

Kvinnherad Kommune

# Flomsonekartlegging i Kvinnherad kommune

Åkraelva



Oppdragsnr.: 5185895 Dokumentnr.: D03 Versjon: J02  
2019-02-04

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

J02	2019-02-04	Kontrollert av Kvinnherad kommune	Gunnar Fiskum		
J01	2018-12-07	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 flomsone for flere elver i kommunen. Denne rapporten dokumenterer beregnet flomsone langs Åkraelva og Øvstebøelva som begge renner ned til og gjennom Åkra sør i kommunen. Det er gjort beregninger for flom med gjentaksintervall på 20-, 200- og 1000 år inkludert klimapåslag.

Flomstørrelser er beregnet på grunnlag av en frekvensanalyse gjort på nærliggende og representative vannmerker. Resultatene fra frekvensanalysen er kontrollert ved bruk av NIFS formelverk. 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 Åkraelva fører til økt vannstand som berører områdene tett på vassdraget. Størst flomutbredelse er der elva renner ut i sjøen, og flere bolighus ligger innenfor flomsonen ved stor flom. Kraftverkene knyttet til vassdraget ligger tett på elva og er også flomutsatt.

## Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning og forutsetninger</b>	<b>5</b>
1.1	Beskrivelse av nedbørfeltet	6
<b>2</b>	<b>Beregning av flomstørrelser</b>	<b>9</b>
2.1	Målestasjoner	9
2.2	Vurdering av årsmiddeltilsg i Åkravassdraget	10
2.3	Sesongvariasjon	11
2.4	Flomfrekvensanalyse døgnmiddelflom	11
2.5	Regresjonsanalyse	12
2.6	Sammenligning med Nasjonalt formelverk for små nedbørfelt	13
2.7	Beregning av momentanflom	13
2.8	Endelig valg flomstørrelse og klimapåslag	14
<b>3</b>	<b>Hydraulisk modell</b>	<b>15</b>
3.1	Beregningsmodell og datakvalitet	15
3.2	Grensebetingelser	16
3.3	Infrastruktur i modellen	17
<b>4</b>	<b>Resultat og konklusjon</b>	<b>18</b>
<b>5</b>	<b>Diskusjon og vurdering av resultat</b>	<b>19</b>
5.1	Usikkerheter	19
5.2	Sensitivitetsvurdering	19
<b>6</b>	<b>Bilag og referanser</b>	<b>20</b>
6.1	Bilag	20
6.2	Referanser	20

# 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 Åkravassdraget, og dokumenterer flomutbredelse langs nedre del av Åkraelva og Øvstebøelva ved ulike gjentakintervall. NVE har ikke utført flomsonekartlegging i vassdraget tidligere. Kvinnherad kommune er markert på oversiktskart i Figur 1.



Figur 1 Oversiktskart med markering av Kvinnherad kommune

## 1.1 Beskrivelse av nedbørfeltet

Åkra ligger lengst sør i Kvinnherad kommune ved innløpet til Åkrafjorden. Vassdraget består av to hovedelver, Åkraelva og Øvstebøelva hvor Åkraelva har sitt opphav i Skadvatna, mens Øvstebøelva starter i Bergstølsvatnet. Nedbørfeltet har relativt stor variasjon i høyde og varierer fra havnivå opp til ca. 960 meter over havet. De øvre delene av feltet er i hovedsak snaufjell, mens de lavereliggende områdene består av skog- og myrområder. Åkra er et mindre tettsted hovedsakelig bestående av bolighus og jordbruksområder.

Begge hovedelvene i vassdraget er benyttet til kraftproduksjon med Åkraelva kraftverk (5,3 MW) og Vikelva Kraftverk (4,1 MW). Kraftverkene utnytter vannføring i elvene i tillegg til mindre sidebekker. Ved inntakene til kraftverkene er det etablert mindre damkonstruksjoner, men magasineringen i disse er neglisjerbar i flomsammenheng. Flomvannføringene er i modellen ikke redusert på de strekningene der rørgatene går. Dette har liten betydning i flomsammenheng, da kraftverkene har liten kapasitet sammenlignet med flomstørrelsene. Nøkkeldata for nedbørfeltene er presentert i Tabell 1, mens et oversiktskart over nedbørfeltet er vist i Figur 2, Figur 3 og Figur 4.

