

Jondal kommune

► Kartlegging av kritiske punkt i bekker og bratte vassdrag

Oppdragsnr.: 5187122 Dokumentnr.: RIGi001 Versjon: J01 Dato: 2019-03-01



Oppdragsgjevar: Jondal kommune
Oppdragsgjevars kontaktperson: Tore Dolvik/ Torkjell Tolo
Rådgjevar: Norconsult AS, Lagarhusvegen 5, NO-4230 Sand
Oppdragsledar: Berit Soldal
Fagansvarleg: Reidar Blesvik
Andre nøkkelpersonar:

J01	2019-03-01	Kritiske punkt i bekker og bratte vassdrag	BerSol	ReBle	BerSol
Versjon	Dato	Skildring	Utarbeida	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeida av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandlar. Opphavsretten tilhøyrar Norconsult AS. Dokumentet må berre nyttast til det formål som oppdragsavtalen beskrive, og må ikkje kopierast eller gjerast tilgjengeleg på anna måte eller i større utstrekning enn formålet tilseier.

► Samandrag

Norconsult har på oppdrag frå Jondal kommune utført kartlegging av kritiske punkt i bekkar og bratte vassdrag i Jondal kommune. Kommunen har fått økonomisk støtte frå NVE til å gjennomføre dette prosjektet. Norconsult har bidrege med utvida analysar av dei kritiske punkta: nedbørfelt, dreneringslinjer, berekning av vassføring, hydraulisk kapasitet og ei ROS-analyse av kvart kritisk punkt.

Det var kartlagd 66 kritiske punkt i 40 ulike vassdrag. Vassdraga er fordelte på Herand, Svåsand, Tømmerviki til Solesnes, Jondal (inkludert Krossdalen), Belsnes til Skiparviknes, Kysnes og Hesvik. Det er gjort ei ROS-analyse ved alle punkta. ROS-analysen tek utgangspunkt i at bekkane er reinska opp i inntaka, og ikkje tetta igjen. Den tek og utgangspunkt i at inntaka er i god fatning.

Det er 22 av dei kritiske punkta som er i kategori «uakseptabel risiko» basert på ROS-analysen. Det er anbefalt tiltak for å redusere skadeomfang ved overfløyming ved desse punkta. Før eventuell oppdimensjonering blir føretatt, anbefalast det å reinske for lausmassar og vegetasjon. Nokre av inntaka er i dårleg fatning, og bør bytast ut, sjølv om dei er store nok. Før endringar i bekkeløp og/eller byte/oppdimensjonering av inntak, må det alltid gjerast ei fagleg vurdering av kva tiltak som er naudsynt og kva konsekvensar det kan få nedstraums i bekkeløpet. Det bør også gjerast ei nærare vurdering av flaumverdiar og kapasitet før eventuell oppdimensjonering.

Innhold

1	Innleiing	5
2	Metode	6
2.1	Grovkartlegging av kritiske punkt	6
2.2	Synfaring og registrering av kritiske punkt	6
2.3	Nedbørfelt og dreneringslinjer (moglege flaumvegar)	6
2.4	Berekning av vassføring	6
2.4.1	<i>Den rasjonelle metode</i>	7
2.4.2	<i>Nasjonalt formelverk for flaumberekning i små nedbørsfelt (Glad et al.,2015)</i>	8
2.5	Hydraulisk kapasitet i bekkeinntak, under bruer og i opne grøfter og kanalar	9
2.6	Risiko- og sårbarheitsanalyse (ROS)	9
3	Resultat	11
3.1	Delområde A: Herand	11
3.2	Delområde B: Svåsand	28
3.3	Delområde C: Tømmerviki til Solesnes	35
3.4	Delområde D: Jondal	51
3.5	Delområde E: Belsnes til Skiparviknes	67
3.6	Delområde F: Kysnes	75
3.7	Delområde G: Hesvik	81
4	Konklusjon	85
5	Referansar	86
	Vedlegg	87

1 Innleiing

Norconsult har på oppdrag frå Jondal kommune utført kartlegging av kritiske punkt i bekkar og bratte vassdrag i Jondal kommune. Kommunen har fått økonomisk støtte frå NVE til å gjennomføre prosjektet.

Prosjektet inneber følgjande aktivitetar (NVE, 2018):

1. Identifisering av opne og lukka bekkar og bratte vassdrag
2. Identifisering og dokumentasjon på kritiske punkt, både tekniske inngrep og naturgitte forhold
3. Vurdering av kva områder langs bekkar og bratte vassdrag som kan vera utsett for overfløyming
4. Forslag til skadereduserande tiltak

Norconsult har bidrege med punkt 1-4, med utvida analysar: nedbørfelt, dreneringslinjer, berekning av vassføring, hydraulisk kapasitet, ei ROS-analyse av kvart kritisk punkt og forslag til skadereduserande tiltak.

2 Metode

2.1 Grovkartlegging av kritiske punkt

Det vart utført ei grovkartlegging av Odda kommune ved Siri Vaagan i 2017 der moglege kritiske punkt i bekkar og bratte vassdrag i Jondal kommune vart registrert i kart (samarbeid med Odda kommune pga. kommunesamanslåing i 2020).

Kartlegginga i 2017 var basert på topografisk norgeskart. Fokusområde var bekkeinntak (bruer, kulvertar o.l.) erosjonsutsatte punkt (svingar) og innsnevringar i vassdraget. Videre gjekk Jondal kommune gjennom punkta. Dei fjerna nokon punkt og la til andre punkt basert på erfaring i VA-avdelinga i kommunen og tips frå lokalkjente folk. Kartlegginga var avgrensa til å gjelde bekkar med nedslagsfelt $\leq 20 \text{ km}^2$.

2.2 Synfaring og registrering av kritiske punkt

Norconsult ved Berit Soldal føretok synfaring og registrering av utvalde kritiske punkt i kommune i perioden 27.10.18 - 06.11.18. Det vart teke bilete av innløp og utløp og målt dimensjonar av røyr/kulvertar/bruer. Det vart også sett på moglege flaumvegar ved tilstopping eller underdimensjonert innløp.

2.3 Nedbørfelt og dreneringslinjer (moglege flaumvegar)

Nedbørfeltet til eit vassdrag er eit område med felles avrenning ned til vassdraget. Tilsiget til vassdraget avheng av nedbørfeltets storleik og karakteristikk samt nedbørsforhold. Ved å bruke verktøyboksen «Hydrology Tools» i programvara ArcGIS kan nedbørsfelt og dreneringslinjer bereknast. Berekningane tek utgangspunkt i ein høgdemodell med oppløysing på 0,5 m henta frå www.hoydedata.no. Dreneringslinjene gir indikasjonar på moglege flaumvegar.

Usikkerheit: Høgdemodellen inneheld i utgangspunktet ikkje informasjon om bustadbygging og infrastruktur. Dreneringslinjer må derfor vurderast i forhold til dette. Høgdemodellen har høg oppløysing, men det kan likevel førekomme at den ikkje registrerer mindre terrengformer som kan ha betydning for dreneringsvegane.

2.4 Berekning av vassføring

Det er nytta to metodar for berekning av vassføring. Det er gjort ei skjønnsmessig vurdering av kva for ein metode som er nytta ved kvart kritisk punkt dersom det er store berekningsforskjellar ved dei forskjellige metodane. I hovudsak er metoden som viser høgast vassføring nytta. I nedslagsfelt $> 2 \text{ km}^2$ er det lagt mest vekt på utrekningane frå NIFS formelverk dersom store forskjellar (Glad et al. 2015). I vassdrag med små reguleringar er det antatt uregulerte forhold ved store flaumar (dette kan til ei viss grad tas omsyn til gjennom parameteren «effektiv sjøprosent» i berekningane).

Ein må alltid ta standpunkt til klimafaktor i flaumberekingar. Jondal kommune har ikkje tatt eit aktivt val om klimastrategi for prosjekter i kommunen, og den baserast derfor på Statens vegvesen sine standardar. Klimafaktoren kan ha verdiar frå 1,0 og oppover. Klimafaktorar for installasjonar som har ei forventa levetid på 100 år er 1,3 for 10 år returperiode for nedbør, 1,4 for 100 år returperiode for nedbør og 1,5 for 200 år returperiode for nedbør (Statens vegvesen, 2014).

2.4.1 Den rasjonelle metode (Statens vegvesen, 2014)

Ved avrenningsfelt mindre enn 2-5 km² kan den rasjonelle formel brukast.
Avrenninga (Q) er oppgitt i l/s og gitt ved:

$$Q = CiA(K_f) \quad (\text{Statens Vegvesen, 2014}) \quad (1)$$

Q: avrenning (l/s)

C: avrenningsfaktor

i: dimensjonerende nedbørintensitet L/(s*ha)

A: areal av nedbørfelt (ha)

K_f: klimafaktor

Avrenningsfaktoren skal veljast ut ifrå sannsynleg arealbruk i framtida. Tabell 1. gjer rettleiande verdiar for C. For nedbør med returperioder lengre enn n=10 år aukar C-verdiane etter følgjande retningslinjer:

25 år: legg til 10%

50 år: legg til 20%

100 år: legg til 25%

200 år: legg til 30%

maks. koeffisient C=0,95

Tabell 1. Avrenningsfaktor C for ufrosen overflate, returperiode 10 år.

Overflatetype	Avrenningsfaktor
Betong, asfalt, bart fjell og liknande	0,6-0,9
Grusveggar	0,3-0,7
Dyrka mark og parkområde	0,2-0,4
Skogsområde	0,2-0,5

Dimensjonerende nedbørintensitet (i) vert lest av IVF-kurve, og varierer med gjentaksintervallet og feltet si konsentrasjonstid (t_c). Konsentrasjonstid for naturlege felt (skog og utmark) vert bereka ved formel 2, medan urbane felt (bustadbygging o.l.) vert berekna ved formel 3 (formlar henta frå Statens Vegvesen, 2014):

$$t_c = 0,6 \times F_L \times H^{-0,5} + 3000 \times A_{SE} \quad (2)$$

$$t_c = 0,02 \times F_L^{1,15} \times H^{-0,39} \quad (3)$$

F_L: lengde av nedbørsfelt (m)

H: Høgdeforskjell i feltet (m)

A_{SE}: Effektiv innsjøprosent (%)

Det må takast omsyn til usikkerheiter når den rasjonelle formelen vert nytta.

Under er det vist ei kort oppsummering av usikkerheiter:

- Korte dataseriar gjer usikkerheit for lange returperioder.
- Dei fleste stasjonane måler ikkje korttidsnedbør om vinteren.
- Det kan vera lokale skilnader sjølv innanfor eit relativt avgrensa område.
- Avrenningsfaktoren varierer avhengig av hellinga på feltet, innsjøareal, avstand til grunnvatnet mm.
- Det er ikkje alltid ein direkte samanheng mellom nedbør og avrenning slik formelen syner.

Til mindre feltet er, til mindre vert usikkerheten. Derfor er metoden best egna for små felt.

2.4.2 Nasjonalt formelverk for flaumberekning i små nedbørsfelt (Glad et al., 2015)

For nedbørsfelt mindre enn ca. 50 km² kan NIFS nasjonale formelverk (Glad et al., 2015) for berekning av middelflaum og vassføringar med høgare returperiodar (T) enn middelflaum brukast. Formlane 4-6 er oppgitt i m³/s er gitt ved:

$$Q_M = 18,97(Q_N)^{0,864} e^{-0,251\sqrt{A_{SE}}} \quad (4)$$

$$\frac{Q_T}{Q_M} = 1 + 0,308q_N^{-0,137} \frac{[\Gamma(1+k)\Gamma(1-k) - (T-1)^{-k}]}{k} \quad (5)$$

$$k = -1 + \frac{2}{1 + e^{0,391 + 1,54\frac{A_{SE}}{100}}} \quad (6)$$

Q_M : Middelflaumen (m³/s)

$\frac{Q_M}{Q_T}$: Forholdet mellom middelflaumen og vassføringar med høgare returperiodar (T)

A_{SE} : Effektiv sjøprosent (%)

Q_N : Nedbørsfeltet si middelvassføring (l/s) ($Q_N = \frac{q_N \times A}{1000}$)

A : Nedbørsfeltet sitt areal (km²)

q_N : Middelvassføring for gjeldande normalperiode (l/s*km²)

Γ : Gammafunksjonen

I «Veileder for flomberegninger i små uregulerte nedbørsfelt» konkluderer Stenius et al. (2015) at den største usikkerheits-kjelda ved denne metoden kjem frå middelflaum-regresjonen, der ein finn usikkerheiten (95 % konfidensintervall) ved å multiplisere estimatet av middelflaumen med 0,56-1,77. Usikkerheita auker med aukande returperiode. Ved returperiode over 100 år ligg usikkerheita på omtrent 0,5-2,0 gonger aktuelt flaumestimat, Q_T .

