

Kvinnherad kommune

Flomsonekartlegging i Kvinnherad kommune

Uskedalselva



Oppdragsnr.: 5185895 Dokumentnr.: D04 Versjon: J02
2019-02-04

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	2019-02-04	Kontrollert av Kvinnherad kommune	Gunnar Fiskum		
J01	2019-01-08	Utkast til 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. 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 flomsoner for flere elver i kommunen. Denne rapporten dokumenterer beregnet flomsone langs Uskedalselva fra Fjellandsbøvatnet og ned til utløpet i sjøen. Det er gjort beregninger for flom med gjentaksintervall på 20-, 200- og 1000 år inkludert klimapåslag. 200-årsflommen med klimapåslag er beregnet til 241 m³/s for Handelandselva.

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 beregning i dataprogrammet HEC-RAS.

Både Uskedalselva og områdene tett på vassdraget er relativt flate. I en flomsituasjon vil vannstanden i elva øke betraktelig slik at den renner over egne bredder og oversvømmer lavereliggende områder tett på vassdraget. Hovedsakelig er disse områdene benyttet til jordbruk, men også lavereliggende bygninger og veger berøres. Flomutbredelse i Uskedal er vist på kart som ligger vedlagt i denne rapporten.

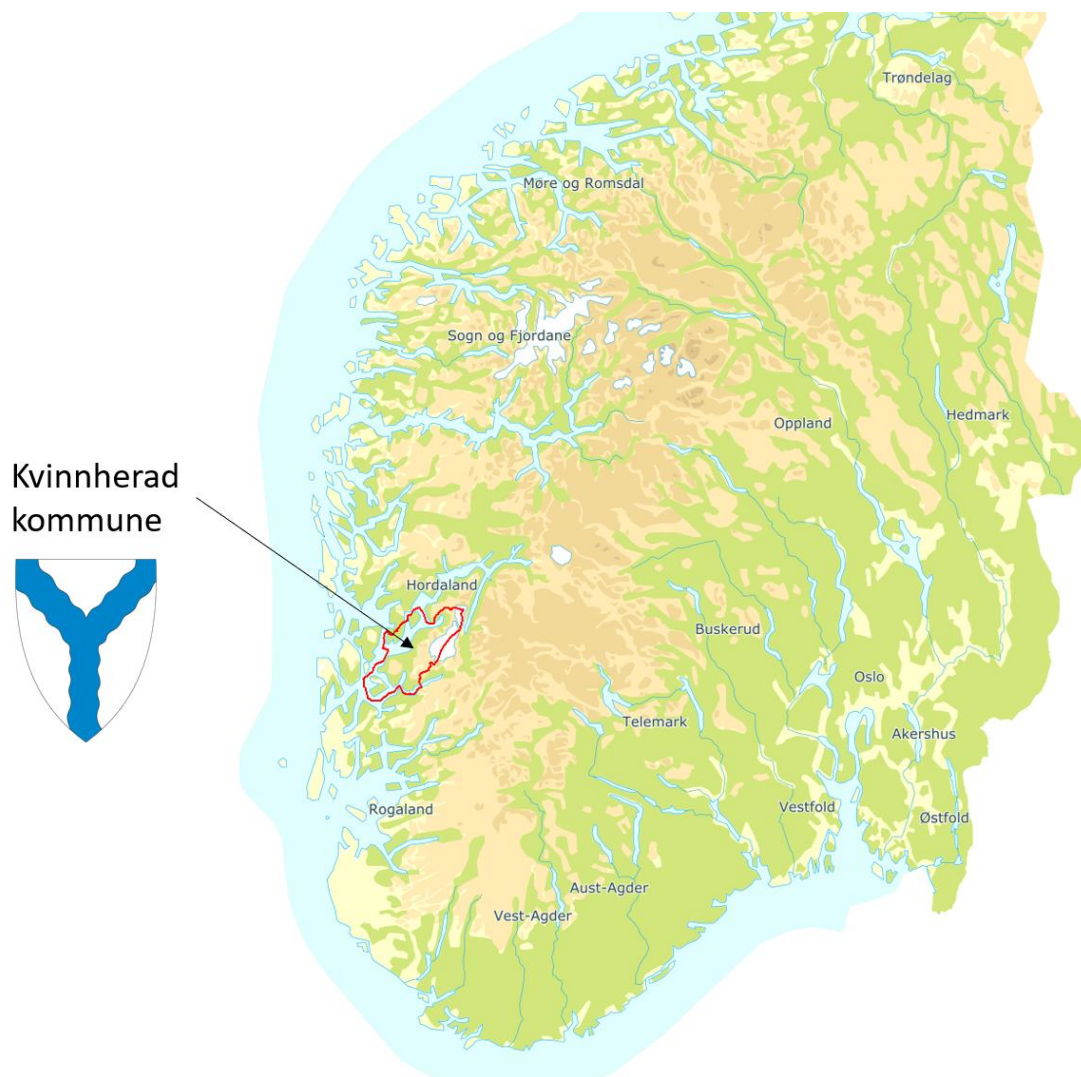
Innhold

1	Innledning og forutsetninger	5
1.1	Beskrivelse av nedbørfelt	6
2	Beregning av flomstørrelser	8
2.1	Målestasjoner	8
2.2	Vurdering av årsmiddeltilsig i Uskedalselva	9
2.3	Flomfrekvensanalyse døgnmiddelflom	10
2.4	Regresjonsanalyse	11
2.5	Sammenligning med Nasjonalt formelverk for små nedbørfelt	12
2.6	Beregning av momentanflom	12
2.7	Endelig valg flomstørrelse og klimapåslag	13
3	Hydraulisk modell	14
3.1	Beregningsmodell og datakvalitet	14
3.2	Grensebetingelser	15
3.3	Infrastruktur i modellen	16
4	Resultat	17
4.1	Berørt infrastruktur	17
4.2	Berørte bygninger og eiendom	17
5	Diskusjon og vurdering av resultat	18
5.1	Usikkerheter	18
5.2	Sensitivitetsvurdering	18
6	Bilag og referanser	19
6.1	Bilag	19
6.2	Referanser	19

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 gjentakintervall på 20-, 200- og 1000 år inkludert klimapåslag.

Denne rapporten omhandler Uskedalselva, og dokumenterer flomutbredelse fra Fjellandsbøvatnet til fjorden ved ulike gjentakintervall. NVE har ikke utført flomsonekartlegginger i området tidligere. Kvinnherad kommune er markert på oversiktskart i Figur 1.



Figur 1 Oversiktskart med markering av Kvinnherad kommune

1.1 Beskrivelse av nedbørfelt

Tettstedet Uskedalen ligger ca. 10 km sør-vest for Rosendal i enden av Uskedalen og samme sted som Uskedalselva har sitt utløp. Nedbørfeltet har relativt stor variasjon i høyde og går fra sjøen og opp til ca. 1250 moh. Til tross for stor høydeforskjell i feltet er Uskedalselva relativt flat og faller ca. 200 meter fra Fjellandsbøvatnet og ned til sjøen, en strekning på ca. 8,5 km. De høyereliggende områdene i feltet er i hovedsak snaufjell, mens de lavereliggende delene er skogkledde dalsider og jordbruksområder. Langs med vassdraget er det spredt bolig- og gårdsbebyggelse. Tettstedet Uskedalen ligger ved utløpet til fjorden og en campingplass, en kirke og noen næringsbygg ligger i direkte nærhet til elva.

Vassdraget er benyttet til kraftproduksjon med kraftverkene Friheim (0,03 MW) og Tverrelva (4,98 MW). I forbindelse med Tverrelva er Mannsvatnet regulert, men oppdemt vannvolum er lite sammenlignet med tilsiget og magasinet vil fylles hurtig ved en storflom. Magasinet er derfor inkludert i feltets effektive sjøprosent. Friheim er et mikrokraftverk med bekkeinntak. Det er ingen kjente overføringer til eller fra feltet.

Nøkkeldata for nedbørfeltet er presentert i Tabell 1, mens et oversiktskart med markering av nedbørfeltet er vist i Figur 2 og Figur 3. Figur 4 viser et flyfoto over nedre del av Uskedalselva.

Tabell 1 Nøkkeldata for nedbørfelt i Uskedalen.

Nedbørfelt	Areal (km ²)	Effektiv sjø % (%)	Felthøyde, min-med-maks (moh.)	Breandel (%)	Middelvannføring ¹ (l/s/km ²)
Uskedalen	45.6	0.2	1-566-1245	0.0	104



Figur 2 Oversiktskart med markering av nedbørfeltet til Uskedalselva

¹ Fra NVEs lavvannskart NEVINA



Figur 3 Oversiktskart over nedbørfeltet til Uskedalen



Figur 4 Flyfoto over nedre del av Uskedalselva

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 feltene. Feltene er typiske kystnære vestlandsfelt med stor variasjon i høyde over havet. Det eksisterer flere vannmerker i området med stor breandel. Disse er ikke tatt med i flomanalysen. Et oversiktskart med markering av vannmerker er vist i Figur 5.

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	3.75	1.0	60
46.7	Brakhaug	1974-2005	947	9.25	2.27	0.0	122
45.4	Seimsfoss	2007-2016	782	36.4	1.08	2.7	125
42.6	Baklihøl	1966-2016	898	19.9	0.15	0.0	134
42.16	Fjellhaugen	1998-2017	685	7.22	1.08	0.0	118
42.2	Djupevad	1964-2016	526	31.9	0.34	0.0	101
41.8	Hellaugvatn	1982-2017	904	27.5	1.97	0.0	118
38.1	Holmen	1983-2017	556	117	1.56	0.0	109
41.1	Stordalsvatn	1913-2017	681	131	6.68	0.0	98
55.5	Dyrdalsvatn	1979-2017	581	3.31	3.98	0.0	125
55.4	Røykenes	1934-2017	307	50.1	2.24	0.0	97
61.8	Kaldåen	1988-2017	884	15.3	0.10	0.0	100
62.18	Svartavatn	1988-2017	754	72.4	0.32	0.0	112



Figur 5 Vannmerker benyttet i regional flomanalyse

2.2 Vurdering av årsmiddeltilsig i Uskedalselva

Vannmerket 45.4 Seimsfoss ligger øst for Uskedalselva, og det er observert en årlig middelvannføring på 125 l/s/km². Avrenningskartet i samme området oppgir 105 l/s/km², noe som tilsier at målingene til vannmerket gir en middelvannføring som er 19% større enn beregningene gjort i avrenningskartet. Vannmerket 42.2 ligger i nabofeltet sør for Uskedalselva og har en observert middelvannføring på 101 l/s/km². I motsetning til ved Seimsfoss oppgir avrenningskartet i dette nedbørfeltet en verdi som er nærmere 10% større enn verdien observert ved vannmerket. Sammenligning av årsmiddeltilsig er også gjort ved vannmerkene på Fjellhaugen og Brakhaug, se verdier i Tabell 3. Det påpekes at sammenligningene mellom måleseriene og avrenningskartet ikke dekker samme tidsperiode og at mindre ulikheter mellom verdiene må forventes.

Tabell 3 Sammenligning av årsmiddeltilsig målt ved vannmerker og beregnet i avrenningskartet

Felt	Avrenningskart (l/s/km ²)	Vannmerker (l/s/km ²)	Forhold (vm/kart)
Uskedalen	104		
Seimsfoss 45.4	105	125	1.19
Djupevad 42.2	110	101	0.92
Fjellhaugen 42.16	111	118	1.06
Brakhaug 46.7	118	122	1.03

Det vurderes at årsmiddeltilsiget i Uskedalselva skal være noe lavere enn ved Seimsfoss. Feltene er relativt like, men Seimsfoss er litt mindre, ligger høyere og har breavrenning. Også vannmerkene ved Fjellhaugen og ved Brakhaug ligger i mindre og høyereliggende felt hvor middelvannføringen er forventet å være høyere enn i Uskedalselva. Vannmerket ved Djupevad ligger nærmest og har samtidig feltparametere som samsvarer bra

med Uskedalselva. Målingene går over 50 år og betraktes av NVE som meget gode. Av den grunn er det valgt å vektlegge målingene som er gjort ved Djupevad og middelvannføringen i Uskedalselva er fastsatt til 100 l/s/km².

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 i prinsippet kan de opptre hele året. Flomfrekvensanalyse er derfor utført på årsflommer.

2.3 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 ekstremver dianalyse, DAGUT, ved bruk av Gumbelfordeling og GEV-fordeling. Frekvenskurver for vannmerkene ligger vedlagt i Bilag 4.

Tabell 4 Flomfrekvensanalyse

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	2007-2016	735	1.68	2.35	2.81	Gumbel
42.6	Baklihøl	19.9	1966-2016	1412	1.65	2.28	2.72	Gumbel
42.16	Fjellhaugen	7.22	1998-2017	1220	1.75	2.47	2.97	Gumbel
42.2	Djupevad	31.9	1964-2016	1056	1.57	2.20	2.69	GEV
41.8	Hellaugvatn	27.5	1982-2017	929	1.52	2.22	2.37	Gumbel
38.1	Holmen	117	1983-2017	807	1.54	2.06	2.42	Gumbel
41.1	Stordalsvatn	131	1913-2017	557	1.51	2.15	2.69	GEV
55.5	Dyrdalsvatn	3.31	1979-2017	1246	1.64	2.26	2.69	Gumbel
55.4	Røykenes	50.1	1934-2017	1047	1.67	2.49	3.16	GEV
61.8	Kaldåen	15.3	1988-2017	1027	1.64	2.27	2.71	Gumbel
62.18	Svartavatn	72.4	1988-2017	1099	1.55	2.09	2.46	Gumbel
	Middel	43.4		960	1.61	2.24	2.67	

2.4 Regresjonsanalyse

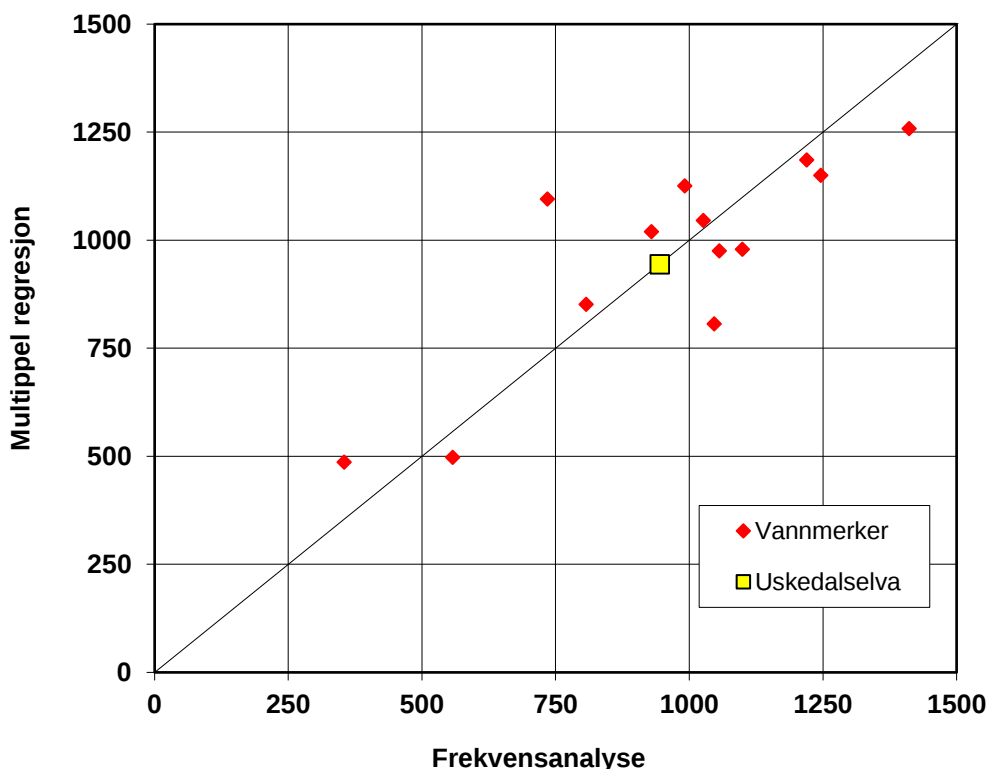
For å vurdere om døgnmiddelflommen i regionen kan forklares med grunnlag i nedbørfeltenes karakteristika, er det utført en multipl regressjonsanalyse på datasettet fra Tabell 4. En slik analyse gir indikasjoner om det er reell statistisk sannsynlighet for at en gitt parameter har betydning for spesifikk flom i et felt. Ved å eliminere parametere som ikke har åpenbar betydning for flomstørrelsene har vi kommet frem til følgende ligning for middelflommen:

$$Q_m = 595 - 87,8 (\log A) + 6,9 (Q_n) - 52,6 (Eff. sjø. \%) \quad (1)$$

R^2 er en måleparameter som sier noe om hvor god den aktuelle ligningen er og hvorvidt den kan gjenspeile de faktiske observasjonene/ frekvensanalysene. Ligningen ovenfor har en R^2 -verdi på 0,71, noe som anses som en akseptabel tilnærming. Regresjonsligningen på feltparametere for Uskedalsvassdraget gir flomverdier som gitt i Tabell 5, mens et regresjonsplott med verdier fra analysen er vist i Figur 6.

