

Kvinnherad kommune

► Flomsonekartlegging

Bondhuselva

Oppdragsnr.: 5185895 Dokumentnr.: Fv_01 Versjon: J02 Dato: 2020-02-12



| | |
|--------------------------------------|--|
| Oppdragsgiver: | Kvinnherad kommune |
| Oppdragsgivers kontaktperson: | Hildegunn Furdal |
| Rådgiver: | Norconsult AS, Vestfjordgaten 4, NO-1338 Sandvika |
| Oppdragsleder: | Jon Olav Stranden |
| Fagansvarlig: | Henrik Opaker (NVE godkjent innen fagområde V, hydraulikk, alle klasser) |
| Andre nøkkelpersoner: | Gunnar Fiskum |

| J02 | 2020-02-12 | For bruk hos Kvinnherad kommune | Gunnar Fiskum | Henrik Opaker | Jon Olav Stranden |
|---------|------------|---------------------------------|---------------|----------------|-------------------|
| D01 | 2019-11-12 | For kontroll hos oppdragsgiver | Gunnar Fiskum | Henrik Opaker | Jon Olav Stranden |
| 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.

► Sammendrag

Norconsult har på oppdrag fra Kvinnherad kommune kartlagt flomsone for flere elver i kommunen. Denne rapporten dokumenterer beregnet flomsone langs Bondhuselva. Det er gjort beregninger for flom med gjentaksintervall på 20-, 200- og 1000 år inkludert klimapåslag. 200-årsflommen med klimapåslag er beregnet til 201 m³/s.

Flomstørrelser er beregnet på grunnlag av en frekvensanalyse gjort på nærliggende og representative vannmerker. Resultatene fra frekvensanalysen er kontrollert ved bruk av nasjonalt formelverk for små nedbørfelt. For å ta høyde for fremtidige klimaendringer er flomverdiene økt med 40%. Vannstandsstigning langs vassdraget er beregnet ved bruk av en 2-dimensjonal hydraulisk modell i dataprogrammet HEC-RAS.

Flom i vassdraget fører til vannstandsstigning, spesielt i nedre del hvor dalsidene er slakere. Mest utsatt er bygningene og campingplassen på nedsiden av Sunndalsvegen (Fv. 551) og oppdrettsanlegget som ligger oppstrøms veien. Bruene som krysser vassdraget, er forventet å håndtere en flom med gjentaksintervall opp til 20 år. Større flommer gjør at lysåpningen til bruene går fulle og vegene overtoppes. I en slik situasjon øker oversvømmelsen og berører også bygninger som ikke ligger i direkte kontakt med elven. Øvre del av vassdraget er uten bebyggelse og til tross for at vannstandsstigningen er forholdsvis stor blir ikke annet enn skog og jordbruksområder berørt.

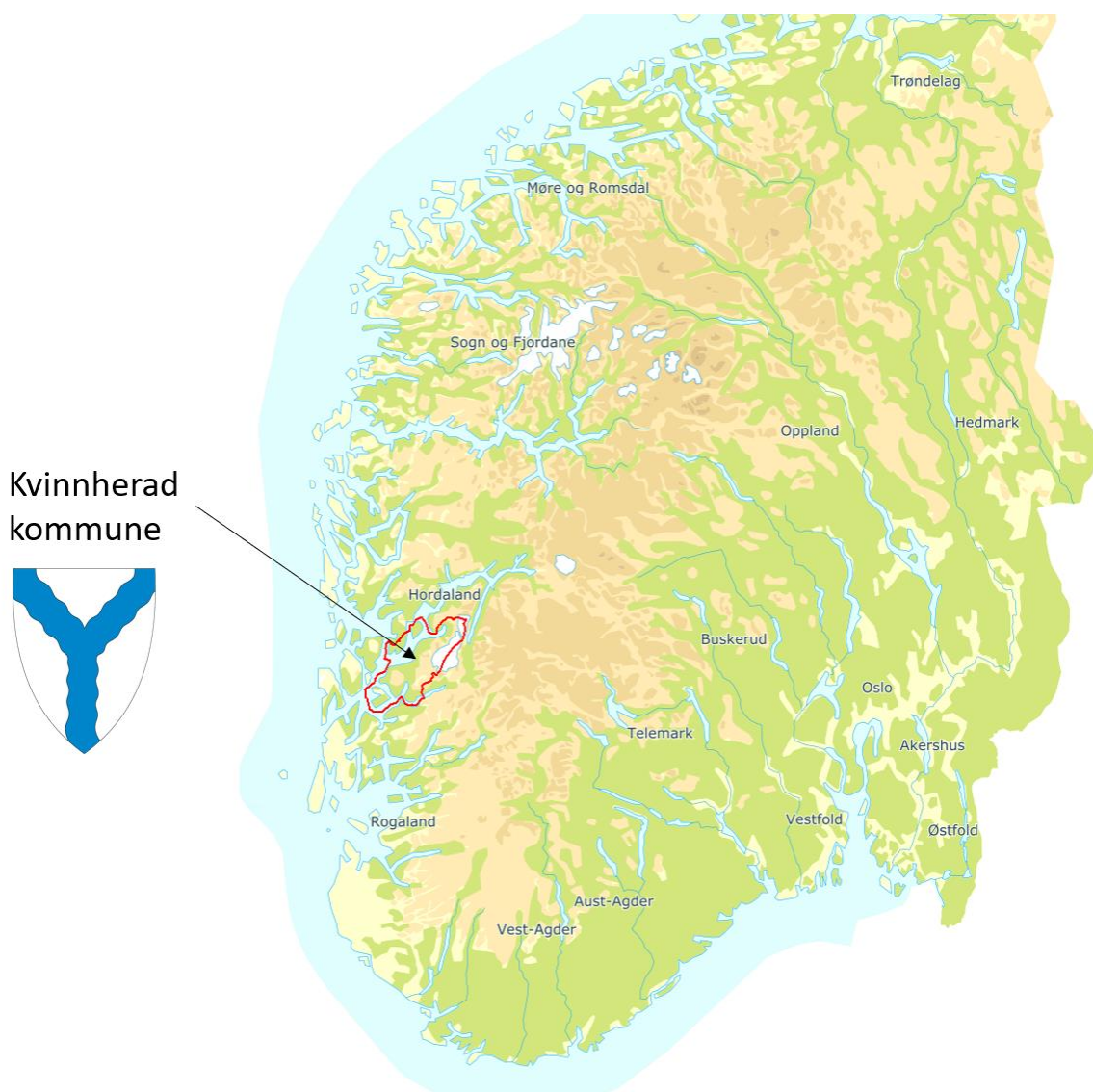
Innhold

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Innledning og forutsetninger | 5 |
| 1.1 | Beskrivelse av nedbørfelt | 6 |
| 2 | Beregning av flomstørrelser | 9 |
| 2.1 | Målestasjoner | 9 |
| 2.2 | Vurdering av årsmiddeltilsg | 11 |
| 2.3 | Sesongvariasjon | 11 |
| 2.4 | Flomfrekvensanalyse døgnmiddelflom | 12 |
| 2.5 | Nasjonalt formelverk for små nedbørfelt | 14 |
| 2.6 | Beregning av momentanflom | 15 |
| 2.7 | Endelig valg av flomstørrelse og klimapåslag | 15 |
| 3 | Hydraulisk modell | 17 |
| 3.1 | Beregningsmodell og datakvalitet | 17 |
| 3.2 | Grensebetingelser | 18 |
| 3.3 | Infrastruktur i modellen | 18 |
| 4 | Resultat og konklusjon | 20 |
| 5 | Diskusjon og usikkerhet | 21 |
| 5.1 | Usikkerheter | 21 |
| 5.2 | Sensitivitetsvurdering | 21 |
| 6 | Bilag og referanser | 22 |
| 6.1 | Bilag | 22 |
| 6.2 | Referanser | 22 |

1 Innledning og forutsetninger

Norconsult er engasjert av Kvinnherad kommune for å kartlegge flomsone langs flere vassdrag i kommunen. Hovedformålet med kartleggingen er å lage et grunnlag som kan utnyttes i arealplanlegging, byggesakshåndtering og for beredskap mot flom. Det er gjort beregninger for flom med gjentaksintervall på 20-, 200- og 1000 år inkludert klimapåslag.

Denne rapporten omhandler Bondhuselva, og kartlegger flomutbredelse for nedre del av vassdraget. Det er ikke utført flomsonekartlegginger i området tidligere, verken av NVE eller andre aktører. Kvinnherad kommune er markert på oversiktskart i Figur 1.



Figur 1 Oversiktskart med markering av Kvinnherad kommune.

1.1 Beskrivelse av nedbørfelt

Bondhusdalen er et dalføre i Kvinnherad kommune som grenser mot Folgefonna i sør. Selve Bondhuselva har sitt opphav i Bondhusvatnet, men innsjøen samler igjen vann fra flere mindre vassdrag som alle, helt eller delvis, ligger i tilknytning til Folgefonna. Fra Bondhusvatnet renner Bondhuselva nordover til utløpet i sjøen ved Sunndalsvika. Vassdraget er regulert ved at en del av tilsiget fra Folgefonna er fraført via et takrennesystem.

Nedbørfeltet har et areal på ca. 61 km² og av dette er ca. 40% isbre. Resten er i hovedsak snaufjell (40%) og skog (12%). Feltet er relativt typisk for området med stor variasjon i høyde, høy middelvannføring og relativt mye bre i feltet. Bebyggelsen ligger i nedre del av nedbørfeltet der elva renner ut i sjøen.

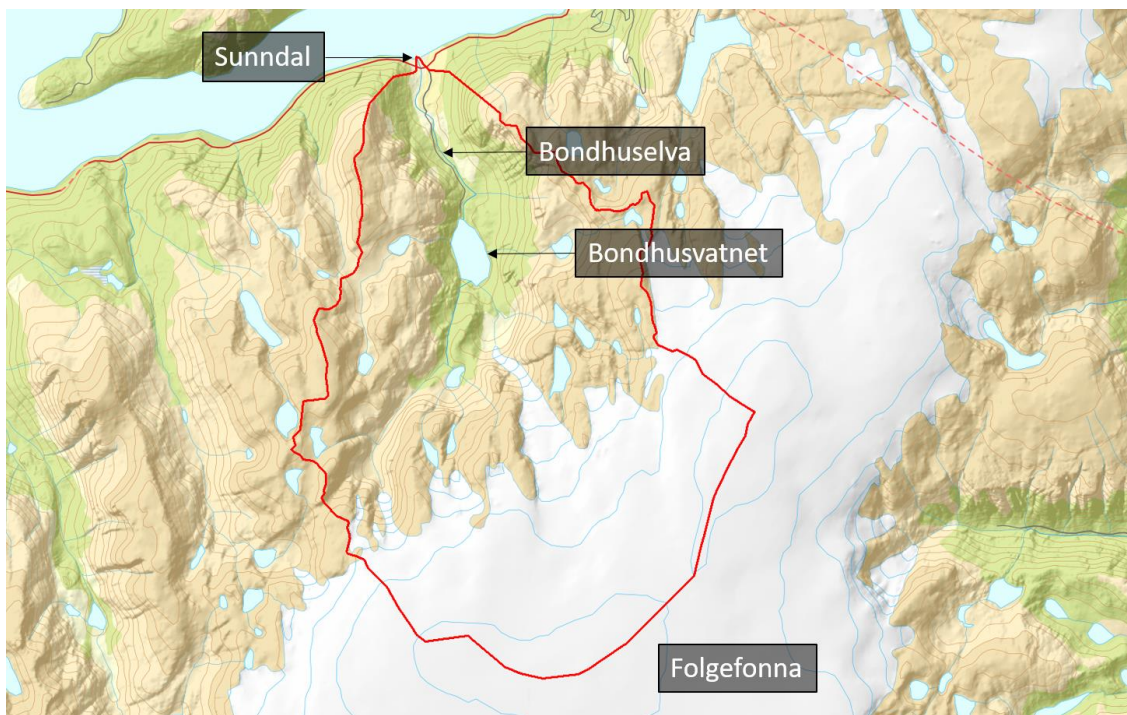
Vann fra øvre deler av feltet til Bondhuselva overføres via et takrennesystem til magasinet Mysevatnet som ligger i nabofeltet (i øst). Fra Mysevatnet utnyttes vannet i kraftproduksjon ved Mauranger kraftverk. Det betyr at en betydelig del av tilsiget som naturlig drenerer til Bondhuselva isteden ledes ut av feltet. Oppmåling av feltarealene til bekkeinntakene tilsier at 24.9 km² av nedbørfeltet til Bondhuselva kan fraføres. I en flomsituasjon vil det imidlertid kunne gå overløp over inntakene, som følge av at det er en øvre kapasitetsbegrensning i selve inntakene. Et oversiktskart med markering av takrennesystemet er vist i Figur 3.

