

NOTAT

OPPDRAAG	Aksla steinbrudd, del 2 reguleringsplan	DOKUMENTKODE	616659-RIVASS-NOT 001
EMNE	Flomsoneberegning	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Bremanger Quarry AS	OPPDRAAGSLEDER	Solveig Renslo
KONTAKTPERSON	Michiel Peters	SAKSBEHANDLER	Sigurd Sørås
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10233034 Seksjon Areal og Utredning Vest

SAMMENDRAG

Det er utført flomberegning og flomsonekartlegging for et planområde, Aksla steinbrudd. Det er beregnet kulminasjonsflomverdier med 200-års gjentaksintervall, inkludert 40% klimapåslag, ved hjelp av formelverk for små nedbørfelt (NIFS). Flomsone er beregnet ved hjelp av en 1-dimensjonal stasjonær HEC-RAS modell i kombinasjon med en terrengmodell utviklet fra høydekoter.

1 Innledning

I forbindelse med regulering av et planområde i Bremanger er Multiconsult engasjert til å utarbeide flomfaresoner. Innenfor planområdet er det planlagt et steinbrudd, med tilhørende lagerbygg. Det er antatt at de bygningene som eventuelt skal bli bygd innenfor planområdet tilhører sikkerhetsklasse F2, som gjør at dimensjonerende flomverdi tilsvarer flom med gjentaksintervall på 200 år. Klimapåslag skal inkluderes. Flomsoneberegningen er gjort med grunnlag i formelverket for små nedbørfelt (NIFS). Flomsoneens utstrekning er beregnet med hjelp av en stasjonær, én-dimensjonal HEC-RAS modell.

2 Flomberegning

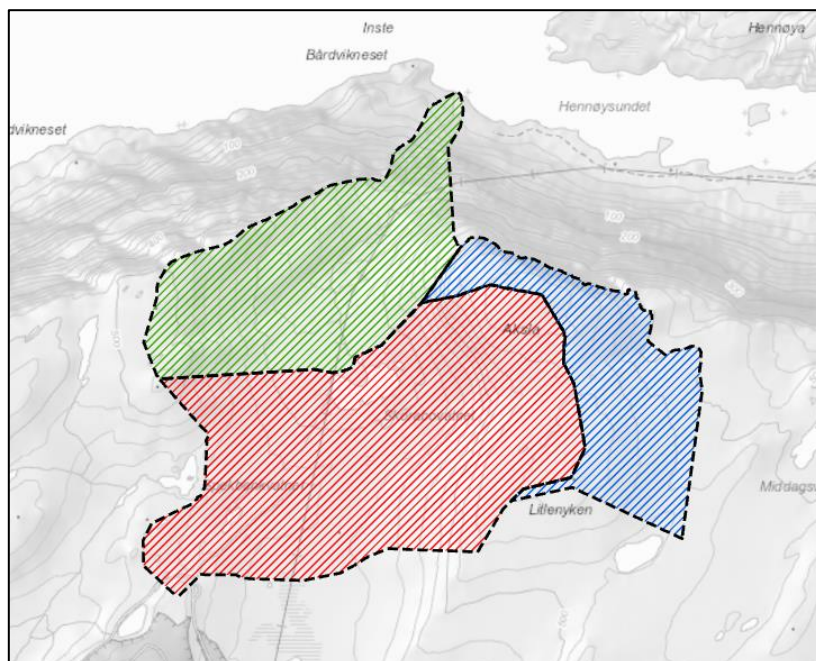
2.1 Nedbørfelt

Nedbørfeltet for bekken som renner i reguleringsområdet for Aksla steinbrudd, er relativt lite med et naturlig areal på rundt 2,3 km² ved utløpet i Frøysjøen. Feltet har akse fra sør til nord, og er svært bratt. Midt i feltet ligger det et lite vann (Skorabovatnet) på kote 389. Dette vannet har et areal på rundt 0,03 km², hentet fra NVEs innsjødatabase. Det er forventet at det vil oppstå flomdempning i dette vannet. Det er derfor valgt å dele opp flomberegningen i to deler, slik at man oppnår en dempet flomverdi for flomvannet som renner gjennom innsjøen, og en udempet verdi for restfeltet nedstrøms innsjøen. Utdrag fra NEVINA gitt i vedlegg 1.

2.1.1 Endringer i avrenningsmønster

Grunnet masseuttaket er det forventet at avrenningsmønsteret vil endres noe, og feltet som drenerer mot Skorabovatnet vil øke med om lag 0,5 km². Nedbørfeltet med inndelinger, er vist i påfølgende figur. Arealer og effektiv sjøprosent er kontrollert med GIS-programvare.

