

**Til:** Ivar Skyberg  
**Fra:** Jon Olav Stranden  
**Dato** 2018-04-24

## Overordnet flomvurdering for utvalgte delstrekninger på ny E39 Lyngdal-Sandnes

I forbindelse med planlegging av ny E39 mellom Lyngdal og Sandnes, er det gjort en overordnet vurdering av flomforholdene på følgende delstrekninger:

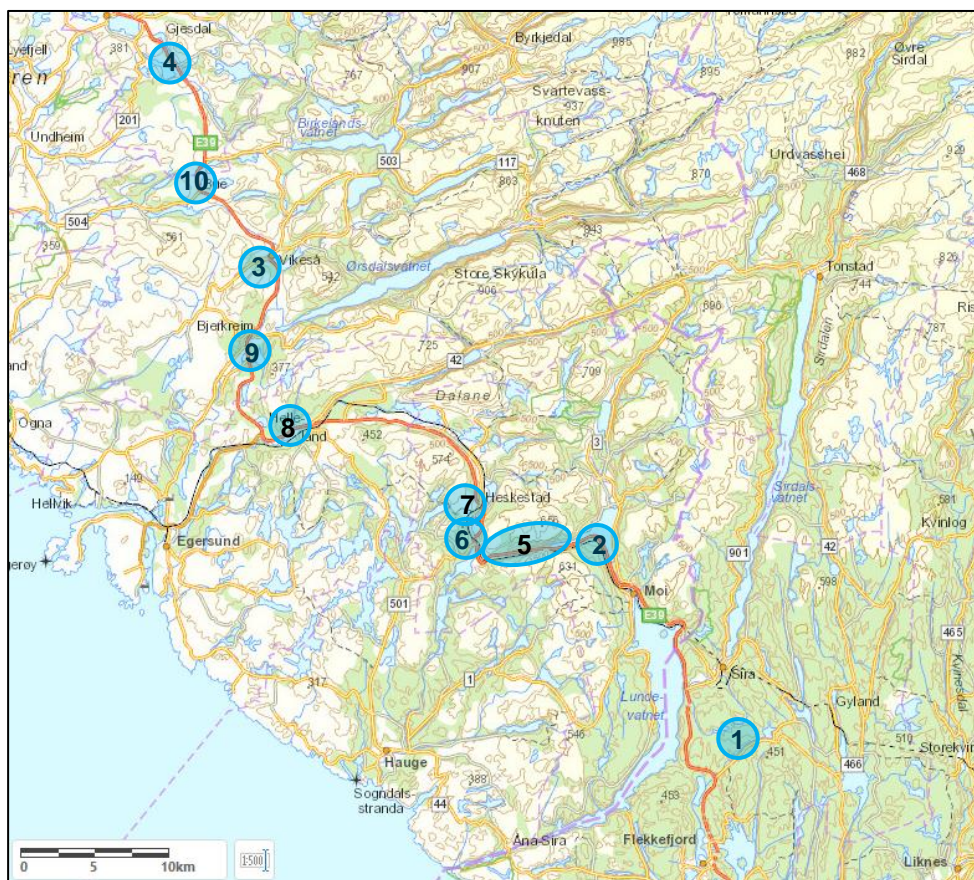
1. Bekk ned fra Lølandsvatnet, variantområde 2
2. Moi / Hovsvatnet, variantområde 3
3. Bjerkreim / Vikeså, variantområde 4
4. Kyllingstad – Klugsvatnet, variantområde 5

Det er også tatt inn vurderinger knyttet til alternativ trasé. Langs denne traséen er følgende punkter vurdert:

5. Lengre veistrekning langs Hovsvatnet og flytting av innløpselv til Hovsvatnet
6. Kryssing av elv ved Eide mellom Heskestadvatnet og Eidsvatnet på bro
7. Kryssing av Dybingsvatnet/ Grøsfjellvatnet på bro/ fylling
8. Bro over Gyaåna ved Helleland
9. Kryssing av Bjerkreimsvassdraget ved Bjerkreim
10. Kryssing av ytre Kydlandsvatnet

Brokryssingene ved 6, 8 og 9 skjer på høye broer som ikke vil være flomutsatt, og disse er derfor ikke kommentert nærmere. Det samme gjelder 2 høye brokryssinger fra Søylandsdalen mot Klugsvatnet.