Tabell 5 Middelflom beregnet med regresjonsanalyse

Felt	Middelflom (l/s/km ²)	Middelflom (m ³ /s)
Uskedalen	945	43.1



Figur 6 Regresjonsplott for vannmerker og felt benyttet i regresjonsanalyse

2.5 Sammenligning med Nasjonalt formelverk for små nedbørfelt

I forbindelse med prosjektet «Naturfare – Infrastruktur, flom og skred» (NIFS) utarbeidet NVE en ligning for beregning av flomvannføringer i små og uregulerte felt (2). Formelen er gyldig for felt i hele landet med feltareal mindre enn 50-60 km², men er anbefalt verifisert mot lokale målinger (NVE, 2015). I formelen er flomstørrelsen i et gitt felt avhengig av normalt årsmiddeltisig og effektiv sjøprosent. Det vises til [NVE-rapport 7-2015](#) for flere detaljer. Årsmiddeltisiget benyttet i ligningen er hentet fra målingene som er gjort ved vannmerket på Djupevad. Middelflommen utregnes som en momentanverdi og skaleres ved hjelp av en vekstkurve opp til 200-årsflom. Videre skalering til 1000-årsflom er gjort ved bruk av gjennomsnittlige forholdstall hentet fra vannmerkene i frekvensanalysen. Forholdstallet for skalering fra Q₂₀₀ til Q₁₀₀₀ er **1,19**. Omregning fra momentanverdi til døgnverdi er gjort ved bruk av formel for Q_{mom}/Q_{døgn} hentet fra NVEs retningslinjer for flomberegninger. Tabell 6 viser døgnverdier for middelflom, 20-årsflom, 200-årsflom og 1000-årsflom funnet ved NIFS-formelverk.

$$Q_m = 18,97 \times Q_n^{0,864} \times e^{-0,251 \sqrt{A_{se}}} \quad (2)$$

$$\frac{Q_T}{Q_m} = 1 + 0,308 q_N^{-0,137} [\Gamma(1+k)\Gamma(1-k) - (T-1)^{-k}]/k \quad (3)$$

$$k = -1 + \frac{2}{\left[1 + e^{0,391 + \frac{1,54 A_{se}}{100}}\right]} \quad (4)$$

Q_T er vannføring ved angitt gjentaksintervall og Γ er gammafunksjon

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

Felt	Døgnmiddelflom (l/s/km ²)	Døgnflom Q ₂₀ (l/s/km ²)	Døgnflom Q ₂₀₀ (l/s/km ²)	Døgnflom Q ₁₀₀₀ (l/s/km ²)
Uskedalen	817	1305	2012	2398

2.6 Beregning av momentanflom

Flomstørrelsene beregnet i avsnittene over gjelder for gjennomsnittlig verdi over ett døgn. Maksimal flomstørrelse vil alltid være større enn døgnmiddelverdien. 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 er gjengitt under. For Uskedalsvassdraget er forholdstallet mellom momentanflom og døgnmiddelflom (Q_{mom}/Q_{døgn}) ved utløpet i sjøen beregnet til 1,69. Ut fra at vassdraget har flere vann og innsjøer og er et større nedbørfelt enn 42.2 Djupevad i naboelva (som har observert Q_{mom}/Q_{døgn} = om lag 2,0), vurderes verdien rimelig.

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

2.7 Endelig valg flomstørrelse og klimapåslag

NVE anbefaler i rapport 81-2016 «minst 20 %» klimapåslag i alle felt mindre enn 100 km², og 40 % for alle felt som ligger i nærheten av nedbørfelt med opp mot 40-60 % prognosert økning i flomstørrelsene frem til år 2100.

Vannmerket 42.2 Djupevad (32 km²) ligger i Handelselva, naboelva rett sørvest for Uskedalselva, sentralt i Kvinnherad kommune og drenerer et nedbørfelt som er ganske typisk for mange av de små og mellomstore elvene uten breavrenning i Kvinnherad kommune. Trendene i utvikling av flomstørrelser i Handelselva forventes derfor også å være representative for Uskedalsvassdraget. I NVE-rapport 81-2016 er økningen i flomstørrelser ved dette vannmerket forventet til 7-10 % (forventningsverdi 7 %) dersom klimascenario RCP4.5 (moderat) legges til grunn, og 5 til 26 % (forventningsverdi 12 %) dersom klimascenario RCP8.5 (høyt) legges til grunn. Dette tilsier dermed et klimapåslag på 20 % i Uskedalselva.

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

Beregnet flomverdi fra regresjonsanalyse for Uskedalselva er på 945 l/s/km², mens «formelverk for små nedbørfelt» til sammenligning gir 817 l/s/km². Regresjonsanalysen gir dermed ca. 16 % større verdi enn beregnet med NIFS. Sammenligning av verdiene er presentert i Tabell 7. Vannmerket ved Djupevad vurderes som representativt for Uskedalselva og frekvensanalysen gjort på vannmerket tilsier en middelflom på 1056 l/s/km².

Tabell 7 Sammenligning av døgnmiddelflom beregnet med regresjonsanalyse og med «Formelverk for små nedbørfelt»

Felt	Døgnmiddelflom med regresjonsanalyse (l/s/km ²)	Døgnmiddelflom med NIFS-formelverk (l/s/km ²)
Uskedalselva	945	817

Det er i de videre beregningene valgt å ta utgangspunkt i flomvannføring målt ved vannmerket på Djupevad, men noe redusert på grunn av lavere verdier beregnet med regresjonsanalyse og «formelverk for små nedbørfelt». Det gir en middelflom i Uskedalselva på 1000 l/s/km². Skalering fra middelflom til flommer med større gjentakintervall er gjort med gjennomsnittlig forholdstall (Q_x/Q_m) hentet fra frekvensanalysen (se Tabell 4). Benyttede flomverdier for ulike gjentakintervall inkludert klimapåslag er presentert i Tabell 8.

Tabell 8 Flomverdier (kulminasjonsverdi) for Uskedalselva 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)
Uskedalselva	108	174	241	288

3 Hydraulisk modell

3.1 Beregningsmodell og datakvalitet

Vannstandsstigning langs Uskedalselva er beregnet ved bruk av en 2-dimensjonal hydraulisk modell laget 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 «beregningsmesh». Cellestørrelsen i modellen varierer fra 5x5 meter i elven og på elvebredden til 10x10 meter på de flatere jordbruksområdene. Kritiske overganger ved flomvoller og veger har mindre celle-størrelse. Modellen starter i Fjellandsbøvatnet og avsluttes i sjøen, men flomsonekartene er tatt ut for de nederste 3 kilometerne. Se markering av modellert område i Figur 7.



Figur 7 Oversiktskart over Uskedalen med markering av modellert område

3.2 Grensebetingelser

2D-modellen 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 8.

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 i Uskedal til 85 cm. Havnivået er beregnet med tidevann fra Bergen ilagt tidsforskjell og høydekorreksjon. Forventet havnivåstigning som følge av klimaendringer er satt lik middelverdien i klimasenario RCP8.5 til 46 cm. Totalt gir det en forventet vannstand i år 2100 på 131 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 6.

Det er ikke utført befaring i området og friksjonsforholdene er derfor vurdert ut fra kartdata og flyfoto. Uskedalselva er relativt slak, men består av både brattere områder hvor steinstørrelsen er relativt stor og flatere meandrerende avsetningsområder med løsmasser. Elvebredden består av vegetasjon eller jordbruksområder, og hvis elven først renner over egne bredder er det store områder med fulldyrka jord som kan oversvømmes. Den flate dalbunnen med meandersvinger nederst i vassdraget er sannsynligvis en større flomslette, og tyder på at elva er i bevegelse over tid, og kan ta nye løp ved ekstremflommer.

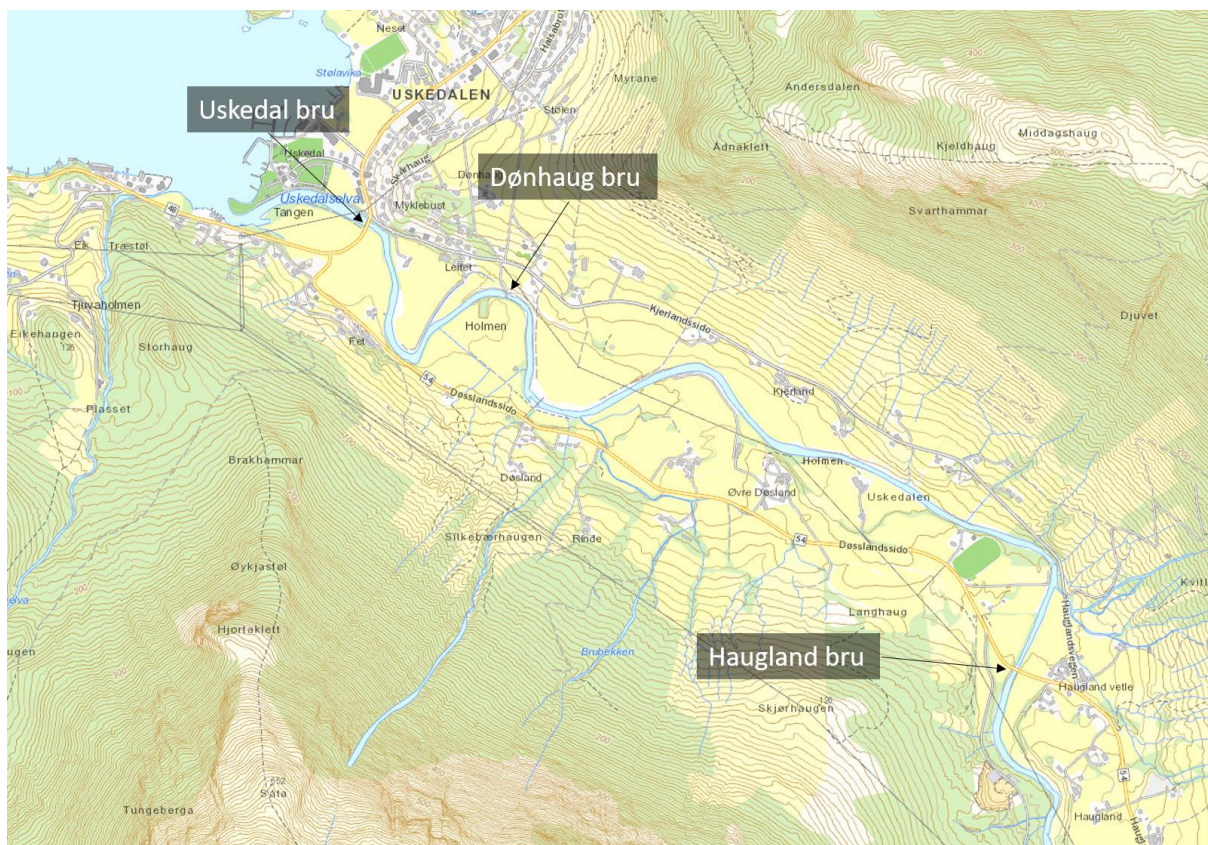
Friksjonsfaktoren for beregningsstrekningen er basert på Manningstall (n), og varierer fra 0,02 der det er veger til 0,1 i skogområdene på elvebredden. Resterende arealtyper er gitt Manningstall (n) som i Tabell 9. Inndeling av arealsoner er basert på arealressurskart fra Statens kartverk.

Tabell 9 Manningstall benyttet i HEC-RAS-modell

Arealtype	Manningstall (n)
Vann	0.035
Fulldyrka jord	0.045
Innmarksbeite	0.045
Åpen fastmark	0.04
Bebygd område	0.04
Overflatedyrka jord	0.045
Skog	0.1
Veger	0.02

3.3 Infrastruktur i modellen

Det er tre ulike bruer som er vurdert som en del av flomsonekartleggingen, Dønhaug bru, Haugland bru og Uskedal bru. Dette er de tre nederste bruene i vassdraget. Lenger oppstrøms eksisterer det flere mindre bruer, men det er vurdert at disse enten ikke vil påvirke flommen nevneverdig eller at de er så enkle at de vil bli ødelagt i en flomsituasjon. Et oversiktskart med markering av bruene er vist i Figur 8, mens bilder og oppmålinger ligger vedlagt i Bilag 1.



Figur 8 Oversiktskart med markering av bruer som krysser nedre del av Uskedalselva

4 Resultat

Uskedalselva er en relativt slak elv omgitt av flate jordbruksområder. Flom i Uskedalen fører til at elven går ut av sitt naturlige elveløp og oversvømmer store områder som ligger tett på vassdraget. Hovedsakelig er oversvømte områder jordbruksland, men også bygninger og veger som ligger lavt vil bli berørt. Flomsonekart for flom med gjentakintervall på 20-, 200-, og 1000 år dekker de nederste 3 kilometerne av vassdraget og ligger vedlagt i Bilag 2-Bilag 4.

4.1 Berørt infrastruktur

Vannstandsstigning i Uskedalselva berører flere veger tett på vassdraget. Vegbroene Uskedalsbru (Fv48) og Haugland bru (Fv54) er ikke forventet å bli overtoppet, men det skyldes hovedsakelig at flomvannet finner en annen trasé og krysser vegene der de ligger lavere enn brudekkene. For flom med gjentakintervall større enn 20-års vurderes bruene som berørt i en slik grad at de ikke vil være kjørbare. Dønhaug bru er forventet å bli overtoppet ved 200-årsflom, men broen har ikke gjennomgående trafikk. Kjerlandssido, vegen som går nord for Uskedalselva blir også berørt av flom på en kortere strekning der den går nært elva.

4.2 Berørte bygninger og eiendom

Flere bygninger tett på Uskedalselva blir berørt i en flomsituasjon, spesielt i nedre del av vassdraget. Campingplassområdet ved utløpet av Uskedalselva ligger 1-2 moh. og store deler av plassen med tilhørende bygninger vil oversvømmes hvis vannstanden i sjøen er høy. Også i en flomsituasjon er det forventet at plassen oversvømmes, men dette avhenger i stor grad av vannstanden i sjøen. Flomsonekartleggingen baserer seg på en sjøvannstand på 1,4 moh. Berørte bygninger er listet opp i Tabell 10. Båthus, boder eller garasjebygg er ikke nevnt, og det samme gjelder andre bygninger som ikke direkte berøres av flom. Bygninger som er berørt ved flom, men som ligger i øvre del av vassdraget står oppført i tabellen men er ikke markert på flomsonekart.