2.5 Hydraulisk kapasitet i bekkeinntak, under bruer og i opne grøfter og kanalar

Eit underdimensjonert bekkeinntak kan vera ein av fleire årsaker til at vatnet finn nye vegar. Hydraulisk kapasitet vert berekna med Mannings formel for opne kanalar (formel 7). For kulvertar og stikkrenner vert Statens vegvesen sine standardiserte tabellar for kapasitetsberekningar nytta. Den er basert på innløpskontroll, røyrmateriale, Manningstall, diameter, fall og røyret si lengde (Statens vegvesen Håndbok N200).

$$Q = M \times A \times R^{2/3} \times I^{1/2} \quad (7)$$

Q = Maksimal vassføring (l/s)

M = Manningstall ($m^{1/3}/s$)

A = Tverrsnitt av grøft (m^2)

R = Hydraulisk radium ($R=A/P$)

I = Lengdefall av grøft (m/m)

P = Våtomkrets av grøft (m)

2.6 Risiko- og sårbarheitsanalyse (ROS)

Basert på dreneringslinjer, berekna vassføring (med ulike gjentakintervall), og hydraulisk kapasitet ved kartlagde kritiske punkt er det gjort ei forenkla ROS-analyse. Å gjere ei ROS-analyse betyr å kartlegge sannsynet og konsekvensar av uønska hendingar. Sannsynet beskriv hyppigheita av ei uønska hending. Eksempel på uønska hendingar er tilstopping i bekkeinntak. Ei slik hending fører til at vatnet tek ein ny veg (flaumveg). Konsekvensen beskriv skadeomfanget ved ei uønska hending. Eksempel er skade på trafikkert veg.

For at ROS-analysen av kritiske punkt skal vera mest mogleg brukarvennleg i nye Ullensvang kommune (2020), er det valt å ta utgangspunkt i Asplan Viak si forenkla ROS-analyse (Asplan Viak, 2018). Dette gjer at kritiske punkt i Jondal kommune er analysert på same grunnlag som i Odda kommune, og poengverdiane betyr noko lunde det same. Sannsynet beskriv i denne analysen førekomsten av kapasitetsoverskriding ved bekkeinntaka. Konsekvens reknast som forventa skadeomfang ved ein 200-årsflaum. I Asplan Viak si konsekvensutgreiing er infrastruktur alle bygg utanom bustadbygg. Det er nok at 1 av 3 kolonnar er oppfylt i konsekvensklasse 3 for at det automatisk tilhøyrar den klassen. Sannsynet vert multiplisert med konsekvens (vekttal) og gir ein poengverdi. Analysen er basert på tabell 2-4.

Det er ei oversikt over ROS-analyse ved kvart punkt i resultata. I vedlegget ligg det ei shapefil og SOSI-fil der meir nøyaktig plassering av punkta kjem fram.

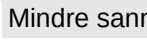
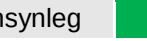
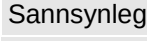
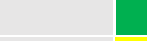
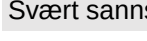
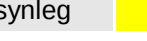
Tabell 2. Skildring av sannsynet for at ei uønska hending skal inntreffe.

Sannsyn	Vekt	Frekvens
Lite sannsynleg	1	Sjeldnare enn ei gong kvart 200 år
Mindre sannsynleg	2	Ei gong kvart 20-200 år
Sannsynleg	3	Ei gong kvart 2-20 år
Meget sannsynleg	4	Oftare enn kvart 2 år

Tabell 3. Skildring av forventa konsekvens/skadeomfang av ei uønska hending.

Konsekvens	Vekt	Infrastruktur, samfunnsfunksjonar	Bueining	Flaumveg- ny retning?	Mengde vatn i flaumveg ved 200-årsflaum
Liten	1	Skader på lite kritisk infrastruktur og mindre trafikkerte vegar	0	Nei <50 m	0
Moderat	2	Skader på middels kritisk infrastruktur og middels trafikkerte vegar	1-20	Ja 50-500 m	<500 l/s
Stor	3	Skader på infrastruktur med betydning for liv og helse og sterkt trafikkert veg	>20	Ja >500 m	>500 l/s

Tabell 4. Risikomatrise basert på uønska hendingar.

Sannsyn	Konsekvens		
	Liten	Moderat	Stor
Lite sannsynleg			
Mindre sannsynleg			
Sannsynleg			
Svært sannsynleg			

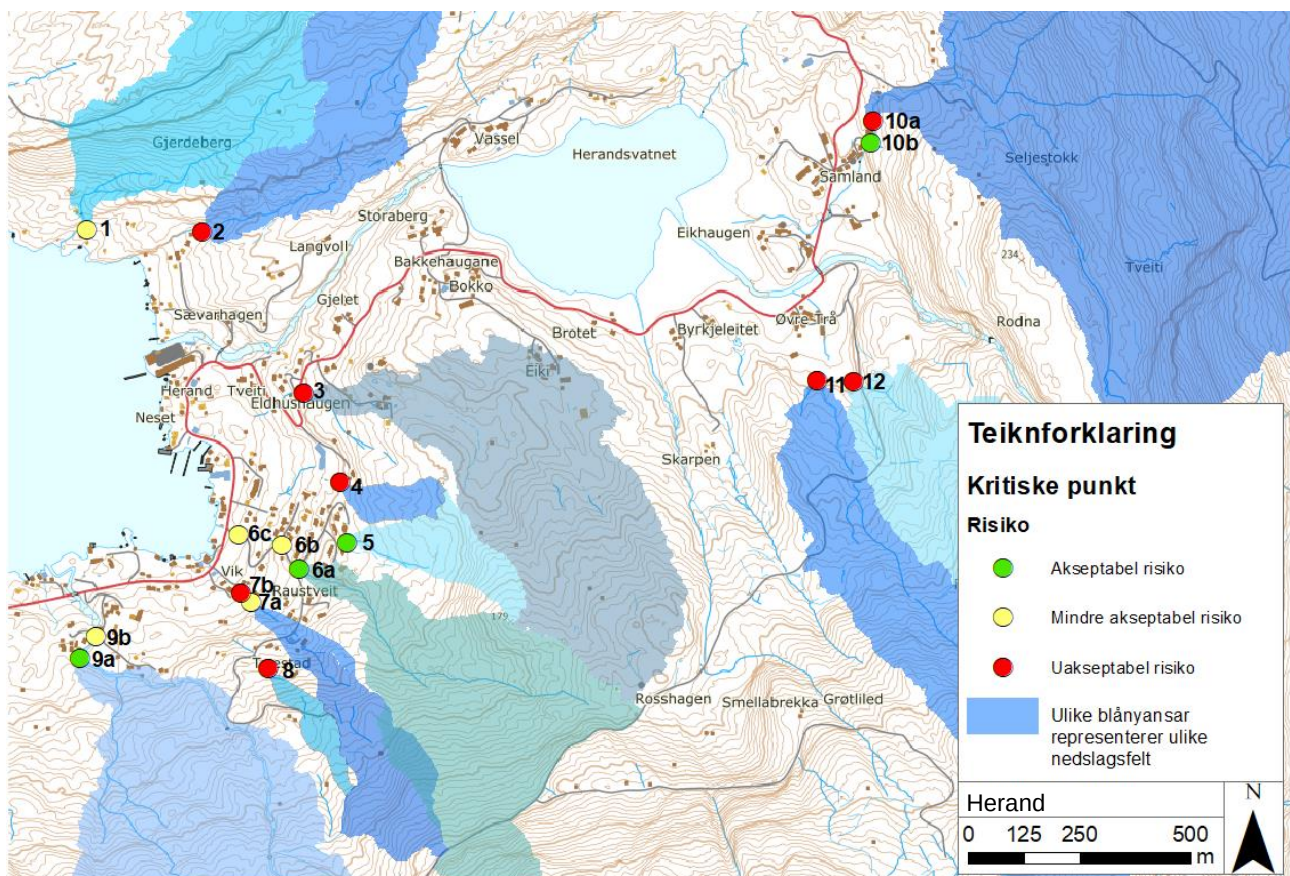
	Akseptabel risiko – risikoreduserande tiltak er ikkje naudsynt
	Akseptabel risiko – risikoreduserande tiltak må vurderast
	Uakseptabel risiko – risikoreduserande tiltak er naudsynt

3 Resultat

3.1 Delområde A: Herand

I Herand er det registrert 16 kritiske punkt i ulike vassdrag (Figur 1). Åtte av dei vurderte kritiske punkta er i kategori «uakseptabel risiko».

Alle nedslagsfelt ligg i relativt bratt terreng, kor mesteparten av overflata er skogdekke. Det er stadvis område kor det er meir bart fjell.



Figur 1. Kart over Herand som syner vurderte kritiske punkt.

PUNKT 1	Ope bekkeløp
Skildring	Brå retningsendring i bekk. Ikkje teikn til erosjon i bekkeløp.
Nedbørfelt	36 ha
Q₂₀	1 310 l/s
Q₂₀₀	2 370 l/s
Dimensjon	Bekkeløp i sving ca. 30 x 100 cm (stor variasjon)
ROS-analyse	Konsekvens (1p) x Sannsyn (3p) Risiko (3p)
Kommentar	Bekken vil truleg gå over sine breidder ved ein 20års-flaum, men terrengforma fører til at vatnet ikkje vil ta nye vegar.
Elvekanal	
	
Flaumveg	Langs eksisterande vassdrag.
Forslag til skadereduserande tiltak	Plastre bekkekant i yttersving, eller lage nytt løp i innersving.

PUNKT 2		Kulvertar i betong		
Skildring	Bekkeløp i kulvert under traktorveg.			
Nedbørfelt	62 ha			
Q ₂₀	2 090 l/s			
Q ₂₀₀	3 780 l/s			
Dimensjon	To røyr på 400 mm			
ROS-analyse	Konsekvens (3p)	x	Sannsyn (4p)	Risiko (12p)
Kommentar	Risikoen vert i hovudsak høg fordi vassføringa kan verta over 500 l/s (konsekvens med vekt nr. 3) i eventuell flaumveg. Det er eit naust som ligger i mogleg flaumveg.			
Inntak		Utløp		
				
Flaumveg		Nedover langs forseinkinga i terrenget mot fjorden.		
Forslag til skadereduserande tiltak		Vedlikehald av bekkeinntak for å førebygge gjentetting.		

PUNKT 3		Kulvertar i betong		
Skildring	Bekkeløp i to kulvertar etter kvarandre.			
Nedbørfelt	30 ha			
Q ₂₀	875 l/s			
Q ₂₀₀	1 600 l/s			
Dimensjon	600 mm (begge)			
ROS-analyse	Konsekvens (3p)	x	Sannsyn (3p)	Risiko (9p)
Kommentar	Kulvertane er pr. i dag ikkje dimensjonert for meir enn ~350-400 l/s som ca. tilsvarar en 2års-flaum med klimapåslag. Tidlegare flaumhendingar er ikkje kjent.			
Inntak				
Utløp				
Flaumveg	Vatnet vil truleg følgje fylkesveg ved 200-årsflaum eller fortetting i begge kulvertar			
Forslag til skadereduserande tiltak	Oppdimensjonere kulvertar, elles vedlikehalde bekkeinntak.			

PUNKT 4	Kulvert i betong		
Skildring	Bekk som renn i eit tilsynelatande for grunt bekkeløp i tillegg til ein liten kulvert i inntak. Tidlegare flaumveg vist med raud pil.		
Nedbørfelt	1,65 ha		
Q₂₀	85 l/s		
Q₂₀₀	165 l/s		
Dimensjon	150 mm		
ROS-analyse	Konsekvens (2p)	x Sannsyn (4p)	Risiko (8p)
Kommentar	Dette er eit problemområde kor det ved fleire tilfelle har kome vatn ned på uteområdet til skulen. Det er ikkje store mengder vatn, men likevel uheldig.		
Inntak			
			
Flaumveg	Vist med raud pil (i sving). Ned mot uteområde til skule.		
Forslag til skadereduserande tiltak	Grave djupare grøft og få ein større dimensjon på kulvert. Alternativt lage erosjonssikker flaumveg.		

PUNKT 5	Kulvertar i plast		
Skildring	Bekkeløp med inntak i kulvert med delt opning øvst i bustadfelt.		
Nedbørfelt	4,4 ha		
Q ₂₀	225 l/s		
Q ₂₀₀	440 l/s		
Dimensjon	300 mm x2		
ROS-analyse	Konsekvens (2p)	x Sannsyn (1p)	Risiko (2p)
Kommentar	Det ser ut til å vere god kapasitet i inntaket. Gjentetting av rist kan redusere kapasiteten dramatisk.		
Inntak			
			
Flaumveg	Nedover langs gateveg mellom bustader.		
Forslag til skadereduserande tiltak	Det er viktig med vedlikehald i inntak slik at det ikkje går tett. Ved å lage ein grøft i vegkant kan dette lede overvatn i ønska retning i flaumsituasjonar.		

PUNKT 6a		Kulvertar i betong		
Skildring	Bekkeinntak i overkant av bustadfelt. Framfor kulvertane er det to rister som samlar opp rusk.			
Nedbørfelt	32 ha			
Q ₂₀	1 040 l/s			
Q ₂₀₀	1 890 l/s			
Dimensjon	6a: 600 mm x2			
	6b: 1 000 mm			
	6c: 1 000 mm			
ROS-analyse	6a: Konsekvens (2p)	x	Sannsyn (1p)	Risiko (3p)
	6b: Konsekvens (2p)	x	Sannsyn (2p)	Risiko (4p)
	6c: Konsekvens (2p)	x	Sannsyn (2p)	Risiko (4p)
Kommentar				
Inntak		Oppstraums inntak		
				
Flaumveg	Langs veg ned mot fjorden.			
Skadereduserande tiltak	Vedlikehald av bekkeinntak. Jamleg reinsk av rister og ev. oppsamling av lausmassar o.l. som tettar igjen inntaket.			

PUNKT 6b

Kulvert i betong

Inntak



Oppstraums inntak



Flaumveg

Langs veg ned mot fjorden.

Skadereduserande tiltak

Vedlikehald av bekkeinntak. Jamleg reinsk av rusk og ev. oppsamling av lausmassar o.l. som tettar igjen inntaket.