Et oversiktskart er vist i Figur 1. Vurderingene som er gjort, er på overordnet nivå, og det er kun gitt grove anslag på flomstørrelser og flomvannstander. For videre prosjektering og planlegging må det utføres mer detaljerte beregninger.



Figur 1 Oversiktskart. Se liste over figuren for beskrivelse.

## Flomstørrelser og vurdering av enkeltstrekningene

Som flomstørrelser er det lagt til grunn beregnet 200-års flomvannføring med NVEs NIFS-formelverk, som er gyldig for felt mindre enn 50-60 km<sup>2</sup>. Unntaket er for Bjerkreimsvassdraget og Hovsvatnet, hvor flomverdien er korrigert noe ned på grunnlag av frekvensanalyse på observerte flommer ved 27.25 Gjedlakleiv og 26.20 Årdal.

Nøkkeldata og overslag på flomstørrelser for de aktuelle delstrekningene er vist i

Tabell 1. Nummereringen til venstre viser til hvilken delstrekning (ut fra nummerert liste over) som data gjelder for. Nøkkeldata er tatt ut med NVEs verktøy Nevina. Som klimapåslag er det lagt til grunn 20 % for alle felt over 50-60 km<sup>2</sup>, og 40 % for mindre felt. Alle flomstørrelser er angitt med aktuelt klimapåslag.

Tabell 1 Nøkkeldata. 200-årsflom er med 40% klimapåslag.

Delstrek	Navn	Areal km <sup>2</sup>	Eff.sjøandel %	Høyde (min-med-max)	Q <sub>N</sub> l/(s*km <sup>2</sup> )	Q <sub>200</sub> + klima m <sup>3</sup> /s
1	Avløp Lølandsvatnet	7.6	7	209-291-456	56	19
1	Nedstrøms Lølandsvatnet	10.2	4	182-288-456	55	27
2	Hovsvatnet	186	2.8	49-466-748	67	290
3	Bjerkreim	360	2.1	76-458-1011	75	519
3	Bjerkreim-Vikeså	6.6	0	78-235-485	61	30
4	Innløp Klugsvatnet	60.3	1.5	156-285-595	59	132
8a	Grøsfjellvatnet	38.2	7.4	175-335-568	61	78
8b	Dybingsvatnet	18.3	6.7	177-336-568	61	42
11	Ytre Kydlandsvatnet	7.6	8.5	230-329-436	65	34