	15.02.2019		SIGUS	AGB	AGB
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV



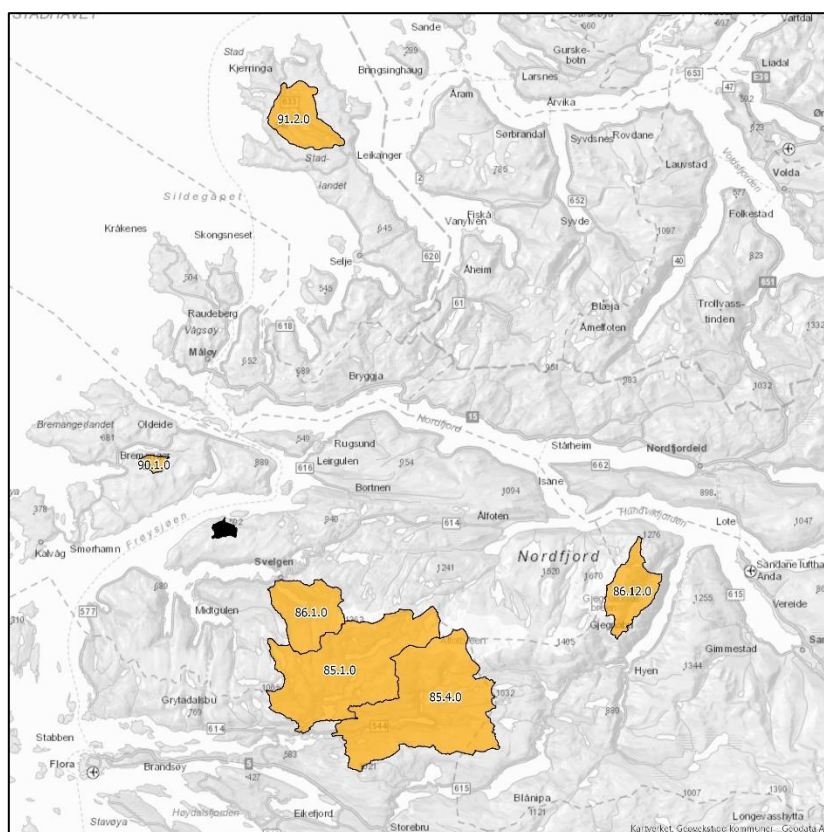
Figur 2-1 Totalt nedbørfelt for bekken innenfor reguleringsplanen. Rødt indikerer naturlig felt med drenering mot Skorabovatnet, blått indikerer tilleggsfelt grunnet masseuttak, grønt indikerer restfelt nedstrøms Skorabovatnet.

Tabell 1 Areal og effektiv sjøprosent for deler benyttet i flomberegningen

Nedbørfelt	Fargeindikasjon i Figur 2-1	Areal (km ²)	Eff. Sjø (%)
Naturlig felt, oppstrøms Skorabovatnet	Rødt	1,4	3,06
Tilleggsfelt, oppstrøms Skorabovatnet	Blått	0,5	0
Restfelt, nedstrøms Skorabovatnet	Grønt	0,8	0

2.2 Nærliggende målestasjoner

Det er ikke etablert målestasjon i det undersøkte vassdraget, og det er derfor nødvendig å anslå flomstørrelser for vårt nedbørfelt. For å gjøre dette kan det undersøkes om det finnes vannføringsdata for nedbørfelt i nærheten, og om disse vannføringsdataene kan brukes til å gi et estimat på forventede flomverdier for vårt nedbørfelt ved hjelp av en statistisk analyse. Det finnes et knippe vannmerker i nærheten som er sett videre på, og det er gjort en vurdering av disse slik som vist i tabellen på neste side. Her indikerer grønt godt samsvar, gult middels og rødt dårlig samsvar med vårt nedbørfelts feltparametere som er listet opp i bunnen av tabellen.



Figur 2-2 Nærliggende målestasjoner. Vårt nedbørfelt markert med svart

Tabell 2 Sammenligning av nærliggende vannmerker og deres feltattributter med vårt nedbørfelt

Navn		Feltareal	Spesifikk avrenning	Snaufjell	Eff. Sjø	Høyde	Avstand	Dataserie
		km ²	l/s/km ²	%	%	min-maks	km	(år)
85.1	Norrdal	98	139.51	67.42	4.12	8 - 1345	22	55
85.4	Straumstad (Solheimsvatnet)	110	120.01	51.06	2.42	6 - 1383	23	42
86.1	Risevatn	33	143.89	67.53	6.81	24 - 1350	8	44
86.12	Skjerdalselv	24	119.10	59.25	1.10	291 - 1465	40	33
90.1	Førdeelv	3	74.20	33.44	0.00	45 - 501	9	8
91.2	Dalsbøvatn	26	63.72	66.52	4.72	47 - 527	42	82
Aksla nedbørfelt		2,7	102	87,5	0,82	0 - 590		