PUNKT 6c

Kulvert i betong

Inntak



Utløp



Flaumveg

Over Heradsvegen og ut i fjorden.

Skadereduserande tiltak

Vedlikehald av bekkeinntak. Jamleg reinsk av rusk og ev. oppsamling av lausmassar o.l. som tettar igjen inntaket.

PUNKT 7	Kulvertar i betong			
Skildring	Grunneigar gjer pr. i dag vedlikehald sjølv av øvre inntak. Vanlegvis lite vatn i bekken. Nedre inntak har mindre dimensjon enn øvre.			
Nedbørfelt	8,22 ha			
Q ₂₀	330 l/s			
Q ₂₀₀	640 l/s			
Dimensjon	7a: 300 mm x2			
	7b: 300 mm			
ROS-analyse	7a: Konsekvens (2p)	x	Sannsyn (3p)	Risiko (6p)
	7b: Konsekvens (2p)	x	Sannsyn (4p)	Risiko (8p)
Kommentar	Bekkeinntaka er pr. i dag for små til å takle sjølv ein 2-års flaum. Inntaka er også utsett for gjentetting slik som vist på bileta.			
Inntak		Inntak lengre nede		
				
Flaumveg	Langs gateveg ned til Herandsvegen og ut i fjorden.			
Skadereduserande tiltak	Kulvertane bør oppdimensjonerast. Elles er det viktig med kontinuerleg vedlikehald av inntaka slik at kapasiteten ikkje blir ytterlegare redusert.			

PUNKT 8	Kulvert i betong		
Skildring	Bekkeinntak nær bustadbygging.		
Nedbørfelt	2,84 ha		
Q ₂₀	130 l/s		
Q ₂₀₀	240 l/s		
Dimensjon	~150 mm (kom ikkje til)		
ROS-analyse	Konsekvens (2p)	x Sannsyn (4p)	Risiko (8p)
Kommentar	Grunneigar fortel at det ikkje har vore problem med for mykje vatn i bekken tidlegare. Likevel syner berekningane at bekkeinntaket er for lite dimensjonert for framtidige flaumar med klimapåslag.		
Inntak			
Flaumveg	Nedover veg (45 m) før det renn av vegen og ned på dyrka mark og etter kvart bustader lengre ned mot fjorden.		
Skadereduserande tiltak	Oppdimensjonering av kulvert. I mellomtida bør det gjerast vedlikehald i inntaket slik at det ikkje går tett.		

PUNKT 9a	Opent bekkeløp			
Skildring	Brå retningsendring i Haugselva			
Nedbørfelt	658,2 ha			
Q ₂₀	15 830 l/s			
Q ₂₀₀	28 660 l/s			
Dimensjon	9a: Bekkeløp i sving ca. 500 x 1 000 mm ved topp elvekant 9b: Bru 1900x4000 mm			
ROS-analyse	9a: Konsekvens (2p)	x	Sannsyn (1p)	Risiko (2p)
	9b: Konsekvens (3p)	x	Sannsyn (1p)	Risiko (3p)
Kommentar	Yttersvingen i bekken er utsett for erosjon ved høg vassføring			
Oppstraums sving		Nedstraums sving		
				
Flaumveg	Langs eksisterande elveløp. Ved tett elveløp vil vasstanden stige opp imot uthus og fløyme over dyrka jord			
Skadereduserande tiltak	Sjå til at eksisterande steinfylling langs kant blir vedlikehalden.			

PUNKT 9b

Bru i betong

Inntak

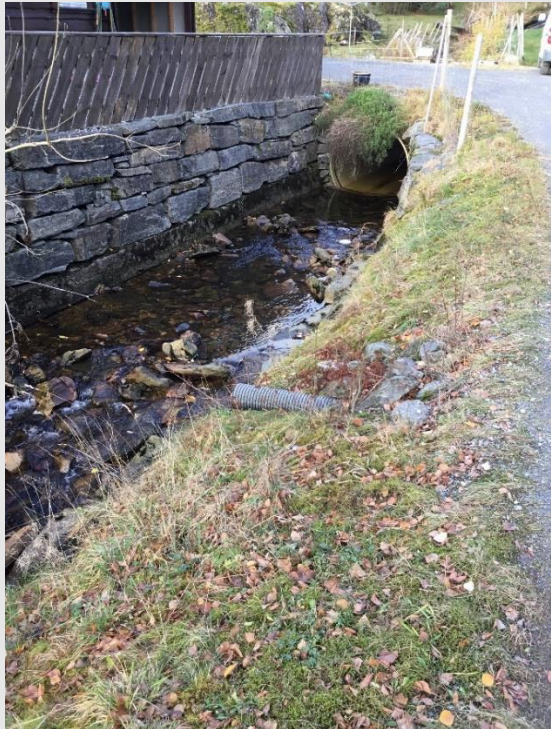


Flaumveg

Truleg langs eksisterande elveløp, men flatare område kan verta oppsamlingsområde for vatn under flaum.

Skadereduserande tiltak

Vedlikehald ved inntak slik at kapasiteten oppretthaldast.

PUNKT 10a	Kulvert i plast			
Skildring	Kulverten ser ut til å vere i god stand. Den ligg i innkøyrsla til ein bustad.			
Nedbørfelt	126,7 ha			
Q ₂₀	3 990 l/s			
Q ₂₀₀	7 220 l/s			
Dimensjon	10a: 1 400 mm			
	10b: 1 700 x 2 600 mm			
ROS-analyse	10a: Konsekvens (3p)	x	Sannsyn (3p)	Risiko (9p)
	10b: Konsekvens (2p)	x	Sannsyn (1p)	Risiko (2p)
Kommentar	Kulvert i 10a er stor, men ikkje stor nok til å handtere ein 200års-flaum med klimapåslag. Inntak under bru i 10b er stor nok til å handtere ein 200-års flaum med klimapåslag.			
Inntak		Utløp		
				
Flaumveg	Langs grusveg, og ned mot anna bustadbygging.			
Skadereduserande tiltak	Enten oppdimensjonera kulvert i 10a eller sørge for at bekkeinntaket alltid er ope.			

PUNKT 10b

Bru over elv

Inntak



Utløp



Flaumveg

Langs grusveg mot låve.

Skadereduserande tiltak

Vedlikehald av bru samt å halde eit ope inntak.

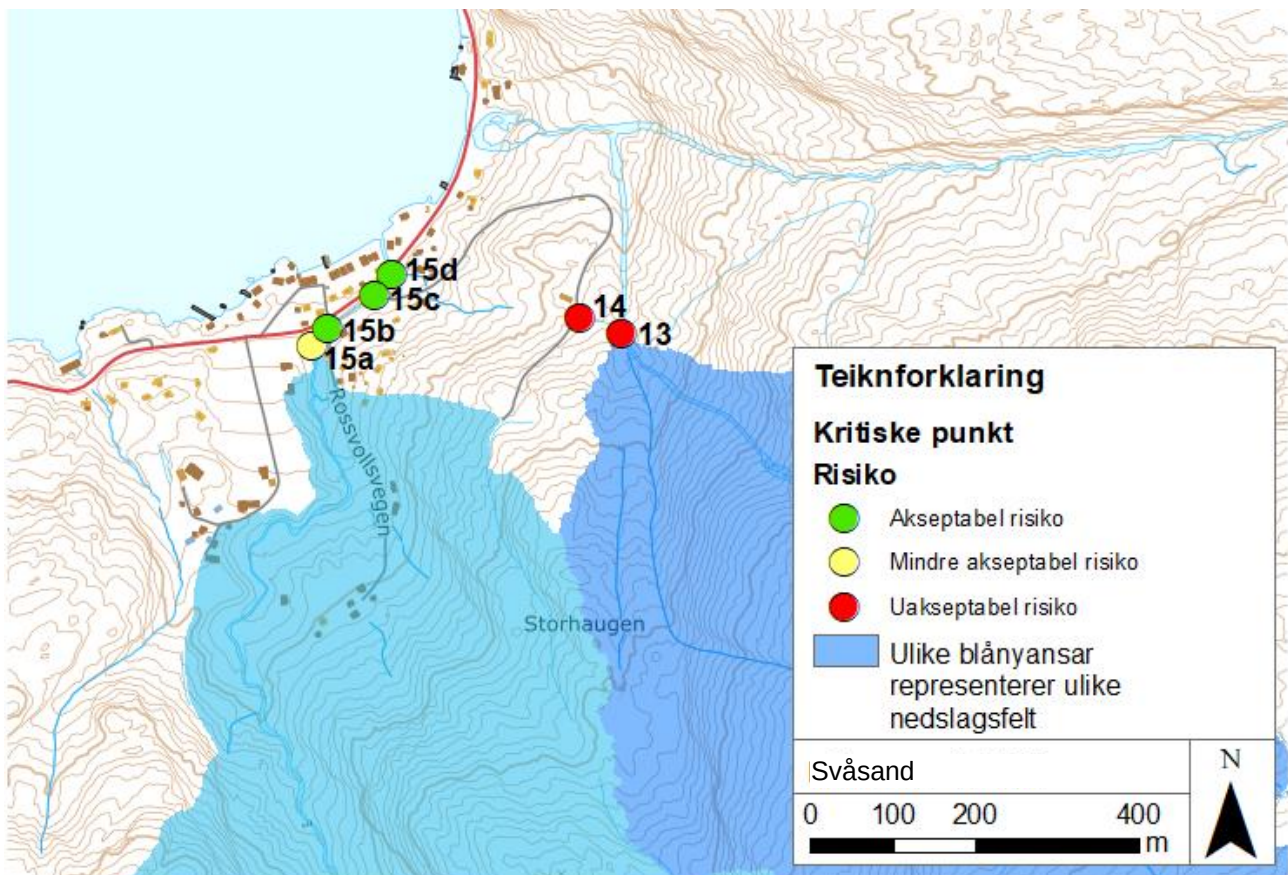
PUNKT 11	Kulvert i betong		
Skildring	Lite bekkeinntak ovafor dyrka mark.		
Nedbørfelt	40,15 ha		
Q ₂₀	1 370 l/s		
Q ₂₀₀	2 490 l/s		
Dimensjon	400 mm		
ROS-analyse	Konsekvens (3p)	x Sannsyn (4p)	Risiko (12p)
Kommentar	Det er jamleg problem at inntaket ikkje er stort nok dimensjonert og at vatnet renn ned over dyrka mark mot bustadbygging.		
Inntak			
Flaumveg	Flaumveg 		
Flaumveg	Vist i biletet over. Vatnet renn inn i eksisterande bekkeløp der kulverten sluttar.		
Skadereduserande tiltak	Oppdimensjonere kulvert, eller vedlikehald av inntak for at mest mogleg vatn skal gå igjennom kulvert. Kulverten har likevel liten kapasitet, og det anbefalast uansett å ha kontroll på at flaumvegen ikkje endrar løp.		

PUNKT 12	Kulvert i betong		
Skildring	Lite inntak som har problem med å handtere vassmengder ved store nedbørhendingar.		
Nedbørfelt	18,17 ha		
Q₂₀	690 l/s		
Q₂₀₀	1 250 l/s		
Dimensjon	~500 mm		
ROS-analyse	Konsekvens (3p)	x Sannsyn (4p)	Risiko (12p)
Kommentar	Inntaket er for lite for sjølv ein 2-års flaum med klimapåslag. Grunneigar seier derimot at det ikkje er eit stort problem for dei.		
Inntak			
Flaumveg	Langs dyrka mark. Vatnet renn ned igjen i bekkeløpet der kulverten endar.		
Skadereduserande tiltak	Reinsk av inntak slik at det ikkje tettast seg igjen. Ev. oppdimensjonering av kulvert.		

3.2 Delområde B: Svåsand

På Svåsand er det registrert 6 kritiske punkt i ulike vassdrag (Figur 2). To av dei vurderte kritiske punkta er i kategori «uakseptabel risiko».

Nedslagsfelt til begge vassdraga ligg i bratt terreng, kor mesteparten av overflatedekket er skog. Det er også stadvis bart fjell.



Figur 2. Kart over Svåsand som viser vurderte kritiske punkt.

PUNKT 13	Kulvert i stål		
Skildring	Kulvert under skogsveg i dårleg fatning. Botnen er fleire plassar erodert vekk, og det er mykje lausmasser inne i kulverten.		
Nedbørfelt	65,9 ha		
Q ₂₀	2 400 l/s		
Q ₂₀₀	4 350 l/s		
Dimensjon	1 000 mm		
ROS-analyse	Konsekvens (3p)	x Sannsyn (3p)	Risiko (9p)
Kommentar	Kulverten har ikkje kapasitet til å handtere ein 20-årsflaum med klimapåslag. Den er i dårleg fatning.		
Inntak			
Utløp			
Flaumveg	Langs vegggrøft ned mot lagerhus.		
Skadereduserande tiltak	Kulvert bør bytast ut med ein ny då den er for liten for framtidige flaumar, og fordi den er i dårleg forfatning. I mellomtida bør det passast på at det ikkje samlar seg for mye materiale framfor og inni kulvert. Tilrettelegging av flaumveg anbefalast også for å sikre at vatnet kjem tilbake til bekkeløpet		

PUNKT 14	Kulvert i plast		
Skildring	FLAUMVEG for punkt 13. Utløp er truleg under haug med sagflis.		
Q₂₀	1 170 l/s		
Q₂₀₀	3 110 l/s		
Dimensjon	~300 mm		
ROS-analyse	Konsekvens (3p)	x Sannsyn (3p)	Risiko (9p)
Kommentar	På grunn av at kulvert i punkt 13 med eit relativt stort nedslagsfelt, har ein kulvert som er sterkt underdimensjonert, kan dette føre til at det vert store mengder vatn i flaumveg som er punkt 14.		
Inntak			
Utløp			
Flaumveg	Langs skogsveg ned mot lagerbygg		
Skadereduserande tiltak	Reinske opp inntak og grave fram utløp (sjå bilete for utløp). Tiltak i punkt 13 bør vere prioritert fyrst då det har positiv effekt på punkt 14.		