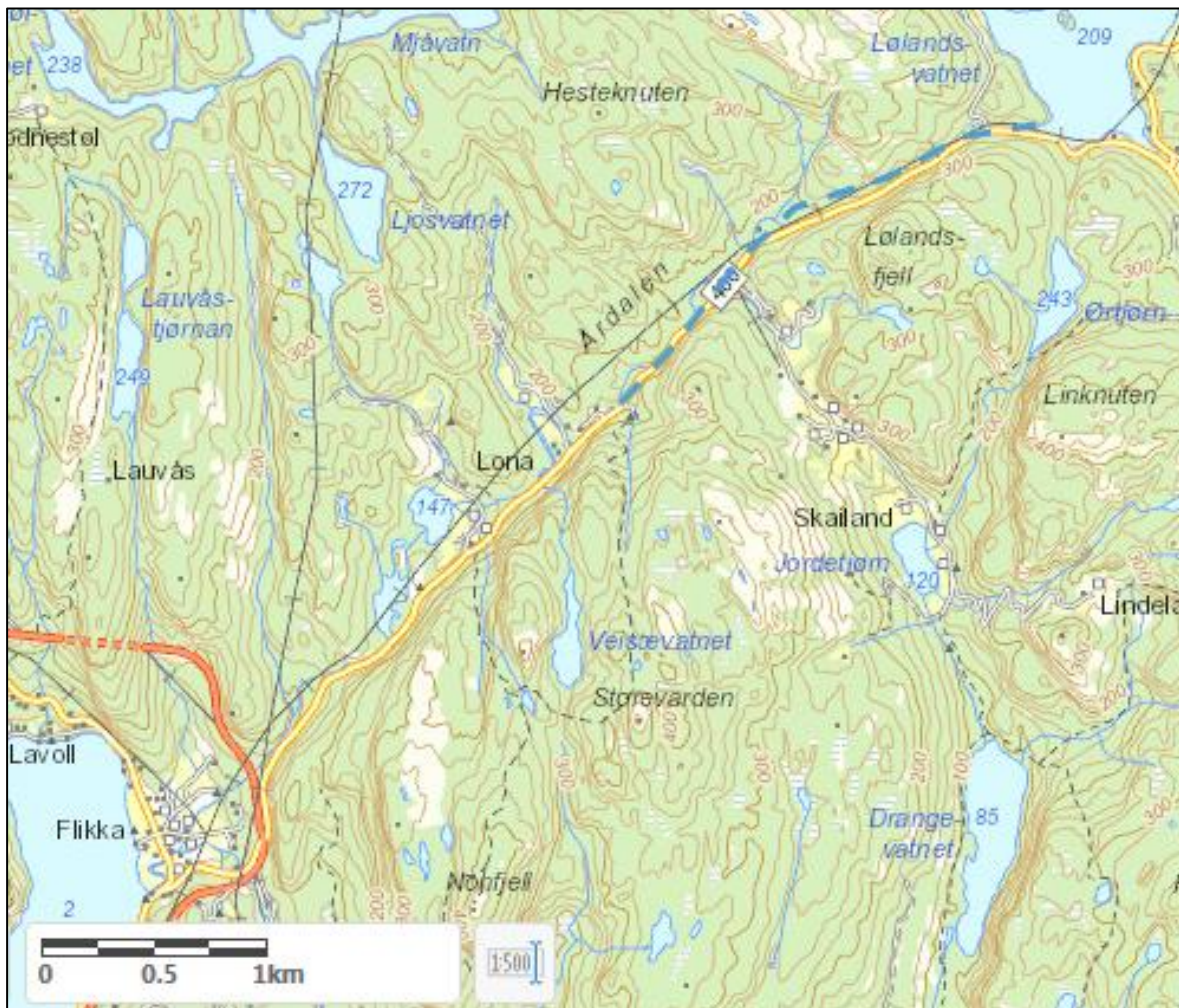
Nedenfor er det gjort forenklete vurderinger av flomstigning på grunnlag av estimert flomvannføring. Disse er gjort med skjematisk, hydraulisk modeller i HEC-RAS og enkle avløpsbetraktninger. Det er ikke gjort vurderinger av lysåpning/ dimensjoner på broer/ kulverter der planlagt ny vei krysser elver/ vassdrag. Alle vurderingene forutsetter at nye kulvert/ brokryssinger/ innsnevring er ikke begrenser kapasiteten i elva.

Det er i hovedsak ikke gitt referanser til høyder for flomvannstander, kun til relative høydeforskjeller til elvebunn/ innsjø. For elvebunn er det referert til gjennomsnittlig bunnivå over angitt bredde på elv. Dette skyldes at angitte innsjøhøyder i standard kartgrunnlag er usikkert.

### Lølandsvatnet

Ny E39 er planlagt å følge langs bekken som renner ut av Lølandsvatnet over en strekning på drøyt 2 km (Figur 2). 200-årsflom med klimapåslag er grovt estimert til 19 m<sup>3</sup>/s ved utløpet av vannet, økende til 27 m<sup>3</sup>/s lenger ned på strekningen. Bekken faller om lag 30-40 høydemetre over en strekning på ca. 2,2 km, et gjennomsnittlig fall på ca. 1,6 %. På noen partier er det strykstrekninger med bredde på elva på 2-4 m, mens ved Åsmyr og Maisletta er det noe slakere partier, der elva er 5-10 m.