Det er vurdert at ingen av vannmerkene listet opp i tabellen ovenfor kan brukes til å direkte finne flomverdier for vårt felt. Alle feltene (foruten 90.1 Førdeelv) har et mye større areal enn nedbørfeltet til bekken i planområdet. Det vannmerket som er vurdert som best er 90.1 Førdeelv, men dette vannmerket har kun data for til sammen 8 år, noe som er vurdert som utilstrekkelig for en statistisk analyse. Det er derfor nødvendig å estimere flomverdier med andre metoder enn en direkte statistisk analyse av nærliggende vannmerker.

2.3 NIFS

Det er gjort en beregning av forventete flomverdier med hjelp av NIFS-formelverk utviklet av NVE for små nedbørfelt (NVE, 2015). Dette formelverket benytter parameterne areal, effektiv sjøprosent og normalavrenning for å anslå flomverdier innenfor et gitt konfidensintervall. Effektiv sjøprosent og areal er kontrollert ved hjelp av en GIS-analyse, mens normalavrenningen er undersøkt med avrenningskart og en sammenligning med nærliggende vannmerker slik som beskrevet i følgende underkapittel.

2.3.1 Normalvannføring

Med hjelp av nærliggende vannmerker er det gjennomført en kartlegging av forventet middelvannføring for vårt nedbørfelt ved å sammenligne verdier hentet fra avrenningskart og observerte normalvannføringer for de undersøkte vannmerkene.

Tabell 3 Viser spesifikk normalavrenning (l/s/km²) for stasjoner i området rundt vårt nedbørfelt hentet fra avrenningskartet og beregnet fra observasjoner

Stasjon		q _n , (1961-90) (l/s/km ²)	q _n , obs. (l/s/km ²)
85.1	Norddal	140	156
85.4	Straumstad (Solheimsvatnet)	120	126
86.1	Risevatn	144	137
86.12	Skjerdalselv	119	135
90.1	Førdeelv	74	91
91.2	Dalsbøvatn	64	66

Fra tabellen er det god overenstemmelse mellom normalavrenningen for Straumsand, Risevatn og Dalsbøvatn. For Norddal, Skjerdalselv og Førdeelv er det noe større avvik, der kartet underestimerer en del. Førdeelv er feltet som ligger nærmest og har best samsvar med vårt felt når det gjelder feltattributter, og det er forventet at vårt nedbørfelt bør ha lignende avrenningsverdier. Observert avrenning fra dette feltet har sammenlignbare verdier funnet for vårt felt gjennom avrenningskartet. Det er derfor antatt at verdiene funnet for vårt felt avspeiler forventet normalavrenning på en tilstrekkelig måte. Fra avrenningskartet (1961-90) har det øvre feltet en normalavrenning på 111 l/s/km² og det nedre har normalavrenning på 87 l/s/km².

2.3.2 Beregnede verdier

Resultater fra beregningen er gitt i vedlegg 2, og oppsummert i tabellen under.

Tabell 4 Beregnede flomverdier med NIFS

Nedbørfelt	Normalavrenning (l/s/km ²)	Areal (km ²)	Eff. Sjø (%)	Avrenning q ₂₀₀		
				2,5%	Median	97,5%
Øvre	111	1,9	1,63*	2346	4693	9386
Nedre	87	0,8	0	2921	5843	11685

*Beregnet effektiv sjøprosent for både naturlig og tillagt nedbørfelt

2.4 Klimapåslag

For nedbørfelt i Møre og Romsdal, Sogn og Fjordane og Hordaland er det anbefalt en økning av flomstørrelse mellom 20% - 40% (NVE, 2016). Da dette er et svært lite nedbørfelt som vil reagere raskt på en kraftig nedbørhendelse, er det anbefalt å benytte en økning i flomstørrelse på 40%

2.5 Resultater

Vi velger å benytte avrenning tilsvarende medianverdien for begge delfeltene ved flomsonekartleggingen. Dette gir en kulminasjonsflomvannføring for to punkter i nedbørfeltet:

	Kulminasjonsvannføring [m ³ /s]	Kulminasjonsvannføring inkl. klimapåslag [m ³ /s]
Nedstrøms Skorabovatnet	9,0	12,6
Ved utløpet i havet	13,7	19,2

