

Lillehammer kommune

Vurdering av sikringstiltak mot flom

Askjellrudbekken

2016-01-25 Oppdragsnr.: 5152120



Einar Markus Eriksen

J01	2016-01-25	Rapport for bruk av oppdragsgiver	Brochmann	Markhus	Brochmann
B02	2015-12-04	For fagkontroll	Brochmann	Markhus	Brochmann
B01	2015-10-12	Foreløpig/Førstekast for gjennomgang med oppdragsgiver og fagkontroll	Brochmann		Brochmann
Rev.	Dato:	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Innhold

1	Innledning	6
1.1	Beliggenhet, bakgrunn og beskrivelse av problemet	6
2	Grunnlagsdata	7
2.1	Opplysninger fra oppdragsgiver	7
2.2	Elektroniske grunnlagsdata og kart	7
3	Nå-tilstand	8
3.1	Nedbørfelt og avrenning	8
3.1.1	Flomberegning, rasjonal formel	10
3.1.2	Flomberegning, flomfrekvensanalyse	10
3.1.3	Kommentar flomvannføringer	10
3.2	Bekkeløp Askjellrudbekken	10
3.2.1	Kulverter, bruer og oppstuvende barrierer	11
3.3	Eksisterende dam oppstrøms Vårsætergrenda	12
3.3.1	Flomdempingspotensial	13
3.3.2	Beskrivelse av konsekvenser ved brudd	14
3.3.3	Oppsummering eksisterende dam	14
3.4	Eksisterende VA-ledningsnett og annen teknisk infrastruktur	14
3.5	Undersøkelse av biologisk mangfold i planområdet	15
3.6	Grunnforhold og Grunnundersøkelser	15
4	Beskrivelse av mulige tiltak	16
4.1	Sikring av eksisterende bekkeløp	16
4.1.1	Erosjonssikring av eksisterende bekkeløp	16
4.1.2	Utvidelse av trange løp	18
4.1.3	Oppdimensjonering av eksisterende stikkrenner	19
4.1.4	Tiltak for å hindre gjentetting av innløpene til kulverter og stikkrenner	20
4.1.5	Flomvoller	20
4.2	Sikring av flomveier	21
4.2.1	Tilrettelegging av eksisterende grøfter	21
4.2.2	Eventuell etablering av nytt nødløp/flomløp	22
4.3	Omlagging av bekkeløpet	22
4.4	Etablering av fordrøyningsdam	23
4.5	Øvrige tiltak	25
4.5.1	Diverse mindre tiltak	25
4.5.2	Rensk og rydding i og langs eksisterende bekkeløp	25
4.5.3	Tiltak mot beboere og publikum	25
4.6	Kostnadsoverslag	25
4.7	Prioritering av tiltakene	25
4.7.1	Tiltak som anbefales gjennomført	26
4.7.2	Tiltak som kan avventes eller ikke anbefales	26
5	Gjennomføring	27

6	Oppfølging og vedlikehold	28
7	Vedlegg	29
8	Referanser	30

Sammendrag

Askjellrubbekken ligger i Lillehammer kommune, om lag 3,5 km sørøst for Lillehammer sentrum, og er en sidebekk til Åretta. Bekkeløpet ligger tett ved bebyggelsen i området "Vårsetergrenda" og i forbindelse med intens nedbør 8. juli 2014 førte store vannmengder i Askjellrubbekken til skader på denne bebyggelsen. Hendelsen førte til kraftig erosjon og massetransport og at vannmasser tok nye veger på flere steder. Lillehammer kommune ønsker å få utarbeidet en tiltaksplan med forslag til helhetlige løsninger som sikrer Askjellrubbekken og tilgrensende bebyggelse og infrastruktur mot fremtidige skader som resultat av flom, dambrudd, massetransport og erosjon.

Dagens stikkrenner i vassdraget har betydelig underkapasitet, og vassdraget er utsatt med tanke på erosjon og skader på nærliggende bebyggelse. Videre vil massetransport i vassdraget kunne tette igjen eksisterende stikkrenner og kulverter og ytterligere forsterke skader og ulemper ved store vannføringer i bekken. Dagens flomveier er ikke tilrettelagt for å motta flomvannføringer dersom hovedløpet går over sine bredder. Det finnes også en dam i nedbørfeltet oppstrøms Rødsildreveien som ved et evt. brudd kan forventes å gi bruddvannføringer som kan berøre nedenforliggende bebyggelse. Dammens fordrøynings effekt på større flommer er vurdert som liten, og dammen anbefales nedlagt.

Dagens bekkeløp anbefales sikret mot erosjon med stein og murer, samt i enkelte partier også ved utvidelse av det eksisterende bekkeløpet. Videre anbefales en utskifting av bekkens stikkrenner og tilhørende inntak. Det anbefales også å etablere fangdammer oppstrøms enkelte av disse for å kunne samle opp og ved jevne mellomrom fjerne masser som blir transportert med bekken.

I enkelte utsatte lavpunkt i terrenget er det anbefalt å etablere flomvoller for å forhindre at vann ved høye vannføringer tar uønskede løp.

Dagens flomvei fra inntaket til Blomsterbakken anbefales optimalisert og opprustet for å kunne tåle større vannføringer. Flomveien kan på så måte kunne virke sammen med dagens innløp for å ta unna de største vannføringene, og virke som nødløp/flomløp ved en evt. gjentetting av innløpet ved Blomsterbakken etter fremtidige utbedringer og oppdimensjoneringer av dagens kulvert.

1 Innledning

1.1 BELIGGENHET, BAKGRUNN OG BESKRIVELSE AV PROBLEMET

Askjellrubekken ligger i Lillehammer kommune, om lag 3,5 km sørøst for Lillehammer sentrum, og er en sidebekk til Åretta. Bekkeløpet ligger tett ved bebyggelsen i området "Vårsetergrenda" og i forbindelse med intens nedbør 8. juli 2014 førte store vannmengder i Askjellrubekken til skader på denne bebyggelsen. Hendelsen førte til kraftig erosjon og massetransport og at vannmasser tok nye veger på flere steder.

Bekken er på flere steder lagt i rør og disse bekkelukkingene er ikke dimensjonert eller utformet for store vannmengder og massetransport. Inntakene til bekkelukkingene ble trolig helt eller delvis gjentettet ved skadehendelsen, og vannmassene overtoppet veiene ved inntakene.

Lillehammer kommune har siden flommen 8. juli 2014 utført en registrering av skader og vannveger i tilknytning til Askjellrubekken, og gjort en foreløpig vurdering av en del problematiske punkter langs vassdraget.

Oppstrøms bebyggelsen i Vårsetergrenda finnes også en gammel dam med ukjent opphav. Dammen antas å kunne gi betydelig skade på nedstrøms bebyggelse ved et eventuelt brudd og Lillehammer kommune ønsker en vurdering av dammens bruddkonsekvenser. Lillehammer kommune ønsker også en utredning om dammens potensial som flomdemningsmagasin.

Med bakgrunn i disse problempunktene ønsker Lillehammer kommune å få utarbeidet en tiltaksplan med forslag til helhetlige løsninger som sikrer Askjellrubekken og tilgrensende bebyggelse og infrastruktur mot fremtidige skader som resultat av flom, dambrudd, massetransport og erosjon.



2 Grunnlagsdata

2.1 OPPLYSNINGER FRA OPPDRAGSGIVER

I forkant av oppdraget med denne tiltaksplanen har kommunen satt opp en liste med problempunkter langs bekken (se vedlegg 4). Opplysninger og erfaringer fra området er også videreformidlet fra Lillehammer kommune på befaring og i møter.

2.2 ELEKTRONISKE GRUNNLAGSDATA OG KART

Det er under arbeidet med tiltaksplanen benyttet en rekke forskjellige kart- og datakilder, både fritt tilgjengelige på nett og detaljprodukter for analyser fremskaffet av oppdragsgiver. De fleste av disse er listet nedenfor og der det er hensiktsmessig er det også spesifisert i rapporten hvilket grunnlag som er lagt til grunn for ulike analyser/presentasjoner.

- Kartgrunnlag FKB, 1m koter for planområdet fremskaffet av oppdragsgiver
- Laser punktsky for planområdet fremskaffet av oppdragsgiver
- VA-ledningskart for planområdet (sosi-format) fremskaffet av oppdragsgiver.
- Løsmassekart, Nasjonal løsmassedatabase, NGU (<http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>)
- Kartressurser på nett: www.atlas.nve.no, www.norgeskart.no, www.atlas.no, med flere.
- IVF-kurve Lillehammer (www.eklima.no)

3 Nå-tilstand

Beskrivelse av nå-tilstanden for Askjellrubbekken med tilhørende nedbørfelt er utarbeidet med bakgrunn i informasjon fremskaffet gjennom kartstudier, befaringer, opplysninger fra oppdragsgiver og datainnsamling fra ulike tilgjengelige kilder.

3.1 NEDBØRFELT OG AVRENNING

Nedbørfeltet til Askjellrubbekken er lokalisert nord og øst for Askjellrubbekken og Vårsætergrenda. Feltet er bestemt fra en terrengmodell fra elektronisk FKB-kart med 1m koter og vurdert mot NVE lavvannskart for området. I enkelte flate områder langs feltets grense er det vanskelig å vurdere vannets bevegelser. Etter ønske fra oppdragsgiver er det valgt å inkludere disse arealene for avrenningsberegninger. Nøkkeldata for nedbørfeltet er vist i Tabell 1 og feltets arealfordeling er vist i Tabell 2.