Nøkkeldata for nedbørfeltet er presentert i Tabell 1, mens et oversiktskart med markering av nedbørfeltet er vist i Figur 2. Figur 4 og Figur 5 viser henholdsvis et kart og et flyfoto over nedre del av Bondhuselva.

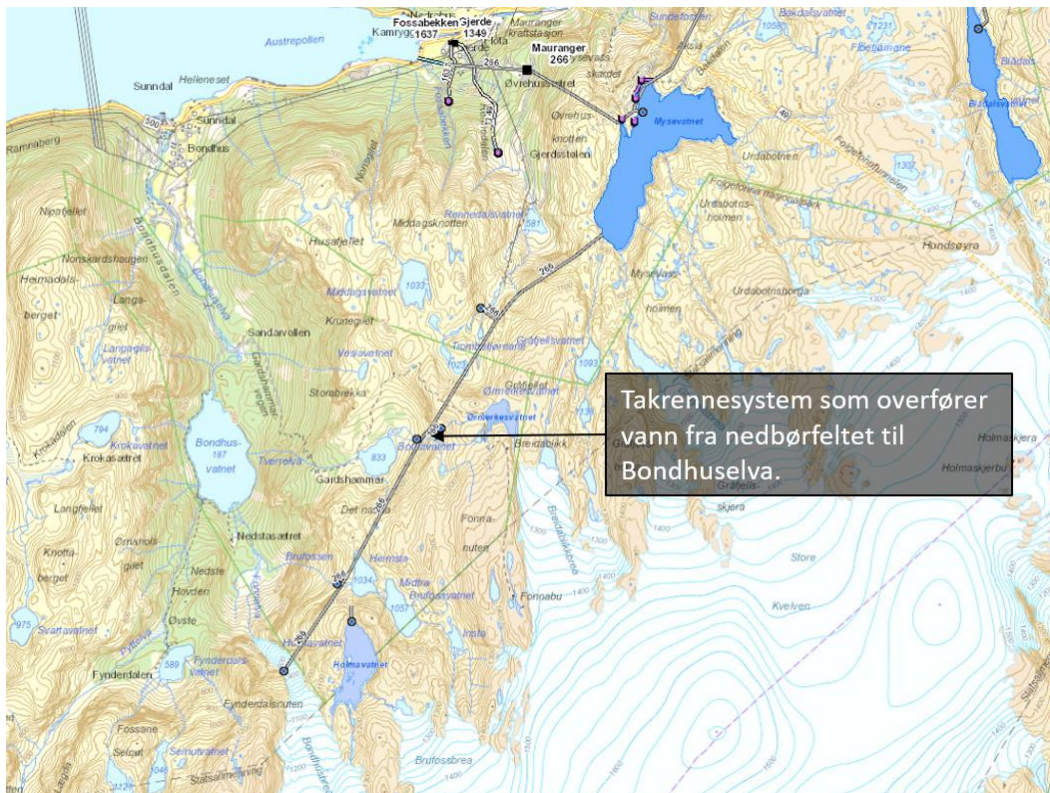
Tabell 1 Nøkkeldata for nedbørfeltet til Bondhuselva

| Nedbørfelt | Areal (km ²) | Eff. sjø % | Felthøyde, min-med-maks (moh.) | Bre (%) | Qn ¹ (l/s/km ²) |
|-------------|--------------------------|------------|--------------------------------|---------|--|
| Bondhuselva | 60,9 | 1,0 | 0-1233-1649 | 39,7 | 111,4 |

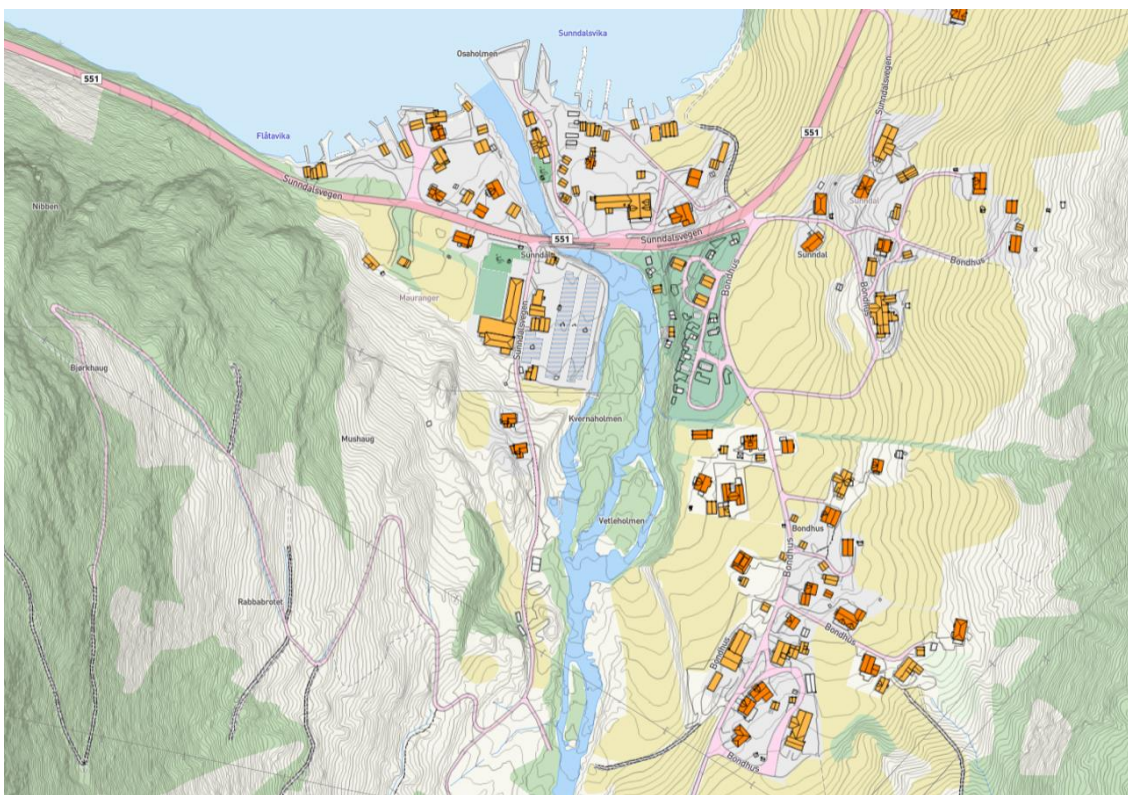
¹ Fra avrenningskartet til NVE



Figur 2 Oversiktskart med markering av nedbørfeltet til Bondhuselva.



Figur 3 Oversiktskart med markering av takrennesystem som overfører vann fra nedbørfeltet til Bondhuselva.



Figur 4 Oversiktskart over nedre del av Bondhuselva.



Figur 5 Flyfoto over nedre del av Bondhuselva.

2 Beregning av flomstørrelser

2.1 Målestasjoner

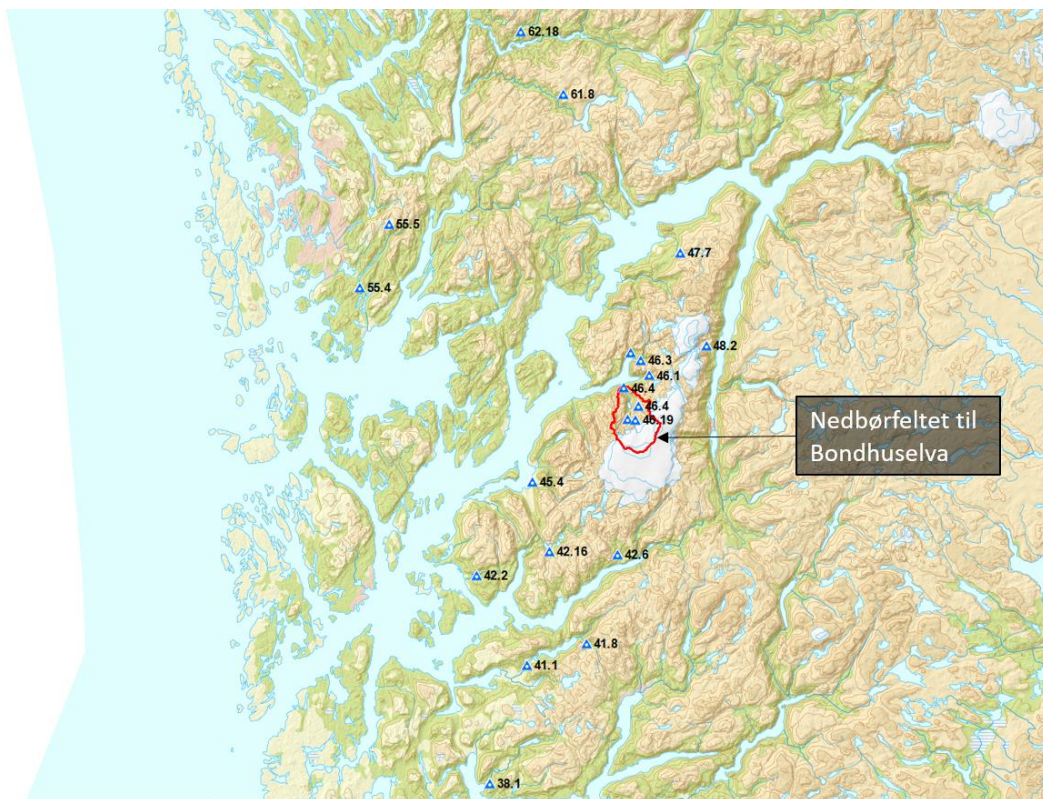
Utvalgte vannmerker/målestasjoner i Sunnhordaland er benyttet i en regional flomanalyse. En oversikt over stasjonene er gitt i Tabell 2. Målestasjonene er valgt ut fra geografisk nærhet til Kvinnherad kommune og likhet med nedbørfeltet til Bondhuselva. Feltene til vannmerkene er typiske kystnære vestlandsfelt med stor variasjon i høyde over havet. Fordi breandelen i feltet til Bondhuselva er stor, er også vannmerker med høy breandel inkludert i analysen. Et oversiktskart med markering av alle vannmerker er vist i Figur 6, mens Figur 7 viser et kart med de mest lokale vannmerkene.

Vannmerkene *Fønnerdalsvatnet*, *Bondhusvatnet*, *Bondhus* og *Bondhus sedimentkammer* ligger i nedbørfeltet til Bondhuselva. Alle vannmerkene har egenskaper som gjør at målingene må betraktes som usikre. *Bondhusvatnet* og *Bondhus sedimentkammer* er fjernet fra analysen fordi måleperioden er for kort eller fordi regulering er sterk. De to resterende vannmerkene i feltet, *Fønnerdalsvatnet* og *Bondhus* er inkludert i analysen. *Bondhus* ligger i nedre del av nedbørfeltet og målingene representerer dermed flomforholdene til hele nedbørfeltet. Samtidig er feltet regulert og ca. 40 % av nedbørfeltet kan i prinsippet avledes ut av feltet og brukes til kraftproduksjon. *Fønnerdalsvatnet* ligger i øvre del av nedbørfeltet og er ikke påvirket av reguleringen. Dette vannmerket har betydelig mindre areal, og NVE har vurdert kvaliteten som dårlig.