3 Flomsoneberegning

3.1 Metodikk

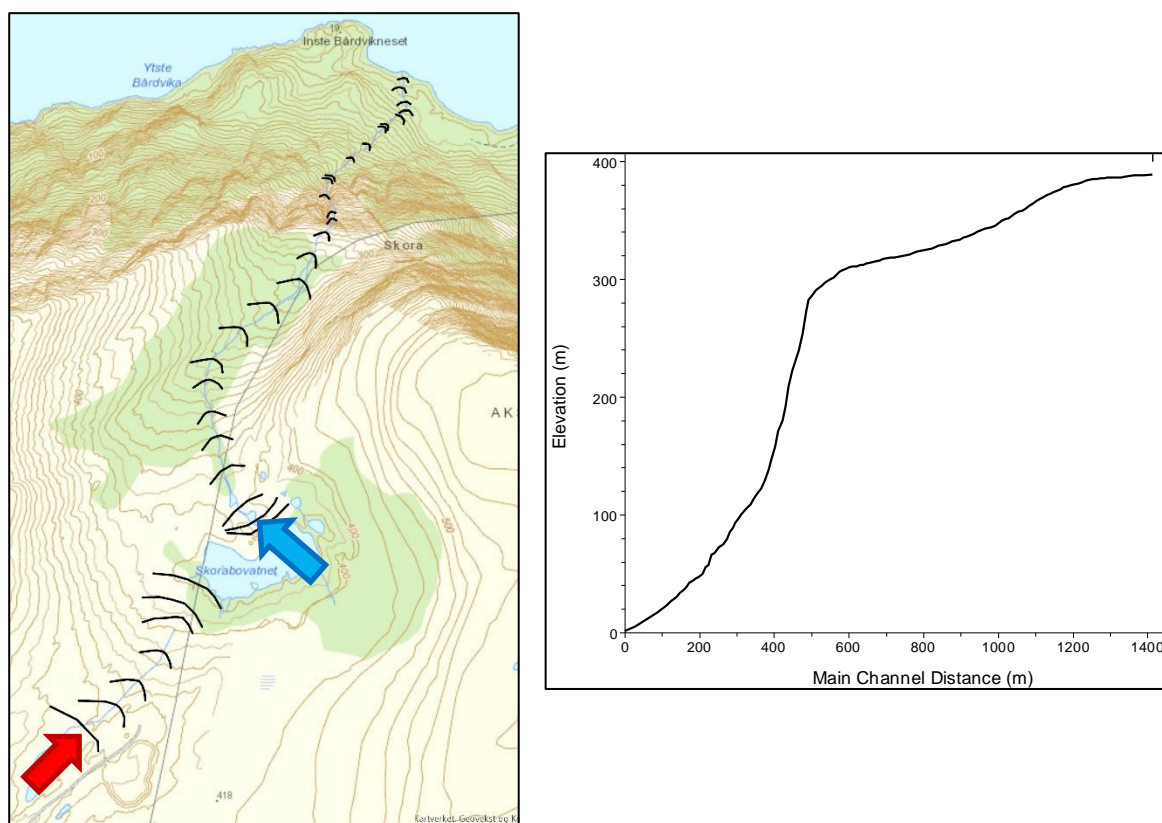
For å beregne flomsoneens utbredelse, er det utviklet en én-dimensjonal hydraulisk modell ved hjelp av programvaren for strømningsanalyse, HEC-RAS 5.0.6.

Modellen beregner vannstand i tverrprofiler som beskriver vassdragets geometri. Tverrprofilene benyttet i denne beregningen er generert ved hjelp av en terrengmodell utviklet fra høydekoter hentet fra Statens kartverk. For store deler av modellområdet har disse høydekotene en ekvidistanse på 1 m, mens for deler av planområdet rundt Skorabovatnet har høydekotene en mye grovere oppløsning på 20 m. Terrengmodellen er ansett å ha tilstrekkelig kvalitet for å beskrive flomutstrekningen i både Skorabovatnet og bekken som renner gjennom planområdet, da de områdene med mest unøyaktighet ikke ligger i hovedleiet til bekken.

For å beskrive friksjon fra steiner, plantevekst og andre objekter i vannets vei, er det benyttet en ruhet i modellen tilsvarende Manningstall på 33. For å definere en nedstrøms grensebetingelse er det benyttet stormflonivå med 10-års gjentaksintervall (på 1,4 m NN2000) hentet fra *sehavniva.no*. Dette er en konservativ antagelse. Ofte brukes et gjentaksintervall på 1 år, men i regioner der sammenfall av flom og stormflo har blitt observert flere ganger, øker man gjerne gjentaksintervallet for stormflo fra 1 til 10 år.