Tar vi konservativt utgangspunkt i en elvebredde på 3 m, sidehelning på elvekantene på 1:2, samt et Mannings tall på 22, må det forventes en teoretisk stille vannstand (energinivå) på om lag 2 m over elvebunnen, størst på nedre del av elvestrekningen (hvor flomvannføringen er størst) og der elva er smalest. Med en sikkerhetsmargin på 1,0 m bør derfor veibanen legges minimum 3 m over elvebunnen langs bekken fra Lølandsvatnet (høyest på nedre del av elva og der elva er smal).



Figur 2 Bekk fra Lølandsvatnet. Aktuell strekning stiplet.

## Hovsvatnet

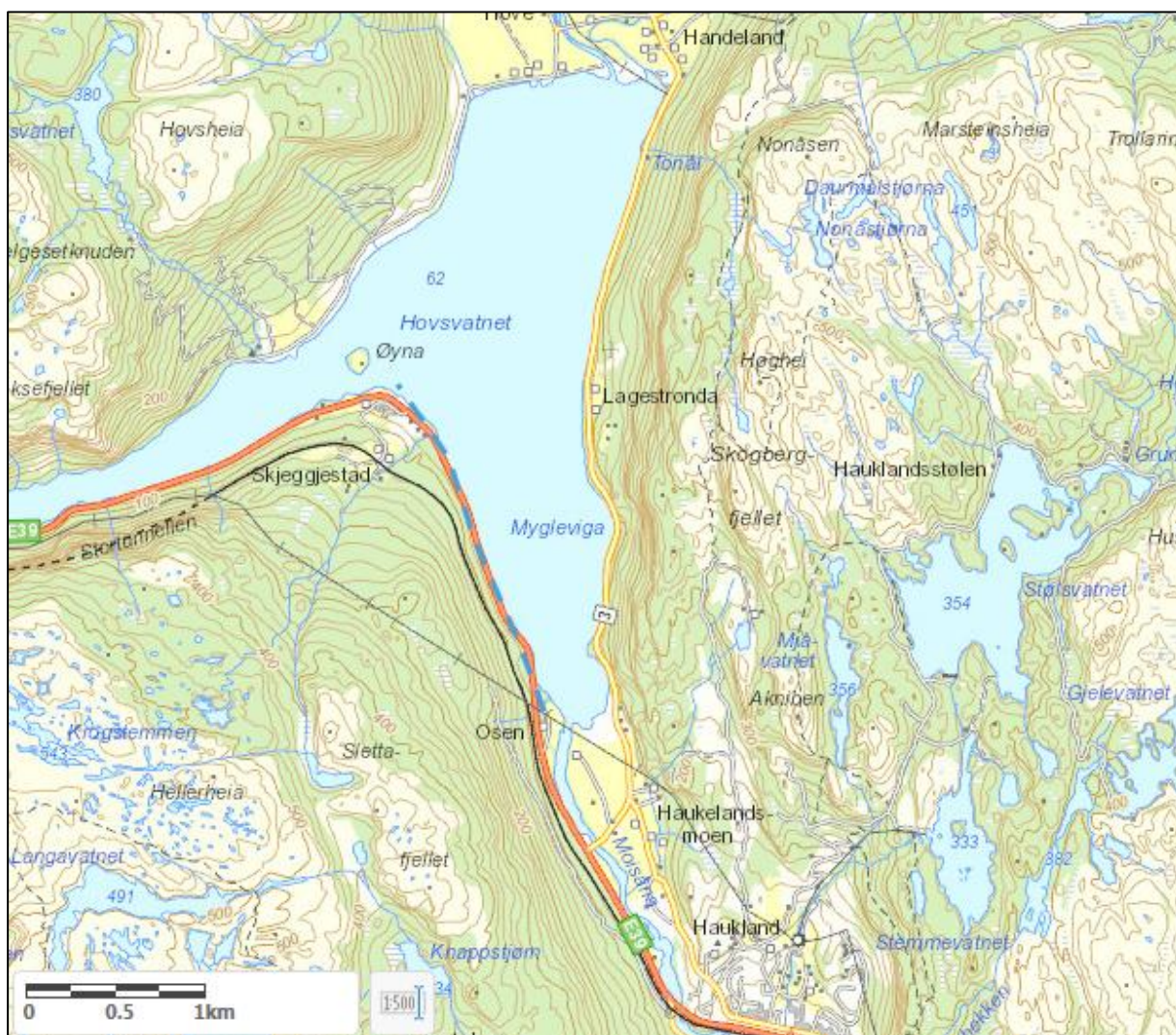
Ny E39 er planlagt i bro over utløpet av Hovsvatnet og langs bredden til vannet (Figur 3). Med nytt alternativ (6 i Figur 1) vil veien også følge vannet mot sørvest og videre langs innløpselva. I følge tegningsgrunnlaget vil broen legges med god klaring til vannstanden.