Tabell 2 Vannmerker/målestasjoner benyttet i flomberegning.

| Nr. | Navn | Periode | H _{med} (moh.) | Areal (km ²) | Ase (%) | Bre (%) | Q _n (l/s/km ²) |
|-------------|----------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|------------|-------------|---------------------------------------|
| 47.7 | Fodnastøl | 1963-1995 | 1063 | 43.4 | 3.7 | 1.0 | 60 |
| 46.7 | Brakhaug | 1974-2005 | 947 | 9.25 | 2.3 | 0.0 | 122 |
| 45.4 | Seimsfoss | 2007-2018 | 782 | 36.4 | 1.1 | 2.7 | 125 |
| 42.6 | Baklihøl | 1966-2016 | 898 | 19.9 | 0.1 | 0.0 | 134 |
| 42.16 | Fjellhaugen | 1998-2018 | 685 | 7.22 | 1.1 | 0.0 | 118 |
| 42.2 | Djupevad | 1964-2016 | 526 | 31.9 | 0.3 | 0.0 | 101 |
| 41.8 | Hellaugvatn | 1982-2018 | 904 | 27.5 | 2.0 | 0.0 | 118 |
| 38.1 | Holmen | 1983-2018 | 556 | 117 | 1.6 | 0.0 | 109 |
| 41.1 | Stordalsvatn | 1913-2018 | 681 | 131 | 6.7 | 0.0 | 98 |
| 55.5 | Dyrdalsvatn | 1978-1996 2002-2018 | 581 | 3.31 | 4.0 | 0.0 | 124 |
| 55.4 | Røykenes | 1934-2018 | 307 | 50.1 | 2.2 | 0.0 | 97 |
| 61.8 | Kaldåen | 1988-2017 | 884 | 15.3 | 0.1 | 0.0 | 100 |
| 62.18 | Svartavatn | 1988-2018 | 754 | 72.4 | 0.3 | 0.0 | 112 |
| 46.9 | Fønnerdalsvatnet | 1981-2018 | 1372 | 7.0 | 1.9 | 46.3 | 154 |
| 46.4 | Bondhus² | 1964-2018 | 1236 | 60.5 | 1.0 | 39.7 | 73 |
| 46.3 | Øyreselv | 1922-1981 | 1151 | 82.7 | 1.7 | 25.3 | 110 |
| 48.2 | Raundalsvatn | 1964-1977 | 1306 | 10.8 | 2.6 | 49.5 | 148 |
| 46.1 | Øvrehuselv | 1920-1939 | 1317 | 37.0 | 2.5 | 43.3 | 156 |
| 48.4 | Jordal | 1964-1982 | 1363 | 51.3 | 0.1 | 56.0 | 109 |

² Regulert vannmerke



Figur 6 Oversiktskart med markering av vannmerker benyttet i flomberegningen.



Figur 7 Oversiktskart med markering av vannmerker i tilknytning til nedbørfeltet til Bondhuselva.

2.2 Vurdering av årsmiddeltilsig

Vannmerke 46.4 Bondhus ligger i nedre del av vassdraget og har en observert middelvannføring på 73 l/s/km². Målingene ved vannmerket begynte i 1964 og måleserien betraktes derfor som relativt lang (52 år). Kvaliteten på målingene er av NVE betraktet som «bra». Regulering av feltet startet i 1982 og middelvannføringen på 73 l/s/km² gjelder for en tidsperiode med og uten regulering av vassdraget. Middelvannføring i den uregulerte tidsperioden (1964-1982) er på 89 l/s/km² mens den regulerte tidsperioden (1982-2018) har en middelvannføring på 66 l/s/km². Avrenningskartet for samme området gir middelvannføring på 120 l/s/km², som er vesentlig høyere enn det som er målt. Dette kan delvis forklares av reguleringen i feltet, men også den uregulerte tidsperioden er forholdsvis lav. For å gjøre en kontroll på den uregulerte tidsperioden er vannmerket 42.2 Djupevad benyttet som referanse. Ved vannmerket er det relativt liten forskjell mellom middelvannføring i periodene 1964-1982 og 1983-2018, men målingene ligger noe lavere enn avrenningskartet. Også vannmerket 48.4 Jordal er inkludert i analysen. Dette vannmerket ligger øst for Folgefonna og har målinger fra 1964-1982. Kvaliteten på målingene er av NVE vurdert som «dårlig». Det spesifikke tilsiget er målt til 109 l/s/km² i tidsperioden som tilsvarer den uregulerte perioden. Det er ikke foretatt målinger i den regulerte perioden, men avrenningskartet for området gir tilnærmet samme spesifikke tilsigsverdi som er målt ved vannmerket (111.5 l/s/km²). En sammenligning av målingene er gjort i Tabell 3.

Den målte årsmiddelvannføringen ved 46.9 Fønnerdalsvatnet er 154 l/s/km², noe som er mer enn det dobbelte av hva som er målt ved Bondhus. Avrenningskartet gir derimot tilsvarende verdi som ved Bondhus, 121 l/s/km². Fordi feltet til Fønnerdalsvatnet er mindre og ligger høyere enn Bondhus er det forventet at middelvannføringen skal være høyere.

Målt årsmiddeltilsig ved 46.4 Bondhuselva ligger lavere enn hva som er målt i nærliggende nedbørfelt, og skiller seg tydelig fra verdien som er beregnet i avrenningskartet. Også ved andre nærliggende vannmerker er årsmiddeltilsiget sammenlignet med avrenningskartet, men avviket ved disse er generelt mindre. Norconsult har utført flere vurderinger av midlere tilsig i Kvinnherad. Det er ingen tydelig trend som viser at avrenningskartet over- eller underestimerer spesifikke tilsigsverdier. **Spesifikk middelvannføring som er observert ved vannmerket i uregulert tidsperiode (1964-1982), 89 l/s/km² er benyttet i videre beregninger.**

Tabell 3 Målt spesifikk middelvannføring ved vannmerkene 46.4 Bondhuselva og 48.4 Jordal.

| Regulering | Tidsperiode | 46.4 Bondhuselva (l/s/km ²) | 42.2 Djupevad (l/s/km ²) | 48.4 Jordal (l/s/km ²) |
|--------------------|-------------|---|--------------------------------------|------------------------------------|
| Uregulert | 1964-1982 | 89 | 96 | 109 |
| Regulert | 1982-2018 | 66 | 101 | - |
| Uregulert/regulert | 1964-2018 | 73 | 99 | - |
| Avrenningskartet | - | 120 | 116 | 111.5 |

2.3 Sesongvariasjon

I flomberegninger er det vanlig å skille på ulike flomsesonger. I dette området på Vestlandet er dette lite hensiktsmessig. De største flommene opptrer normalt på høsten og tidlig på vinteren, men vassdraget er lite, og i prinsippet kan de opptre hele året. Flomfrekvensanalyse er derfor utført på årsflommer.

2.4 Flomfrekvensanalyse døgnmiddelflom

Det er utført flomfrekvensanalyse på vannmerker i regionen som ligger langt ut mot kysten, og har hoveddelen av nedbørfeltet liggende lavere enn 1000 moh. Tabell 4 viser en oversikt over vannføring ved estimert middelflom, samt forholdstallet mellom estimert middelflom og estimert 20-, 200- og 1000-årsflom for utvalgte vannmerker.

Beregningene er gjort med NVEs programvare for ekstremverdianalyse, DAGUT, ved bruk av Gumbelfordeling og GEV-fordeling.

Vannmerke 46.4 *Bondhus* ligger i nedbørfeltet, og er forventet å representere flomforholdene i vassdraget bra. Tabell 5 viser frekvensanalyse utført på vannmerket hvor uregulert og regulert tidsperiode er vurdert selvstendig. Målt vannføring ved vannmerket er vist i Figur 8. Største vannføringsmåling gjort ved vannmerket er 84.1 m³/s (1388 l/s/km²) og ble gjort 07.09.1966. I henhold til frekvensanalysen tilsvarer det en flom med gjentakintervall på i overkant av 100 år.

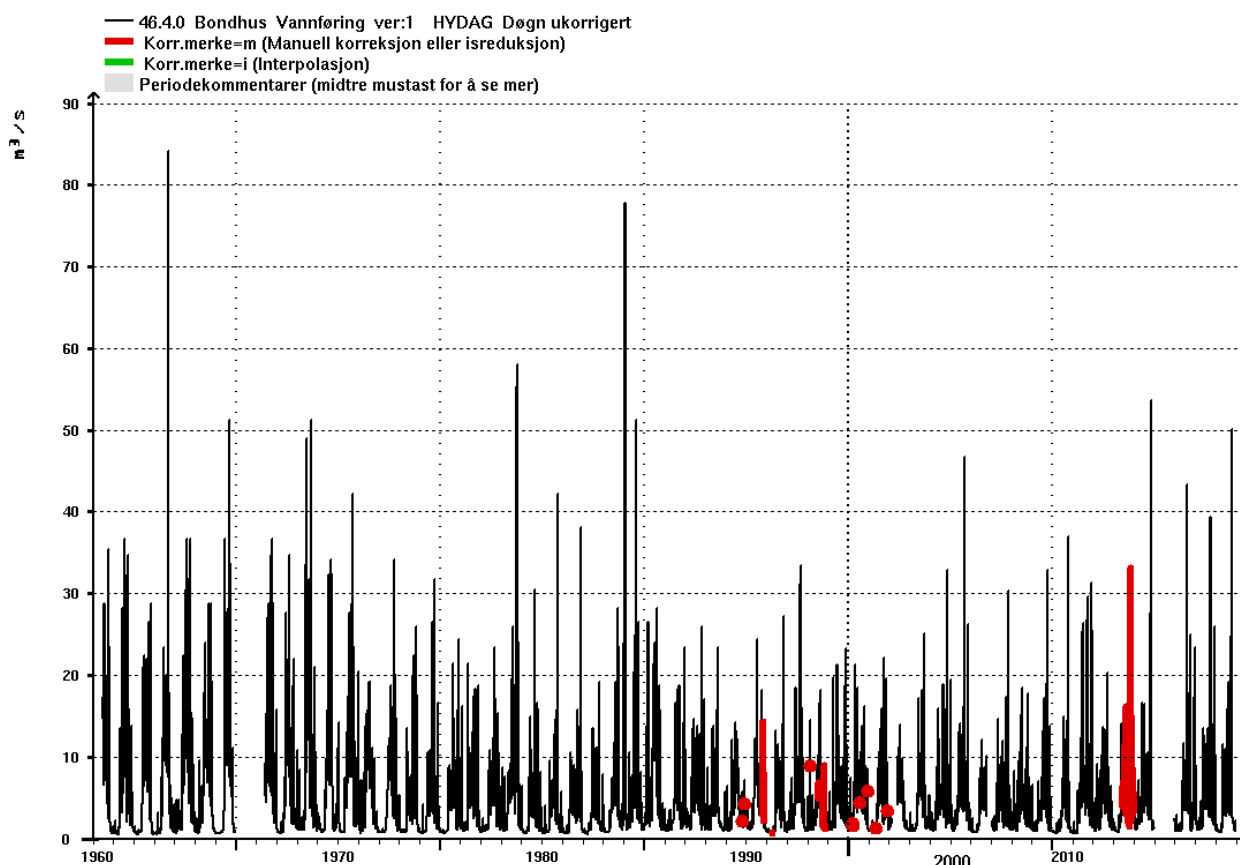
For Bondhus er middelflommen betydelig lavere enn ved sammenlignbare nedbørfelt. Reguleringen har tydelig effekt på dette, men også uregulert periode ligger lavt. Samtidig er forholdstallene mot større gjentakintervall relativt store sammenlignet med andre vannmerker i analysen. Dette gjelder spesielt etter regulering av feltet og kan tyde på at overføringstunnelen ikke har kapasitet til å avlede store flommer, og at en betydelig andel av flomvannet renner i det naturlige nedbørfeltet.

