

► Flomvurdering for Trondshaugen ved Åsdalen

Sammendrag/konklusjon

Norconsult er engasjert av Aukra kommune for å vurdere hydrologiske forhold på et område som heter Åsdalen. Kommunen vurderer å omregulere dette området fra et idrettsanlegg til et industriområde. Dette notatet er et delarbeid for flomvurderingen og vurderer flomfare på bekkestrekning på nedstrøms side av planområdet.

For å undersøke flomfaren er det laget en hydraulisk vannlinjemodell i dataprogrammet HEC-RAS. Modellen er basert på droneskannet terrenggrunnlag og benytter tidligere flomberegning som hydrologisk grunnlag. Oversvømmelse på vassdragsstrekningen er vurdert for 20- og 200-årsflom med og uten klimapåslag.

Resultater fra flomvurderingen er presentert på flomsonekart som ligger vedlagt denne rapporten. Vassdraget vurderes å ha forholdsvis god kapasitet og oversvømmelsene betraktes som forholdsvis små. Det er tre kulverter på strekningen som alle påvirker flomforholdene. En av disse kulvertene har så liten kapasitet at deler av flomvannføringen ledes ut av vassdraget og gjør at et bolighus står i fare for å bli berørt.

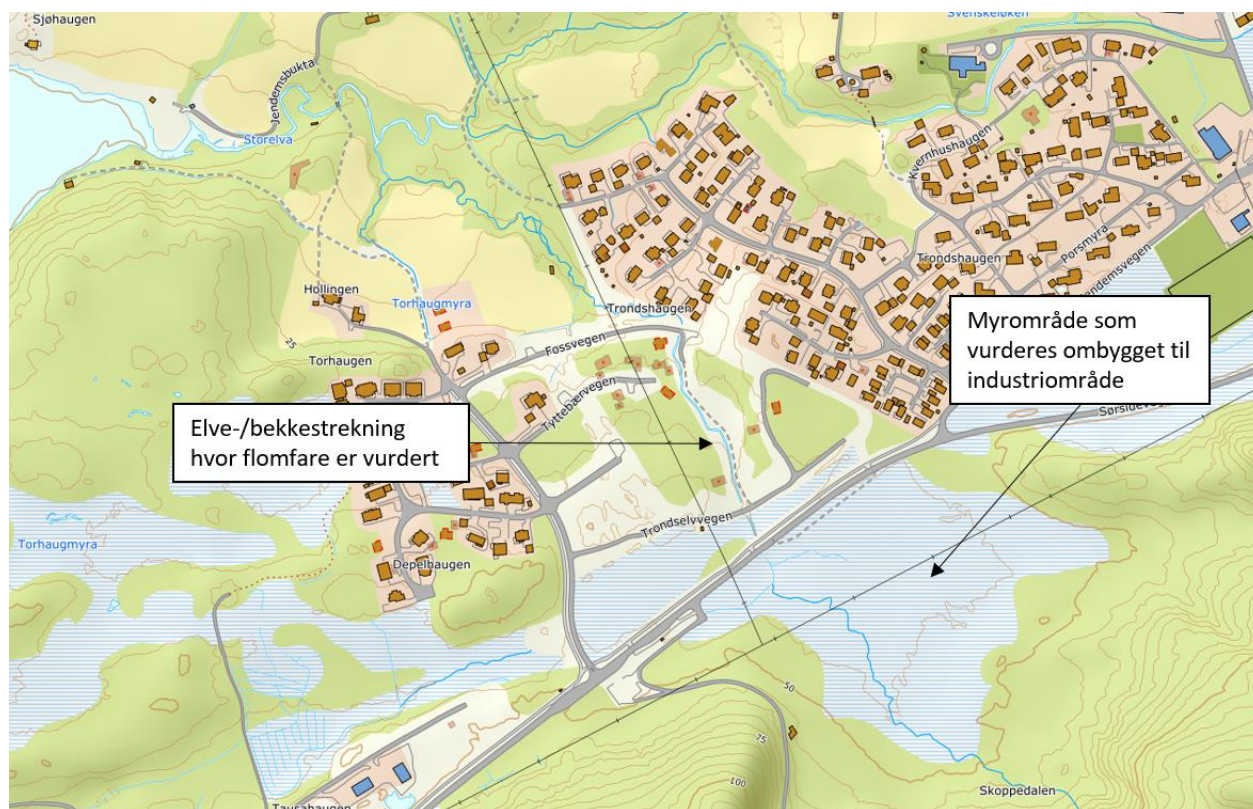
Innledning og forutsetninger

Beskrivelse av oppdraget

Norconsult er engasjert av Aukra kommune for å vurdere hydrologiske forhold på et område som heter Åsdalen. Kommunen vurderer å omregulere dette området fra et idrettsanlegg til et industriområde. Dette notatet er et delarbeid for flomvurderingen og vurderer en elve-/bekkestrekning på nedstrøms side av planområdet. Arbeidet gjøres for å undersøke om denne strekningen er flomutsatt, slik at en senere skal kunne vurdere om fremtidige endringer i nedbørfeltet kan påvirke flomforholdene på negativ måte. Området på nedstrøms side av det planlagte industriområdet utnyttes til boligformål og det er et krav at disse bygningene skal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot en 200-årsflom. Et oversiktskart med markering av planområdet og den vurderte elve-/bekkestrekningen er vist i Figur 1, mens flyfoto over samme område er vist i Figur 2 og Figur 3. Det vurderte området er planlagt til boligformål og flere nye bolighus er allerede bygget. I forbindelse med etablering av boliger er elve-/bekkestrekningen blitt kanalisert/steinsatt, og det er laget en gangsti langs vassdraget.