Tabell 10 Oversikt over bygninger berørt ved flom

Adresse	Type bygning	Berørt ved flomstørrelse	Kommentar
Ukjent	Renseanlegg	Q ₂₀	
Uskedalsvegen 576	Campingplass/vandrerhjem	Q ₂₀	
Uskedalsvegen 578	Fritidsbolig	Q ₂₀	
Uskedalsvegen 584,586,588	Butikk/ forretning	Q ₂₀	
Kjerlandssido 10	Enebolig	Q ₂₀	
Holmane, Gr. nr. 124, Br. nr. 12	Gårdsbygning	Q ₂₀	
Hauglandvegen 200	Bedehus?	Q ₂₀	Ikke på kart
Muslandsvegen 42	Fritidsbolig	Q ₂₀	Ikke på kart
Hauglandvegen 192	Landbruksbygning	Q ₂₀₀	Ikke på kart
Uskedalsvegen 580	Butikk/ forretning	Q ₂₀₀	
Uskedalsvegen 582	Butikk/ forretning	Q ₂₀₀	
Hauglandvegen 202	Annen skolebygning?	Q ₂₀₀	Ikke på kart
Hauglandvegen 194	Enebolig	Q ₂₀₀	Ikke på kart
Hauglandvegen 244	Fritidsbolig	Q ₁₀₀₀	Ikke på kart

5 Diskusjon og vurdering av resultat

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 analysene 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 usikkerheten i størrelsen til flommene.

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 elveprofilet 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.

5.2 Sensitivitetsvurdering

Det er gjort en sensitivitetsanalyse der flomstørrelsen (inkludert klimapåslag) og friksjonen er oppskalert med 20 %. Dette gir et utslag på de beregnede vannstandene på ca. 0,1-0,2 m i nedre del av vassdraget hvor flomutbredelsen er relativt stor. I de øvre delene av vassdraget hvor elveløpet er smalere er vannstandsstigningen noe større. Forutsetningene tatt i betraktning anses beregningene som relativt lite sensitive og endringene fører ikke til økt skadeomfang utover det som allerede er berørt. 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-årsflom med klimapåslag
3. Flomsonekart 200-årsflom med klimapåslag
4. Flomsonekart 1000-årsflom med klimapåslag
5. Frekvenskurver fra utvalgte vannmerker
6. Estimert havnivå

6.2 Referanser

Litteratur

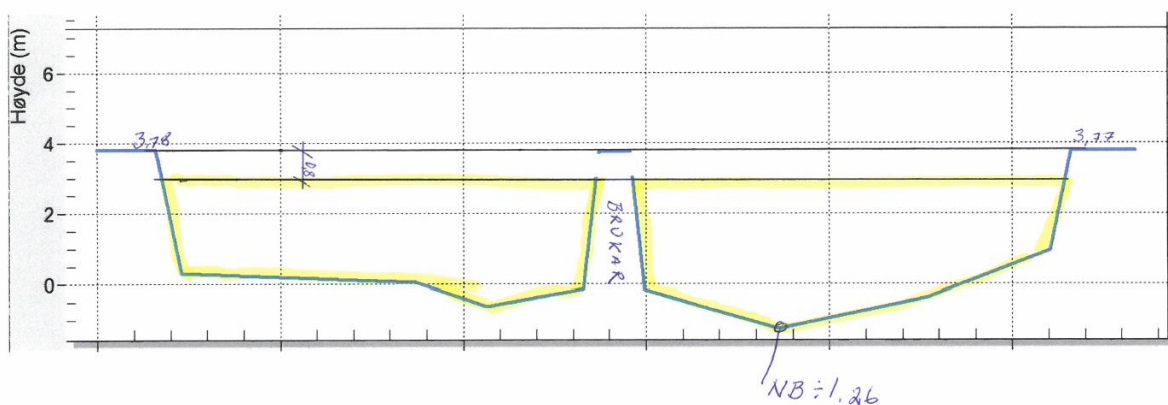
1. NVE (2011). *Retningslinjer for flomberegninger*. NVE-rapport 4-2011.
2. NVE (2016). *Klimaendring og framtidige flommer i Norge*. NVE-rapport 81-2016.
3. Miljødirektoratet (2015). *Sea Level Change for Norway*. NCCS report no. 1/2015

Bilder

1. Dan Kristiansen. *Uskedalen*. Lastet ned 29.10.2018 fra:
<https://hiveminer.com/Tags/uskedal/Timeline>

Bilag 1 Innmåling av bruer

Uskedal bru



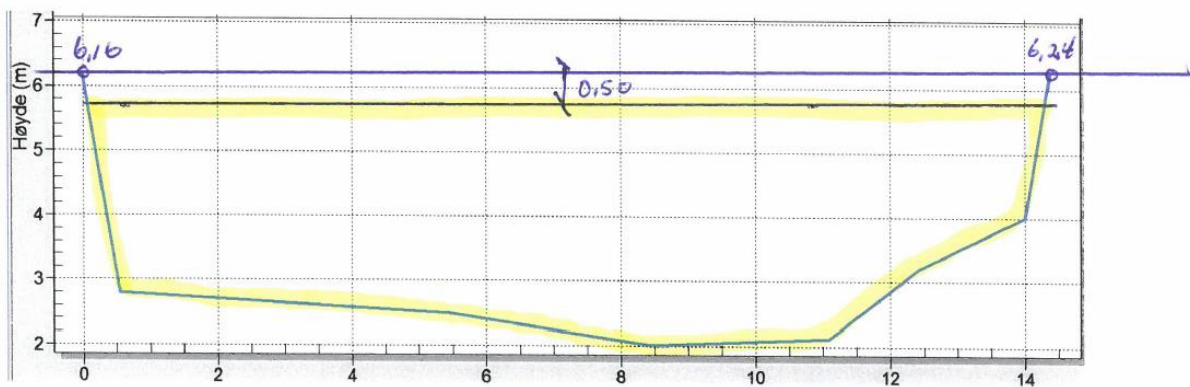
Målestokk: 1:100

Lysåpning: 

Dønnsaug bru



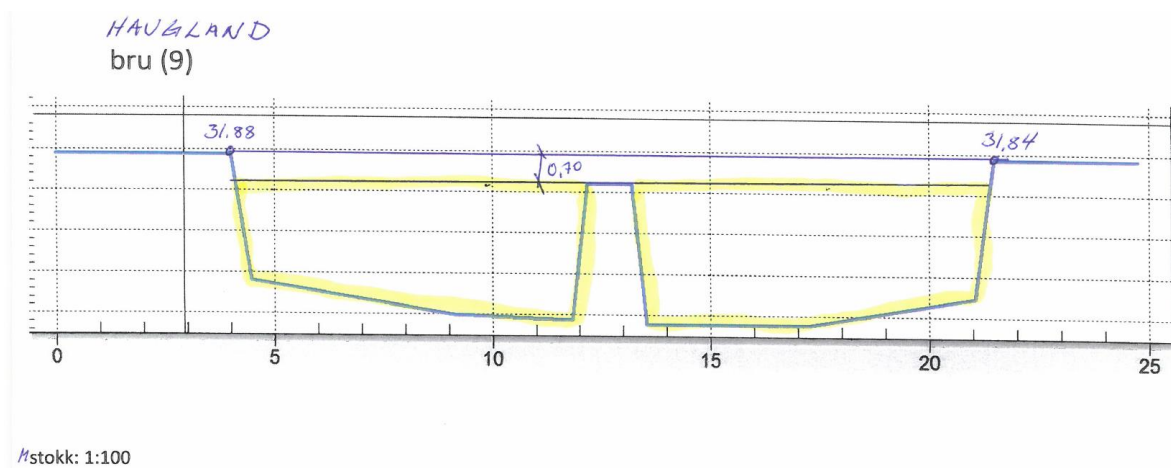
Dønnsaug bru (8)



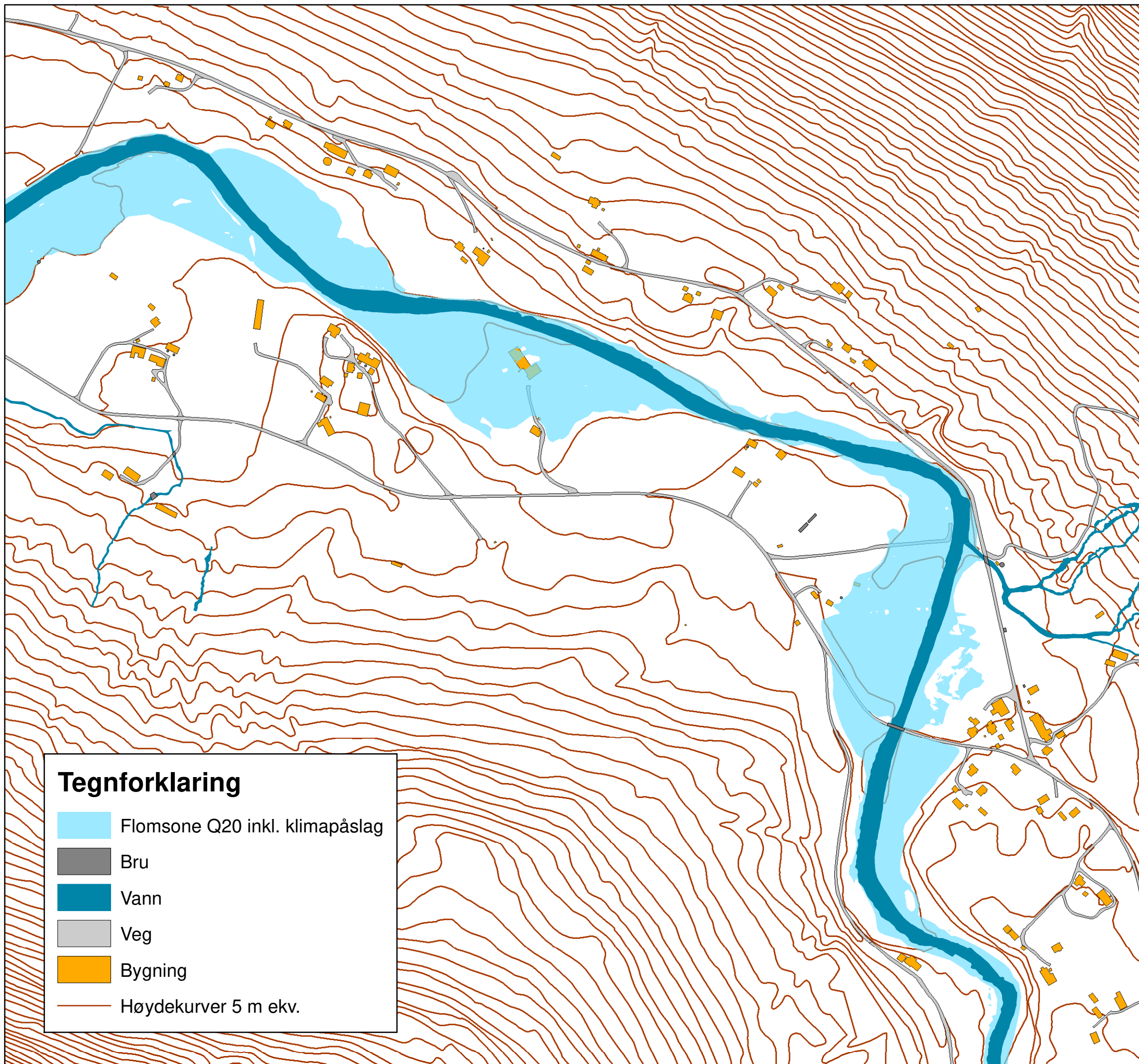
Målestokk: 1:100

Lysåpning: 

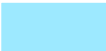
Haugland bru

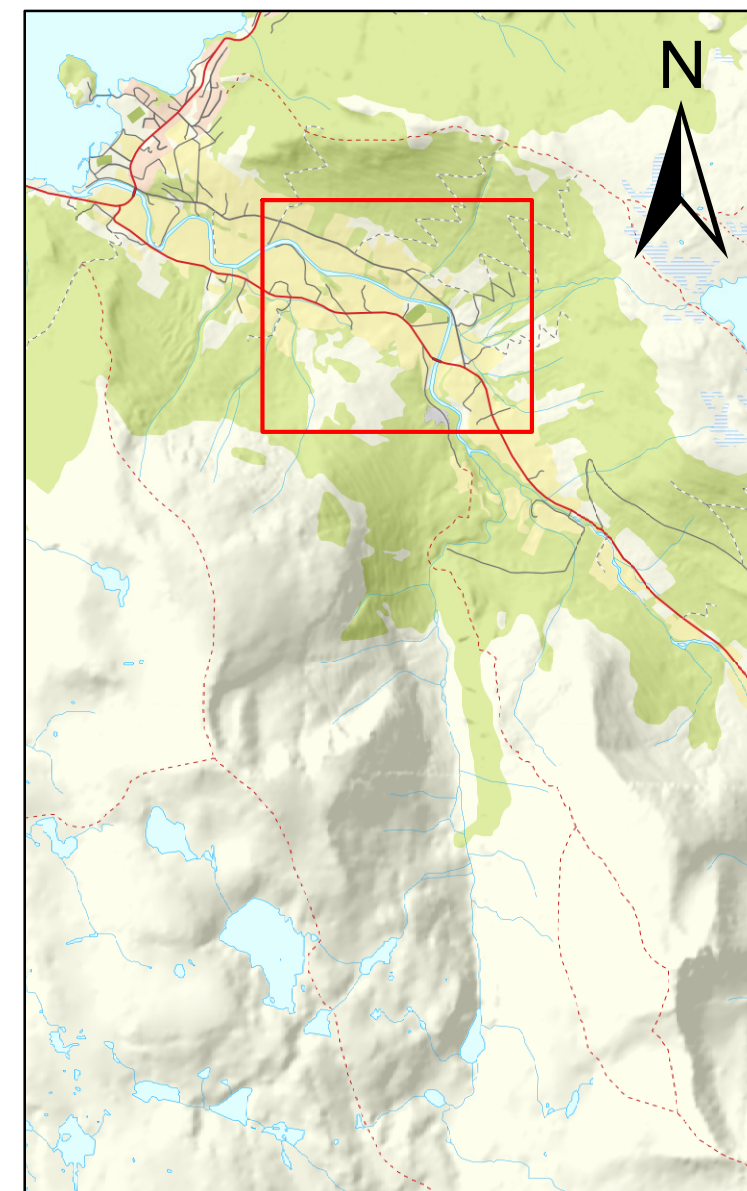


Bilag 2 Flomsone 20-årsflom med klimapåslag



Tegnforklaring

-  Flomsone Q20 inkl. klimapåslag
-  Bru
-  Vann
-  Veg
-  Bygning
-  Høydekurver 5 m ekv.