Tabell 4 Flomfrekvensanalyse på utvalgte vannmerker.

| Nr. | Navn | Areal (km ²) | Periode | Q _M (l/s/km ²) | Q ₂₀ /Q _M | Q ₂₀₀ /Q _M | Q ₁₀₀₀ /Q _M | Ford. funksjon |
|-------|-------------------|--------------------------|------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------|
| 47.7 | Fodnastøl | 43.4 | 1963-1995 | 354 | 1.73 | 2.43 | 2.92 | Gumbel |
| 46.7 | Brakhaug | 9.25 | 1974-2005 | 992 | 1.43 | 1.84 | 2.13 | Gumbel |
| 45.4 | Seimsfoss | 36.4 | 2007-2018 | 764 | 1.70 | 2.37 | 2.84 | Gumbel |
| 42.6 | Baklihøl | 19.9 | 1966-2016 | 1412 | 1.65 | 2.28 | 2.72 | Gumbel |
| 42.16 | Fjellhaugen | 7.22 | 1998-2018 | 1258 | 1.68 | 2.35 | 2.81 | Gumbel |
| 42.2 | Djupevad | 31.9 | 1964-2018 | 1082 | 1.61 | 2.33 | 2.92 | GEV |
| 41.8 | Hellaugvatn | 27.5 | 1982-2018 | 931 | 1.51 | 2.01 | 2.36 | Gumbel |
| 38.1 | Holmen | 117 | 1983-2018 | 807 | 1.54 | 2.06 | 2.42 | Gumbel |
| 41.1 | Stordalsvatn | 131 | 1913-2018 | 573 | 1.56 | 2.30 | 2.97 | Tilpasset |
| 55.5 | Dyrdalsvatn | 3.31 | 1978-1996 2002-2018 | 1270 | 1.57 | 2.13 | 2.52 | Gumbel |
| 55.4 | Røykenes | 50.1 | 1934-2018 | 1046 | 1.67 | 2.47 | 3.13 | GEV |
| 61.8 | Kaldåen | 15.3 | 1988-2017 | 1006 | 1.58 | 2.15 | 2.54 | Gumbel |
| 62.18 | Svartavatn | 72.4 | 1988-2018 | 1122 | 1.50 | 1.99 | 2.33 | Gumbel |
| 46.9 | Fønnerdalsvatnet | 7.0 | 1981-2018 | 1053 | 1.63 | 2.25 | 2.68 | Gumbel |
| 46.3 | Øyreselv | 82.7 | 1922-1981 | 755 | 1.77 | 2.52 | 3.04 | Gumbel |
| 48.2 | Raundalsvatn | 10.8 | 1964-1977 | 804 | 1.53 | 1.74 | 2.41 | Gumbel |
| 46.1 | Øvrehuselv | 37.0 | 1920-1939 | 1110 | 1.49 | 1.96 | 2.29 | Gumbel |
| 48.4 | Jordal | 51.3 | 1964-1982 | 590 | 1.43 | 1.85 | 2.14 | Gumbel |
| 46.4 | Bondhus uregulert | 60.5 | 1964-1982 | 605 | 1.75 | 2.48 | 2.99 | Gumbel |
| | Middel | 40.8 | | 920 | 1.60 | 2.21 | 2.69 | |

Tabell 5 Flomfrekvensanalyse utført på vannmerke 46.4 Bondhus i ulike tidsperioder.

| Navn | Areal (km ²) | Periode | Q _M (l/s/km ²) | Q ₂₀ /Q _M | Q ₂₀₀ /Q _M | Q ₁₀₀₀ /Q _M | Ford. funksjon |
|-------------------------|--------------------------|-----------|---------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------|
| 46.4 Bondhus uregulert | 60.5 | 1964-1982 | 605 | 1.75 | 2.48 | 2.99 | Gumbel |
| 46.4 Bondhus regulert | 60.5 | 1983-2018 | 512 | 1.83 | 2.62 | 3.18 | Gumbel |
| 46.4 Bondhus ureg./reg. | 60.5 | 1964-2018 | 541 | 1.84 | 2.94 | 3.90 | GEV |



Figur 8 Målte vannføringer ved vannmerke 46.4 Bondhus.

2.5 Nasjonalt formelverk for små nedbørfelt

I prosjektet «Naturfare – Infrastruktur, flom og skred» (NIFS) utarbeidet NVE en ligning for beregning av flomvannføringer i små og uregulerte felt. Formelen er gyldig for felt i hele landet med feltareal mindre enn 50-60 km². Feltet til Bondhuselv er dermed på grensen for hva beregningsmetodikken er utviklet for. I formelen er flomstørrelsen i et gitt felt avhengig av feltareal, normalt årsmiddeltilsg og effektiv sjøprosent. Ved beregning av flomstørrelse i Bondhuselv er areal og effektiv sjø-% hentet fra NVEs webapplikasjon Nevina, mens årsmiddeltilsg både er hentet fra målinger ved vannmerket 46.4 Bondhuselv og avrenningskartet til NVE. Det henvises til [NVE-rapport 7-2015](#) for flere detaljer knyttet til beregningsmetodikk.

Middelflommen utregnes som en momentanverdi og skaleres ved hjelp av en vekstkurve opp til 200-årsflom. For videre skalering til større gjentakintervall er det benyttet gjennomsnittlig forholdstall mellom flomverdiene beregnet i frekvensanalysen. Forholdet mellom 200- og 1000-årsflom er fastsatt til 1,2 på grunnlag av gjennomsnittlige verdier fra frekvensanalysen. Omregning fra momentanverdi til døgnverdi er gjort ved bruk av formel for $Q_{mom}/Q_{døgn}$ hentet fra NVEs retningslinjer for flomberegninger (høstverdi). Tabell 6 viser døgnverdier for middelflom, 20-årsflom, 200-årsflom og 1000-årsflom beregnet med «formelverk for små nedbørfelt» for feltet til Bondhuselv. Som en kontrollberegning er middelvannføringen hentet både fra målingene ved vannmerke 46.4 Bondhuselv og fra avrenningskartet til NVE.

Tabell 6 Døgnverdier for middelflom, 20-årsflom, 200-årsflom og 1000-årsflom beregnet med «formelverk for små nedbørfelt» for feltet til Bondhuselv.

| Input middelvannføring | Middelvannføring (l/s/km ²) | Middelflom (l/s/km ²) | 20-årsflom (l/s/km ²) | 200-årsflom (l/s/km ²) | 1000-årsflom (l/s/km ²) |
|-----------------------------|---|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Vannmerket 46.4 Bondhus | 89 | 695 | 1119 | 1745 | 2094 |
| Avrenningskartet | 120 | 899 | 1427 | 2205 | 2646 |
| Observert Q_M (uregulert) | - | 605 | - | - | - |

Som en kontroll på presisjonen til formelverket er det også gjort en kontroll med vannmerkene som er lagt til grunn i frekvensanalysen. En sammenligning mellom flomvannføring ved middelflom beregnet med «formelverk for små nedbørfelt» og med frekvensanalyse er vist i Tabell 7. Vannmerkene som har større feltareal enn 50-60 km² er ikke inkludert i sammenligningen. «Formelverk for små nedbørfelt» gir flomverdier som er både lavere og høyere enn hva som er estimert med frekvensanalyse, men ved flertallet av vannmerkene gir frekvensanalysen størst flomverdier. Dette er gjelder uavhengig av om middelvannføringen stammer fra målinger ved vannmerkene eller fra avrenningskartet. Det er ingen entydig trend for om formelverket over- eller underestimerer flomverdier.

Tabell 7 Sammenligning av flomverdier beregnet med «formelverk for små nedbørfelt» og frekvensanalyse for middelflom (l/s/km²). Verdier i parentes er beregnet med middelvannføring målt ved vannmerkene, mens verdiene uten parentes er beregnet med middelvannføring fra avrenningskartet.

| Nr. | Navn | Frekvensanalyse (l/s/km ²) | Formelverk for små nedbørfelt (l/s/km ²) | Frekvensanalyse/ NIFS |
|-------|-------------|--|--|-----------------------|
| 47.7 | Fodnastøl | 354 | 735 (478) | 0.48 |
| 46.7 | Brakhaug | 992 | 922 (970) | 1.08 |
| 45.4 | Seimsfoss | 764 | 860 (958) | 0.89 |
| 42.6 | Baklihøl | 1412 | 1180 (1118) | 1.20 |
| 42.16 | Fjellhaugen | 1258 | 931 (999) | 1.35 |
| 42.2 | Djupevad | 1056 | 940 (832) | 1.12 |

| Nr. | Navn | Frekvensanalyse (l/s/km ²) | Formelverk for små nedbørfelt (l/s/km ²) | Frekvensanalyse/ NIFS |
|--------|-------------|--|--|-----------------------|
| 41.8 | Hellaugvatn | 931 | 911 (897) | 1.02 |
| 55.5 | Dyrdalsvatn | 1270 | 1095 (1002) | 1.16 |
| 55.4 | Røykenes | 1046 | 732 (730) | 1.47 |
| 61.8 | Kaldåen | 1006 | 948 (888) | 1.06 |
| 46.4 | Bondhus | 605 | 899 (695) | 0.67 |
| 48.4 | Jordal | 590 | 905 (884) | 0.65 |
| 46.1 | Øvrehuselv | 1110 | 804 (1114) | 1.38 |
| Middel | | 955 | 912 (889) | 1.01 |

2.6 Beregning av momentanflom

Flomstørrelsene beregnet i avsnittene over gjelder for gjennomsnittlig verdi over ett døgn, men maksimal flomstørrelse vil alltid være større enn døgnmiddelveiden. Siden høstflommene gjerne er de største i dette området, er kulminasjonsvannføringen i feltet beregnet ved bruk av forholdstallet mellom momentanflom og døgnmiddelflom basert på feltparametere for høstflommer. Formelen (5) for forholdstallet er hentet fra NVEs retningslinjer for flomberegninger og gjengitt under. **For Bondhuselva er det beregnet et forholdstall mellom momentanflom og døgnmiddelflom ($Q_{mom}/Q_{døgn}$) på 1,50.**

Det er også gjort en kontroll av momentanverdien basert på vannføringsmålinger ved vannmerke 46.4 *Bondhus*. Ved den største flomhendelsen som er registrert i vassdraget er forholdet mellom kulminasjonsverdi og døgnverdi beregnet til 1,45. Det største forholdet er notert til 1,77, men dette forekom på noe lavere flomvannføring. Måleserien med timesdata har en varighet på 22 år, noe som er en akseptabel lengde. Målt verdi samsvarer relativt bra med verdien beregnet med formelverket. Det er valgt å benytte forholdstallet som er beregnet med formel fra NVEs retningslinjer (1,50).

$$Q_{mom}/Q_{Døgn} = 2,29 - 0,29 \cdot \log(A) - 0,270 \cdot A_{SE}^{0,5} \quad (1)$$

2.7 Endelig valg av flomstørrelse og klimapåslag

Flomstørrelse i Bondhuselva er vurdert ved bruk av frekvensanalyse og «formelverk for små nedbørfelt». I tillegg ligger vannmerket 46.4 *Bondhus* i nedbørfeltet og målingene ved dette vannmerket er dermed forventet å være representativt for flomstørrelsene. Resultater fra beregningene og valgt flomverdi i vassdraget er sammenlignet i Tabell 8. Det er valgt å fastsette en uregulert spesifikk middelflom og ta hensyn til vannføring som ledes ut av feltet.

For frekvensanalysen er det valgt å oppgi høyeste og laveste flomverdi estimert ved de mest representative vannmerkene. De vannmerkene som er lagt til grunn som mest representative er 46.4 *Bondhuselv*, 48.4 *Jordal*, 48.2 *Raudalsvatn*, 46.3 *Øyreselv* og 46.1 *Øvrehuselv* med begrunnelse at disse har tilsvarende høy bre-prosent. Målingene gjort ved vannmerke 46.4 *Bondhus* ligger i nedre sjikt sammenlignet med det som er målt ved vannmerkene. Dette er som forventet for den regulerede tidsperioden, men også den uregulerte perioden ligger forholdsvis lavt.

Ved bruk av «formelverk for små nedbørfelt» ble middelflom beregnet med utgangspunkt i både avrenningskartet og middelvannføring fra vannmerke 46.4 *Bondhus*. Middelflomverdier beregnet med begge verdiene er presentert i Tabell 8. Hvis middelvannføring fra avrenningskartet legges til grunn blir flomverdiene betydelig større enn hva som er tilfelle hvis målinger fra vannmerket benyttes. Flomvannføring beregnet med «formelverk for små nedbørfelt» er større enn hva som er estimert med frekvensanalyse.