PUNKT 15a	Ope bekkeløp
Skildring	Brå retningsendring i elveløp. Fare for erosjon rett opp under fylkesveg (raud pil). Bekken går under veg tre stader (15b-15d) før den munnar ut i fjorden.
Nedbørfelt	158 ha
Q₂₀	5 230 l/s
Q₂₀₀	9 430 l/s
Dimensjon	15a: 1 000 x 2 000 mm 15b: 2 200 x 3 000 mm 15c: 2 600 x 2 800 mm 15d: 2 800 x 3 300 mm
ROS-analyse	Konsekvens (2p) x Sannsyn (2p) Risiko (4p)
	Konsekvens (2p) x Sannsyn (1p) Risiko (2p)
	Konsekvens (2p) x Sannsyn (1p) Risiko (2p)
	Konsekvens (2p) x Sannsyn (1p) Risiko (2p)
Kommentar	Det er tydelege teikn på at vatnet tek nye vegar ved høg vassføring (15a). I ein flaumsituasjon kan det oppstå erosjon i skråning mot fylkesveg. På grunn av topografiske forhold vil vatnet sannsynlegvis fordele seg ut over ei flate (vist i bilete under).
Inntak 15a 	
Flaumveg	Langs eksisterande bekkeløp
Skadereduserande tiltak	Erosjonssikre i yttersving, elles vedlikehald av bekkeløp og lysopning under bruer.

PUNKT 15b		Bru i betong	
Inntak		Utløp	
			
Flaumveg		Langs eksisterende bekkeløp.	
Skadereduserende tiltak		Vedlikehald av bru samt reinsk av lausmassar/vegetasjon i inntak ved behov.	

PUNKT 15c

Bru i betong/tre

Inntak



Utløp



Flaumveg

Langs eksisterende bekkeløp

Skadereduserende tiltak

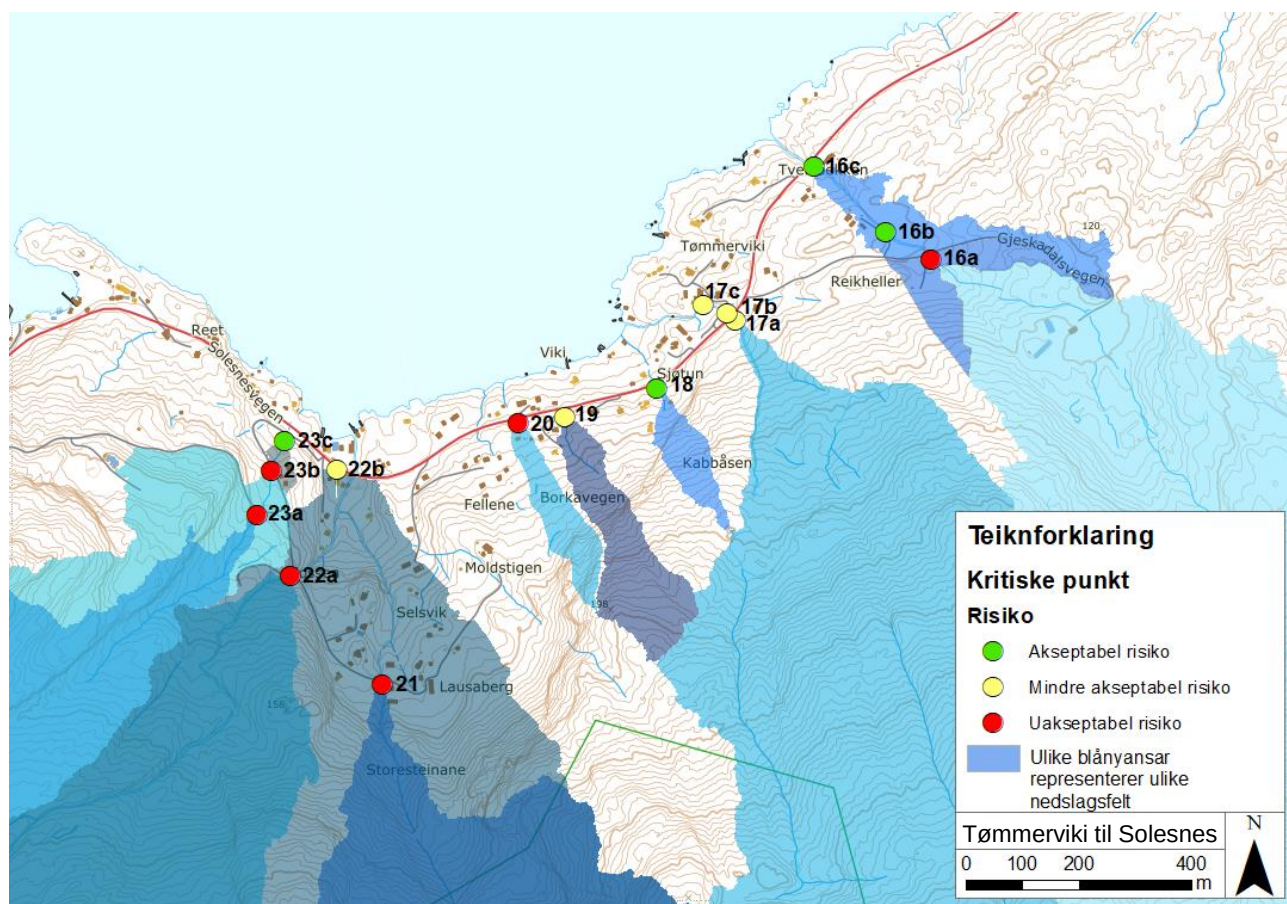
Vedlikehold av bru samt reinsk av lausmassar/vegetasjon i inntak ved behov.

PUNKT 15d		Bru i betong	
Inntak		Utløp	
			
Flaumveg		Langs grøft mot øst før det kryssar over hovudveg og ut i fjorden.	
Skadereduserande tiltak		Vedlikehald av bru samt reinsk av lausmassar/vegetasjon i inntak ved behov.	

3.3 Delområde C: Tømmerviki til Solesnes

I området Tømmerviki til Solesnes er det registrert 15 kritiske punkt i vassdraga (Figur 3). Det er 6 av punkta som er i kategori «uakseptabel risiko» i tillegg til at det anbefalast å gjere tiltak i punkt 17a.

Nedslagsfelt til dei kritiske punkta ligg i bratt terreng kor mesteparten av overflata er skogdekke. I nokon av nedslagsfeltene er det også store område med snaufjell.



Figur 3. Kart over Tømmerviki til Solesnes som viser vurderte kritiske punkt.

PUNKT 16a	Kulvert i betong			
Skildring	Kulvert under skogsveg. Stort oppfyllingsområde før ev. ny flaumveg.			
Nedbørfelt	98,4 ha			
Q ₂₀	3 390 l/s			
Q ₂₀₀	6 120 l/s			
Dimensjon	16a: 1 000 mm			
	16b: 900 x 2 600 mm			
ROS-analyse	Konsekvens (3p)	x	Sannsyn (3p)	Risiko (9p)
	Konsekvens (2p)	x	Sannsyn (1p)	Risiko (2p)
Kommentar	Effekten av at inntaket 16a ligg i eit stort søkk i terrenget er berre at det vil forseinke ei overfløyming i ein kort periode.			
Inntak		Utløp		
				
Flaumveg	Langs skogsveg og tilbake i eksisterande bekkeløp. Ein del vatn vil også følgje vegen vidare ned mot Svåsandvegen.			
Skadereduserande tiltak	Etablere ein erosjonssikker flaumveg/oppdimensjonere kulvert. Elles jamleg reinsk av inntak.			

PUNKT 16b Steinbru	
Inntak	Oppstraums bru
	
Flaumveg	Langs eksisterande vassdrag. Under flaum kan bekken erodere og ta nye vegar. Det kan også ved eit tidspunkt flyte opp på bilveg tilhøyrande bustadhus.
Skadereduserande tiltak	Grave bekkeløpet djupare/vedlikehald av erosjonssikring. Passe på at bekkeløpet ikkje fyller seg opp med lausmassar og reduserer den hydrauliske kapasiteten.

PUNKT 16c	Steinkulvert		
Skildring	Inntak i stor mur.		
Nedbørfelt	104 ha		
Q₂₀	3 530 l/s		
Q₂₀₀	6 370 l/s		
Dimensjon	800 x 1 000 mm		
ROS-analyse	Konsekvens (2p)	x Sannsyn (1p)	Risiko (2p)
Kommentar	Inntaket har stor nok kapasitet til å handtere ein 200-årsflaum.		
Inntak			
Utløp			
Flaumveg	Opp i Svåsandvegen. Vatnet fordeler seg truleg ut over vegen, og noko vil renne av ned mot fjorden.		
Skadereduserande tiltak	Jamleg reinsk av lausmassar og vegetasjon i inntak.		

PUNKT 17a	Kulvert i betong			
Skildring	Kulvert under veg. Steinar rasar ut og ned i bekkeløpet. Generelt ser denne fyllinga litt ustabil ut frå nedsida.			
Nedbørfelt	66 ha			
Q ₂₀	2 400 l/s			
Q ₂₀₀	4 340 l/s			
Dimensjon	17a: 900 mm			
	17b: 1 000 mm			
	17c: ~1 000 x 1 000 mm			
ROS-analyse	Konsekvens (2p)	x	Sannsyn (3p)	Risiko (6p)
	Konsekvens (2p)	x	Sannsyn (3p)	Risiko (6p)
	Konsekvens (2p)	x	Sannsyn (2p)	Risiko (4p)
Kommentar	Fyllinga som kulverten i 17a går igjennom er i dårleg forfatning ved inn- og utgang til kulvert. Blokker ramlar ned og ut i bekkeløpet.			
Inntak 17a		Utløp		
				
Flaumveg	Opp på Svåsandvegen og ned på andre sida kor muren sluttar. Vidare langs veg og ned igjen i eksisterande vassdrag.			
Skadereduserande tiltak	Det er fleire blokker som har rast ut framfor inntak og utløp som kan minske hydraulisk kapasitet. Murene bør utbetrast. Elles jamleg reinsk av lausmassar og vegetasjon framfor inntak.			

PUNKT 17b		Kulvert i betong	
Inntak		Utløp	
			
Flaumveg		Langs gateveg og videre ned igjen i eksisterende vassdrag.	
Skadereduserende tiltak		Jamleg reinsk av lausmassar og vegetasjon i inn- og utløp.	

PUNKT 17c	Bekkeløp i lausmasser
Skildring	Retningsendring i bekkeløp. Bebuarar har tidlegare vore bekymra ved høg vassføring. Men det er ikkje registrert at bekken har rent utanfor bekkeløpet og gjort skader. Det er nyleg laga ein mur mot bustadbygg som har auka kapasiteten til bekkeløpet og som hindrar erosjon.
Inntak	
Flaumveg	Langs eksisterande vassdrag. Dersom det oppstår erosjon i yttersving kan området mot nordvest midlertidig fløyme over.
Skadereduserande tiltak	Passe på at det ikkje oppstår erosjon langs eksisterande mur i yttersving. Elles jamleg reinsk av sedimenter og vegetasjon i vassdrag.

PUNKT 18	Steinkulvert		
Skildring	Bekk under veg		
Nedbørfelt	1,35 ha		
Q₂₀	80 l/s		
Q₂₀₀	165 l/s		
Dimensjon	300 x 600 mm		
ROS-analyse	Konsekvens (2p)	x Sannsyn (1p)	Risiko (2p)
Kommentar	Inntaket har stor nok kapasitet til en 200års-flaum så lenge det er ope og det ikkje ligg lausmassar eller vegetasjon som tettar det igjen.		
Inntak			
Utløp			
Flaumveg	Langs grøft mot vest før det vil krysse vegen og renne ned mot fjorden.		
Skadereduserande tiltak	Vedlikehald av inn- og utløp. Unngå oppsamling av lausmassar og/eller vegetasjon i inntak.		

PUNKT 19		Kulvert i betong		
Skildring	Kulvert under veg. Halvvegs over vegen er det ein kum. Kulverten sluttar i vegkant, 3m lengre nede går bekken inn i nytt røyr med mindre dimensjon, 250 mm. Dette røyrer er gjenslamma. Ved flaum vil truleg overskotsvatn renne på dyrka mark ned til fjorden.			
Nedbørfelt	3,98 ha			
Q ₂₀	210 l/s			
Q ₂₀₀	400 l/s			
Dimensjon	400 mm			
ROS-analyse	Konsekvens (2p)	x	Sannsyn (3p)	Risiko (6p)
Kommentar	Det ligg ein del lausmassar i innløpet til kulvert.			
Inntak				
				
Flaumveg	Langs grøft mot vest. Vil truleg renne over veg på eit tidspunkt. Det vil avhenge av kor mykje vatn som renn ned i grøfta elles.			
Skadereduserande tiltak	Vedlikehald av inntak. Jamleg reinsk av lausmassar og vegetasjon som tettar inntaket. Det er også aktuelt med oppdimensjonering.			