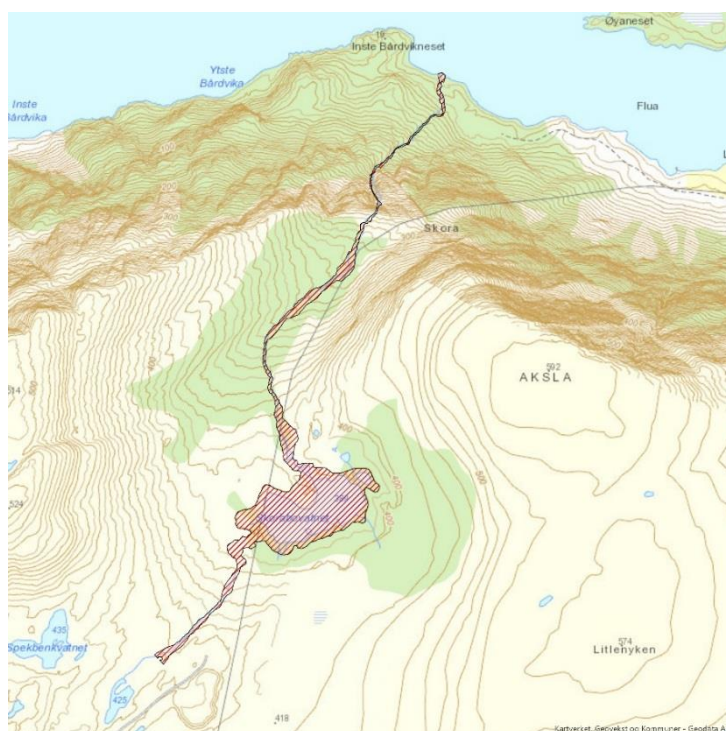
3.2 Flomsone bekk

For å beskrive flomsoneen i bekken er de to beregnede flomverdiene for 200-års gjentaksintervall inkludert klimapåslag modellert. Flomverdien fra det øvre feltet er simulert fra oppstrøms ende av modellen ned til Skorabovatnet. Den kombinerte flomverdien fra begge feltene er simulert fra utløpet av Skorabovatnet og ned til utløpet i Frøysjøen.



Figur 3-1 Til venstre: Tverrprofiler benyttet i hydraulisk modell. Rød pil indikerer simulert vannføring tilsvarende flomverdi fra øvre felt, mens blå pil indikerer simulert flomverdi fra alle feltene. Til høyre: Lengdeprofil for modellen

Simuleringen viser at de største flomutsatte arealene vil være rundt de flateste partiene i det simulerte området. Her vil vannet ha en relativt lav hastighet sammenlignet med i resten av simuleringsområdet. Når det strømmer over i de bratteste partiene ned mot havet, vil hastigheten øke betraktelig og vannet vil fosse over skrenten. Her vil flomutstrekningen dekke et betydelig mindre areal, som vist i flomsonen presentert på neste side.



