gjennomført tidligere beskrevne tiltak, mener NVE at bekken vil fremstå som naturlig og fortsatt være et fungerende økosystem for både akvatisk og terrestrisk flora og fauna. Prinsippet om å vurdere samlet belastning i naturmangfoldloven § 10 er ivaretatt.

4.4. Forholdet til Vannforskriften (for tiltak i vassdrag)

NVE har foretatt en vurdering av kravene i Vannforskriften (FOR 2006-12-15 nr. 1446) §§ 11 og 12 vedrørende midlertidige endringer, ny aktivitet eller nye inngrep. NVE har vurdert tiltak som vil kunne redusere skadene og ulempene ved tiltaket, og vurdert behov for nødvendige oppfølgende undersøkelser.

NVE har vurdert samfunnsnyten av inngrepet til å være større enn skadene og ulempene ved tiltaket. Videre har NVE vurdert at hensikten med inngrepet i form av økt sikkerhet mot vassdragsrelaterte skred ikke med rimelighet kan oppnås med andre midler som miljømessig er vesentlig bedre. Både teknisk gjennomførbarhet og kostnader er vurdert.

Vanddirektivets krav om minst god kjemisk og god økologisk tilstand i bekken vil trolig oppnås etter at sikringstiltakene er gjennomført. Bedre vannkvalitet som følge av redusert erosjon og slamtilførsel vil i seg selv bedre kjemisk tilstand i bekken. Habitattiltakene som vi vil utføre i forbindelse med sikringen, vil være med på å bedre økologisk tilstand i Broskitbekken.

5. Virkninger

5.1. Stabilitet

Tiltaket vil ha en positiv effekt på områdestabiliteten i tiltaksområdet.

5.2. Hydrauliske forhold

Brokskitbekken har et nedslagsfelt på 2,1 km² og en spesifikk avrenning på 20,8 liter/(s×km²). Feltet består av 62 % dyrkamark og 29 % skog og 0,5 % myr. Feltet ligger på et høydenivå mellom kote 22 moh. til kote 175 moh. Elvegradienten er 27,5 m/km (2,7 %). Årsnedbøren anslås til ca. 900 mm hvor mesteparten av nedbøren kommer om vinteren (520 mm), sommer (375 mm). Årstemperaturen er +4,5°C. Middelvannføringen for feltet er anslått til ca. 1,7 m³/s.

Kapasiteten på de to eksisterende kulvertene på fylkesvegen (Ø = 1000 mm) vurderes til å være ca. 2,7 m³/s som tilsvarer Q10. Ved en 10-årsflom er det mye vann og forholdsregler blir tatt.

Med utgangspunkt i dagens kapasitet på 2,7 m³/s bør man ha faktor 1.2 for klimapåslag og 1.4 for kulminasjon. Dette gir ønsket kapasitet på minst 4,5 m³/s, noe som betinger en rørdiameter på 1,3 m. Med plass for litt bunnsstrat i bunnen velger NVE å benytte en rørdiameter på DN (innvendig) på 1400 mm på de to nye kulvertene («Øvre kulvert» og «Nedre kulvert»). Ved 1 m trykkstrømning klarer kulvertene å avlede 6 m³/s, noe som skulle gi en god sikkerhet mot fremtidige flommer.

Med grunnlag av vedlagte Nevinarapport (vedlegg D) inkl. klimapåslag (1,2) og for kulminasjon (1,4) anslår NVE en dimensjonerende flom i Brokskitbekken på 4,5 m³/s. Med dette som grunnlag blir dimensjonerende vannstand ved 3 m bekkebredde ca. 0,65 m. Energilinja vil ligge $v^2/2g = 1,9 \times 1,9 / 2 \times 9,81 = \text{ca. } 0,2$ m høyere. Nødvendig høyde 0,85 m dvs. 1,0 m

MANNINGS FORMEL - ÅPEN KANAL

For normalstrømning i kanaler med trapesformet tverrsnitt

Prosjekt:	Brokskitbekken
Vassdrag:	Verdalselva
Vassdragsnr:	127.A0
Kommune:	Verdal
Fylke:	Trøndelag

Kanaldata				Vannlinjedata		
Bunnbredde (m)	Sidehelning		Bunnhelning	Vannhastighet V (m/s)	Vannstan	Vannføring
	1/x	Manningtall M	%			
3,0	1,5	19	2,5%	1,8	0,63	4,50