Kart og datagrunnlag

Alle høyder som er lagt til grunn i denne flomvurderingen refererer til høydegrunnlaget NN2000 så lenge annet ikke er spesifisert. Utgangspunktet for vannlinjemodellen er lasedata over området som enten er kartlagt med drone eller lastet ned fra <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>.



Figur 1 Oversiktskart med markering av vurdert område.

Flomvurdering

Oppdragsgiver: Aukra kommune
Oppdragsnr.: 52103874



Figur 2 Flyfoto over vassdraget nedstrøms Åsdalen.



Figur 3 Flyfoto over vassdraget nedstrøms Åsdalen.

Flomberegning

Hydrologisk grunnlag

I forbindelse med flomvurdering for Åsdalen ble det utført en flomberegning for nedbørfeltet til det fremtidige industriområdet. Utført flomberegning er benyttet som hydrologisk grunnlag i denne vurderingen og det henvises til rapporten [1] for flere detaljer.

For å fastsette flomvannføring i nedbørfeltet til Åsdalen ble tre ulike metodikker benyttet, frekvensanalyse på utvalgte vannmerker, formelverk for små nedbørfelt og bruk av nedbørdata (IVF-kurve) kombinert med «rain on grid». Metodikkene gav et forholdsvis stort spenn i flomvannføring hvor verdier fra nedbørdata skilte seg mye fra frekvensanalysen og NVEs formelverk. **Basert på NVEs formelverk for små nedbørfelt ble spesifikk døgnvannføring for 200-årsflom fastsatt til 1600 l/s/km² med en kulminasjonsfaktor på 2,14.**

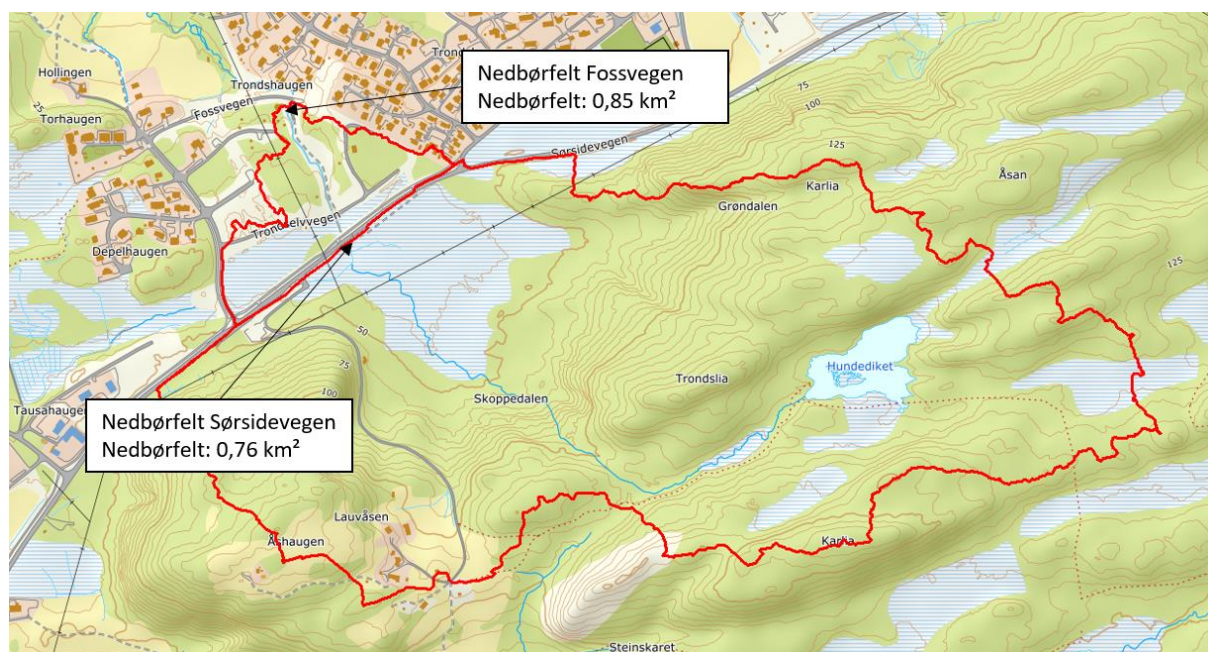
NVEs rapport om klimaendringer og fremtidige flommer i Norge konkluderer at alle vassdrag i Møre og Romsdal får økte flomstørrelser i fremtiden. Størst økning er forventet i middels store nedbørfelt (200-1000 km²) som ligger omtrent 50-125 km fra kysten. Minst endring er forventet nær kysten hvor forventet økning er mellom 11% og 30%. Norconsult vurderer at 20% klimapåslag fremstår som fornuftig for Åsdalen.