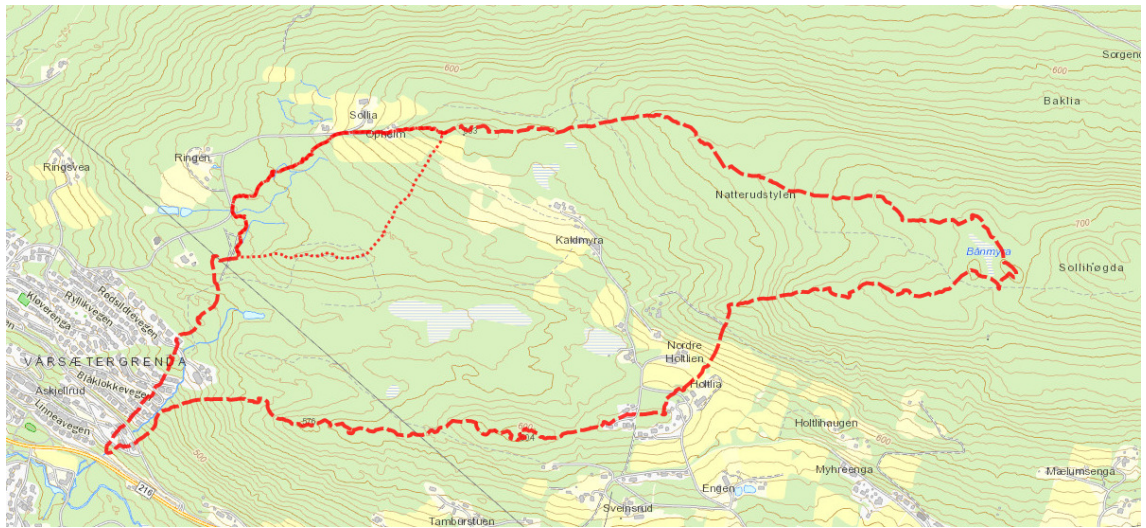
Nedbørfelt Askjellrubbekken		
Total feltstørrelse	1.329	km ²
Laveste punkt (ca.)	446	m.o.h.
Høyeste punkt (ca.)	701	m.o.h.
Gjennomsnittshøyde	601	m.o.h.

Tabell 1 - Nøkkeldata nedbørfelt Askjellrubbekken

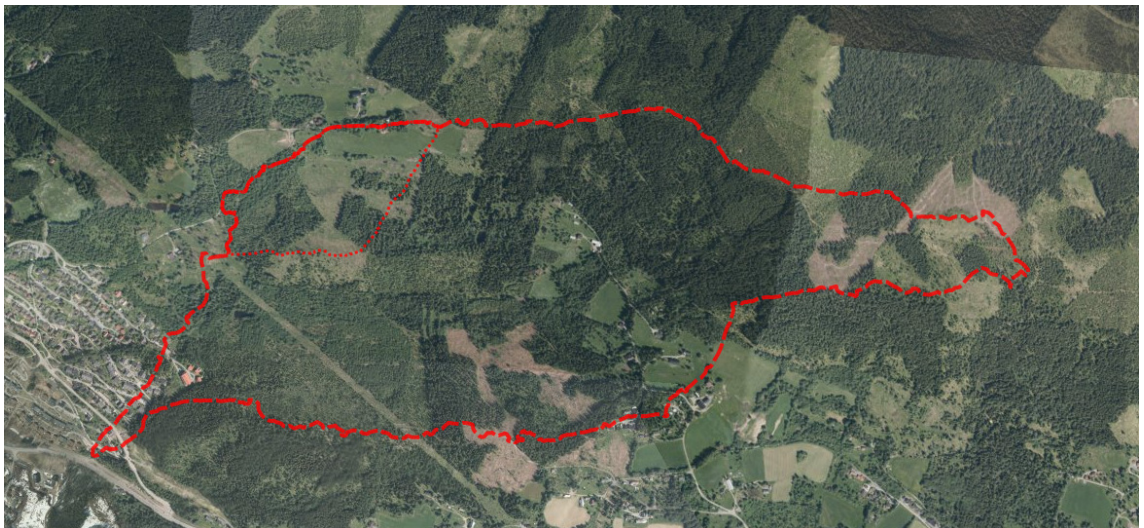
Arealtype	Størrelse (km ²)	% av total
Skogsterreng	1.1412	85.9%
Myr	0.0366	2.8%
Jordbruksarealer	0.1234	9.3%
Villabebyggelse	0.0218	1.6%
Vann	0.0010	0.1%
Veg	0.0050	0.4%

Tabell 2 - Arealfordeling nedbørfelt Askjellrubbekken

Skissene på neste side viser nedbørfeltet til Askjellrubbekken. Området som er inkludert i feltet med tanke på avrenningsberegninger, men hvor det er usikkert om avrenningen faktisk går til bekken, er vist med prikket linje i nordvestre ende av feltet. I løsmassekartet angir brun farge "torv/myr", rosa farge "bart fjell/tynt dekke", lys grønn "tynn morene" og mørkere grønn "tykk morene".



Figur 1 - Nedbørfelt Askjellrubekken, kart



Figur 2 - Nedbørfelt Askjellrubekken, flyfoto



Figur 3 - Nedbørfelt Askjellrubekken, løsmassekart

3.1.1 **Flomberegning, rasjonal formel**

Det er utført et overslag for flomvannføringer i Askjellrubekken basert på arealet og arealfordelingen til nedbørfeltet og IVF-kurven til Lillehammer, og kontrollert mot IVF-kurven til Gjøvik. Avrenningsfaktoren C for ulike arealtyper er bestemt etter tabeller i *Håndbok N200* (Statens vegvesen, 2014) og *Retningslinjer for overvannshåndtering i Bergen kommune* (Bergen kommune, 2005), og vurdert mot løsmassekart og observasjoner gjort på befaring. Det er lagt til et klimatillegg på 20 % som angitt i *Hydrological projections for floods in Norway under a future climate* (NVE, 2011).

Konsentrasjonstiden til nedbørfeltet er beregnet etter formel for konsentrasjonstid i naturlige felt (Statens vegvesen, 2014).

200-årsflom i Askjellrubekken er med rasjonal formel beregnet til ca. 2,8 m³/s med IVF-kurve for Lillehammer og ca. 3,9 m³/s med IVF-kurve fra Gjøvik.

Fullstendig beregning er gjengitt i vedlegg 3.

3.1.2 **Flomberegning, flomfrekvensanalyse**

Det er utført en innledende vurdering av avrenningen i nedbørfeltet basert på tilsvarende kjente felt i andre deler av landet. Følgende verdier antydes for flomvannføringer i Askjellrubekken:

- 1000-årsflom: 1-1,5 m³/s i snitt over en 24-timers periode, spissavrenning ca. 3 m³/s
- 200-årsflom: Verdier for 1000-årsflom redusert med 15 %, 0,85 - 1,3 m³/s i snitt over en 24-timers periode, spissavrenning ca. 2,6 m³/s

3.1.3 **Kommentar flomvannføringer**

Rasjonal metode for beregning av avrenning har sitt beste anvendelsesområde for mindre og relativt homogene nedbørfelt. Litteraturen anbefaler noe varierende øvre grense for feltstørrelse, men opp mot 0,5 – 0,8 km² er vanlig å anta. Metoden benyttes dog også for større felt. Askjellrubekkens nedbørfelt er noe større enn det angitte intervallet, og for større felt vil avrenningsberegningene da normalt være konservative.

Spissavrenningene beregnet ved flomfrekvensanalyse og den rasjonale metode er relativt sammenfallende med IVF-kurven til Lillehammer, og noe lave sammenlignet med IVF-kurven til Gjøvik. For det aktuelle området er det videre vurdert at verdiene som fremkommer med beregning av dimensjonerende vannføring med IVF-kurven fra Lillehammer kan synes noe lave. Det er derfor, basert på erfaringstall, valgt å også undersøke belastningen av vannføring på 3 m³/s/km² (Q_{dim} = 4 m³/s) ved valg av dimensjoner på stikkrenner, dimensjon på bekkeløp og erosjonssikringer. Denne belastningen sammenfaller også med 200-årsflom med intensitetsdata fra IVF-kurven til Gjøvik.

I de forenklete beregningene for fordrøyning/ruting er flomforløpet fra flomfrekvensanalysen benyttet direkte, men det er også her gjort vurderinger av belastningen av oppskalerte flomtilløp.

3.2 **BEKKELØP ASKJELLRUBEKKEN**

Et definert løp for Askjellrubekken starter et stykke oppstrøms en dam som beskrives nærmere i kapittel 3.3. Fra dammen renner bekken i et god definert løp gjennom skogsterreng med en del kvist og trær i og langs bekkeløpet. Om lag 40-50 m nedstrøms dammen flater terrenget noe ut, og

bekken flyter utover. I dette flate området er det mer spredt vegetasjon, og mindre buskvekster. Vest i dette flate området finnes et sadelpunkt som oppdragsgiver anslår kan ha flommet over ved tidligere flomhendelser og gitt avrenning ned til en traktorveg ca. 100 m vest for bekkeløpet. Denne traktorvegen har tydelige spor av erosjon. Oppdragsgiver opplyser at det er utført gravearbeider i denne traktorvegen, trolig som et forsøk på flomavledning. Kommunen har dog ikke godkjent slike arbeider, og kjenner ikke til hvem som har utført disse gravearbeidene. Evt. avrenning fra traktorveien har samløp med bekkeløpet ca. 40 m oppstrøms Rødsildreveien.

Nedstrøms det flatere partiet renner bekken i et tydelig løp med gjennomsnittsfall på ca. 14% ned mot Rødsildreveien.