Norconsult har tidligere (2018) gjort flomsonekartlegging med tilhørende flomberegning for Hattebergsvassdraget, Handelandselva, Åkraelva, Guddalselva og Uskedalselva som alle ligger i Kvinnherad kommune. For disse vassdragene ble flomvannføring (Q_m) fastsatt til mellom 900-1000 l/s/km² ved bruk av frekvensanalyse, regresjonsanalyse og «formelverk for små nedbørfelt». Forskjellen fra nevnte vassdrag og Bondhuselv er at Bondhuselv er regulert og har stor breandel i feltet. Likevel er det forventet at stor likhet og nærhet mellom nedbørfeltene gir relativt like flomforhold. Ettersom også forventet sammenlignbare nedbørfelt til Bondhuselva har flomverdier på et noe lavere nivå enn tidligere analyser i Kvinnherad, mener vi en lavere spesifikk flomverdi for Bondhuselva er realistisk. Dette gir en indikasjon om at stor høydeforskjell og høy breandel i feltet trekker middelflommen noe ned i dette området.

Tabell 8 Døgnmiddelverdier (Q_m) beregnet med frekvensanalyse, regresjonsanalyse og «formelverk for små nedbørfelt» (NIFS).

| Beregningsmetode | Middelflom (l/s/km ²) |
|---|-----------------------------------|
| Frekvensanalyse VM 46.4 Bondhus uregulert tidsperiode (1964-1982) | 605 |
| Frekvensanalyse VM 46.4 Bondhus regulert tidsperiode (1983-2018) | 512 |
| Frekvensanalyse VM 46.4 Bondhus total tidsperiode (1964-2018) | 541 |
| Frekvensanalyse representative vannmerker (min-max) (avg) | 590-1110 (760) |
| NIFS (l/s/km ²) | 899 (695) |
| Valgt verdi (l/s/km ²) | 800 |
| Valgt verdi med 40% klimapåslag (l/s/km ²) | 1120 |

Takrennesystemet som leder vann ut av nedbørfeltet til Bondhuselv kan utnytte ca. 40% av nedbørfeltet. Overføringskapasiteten til systemet er ukjent, men det er forutsatt at fem ganger middelvannføringen kan overføres. Gitt at middelvannføringen settes til 120 l/s/km² får overføringssystemet da en kapasitet på 600 l/s/km². Benyttet middelvannføring er samme verdi som avrenningskartet gir feltet til Bondhuselv. Totalt forventer vi at maksimal overføringskapasitet blir ca. 15 m³/s. I en situasjon med middelflom i vassdraget (800 l/s/km²) hvor 15 m³/s avledes, gir det en spesifikk middelflom på 550 l/s/km². Verdien ligger lavere enn målt uregulert periode ved 46.4 Bondhuselv, men høyere enn den regulerte tidsperioden. Valgt flomverdi virker derfor å være rimelig.

Som en konservativ betraktning og etter ønske fra Kvinnherad kommune er det valgt å benytte et klimapåslag på 40 % i Bondhuselv.

Kulminasjonsvannføring i Bondhuselv inkludert klimapåslag (40%) er presentert i Tabell 9. Skalering fra middelflom til flommer med høyere gjentaksintervall er gjort med gjennomsnittlige forholdstall for brefeltene i frekvensanalysen (1.59, 2.11, 2.57).

Tabell 9 Flomverdier (kulminasjonsverdi) for Bondhuselv inkludert klimapåslag gitt i m³/s.

| Felt | Q_m (m ³ /s) | Q_{20} (m ³ /s) | Q_{200} (m ³ /s) | Q_{1000} (m ³ /s) |
|------------|---------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Bondhuselv | 87 | 148 | 201 | 248 |

3 Hydraulisk modell

3.1 Beregningsmodell og datakvalitet

Vannstandsstigning, flomutbredelse og vannhastigheter i og langs Bondhuselva er beregnet ved bruk av en 2-dimensjonal hydraulisk modell i dataprogrammet HEC-RAS. Grunnlaget for modellen er laserdata over området fra 2013 hvor nøyaktigheten/ tettheten er 2 pkt. per kvadratmeter. Høydene i modellen refererer til høydedatum NN2000. Vannstand, vannføring og vannhastighet i modellen beregnes mellom celler i et «beregningmesh». Cellestørrelsen i modellen varierer fra 3x3 meter i elven og flomutsatte områder, mens cellestørrelsen er 10x10 meter på flatere områder og steder som ikke er forventet å bli berørt. Kritiske overganger ved vegger har mindre cellestørrelse. Modellen starter oppstrøms der Bondhusvegen krysser Bondhuselva og er avsluttet i Sundalsvika. Se markering av modellert område i Figur 9.



Figur 9 Oversiktskart som viser omriss av modellert område.

3.2 Grensebetingelser

Vannlinjemodellen er satt opp med en øvre og nedre grensebetingelse hvor oppstrøms grensebetingelse er flomvannføring inn på beregningsstrekningen. Flomvannføringen er momentanverdi for flom ilagt klimapåslag, som presentert i Tabell 9.

Nedre grensebetingelse er satt lik forventet vannstand i sjøen ved 1-års stormflo i år 2100. Vannstanden er hentet fra Kartverkets side for havnivå som opplyser 1-års stormflo ved Bondhuselva til 89 cm. Havnivået er beregnet med tidevann fra Bergen ilagt tidsforskjell og høydekorreksjon. Forventet havnivåstigning som følge av klimaendringer er satt lik middelveidien i klimasenario RCP8.5 til 46 cm. Totalt gir det en forventet vannstand i år 2100 på 135 cm. I modellen er denne vannstanden økt ytterligere til **140 cm** i henhold til anbefaling fra DSB. Forventede vannstander i sjøen, hentet fra Kartverkets tjeneste for havnivå, ligger vedlagt i Bilag 3.

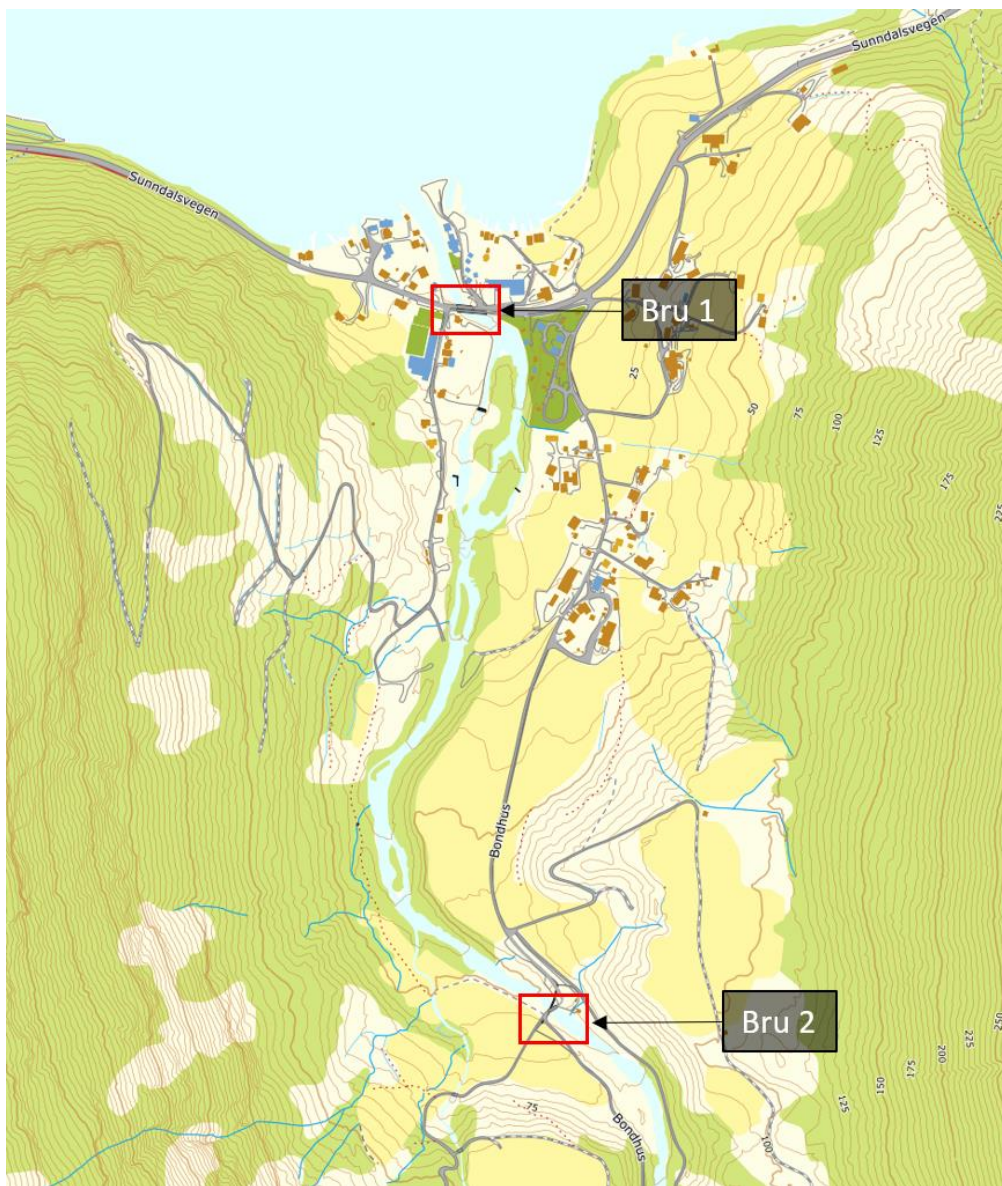
Det er ikke utført befarings i området og friksjonsforholdene er derfor vurdert ut fra kartdata og flyfoto. Bondhuselva er relativt bratt med flere mindre stryk og elveløpet består av store steinmasser. Elvebredden består av en tynn stripe med vegetasjon som går over i jordbruksområder. Dalsidene som går ned mot Bondhuselva har jevnt fall og på den måten begrenses flomutsatte områder naturlig. Unntaket fra dette er i nedre del av vassdraget, ved Sunndal, hvor de bebygde områdene er slakere.

Friksjonsfaktoren for beregningsstrekningen er basert på Manningstall (n), og varierer fra 0,02 der det er veger til 0,08 i skogområdene på elvebredden. Manningstallet i elveløpet er satt til 0,035. Inndeling av arealsoner er basert på arealressurskart fra Statens kartverk.

3.3 Infrastruktur i modellen

Det er flere bruer som krysser vassdraget og som er målt opp i forbindelse med flomsonekartlegging av Bondhuselva. Av disse bruene er flertallet mindre bruer som ikke er forventet å påvirke vannstanden betydelig. Med det menes at stor flomvannføring sannsynligvis vil overtoppe bruene, men at vannstanden oppstrøms bruene ikke vil påvirkes av dette. I tillegg til de mindre bruene er det to vegbruer i vassdraget og disse er inkludert i vannlinjemodellen. Et oversiktskart med markering av bruene er vist i Figur 10, mens oppmålinger av vegbruene ligger vedlagt i Bilag 1. Bru nummer 1 er hovedfartsåre forbi Bondhuselva og konsekvensene hvis brua oversvømmes vurderes som relativt store. Bru nummer 2 er en lokalveg og oversvømmelse av brua gjør ikke annen skade enn å sette vegen ut av funksjon. Det er ingen boliger som isoleres som følge av dette.

Bruene har i utgangspunktet god avledningskapasitet, men det vil alltid være fare for at drivgods reduserer kapasiteten. Det er derfor krevende å forutse ved hvilket gjentakintervall avledningskapasiteten overstiges. En slik situasjon, hvor kapasiteten til bru-tverrsnittene overstiges, kan føre til økt oversvømmelsen på både oppstrøms og nedstrøms side. Oppstrøms fordi brudekket fører til oppstuvning tilbake i vassdraget og nedstrøms fordi elva kan finne nye traseer når vannet renner over brua. I Bondhuselva er det forbundet størst konsekvens ved oppstuvning og oversvømmelse av bru nummer 1 siden majoritet av bebyggelsen ligger her. Basert på de oppmålinger som er utført og valg av tilsigsverdier er det forventet at 20-årsflommen inkl. klimapåslag ligger i grenseland for hva brutverrsnittet kan håndtere. Større gjentakintervall vil føre til betydelig større oppstuvning og flomutbredelse.