Figur 3-2 Beregnet flomutsatt areal Skorabovatnet vist med rød skravour

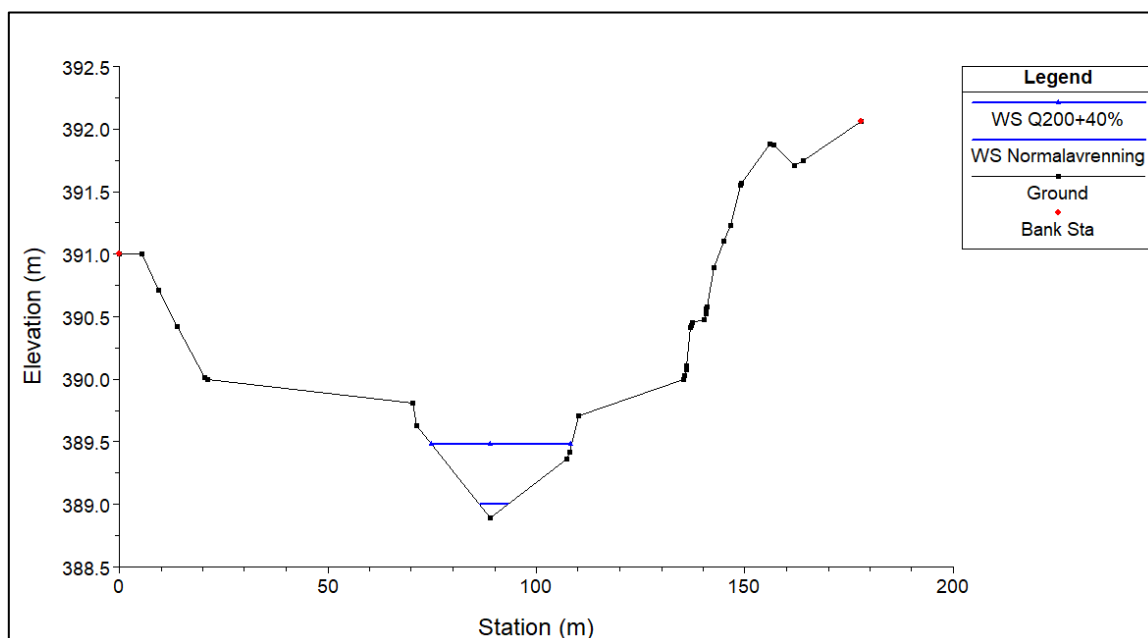
3.3 Skorabovatnet

Det er ikke utført oppmålinger av batymetri eller av utløpet av Skorabovatnet. Flomstigningen i innsjøen er derfor estimert basert på bilder, og på terrengmodellen.

Det er antatt at avløpsflommen fra Skorabovatnet er beskrevet ved hjelp av flomberegningen, og at flomvannstigningen er bestemt av kritisk snitt rett nedstrøms utløpet. Dette snittet er generert ved hjelp av terrengmodellen og bilder slik som vist i Figur 3-4.



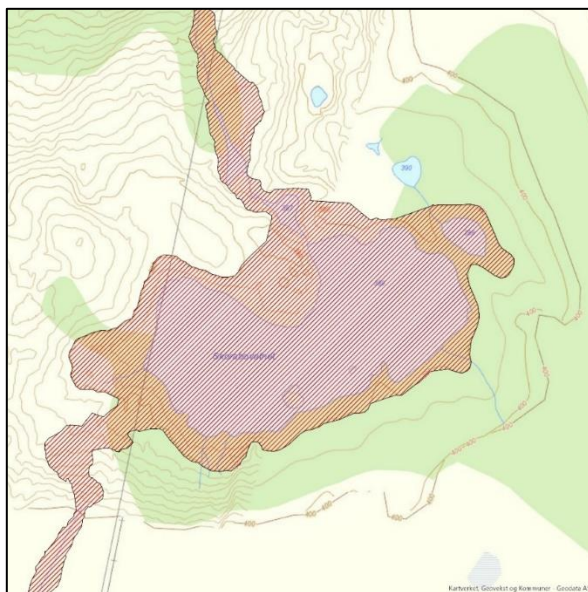
Figur 3-3 Oversiktsbilde over Skorabovatnet. Utløp og bestemmende snitt er vist med rød sirkel



Figur 3-4 Benyttet geometri for bestemmende tverrsnitt. Skjermdump fra HEC-RAS

Beregningene viser at vannstanden ved utløpet av Skorabovatnet vil stå opp til kote 389,5 ved en 200-årsflom inkludert klimapåslag. Ved normalavrenning er det forventet at vannstanden i Skorabovatnet ligger rundt kote 389. Dette medfører at det ved en flomhendelse med 200-års gjentaksintervall inkludert klimapåslag vil være en flomvannstigning i innsjøen på rundt 0,5 m.

For å generere hensynssone til plankartet, er det valgt å legge til 0,5 m på grunn av usikkerhet i beregningen, slik at den viste vannstanden i Skorabovatnet tilsvarer kote 390.



Figur 3-5 Hensynssone for Skorabovatnet; DFV, kote 385,5 pluss 0,5m usikkerhetspåslag

3.4 Sensitivitetsanalyse

På grunn av usikkerhet knyttet til flomberegningen og terrengmodellen, er det utført en sensitivitetsanalyse for å indikere områdets sensitivitet for en høyere vannføring.

I flomberegningen er det beregnet medianverdi samt 2,5% og 97,5% konfidensintervall. For å gi et inntrykk av sensitiviteten til flomsonens utstrekning er flomutsatt areal beregnet for medianverdien og flomverdi med 97,5% konfidensintervall:

	Flomverdi* (m ³ /s)	Totalt flomutsatt areal** (km ²)
Medianverdi	12,6/19,2	
97,5 konfidensintervall	25,3/38,4	0,086