Under Rødsildrevegen finnes en stikkrenne, og oppstrøms denne stikkrennen finnes en del steinmasser som oppdragsgiver opplyser at trolig delvis ble avsatt her i forbindelse med flommen i 2014, og delvis også er plassert der i forbindelse med opprydding etter flommen.

Fra Rødsildreveien renner bekken langs boligområdet Vårsætergrenda med bebyggelse på nord-/vestsiden og skogsterreng på sør-/østsiden ned mot Blomsterbakken. Det er tydelige spor etter erosjonsskader langs store deler av bekkeløpets bredder, og flere steder finnes bratte jordskråninger som er svært utsatt med tanke på fremtidig erosjon. Husene og eiendommene som ligger inntil bekken fikk skader under flommen i 2014, og det er enkelte steder utført gjenopprettingstiltak. Langs eiendommen til Blåkklokkeveien 51 er det lagt ut steinmasser og utført arbeider i bekkeløpet, og rett oppstrøms denne eiendommen er det bygget en tørrmur på nord-/vestsiden av bekkeløpet.

Retten nedstrøms Blåkklokkeveien 59 finnes et flatere område hvor eroderte steinmasser har blitt avsatt. Steinmassene er spredt som en vifte med en utstrekning på ca. 30-50 m sør-/østover fra bekken. Bunnen av bekkeløpet mellom Rødsildreveien og Blomsterbakken antas i hovedsak å være berg. Gjennomsnittsfallet på strekningen er ca. 24 %, men bekken har naturlig et noe avtrappende forløp slik at enkelte partier er brattere og enkelte slakere.

Under Blomsterbakken finnes en kulvert, og nedstrøms denne kulverten renner bekken videre bratt, gjennomsnittsfall ca. 40 %, ned mot en kulvert under gang- og sykkelvei og Fv 216 Messenlivegen. På strekningen finnes en gammel og gjengrodd betongbru som ikke lenger har noen funksjon. Bunnen av bekkeløpet antas å være berg.

3.2.1 **Kulverter, bruer og oppstuvende barrierer**

På strekningen mellom dammen oppstrøms Rødsildreveien til nedstrøms Fv 216 Messenlivegen finnes følgende bekkelukkinger og konstruksjoner i bekken (listet fra oppstrøms til nedstrøms):

Type	Sted	Innløp	Dimensjon	Ca. lengde	Materiale	Merknad
Stikkrenne	Traktorveg	Rør	Ø 1100 mm	7 m	Stål	
Stikkrenne	Rødsildreveien	Vingemur	Ø 800 mm	18 m	Betong	
Kulvert	Blomsterbakken	Vingemur	Ø 1000 mm	75 m	Betong	4 stk. kummer angitt på strekning, dimensjoner på rør nedstrøms varierer, utløp Ø 800 mm
Gammel bru	#	#	BxH 1300x900 mm	3 m	Betong	
Kulvert	Messenlivegen	Vingemur	Ø 1000 mm	25 m	Betong	Utløp i større kulvert, korrugert stålør med oval profil BxH ca. 2000 x 1500 mm)

Tabell 3 - Kulverter og stikkrenner

Det er gjort et overslag for kapasiteten til stikkrenner og kulverter basert på nomogrammer med forutsetning om innløpskontroll (FHWA, 2012). Kapasiteten er vurdert for tre tilfeller, kapasitet ved 80 % fylling av kulvert/stikkrenne ved inntaket (et vanlig, konservativt, dimensjoneringskriterium), 100% fylling av kulvert stikkrenne ved inntaket og kapasitet ved anslått overtopping av terreng/veg ved kulverten/stikkrennen. Beregnede kapasiteter forutsetter innløp fritt for tilstoppinger og rister, samt at forhold nedstrøms inntaket ikke påvirker kapasiteten. Med unntak av inntaket oppstrøms Messenlivegen ble det observert stein/løsmasser ved innløpene til kulvertene og stikkrennene. Faktiske kapasiteter vil derfor kunne ligge noe lavere enn de som er beregnet.

Type	Sted	Q 80 % (m ³ /s)	Q 100 % (m ³ /s)	Q overtopping (m ³ /s)	Merknad
Stikkrenne	Traktorveg	1.25	1.70	1.70	Svært liten overdekning, antatt overtopping ved fullt rør
Stikkrenne	Rødsildreveien	0.56	0.77	1.25	
Kulvert	Blomsterbakken	0.98	1.34	2.59	Sideoverløp trer i funksjon omtrent ved fullt inntak, antatt overtopping av veg fra sidegrøft ved kt. ca. 466.7 m.o.h.
Gammel bru	#	1.34	1.82	3.80	Antatt ca. 1 m oppstuvning over topp innvendig bru
Kulvert	Messenlivegen	0.98	1.34	2.15	

Tabell 4 - Kapasitet kulverter og stikkrenner

3.3 EKSISTERENDE DAM OPPSTRØMS VÅRSÆTERGRENDA

Direkte ovenfor Vårsetergrenda er det anlagt et lite magasin. Magasinet er etablert ved bygging av en løsmassedam med ukjent oppbygging i elveløpet. Dammens lengde er ca. 20-30 m med største høyde ca. 3 m sett fra nedstrøms side. Damkrona er ca. 2 m bred og med skråninger med helning anslagsvis 1:2 på nedstrøms side. Oppstrøms side var helt dykket på befaringsdagen og ikke mulig å inspisere. Det var ikke mulig å se noen form for erosjonssikring på damkronen, hverken på oppstrøms eller nedstrøms skråning. Damkronas fribord ved aktuell vannstand var ikke mer enn maksimalt 0,3 m. Overflatearealet til magasinet ble på stedet anslått til ca. 1000 m² og volum maksimalt 2000 m³.

Dammen er svært begrodd av vegetasjon. Flere store trær vokser på dammen, og ut fra høyden å bedømme har vegetasjon på dammen aldri blitt ryddet. Rotsystemet til denne vegetasjonen er sannsynligvis omfattende og strekker seg gjennom hele damkroppen. Det er tydeligvis gode vekstvilkår på dammen, og dammen er sannsynligvis bygget opp av stedlige jordmasser.

Det er ikke etablert noe flomløp over dammen. Det kunne virke som det en gang var bygget et slags bekkeløp sentralt plassert over dammen. Over tid er bekkeløpet erodert og sannsynligvis senket en del. Større steiner ligger nå i bekkeløpet og hindrer ytterligere erosjon. Hvilken vannføring denne "erosjonssikringen" av stein tåler er usikkert.

Ved bekkeløpet, like under damkrona er det lagt 2 stk. betongrør gjennom dammen. Erosjon i bekkeløpet har gjort rørene delvis eksponert. Rørene hadde utløp ca. midt i nedstrøms skråning, og her var erosjonen i damkroppen mer tydelig. Det rant lite vann gjennom rørene og mye tyder på at de er tette. Mesteparten av vannet rant i bekkeløpet. At vannet i bekkeløpet ikke dreneres ned/gjennom dammen er en bekreftelse på at dammen er bygget av tette masser.



Figur 4 - Dam sett fra vannside

Dammen har ingen annen funksjon i dag enn å være et innslag i naturmiljøet. Oppdragsgiver mistenker at det en gang var planer om å benytte den til vannforsyning, men dette er ikke planer som er satt ut i livet.

3.3.1 **Flomdempingspotensial**

Det er utført et grovt overslag for den eksisterende dammens flomdempingspotensial basert på dammens nedbørfelt og antatte tilgjengelige volum. Dammens nedbørfelt er anslått til ca. 1 km², og utgjør ca. 75 % av nedbørfeltet til Askjellrubekken.

Dagens dam har et lite volum, og overløpet fra dammen ligger rett i underkant av damkronen. Dammens og magasinets fordrøynings- og flomdempingspotensial antas å være lite.

Med tanke på en evt. utbedring/ombygging av dagens dam er det utført en grov-ruting med et skalert tilløp for en 200-årsflom til området der dagens dam ligger. Tilløpet er beregnet for en 24-timers hendelse med middelvannføring på ca. 1 m³/s og spissvannføring på ca. 2,1 m³/s. For å redusere videreført vannmengde fra dammen må utløpet være relativt smalt, og avløpskurven fra et rør med diameter 500 mm plassert i antatt bunn magasin ble benyttet i beregningene. Avløpskurven er beregnet i programmet HY-8 med antagelse om dykket innløp og fritt utløp/innløpskontroll. Antatt volumkurve for magasinet ble utarbeidet med bakgrunn i kart med 1m koter.

Området rundt dagens magasin har relativt bratte skråninger, og således vil vannstandsstigningen bli stor når volumet av vann i magasinet øker. Overslagsberegningene antyder en vannstandsstigning på over 6,5 m i laveste punkt med videreførte vannmengder i størrelsesorden 1,3 m³/s (tilsvarende omtrentlig fullt innløp i dagens kulvert under Blomsterbakken). Grovt målt fra kart kan dette gi en lengde langs damkronen på i overkant av 110 m. Ved bruk av en oppskalert tilløpsserie (til flomverdier basert på erfaringstallene med 3 m³/s/km²) vil vannstandsstigningen øke ytterligere. Overslagsmessige resultater gir for dette tilfellet en vannstandsstigning på ca. 8,5 m med en reduksjon i videreført vannmengde fra ca. 3 m³/s til ca. 1,5 m³/s (dvs. vannstand høyere enn fullt rør ved dagens innløp under Blomsterbakken).

Dagens dam vurderes til å ha liten effekt som fordrøynings- og flomdempingsmagasin for bekkeløpet nedstrøms med tanke på en 200-årsflom, og lokaliteten lite egnet med tanke på å bygge en evt. ny dam.