Det er flere mindre strykpartier mellom Hovsvatnet og Moi, og det er antatt at det øverste av disse partiene blir bestemmende ved flom, og at ikke veifyllingen over utløpet får betydning for avløpskapasiteten. Ved en elvebredde ved bestemmende profil på 30 m, økende til 110 m ved 1 m vannstandsstigning, og en antatt utløpskoeffisient på 1,3, får vi en flomstigning i Hovsvatnet på 2-2,5 m. Med en sikkerhetsmargin på 1,0 m bør veien langs Hovsvatnet/ underkant bru ved utløpet av Hovsvatnet legges minimum 3-3,5 m høyere enn lav vannstand i Hovsvatnet.

Der flytting av innløpselva til Hovsvatnet er planlagt, vil veien legges på høy fylling og ikke være flomutsatt så lenge nytt elveløp dimensjoneres for å håndtere aktuelle flomvannføringer i vassdraget.

Traséen langs Hovsvatnet innebærer en større fylling ut i Hovsvatnet langs hele vestsiden. Dette vil redusere overflatearealet til Hovsvatnet. Mindre overflateareal vil redusere den dempende effekten innsjøen har på flommene, noe som kan gi en økning i flomvannstanden. Arealet av veifyllingen i nivå med vannspeilet er om lag 0,1 km<sup>2</sup>, mens Hovsvatnet har et overflateareal ifølge NVEs innsjødataregister på 4,16 km<sup>2</sup>.

Det er satt opp et flomforløp som rutes gjennom Hovsvatnet for å vurdere endringen i flomvannstand som følge av en reduksjon av overflatearealet fra 4,16 km<sup>2</sup> til 4,06 km<sup>2</sup>. Beregningen er gjort for en flom tilsvarende en 200-årsflom inklusive klimapåslag. Beregningen viser at masseutfyllingen kan gi en økning i flomvannstanden på 1-2 cm, maksimalt avløp øker med ca. 1 %. Det er ikke tatt hensyn til at overflatearealet til Hovsvatnet vil øke med økende flomvannstand, noe som tilsier at endringen blir litt mindre enn estimert.



Figur 3 Strekning langs Hovsvatnet.

### Kryssing av Bjerkreimsvassdraget og bekk i Vikeså

Ved Bjerkreim er ny E39 planlagt å krysse på bro like nedstrøms utløpet av Svelavatnet (Figur 4). I tegningsgrunnlaget er brokryssingen tegnet høyt over Bjerkreimselva, og flomvannføringer vil derfor ikke kunne berøre veibanen.