Froude 4,1

Med dette som grunnlag vil nødvendig steinstørrelse bli:

KRITISK STEINSTØRRELSE - bestemmelse av					
Formler basert på Vassdragshåndboka					
Prosjekt:	Brokskitbekken				
Vassdrag:	Verdalsvassdraget				
Vassdragsnr:	127.A0				
Kommune:	Verdal				
Fylke:	Trøndelag				
Kanalhellning	I = 1 :	40	Tverrsnittsareal	A = :	3,36
Sidehellning	h = 1 :	1,50	Våt perimeter:	P = :	5,88
Bunnbredde	B = :	3,00	Hydraulisk radius	R = :	0,57
Vannstand	y = :	0,80	Kritisk steinstørrelse	d = :	0,17
				d ₅₀ = :	0,21
	Vinkel deg	Vinkel rad	Sinus	Sinus ²	
Sidehelling vinkel	33,691061	0,588003	0,554700	0,307692	K = :
Friksjonsvinkel	45,000000	0,785375	0,707090	0,499977	d _{skrå} = :
					0,33

Ettersom dette er kritiske steinstørrelser må vi øke størrelsen litt for å ha mer sikkerhet. NVE tilrår følgende samfengte steinstørrelser: $D_{50} = 0,30$ m og $D_{max} = 0,50$ m (disse fraksjoner går til brudd ved en vannstand på 1,3 m).

5.3. Vannkvalitet

Blakking kan forventes lokalt under anleggsarbeidet. Vannkvaliteten kan forventes å bli noe forbedret etter anleggslutt som følge av redusert erosjon og utvasking av leire.

5.4. Flora, fauna

Rydding av vegetasjon langs bekken medfører en midlertidig påvirkning av floraen og faunaen langs bekken. Med de biotopjusterende tiltak som foreslås i punkt 3.11. *Avbøtende tiltak* kan det i noen grad forventes en hurtig etablering av ny vegetasjon der det er ryddet vegetasjon. Tiltaket vil utføres på en så skånsom måte som mulig for å unngå unødig forringelse av flora og fauna langs bekken.

Tiltaket vil legge til rette for fiskens vandring og gyting i bekkeløpet.

5.5. Kulturminner

NVE er kjent med at det er flere kulturminner i nærheten av tiltaksområdet. NVE vil i samråd med kulturmyndigheten påse at nødvendige forholdsregler blir fulgt under sikringsarbeidet.

5.6. Brukerinteresser

Området langs bekken nær Stiklestad skole blir i en viss grad benyttet av elevene og lokalbefolkningen. Det er blant annet en liten gangbru som krysser bekkeløpet. Utover dette er NVE ikke kjent med at området i dag brukes som rekreasjonsområde i betydelig grad. NVE kan ikke se at tiltaket vil begrense dagens generelle mulighetene for friluftsliv og rekreasjon langs av bekken etter endt arbeid.

6. Kostnadsoverslag

Kostnader som påregnes ved foreslått erosjonssikring på omtrent 1400 m. Datert: April-18.

B - Kapitalytelser, rigging, drift og nedrigging	kr	460.000
• Rigging/Nedrigging av byggeplass, inkl. adkomstveier		
• Drift av byggeplass		
• Administrasjon av byggherre		
F - Markkrydding, grunnforsterking, graving og fylling	kr	650.000
• Terrengearbeid/Rydding av skog		
• Grunnforsterkning for tilkjøring av masser til sammenføring av bekk etc.		
• Arbeid med adkomstvei for anleggsmaskiner		
• Reparasjon av kabeltrasé		
• Tetteribber		
G - Berg	kr	6.300.000
• Sprengning, lasting, transport og mottak av samfengt sprengt stein		
• Volum for sikringstiltak inkl. adkomstveg ca. 42.000 lm ³ . Pris 150 kr/m ³ .		
K - Terrengearbeider	kr	100.000
• Reetablering av vegetasjon		
Diverse uforutsett	kr	450.000
Sum eks. mva.	kr	7.960.000
<u>Beregnet kostnad eks. mva. (avrundet)</u>		<u>kr 8.000.000</u>

Pris- og lønnsstigning frem til utførelse vil påløpe i tillegg.