Vurdering av nedbørfelt

For å fastsette flomvannføring i elve-/bekkestrekningen på nedstrøms side av Åsdalen (Sørsidevegen) er tidligere beregnet flomvannføring arealskalert med en faktor på 1,08. En oversikt over nedbørfeltstørrelser er gitt i Tabell 1, mens et oversiktskart med markering av nedbørfelt er gitt i Figur 4.

Tabell 1 Nedbørfelt tilknyttet Åsdalen.

Nedbørfelt	Areal (km ²)
Åsdalen oppstrøms Sørsidevegen	0,76
Åsdalen oppstrøms Fossvegen	0,82



Figur 4 Oversiktskart med markering av nedbørfelt.

Valg av flomstørrelse

Bygninger på et fremtidig industriområde og langs vassdraget på nedstrøms side av Sørsidevegen vurderes å tilsvare sikkerhetsklasse F2 i TEK17, og ny bebyggelse skal dermed plasseres, dimensjoneres eller sikres mot en flom med 200-års gjentaksintervall. Utførte beregninger er gjort for 200-årsflom samt en 200-årsflom i et fremtidig klima (år 2100). Vannføringer benyttet for vurdering av flomfare ved 200-årsflom er presentert i Tabell 2.

Tabell 2 Valgte flomstørrelser i vassdraget nedstrøms Sørsidevegen.

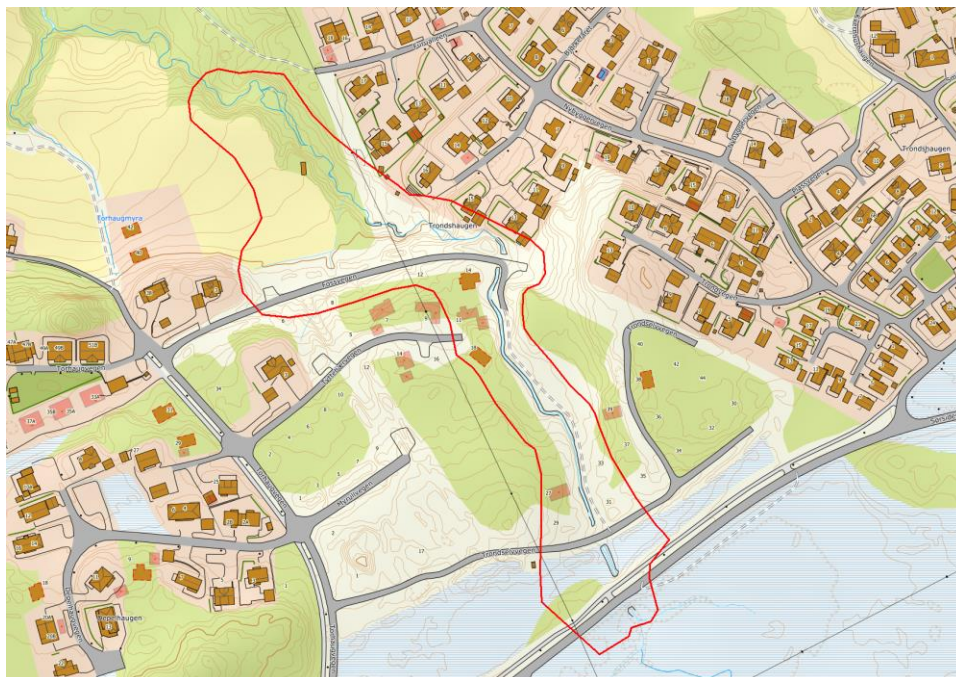
Gjentaksintervall (år)	Kulminasjonsvannføring (m ³ /s)	Kulminasjonsvannføring inkl. 20% klimapåslag (m ³ /s)
20-årsflom (Q ₂₀)	1,78	2,13
200-årsflom (Q ₂₀₀)	2,81	3,37

Hydraulisk vannlinjemodell

Beregningsmodell og datakvalitet

Flomvannføring og oversvømmelse på strekningen mellom Sørsidevegen og Fossvegen er beregnet ved bruk av en 2-dimensjonal hydrauliske modell i dataprogrammet HEC-RAS. Grunnlaget for modellen er laserdata som er kartlagt med dronescann. For områdene som ikke dekkes av skanningen, er det supplert med data fra høydedata.no. Modellen er basert på oppmålt terreng og tar ikke hensyn til erosjon eller endringer i terrenget som kan forekomme under flom.

Vannstand, vannføring og vannhastighet i modellen beregnes mellom celler i et «beregningsmesh». Cellestørrelsen i modellene varierer og er avhengig av terrenget. Utgangspunktet er at cellene har størrelse på 1x1 meter, men den er redusert i elve-/bekkeløpet og ved andre kritiske overganger i terrenget. Her er cellestørrelsen 0,5x0,5 meter og korrigert med «break-lines» for å tilpasse strømningsmønsteret. Et oversiktskart over det modellerte området, er vist i Figur 5.



Figur 5 Oversiktskart med markering av modellert område.