Ved Vikeså er ny vei planlagt å passere Svelabekken over en kulvert, og like nedstrøms/ øst for dette partiet går veien langs bekken over en kort strekning. Fremtidig 200-årsflom i denne bekken kan ventes opp mot 30 m<sup>3</sup>/s. Bekkekryssing må dimensjoneres for flomvannføring. Bekken har et gjennomsnittlig fall på ca. 1,2 % og en bredde på om lag 3 m på strekningen den går parallelt med veien. Det antas en midlere sidehelling på elvekantene på 1:10. Med et Mannings tall på 22 gir dette en beregnet stille vannstand/ energinivå på ca. 1,5 m over elvebunnen. Med sikkerhetsmargin på 1,0 m tilsier dette at veibanen bør legges minimum 2,5 m høyere enn elvebunnen.

Flomvannstand i Svelavatnet er grovt estimert på grunnlag av 50 m utløpsbredde på kote 76, 60 m på kote 77 og avløpskoeffisient 1,3. Dette gir en flomstigning på 3,5-4 m ved 200-årsflom, og med sikkerhetsmargin 1 m bør derfor veien ligge minimum 5 m over lav vannstand i Svelavatnet.



Figur 4 Elvestrekninger Bjerkreimsvassdraget og Vikeså.

## Kyllingstad-Klugsvatnet

Mellom Hellesvatnet og Klugsvatn er ny E39 planlagt å gå nær vassdraget (Figur 5). Fremtidig flomvannføring på denne strekningen av Auestadåna er anslått til 132 m<sup>3</sup>/s.

Nederst på strekningen vil flomvannstanden i Klugsvatnet være bestemmende for høydenivå på ny E39. Utløpet av Klugsvatnet er om lag 14 m bredt under eksisterende bro, antatt med avløpskoeffisient på 1,5. Dette svarer til en vannstandsstigning på om lag 3,5 m over gjennomsnittlig bunnivå i utløpet ved 200-årsflom.

Fallet på elvestrekningen mellom Hellesvatnet og Klugsvatn er i henhold til 1 m kotekart på om lag 10 m, hvorav mesteparten er på strekningen fra Hellesvatnet og ca 0,75 km nedover. Ved utløpet av Hellesvatnet er E39 planlagt på en høy bro hvor det vil være god margining til fremtidig 200-årsflom. Fra og med neste bro og ned til Klugsvatnet går E39 parallelt med Auestadåna. Den nederste av disse to broene like nedstrøms Hellesvatnet er for øvrig foreløpig planlagt slik at den kan ha en innvirkning på flommene mellom Hellesvatnet og broen.

På de resterende 1,1-1,2 km nedstrøms bro 2 nedenfor Hellesvatnet er fallet på 1-2 m, basert på 1 m kotekart. Bredden på elveløpet ved normalvannføring varierer fra 10-30 m, og et gjennomsnitt på 15 m er antatt. Vannstanden på denne strekningen vil avhenge av vannstanden i Klugsvatnet, og er derfor beheftet med usikkerhet. Anslagsvis får vi en vannstandsstigning på opp til ca. 4 m over flomvannstanden i Klugsvatnet, størst øverst og minst nederst ved innløpet til Klugsvatn. I tillegg bør det legges til en sikkerhetsmargin på minimum 1,0 m.



Figur 5 Elvestrekning Kyllingstad-Klugsvatnet.

## Grøsfjellvatnet og Dybingsvatnet

Kryssing av Dybingsvatnet/ Grøsfjellvatnet skjer på bro og fylling (Figur 6). Kryssingen er planlagt i vannene, og det forutsettes at veibyggingen ikke påvirker flomforholdene, spesielt at ikke ny veifylling over utløpet av Grøsfjellvatnet påvirker kapasiteten nevneverdig.

200-års avløpsflom fra Grøsfjellvatnet er estimert til 78 m<sup>3</sup>/s, og fra Dybingsvatnet til 42 m<sup>3</sup>/s.