PUNKT 20	Stålrisk		
Skildring	Stålrisk i veggrøft.		
Nedbørfelt	1,79 ha		
Q ₂₀	90 l/s		
Q ₂₀₀	180 l/s		
Dimensjon	550 x 550 mm- <i>vurdert kapasitet 50 l/s</i>		
ROS-analyse	Konsekvens (2p)	x Sannsyn (4p)	Risiko (8p)
Kommentar	Halvvegs gjentetta ved synfaringstidspunkt. Stor fare for gjentetting.		
Inntak			
Flaumveg	Lager fyrst dam i vegbanen og så vil vatnet truleg følgje fylkesvegen mot vest før det på eit tidspunkt renner ned mot fjorden.		
Skadereduserande tiltak	Jamleg reinsk av rist. Vurdere oppdimensjonering eller anna tiltak.		

PUNKT 21	Kulvert i betong		
Skildring	Kulvert under veg. Det har fylt seg opp m/stein framfor kulvert, men ikkje inni.		
Nedbørfelt	79,2 ha		
Q₂₀	4 010 l/s		
Q₂₀₀	7 880 l/s		
Dimensjon	1 200 mm		
ROS-analyse	Konsekvens (3p)	x Sannsyn (3p)	Risiko (9p)
Kommentar	Kulvert har så vidt kapasitet til en 2-årsflaum med klimapåslag.		
Inntak			
Utløp			
Flaumveg	Over veg og ned igjen i bekkeløpet. Det kan renne mot kvitt hus i høgre bilete fyrst.		
Skadereduserande tiltak	Oppdimensjonere kulvert. Elles jamleg reinsk av lausmassar og vegetasjon i inntak.		

PUNKT 22a		Kulvert i stål/plast		
Skildring	Stålkulvert under veg. Ser ut til å ha vore skada då det er restar av kulvert i bekkeløp- lagt nytt plastrøyr inni gamalt.			
Nedbørfelt	132 ha			
Q ₂₀	4 410 l/s			
Q ₂₀₀	7 950 l/s			
Dimensjon	~1 200 mm			
ROS-analyse	Konsekvens (3p)	x	Sannsyn (3p)	Risiko (9p)
Kommentar	Kulvert er i dårleg forfatning og har så vidt kapasitet til en 2-årsflaum med klimapåslag.			
Inntak		Utløp		
				
Flaumveg	Nedover asfaltert veg før det renn av veg og ned mot bustadfelt i nord-nordøstleg retning.			
Skadereduserande tiltak	Kulvert bør oppdimensjonerast. Elles er det anbefalt jamleg vedlikehald av inntak for å oppretthalde hydraulisk kapasitet.			

PUNKT 22b	Bru i betong		
Skildring	Bru over bekk. I dette punktet har vassdrag 21 og 22 gått saman til eitt.		
Nedbørfelt	230 ha		
Q ₂₀	7 290 l/s		
Q ₂₀₀	13 150 l/s		
Dimensjon	1 300 x 3 000 mm		
ROS-analyse	Konsekvens (2p)	x Sannsyn (1p)	Risiko (2p)
Kommentar	Inntaket har god nok kapasitet til en 200-årsflaum. Det ligg ein bustad nær inntaket, og nær alternativ flaumveg på andre sida av muren.		
Inntak			
			
Flaumveg	Inntak under hovudveg eller veg under muren (sjå raud pil). Begge alternative flaumveger har stor nok kapasitet til å ta imot en 200-årsflaum.		
Skadereduserande tiltak	Vedlikehald av bru og inntak. Jamleg reinsk av lausmassar og vegetasjon.		

PUNKT 23a	Kulvert i betong		
Skildring	Kulvert under veg.		
Nedbørfelt	26,8 ha		
Q₂₀	1 015 l/s		
Q₂₀₀	1 840 l/s		
Dimensjon	600 mm		
ROS-analyse	Konsekvens (3p)	x Sannsyn (4p)	Risiko (12p)
Kommentar	Inntaket har ikkje kapasitet til ein 200-årsflaum. Risikoen er høg fordi det er mykje vatn som vil gå via flaumveg ved en 200-årsflaum.		
Inntak			
Utløp			
Flaumveg	Langs grøft ned i kryss. Liten kulvert i krysset. Vil følge grøft ned i same bekkeløp lengre nede. I hovudsak vil den følge Selsvikvegen forbi ein bustad før Herandsvegen.		
Skadereduserande tiltak	Oppdimensjonering av kulvert. Elles jamleg reinsk og vedlikehald av inntak.		

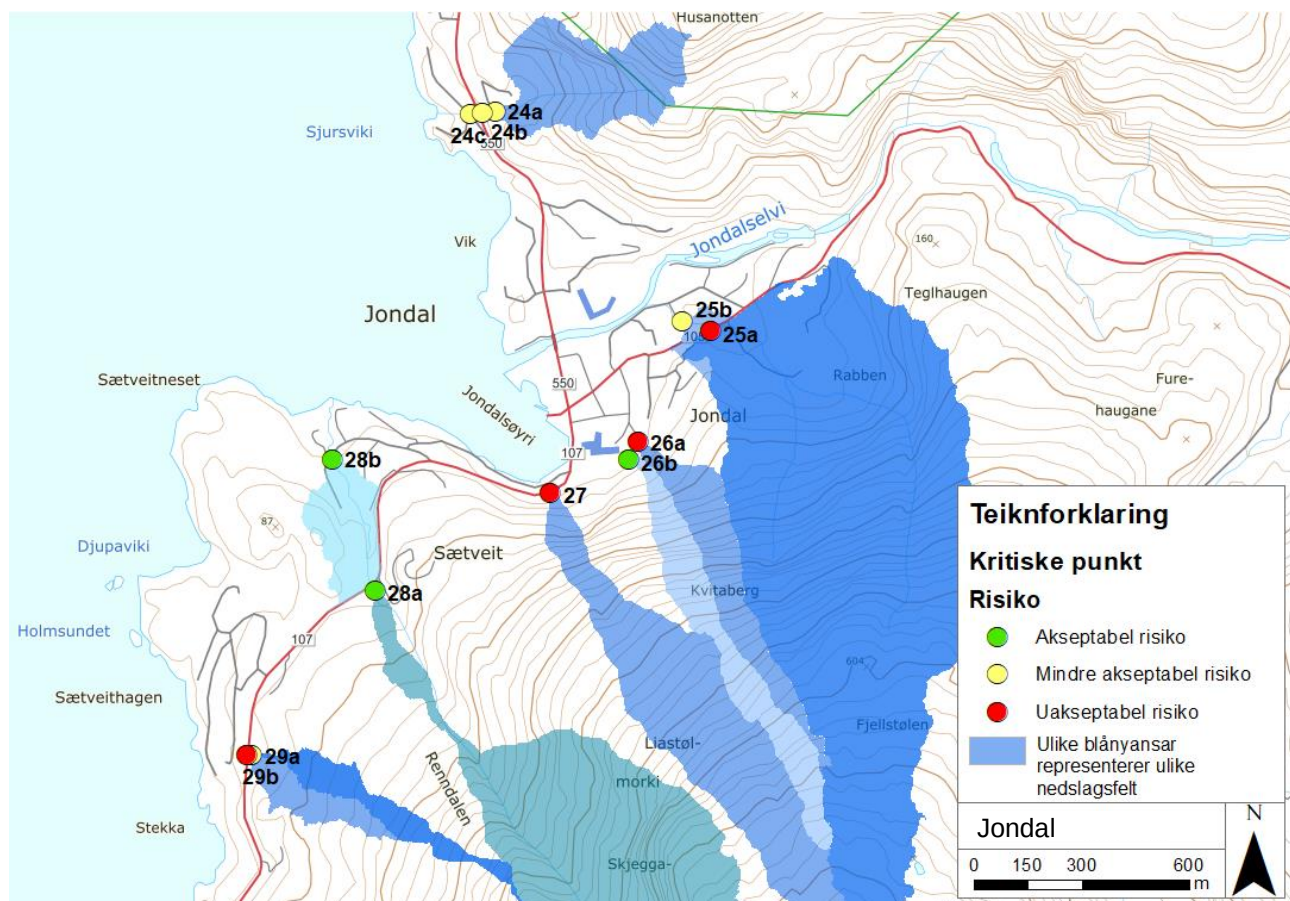
PUNKT 23b	Kulvert i plast		
Skildring	Kulvert under veg. Det er bratt utfor på begge sider av kulvert. Bekymringsmelding frå foreldre i nærmaste bustad.		
Nedbørfelt	28,6 ha		
Q₂₀	1 075 l/s		
Q₂₀₀	1 950 l/s		
Dimensjon	800 mm		
ROS-analyse	Konsekvens (3p)	x Sannsyn (3p)	Risiko (9p)
Kommentar	Inntaket har ikkje kapasitet til en 200-årsflaum. Risikoen er høg fordi det er mye vatn som vil gå via flaumveg ved en 200-årsflaum. Det bør vurderast å sette opp eit gjerde mellom veg og inntak med tanke på sikkerheit (innspel frå lokale).		
Inntak			
Utløp			
Flaumveg	Langs veg ned mot fylkesveg.		
Skadereduserande tiltak	Inntaket har ikkje kapasitet til en 200-årsflaum. Risikoen er høg fordi det er mykje vatn som vil gå via flaumveg ved en 200-årsflaum.		

PUNKT 23c	Steinkulvert		
Skildring	Steinlagt vasstunnel under Herandsvegen.		
Nedbørfelt	29 ha		
Q₂₀	1 090 l/s		
Q₂₀₀	1 970 l/s		
Dimensjon	700 x 800 mm		
ROS-analyse	Konsekvens (2p)	x Sannsyn (1p)	Risiko (2p)
Kommentar	Inntaket er stort nok dimensjonert for ein 200års-flaum.		
Inntak			
Flaumveg	Langs veg ned mot punkt 22b.		
Skadereduserande tiltak	Jamleg reinsk av inntak slik at hydraulisk kapasitet oppretthaldast.		

3.4 Delområde D: Jondal

I området Jondal er det registrert 12 kritiske punkt i ulike vassdrag (Figur 4.1). Det er 4 av punkta som er i kategori «uakseptabel risiko». Kulvert i punkt 28a har god kapasitet, men er i dårlig forfatning. I vassdrag 25 er det med jamne mellomrom problem med overfløyning grunna små inntak og bekkeløp.

Nedslagsfeltene til dei kritiske punkta ligg i bratt terreng kor mesteparten av overflata er skogdekket. I nokon av nedslagsfeltene er det også store område med snaufjell.



Figur 4.1. Kart over Jondal som viser vurderte kritiske punkt.

PUNKT 24a	Kulvert i betong			
Skildring	Kulvert med rist under veg.			
Nedbørfelt	12,2 ha			
Q ₂₀	620 l/s			
Q ₂₀₀	1 120 l/s			
Dimensjon	24a: 600 mm			
	24b: 600 mm			
	24c: 600 mm			
ROS-analyse	Konsekvens (2p)	x	Sannsyn (3p)	Risiko (6p)
	Konsekvens (2p)	x	Sannsyn (3p)	Risiko (6p)
	Konsekvens (2p)	x	Sannsyn (3p)	Risiko (6p)
Kommentar	Rista hindrar store partiklar å strøyme inn i kulverten, men utan jamleg reinsk kan den fort tettast igjen av spesielt vegetasjon.			
Inntak				
				
Flaumveg	Langs Jonavegen. Ved høg hastigheit kan vatnet og renne ned mot Huhammar (veg/bustadfelt).			
Skadereduserande tiltak	Jamleg reinsk av lausmassar og vegetasjon i inntak.			

PUNKT 24b

Kulvert i betong

Inntak



Flaumveg

Langs Jonavegen. Ved høg hastighet kan vatnet og renne ned mot Huhammar (veg/bustadfelt).

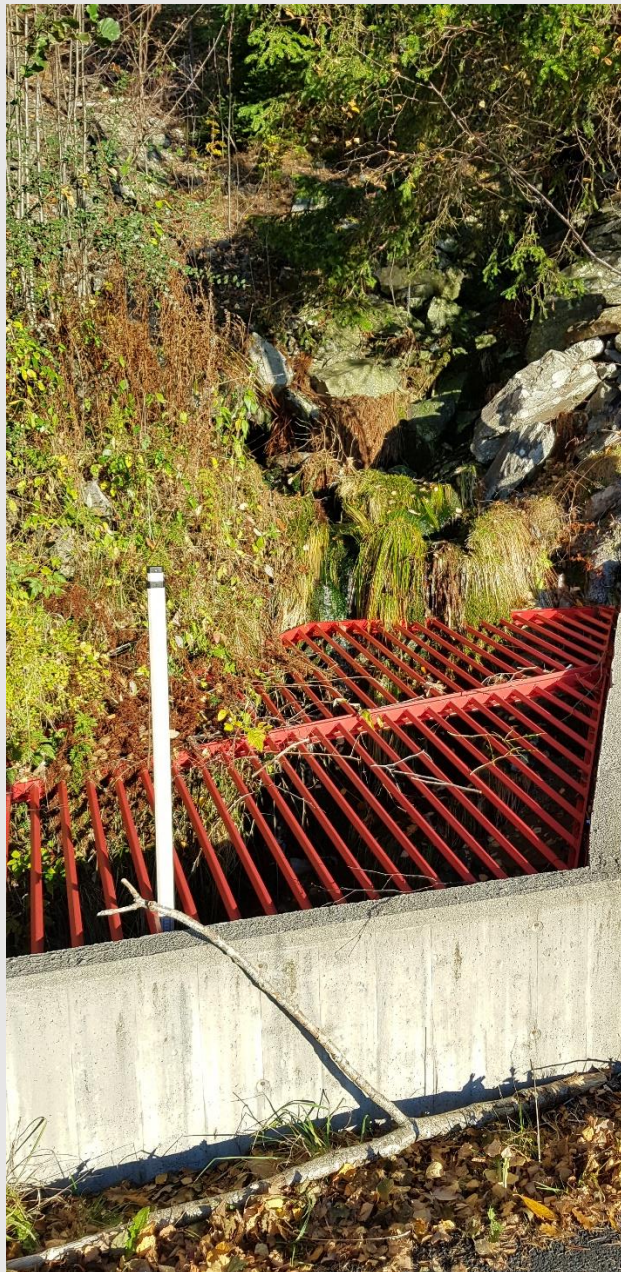
Skadereduserande tiltak

Jamleg reinsk av lausmassar og vegetasjon i inntak.