3.3.2 **Beskrivelse av konsekvenser ved brudd**

For å vurdere eventuelle konsekvenser av et dambrudd er det utført forenklete dambruddsbølgeberegninger for den eksisterende dammen iht. NVE sine retningslinjer. Dammens høyde er ikke kjent, og det er derfor beregnet vannføringer for to antatte damhøyder.

Dammens bruddåpning er beregnet med Frøehlics formler og maksimal bruddvannføring beregnet med formel $Q = C \cdot L \cdot H^{1.5}$, med antagelse om momentant brudd. For bruddvannføringen er $C=1,3$ benyttet.

Bruddvannføring (m ³ /s)	Antatt damhøyde (m)	Bruddåpningens sidehelning (m/m)	Vurdert midlere bruddbredde (m)
17	2	0.5	3,5
30	3	0.5	3,7

Tabell 5 - Bruddvannføringer eksisterende dam

Det er også utført en grovberegning som hensyntar senkning av nivået i magasinet ved beregning av avløpet fra bruddåpningen i eks. magasin med en antatt damhøyde på 2 m og et tilløp på 3 m³/s. Maksimal bruddvannføring ble da anslått til ca. 10 m³/s. Se vedlegg for fullstendig beregning.

Bruddbølgen vil antagelig dempes noe i flatere områder rett nedstrøms dammen. I disse flate områdene er det vanskelig å bestemme vannets bevegelsesmønster. Bruddbølgen vil antagelig delvis kunne slå over et sadelpunkt om lag 80 – 100 m nordøst for Rødsildreveien og renne videre ned mot bebyggelsen, og delvis følge løpet til Askjellrubekken. I begge tilfeller forventes det at bebyggelsen vil bli berørt. Selv om anlegget trolig oppfyller kriteriene for automatisk plassering i klasse 0 (ubetydelige konsekvenser), anses dammen likevel å ha bruddkonsekvenser. Basert på overslagsberegninger og sett i lys av 2014 flommen i Askjellrubekken antas dammen å ha bruddkonsekvenser som minimum tilsier en plassering i klasse 2.

3.3.3 **Oppsummering eksisterende dam**

Vår vurdering er at dette er en dam som utgjør en risiko for bebyggelsen nedstrøms, selv om den i utgangspunktet antagelig oppfyller kriteriene for automatisk plassering i bruddkonsekvensklasse 0. Oppbyggingen av dammen er svært usikker og en bevaring vil antagelig medføre vesentlig ombygging. Dagens dam, og en evt. ny dam ved dagens damlokalisitet vil ha liten flomdempingseffekt. Det anbefales derfor nedleggelse av den eksisterende dammen.

3.4 **EKSISTERENDE VA-LEDNINGSNETT OG ANNEN TEKNISK INFRASTRUKTUR**

Ved innløpet til kulverten under Blomsterbakken finnes iht. VA-ledningskart fremskaffet av oppdragsgiver en Ø150 mm vannledning og en Ø200 mm spillvannsledning (selvfall). Det opplyses at ledningene, da spesielt vannledningen, har liten overdekning og må vurderes ved eventuelle tiltak som kan berøre disse ledningene eller redusere deres overdekning. Dette må således

ivaretas ved detaljprosjektering av anlegg som potensielt kan komme i konflikt med disse ledningene.

3.5 UNDERSØKELSE AV BIOLOGISK MANGFOLD I PLANOMRÅDET

Miljødirektoratets "Naturbase" lister ingen verneområder, viktige naturtyper eller arter i planområdet. Utover dette er det ikke foretatt noen miljøundersøkelser i planområdet. Lillehammer kommune opplyser også at de heller ikke kjenner til spesielle miljøhensyn som må ivaretas i forbindelse med tiltak i bekken eller nedbørfeltet.

3.6 GRUNNFORHOLD OG GRUNNUNDERSØKELSER

Det er ikke foretatt grunnundersøkelser utover besiktigelse av overflate og terreng på befaringer og data presentert i løsmassekart.

4 Beskrivelse av mulige tiltak

Vurdering av mulige tiltak for å sikre Askjellrubekken og tilstøtende arealer mot fremtidige skader ved flomhendelser er beskrevet nedenfor. I forbindelse med enkelte av de foreslåtte tiltakene er det utført overslagsberegninger og analyser for å kunne estimere omfang og priser, som underlag/utgangspunkt for prosjektering. Fullstendige beregninger er presentert i vedlegg. I slutten av kapitlet oppsummeres de ulike tiltakene og det gis en anbefaling om hvilke tiltak som bør gjennomføres samt et grovt kostnadsoverslag for de ulike tiltakene.

For estimerte mengder og omfang, kostnader, orientering og omtrentlig plassering av tiltakene som beskrives henvises det til plantegningene og kostnadsoverslaget som er vedlagt rapporten.

4.1 SIKRING AV EKSISTERENDE BEKKELØP

4.1.1 Erosjonssikring av eksisterende bekkeløp

For å forhindre fremtidige erosjonsskader og minimere massetransport som igjen kan føre til tilstoppinger av bekkeløpet og i nedstrøms stikkrenner anses det som svært viktig å sikre bekkeløpet mot belastningen fra kraftige vannføringer. Det er mye berg i dagen i bunnen av dagens bekkeløp, og erosjonsskadene er fortrinnsvis tilknyttet bekkens bredder. Bekkens nordre bredd ligger nært opp til eksisterende bebyggelse, og det er begrenset plass til opparbeidelse av skråning flere steder. Det er derfor vurdert at deler av denne bredden bør opparbeides med steinmur, evt. betongmur eller en kombinasjon av disse. Dette gjelder også både søndre og nordre bredd fra om lag 25 m nedstrøms utløpet fra stikkrennen i Rødsildrevegen og ned til Blåklokkeveien 61. I dette partiet finnes dog i øvre del noe berg i dagen som kan blottlegges/tilpasses fremtidig steinplastring.

Søndre bredd kan i hovedsak sikres med en slakere skråning, og tilpasses mot eksisterende terreng.

For sikring av både slake og bratte sideskråninger, samt bekkens bunn der det ikke er fjell i dagen er det svært viktig at steinen en benytter i sikringen vil tåle belastningen fra dimensjonerende vannføring. I tillegg til å benytte stor nok stein, er det viktig å påse at selve plastringslaget hviler på et underliggende lag som ikke kan eroderes ut gjennom de større blokkene. Dersom de underliggende massene ikke er av tilstrekkelig kvalitet bør det etableres filterlag som gir en gradvis overgang mellom stor plastringstein og mer finkornete bakenforliggende masser.

Dagens bekk har et avtrappende forløp som veksler mellom brattere og slakere partier. Det bør tilstrebes at et slikt forløp videreføres/opprettholdes og evt. ytterligere forsterkes ved gjennomføring av opparbeidningen av bekkeløpet for å dempe vannhastigheten nedover bekken.

Som utgangspunkt for beregning av nødvendige steinstørrelser i sikringene er det forutsatt bekkeløp med bunnbredd 1,5 m og snitthelning på 30 %. I praksis vil det flere steder være ønskelig og gunstig å øke tverrsnittsbredden på bekkeløpet. Videre er det antatt at helning på sidekant/bredd er enten 1:2 på begge sider, eller 3:1 (mur) på den ene siden og 1:2 på den andre.

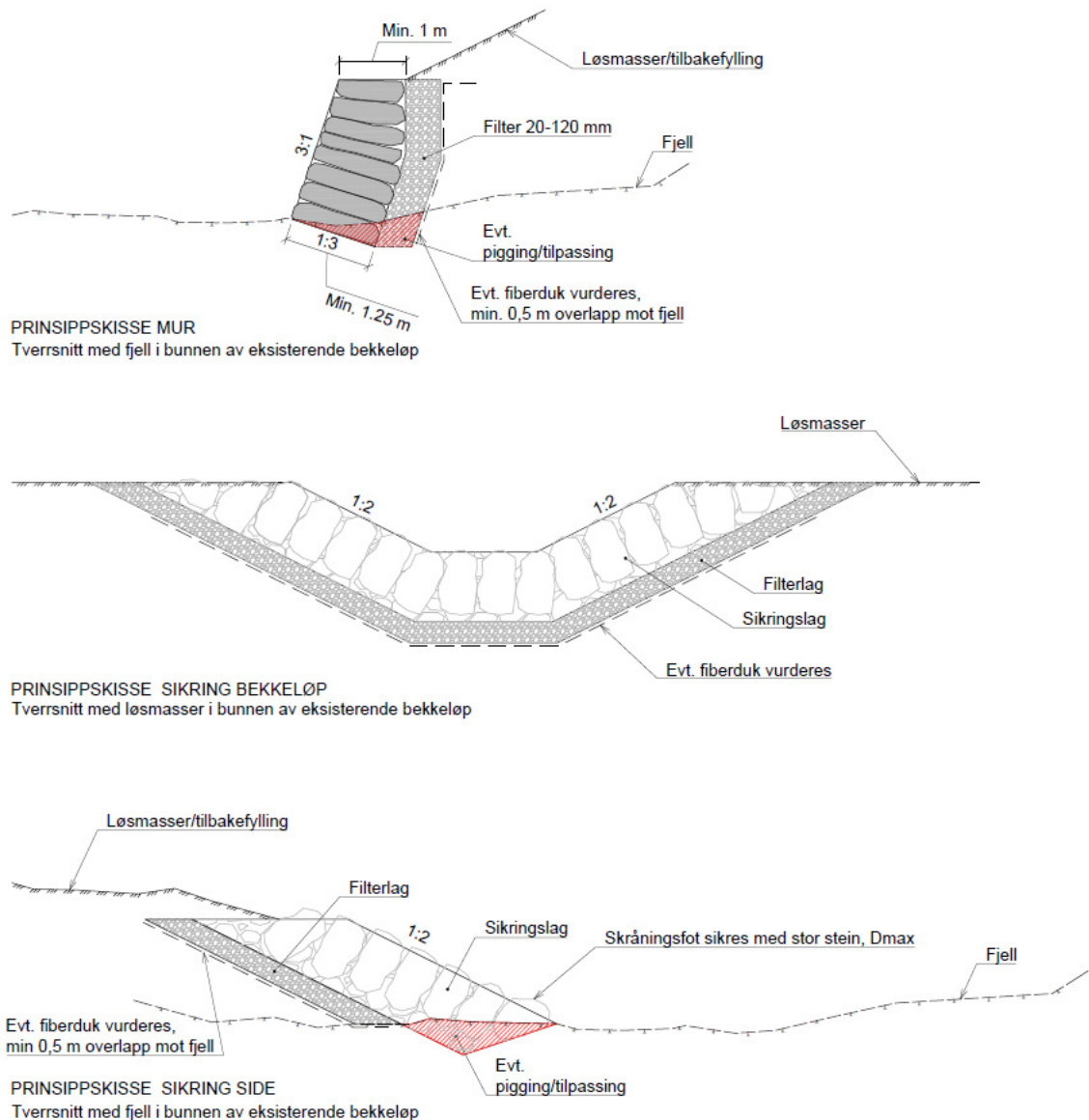
Nødvendige steinstørrelser er beregnet med Robinsons formel som angitt i NVE sin veileder for erosjonssikringer med stein. Effektiv bunnbredde er satt lik bredden ved halv dybde, som er beregnet med Mannings formel for tverrsnitt og helning som beskrevet ovenfor, med Manningstall lik 25. Dimensjonerende vannføring er satt til 4 m³/s. Beregnede steinstørrelser for bunnsikring og sikring av 1:2 skråning blir omtrentlig de samme der det er antatt skråning 1:2 på begge sider og der det er antatt skråning 1:2 på den ene siden og mur (3:1) på den andre siden. Se vedlegg for fullstendig beregning.