Tabell 1 Nøkkeldata for nedbørfeltene i Åkravassdraget

Nedbørfelt	Areal (km <sup>2</sup> )	Effektiv sjø % (%)	Felthøyde, min-med-maks (moh.)	Breandel (%)	Middelvannføring <sup>1</sup> (l/s/km <sup>2</sup> )
Åkravassdraget (utløp)	25,4	0,3	0-610-962	0	97,3
Åkraelva	13,3	0,1	37-670-962	0	103,0
Øvstebøelva	10,8	1,8	33-594-930	0	93,3

<sup>1</sup> Fra NVEs avrenningskart NEVINA





Figur 2 Oversiktskart med markering av nedbørfeltet til Åkravassdraget



Figur 3 Oversiktskart over Åkravassdraget



Figur 4 Oversiktskart over nedre deler av Åkraelva



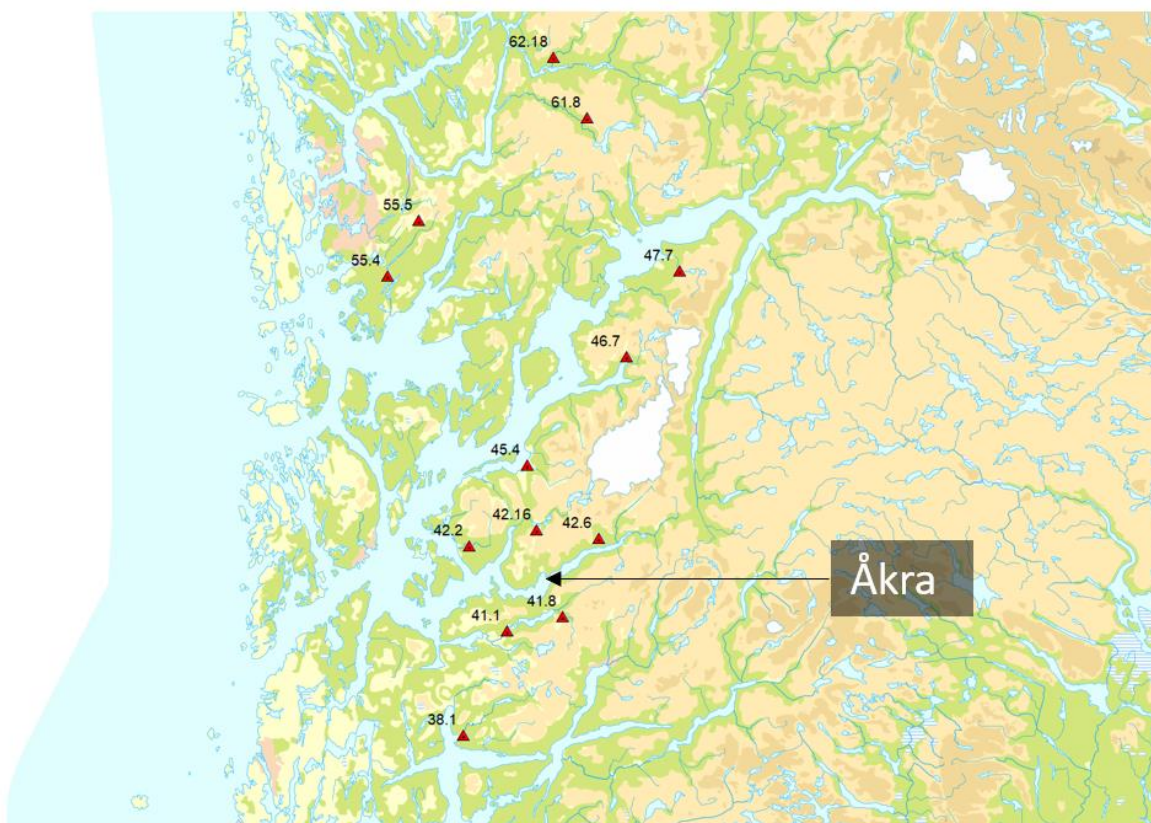
## 2 Beregning av flomstørrelser

### 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 vannmerkene er vist i Figur 5.

Tabell 2 Vannmerker/målestasjoner benyttet i flomberegning

Nr.	Navn	Periode	H <sub>med</sub> (moh.)	Areal (km <sup>2</sup> )	Ase (%)	Bre (%)	Q <sub>n</sub> (l/s/km <sup>2</sup> )
47.7	Fodnastøl	1963-1995	1063.00	43.4	3.75	1.01	60
46.7	Brakhaug	1974-2005	947.00	9.25	2.27	0.00	122
45.4	Seimsfoss	2007-2016	782.00	36.4	1.08	2.68	125
42.6	Baklihøl	1966-2016	898.00	19.9	0.15	0.00	134
42.16	Fjellhaugen	1998-2017	685.00	7.22	1.08	0.00	118
42.2	Djupevad	1964-2016	526.00	31.9	0.34	0.00	101
41.8	Hellaaugvatn	1982-2017	904.00	27.5	1.97	0.00	118
38.1	Holmen	1983-2017	556.00	117	1.56	0.00	109
41.1	Stordalsvatn	1913-2017	681.00	131	6.68	0.00	98
55.5	Dyrdalsvatn	1979-2017	581.00	3.31	3.98	0.00	125
55.4	Røykenes	1934-2017	307.00	50.1	2.24	0.00	97
61.8	Kaldåen	1988-2017	884.00	15.3	0.10	0.00	100
62.18	Svartavatn	1988-2017	754.00	72.4	0.32	0.00	112



Figur 5 Vannmerker benyttet i regional flomanalyse

## 2.2 Vurdering av årsmiddeltilsgig i Åkravassdraget

NVEs avrenningskart (61-90) oppgir et årsmiddeltilsgig på 97 l/s/km<sup>2</sup> ved Åkraelvas utløp i sjøen. Vannmerke 42.6 Baklihøl ligger rett nord-øst for Åkra og nedbørfeltene vurderes som relativt like. Ved Baklihøl er det observert en årlig middelvannføring på 134 l/s/km<sup>2</sup>, mens avrenningskartet i samme området gir 153 l/s/km<sup>2</sup>. Det betyr at målingene til vannmerket gir en middelvannføring som er ca. 12% mindre enn beregningene gjort i avrenningskartet for samme sted. Både målinger og avrenningskart ved Baklihøl gir betydelig større middelerverdier enn avrenningskartet gir ved Åkra. Dette vurderes ikke urealistisk, da Baklihøl-feltet ligger høyere, og samtidig rett sør for Folgefonna.