Grensebetingelse og friksjonsforhold

Øvre og nedre grensebetingelse

Vannlinjemodellen er satt opp med en øvre og en nedre grensebetingelse. Øvre grensebetingelse er satt lik kulminasjonsflom i vassdraget ved 20- og 200-årsflom med vannføringer som presentert i Tabell 2. Nedre grensebetingelse er satt til «normal depth» som tilsvarer helningen til energilinja der modellen er avsluttet. Modellen er satt opp slik at nedre grensebetingelse ikke påvirker analyseområdet i vurderingen.

Friksjonsforhold

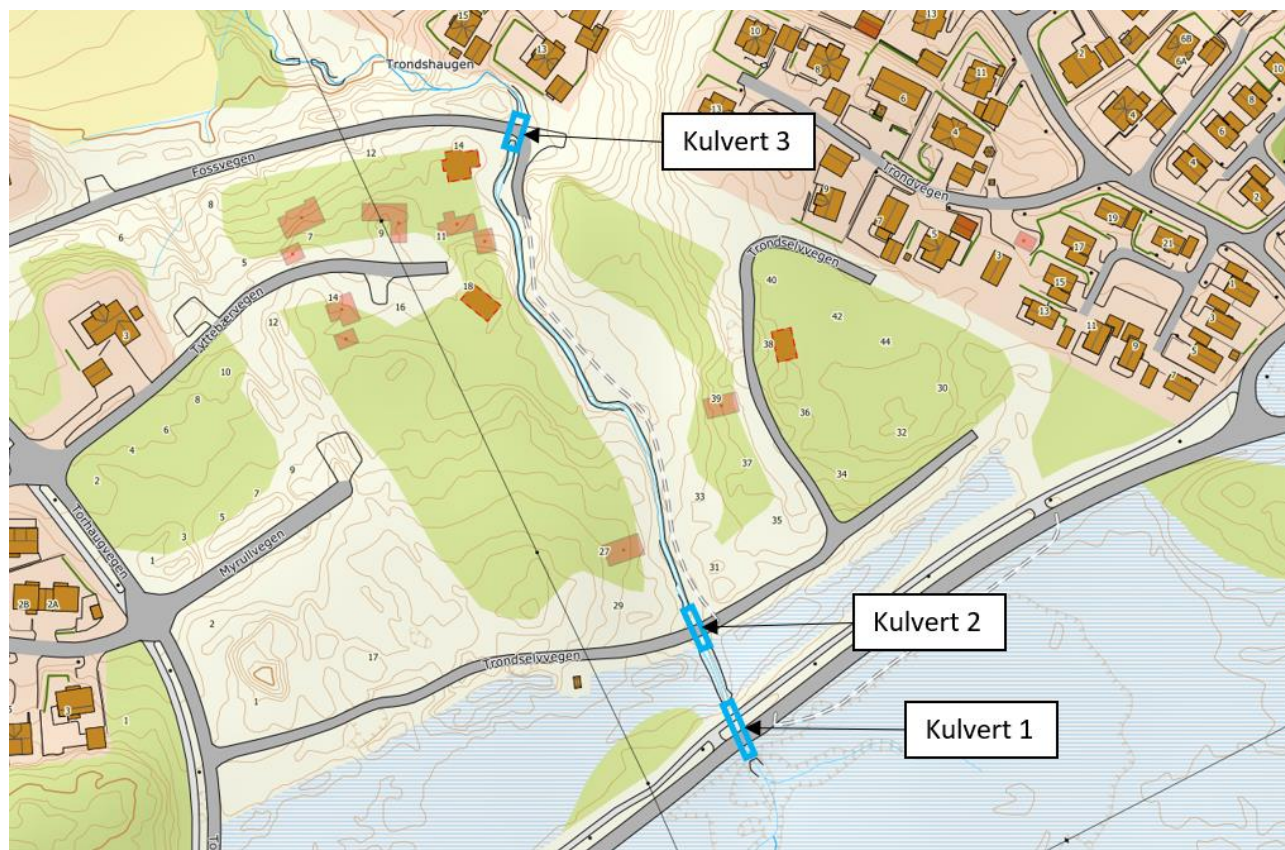
Friksjonsforholdene på analyseområdet er vurdert fra kartdata og flyfoto. Bekkeløpet er steinsatt, mens elvebredden består av åpent landskap med spredt vegetasjon. Friksjonsfaktoren for beregningsstrekningen er basert på Manningstall (n), og varierer fra 0,02 der det er veger til 0,08 i skogområdene. Bekkeløpet har Manningskoeffisient på 0,03 mens elvebredden har verdi på 0,05. Inndeling av arealsoner er basert på arealressurskart fra Statens kartverk, mens valg av Manningstall er gjort med utgangspunkt i vassdragshåndboka til NVE. Fordeling av arealsoner med Mannings-verdi er vist i Figur 6.



Figur 6 Kart med markering av friksjonsforhold i modellen.