Flomsonekartlegging i Uskedalen

Flomsituasjon: 20 årsflom inkl. 40 % klima

Målestokk: 1:5000

1 cm = 50 meter

Format: A3

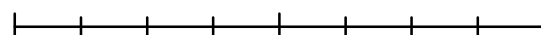
Kartgrunnlag: Laserdata, Etne-Kvinnherad 2013
Koordinatsystem: ETRS_1989_UTM_Zone_32N, NN2000

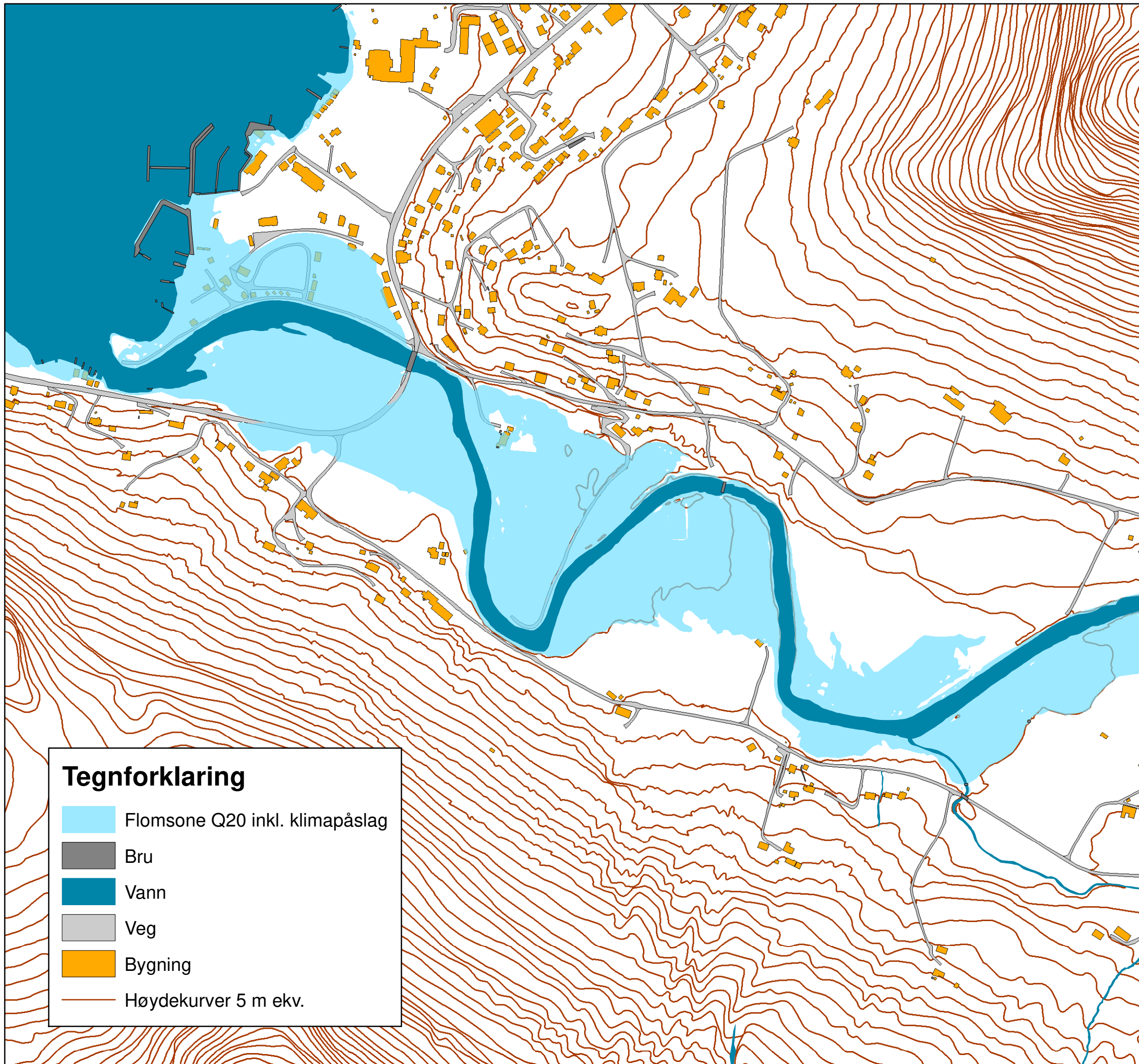
Flomberegning: Norconsult (januar 2019)
Vannlinjeberegning: Norconsult (januar 2019)

Oppdragsgiver: Kvinnherad kommune
Oppdragsnummer: 5185895
Kartnummer: D04-2
Dato: 08.01.2019

Norconsult 

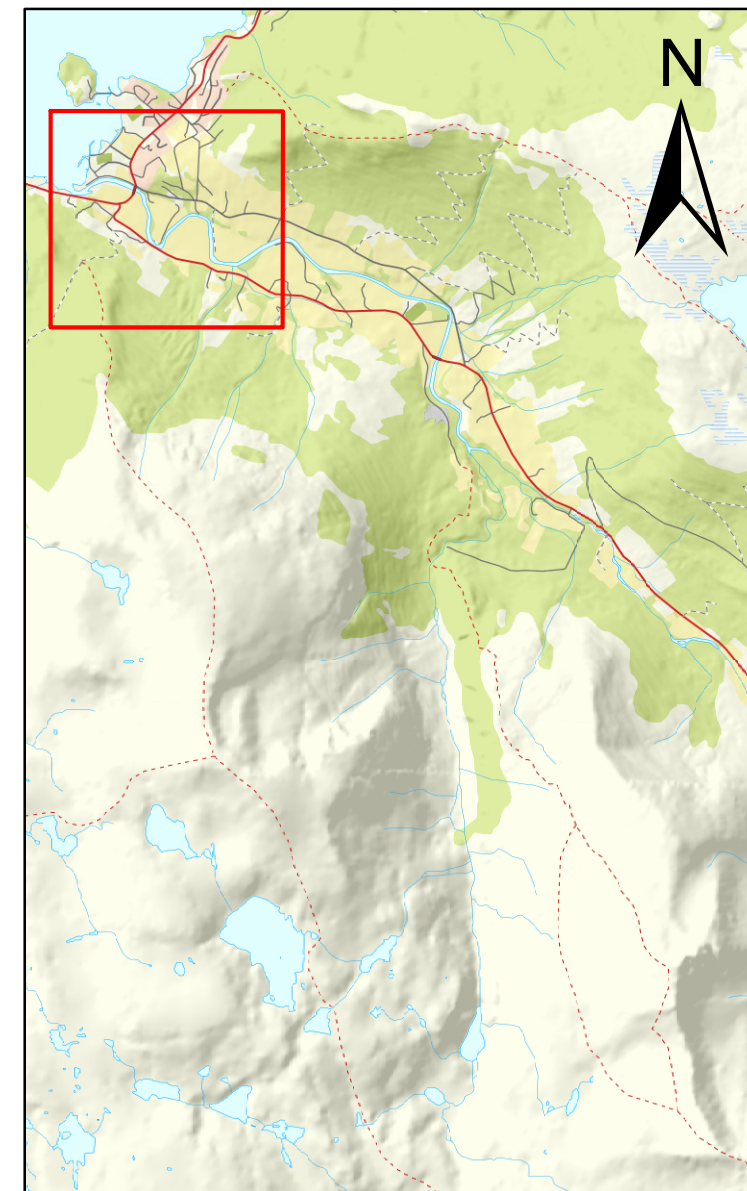
0 87.5 175 350 Meters





Tegnforklaring

-  Flomsone Q20 inkl. klimapåslag
-  Bru
-  Vann
-  Veg
-  Bygning
-  Høydekurver 5 m ekv.



Flomsonekartlegging i Uskedalen

Flomsituasjon: 20 årsflom inkl. 40 % klima

Målestokk: 1:5000

1 cm = 50 meter

Format: A3

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

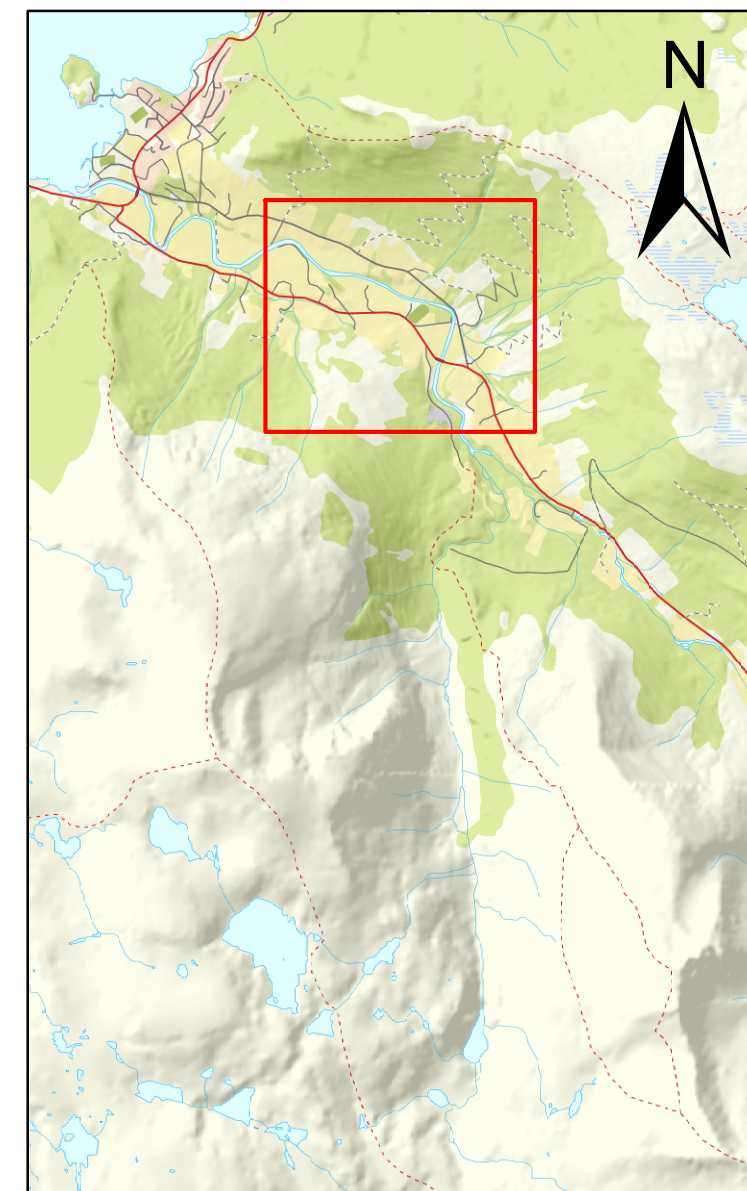
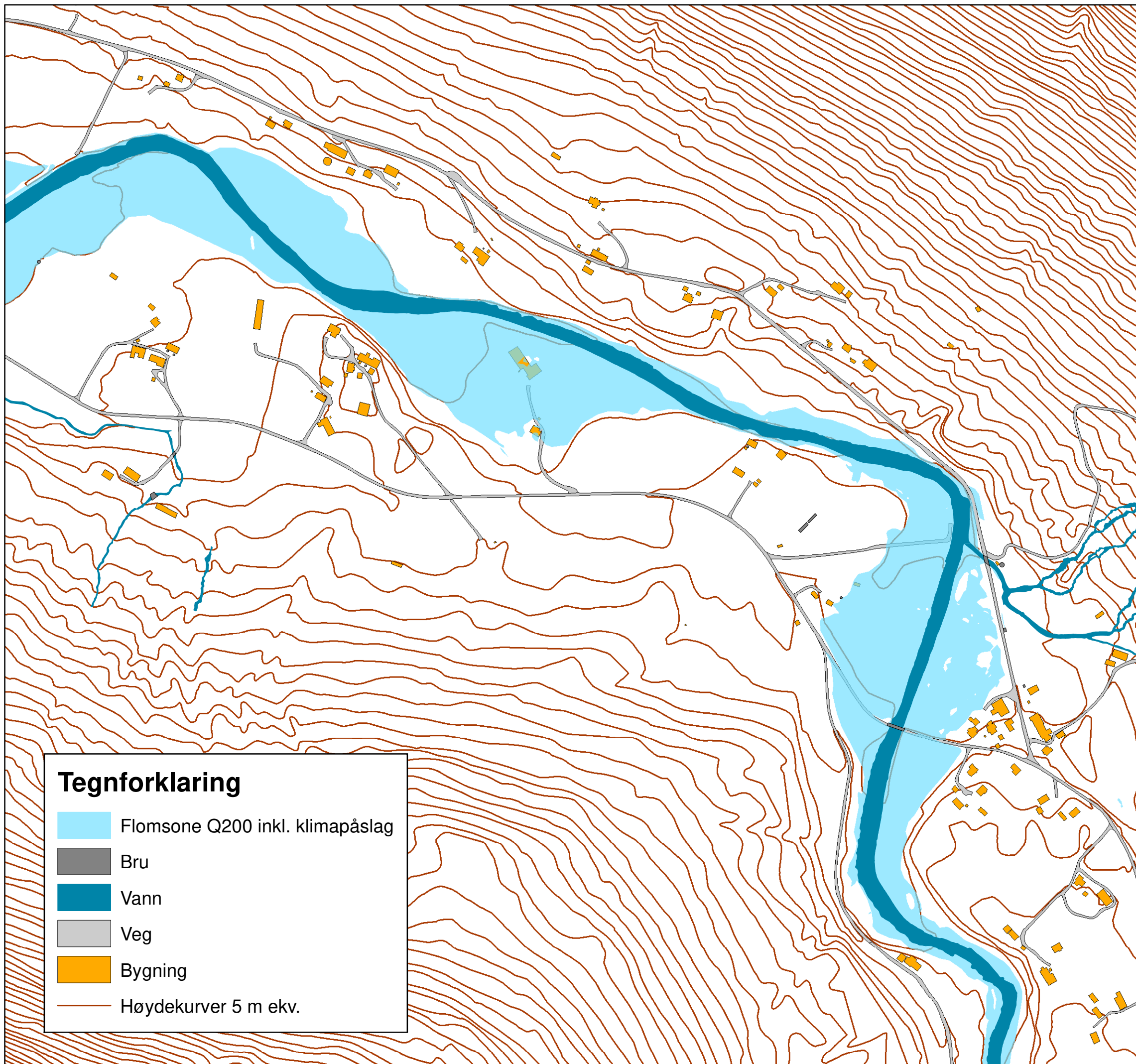
Flomberegning: Norconsult (januar 2019)
Vannlinjeberegning: Norconsult (januar 2019)

Oppdragsgiver: Kvinnherad kommune
Oppdragsnummer: 5185895
Kartnummer: D04-1
Dato: 08.01.2019

Norconsult 

0 87.5 175 350 Meters

Bilag 3 Flomsone 200-årsflom med klimapåslag



Flomsonekartlegging i Uskedalen

Flomsituasjon: 200 årsflom inkl. 40 % klima

Målestokk: 1:5000
1 cm = 50 meter
Format: A3

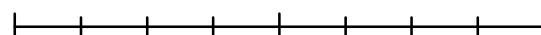
Kartgrunnlag: Laserdata, Etne-Kvinnherad 2013
Koordinatsystem: ETRS_1989_UTM_Zone_32N, NN2000