Utgangspunkt for sikringsstein anslås til ca. $D_{50} = 600$ mm for bunnsikring og $D_{50} = 750$ mm for sidesikring i 1:2 skråning. En evt. oppstramming av sideskråning (og noe økning av størrelsen på sikringssteinen i skråningen) kan vurderes hvis stedlige masser er tilfredsstillende. Passende fraksjoner som dekker disse steinstørrelse bestemmes ifm. prosjekteringen etter vurdering av tilgjengelige masser.

I forbindelse med detaljprosjektering og endelig design bør det utføres en kontroll av at opptredende helning og tverrsnittsdimensjoner tilfredsstiller disse forutsetningene. Steinstørrelser i mur betraktes separat, og kan dimensjoneres etter figur 37 i NVE sin veileder for erosjonssikringer med stein (NVE, 2009). Støpt betongmur kan etableres i stedet for tørrmur dersom dette er ønskelig og gunstig, endelig valg av mur vurderes i forbindelse med prosjektering etter blant annet vurdering av grunnforhold og plassbehov.

I deler av dagens bekkeløp ligger det mye stein av varierende størrelse. Deler av disse massene bør vurderes benyttet i erosjonssikringene dersom de er av tilstrekkelig størrelse og kvalitet.

Prinsippkisser for erosjonssikring av Askjellrudbekken er vist i Figur 5.



Figur 5 - Prinsippkisser erosjonssikring

4.1.2 Utvidelse av trange løp

Enkelte partier av dagens bekk er smale, og spesielt ved Blåklokkeveien 27 finnes et trangt parti hvor det også finnes kurve/knekk på bekkeløpet.

Trange partier/innsnevring i bekkeløpet vil lokalt gi stigning i vannstanden, og kan også føre til vannstandsstigning på oppstrøms side av innsnevringen. Samtidig vil innsnevringene lokalt gi redusert vannhastighet oppstrøms innsnevringen og noe økt vannhastighet på nedstrøms side av innsnevringen. Kombinasjonen av trange løp og liten tilgjengelig dybde i bekketrauet vil således kunne resultere i at bekken går over sine bredder til ukontrollerte flomløp og føre til erosjon av bekkens sideområder. En utjevning av krappe kurver og knekkpunkter, samt utvidelse av de trange

partiene vil senke vannstanden. Effekten av dette vil også som nevnt kunne være lokalt økte vannhastigheter, men i kombinasjon med tilstrekkelig størrelse på steinplastringen og avsatt sikkerhetsmargin/fribord for bekketrauets dybde anses dette som en forbedring av dagens situasjon.

Det er tatt utgangspunkt i en bunnbredde for bekken på min. ca. 1,5 m, og et minimumsdyp på 2,0 m som opparbeides ved en kombinasjon av pigging og opparbeidelse av sidekanter/murer. Ytterligere utvidelse bør vurderes dersom dette er mulig. Det bør vurderes på hvilken side det er mest hensiktsmessig å utvide bekkeløpet der utvidelser er nødvendig.

4.1.3 Oppdimensjonering av eksisterende stikkrenner

Dagens stikkrenner har ikke kapasitet til å ta unna dimensjonerende vannføring. Selv med frie innløp antyder overslagsberegninger en betydelig underkapasitet. Foreslåtte dimensjoner på kulverter/stikkrenner er basert på nomogrammer som angitt i litteraturen (FHWA, 2012), og kontrollert i programmet HY-8 mot dimensjonerende vannføringer. Se vedlegg for beregning/tabell.

Dagens stikkrenne under Rødsildrevegen (Ø1000 mm betong) anbefales utskiftet med 2xØ1400 mm stikkrenner da det antas at det her kan bli en utfordring med å oppnå nødvendig overdekning. Utløpet fra stikkrennene må sikres omhyggelig i tilknytning til øvrige sikringsarbeider i bekken.

Innløpet til dagens kulvert/bekkelukking under Blomsterbakken utbedres mens arbeidet med denne rapporten pågår, men utformes for å kunne ivareta en fremtidig utvidelse av innløpsrøret. For å kunne ta unna dimensjonerende vannføring anbefales en innløpsstørrelse på min. Ø1600 mm. Bekkelukkingen går via flere kummer nedstrøms inntaket og har varierende dimensjon og antatt varierende fall på ledningene i de ulike kumstrekke. Oppdimensjonering av eksisterende lukking i sin helhet bør vurderes i detalj i forbindelse med prosjektering av tiltakene. Hvorvidt Ø1600 mm er nødvendig langs hele rørtraseen bør vurderes ved hydrauliske beregninger basert på innmålinger av eksisterende kummer og rør. Dersom evt. betydelig mindre dimensjoner kan benyttes nedstrøms inntaket vil dette kunne redusere kostnaden på tiltaket noe da også kumdimensjoner kan reduseres. Det må i den forbindelse også vurderes hvorvidt en overgang fra større til mindre dimensjon på røret er gunstig, da dette gir økt risiko for tilstoppinger inne i anlegget.

Dagens stikkrenne under gangvei/Messenlivegen består av en Ø1000 mm betong som er ført inn i en oval korrugert stålkulvert med dim. 2000 x 1500 mm. I motsetning til stikkrenne og kulvert oppstrøms er det her liten plass til å anlegge fangrist og fangdam. Videre er adkomsten til dette inntaket grei via gangveien. Teoretisk har stikkrenne med dim Ø1600 mm ok kapasitet til å ta unna dimensjonerende vannføring (ca. 70% delfylling ved $Q=2,8 \text{ m}^3/\text{s}$ og ca. 90 % delfylling ved $Q=4 \text{ m}^3/\text{s}$). Kostnadsestimat forutsetter Ø1600 mm. En økning av dimensjonen til Ø1800 mm vil teoretisk gi en delfylling på ca. 70 % ved innløpet. Videre vurderes det at det her bør anlegges rist, da kulvertløpet er langt, har kum/knekkpunkt og ligger nært inntil gangveien. Risten bør være hengslet slik at den enkelt kan løftes/fjernes ifm. flomhendelser eller tilstoppet rist. Med rist fri for tilstopping, eller evt. etter fjerning av rist vil en større stikkrenne (Ø1800) ha noe større kapasitet og gi mindre fare for tilstopping ved inntaket. Dette kan potensielt redusere driftsproblemer. Om det velges Ø1600 mm eller Ø1800 mm dimensjon må baseres på en helhetsvurdering, der også tilkoblingen mot eksisterende anlegg og nødvendig plass til inntak og rør vurderes.

Den eksisterende brua nedstrøms Linneavegen, som i dag ikke lengre har noen funksjon, anbefales fjernet og erstattet av nytt/tilpasset åpent bekkeløp. Bevaring av deler av brua (f.eks kun fjerne dekket) som energidreper kan vurderes dersom brua er i tilstrekkelig stand.

4.1.4 Tiltak for å hindre gjentetting av innløpene til kulverter og stikkrenner

Innløpet til større stikkrenner og bekkelukninger i bebygde strøk sikres ofte med inntaksrist, både for å forhindre tilstoppinger inne i rørene, og som sikring mot lek og annen ferdsel inne i anleggene. Disse ristene kan være et problempunkt da de kan tettes, og på så måte redusere kapasiteten til anlegget. Ved etablering av tilstrekkelig erosjonssikring i bekkeløpet forventes en betydelig reduksjon av massetransport i bekken, og dermed mindre sjanse for tilstopping av kulverter og inntaksrister. På tross av dette vil det allikevel måtte forventes at kvist, greiner og annet drivgods som fester seg på ristene i perioder vil kunne redusere inntakskapasiteten til kulvertene.