Infrastruktur i vassdraget

Det er tre kulverter i vassdraget på strekningen mellom Åsdalen og Fossvegen som omfattes av vannlinjemodellen. Et kart med markering av kulvertene er vist i Figur 7, mens en oversikt over dimensjoner og innløpsnivåer er vist i Tabell 3. Alle kulvertene er inkludert i modellen. Det er tidligere gjort teoretiske beregninger av kulvertkapasitetene hvor hver enkelt kulvert er blitt vurdert individuelt. Beregnede kapasiteter er vist i Tabell 4 og det er bare kulvert 1 som er forventet å håndtere 200-årsflom inkludert klimapåslag når vannstand er ved topp kulvert.



Figur 7 Oversiktskart med markering av kulverter i vassdraget.

Tabell 3 Dimensjoner og nivåer for kulverter i vassdraget (NN2000).

Kulvert nr.	Diameter [mm]	Høyde bunn oppstrøms [m]	Høyde topp oppstrøms [m]	Høyde bunn nedstrøms [m]	Høyde topp nedstrøms [m]	Lengde kulvert [m]
1	1650	39,72	41,37	39,61	41,26	24,3
2	1200	39,69	40,89	39,50	40,70	15,4
3	850x2	32,43	33,28	31,93	32,78	12,4

Tabell 4 Teoretisk beregnet kapasitet for hver enkelt kulvert.

Kulvert nr.	Diameter [m]	Lengde [m]	Kulvertkapasitet ved vannstand på nivå med topp av kulvertør [m³/s]
1	1,65	24,3	4,0
2	1,2	15,4	2,0
3	0,85 x 2	12,4	1,8

Resultater og konklusjon

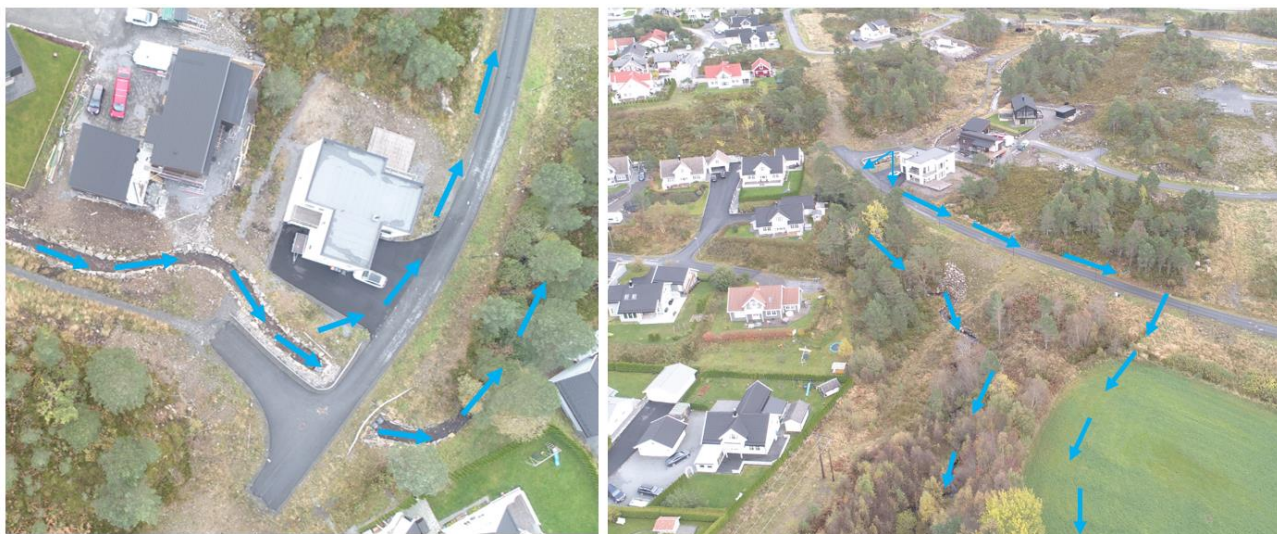
Flomkart som viser flomutbredelse på strekningen mellom Sørsidevegen og Fossvegen ligger vedlagt denne rapporten i Bilag 1. Kartene viser flomutbredelse og vannstand for 20- og 200-årsflom, med og uten klimapåslag (20% økt vannføring).

Kulvert 1 har i utgangspunktet tilstrekkelig kapasitet til å håndtere 200-årsflom inkl. klimapåslag uten å gå full. Kulvert 2 har imidlertid begrenset kapasitet og oppstuvning fra kulverten gjør at også kulvert 1 går full. For begge kulvertene er fribordet fra topp kulvert til topp vegbane forholdsvis stort og vegene overtoppes ikke.

Den kanaliserte elve-/bekkestrekningen mellom Sørsidevegen og Fossvegen er forventet å ha kapasitet til å håndtere en 200-årsflom inkl. klimapåslag, men det må forventes noe oversvømmelse langs bekken, og gangstien kan bli berørt der denne ligger lavt og tett på vassdraget.

Kulvert nr. 3 har minst kapasitet og den er forventet å gå full hvis vannføringen blir større enn $1,8 \text{ m}^3/\text{s}$, noe som tilsvarer en 20-årsflom. Topp vegnivå over kulverten ligger ca. 34,2 moh., men terrengnivået på vestsiden av bekken ligger ca. 0,5 meter lavere og i en situasjon med vannføring større enn $1,8 \text{ m}^3/\text{s}$ vil vannføringen renne østover langs Fossvegen. Forventet flomtrasé er vist i Figur 8. Vannføringen vil følge Fossvegen i ca. 100 meter før den vil krysse veien og renne over jordbruksarealet og tilbake til vassdraget.