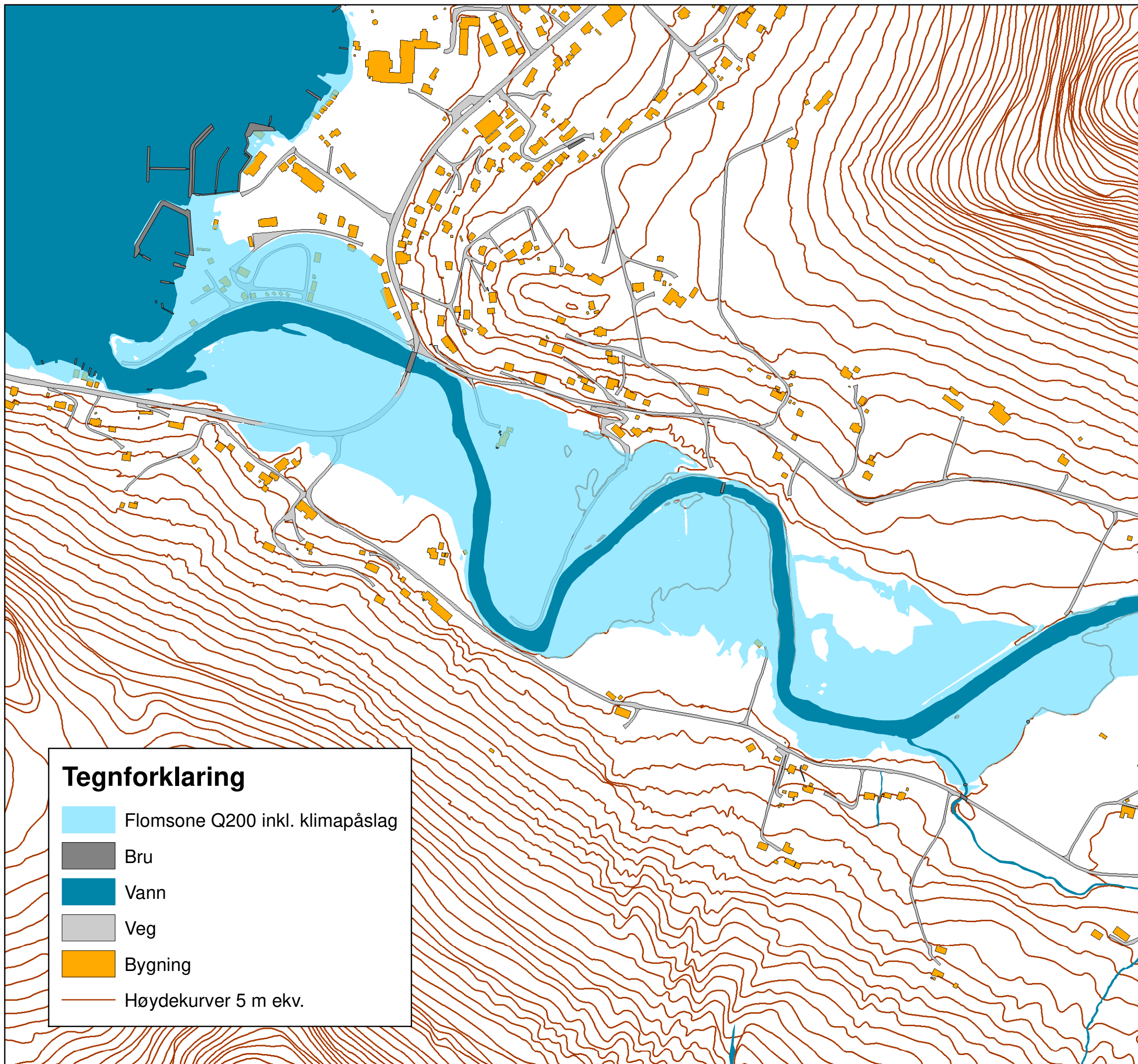
Flomberegning: Norconsult (januar 2019)
Vannlinjeberegning: Norconsult (januar 2019)

Oppdragsgiver: Kvinnherad kommune
Oppdragsnummer: 5185895
Kartnummer: D04-4
Dato: 08.01.2019

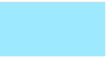
Norconsult 

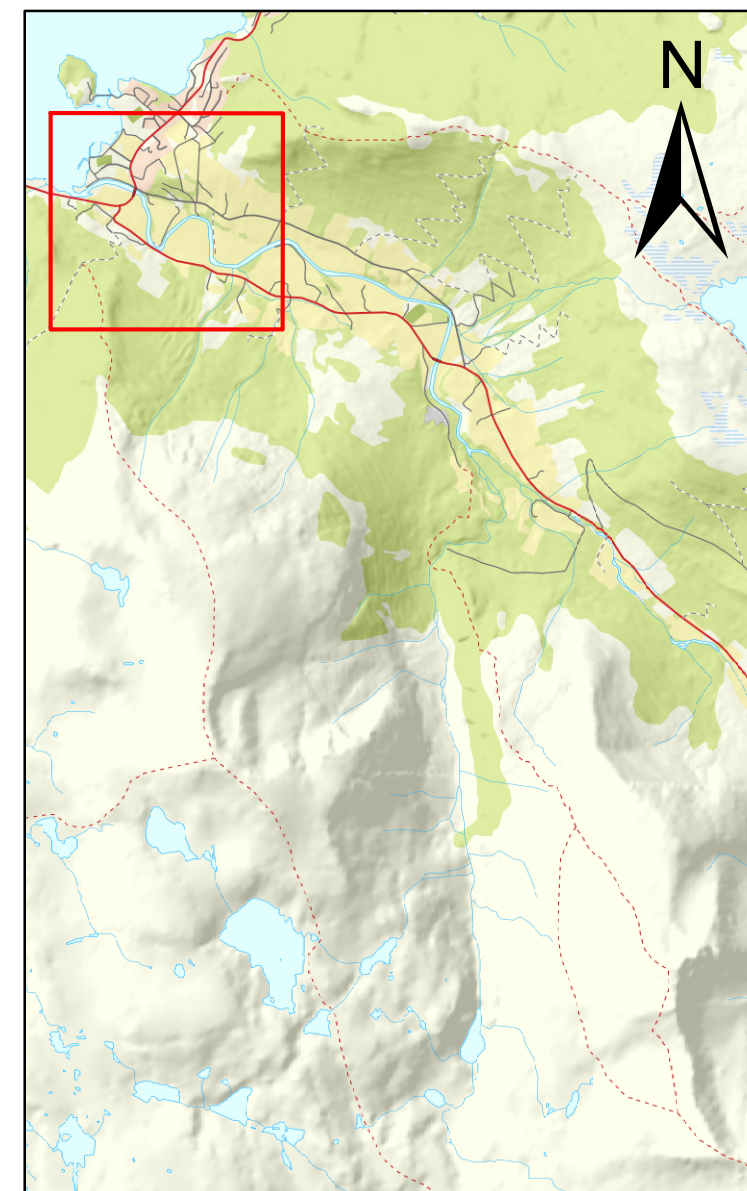
0 87.5 175 350 Meters





Tegnforklaring

-  Flomsone Q200 inkl. klimapåslag
-  Bru
-  Vann
-  Veg
-  Bygning
-  Høydekurver 5 m ekv.



Flomsonekartlegging i Uskedalen

Flomsituasjon: 200 årsflom inkl. 40 % klima

Målestokk: 1:5000

1 cm = 50 meter

Format: A3

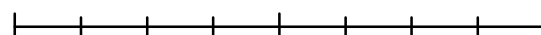
Kartgrunnlag: Laserdata, Etne-Kvinnherad 2013
Koordinatsystem: ETRS_1989_UTM_Zone_32N, NN2000

Flomberegning: Norconsult (januar 2019)
Vannlinjeberegning: Norconsult (januar 2019)

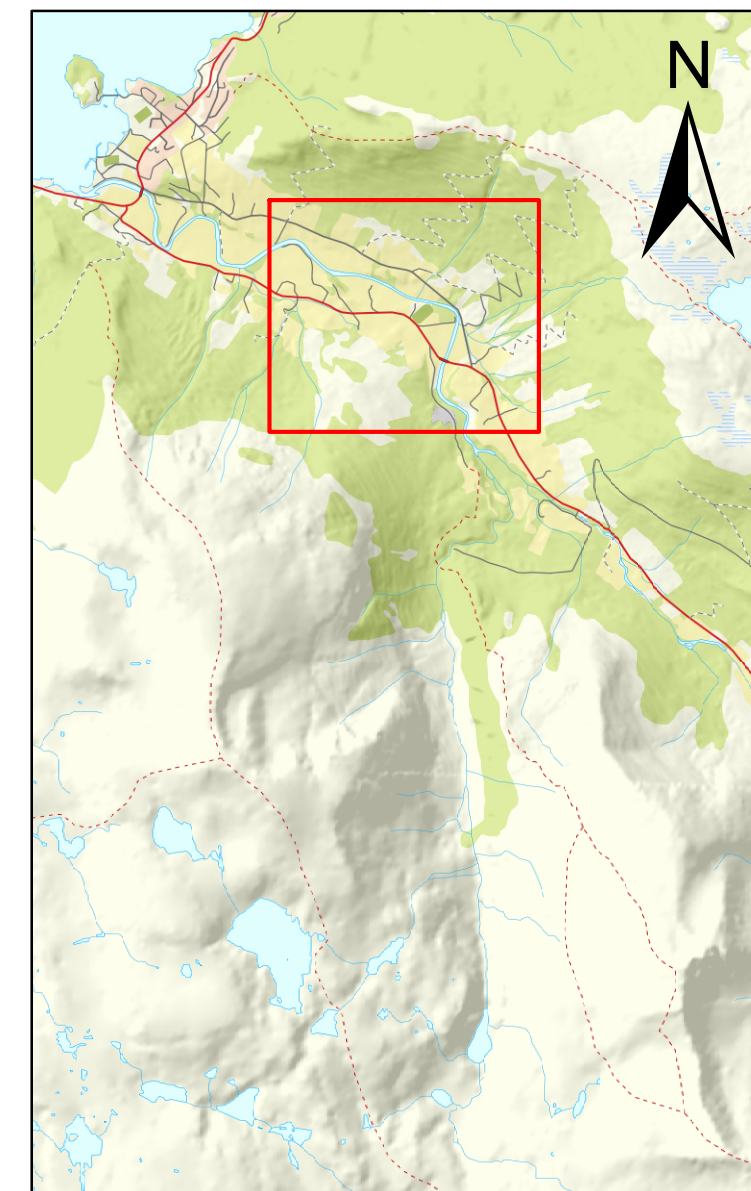
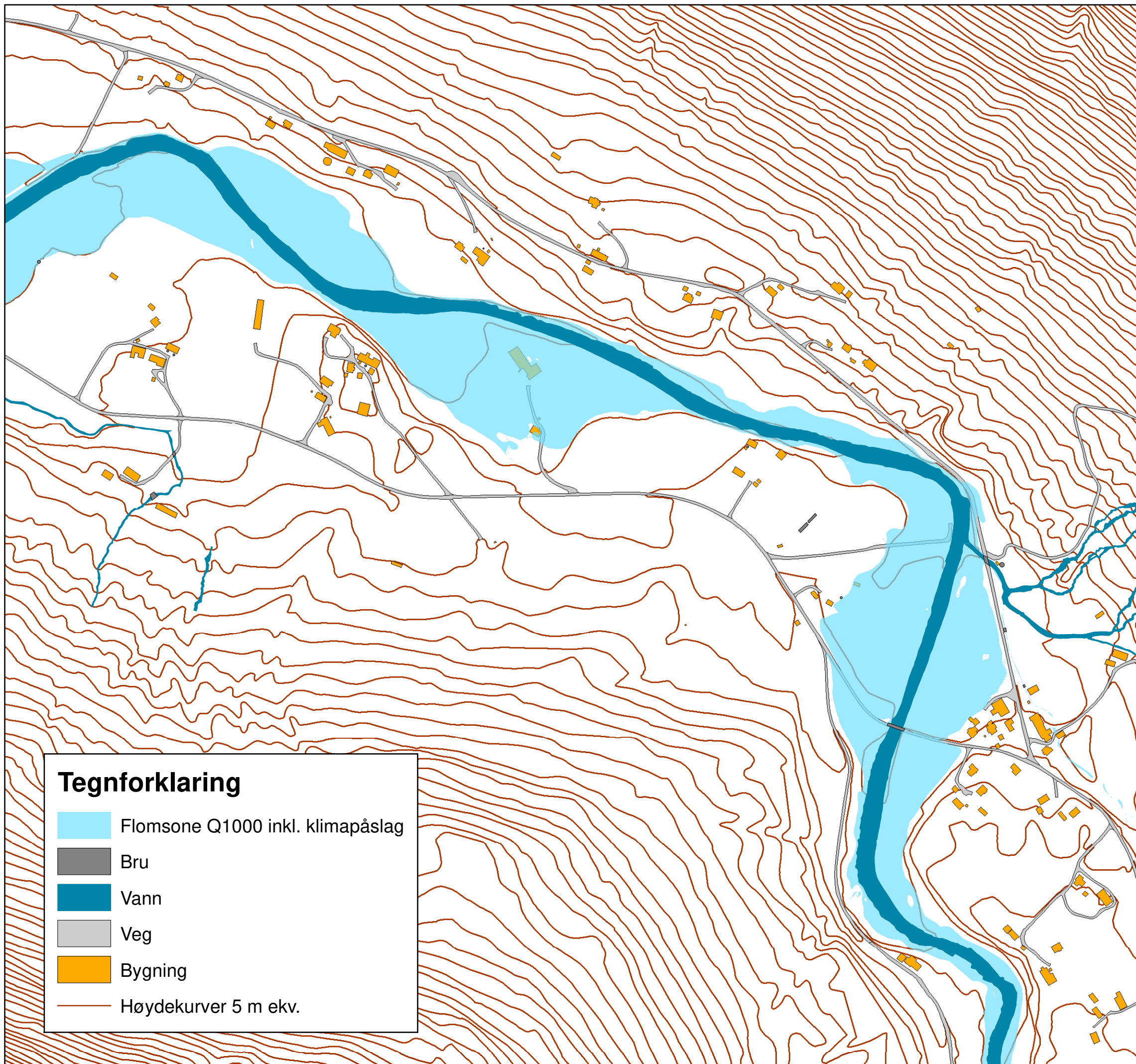
Oppdragsgiver: Kvinnherad kommune
Oppdragsnummer: 5185895
Kartnummer: D04-3
Dato: 08.01.2019

Norconsult 

0 87.5 175 350 Meters



Bilag 4 Flomsone 1000-årsflom med klimapåslag



Flomsonekartlegging i Uskedalen

Flomsituasjon: 1000 årsflom inkl. 40 % klima

Målestokk: 1:5000

1 cm = 50 meter

Format: A3

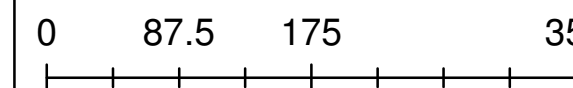
Kartgrunnlag: Laserdata, Etne-Kvinnherad 2013
Koordinatsystem: ETRS_1989_UTM_Zone_32N, NN2000

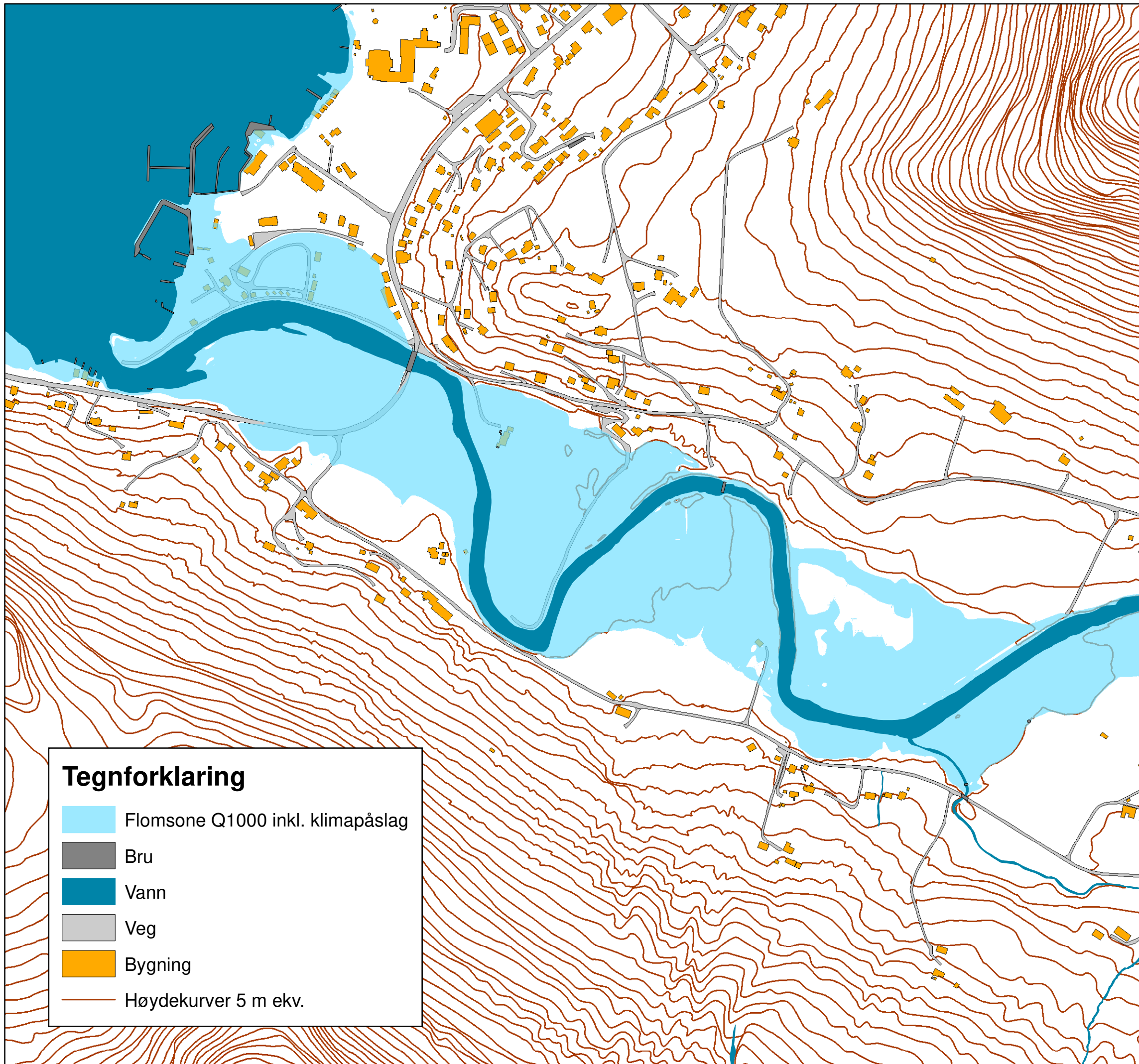
Flomberegning: Norconsult (januar 2019)
Vannlinjeberegning: Norconsult (januar 2019)