Inntaksrister bør etableres med så stort ristareal som praktisk mulig, og det bør sikres adkomst til ristene slik at disse kan renskes både under periodiske tilsyn og under flom. Inntaksristene kan utformes etter kriterier som angitt nedenfor (VA/Miljø blad, 2004):

- Rist må enkelt kunne fjernes ved behov.
- Fri lysåpning mellom riststavene bør være minst 100 mm. I områder med barn bør avstanden begrenses til 150 mm.
- Fri åpning på maksimalt 150 mm mellom rist og bunn i inntaket.
- Ristene bør ha vertikale staver slik at de enklere kan renskes. Tverravstivere vinkelrett på staven må ikke forekomme bortsett fra ved opplagrene og ved spalte.
- Rist bør være godt tilrettelagt for rensk med gravemaskin.
- Fast stående rist bør utformes med 100 mm høy spalte nærmest liggende rist. Liggende rist kan med fordel være hengslet/ dreibar.
- Inntaksrist bør være skråstilt, og vertikale rister må så langt dette er praktisk mulig unngås.
- Større rister bør seksjoneres for å lette håndteringen.
- I større bekker med høy vannhastighet og elver må en vurdere om det er fare for at barn kan bli klemt fast på inntaksristen. En må i så fall vurdere bruk av ledere, stiger etc. for å komme seg opp fra risten, eller bruke horisontal rist.

Oppstrøms inntak er det gunstig å anlegge en fangdam med en grovrist som holder større stein og drivgods tilbake. Fangdam og fangrist foreslås etablert oppstrøms stikkrennen ved Rødsildreieien. Her finnes et flatt område som kan benyttes til dette formålet. Fangrist (grovrist) vurderes for å redusere faren for tilstopping av inntaket. Fangristen plasseres da noe oppstrøms inntaket og må kunne gå helt eller delvis tett. Bekkeleiet må utformes slik at vannet kan strømme over fangristen uten at det skaper problemer. I fangristen kan fri lysåpning være noe større enn inntaksristen (men tilpasses størrelsen på gjenstander/stein etc. som ønskes tilbakeholdt)

Nødvendig størrelse vurderes og tilpasses i forbindelse med prosjektering, og er kun grovt anslått i kostnadsestimatet.

4.1.5 Flomvoller

Det kan være aktuelt å etablere flomvoller på utvalgte steder langs bekken, og i sideterreng som ved høye vannstander i bekken potensielt kan gi avrenning til bekkens sideområder og videre til ukontrollerte flomløp. Langs selve bekkeløpet kan disse samordnes med foreslått erosjonssikring og murer (for å skape nødvendig dybde/fribord i selve bekkeløpet) og som frittstående voller i utsatte sadelpunkt i terrenget.

To lokaliteter spesifiseres konkret, og øvrig behov for voller/utvidelse av sidesikringer vurderes i forbindelse med detaljprosjektering av erosjonssikringene av bekkens sidekanter. Vollene er foreslått plassert i sadelpunktet ved det flate området nedstrøms dagens dam og hvis aktuelt ved

utløpet av stikkrennen under Rødsildreveien. Ved sadelpunktet anslås en lengde på ca. 40 m, og nedstrøms Rødsildreveien anslås en lengde på maksimalt ca. 10 m. Lengdene er antatt basert på kartstudie for høyder på tilgrensende terrengformasjoner og ved besiktigelse av områdene. For vollen i sadelpunktet er det antatt en toppbredde på 1 m og sidekanter 1:2, høyde over eksisterende terreng blir på det høyeste da omtrentlig 1,25 m. Nedstrøms Rødsildreveien er omfanget mindre, og kan evt. tilpasses på stedet. Noe masseutskiftning for fundamentet til vollene må påregnes.

4.2 SIKRING AV FLOMVEIER

Det vil alltid være en fare for at bekker, stikkrenner og innløpskonstruksjoner vil kunne tre helt eller delvis ut av funksjon som resultat av utforutsette hendelser. Dette bør det så langt det er praktisk mulig tas hensyn til, og tilrettelegges for. Askjellrubekken er på så måte sårbar da flomveiene i dag går gjennom boligfelt, til kommunal veg og veg med middels høy trafikkmengde (midlere ÅDT ca. 4500). Dagens flomveier kan utbedres og tilrettelegges for å tåle deler av vannføringen fra Askjellrubekken, dersom hovedløpene trer ut av normal funksjon.

4.2.1 Tilrettelegging av eksisterende grøfter

Dagens inntak ved Blomsterbakken har et sideoverløp til veigrøft. Veigrøfta er i dag relativt grunn, spesielt langs bussholdeplassen på nordsiden av veien. Det er i dag anlagt en stikkrenne i bakkant av bussholdeplassen.

Det anbefales av grøfta her utvides, erosjonssikres med stein (der grøft går i løsmasser), og at eksisterende stikkrenne erstattes med grøft.

Dersom man tar utgangspunkt i en grøft med bunnbredde 0,5 m, minste lengdefall på ca. 0,025 m/m (målt fra laserdata) og sidekanter 1:2 mot veg og 0.5:1 mot terreng på nordsiden gir en vannføring på 2 m³/s en vannstand i grøfta på ca. 0.7 m. Dette forutsetter at det ikke er oppstuvning i grøfta, og et Manningstall på 25.

Dersom man tar utgangspunkt i den samme grøfta som beskrevet over, men bare halve vannføringen (1 m³/s) blir vannstanden ca. 0.5 m.

Hvor stor andel av totalvannføringen som skal forutsettes videreført til grøfta ved gjentetting/kapasitetsreduksjon av inntaket ved Blomsterbakken, og evt. hvor mye tilleggskapasitet som er nødvendig med tanke på overvann fra veg- og sideareal bør vurderes i forbindelse med evt. detaljprosjektering av tiltaket. I kostnadsoverslaget er det lagt til grunn grøft med mål som oppgitt ovenfor. Sideskråningene og størrelsen på grøftene må i praksis tilpasses mot tilgjengelig plass mellom veien og berget.

Nødvendig lengde for opparbeiding/utvidelse av grøft og sikring anslås til ca. 260 m, dersom det er aktuelt å utvide/tilpasse grøften helt ned til Blomsterbakken/Messenlivegen. Dette anbefales, da grøfta ved tidligere flomhendelser har fått tilført store vannmengder. Videre er det antagelig enklere å få til en grøfteutvidelse langs Blomsterbakken enn i gangveien som beskrevet i kap. 4.2.2, da denne i dag er grunn, og underliggende masser ikke kjent.

Nederst i grøfta ved Messenliveien finnes i dag en kum med kuppelrist som gir avløp under veien. Kumdimensjonen er omtrentlig ø1000mm med rørføring ø800 mm ut av kummen. Dybde fra terreng til bunn kum er anslått til ca. 2m.

Antas et fall på ca. 10 promille, og en lengde ca. 27 m har denne kryssingen teoretisk kapasitet på ca. 1,5 – 1,7 m³/s (med vannstand i kum beregnet til terrengnivå), men faktiske kapasiteter vil være avhengig av innløpsstørrelsen. Avhengig av hvilke vannføringer man ønsker å dimensjonere for vil det være aktuelt å vurdere en økning av dimensjonen på denne stikkrennen. En dimensjonsøkning til Ø1000 mm gir ca. kapasitet på 2,5 m³/s og Ø1200 mm ca. 3,4 m³/s. Økning av dimensjonene på rørføring må samordnes med oppdimensjonering/optimalisering av inntaksløsningen.

Kapasiteten gjennom dagens kuppelrist er ikke beregnet, men ved å fjerne de øvre ringene (konusen) på dagens kum å erstatte denne med et større inntak og rist vil kapasiteten gjennom dagens anlegg kunne økes.

4.2.2 **Eventuell etablering av nytt nødløp/flomløp**

Dersom det ikke er ønskelig å lede vann som evt. overskyter inntaket ved Blomsterbakken i eksisterende/utbedret grøft helt ned til Messenlivegen kan et avskjærende tiltak vurderes. Om lag 75 m nedstrøms bekkinntaket ved Blomsterbakken kan det etableres ett nytt avskjærende nødløp, plassert i utbedret grøft. Innledningsvis anslås Ø1200 mm stikkrenne med inntakskum og skrårist som tilpasses i grøfta. Dimensjonen på stikkrennen må velges med utgangspunkt i dimensjonerende vannføring i grøfta (basert på overskytende vannmengder fra inntaket ved Blomsterbakken ved store vannføringer, tetting av rist etc.).

Fra utløpet av stikkrennen etableres nedføringsrenne, ca. 45-60 m, som sikres med plastringsstein, og ledes ned i eksisterende grøft for gangveien som utvides og sikres med plastringsstein i en lengde på ca. 90 m. Ny/utvidet grøft tilpasses inn mot inntaket under gangveien, og i overgangen nedføringsrenne og grøft etableres en energidreper i form av stor/tung stein eller mur.

Dette alternativet må vurderes nøye da utløpet fra foreslått sikkrenne vil være bratt, hastighetene kan bli store, og det kan være begrenset plass til opparbeiding av tilstrekkelig energidreper og grøft ned mot dagens inntak.