PUNKT 24c

Kulvert overlagt av rist

Inntak



Flaumveg

Mot bustadbygg og vidare mot fjorden.

Skadereduserande tiltak

Jamleg reinsk av rist og inntak. Pass på at det ikkje ligg lausmassar og vegetasjon som blokkerer for inntak. Oppdimensjonering kan vurderast.

PUNKT 25a	Steinkulvert
Skildring	Kulvert under Folgefonnvegen
Nedbørfelt	78,5 ha
Q₂₀	2 985 l/s
Q₂₀₀	5 480 l/s
Dimensjon	1 000 x 600 mm
ROS-analyse	Konsekvens (3p) x Sannsyn (3p) Risiko (9p)
Kommentar	Stålprofiler dekker over delar av innløpet. Det reduserer inntaket sin kapasitet.

Inntak

Flaumveg	Dyrka mark søraust for innløpet vert truleg fløymt over før vatnet renn over Folgefonnvegen og vidare langs eksisterande vassdrag. Dette vil meir eller mindre blokkere forbipasserande trafikk i periodar.
Skadereduserande tiltak	Oppdimensjonering av inntak. Elles jamleg reinsk av lausmassar og vegetasjon i inntak.

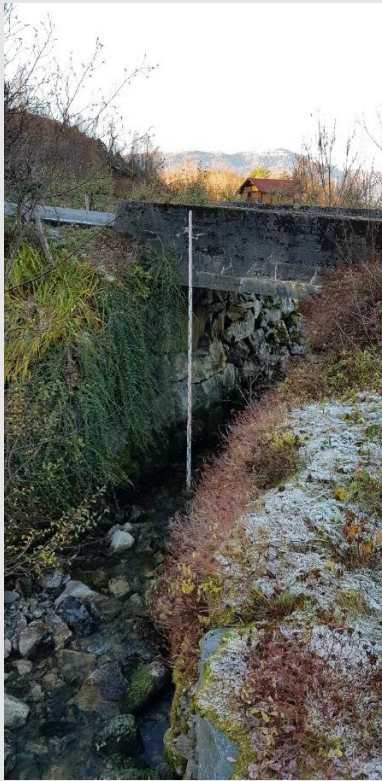
PUNKT 25b	Betongbru		
Skildring	Bekkeløp i dyrka mark med fleire inntak		
Nedbørfelt	80 ha		
Q₂₀	3 020 l/s		
Q₂₀₀	5 560 l/s		
Dimensjon	900 x 1 300 mm		
ROS-analyse	Konsekvens (2p)	x Sannsyn (3p)	Risiko (6p)
Kommentar	Problem med overfløyning.		
Inntak			
Oppstraums inntak			
Flaumveg	Ut over dyrka mark og ned veg mellom dei oransje bygga på bilete. Vidare ut i Jondalselvi.		
Skadereduserande tiltak	Gjere tversnittarealet i bekken større og oppdimensjonere inntak/bru.		

PUNKT 26a	Kulvert i plast		
Skildring	Øydelagd og gjentetta inntak.		
Nedbørfelt	8 ha		
Q ₂₀	325 l/s		
Q ₂₀₀	630 l/s		
Dimensjon	300 mm		
ROS-analyse	Konsekvens (2p)	x Sannsyn (4p)	Risiko (8p)
Kommentar	Anleggsarbeid i området har ikkje tatt omsyn til eksisterande drenering i røyr.		
Inntak			
			
Flaumveg	Ned mot næringsareal.		
Skadereduserande tiltak	Oppdimensjonere kulvert eller legge til rette for ny flaumveg.		

PUNKT 26b	Kulvert i plast		
Skildring	Kulvert inn under næringsområde		
Nedbørfelt	9,7 ha		
Q ₂₀	390 l/s		
Q ₂₀₀	760 l/s		
Dimensjon	600 mm		
ROS-analyse	Konsekvens (1p)	x Sannsyn (3p)	Risiko (3p)
Kommentar	Det er ingen bustader i flaumveg.		
Inntak			
			
Flaumveg	Over parkeringsområde, ned mot fjorden.		
Skadereduserande tiltak	Jamleg reinsk av lausmassar og vegetasjon i inntak. Rista kan tettast igjen av blader og liknande. Det reduserer inntakets kapasitet mykje.		

PUNKT 27	Kulvert i betong		
Skildring	Kulvert under Belsnesvegen. Den kjem truleg ut nede ved fjorden.		
Nedbørfelt	28 ha		
Q ₂₀	1 220 l/s		
Q ₂₀₀	2 200 l/s		
Dimensjon	800 mm		
ROS-analyse	Konsekvens (3p)	x Sannsyn (3p)	Risiko (9p)
Kommentar	Inntaket er underdimensjonert. Konsekvens er høg fordi flaumvassføringa vil vere høgare enn 500 l/s. Konsekvensar for samfunnsfunksjonar og bustader er mindre.		
Inntak			
Flaumveg	Langs vegggrøft ned mot Jondal sentrum.		
Skadereduserande tiltak	Jamleg reinsk av innløp, og vedlikehald av flaumveg. Det er og eit alternativ å oppdimensjonere kulvert.		

PUNKT 28a	Kulvert i stål		
Skildring	Kulvert under Belsnesvegen		
Nedbørfelt	106 ha		
Q ₂₀	5 420 l/s		
Q ₂₀₀	9 640 l/s		
Dimensjon	1 700 mm		
ROS-analyse	Konsekvens (2p)	x Sannsyn (1p)	Risiko (2p)
Kommentar	Mykje lausmassar og vegetasjon som blokkerer innløpet. Kulvert i dårleg fatning.		
Inntak			
			
Flaumveg	Nordover langs Belsnesvegen		
Skadereduserande tiltak	Kulvert er i dårleg forfatning og bør bytast ut med ein ny. Elles jamleg reinsk av lausmassar og vegetasjon i innløp og inne i kulvert.		

PUNKT 28b	Bru i betong		
Skildring	Bekken kryssar veg til bustadbygg.		
Nedbørfelt	114 ha		
Q₂₀	5 570 l/s		
Q₂₀₀	9 915 l/s		
Dimensjon	3 000 x 2 200 mm		
ROS-analyse	Konsekvens (2p)	x Sannsyn (1p)	Risiko (2p)
Kommentar	Stor lysopning under bru.		
Inntak			
Utløp			
Flaumveg	Vatnet vil fylje vegen litt mot aust før det renn ned på dyrka mark og tilbake i eksisterande vassdrag.		
Skadereduserande tiltak	Reinsk av lausmassar og vegetasjon i bekkeløp ved behov.		

PUNKT 29a	Kulvert i betong			
Skildring	Kulvert under Belsnesvegen			
Nedbørfelt	7,85 ha			
Q ₂₀	335 l/s			
Q ₂₀₀	615 l/s			
Dimensjon	29a: 600 mm 29b: 400 mm			
ROS-analyse	29a: Konsekvens (2p)	x	Sannsyn (2p)	Risiko (2p)
	29b: Konsekvens (2p)	x	Sannsyn (4p)	Risiko (8p)
Kommentar	Ingen av inntaka har kapasitet til ein 200-årsflaum. Punkt 29b er mest kritisk då det er minst og flaumvegen er mot bustadfelt.			
Inntak 29a		Utløp		
				
Flaumveg	Sørover langs grøft. Vatnet kan også flyte over vegen med mot bustadfelt.			
Skadereduserande tiltak	Oppdimensjonering av inntak. Elles jamleg reinsk av lausmassar og vegetasjon i inntaka.			

PUNKT 29b

Kulvert i betong

Inntak



Flaumveg

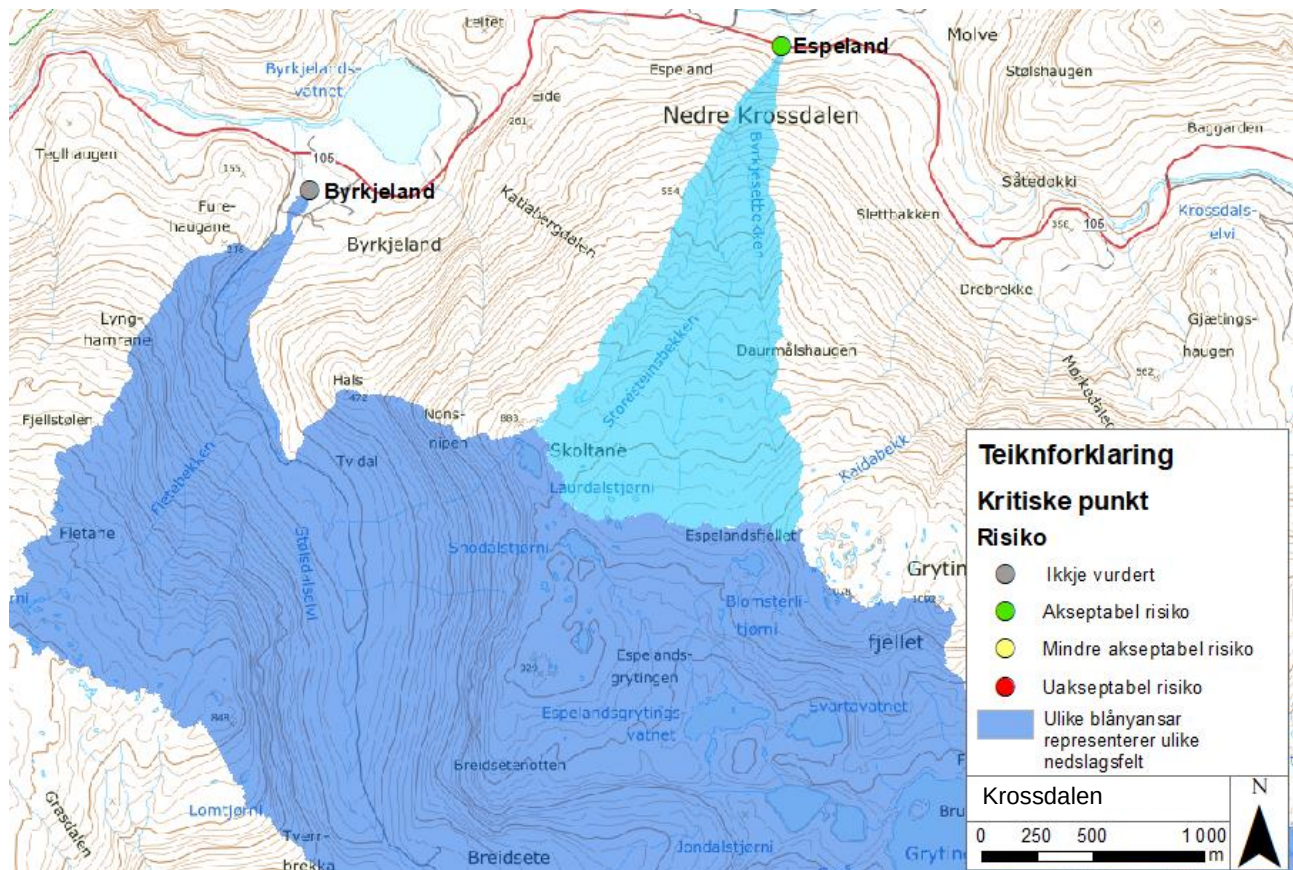
Langs veg mot bustadfelt.

Skadereduserande tiltak

Oppdimensjonering av kulvert. I mellomtida jamleg reinsk av lausmassar og vegetasjon i inntaket. Rista samlar opp mykje og kan redusere kapasitet.

Krossdalen

I Krossdalen vart to kritiske punkt synfart (Figur 4.2). På Espeland vart punktet kategorisert med «akseptabel risiko», medan punktet på Byrkjeland ikkje vart vurdert på grunn av storleik på nedslagsfelt. Dersom ein ønsker ei vurdering på Byrkjeland bør det gjerast ei detaljert flaumsonekartlegging og prosjektering av sikringstiltak dersom det er naudsynt.



Figur 4.2. Kart over Krossdalen som viser vurderte kritiske punkt.

PUNKT ESPELAND		Bru i betong	
Skildring	Vassdraget kryssar Folgefonnvegen		
Nedbørfelt	135 ha		
Q ₂₀	6 780 l/s		
Q ₂₀₀	12 500 l/s		
Dimensjon	1 300 x 4 500 mm		
ROS-analyse	Konsekvens (2p)	x Sannsyn (1p)	Risiko (2p)
Kommentar	Bekk som ser ut til å ha jamleg høg vassføring. Det er ein del lausmassar i inntaket.		
Inntak			
Utløp			
Flaumveg	Langs Folgefonnvegen mot busetnad. Vatnet vil truleg renne ned i vassdraget igjen før det når busetnad.		
Skadereduserande tiltak	Jamleg reinsk av inntak. Legge til rette for flaumvatn i grøft.		