Figur 10 Oversiktskart over Bondhuselva med markering av vegbruer.

4 Resultat og konklusjon

Flomsonekart som viser flomutbredelse langs Bondhuselva ligger vedlagt i Bilag 2. Flomutbredelsen er vurdert for flom med gjentaksintervall på 20-, 200-, og 1000-år hvor alle gjentaksintervallene er tillagt klimapåslag.

Flom i vassdraget fører til vannstandsstigning, spesielt i nedre del hvor dalsidene er slakere. Mest utsatt er bygningene og campingplassen på nedsiden av Sunndalsvegen (Fv. 551) og oppdrettsanlegget som ligger oppstrøms vege. Bruene som krysser vassdraget er forventet å håndtere en flom med gjentaksintervall opp til 20 år. Større flommer gjør at lysåpningen til bruene går fulle og vegene overtoppes. I en slik situasjon øker oversvømmelsen og berører også bygninger som ikke ligger i direkte kontakt med elven.

Øvre del av vassdraget er uten bebyggelse og til tross for at vannstandsstigningen er forholdsvis stor blir ikke annet enn skog og jordbruksområder berørt. En oversikt over berørte bygninger er gitt i Tabell 10. Garasjer, naust, campinghytter og mindre driftsbygninger er ikke inkludert i oversikten.

Tabell 10 Oversikt over berørte bygninger som følge av flom i Bondhuselva.

| Adresse | Bygningstype | Berørt ved gjentaksintervall |
|------------------|------------------------------------|---|
| Sundalsvegen 629 | Enebolig / bolighus | Q ₂₀ inkl. 40% klimapåslag |
| Sundalsvegen 633 | Enebolig / bolighus | Q ₂₀₀ inkl. 40% klimapåslag |
| Sundalsvegen 634 | Enebolig / bolighus | Q ₂₀₀ inkl. 40% klimapåslag |
| Eiendom: 59/1 | Hytte tilknyttet campingplass | Q ₂₀₀ inkl. 40% klimapåslag |
| Sundalsvegen 635 | Enebolig / bolighus | Q ₂₀₀ inkl. 40% klimapåslag |
| Sundalsvegen 641 | Sunddal camping hovedbygg | Q ₂₀₀ inkl. 40% klimapåslag |
| Sundalsvegen 637 | Enebolig / bolighus | Q ₁₀₀₀ inkl. 40% klimapåslag |
| Sundalsvegen 646 | Driftsbygning fangst/fisk/oppdrett | Q ₁₀₀₀ inkl. 40% klimapåslag |
| Sundalsvegen 647 | Restaurant / cafe | Q ₁₀₀₀ inkl. 40% klimapåslag |

5 Diskusjon og usikkerhet

5.1 Usikkerheter

Det vil alltid være usikkerheter knyttet til beregninger av flom og flomvannstand. Registrering av flomdata ved målestasjoner vil alltid ha en usikkerhet. Denne er søkt redusert ved at flomverdiene er basert på regionale analyser med mange målestasjoner og formler som er avledet fra regionale flomfrekvensanalyser. Usikkerhetene i den hydrauliske modellen knytter seg i hovedsak til vurdering av friksjonsforhold og oppstuvningseffekt fra bruer.

Terrengmodellen er basert på en punktsky med bakkepunkt registrert fra fly. Særlig i områder med tett vegetasjon vil terrengmodellen være interpolert, og dette gir unøyaktigheter i modellen. En annen kilde til usikkerhet er endring i elveprofilen på grunn av erosjon eller tiltak som er skjedd etter at kartlegging ble foretatt. Siden laserkartlegging med tradisjonell laser ikke kan kartlegge under vann, gjør dette at beregningen blir litt konservativ, særlig på strekninger der vassdraget har en viss dybde.

For Bondhuselva er det også knyttet usikkerhet til regulering av nedbørfeltet i forbindelse med Mauranger kraftverk. Det er kjent at en betydelig del av tilsiget i nedbørfelt kan ledes vekk, men det er ukjent hvor mye og hvordan systemet håndterer store flommer.

5.2 Sensitivitetsvurdering

Det er gjort en sensitivitetsvurdering for å se hvordan resultatene påvirkes av endringer i forutsetningene. Flom med 1000-års gjentaksintervall har en vannføring som er ca. 70% større enn vannføringen for flom med 20 års gjentaksintervall. Vannstandsforskjellen langs vassdraget mellom disse to gjentaksintervallene varierer, men er sjelden vesentlig mer enn 0,5 meter. Lavere vannstandsstigning ved stort strømningsstverrsnitt i elva og noe mer i trange tverrsnitt og ved bruene. Forutsetningene tatt i betraktning anses beregningene som relativt lite sensitive i det vurderte beregningsspennet. Samtidig poengteres det at ved vannføringen tilsvarende 20-årsflom inkludert klimapåslag er det en overgang hvor nedre del av vassdraget går fra å håndtere flomvannføring til at større områder blir oversvømt. Generelt sett anbefales en sikkerhetsmargin på 0,5 meter på de beregnede vannstander.

6 Bilag og referanser

6.1 Bilag

1. Innmålinger av broer
2. Flomsonekart 20-, 200- og 1000-årsflom med klimapåslag
3. Forventet vannstands nivå i sjøen
4. Lavvannskart fra Nevina

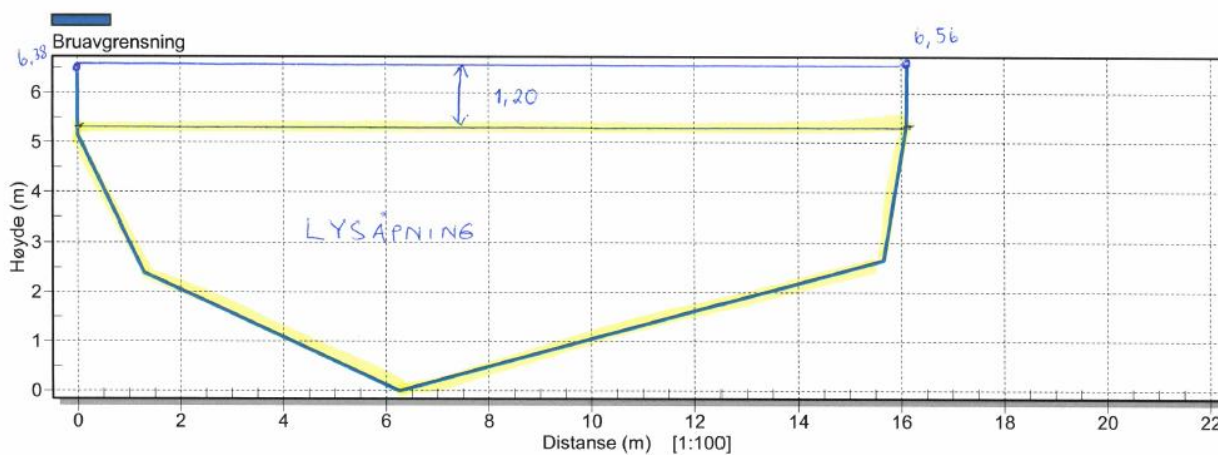
6.2 Referanser

1. NVE (2011). *Retningslinjer for flomberegninger*. NVE-rapport 4-2011.
2. NVE (2016). *Klimaendring og framtidige flommer i Norge*. NVE-rapport 81-2016.

Bilag 1 – Innmåling av broer

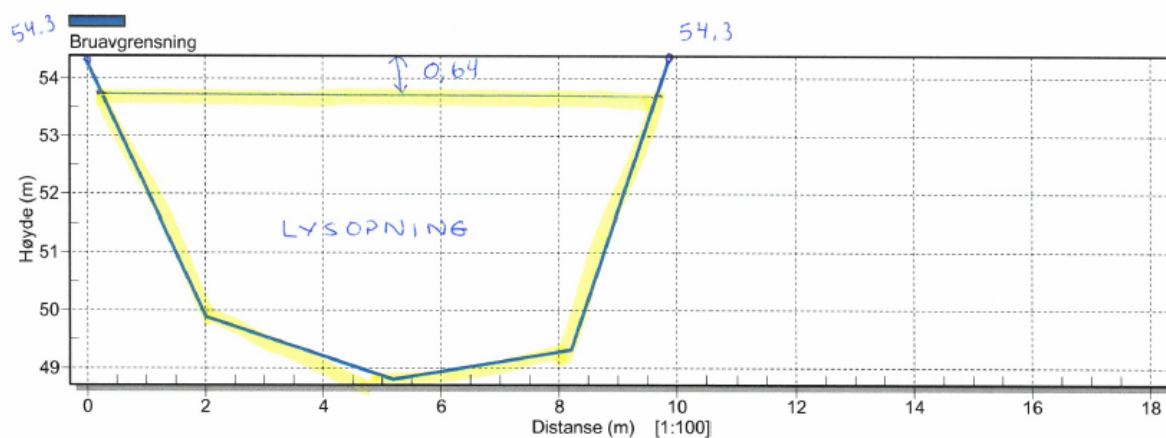
BONDHUSELVA

BRU 1

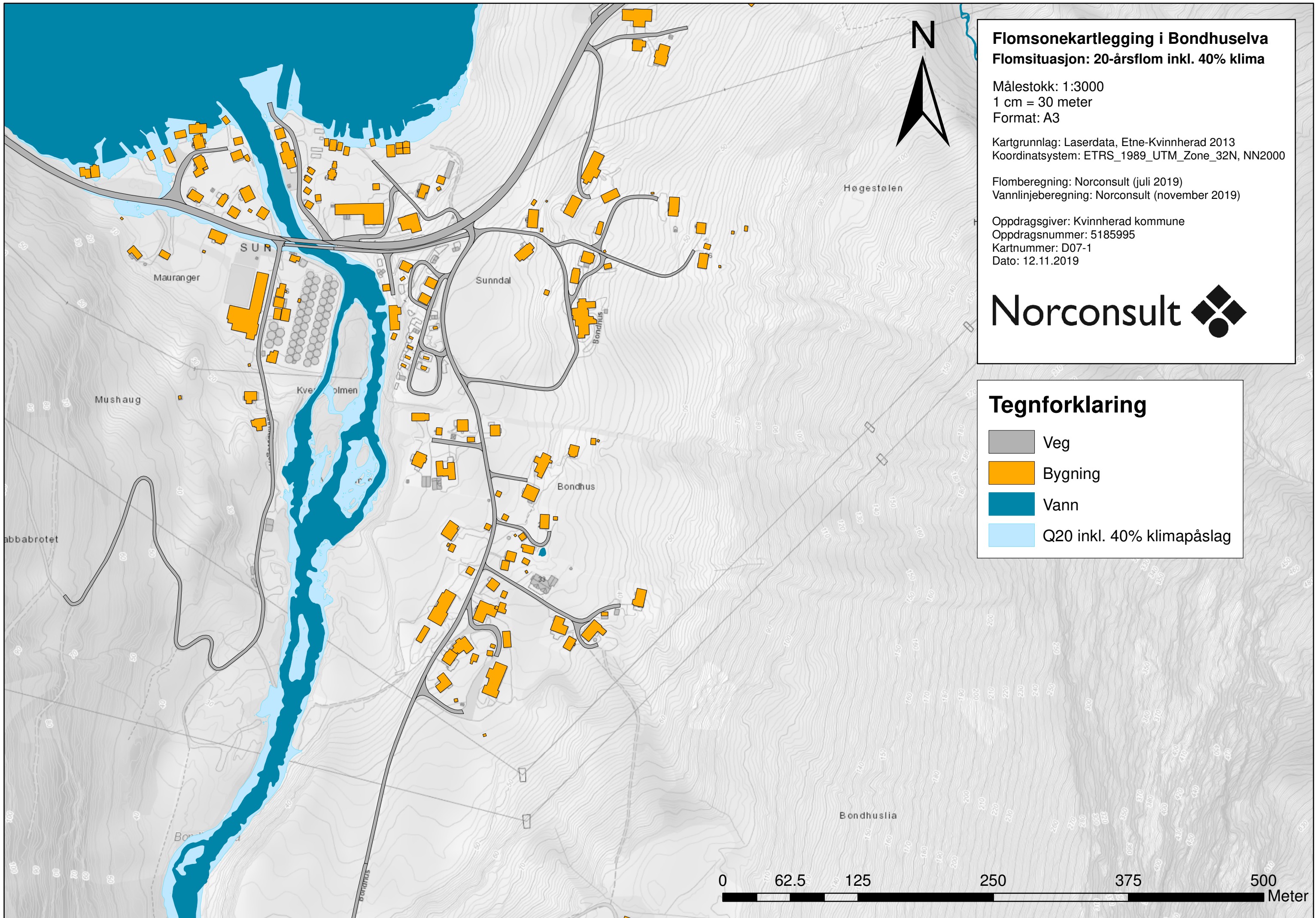


BONDHUSELVA

BRU 2.