4.3 **OMLEGGING AV BEKKELOPET**

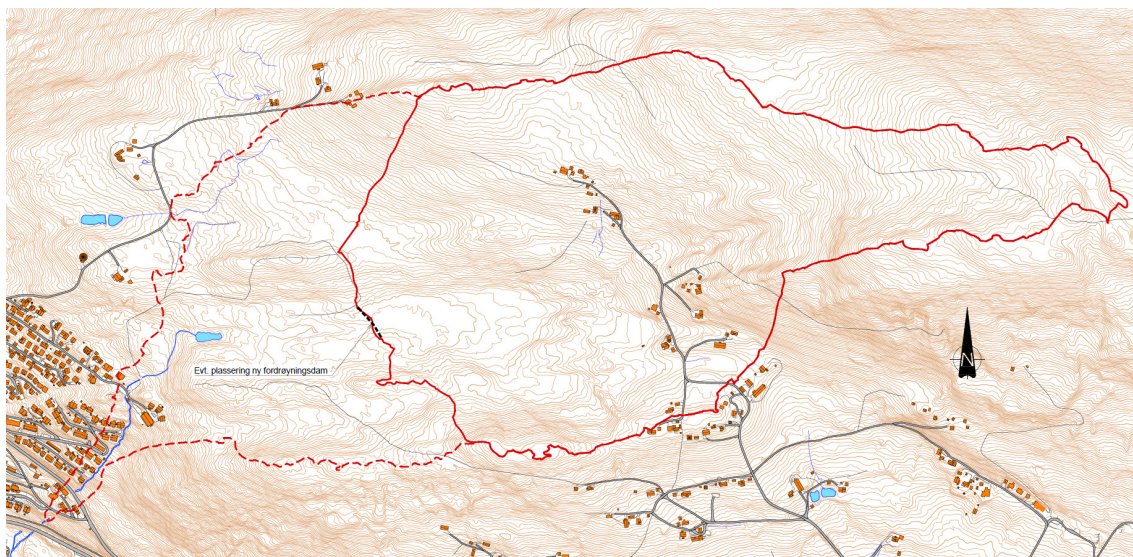
Omlagging av bekkeløpet i sin helhet i hele eller deler av de usatte strekningene nedstrøms Rødsildrevegen er ikke vurdert i detalj i denne rapporten. I et flatere parti oppstrøms Blåkklokkeveien kan det muligens ligge til rette for å etablere et sideløp, eller et nytt løp for bekken. Det samme gjelder et område rett oppstrøms Blåkklokkeveien 61.

Et alternativ til åpen bekk er lukking av bekken i rør. Et slikt tiltak er ikke vurdert i detalj, men vil antagelig kunne realiseres gjennom etableringen av et inntak med fangdam og ristarrangementer oppstrøms Rødsildreveien, for så å lede bekken i en lukket rørføring i skogen på sør/øst-siden av dagens bekkeløp. I bratt terreng vil en måtte låse/forankre rørene, og etablere f.eks. fallkummer med jevnt intervall for å redusere hastigheten på vannet og for å redusere erodering av bunnen av rørene. Et tiltak vil antagelig minimum omfatte om en om lag 480-500 m lang rørtrase, og et antall kummer for å ta opp energi/dempe hastighet og for å oppnå ønsket trasé og overdekning. I tillegg til forankring av rørene bør rørgrøfta plugges (leirpropper eller betongklosser) og dreneres slik at ikke rørenes omfyllingsmasser fungerer som et bekkeløp ved store nedbørhendelser. Det bør også tilrettelegges flomveier som på en kontrollert måte kan avlede flomvannføringen dersom hovedanlegget trer helt eller delvis ut av funksjon. Eksisterende bekkeløp kan i dette tilfelle tenkes benyttet som flomløp, men krever da opprustning i tråd med det som er beskrevet i foregående kapitler dog antagelig i noe mindre omfattende grad. Et tilsvarende alternativ vil være å etablere et lukket flomløp som er dimensjonert for å ta deler av vannføringen ved store flommer, som en avlastning til et opprustet bekkeløp.

Slik Askjellrubekken fremstår i dag anses det som nødvendig å utbedre dagens bekkeløp, uavhengig av om det evt. skal etableres nye løp eller lukninger i fremtiden. Det kan også være utfordrende å flytte på åpne bekkeløp. Vannets bevegelser over terrenget og underliggende fjellformasjoner har over tid resultert i dagens bekkeløp, og ved endringer/flytting av dette vil bekken på sikt kunne søke seg tilbake til sitt opprinnelige løp.

4.4 ETABLERING AV FORDRØYNINGS DAM

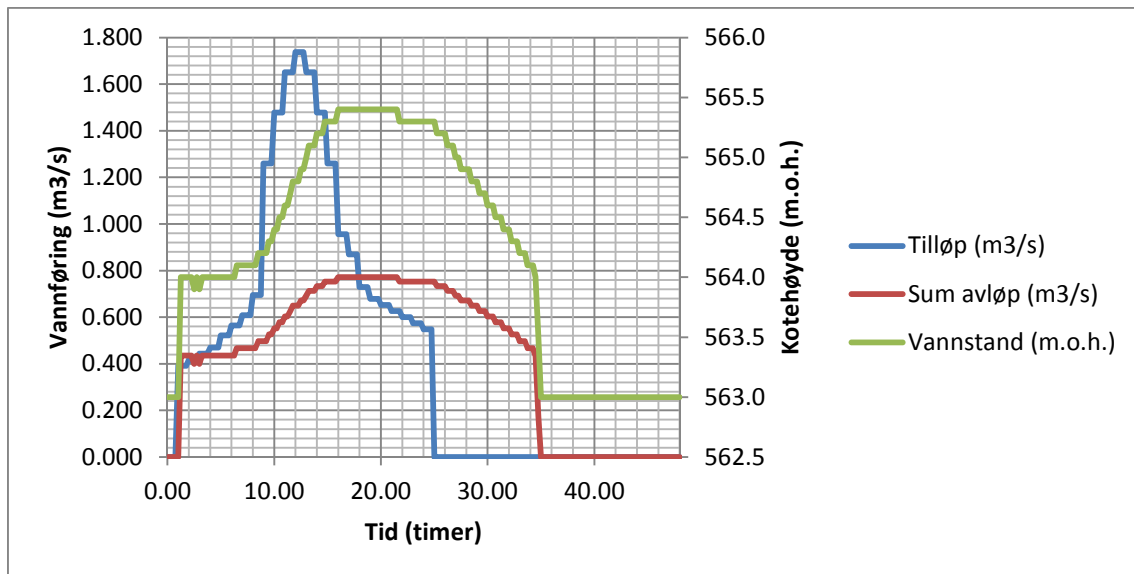
Muligheter for fordrøyning/flomdemping i nedbørfeltet oppstrøms Askjellrubekken er vurdert. Som nevnt i kapittel 3.3.1 er det lite fordrøyningspotensial tilknyttet den eksisterende dammen. Om lag 350 m oppstrøms dagens dam finnes et område der et evt. fordrøyningsmagasin kan anlegges. Oppstrøms det potensielle damstedet finnes flatere partier/myr/hogstfelt som antagelig kan magasinere et relativt stort vannvolum. Basert på kartdata vil en dam plassert omtrentlig som angitt i Figur 6 kunne avskjære avrenning fra ca. 70 % av nedbørfeltet til Askjellrubekken (0,9 km²).



Figur 6 - Nedbørfelt og ny dam

Det er utført en overslagsberegning for fordrøyningskapasiteten til en evt. dam med "tørt magasin" (magasinet tømmes helt i perioder med tørrvær). Basert på vannføringsestimater fra flomfrekvensanalysen er det satt opp et designforløp med varighet på 24 timer med en spissavrenning på ca. 2,6 m³/s og snittavrenning på ca. 1,3 m³/s (spiss 1.92 m³/s/km² og snitt 0.96 m³/s/km²). Videre ble det laget en magasincurve for det aktuelle damstedet basert på kartdata, samt satt opp en avløpskurve for dammen. Det ble valgt å beregne avløp fra dammen gjennom et lukket bunttappeløp/rør med diameter Ø500 mm. Beregningen forutsetter at det ikke er oppstuvning på nedstrøms side av utløpet.

Det ble utført en grov-ruting av forløpet der det forutsettes at avrenning i nedre ca. 30 % av feltet går udempet til Askjellrubekken, mens avrenning i øvre ca. 70 % av feltet dempes gjennom magasinet. Videre er det forutsatt tomt magasin ved start, og avløp fra dammen beregnet etter formel $Q = C \cdot A \cdot (2gH)^{0,5}$ med koeffisient $C=0,62$.

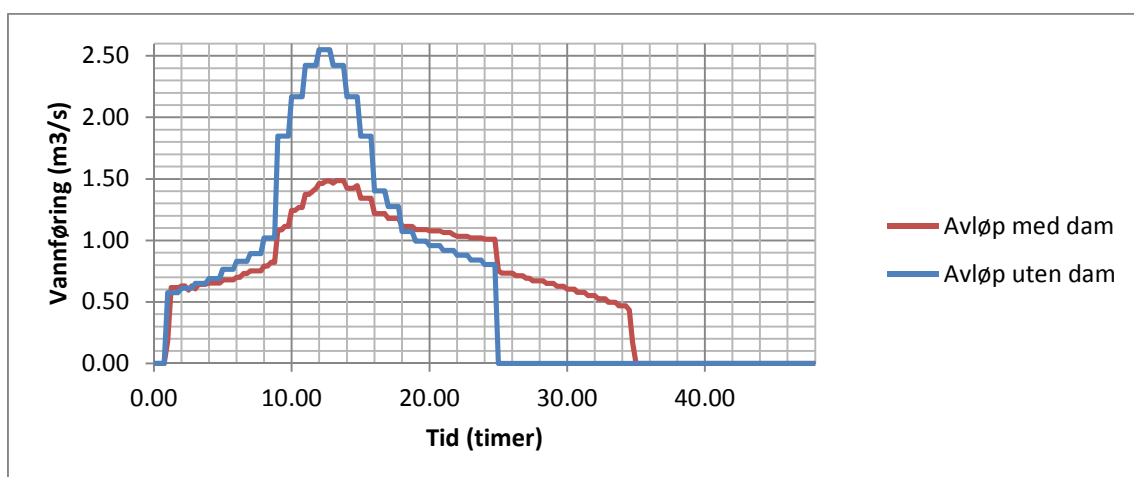


Figur 7 - Fordrøyning ny dam

Overslagsberegninger angir største videreførte vannmengde fra dammen på ca. 0,8 m³/s og største avrenning fra feltet nedstrøms dammen på ca. 0,8 m³/s. Største vannføring til Askjellrubekken er ca. 1,5 m³/s mot ca. 2,6 m³/s for avrenning uten demping i magasin.