Oppdragsgiver: Kvinnherad kommune
Oppdragsnummer: 5185895
Kartnummer: D04-6
Dato: 08.01.2019

Norconsult 

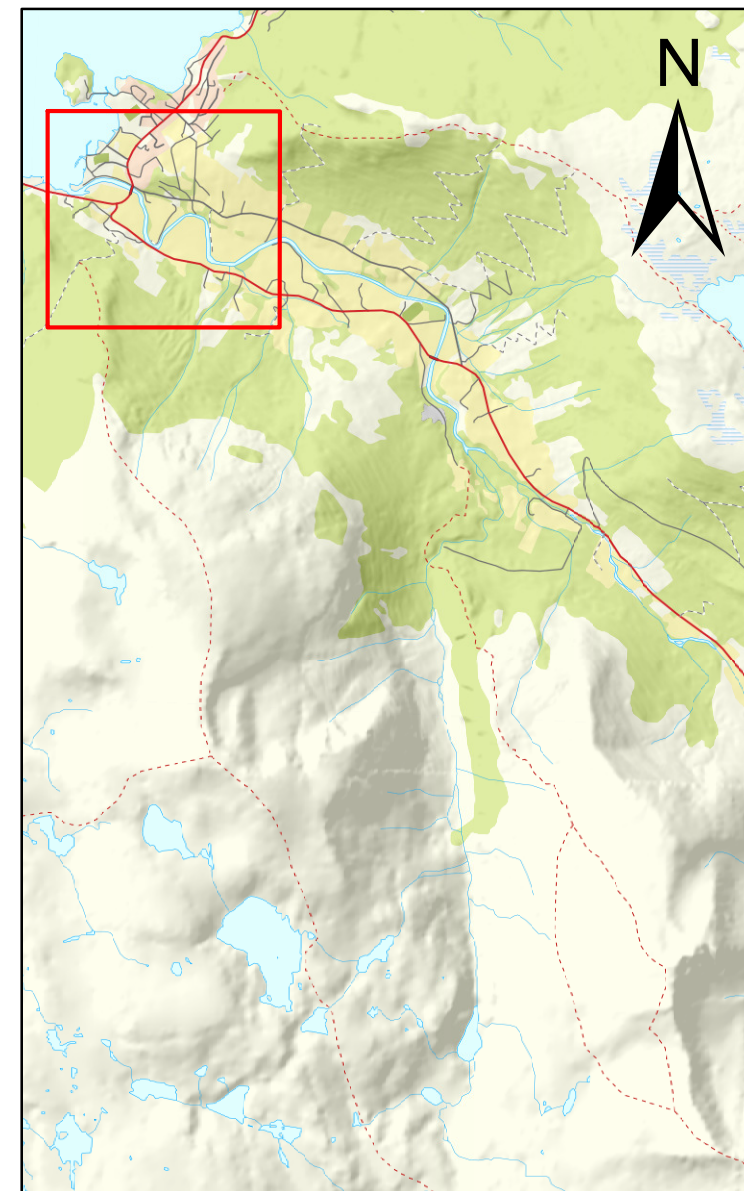
0 87.5 175 350 Meters





Tegnforklaring

-  Flomsone Q1000 inkl. klimapåslag
-  Bru
-  Vann
-  Veg
-  Bygning
-  Høydekurver 5 m ekv.



Flomsonekartlegging i Uskedalen

Flomsituasjon: 1000 årsflom inkl. 40 % klima

Målestokk: 1:5000

1 cm = 50 meter

Format: A3

Kartgrunnlag: Laserdata, Etne-Kvinnherad 2013

Koordinatsystem: ETRS_1989_UTM_Zone_32N, NN2000

Flomberegning: Norconsult (januar 2019)

Vannlinjeberegning: Norconsult (januar 2019)

Oppdragsgiver: Kvinnherad kommune

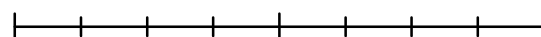
Oppdragsnummer: 5185895

Kartnummer: D04-5

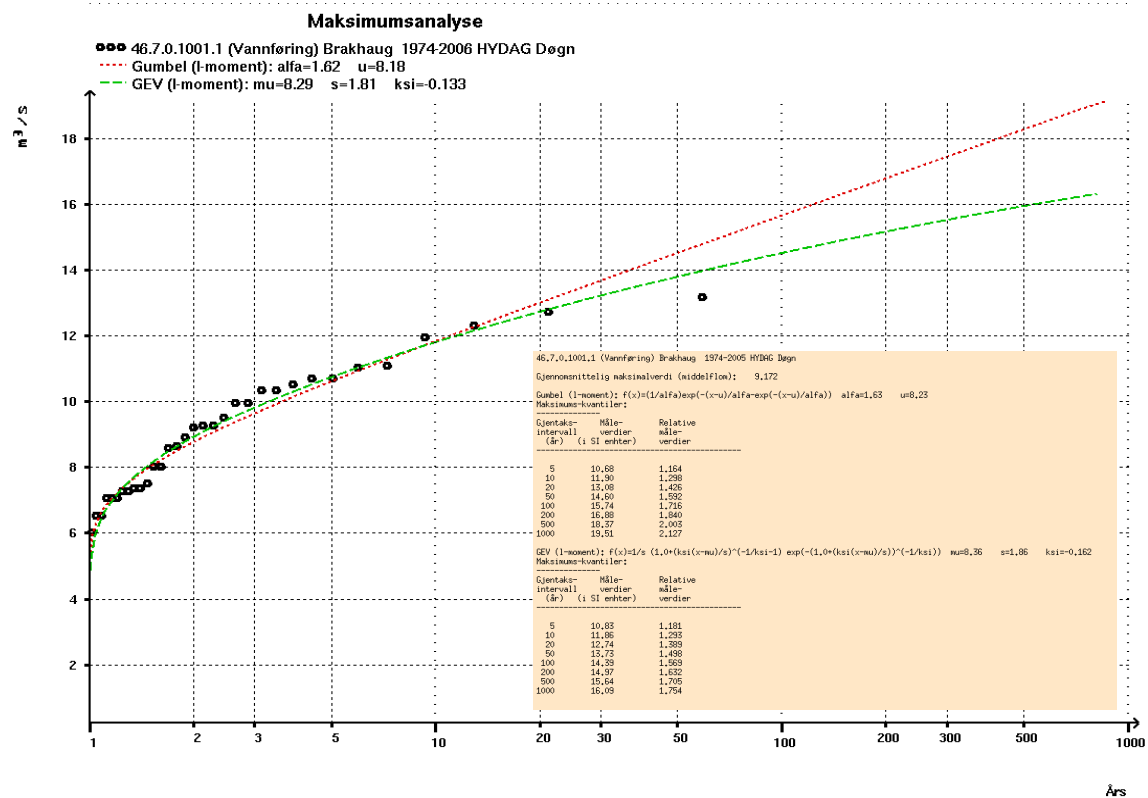
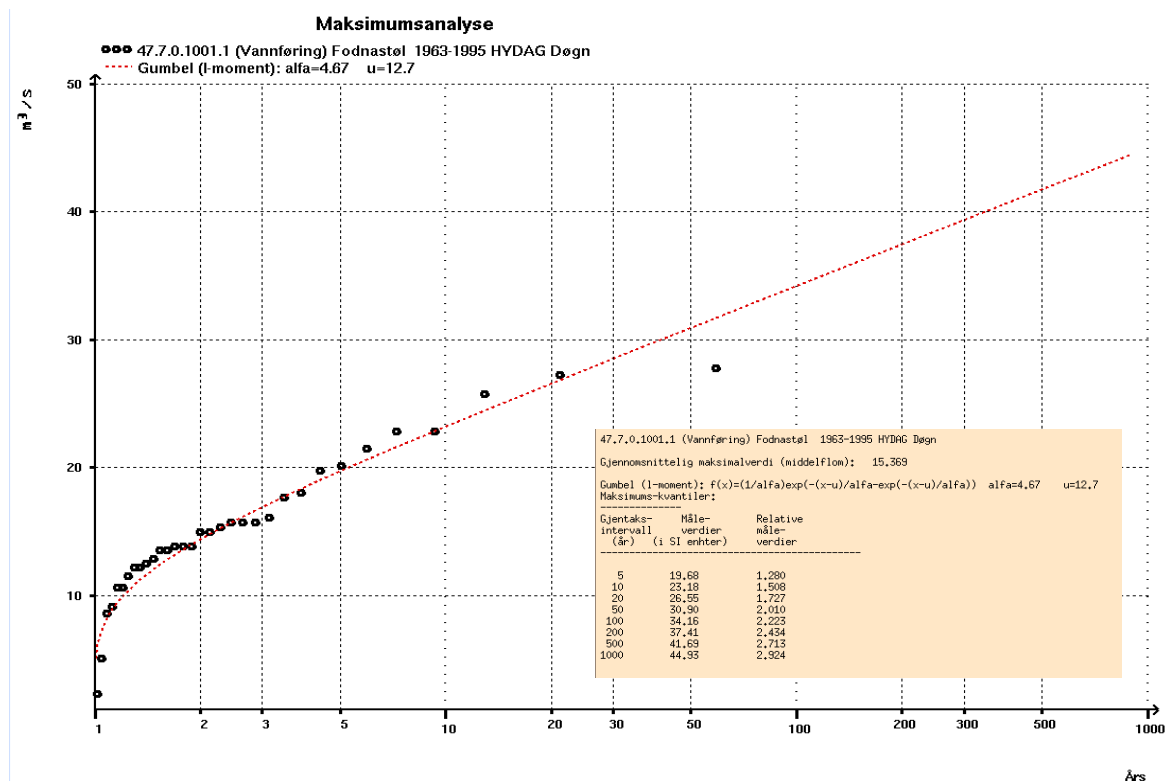
Dato: 08.01.2019

Norconsult 

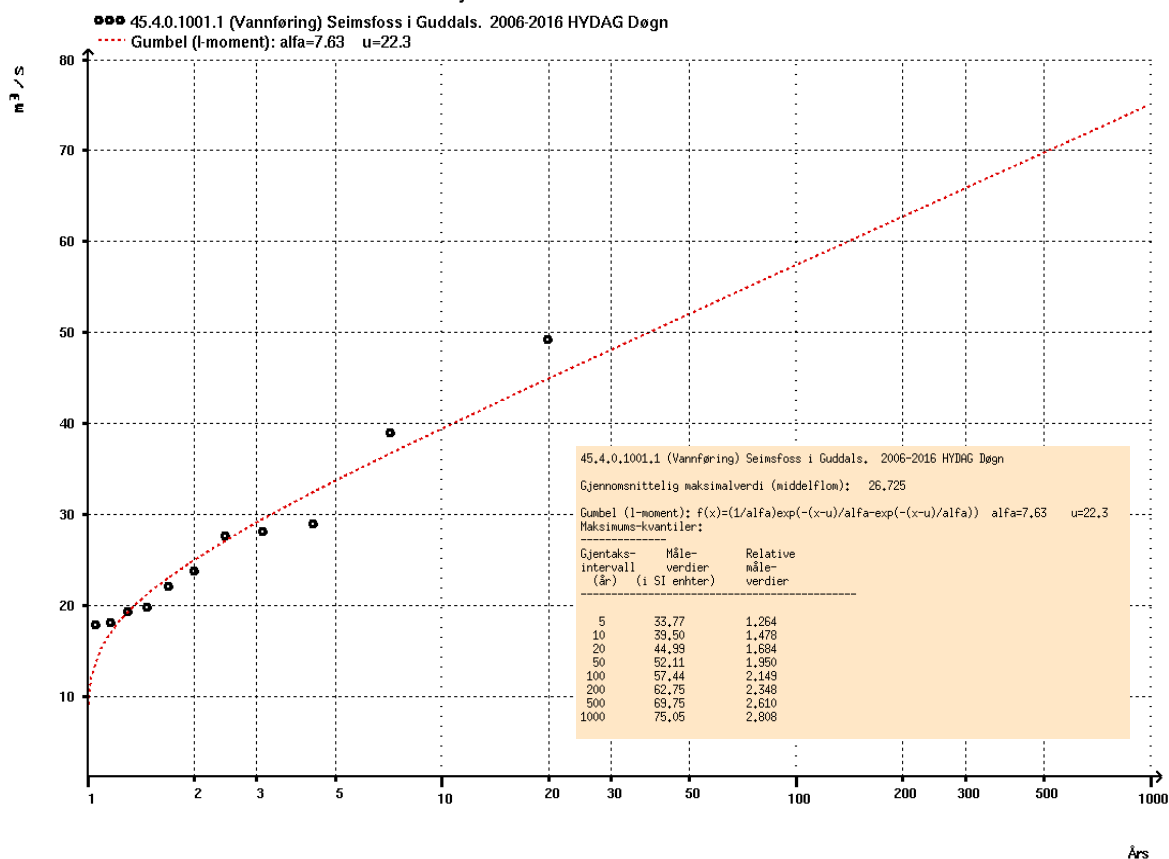
0 87.5 175 350 Meters



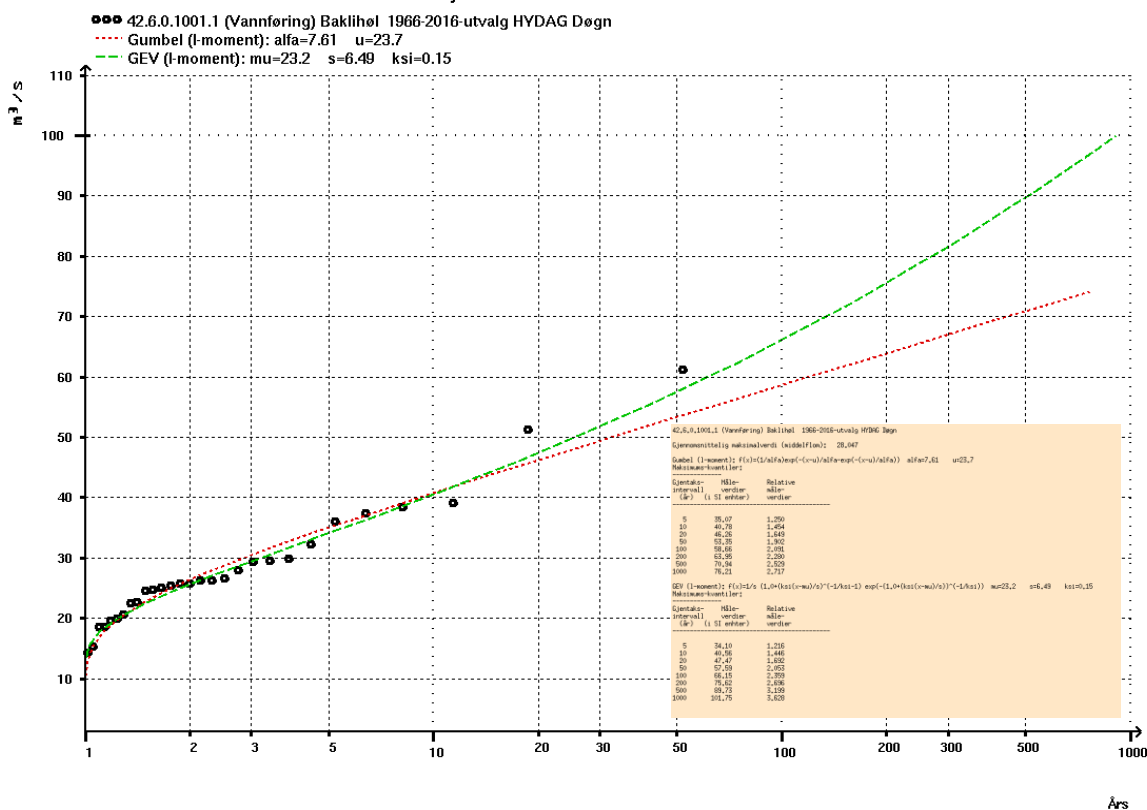
Bilag 5 Frekvenskurver fra utvalgte vannmerker