Bilag 2 - Flomsonekart 20-, 200- og 1000-årsflom med klimapåslag



Flomsonekartlegging i Bondhuselva
Flomsituasjon: 20-årsflom inkl. 40% klima

Målestokk: 1:3000
1 cm = 30 meter
Format: A3




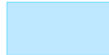
Kartgrunnlag: Laserdata, Etne-Kvinnherad 2013
Koordinatsystem: ETRS_1989_UTM_Zone_32N, NN2000

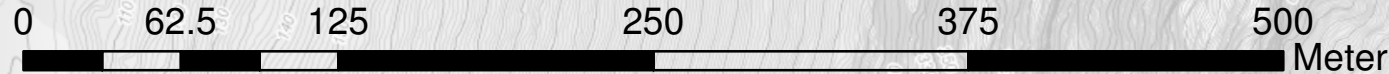
Flomberegning: Norconsult (juli 2019)
Vannlinjeberegning: Norconsult (november 2019)

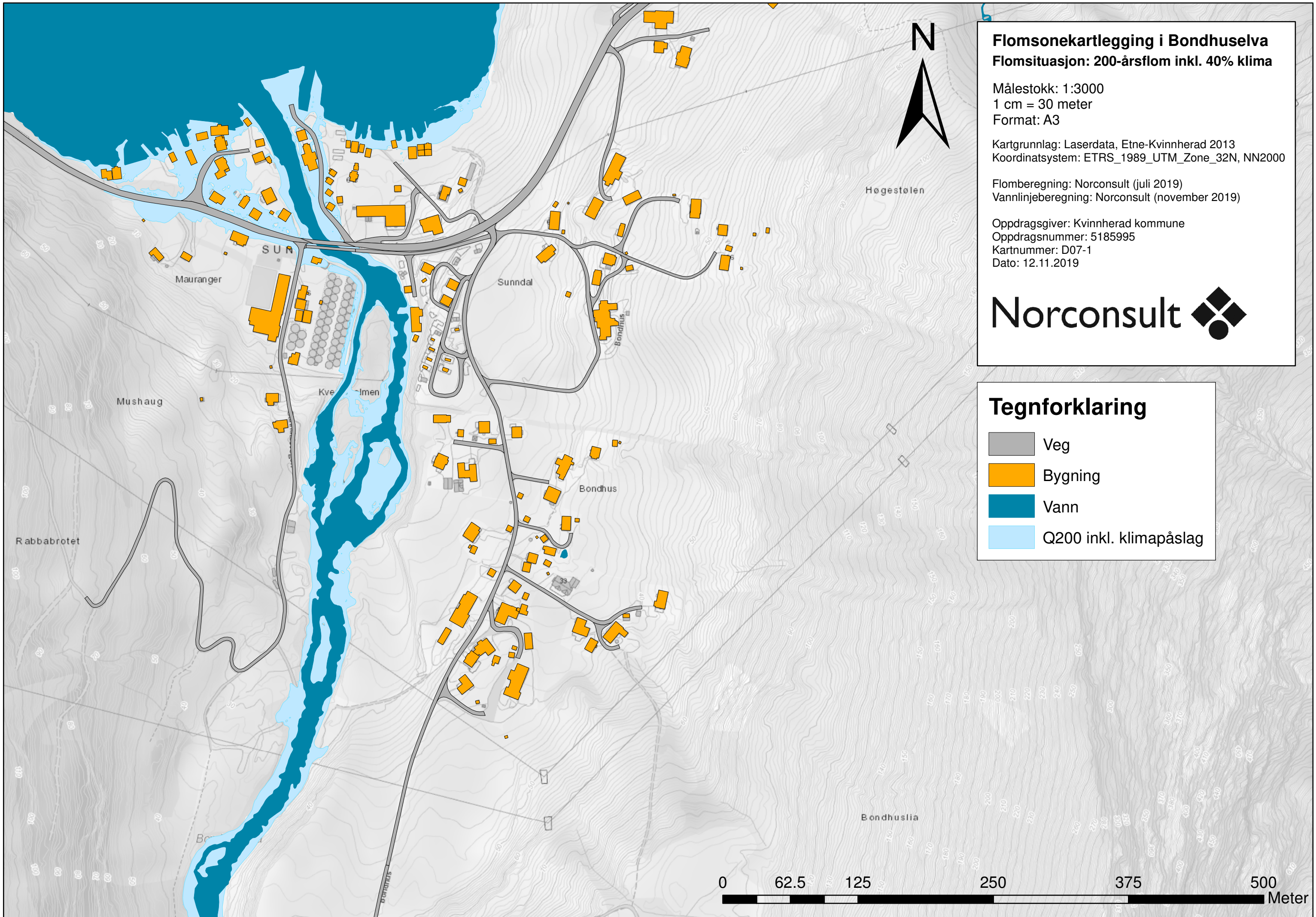
Oppdragsgiver: Kvinnherad kommune
Oppdragsnummer: 5185995
Kartnummer: D07-1
Dato: 12.11.2019

Norconsult 

Tegnforklaring

-  Veg
-  Bygning
-  Vann
-  Q20 inkl. 40% klimapåslag





Flomsonekartlegging i Bondhuselva
Flomsituasjon: 200-årsflom inkl. 40% klima

Målestokk: 1:3000
1 cm = 30 meter
Format: A3




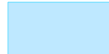
Kartgrunnlag: Laserdata, Etne-Kvinnherad 2013
Koordinatsystem: ETRS_1989_UTM_Zone_32N, NN2000

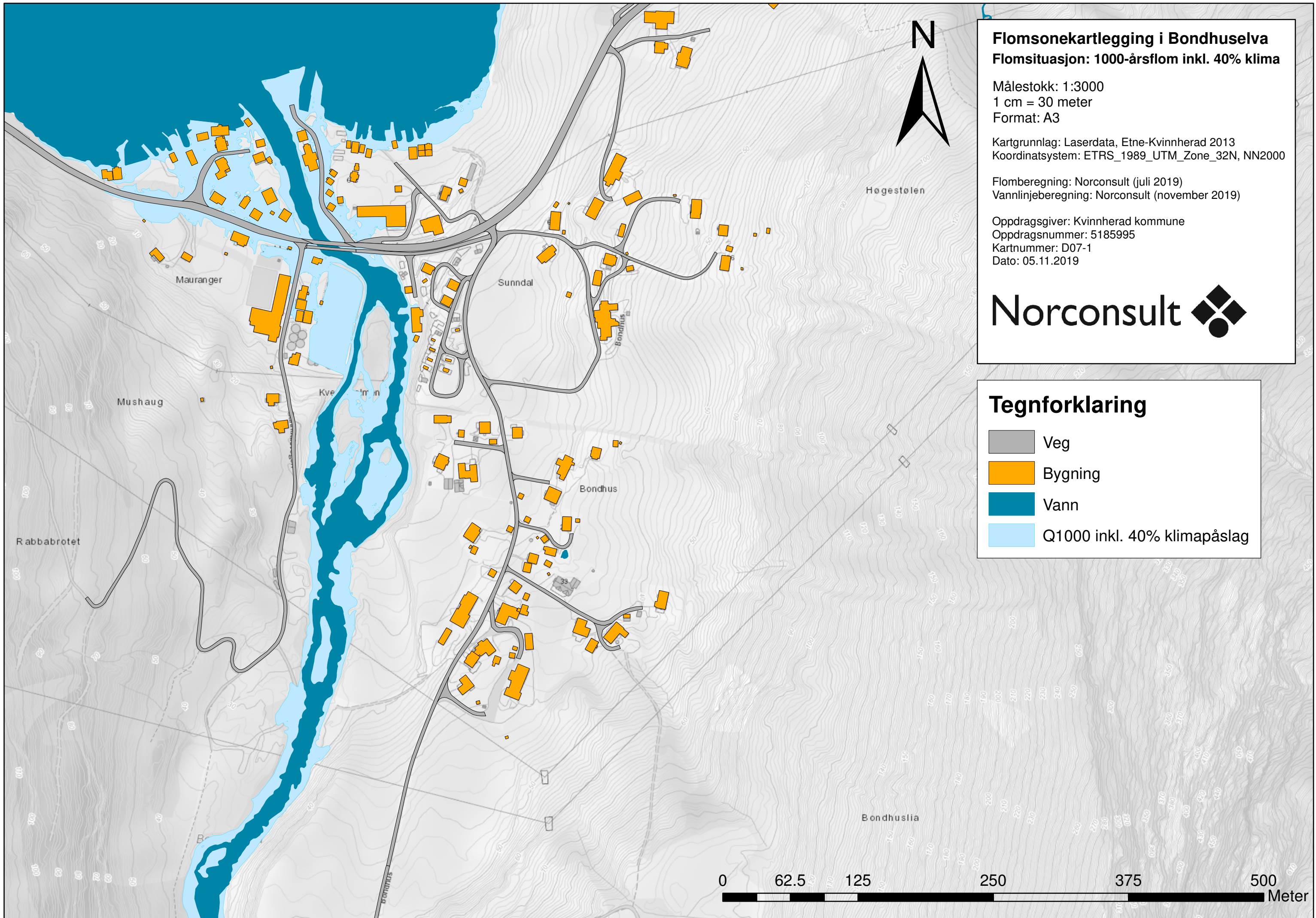
Flomberegning: Norconsult (juli 2019)
Vannlinjeberegning: Norconsult (november 2019)

Oppdragsgiver: Kvinnherad kommune
Oppdragsnummer: 5185995
Kartnummer: D07-1
Dato: 12.11.2019

Norconsult 

Tegnforklaring

-  Veg
-  Bygning
-  Vann
-  Q200 inkl. klimapåslag



Flomsonekartlegging i Bondhuselva
Flomsituasjon: 1000-årsflom inkl. 40% klima

Målestokk: 1:3000
1 cm = 30 meter
Format: A3

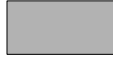

Kartgrunnlag: Laserdata, Etne-Kvinnherad 2013
Koordinatsystem: ETRS_1989_UTM_Zone_32N, NN2000

Flomberegning: Norconsult (juli 2019)
Vannlinjeberegning: Norconsult (november 2019)