Andre nærliggende vannmerker er 42.2 Djupevad, 42.16 Fjellhaugen og 41.8 Hellaugvatn. Vannmerke 42.2 Djupevad har observert middelvannføring på 101 l/s/km<sup>2</sup>. Avrenningskartet for samme området gir middelvannføring på 110 l/s/km<sup>2</sup>. Målingene til vannmerket ligger dermed 9% lavere enn avrenningskartet. Fjellhaugen, vannmerke 42.16, har registrert middelvannføring på 118 l/s/km<sup>2</sup>, noe som er 6% høyere enn NVEs avrenningskart for samme området. Kartet oppgir en verdi på 111 l/s/km<sup>2</sup>. Ved Hellaugvatn er det også målt middelvannføring på 118 l/s/km<sup>2</sup>, som er 8-9% lavere enn avrenningskartet på 129 l/s/km<sup>2</sup>.

Det er et relativt stort sprik mellom årsmiddeltilsgiget, både mellom de ulike feltene og mellom målingene og avrenningskartet. Samtidig gir avrenningskartet ved Åkra et årsmiddeltilsgig som ligger i det lavere sjiktet sammenlignet med de andre feltene. For å ta hensyn til mulig noe lav middelvannføring fra NVEs avrenningskart er middelvannføringen i Åkravassdraget økt til 105 l/s/km<sup>2</sup>. Dette baserer seg særlig på det noe høyere liggende nabofeltet i nord, Fjellhaugen, med 118 l/s/km<sup>2</sup>, og Djupevad, som ligger noe lavere over havet og har 101 l/s/km<sup>2</sup>. Det påpekes at sammenligningene mellom måleseriene og avrenningskartet ikke nødvendigvis dekker samme tidsperiode.

## 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 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 3 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. Frekvenskurver for vannmerkene ligger vedlagt i Bilag 4.

Tabell 3 Flomfrekvensanalyse

Nr.	Navn	Areal (km <sup>2</sup> )	Periode	Q <sub>M</sub> l/(s*km <sup>2</sup> )	Q <sub>20</sub> /Q <sub>M</sub>	Q <sub>200</sub> /Q <sub>M</sub>	Q <sub>1000</sub> /Q <sub>M</sub>	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
	<b>Middel</b>	<b>43,4</b>		<b>960</b>	<b>1,61</b>	<b>2,24</b>	<b>2,67</b>	