*Øvre felt/totalfelt

**inkl. Skorabovatnet med flomstigning til kote 390

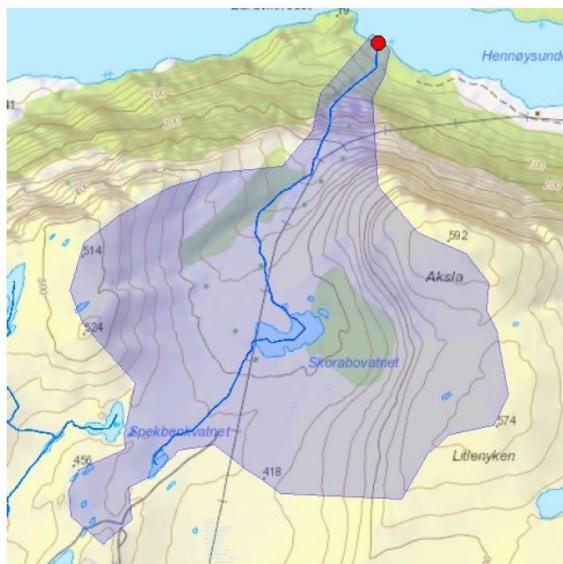
Slik som vist i tabellen ovenfor, er det flomutsatte arealet lite påvirket av forhøyede flomverdier. Dette kommer av at bekken ligger i et svært bratt terreng, og at vannspeilet derfor i bare liten grad vil være påvirket av vannføringsendringer.

4 Referanser

NVE. (2015). *Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt*. Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.

NVE. (2016). *Klimaendring og framtidige flommer i Norge*. Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.

Vedlegg 1



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk

Kartdatum: EUREF89 WGS84

Projeksjon: UTM 33N

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

Lavvannskart

Vassdragsnr.: 086.3110
Kommune: Bremanger
Fylke: Sogn og Fjordane
Vassdrag: KYSTFELT

Vannføringsindeks, se merknader

Middelvannføring (61-90)	102,4 l/(s*km ²)
Alminnelig lavvannføring	4,2 l/(s*km ²)
5-persentil (hele året)	4,2 l/(s*km ²)
5-persentil (1/5-30/9)	3,9 l/(s*km ²)
5-persentil (1/10-30/4)	3,8 l/(s*km ²)
Base flow	42,0 l/(s*km ²)
BFI	0,4

Klima

Klimaregion	Vest
Årsnedbør	2399 mm
Sommernedbør	846 mm
Vinternedbør	1553 mm
Årstemperatur	4,8 °C
Sommertemperatur	8,4 °C
Vintertemperatur	2,2 °C
Temperatur Juli	9,9 °C
Temperatur August	10,4 °C

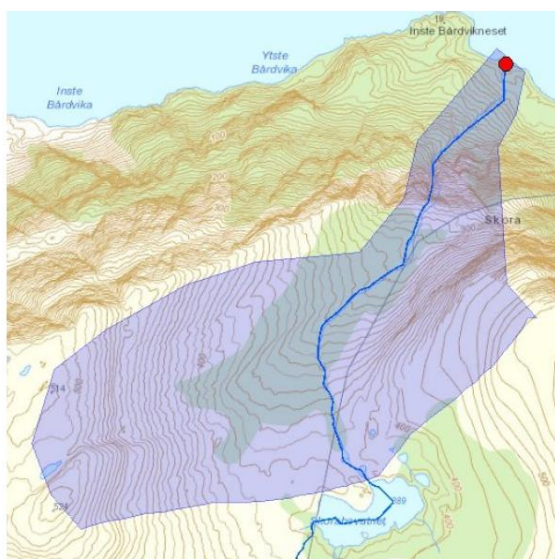
Feltparametere

Areal (A)	2,0 km ²
Effektiv sjø (S _{eff})	1,0 %
Elvelengde (E _L)	2,4 km
Elvegradient (E _G)	174,8 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (G ₁₀₈₅)	184,7 m/km
Feltlengde(F _L)	2,4 km
H _{min}	1 moh.
H ₁₀	358 moh.
H ₂₀	389 moh.
H ₃₀	400 moh.
H ₄₀	414 moh.
H ₅₀	427 moh.
H ₆₀	441 moh.
H ₇₀	463 moh.
H ₈₀	509 moh.
H ₉₀	551 moh.
H _{max}	590 moh.
Bre	0,0 %
Dyrket mark	0,0 %
Myr	0,7 %
Sjø	2,1 %
Skog	11,8 %
Snaufjell	78,3 %
Urban	0,0 %

1) Verdien er editert

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

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



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk

Kartdatum: EUREF89 WGS84

Projeksjon: UTM 33N

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

Lavvannskart

Vassdragsnr.: 086.3110
Kommune: Bremanger
Fylke: Sogn og Fjordane
Vassdrag: KYSTFELT