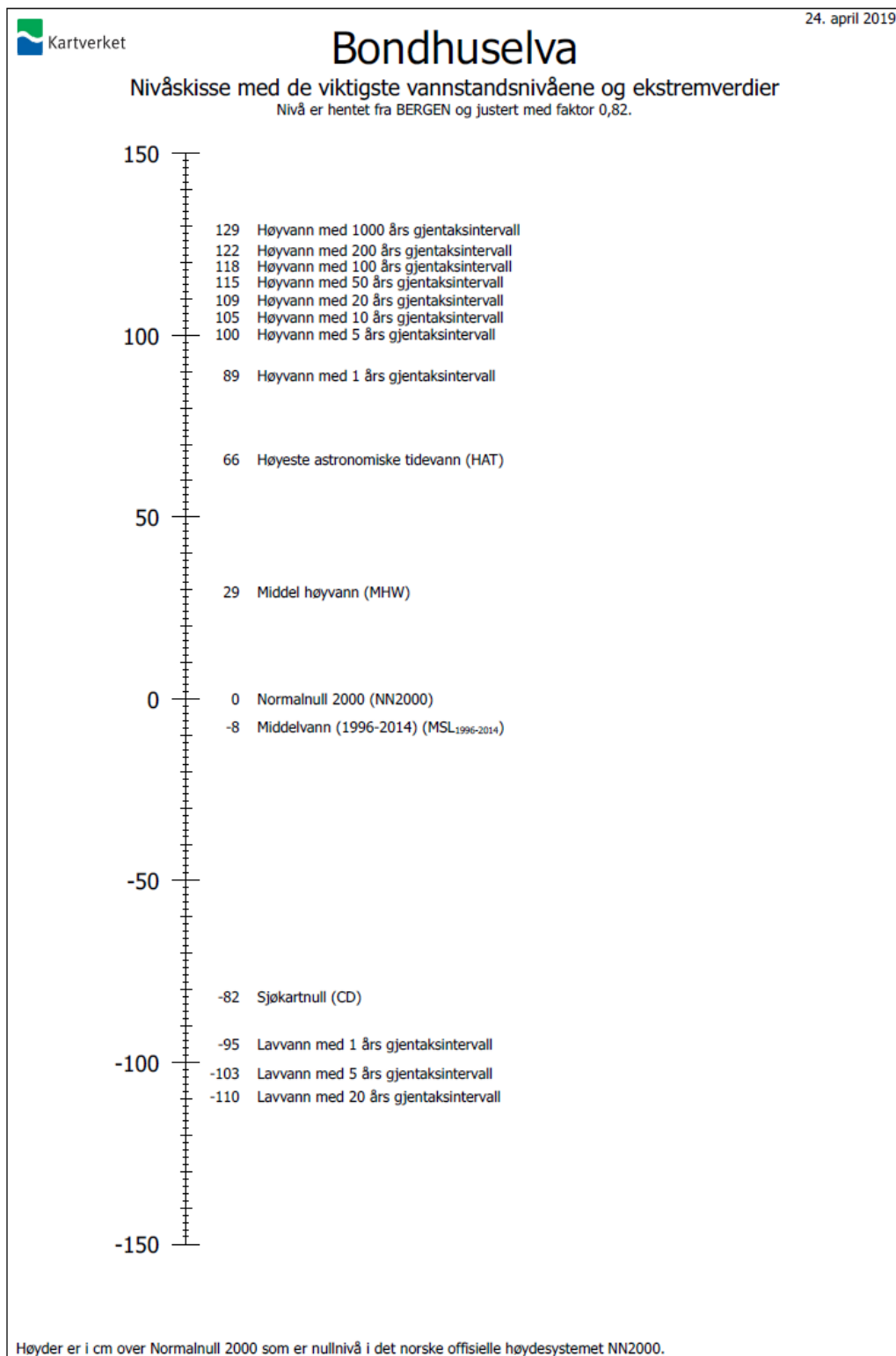
Oppdragsgiver: Kvinnherad kommune
Oppdragsnummer: 5185995
Kartnummer: D07-1
Dato: 05.11.2019

Norconsult 

Tegnforklaring

-  Veg
-  Bygning
-  Vann
-  Q1000 inkl. 40% klimapåslag

Bilag 3 – Forventet vannstands nivå i sjøen



Lavvann med 20 års gjentakintervall (20YMIN)

Statistiske beregninger av hvor hyppig et ekstremt lavvann av en viss størrelse vil opptre. I gjennomsnitt når lavvannet dette nivået en gang i løpet av gjentakintervallet. Det betyr at et ekstremt lavvann med for eksempel 50 års gjentakintervall i gjennomsnitt vil opptre en gang per 50 år. Gjentakintervall kalles også returperiode.

Sjøkartnull (CD)

Nullnivå for dybder i sjøkart og høyder i tidevannstabellen. Sjøkartnull er fra 1. januar 2000 lagt til laveste astronomiske tidevann (LAT). Langs Sørlandskysten og i Oslofjorden er tidevannsvariasjonene små i forhold til værrets virkning på vannstanden (vind, lufttrykk og temperatur). Sjøkartnull er derfor av sikkerhetsmessige grunner lagt 20 cm lavere enn LAT langs kysten fra svenskegrensen til Utsira og 30 cm lavere enn LAT i indre Oslofjord (innenfor Drøbaksundet).

Middelvann (1996-2014) (MSL)

Gjennomsnittlig høyde av sjøens overflate på et sted over en periode på 19 år. Middelvann beregnes som gjennomsnittet av vannstandsobservasjoner foretatt med faste tidsintervall - fortrinnsvis over en periode på 19 år. Dagens middelvann er beregnet over perioden 1996-2014.

Normalnull 2000 (NN2000)

Nullnivå i det norske offisielle høydesystemet NN2000

Middel høyvann (MHW)

Gjennomsnittet av alle observerte høyvann i en periode på 19 år. Kartverket bruker middelvann pluss amplituden til den harmoniske konstituenten M2 som en god tilnærming.

Høyeste astronomiske tidevann (HAT)

Høyeste mulige vannstand under midlere meteorologiske forhold, det vil si uten påvirkning fra blant annet vind, lufttrykk og temperatur. I praksis bestemmes HAT ved å lage tidevannstabeller for 19 år og plukke ut det høyeste tidevannet. Tidevannet har blant annet en periode på 18,6 år.



Kartverket

Framskrivinger for framtidig havnivå

19. oktober 2018

Tall som presenteres her er basert på rapporten «Sea Level Change for Norway - Past and Present Observations and Projections to 2100», bestilt av Miljødirektoratet. Rapporten inneholder de offisielle tallene.

Hvordan havnivåendringen blir, avhenger av hvor stort utslipp av klimagasser vi kommer til å ha fremover. Ulike utslippsscenarier for klimagasser er beskrevet i den femte hovedrapporten til FNs klimapanel (IPCC), og tre av disse er vurdert her.

RCP2.6 innebærer drastiske utslippskutt allerede fra 2020

RCP4.5 innebærer små endringer av utslipp fram til 2050 og deretter utslippskutt

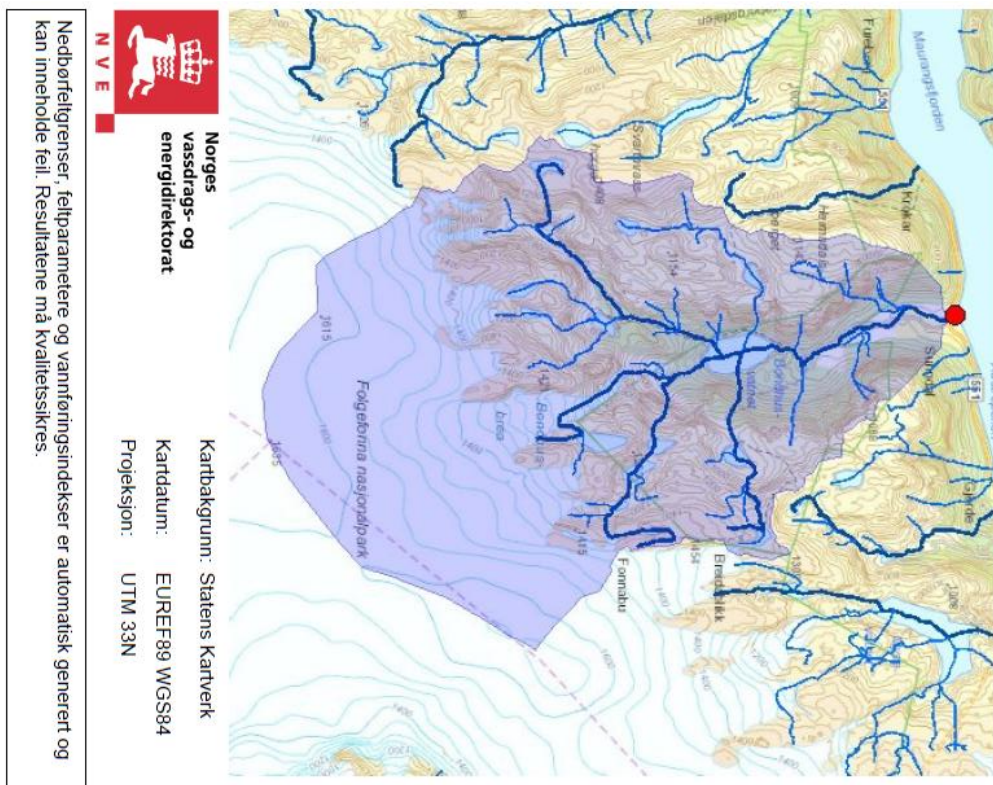
RCP8.5 innebærer at utslippene av klimagasser fortsetter å øke i dagens tempo

Tallene gjelder for Kvinnherad kommune. Utgangspunktet for modellene er Rosendal.

| | 2041-2060 | 2081-2100 | 2100 |
|---------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Lavt utslipp (RCP2.6) | 11 cm (1 – 21 cm) | 15 cm (-2 – 31 cm) | 16 cm (-2 – 35 cm) |
| Redusert utslipp (RCP4.5) | 13 cm (3 – 22 cm) | 24 cm (6 – 41 cm) | 26 cm (7 – 46 cm) |
| Høyt utslipp (RCP8.5) | 16 cm (5 – 28 cm) | 40 cm (19 – 62 cm) | 46 cm (20 – 72 cm) |

Tabellen presenterer framskrivinger for framtidig havnivå for årene fram til 2100 sammenlignet med perioden 1996-2005. Tabellen viser framskrivingenes middelveier samt nedre og øvre grense for det sannsynlige intervallet for havnivåendringene.

Bilag 4 – Lavvannskart fra Nevina



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

Lavvannskart

Vassdragsnr.: 046.3.A
 Kommune: Kvinnherad
 Fylke: Hordaland
 Vassdrag: Bondhuselva

Feltparametere

| | |
|---|----------------------|
| Areal (A) | 60,9 km ² |
| Effektiv sifo (S _{eff}) | 1,0 % |
| Elvelengde (E _L) | 11,1 km |
| Elvegradient (E _G) | 130,3 m/km |
| Elvegradient ₁₀₀₅ (G ₁₀₀₅) | 157,7 m/km |
| Feltlengde(F _L) | 11,8 km |
| Feltlengde(F _L) | 1 moh. |
| H ₁₀ | 419 moh. |
| H ₂₀ | 771 moh. |
| H ₃₀ | 947 moh. |
| H ₄₀ | 1088 moh. |
| H ₅₀ | 1233 moh. |
| H ₆₀ | 1361 moh. |
| H ₇₀ | 1461 moh. |
| H ₈₀ | 1544 moh. |
| H ₉₀ | 1590 moh. |
| H _{max} | 1649 moh. |
| Bre | 39,7 % |
| Dyrket mark | 0,4 % |
| Myr | 0,1 % |
| Sjø | 3,3 % |
| Skog | 11,8 % |
| Snaufjell | 42,0 % |
| Urban | 0,0 % |

Vannføringsindeks, se merknader

| | |
|--------------------------|------------------------------|
| Middelvannføring (61-90) | 111,4 l/(s*km ²) |
| Alminnelig lavvannføring | 6,7 l/(s*km ²) |
| 5-persentil (hele året) | 7,5 l/(s*km ²) |
| 5-persentil (1/5-30/9) | 34,1 l/(s*km ²) |
| 5-persentil (1/10-30/4) | 4,8 l/(s*km ²) |
| Base flow | 70,2 l/(s*km ²) |
| BFI | 0,6 |

Klima

| | |
|-------------------|---------|
| Klimaregion | Bre-Sor |
| Årsnedbør | 3103 mm |
| Sommernedbør | 1068 mm |
| Vinternedbør | 2035 mm |
| Årstemperatur | 2,1 °C |
| Sommertemperatur | 5,7 °C |
| Vintertemperatur | -0,5 °C |
| Temperatur Juli | 7,5 °C |
| Temperatur August | 7,6 °C |

¹⁾ Verdien er edlert

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 tørrværsavvenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.