7. Gjennomføring

Ved oppstart av anlegget skal planlegger og anleggsleder gjennomgå planene med det utførende ledd, slik at en sikrer at resultatet blir i samsvar med planen.

Steinstørrelsene beskrevet i kapittel 3.3 *Krav til sikringsmassene* skal kontrolleres og godkjennes i steinbrudd av anleggsleder før utkjøring av stein til anleggsområdet blir gjennomført. Blir det brukt feil steinstørrelse til bygging av sikringstiltaket kan det i verste fall føre til et svakt anlegg som ikke står imot de kreftene det er dimensjonert til og tåle.

Deler av tiltakene som er beskrevet i denne planen ligger i umiddelbar nærhet til Stiklestad Skole. Det er svært viktig at alle nødvendige forhåndsregler blir tatt for at sikkerheten blir ivaretatt gjennom hele prosjektet. Dette setter store krav til at alle faser av arbeidet i nærheten av skolen er nøye planlagt, at ulike risikomomenter er tatt hånd om, og at man tar særlig hensyn under den utførende delen av arbeidet. Dette gjelder også tilkjøring av maskiner, sprengstein og lignende, hvor vakthold kan være nødvendig.

Midlertidig dumping og lagring av masser må gjøres med største forsiktighet og i henhold til gjeldene lover og forskrifter.

NVE tilrår at det ikke utføres gravearbeider i perioder med sterk nedbør og flom. Felling av trær og annen skogrydding gjennomføres utenfor hekkesesongen for fugl (april til midten av august). Det bør ikke ryddes mer vegetasjon enn strengt nødvendig, dette gjelder spesielt i ravinlandskapet i sidebekken.

I samarbeid med kommunen skal berørte grunneier varsles og orienteres om oppstart av arbeidene.

Det kan bli nødvendig med noen mindre justeringer av planen for å tilpasse anlegget til eventuelle endringer fram til anleggsstart.

8. Oppfølging og vedlikehold

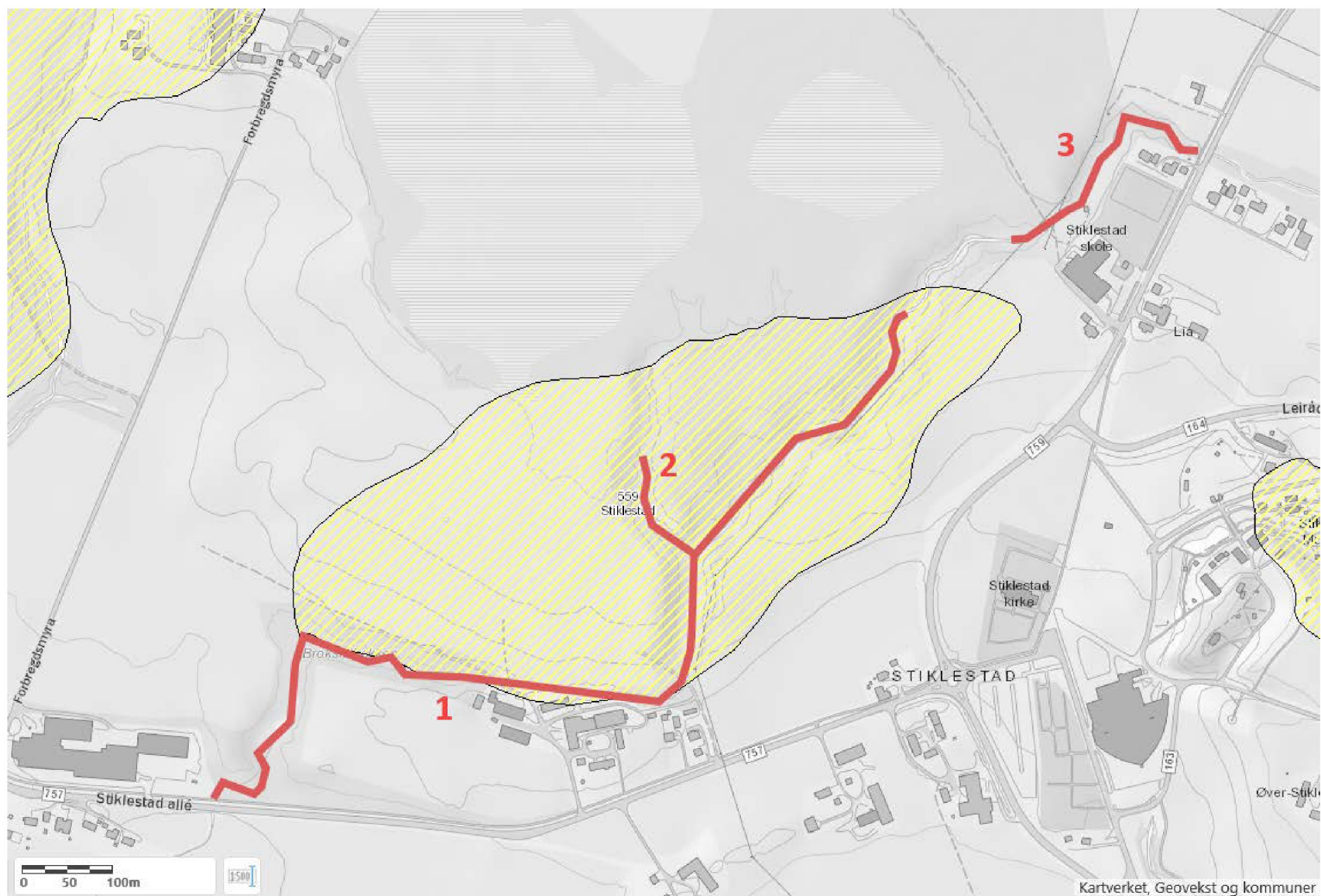
Det er viktig at utførte tiltak blir holdt under tilsyn og vedlikeholdt slik at dens stabiliserende effekt ikke forringes i fremtiden. Strekningen med erosjonssikring skal etterses og eventuelle svakheter skal utbedres med tilførsel av nye steinmasser. Overdragelse av anlegget vil skje etter at anlegget er befart og funnet i orden.