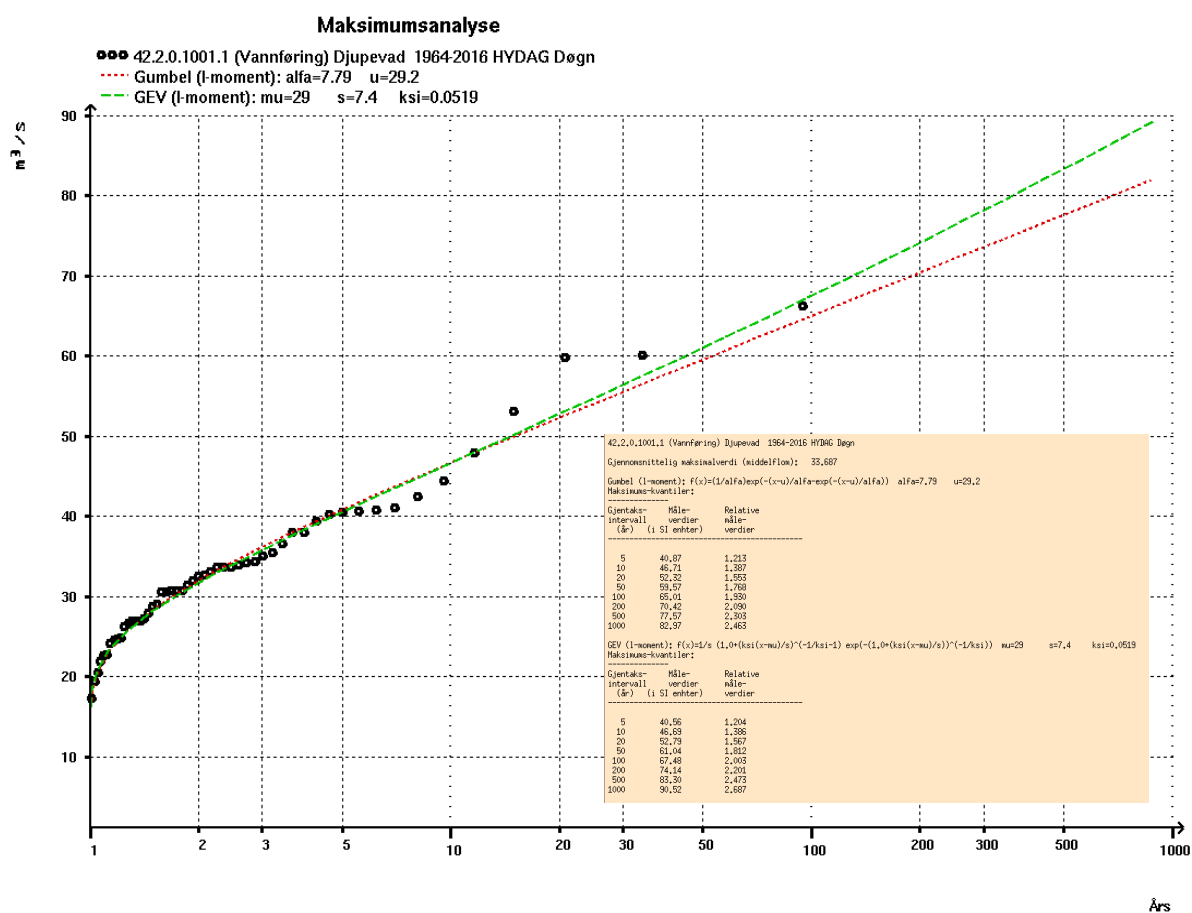
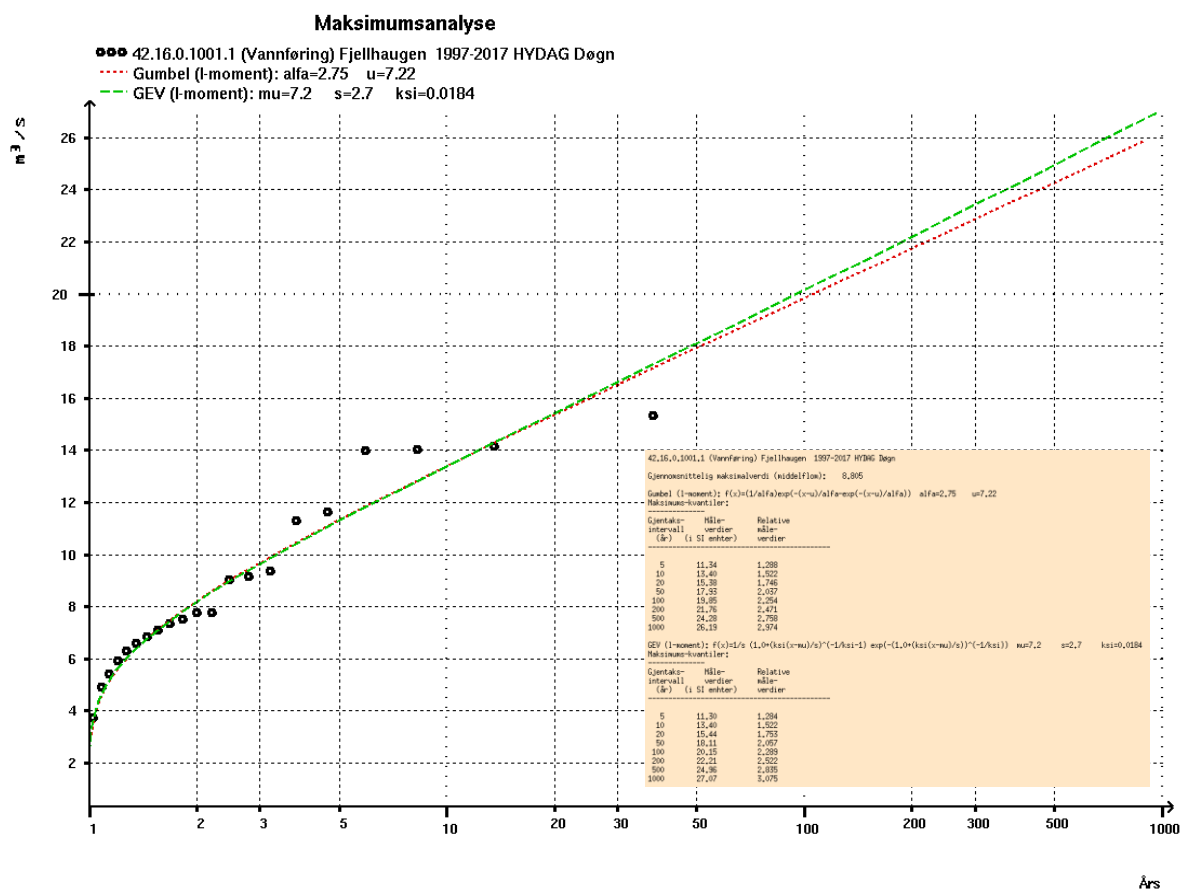


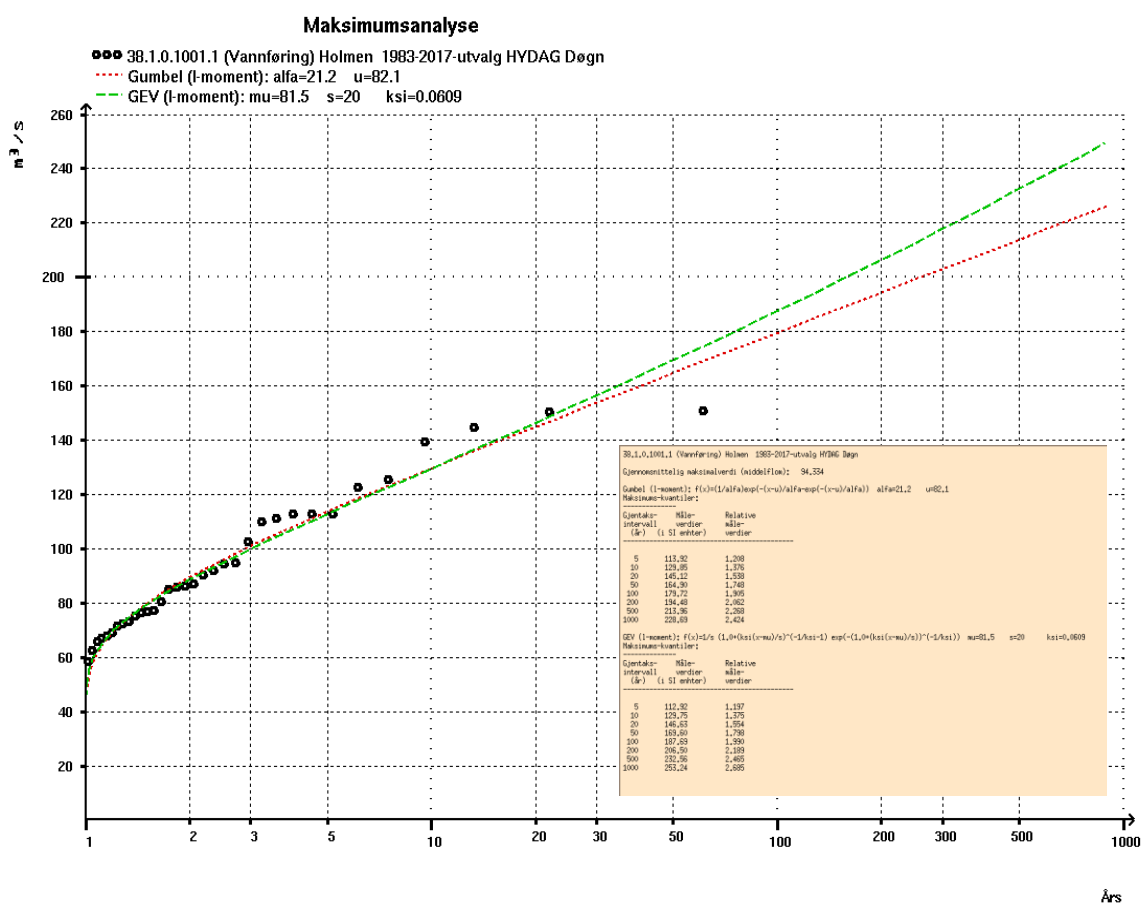
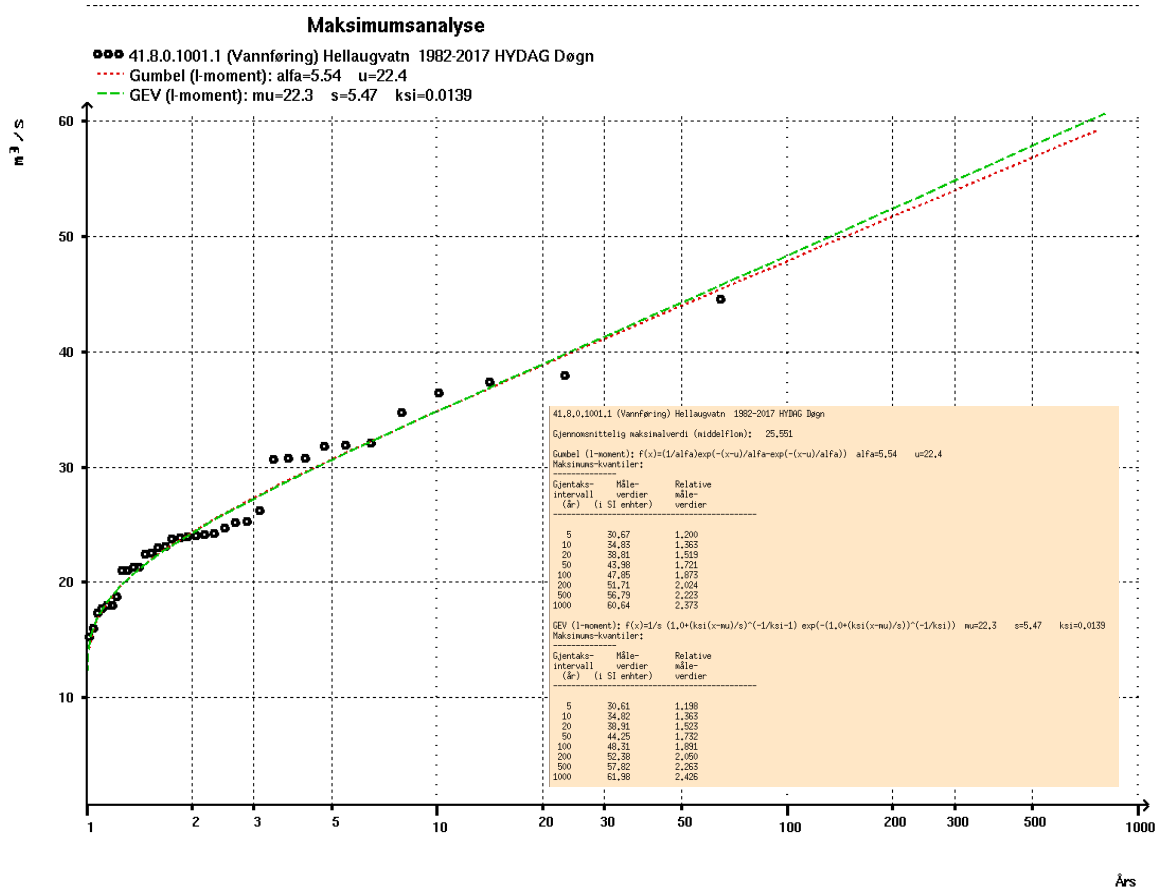
Maksimumsanalyse