Vannstandsstigningen i magasinet ble ca. 2,5 m i dypeste punkt (ved utløpet), og fra kartgrunnlag kan det antydes nødvendig lengde på dammen på ca. 80 m. Ved en oppskalering av tilsigsserien basert på erfaringstallene for flom blir vannmengdene totalt ca. 2,1 m³/s til Askjellrubekken med demping gjennom dammen mot ca. 4 m³/s udempet. Vannstandsstigningen i magasinet blir da om lag 3,5 m. Grovt anslått lengde for terskel/dam blir da om lag 110 m basert på kartdata.

En kan eventuelt redusere nødvendig damstørrelse ved å sette inn et større bunn tappeløp (diameter > 500 mm). Flomdempingen vil da bli mindre enn den som er beregnet.



Figur 8 - Reduksjon flomtopp

Fullstendig beregning er gjengitt i vedlegg 3.

Som det fremgår av overslagsberegningene finnes potensiale for å fordrøye og dempe flomtopper i nedbørfeltet til Askjellrubbekken. For å kunne fordrøye og dempe vannføringen fra en 200-årsflom til et nivå som nærmer seg kapasiteten til kulverten ved Blomsterbakken må tappeløpet fra dammen være relativt smalt. Videre er det foreslåtte damstedet lokalisert i et skogsområde og vil således være utsatt med tanke på tilstopping av inntaket fra kvist, løv og annet drivgods. Lokaliteten er pr. dag uten enkel adkomst, slik at etablering av vei til stedet for drift og vedlikehold vil antagelig være nødvendig. Tiltaket vil kunne utløse konsesjonsplikt, samt være et tiltak som må klassifiseres og driftes etter retningslinjer fra NVE.

Videre reduserer ikke et slikt tiltak flomvannføringene i Askjellrubbekken i så stor grad at steinstørrelsen på erosjonssikringene kan reduseres i betydelig grad (overslagsberegning antyder en ca. 25 % reduksjon i steinstørrelser). En mindre belastning på stikkrenner/kulverter vil kunne oppnås, men selv med en tilnærmet halvering av 200-årsflommens belastning vil dagens anlegg måtte oppdimensjoneres til i størrelsesorden Ø1200mm - Ø1400 mm dersom en forutsetter innløpskontroll og 80 % fylling ved innløpet.

Etablering av en fordrøyningsdam anbefales derfor ikke som noe førstelinjes tiltak for å sikre bebyggelsen i Vårsætergrenda mot fremtidige flomskader.

4.5 ØVRIGE TILTAK

4.5.1 Diverse mindre tiltak

Det kan ifm. prosjektering vurderes etablering av mindre og enkle fordrøyningsdammer etc. i nedbørfeltet oppstrøms Rødsildreveien. Effekten av slike tiltak er vanskelig å kvantifisere overslagsmessig, men antas å kunne gi positive virkninger for vassdraget.

4.5.2 Rensk og rydding i og langs eksisterende bekkeløp

Trær og busker som er blottlagt etter skadeflommen bør fjernes, og det bør ryddes i bekkeløpet og langs breddene. Vegetasjon som er godt forankret er med på å holde på masser og bidrar til å motvirke erosjon og bør bevares hvis de ikke kommer i konflikt med utbedring og gjennomføring av tiltakene. Løse greiner, kvist, søppel etc. er med på å tilstoppe innløpene og bør fjernes.

4.5.3 Tiltak mot beboere og publikum

Det kan vurderes om tiltak mot beboere langs bekken og publikum generelt i form av informasjonsskriv og evt. plassering av infoskilt der hvor stier krysser eller plasser ligger nært inntil bekken. Skilt og informasjonsskriv kan inneholde informasjon om bekken og oppfordringer om å holde bekken ren og ikke kaste eller dumpe fremmedlegemer i eller nær bekkeløpet.

4.6 KOSTNADSOVERSLAG

Kostnadsoverslag for tiltakene beskrevet tidligere i rapporten er basert på antagelser og erfaringsbaserte priser for kostnader fra tilsvarende jobber. Kostnader for de ulike tiltakene bør gjennomgås og detaljeres ytterligere i forbindelse med prosjektering.

Kostnadsoverslagene for de ulike tiltakene er gjengitt i vedlegg 2.

4.7 PRIORITERING AV TILTAKENE

Mange av tiltakene som foreslås og utredes i denne rapporten henger sammen, og vil virke sammen for å forbedre dagens situasjon i Askjellrubbekken. Det er derfor vanskelig å sette opp en

prioritert rekkefølge for de ulike tiltakene. Nedenfor oppsummeres hvilke tiltak som anbefales gjennomført, og hvilke av tiltakene som potensielt kan avvendes, eller vurderes til å ha stor kostnad vurdert opp mot virkningen av tiltaket.

4.7.1 Tiltak som anbefales gjennomført

- Flomvoll(er) oppstrøms Rødsildreveien
- Utskifting av stikkrenne under Rødsildreveien og etablering av oppstrøms fangdam
- Erosjonssikring og tiltak i bekkeløpet mellom Rødsildreveien og Blomsterbakken
- Optimalisering av inntak ved Blomsterbakken, og evt. utskifting av kulvert
- Tilrettelegge flomveien fra inntaket ved Blomsterbakken til utløp i Åretta
- Utskifting av inntak og øvre del av kulverten under Messenliveien

4.7.2 Tiltak som kan avvendes eller ikke anbefales

- Etablering av større fordrøyningsdammer i nedbørfeltet
- Omlegging av bekkeløpet

5 Gjennomføring

Prosjektering og gjennomføring av prosjekterte arbeider som denne rapporten legger grunnlaget for er krevende. Det bør stilles krav til at utførende har tilstrekkelig kompetanse og relevant erfaring slik at resultatet blir tilfredsstillende.

Spesiell oppmerksomhet bør vies prosjektering og utførelse av erosjonssikringer, sikring av utløp og detaljprosjektering av innløpskonstruksjoner.

Det er i denne rapporten ikke vurdert hvilke tidspunkt som er gunstige for bygging/gjennomføring av de foreslåtte tiltakene. Dette bør vurderes i forbindelse med prosjekteringen, evt. ved faseplaner for ulike tiltak, slik at det oppstår minst mulig ulemper ved gjennomføring/utføring.

6 Oppfølging og vedlikehold

Bekker og vassdrag vil endre seg over tid. Massetransport og transport av drivgods vil naturlig forekomme, og det er således viktig å drive kontinuerlig oppfølg og vedlikehold.

Periodisk tilsyn og rensk av rister og innløp etter fast intervall bør gjennomføres. Videre er spesielt tilsyn og beredskap i forkant av varslede intense nedbørhendelser, etter intense nedbørhendelser og rensk og rydding i perioder med flom også svært viktig, og bør gis høy prioritet.

Videre er det også viktig å drive kontinuerlig vedlikehold og drift/tømming av fangdammene.

Det er også viktig å følge opp områder som kan være spesielt utsatte med hensyn til erosjon. Dette er blant annet utløp fra kulverter og stikkrenner, og trange passasjer i bekkeløpet.

Ved kontinuerlig oppfølging kan potensielle faremomenter oppdages på et tidlig stadium, og i beste fall utbedres før skadeomfanget fører til ulemper.

7 Vedlegg

Vedlegg 1: Tegning 100 - 104

Vedlegg 2: Kostnadsoverslag tiltak

Vedlegg 3: Beregninger

Vedlegg 4: Problempunkter Askjellrudbekken utarbeidet av Lillehammer kommune

8 Referanser

- Bergen kommune. (2005). *Retningslinjer for overvannshåndtering*. Bergen kommune, Vann- og avløpsetaten.
- FHWA. (2012). *HYDRAULIC DESIGN OF HIGHWAY CULVERTS*. U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration.
- Lillehammer kommune. (2015). *Minikonkurranse konsulenttenester - Vurdering av sikringstiltak mot flom i Askjellrubekken*.
- NVE. (2009). *Retningslinjer for dambruddsbølgeberegninger*. Norges vassdrags- og energidirektorat.
- NVE. (2009). *Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein*. Norges vassdrags- og energidirektorat.
- NVE. (2011). *Hydrological projections for floods in Norway under a future climate*. Norges vassdrags- og energidirektorat.
- NVE. (2014). *Veileder for klassifisering av vassdragsanlegg*. Norges vassdrags- og energidirektorat.
- OED. (2010). *Forskrift om sikkerhet ved vassdragsanlegg*. Lovdata.
- Statens vegvesen. (2014). *Håndbok N200 Vegbygging*. Vegdirektoratet.
- VA/Miljø blad. (2004). *Nr. 64 - Bekkeinntak med innløpskontroll. Dimensjonering og utforming*. VA/Miljø blad.