9. Kart og tegninger

Oversiktskart med kvikkleiresone	Vedlegg A
Oversiktskart med adkomstvei	Vedlegg B
Prinsippskisse av sikringstiltaket	Vedlegg C
Data fra NEVINA-rapport	Vedlegg D
Bilder	Vedlegg E

VEDLEGG A

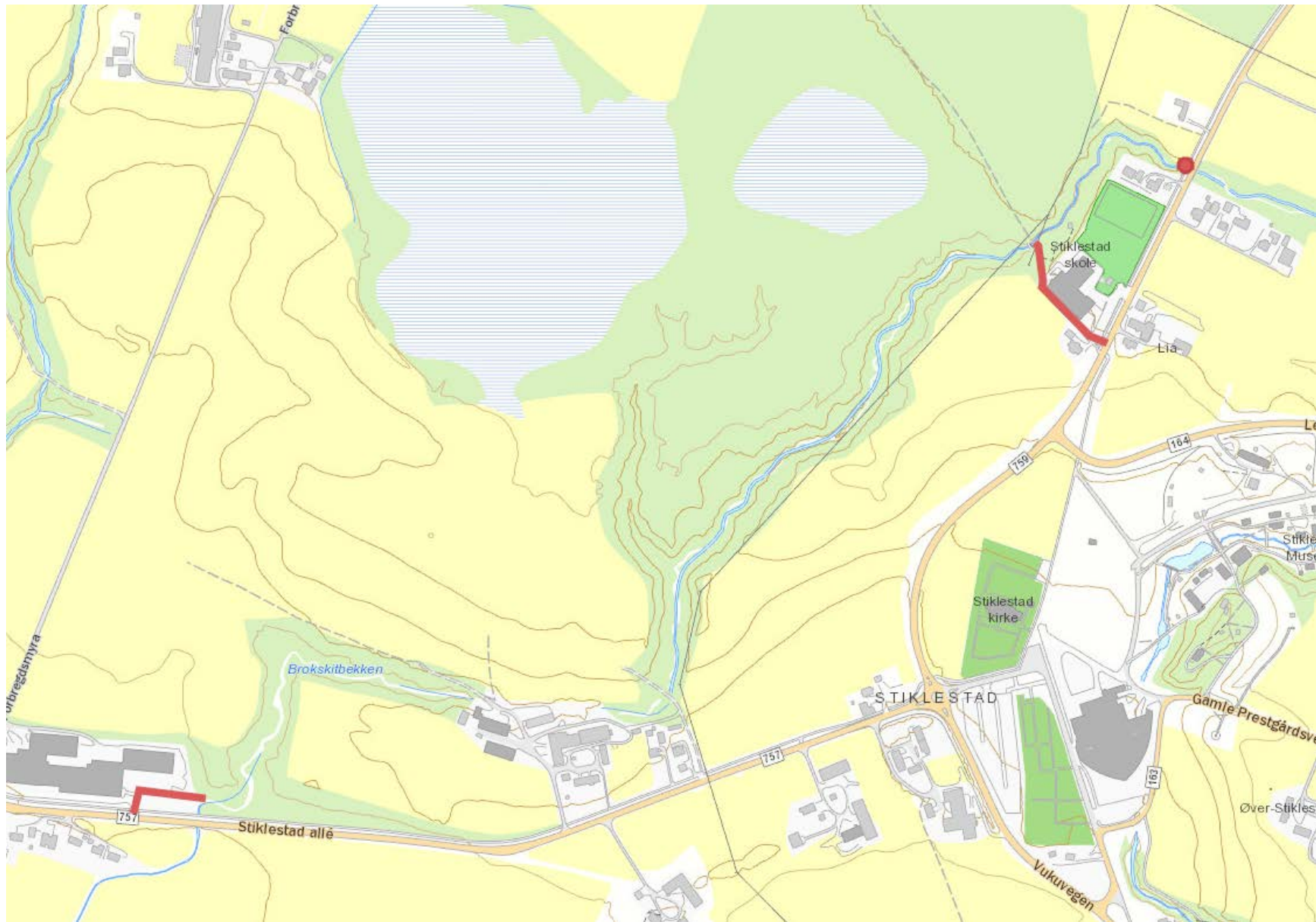
OVERSIKTSKART MED KVIKKLEIRESONE



Kart 8: Tiltaksområde og kvikkleiresone 559 Stiklestad. De tre parsellene er markert. 1 = Hovedløp, 2 = Sideløp, 3 = Bekkeløp ved Stiklestad Skole