Maksimumsanalyse

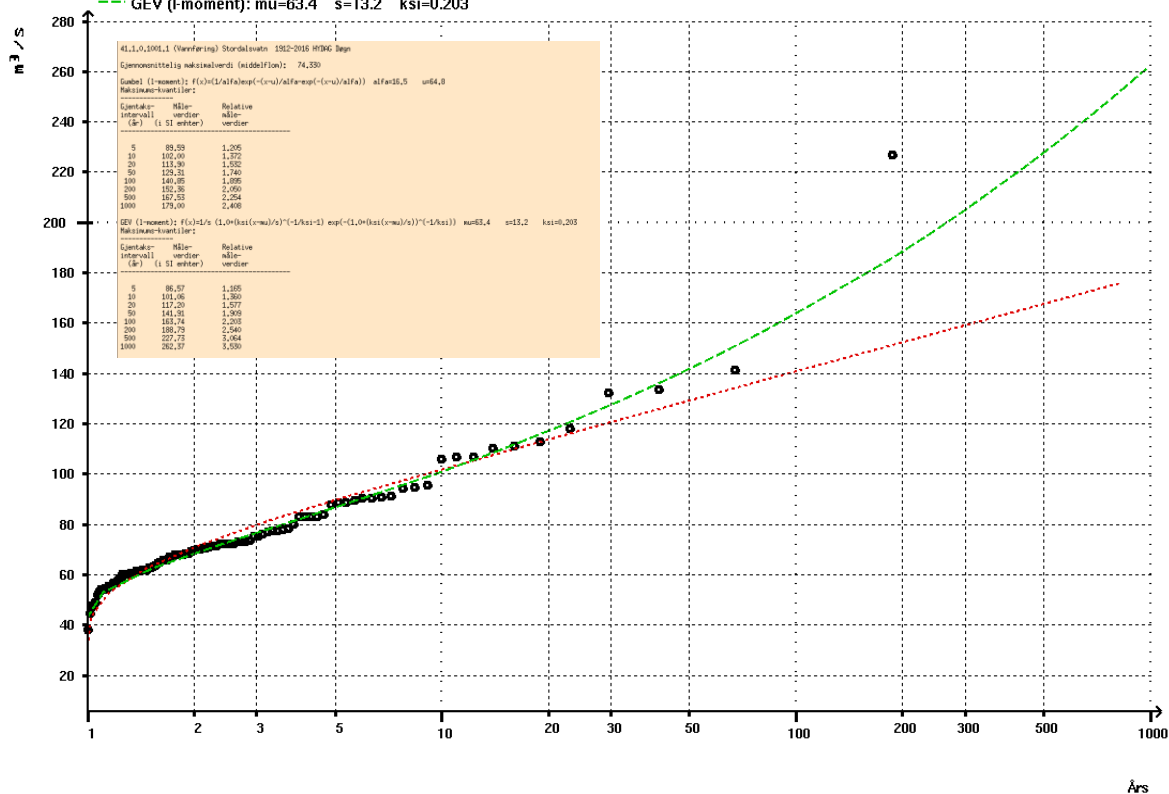






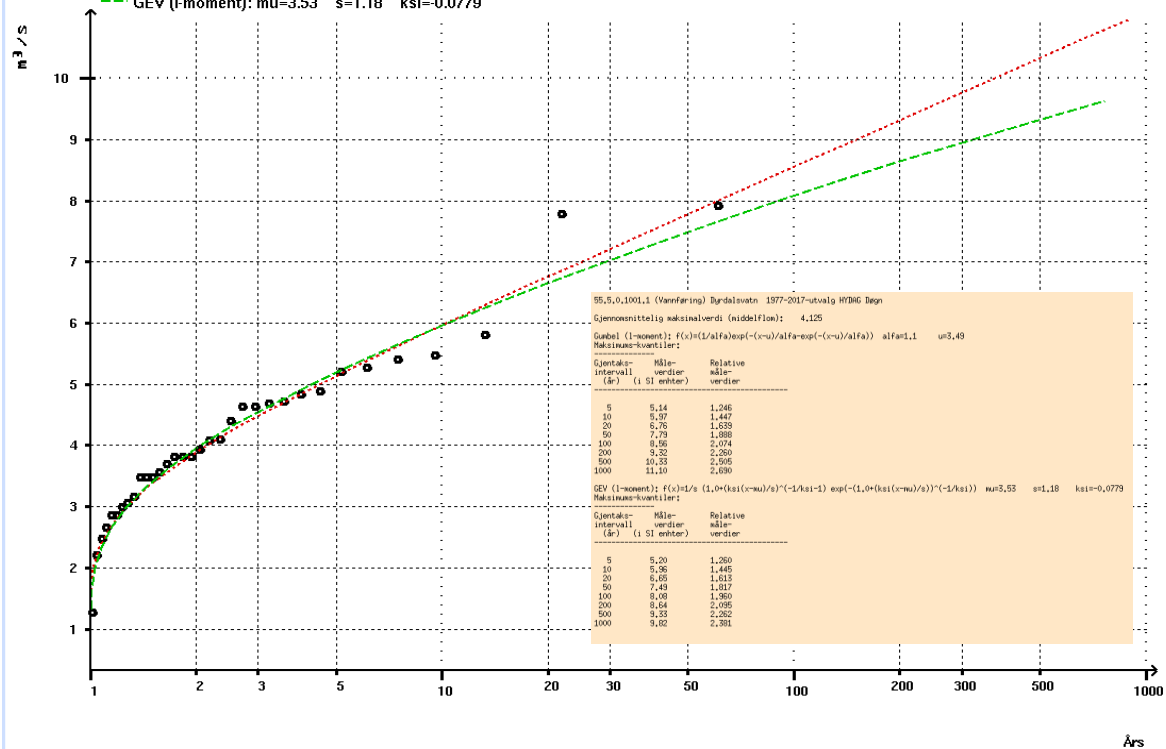
Maksimumsanalyse

41.1.0.1001.1 (Vannføring) Stordalsvatn 1912-2016 HYDAG Døgn
 Gumbel (l-moment): $\alpha=16.5$ $u=64.8$
 GEV (l-moment): $\mu=63.4$ $s=13.2$ $ksi=0.203$

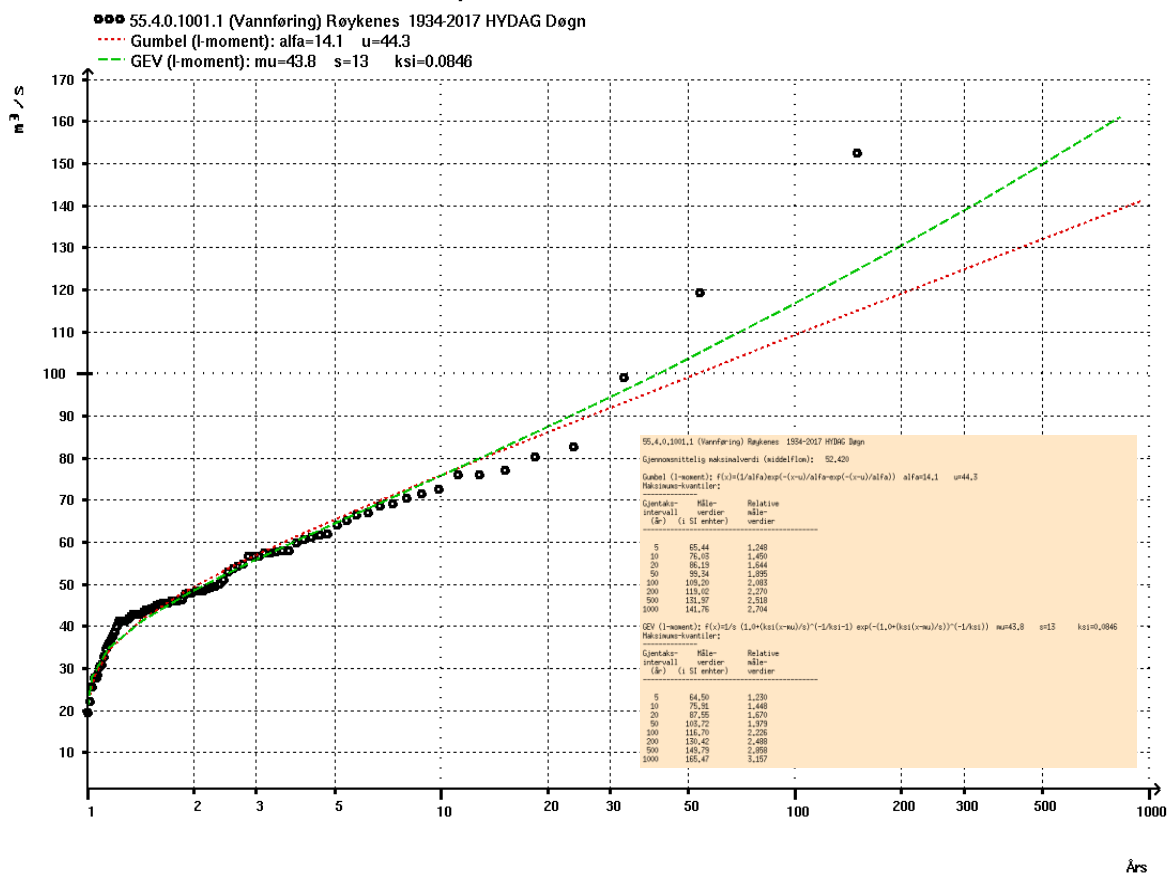


Maksimumsanalyse

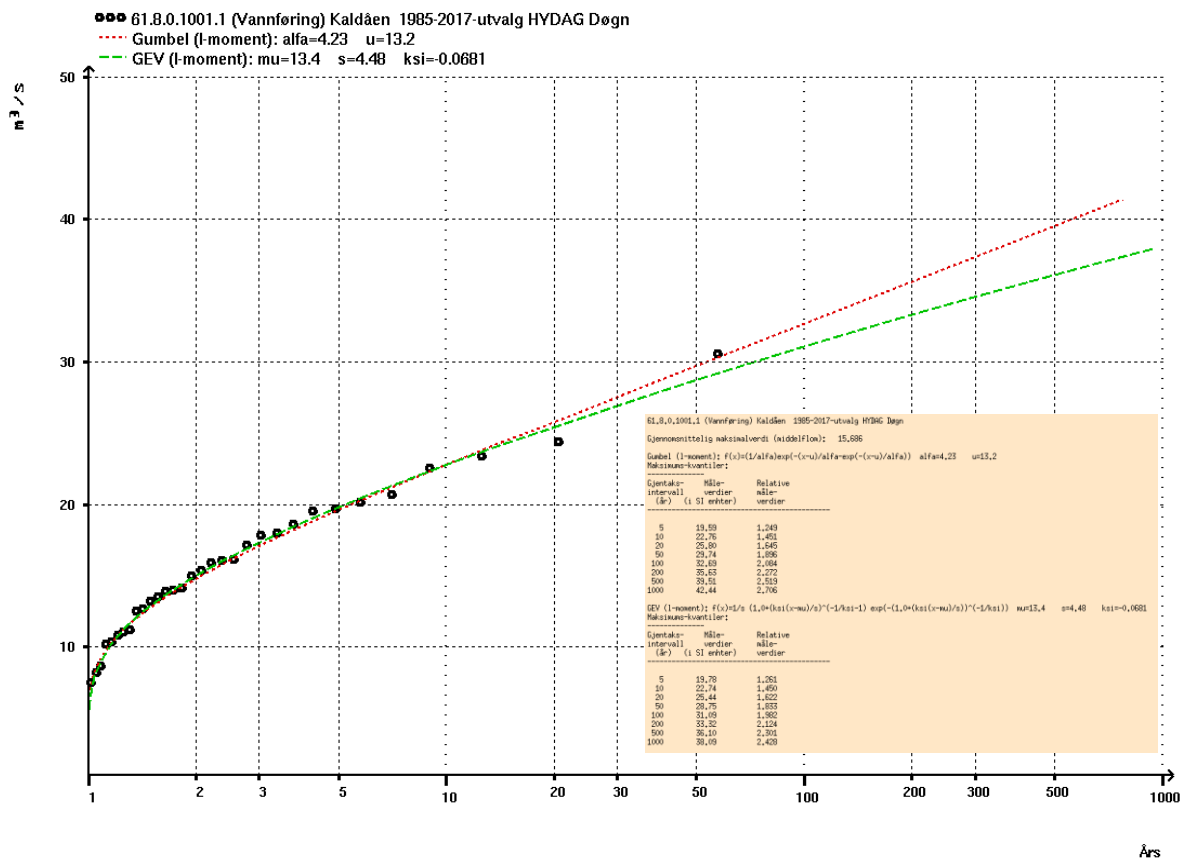
55.5.0.1001.1 (Vannføring) Dyrdalsvatn 1977-2017-utvalg HYDAG Døgn
 Gumbel (l-moment): $\alpha=1.1$ $u=3.49$
 GEV (l-moment): $\mu=3.53$ $s=1.18$ $ksi=0.0779$

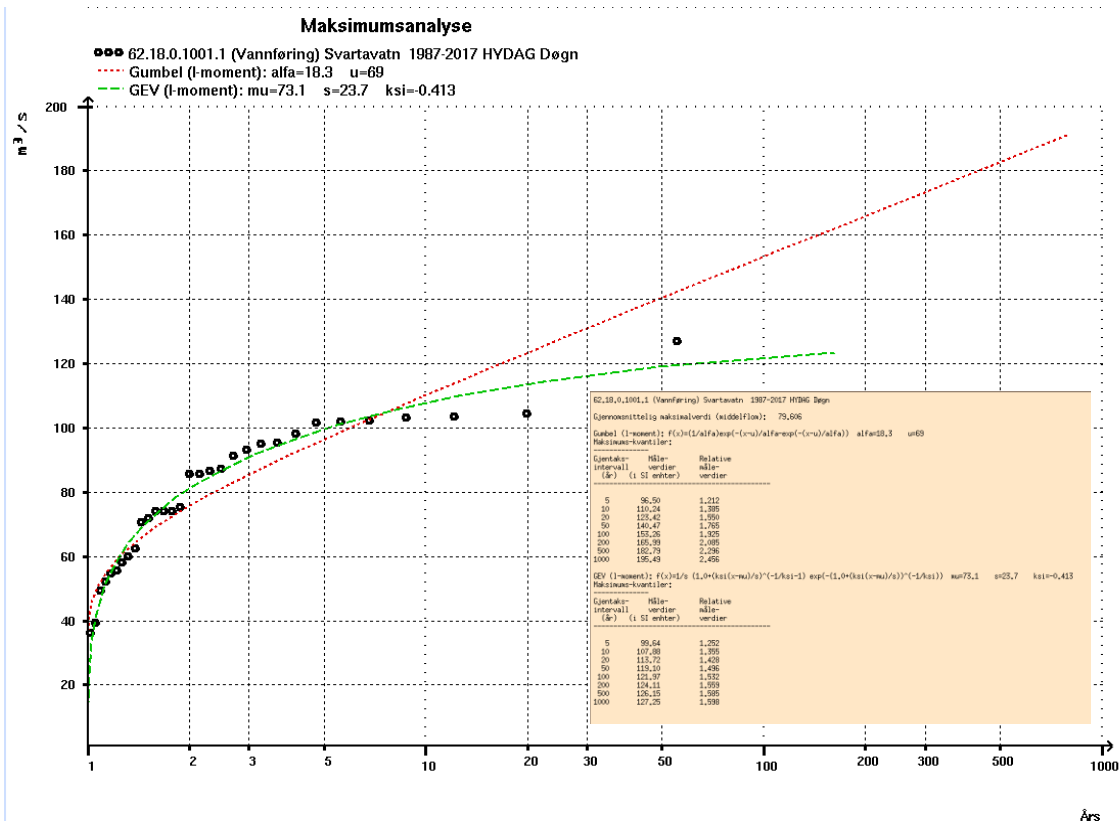


Maksimumsanalyse



Maksimumsanalyse





Bilag 6 Estimert havnivå