Bolighuset med adresse Fossvegen 14 ligger tett på vassdraget og har en grunnmur som ligger med laveste nivå 33,95-40,0 moh. Utførte beregninger tilsier at 200-årsflom inkl. 20% klimapåslag gir en største vannstand forbi huset på 33,93 moh., og bygget er helt i grenseland for å bli berørt av flom.



Figur 8 Forventet flomtrasé nedstrøms Fossvegen hvis vannføringen er større enn $1,8 \text{ m}^3/\text{s}$.

Diskusjon og vurdering av resultatet

Vurdering av kvalitet

Kvalitet på hydrologisk grunnlag

Det hydrologiske grunnlaget vurderes som usikkert. Det er benyttet nærliggende målestasjoner for vannføring, men disse betraktes som forholdsvis lite representative for Åsdalen. Norconsult anbefaler at det benyttes et sikkerhetspåslag på vannføring (minimum 20%) hvis området skal prosjekteres.

Kvalitet på terrengmodell

Terrenget på området som er vurdert i denne flomvurderingen er endret etter siste skanning som er tilgjengelig på høydedata.no. På grunn av dette er det gjort en ny droneskanning over området. Droneoppmålingen er basert på fotogrammetri og er forventet å ha høy nøyaktighet. Den fanger også opp bekkeløpet på en svært god måte og det er ikke forventet at unøyaktigheter i terrenggrunnlaget påvirker resultatene i flomvurderingen.

Beregningskvalitet

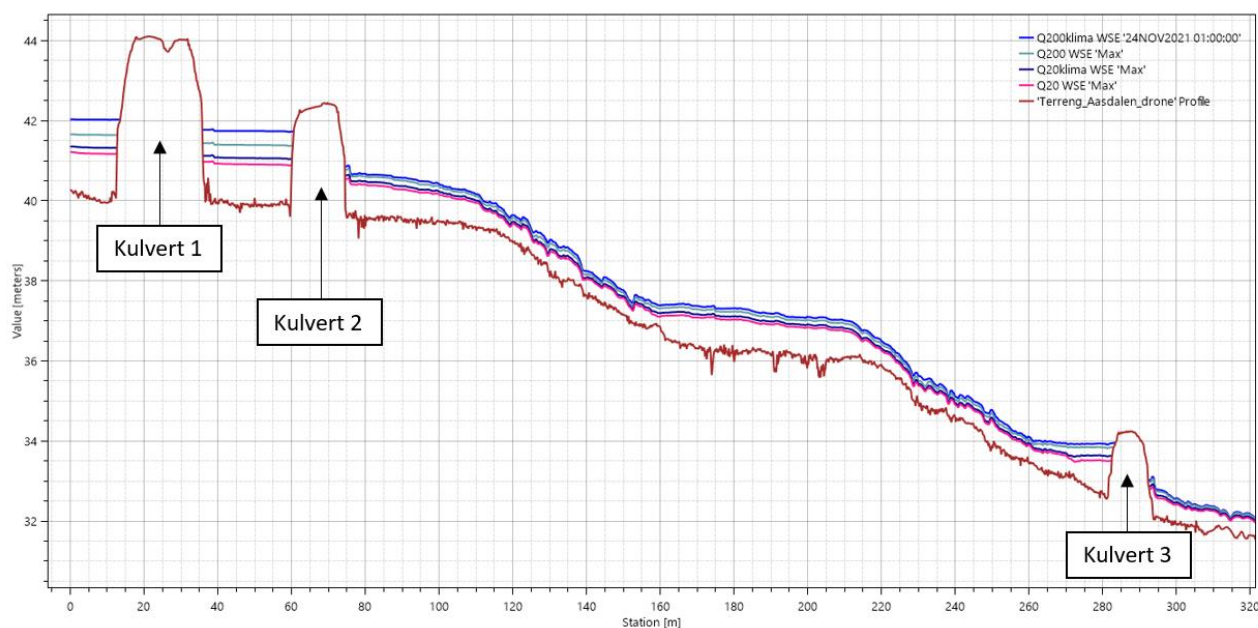
Det eksisterer ikke innmålinger av vannstander i vassdraget og det er heller ingen kjente flomhendelser som beregnet vannstand kan sammenlignes med. Vannlinjemodellen er ikke kalibrert og inneholder derfor en grad av usikkerhet.

Sensitivitet

Utført flomvurdering er gjort for flere ulike vannføringer og variasjon i vannstand er avhengig av sted på beregningsstrekningen. Størst forskjell i vannstand forekommer ved kulvertene, mens vannstanden i kanalen øker forholdsvis lite med økende vannføring. Oppstrøms Sørsidevegen er det beregnet at en 200-årsflom vil gi en vannstand på 41,65 moh., mens tilsvarende gjentakintervall med klimapåslag gir 38 cm høyere vannstand. I bekken mellom Sørsidevegen og Fossvegen er den typiske variasjonen mellom 200-årsflom og 200-årsflom med klimapåslag ca. 10 cm. Det er vurdert at vannlinjemodellen er lite sensitiv for endring av vannføring. Et lengdesnitt som viser vannstand ved ulike gjentakintervall, er vist i Figur 9.