Vannføringsindeks, se merknader

Middelvannføring (61-90)	87,6 l/(s*km ²)
Alminnelig lavvannføring	- l/(s*km ²)
5-persentil (hele året)	- l/(s*km ²)
5-persentil (1/5-30/9)	- l/(s*km ²)
5-persentil (1/10-30/4)	- l/(s*km ²)
Base flow	- l/(s*km ²)
BFI	-

Klima

Klimaregion	Vest
Årsnedbør	2385 mm
Sommernedbør	843 mm
Vinternedbør	1542 mm
Årstemperatur	4,7 °C
Sommertemperatur	8,3 °C
Vintertemperatur	2,2 °C
Temperatur Juli	9,8 °C
Temperatur August	10,3 °C

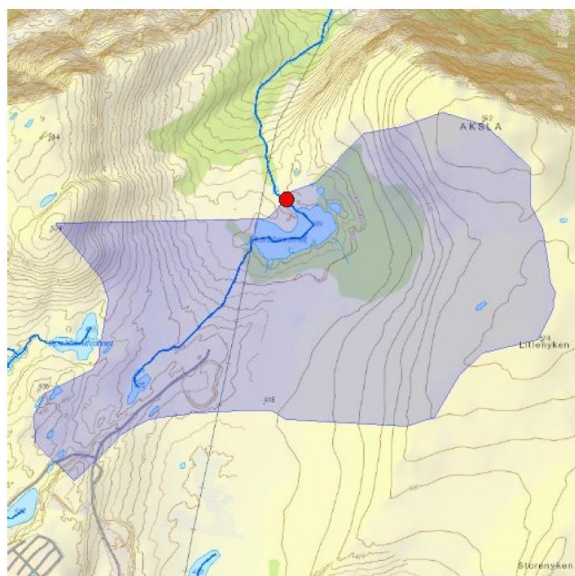
Feltparametere

Areal (A)	0,8 km ²
Effektiv sjø (S _{eff})	0,0 %
Elvelengde (E _L)	- km
Elvegradient (E _G)	- m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (G ₁₀₈₅)	- m/km
Feltlengde(F _L)	1,7 km
H _{min}	1 moh.
H ₁₀	271 moh.
H ₂₀	339 moh.
H ₃₀	366 moh.
H ₄₀	381 moh.
H ₅₀	388 moh.
H ₆₀	401 moh.
H ₇₀	424 moh.
H ₈₀	453 moh.
H ₉₀	490 moh.
H _{max}	556 moh.
Bre	0,0 %
Dyrket mark	0,0 %
Myr	0,5 %
Sjø	0,1 %
Skog	15,9 %
Snaufjell	64,9 %
Urban	0,0 %

1) Verdien er editert

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

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



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

NVE

Kartbakgrunn: Statens Kartverk

Kartdatum: EUREF89 WGS84

Projeksjon: UTM 33N

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

Lavvannskart

Vassdragsnr.: 086.3110
Kommune: Bremanger
Fylke: Sogn og Fjordane
Vassdrag: KYSTFELT

Vannføringsindeks, se merknader

Middelvannføring (61-90)	111,3 l/(s*km ²)
Alminnelig lavvannføring	3,3 l/(s*km ²)
5-persentil (hele året)	4,0 l/(s*km ²)
5-persentil (1/5-30/9)	2,0 l/(s*km ²)
5-persentil (1/10-30/4)	2,9 l/(s*km ²)
Base flow	37,8 l/(s*km ²)
BFI	0,3

Klima

Klimaregion	Vest
Årsnedbør	2406 mm
Sommernedbør	847 mm
Vinternedbør	1559 mm
Årstemperatur	4,8 °C
Sommertemperatur	8,5 °C
Vintertemperatur	2,2 °C
Temperatur Juli	9,9 °C
Temperatur August	10,4 °C

Feltparametere

Areal (A)	1,3 km ²
Effektiv sjo (S _{eff})	0,0 %
Elvelengde (E _L)	1,1 km
Elvegradient (E _G)	39,3 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (G ₁₀₈₅)	57,1 m/km
Fellengde(F _L)	1,2 km
H _{min}	386 moh.
H ₁₀	399 moh.
H ₂₀	412 moh.
H ₃₀	420 moh.
H ₄₀	428 moh.
H ₅₀	438 moh.
H ₆₀	452 moh.
H ₇₀	490 moh.
H ₈₀	541 moh.
H ₉₀	560 moh.
H _{max}	590 moh.
Bre	0,0 %
Dyrket mark	0,0 %
Myr	0,7 %
Sjo	3,2 %
Skog	8,6 %
Snau fjell	87,5 %
Urban	0,0 %

1) Verdien er editert

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

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

Vedlegg 2