Grøsfjellvatnet og Dybingsvatnet har ikke samme vannstand under flom, og det må forventes høyere flomvannstand (kotenivå) i Dybingsvatnet enn i Grøsfjellvatnet. Med tilnærming til et 7 m langt utløp, økende til 22 m ved 2 m vannstandsstigning med overløpskoeffisient på 1,3 fra Grøsfjellvatnet er flomstigningen anslått til 2,5-3 m. Det betyr at ny E39 bør legges med minimum 3,5-4 m høyde over normalvannstand i Grøsfjellvatnet. Her må det også sikres tilstrekkelig flomkapasitet under ny veifylling, siden denne krysser dagens utløp fra Grøsfjellvatnet.

I Dybingsvatnet er utløpet tilnærmet til et 8 m langt utløp, økende til 74 m ved om lag 2 m vannstandsstigning. Med overløpskoeffisient på 1,3 er flomstigningen anslått til 2-2,5 m fra normalvannstand. Det betyr at ny E39 bør legges med minimum 3-3,5 m høyde over normalvannstand i Dybingsvatnet.



Figur 6 Utløp av Grøsfjellvatnet og Dybingsvatnet (blått). Planlagt veilinje skissert med rødt.

## Ytre Kydlandsvatnet

Kryssing av ytre Kydlandsvatnet er planlagt på en fylling. 200-års avløpsflom fra ytre Kydlandsvatnet er grovestimert til 34 m<sup>3</sup>/s.

Utløpet fra ytre Kydlandsvatnet er smalt, bare ca. 3 m opp til ca. 3 m vannstandsstigning fra lavvannsnivå. I tillegg er det flatt videre nedover elva. Vi har for dette formålet antatt at utløpet ved den lokale adkomstvegen er bestemmende for vannstandsstigningen. Flomstigningen er anslått til ca. 4 meter over lav vannstand. Det betyr at ny E39 bør legges med minimum 5 m høyde over lav vannstand i ytre Kydlandsvatnet.



Figur 7 Utløp av Ytre Kydlandsvatnet.

## Videre arbeid

Beregningene i dette notatet er gjort på overordnet nivå. Nøyaktigheten er begrenset av flere faktorer:

- grovt estimert flomvannføring.
- vannstander estimert basert på typisk snitt og gjennomsnittlig fall. Områder med, eller oppstrøms for, mindre fall/småere tverrsnitt kan ha høyere vannstander.
- beregninger ser bort for eksisterende og planlagte bruer/ fyllinger/ kulverter, som kan føre til høyere flomvannstander enn estimert her.

I dette notatet er det brukt en større sikkerhetsmargin (1 m) enn det som er anbefalt brukt av NVE ved arealplanlegging (0,3-0,5 m). Dette er for å hensynta de større usikkerhetene. Det bør imidlertid i den videre planleggingen utføres mer detaljerte beregninger av flomvannføringer og flomvannstander for å bekrefte at den planlagte veien (inkludert planlagte fyllinger og bruer) er sikret mot flom og ikke vil øke flomrisikoen til tredje part. Eventuell flomsikring må også dimensjoneres.

5	2018-04-24	Etter tverrfaglig kontroll	Jon Olav Stranden	Finn Mellum	Ivar Skyberg
5	2018-04-24	Etter tverrfaglig kontroll	Jon Olav Stranden	James Lancaster	Ivar Skyberg
4	2018-04-06	Tilleggsvurdering fylling i Hovsvatnet	Jon Olav Stranden	James Lancaster	Ivar Skyberg
3	2018-03-15	Tilleggsvurdering fylling i Hovsvatnet	Jon Olav Stranden	James Lancaster	Ivar Skyberg
2	2017-11-03	Tilleggsvurderinger for ny trasé	Jon Olav Stranden	James Lancaster	Ivar Skyberg
1	2017-05-02	Overordnet flomvurdering for utvalgte delstrekninger på ny E39 Lyngdal-Sandnes	Jon Olav Stranden	James Lancaster	Ivar Skyberg
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	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.