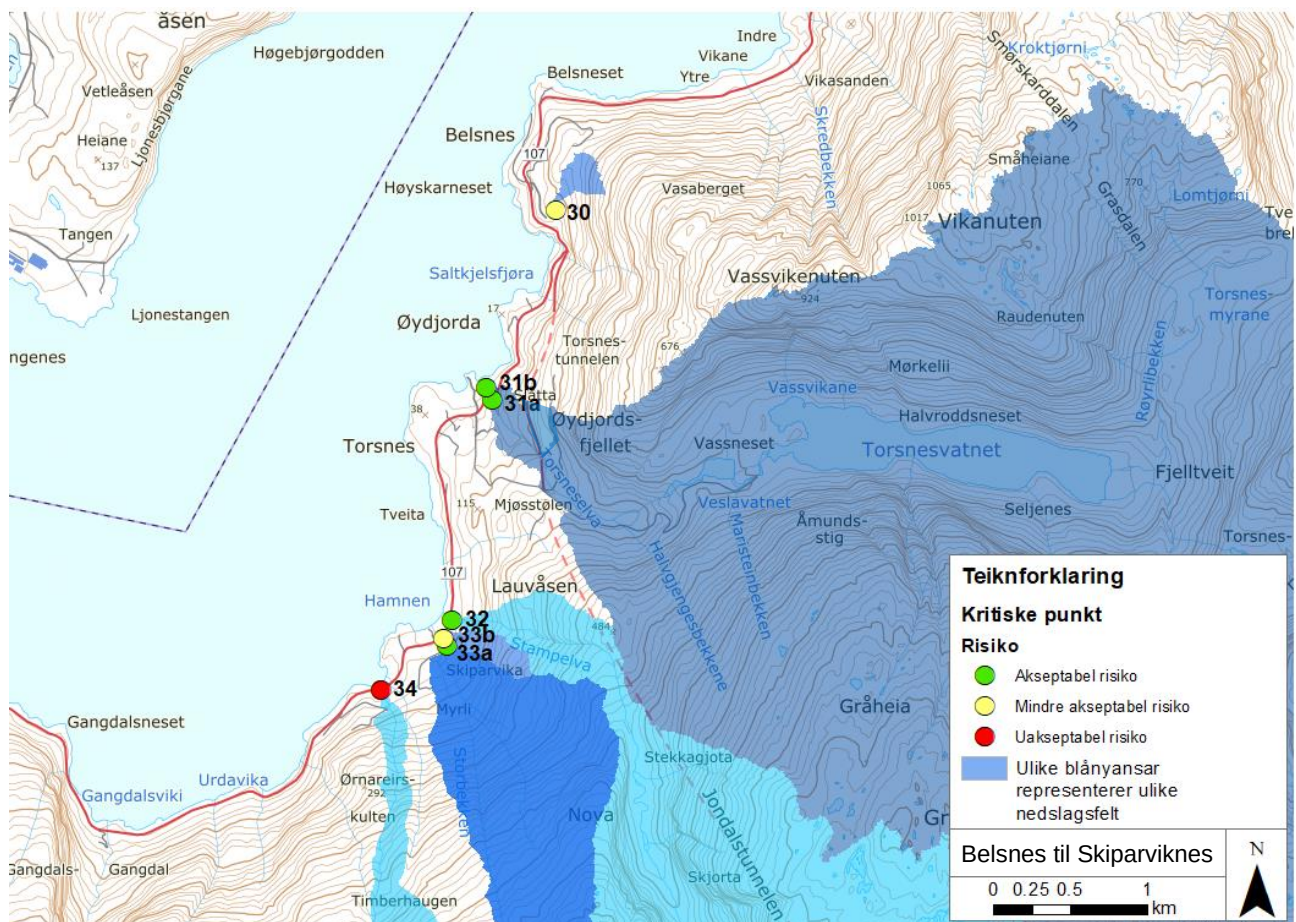
PUNKT BYRKJELAND	Ope bekkeløp
Skildring	Stort ope bekkeløp
Nedbørfelt	2 671 ha
Q ₂₀	59 870 l/s
Q ₂₀₀	124 500 l/s
Dimensjon	Ca. 10 000 x 2000 mm (varierer mykje)
Kommentar	Masseførande bekk. anbefaler ei flaumsonekartlegging og prosjektering av sikringstiltak dersom det er naudsynt.



3.5 Delområde E: Belsnes til Skiparviknes

På strekningen Belsnes til Skiparviknes er det registrert 5 kritiske vassdrag med til saman 7 kritiske punkt (Figur 5). Punkt 34 er det einaste punktet som er i kategori «uakseptabel risiko». Punkt 33b er i kategori «mindre akseptabel risiko», men kulverten er i svært dårlig tilstand. Det anbefalast derfor å prioritere tiltak her.

Nedslagsfelt til vassdraga ligg i bratt terreng, der mesteparten av terrenget er skogkledd. Stadvis kan ein finna bart fjell.



Figur 5. Kart over Belsnes til Torsnes som viser vurderte kritiske punkt.

PUNKT 30	Kulvert i betong		
Skildring	Bekk lagt i røyr under skogsveg		
Nedbørfelt	6,34 ha		
Q₂₀	320 l/s		
Q₂₀₀	630 l/s		
Dimensjon	500 mm		
ROS-analyse	Konsekvens (2p)	x Sannsyn (3p)	Risiko (6p)
Kommentar	Inntak og utløp gir nedsatt kapasitet pga. gjentetting av greiner og annan vegetasjon.		
Inntak			
Utløp			
Flaumveg	Over skogsveg og ned i dalsøkk. Noko vil truleg også renne langs skogsveg ned mot busetnad.		
Skadereduserande tiltak	Jamleg reinsk av inn- og utløp. Det er også ein mogelegheit med oppdimensjonering.		

PUNKT 31a	Bru i betong			
Skildring	Torsneselva			
Nedbørfelt	2 075 ha			
Q ₂₀	49 890 l/s			
Q ₂₀₀	91 000 l/s			
Dimensjon	31a: 9 000 x 11 000 mm			
	31b: ca. 3 000 x 10 000 mm			
ROS-analyse	Konsekvens (2p)	x	Sannsyn (1p)	Risiko (2p)
	Konsekvens (2p)	x	Sannsyn (1p)	Risiko (2p)
Kommentar	Lysåpningane er svært store (sjå bileta under) og vil handtere ein 200års-flaum.			
Inntak				
				
Flaumveg	Langs eksisterande vassdrag.			
Skadereduserande tiltak	Vedlikehald av inn- og utløp.			

PUNKT 31b

Bru i betong

Inntak



Flaumveg

Langs eksisterande vassdrag.

Skadereduserande tiltak

Vedlikehald av inn- og utløp.

PUNKT 32	Bru i betong		
Skildring	Stampelva		
Nedbørfelt	924 ha		
Q ₂₀	33 000 l/s		
Q ₂₀₀	58 970 l/s		
Dimensjon	5 000 x 34 000 mm		
ROS-analyse	Konsekvens (2p)	x Sannsyn (1p)	Risiko (2p)
Kommentar	Stort inntak.		
Inntak			
			
Flaumveg	Langs eksisterande vassdrag. Tverrsnitt av bekkeløp mellom dette punktet og fjorden er ikkje målt inn.		
Skadereduserande tiltak	Vedlikehald av inntak.		

PUNKT 33a	Bru i betong			
Skildring	Stor lysåpning under bru.			
Nedbørfelt	33a: 211 ha 33b: 220 ha			
Q₂₀	33a: 9 100 l/s 33b: 9 500 l/s			
Q₂₀₀	33a: 16 770 l/s 33b: 17 500 l/s			
Dimensjon	33a: 1 700 x 4 000 mm 33b: 2 700 mm			
ROS-analyse	Konsekvens (2p)	x	Sannsyn (1p)	Risiko (2p)
	Konsekvens (2p)	x	Sannsyn (2p)	Risiko (4p)
Kommentar	Kulvert i 33b er i dårlig fatning. Delar av botnen er erodert vekk. Det er gjort tiltak i ettertid, men kulvert bør bytast ut. Det ligg stein og rusk inne i kulvert. Det er også teikn på erosjon i lausmassar over kulvert.			
Inntak				
Utløp				
Flaumveg	Langs bilveg ned til Torsnesvegen og ned i igjen i eksisterande vassdrag.			
Skadereduserande tiltak	Jamleg reinsk av lausmassar og vegetasjon i inntak.			

PUNKT 33b

Kulvert i stål

Inntak



Utløp



Flaumveg

Ca. 50 m mot nordaust før det kryssar vegen og renn tilbake mot opphaveleg vassdrag.

Skadereduserande tiltak

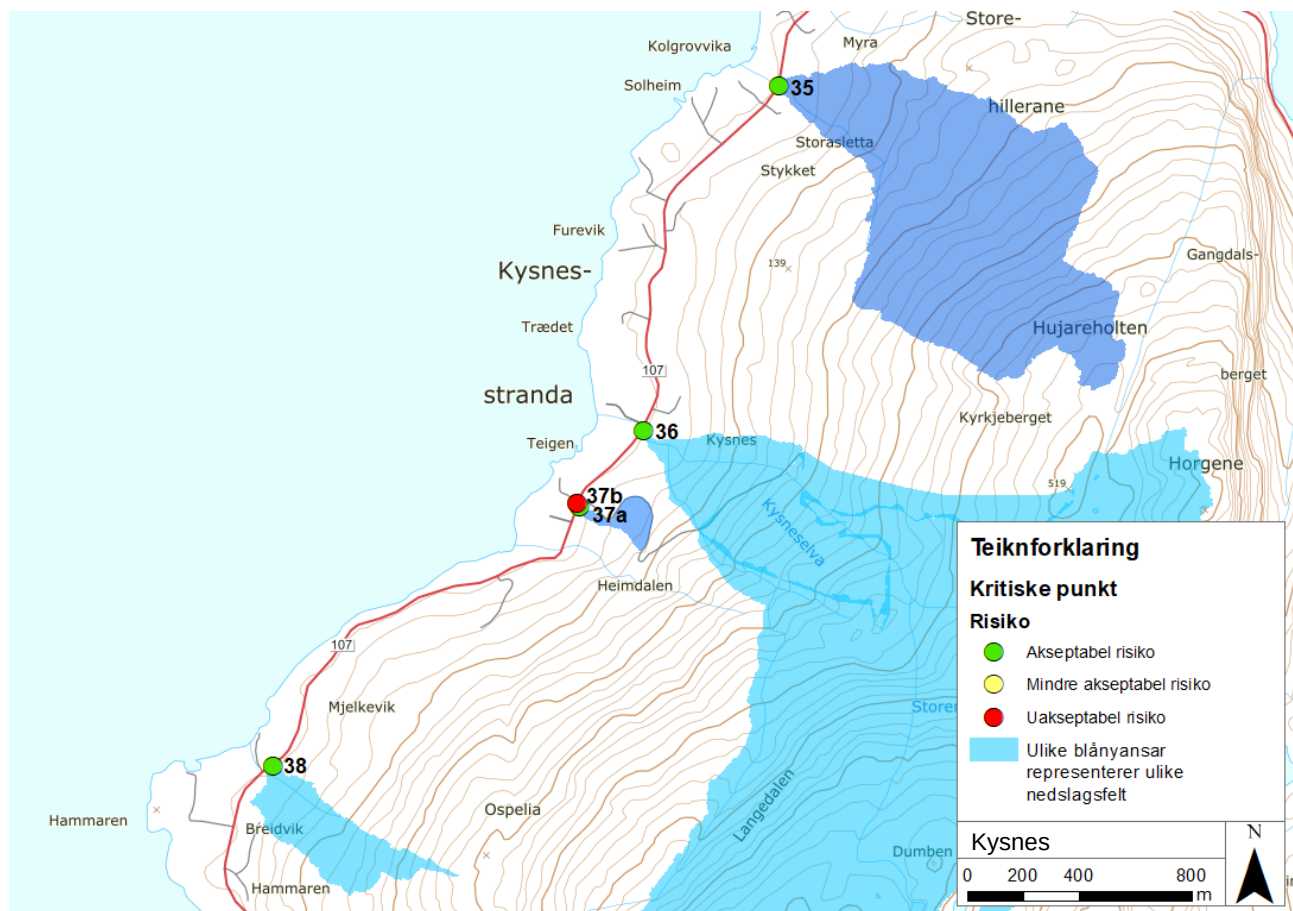
Kulvert er i dårleg fatning og bør bytast ut. I mellomtida vert det anbefalt reinsk av lausmassar og vegetasjon i inntak og i sjølve kulverten.

PUNKT 34	Kulvert i stål		
Skildring	Kulvert som går under Torsnesvegen		
Nedbørfelt	117 ha		
Q₂₀	5 850 l/s		
Q₂₀₀	10 790 l/s		
Dimensjon	1 600 mm		
ROS-analyse	Konsekvens (3p)	x Sannsyn (4p)	Risiko (12p)
Kommentar	Det er mykje lausmassar i inntak, og botnen av kulverten er i middels dårlig forfatning. I hovudsak vert risikoen stor pga. vassmengdene.		
Inntak			
Utløp			
Flaumveg	Over bilveg og ned mot næraste naust som ligg med fjorden.		
Skadereduserande tiltak	Oppdimensjonering av kulvert. Elles vedlikehald av inntak med jamleg reinsk framfor og i kulvert.		