Det påpekes at flomfaren er følsom for tilstopping av kulvertene i vassdraget. Dette er en generell bemerkning som gjelder alle vassdraget som har kulverter. Vedlikehold av kulvertene og rutinekontroll/rensk av kulvertene under flom er et effektivt tiltak for å sikre at kapasiteten ikke reduseres.

For å kontrollere effekten av tilstopping er det gjort en ulykkesvurdering av kulvert 3 hvor hele lysåpningen vurderes som tett og all avrenning tvinges på overflaten. Hvis 200-årsflom inkl. 20% klimapåslag legges til grunn hever dette vannstanden oppstrøms kulvert 3 med ca. 0,3 meter, til 34,2 moh. Vannivået gjør at flomvannføringen renner rundt bolighuset med adresse Fossvegen 14 med vanndybder på ca. 10-20 cm.



Figur 9 Sammenligning av vannstand ved ulike gjentaksintervall.

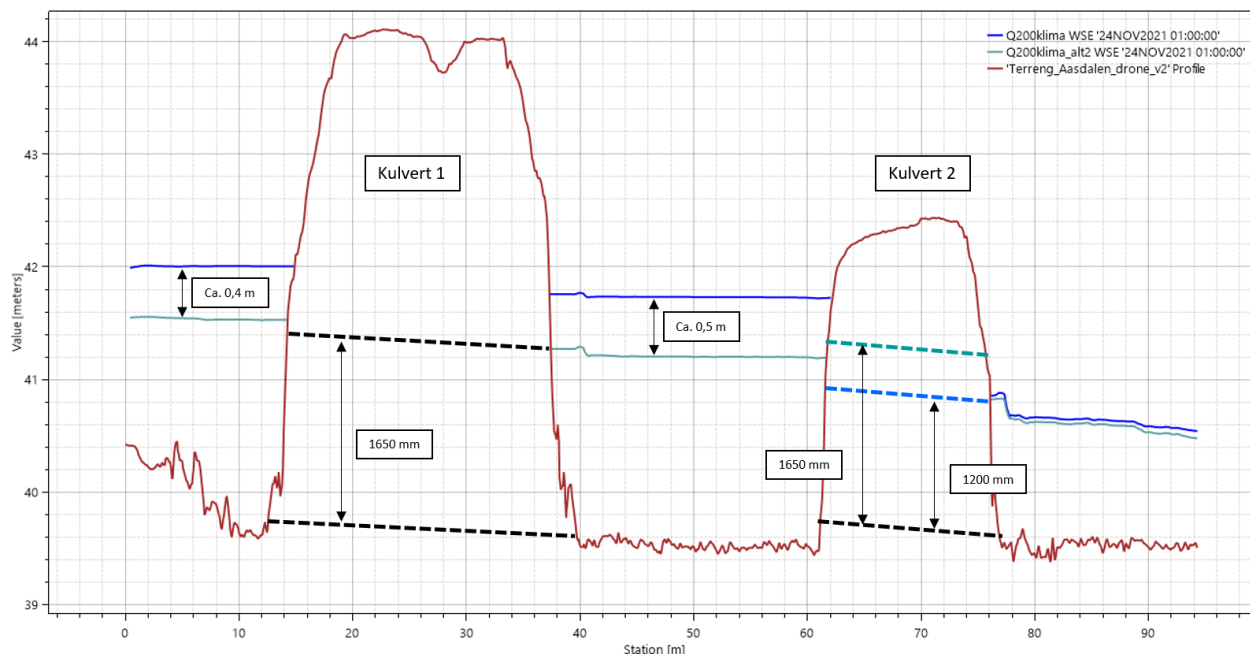
Aktuelle tiltak

For å utbedre flomforholdene på Åsdalen industriområde og i nedstrøms vassdrag er det to tiltak som vurderes som aktuelle:

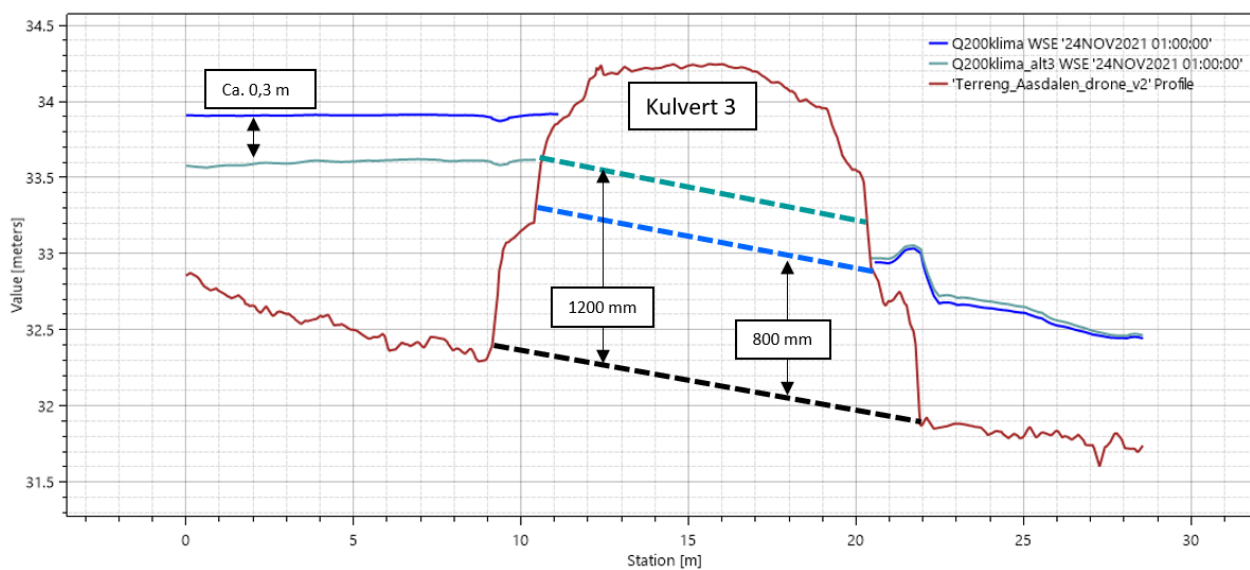
- 1) Utvide kapasitet på kulvert nr.2
- 2) Utvide kapasitet på kulvert nr.3

Effekten av tiltakene er undersøkt i vannlinjemodellen hvor dimensjonen til kulvert 2 er utvidet fra 1200 mm til 1650 mm. Det gjør at kulverten har samme diameter som oppstrøms kulverten. En sammenligning av flomsituasjonen før og etter utvidelse er vist i lengdesnittet i Figur 10. Oppstrøms kulvert 1 reduseres vannstanden med ca. 0,4 meter som følge av utvidelsen, mens mellom kulvert 1 og 2 reduseres vannivået med ca. 0,5 meter.

For kulvert 3 er det gjort en kontroll for å undersøke nødvendig dimensjon for at 200-årsflom inkl. klimapåslag kan avledes uten oversvømmelse av terrenget. Utførte beregninger tilsier at hvis diameteren utvides til 1200 mm reduseres vannstanden på oppstrøms side med ca. 0,3 meter. Det er tilstrekkelig til å avlede flomvannføringen uten at vann renner ut av vassdraget. Et lengdesnitt av denne situasjonen er vist i Figur 11.



Figur 10 Lengdesnitt med sammenligning av vannivå hvis dimensjon på kulvert 2 økes fra 1200 mm til 1650 mm.



Figur 11 Lengdesnitt med sammenligning av vannivå ved kulvert 3.

Bilag og referanser

Bilag

1. Flomsonekart

Referanser

1. Norconsult (2021). *Åsdalen industriområde – flomvurdering*. D01
2. NVE (2011). *Retningslinjer for flomberegninger*. NVE-rapport 4-2011.
3. NVE (2016). *Klimaendring og framtidige flommer i Norge*. NVE-rapport 81-2016.
4. NVE (2014). *Flaum- og skredfare i arealplanar*. NVE-rapport 2-2011.

D02	2021-12-02	For kontroll hos Aukra Kommune etter møte	Gunnar Fiskum	Jon Olav Stranden	Heidi Vevang
D01	2021-11-30	For kontroll hos Aukra Kommune	Gunnar Fiskum	Jon Olav Stranden	Heidi Vevang
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. 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.

Bilag 1 – Flomkart

Oppdragsgiver: **Aukra kommune**

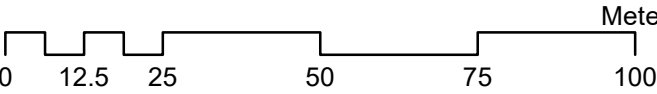
Oppdragsnr.: **52103874**

Norconsult 



Tegnforklaring

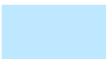
- Elv / Bekk
- 20-årsflom
- 20-årsflom inkl 20% klimapåslag
- Gang- og sykkelveg
- Bilveg
- Bygg

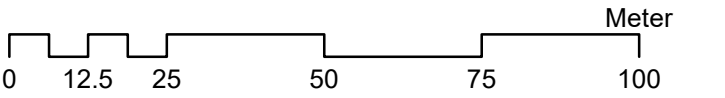


Utførende: Aukra kommune		Kartblad
Flomsonekart Åsdalen Gjentaksintervall: 20-årsflom med og uten klimapåslag Oversvømt område		
Målestokk i A3 1:1,200	Koordinatsystem UTM zone 32	Høydesystem NN2000
Norconsult 	Oppdragsnr. 52103874	Dato 01.12.2021



Tegnforklaring

-  Elv / Bekk
-  200-årsflom
-  200-årsflom inkl. 20% klimapåslag
-  Gang- og sykkelveg
-  Bilveg
-  Bygg



Utførende: Aukra kommune		Kartblad
Flomsonekart Åsdalen Gjentaksintervall: 200-årsflom med og uten klimapåslag Oversvømt område		
Målestokk i A3 1:1,200	Koordinatsystem UTM zone 32	Høydesystem NN2000
Norconsult 	Oppdragsnr. 52103874	Dato 01.12.2021