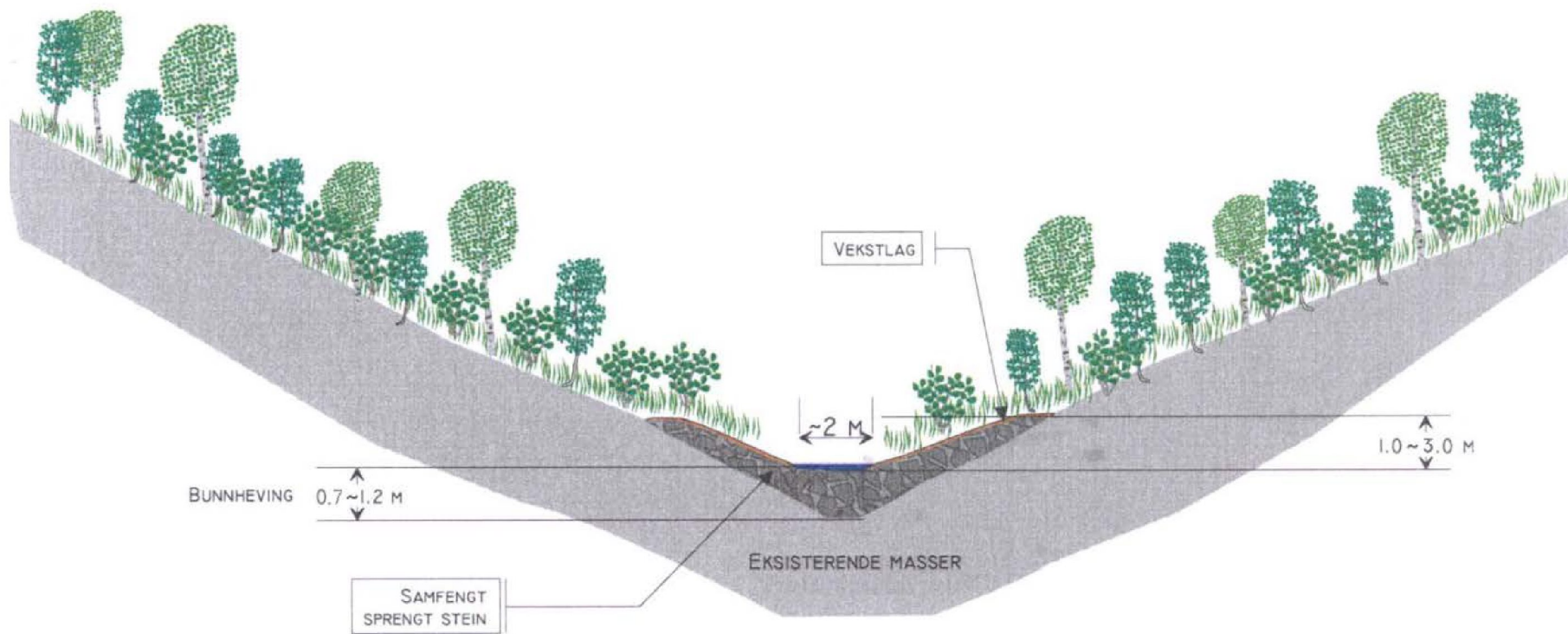
VEDLEGG B

OVERSIKTSKART MED ADKOMSTVEG

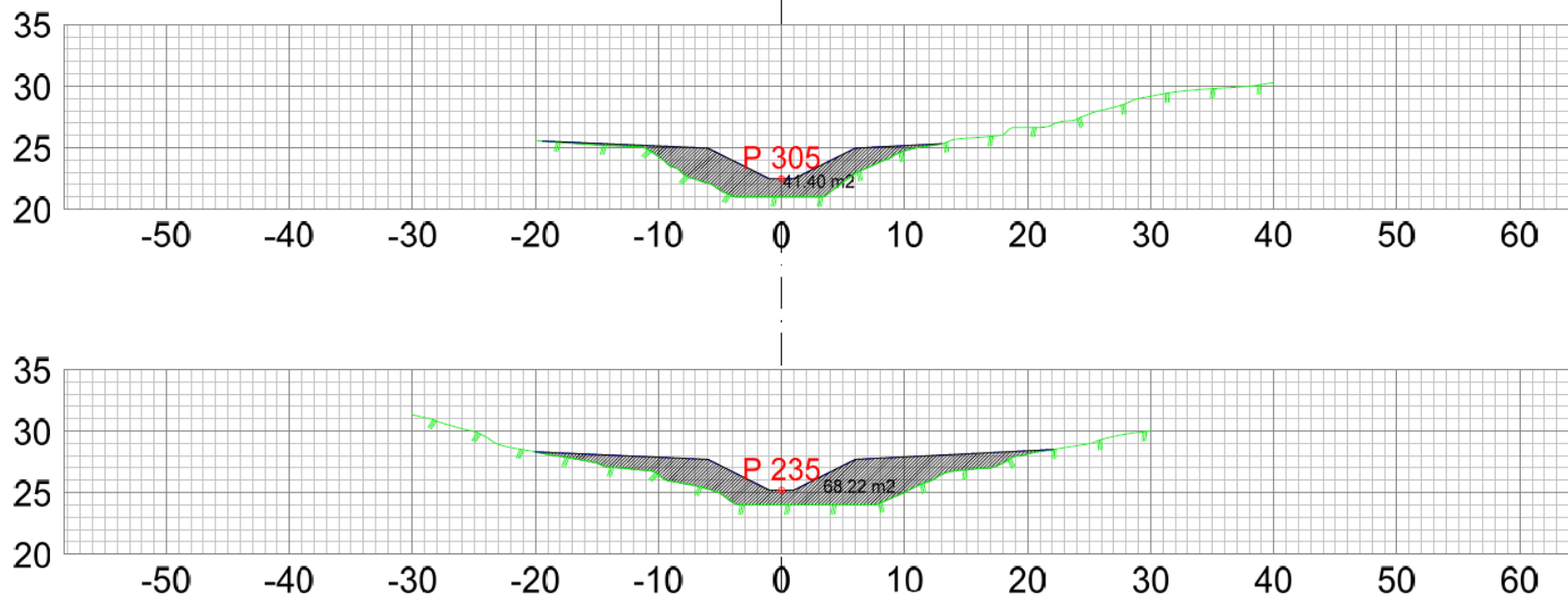


VEDLEGG C


PRINSIPPSKISSE AV SIKRINGSTILTAKET

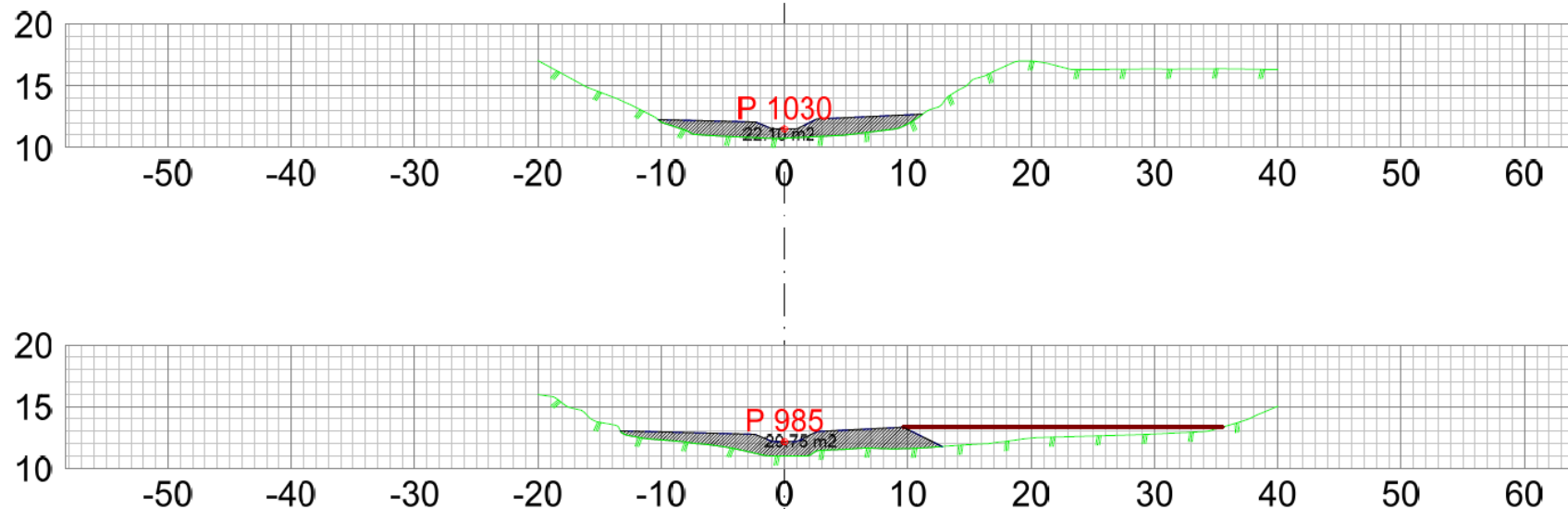


Figur 1: Generell prinsippskisse av erosjonssikring.




Eksempler på ulike typer tverrprofil.
P235 viser et bredere profil med støttefyllinger (erosjonssikringen brer seg flere meter oppover sidene).
P305 viser et smalere profil med støttefyllinger (erosjonssikringen brer seg flere meter oppover sidene).

Revidert:					
Dato:	Konstr./tegn:	Godkjent:	Målestokk:		
05.04.2018	Håkon Hollebust	Mads Johnsen	1:500		
Inngrepsnr.: 9824					
Tverrprofiltegning				301	
Kommune:	Vassdragsnr.:		Vedlegg:		
Fylke: Verdal, Trøndelag	127		C		



Eksempler på ulike typer tverrprofil.
P985 viser et bredt profil uten støttefyllinger. På høyre side ligger fyllmasser, avgrenset av brun linje.
P1030 viser et typisk profil uten støttefyllinger.

Revidert:				 NVE
Dato: 13.04.2018	Konstr./tegnet: Håkon Hollebust	Godkjent: Mads Johnsen	Målestokk: 1:500	
Inngrepsnr.: 9824				
Tverrprofiltegning				302
Kommune: Fylke: Verdal, Trøndelag	Vassdragsnr.: 127	Vedlegg: C		

VEDLEGG D

DATA FRA NEVINA-RAPPORT



Kartbakgrunn: Statens Kartverk

Kartdatum: EUREF89 WGS84

Projeksjon: UTM 33N

Nedbørfeltgrenser, feltparametere og vannføringsindekser er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Lavvannskart