3.6 Delområde F: Kysnes

På Kysnes er det registrert 4 kritiske vassdrag, med 5 kritiske punkt (Figur 6). Eit av dei vurderte kritiske punkta er i kategori «uakseptabel risiko» (37a). Her er det overvassproblematikk med jamne mellomrom der bustadhus får flaumvatn strøymande mot husveggen. Det vert sterkt anbefalt å gjera tiltak her. Det er ikkje eit omfattende tiltak som skal til for å betre situasjonen. Ved punkt 38 bør ein vere merksam på eit erosjonsutsett område nær bustad.

Nedslagsfelt til vassdraga på Kysnes ligg i bratt terreng, der mesteparten av terrenget består av skog og snaufjell.



Figur 6. Kart over Kysnes som viser vurderte kritiske punkt.

PUNKT 35	Bru i betong		
Skildring	Vassdrag som kryssar Kysnesvegen.		
Nedbørfelt	80,8 ha		
Q₂₀	2 990 l/s		
Q₂₀₀	5 395 l/s		
Dimensjon	2 700 x 2 400 mm		
ROS-analyse	Konsekvens (2p)	x Sannsyn (1p)	Risiko (2p)
Kommentar	Inntaket har kapasitet til en 200-årsflaum.		
Inntak	 		
Flaumveg	Over veg (på begge sider av bru) og ned igjen i eksisterande vassdrag.		
Skadereduserande tiltak	Vedlikehold av bru og jevnlig reinsk av lausmassar og vegetasjon i inntak.		

PUNKT 36	Bru i betong		
Skildring	Det er ein retningsendring i bekkeløpet rett før Kysnesvegen. Bekken går under vegen og vidare ned mot fjorden.		
Nedbørfelt	244 ha		
Q ₂₀	8 745 l/s		
Q ₂₀₀	16 280 l/s		
Dimensjon	1 900 x 4 000 mm		
ROS-analyse	Konsekvens (2p)	x Sannsyn (1p)	Risiko (2p)
Kommentar	Inntaket er stort nok for ein 200-årsflaum. Der elva endrar retning er det erosjonsrisiko. Det er under to meter frå elvebotn og opp til vegen.		
Inntak			
			
Flaumveg	Over Kysnesvegen og tilbake i opprinnelig vassdrag. Noko vatn kan også renna ned mot bustadhus i nordvestleg retning.		
Skadereduserande tiltak	Jamleg reinsk av lausmassar og vegetasjon i inntak og utløp. Mur i yttersving rett før bru bør også vedlikehaldast. Oppstår det erosjon som svekker muren sin kapasitet, bør det gjerast tiltak med ein gong.		

PUNKT 37a	Kulvert i plast			
Skildring				
Nedbørfelt	2,18 ha			
Q₂₀	110 l/s			
Q₂₀₀	200 l/s			
Dimensjon	37a: 600 mm 37b: 600 mm- <i>vurdert kapasitet 20 l/s</i>			
ROS-analyse	37a: Konsekvens (2p)	x	Sannsyn (1p)	Risiko (2p)
	37b: Konsekvens (2p)	x	Sannsyn (4p)	Risiko (8p)
Kommentar	37a har god nok kapasitet til å håndtere ein 200-årsflaum. 37b har ikkje det. I utgangspunktet er kapasiteten til 37b låg. Kapsiteten synker ytterligere om inntaket vert tetta igjen, t.d. av vegetasjon.			
Inntak				
Utløp				
Flaumveg	Vatnet fordeler seg truleg ut over Kysnesvegen og vil renne mot nord-nordaust ned mot bustadfelt.			
Skadereduserande tiltak	Jamleg reinsk av lausmassar og vegetasjon i inn- og utløp.			

PUNKT 37b

Stålist

Inntak



Flaumveg

Ned mot bustadhus.

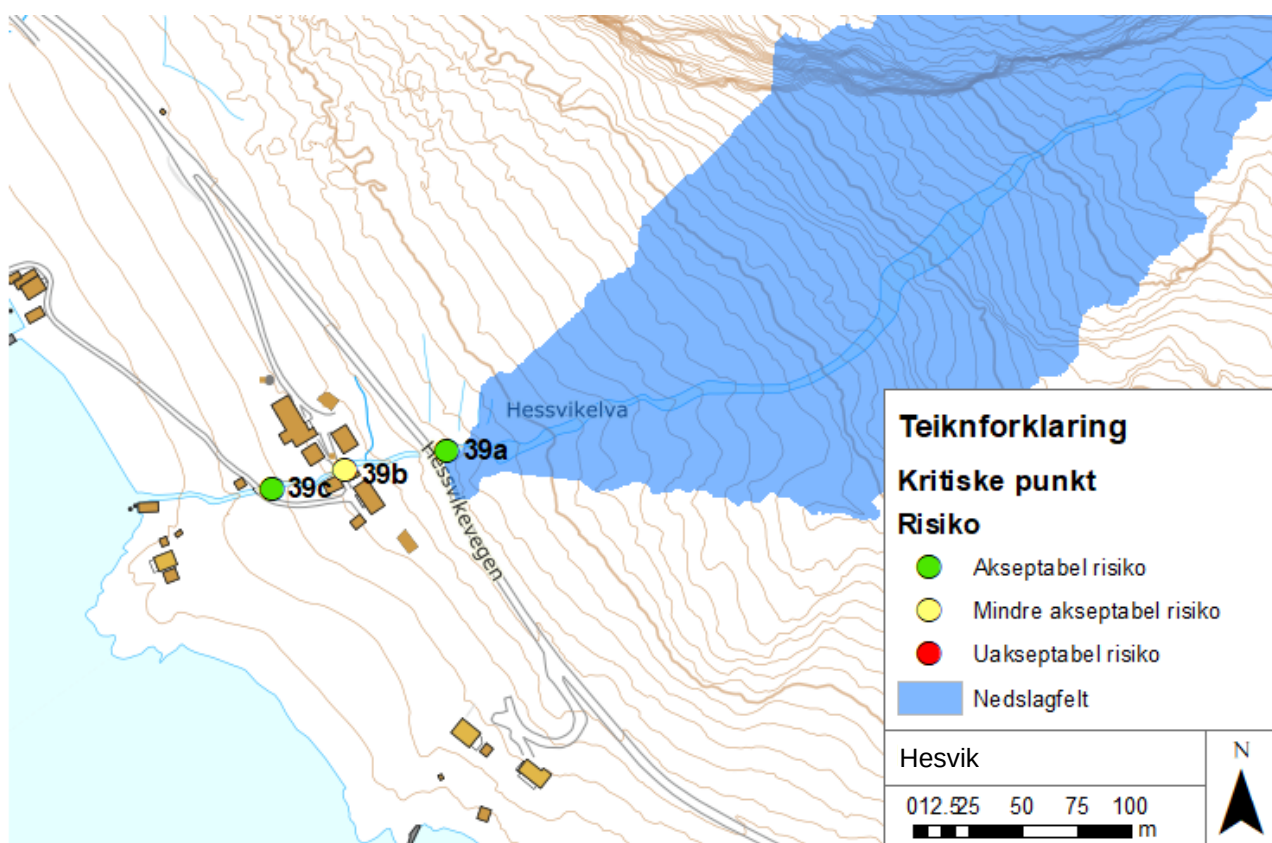
Skadereduserande tiltak

Oppdimensjonere inntak eller etablere flaumveg som går utenom bustadhus i vestleg retning. Elles ettersyn og reinsk av lausmassar og vegetasjon ved behov.

PUNKT 38	Steinkulvert		
Skildring	Inntak under Hammaren/Hesvikvegen		
Nedbørfelt	12 ha		
Q₂₀	810 l/s		
Q₂₀₀	1 575 l/s		
Dimensjon	500 x 600 mm		
ROS-analyse	Konsekvens (2p)	x Sannsyn (1p)	Risiko (2p)
Kommentar	Litt rusk i inntak.		
Inntak			
Utløp			
Flaumveg	Over Hammaren/Hesvikvegen og ned igjen i eksisterende vassdrag.		
Skadereduserende tiltak	Jamleg reinsk av lausmassar og vegetasjon i inntak. I utløp går bekken saman med ein annan. Dette fører naturlegvis til høgare vassføring. Bør være merksam på erosjon her da det er nært bustadhus.		

3.7 Delområde G: Hesvik

I Hesvik er det registrert tre kritiske punkt i eit vassdrag. Det øverste punktet er ein kulvert (39a), medan dei to niste er bruer av tre (39b og c). Nedslagsfeltet til vassdraget ligg i eit bratt terreng der det vekslar mellom skog og nesten bart fjell. Dei kritiske punkta ligg ovafor, ved og nedstraums bustadhus. Nedslagsfelt, kritiske punkt og flaumveger er vist i Figur 7.



Figur 7. Kart over Hesvik som viser vurdert kritisk punkt.

PUNKT 39a	Kulvert i stål			
Skildring	Hesvikelva. Det er kort avstand frå vassdrag via flaumveg til bustadhus.			
Nedbørfelt	34,11 ha			
Q ₂₀	1 540 l/s			
Q ₂₀₀	2 910 l/s			
Dimensjon	1 700 mm			
ROS-analyse	39a: Konsekvens (2p)	x	Sannsyn (1p)	Risiko (2p)
	39b: Konsekvens (3p)	x	Sannsyn (1p)	Risiko (3p)
	39c: Konsekvens (2p)	x	Sannsyn (1p)	Risiko (2p)
Kommentar	Alle inntakene er store nok til å tole framtidás flaumverdiar med klimapåslag. Det ligg ein del blokker i innløpet til inntak 39a.			
Inntak		Utløp		
				
Flaumveg	Langs Hesvikvegen mot nordvest i 160 m før det renn mot busetnad. Det svingar ned mot fjorden ca. 30 m nord-nordvest for busetnaden.			
Skadereduserande tiltak	Jevnlig reinsk av blokker og rusk i inntak slik at hydraulisk kapasitet vert oppretthalden.			

PUNKT 39b

Bru i betong

Inntak



Nedstraums inntak



Flaumveg

Over bru, og kanskje rundt raudt hus.

Skadereduserande tiltak

Vedlikehald av bekkeløp slik at hydraulisk kapasitet i bekkeløp og lysåpning under bru vert oppretthalden. Dette kan gjerast ved reinsk av bekkeløpet etter behov.

PUNKT 39c

Bru i betong

Inntak



Oppstraums inntak



Flaumveg

Over/rundt bru og ned langs eksisterande bekkeløp.

Skadereduserande tiltak

Vedlikehold av bekkeløp slik at hydraulisk kapasitet i bekkeløp og under bru vert oppretthalden. Dette gjer ein ved ettersyn og ved reinsk av bekkeløpet etter behov.

4 Konklusjon

Det er kartlagt 66 kritiske punkt i 40 ulike vassdrag. Vassdraga er fordelt på Herand, Svåsand, Tømmerviki til Solesnes, Jondal (inkludert Krossdalen), Belsnes til Skiparviknes, Kysnes og Hesvik. Det er gjort ei ROS-analyse ved alle punkta. ROS-analysen tek utgangspunkt i at bekkane er reinska opp i inntaka, og ikkje tetta igjen. Den tek og utgangspunkt i at inntaka er i god forfatning.

Det er 22 av dei kritiske punkta som er i kategori «uakseptabel risiko» basert på ROS-analysen. Det er anbefalt tiltak for å redusere skadeomfang ved overfløyming ved desse punkta. Før eventuell oppdimensjonering blir føretatt, anbefalast det å reinske for lausmassar og vegetasjon. Nokre av inntaka er i dårleg fatning, og bør bytast ut, sjølv om dei er store nok. Før endringar i bekkeløp og/eller byte/oppdimensjonering av inntak, må det alltid gjerast ein fagleg vurdering av kva tiltak som er naudsynt og kva konsekvensar det kan få nedstraums i bekkeløpet. Det bør også gjerast ei nærare vurdering av flaumverdiar og kapasitet før eventuell oppdimensjonering.

5 Referansar

KSS (2016) *Klimaprofil Hordaland – August 2016*. Meteorologisk institutt, Uni Research og Norges vassdrags- og energidirektorat.

Glad, P., A., Reitan, T. og Stenius, S. (2015) *Nasjonalt formelverk for flomberegning i små nedbørfelt – Revisjon av rapport 62-2014*. Norges vassdrags- og energidirektorat, Jernbaneverket og Statens vegvesen.

NVE (2015a) *Flaumfare langs bekker – Råd og tips om kartlegging*. NVE rapport nr. 3/2015. Norges vassdrags- og energidirektorat.

Stenius, S., Glad, P. A., Wang, T. W. og Væringstad, T. (2015) *Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt*. NVE rapport nr. 7/2015. Norges vassdrags- og energidirektorat.

NVE (2018) *Tilskudd til kartlegging av kritiske punkt i bekker og bratte vassdrag*. Norges energi- og vassdragsdirektorat. Tilgjengelig fra: <https://www.nve.no/flaum-og-skred/kartlegging/flaum/tilskudd-til-kartlegging-av-kritiske-punkt-i-bekker-og-bratte-vassdrag/> [Henta 12.11.2018]

Statens vegvesen (2014) *Vegbygging*. Håndbok N200. Vegdirektoratet.

Vedlegg

1. Flaumberekningstal (pdf)
2. Kritiske punkt (shapefil og SOSI)