Vassdragsnr.: 127.A0
Kommune: Verdal
Fylke: Trøndelag
Vassdrag: Verdalsvassdraget

Vannføringsindeks, se merknader

Middelvannføring (61-90)	20,6 l/(s*km ²)
Alminnelig lavvannføring	5,0 l/(s*km ²)
5-persentil (hele året)	5,0 l/(s*km ²)
5-persentil (1/5-30/9)	3,4 l/(s*km ²)
5-persentil (1/10-30/4)	7,5 l/(s*km ²)
Base flow	7,6 l/(s*km ²)
BFI	0,4

Klima

Klimaregion	Midt
Årsnedbør	891 mm
Sommernedbør	373 mm
Vinternedbør	517 mm
Årstemperatur	4,5 °C
Sommertemperatur	11,4 °C
Vintertemperatur	-0,4 °C
Temperatur Juli	13,5 °C
Temperatur August	13,0 °C

Feltparametere

Areal (A)	2,3 km ²
Effektiv sjø (S _{eff})	0,0 %
Elvelengde (E _L)	3,3 km
Elvegradient (E _G)	24,8 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (G ₁₀₈₅)	17,0 m/km
Feltlengde(F _L)	3,3 km
H _{min}	10 moh.
H ₁₀	28 moh.
H ₂₀	41 moh.
H ₃₀	46 moh.
H ₄₀	55 moh.
H ₅₀	60 moh.
H ₆₀	69 moh.
H ₇₀	80 moh.
H ₈₀	95 moh.
H ₉₀	123 moh.
H _{max}	175 moh.
Bre	0,0 %
Dyrket mark	61,7 %
Myr	0,5 %
Sjø	0,0 %
Skog	28,3 %
Snaufjell	0,0 %
Urban	0,1 %

1) Verdien er editert

Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindekser. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrværsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

Flomberegning

Vassdragsnr.: 127.A0

Kommune: Verdal

Fylke: Trøndelag

Vassdrag: Verdalsvassdraget

Flomverdiene viser størrelsen på kulminasjonsflommer for ulike gjentakintervall. De er beregnet ved bruk av et formelverk som er utarbeidet for nedbørfelt under ca 50 km². Feltparametere som inngår i formelverket er areal, effektiv sjøprosent og normalavrenning (l/s*km²). For mer utdypende beskrivelse av formelverket henvises det til NVE –Rapport 7/2015 «Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt». Det pågår fortsatt forskning for å
Det pågår fortsatt forskning for å bestemme klimapåslag for momentanflommer i små nedbørfelt. Frem til resultatene fra disse prosjektene foreligger anbefales et klimapåslag på 1.2 for døgnmiddelflom og 1.4 for kulminasjonsflom i små nedbørfelt.

Verdalsvassdraget

Areal (km ²)	2,26
Klimafaktor	1,4

	Q ^M		Q 5	Q 10	Q 20	Q 50	Q 100	Q 200
	m ³ /s	l/(s*km ²)						
Flomfrekvensfaktorer	-	-	1,26	1,49	1,74	2,11	2,44	2,81
95% intervall øvre grense (m ³ /s)	2,3	1033,8	3,0	3,6	4,3	5,4	6,4	7,4
Flomverdier (m ³ /s)	1,3	584	1,7	2,0	2,3	2,8	3,2	3,7
95% intervall nedre grense (m ³ /s)	0,7	330	0,9	1,1	1,2	1,4	1,6	1,9
Flommer med klimapåslag (m ³ /s)	1,8	817,7	1,7	2,8	3,2	3,9	4,5	5,2

Beregningene er automatisk generert og kan inneholde feil. Det er generelt stor usikkerhet i denne typen beregninger. Resultatene må verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner. Resultatene er ikke gyldig som grunnlag til flomberegninger for klassifiserte dammer.

VEDLEGG E

BILDER



Bilde 9: Tydelig erosjon og graving inn mot siden.



Bilde 10: Vegetasjon har falt over som følge av vannets graving.



Bilde 11: Større utglidninger kan bli observert flere steder langs bekkeløpet.



Bilde 12: Tydelige utglidninger også i sideløpet til Brokskitbekken.



Bilde 13: Skader på eksisterende sikringstiltak nedstrøms skolen (sett motstrøms).



Bilde 14: Erosjon i bekkesiden i øvre del (sett motstrøms). Sikring anbefalt.