## 2.5 Regresjonsanalyse

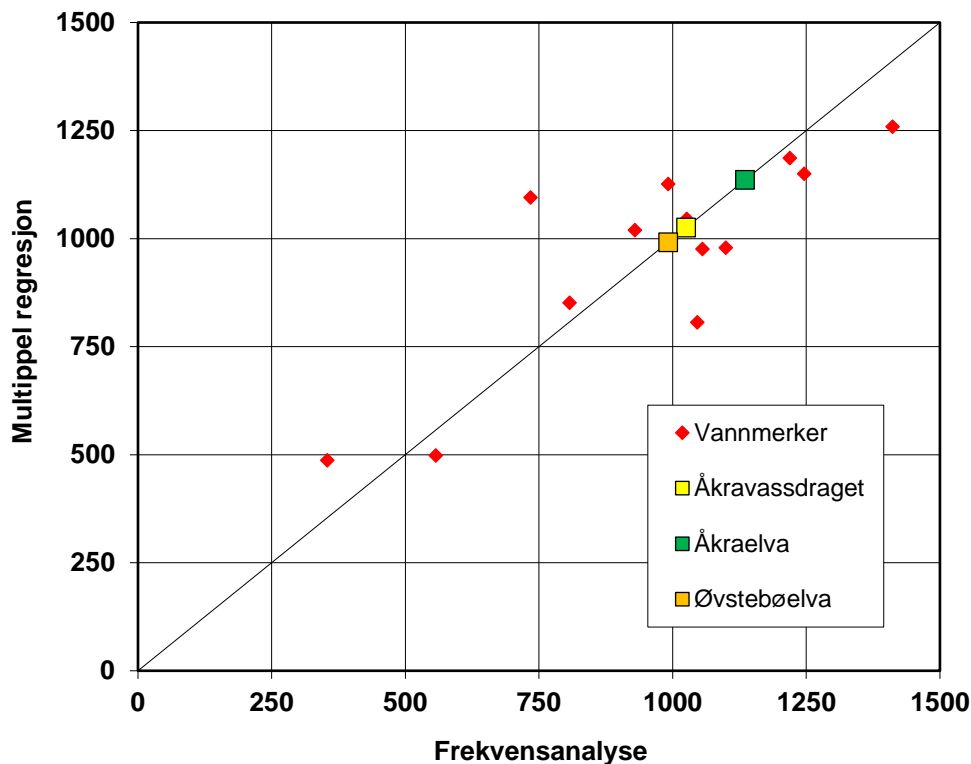
For å vurdere om døgnmiddelflommen i regionen kan forklares med grunnlag i nedbørfeltene karakteristika, er det utført en multipl regressjonsanalyse på datasettet fra Tabell 3. En slik analyse gir indikasjoner om hvorvidt det er reell statistisk sannsynlighet for at en gitt parameter har betydning for 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<sup>2</sup> er et mål på hvor god den aktuelle tilpasningen er og hvorvidt den kan gjenskape de faktiske observasjonene/ frekvensanalysene. Ligningen ovenfor har en R<sup>2</sup>-verdi på 0,71, noe som anses som en akseptabel tilnærming. Regresjonsligningen på feltparametere for Åkravassdraget gir flomverdier som gitt i Tabell 4, mens et regresjonsplott med verdier fra analysen er vist i Figur 6.

Tabell 4 Middelflom beregnet med regresjonsanalyse

Felt	Middelflom (l/s/km <sup>2</sup> )	Middelflom (m <sup>3</sup> /s)
Åkravassdraget	1026	26,1
Åkraelva	1136	15,1
Øvstebøelva	992	10,7



Figur 6 Regresjonsplott for Åkravassdraget



## 2.6 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 km<sup>2</sup>, men er anbefalt verifisert mot lokale målinger (NVE, 2015). I formelen er flomstørrelsen i et gitt felt avhengig av normalt årsmiddeltilsg og effektiv sjøprosent. Det vises til [NVE-rapport 7-2015](#) for flere detaljer. 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 Q<sub>200</sub> til Q<sub>1000</sub> er **1,19**. Omregning fra momentanverdi til døgnverdi er gjort ved bruk av formel for Q<sub>mom</sub>/Q<sub>døgn</sub> hentet fra NVEs retningslinjer for flomberegninger (høstverdi). Tabell 5 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<sub>T</sub> er vannføring ved angitt gjentaksintervall og Γ er gammafunksjon

Tabell 5 Døgnverdier for middelflom, 20-årsflom, 200-årsflom og 1000-årsflom beregnet med NIFS formelverk

Felt	Døgnmiddelflom (l/s/km <sup>2</sup> )	Døgnflom Q <sub>20</sub> (l/s/km <sup>2</sup> )	Døgnflom Q <sub>200</sub> (l/s/km <sup>2</sup> )	Døgnflom Q <sub>1000</sub> (l/s/km <sup>2</sup> )
Åkravassdraget	876	1353	2150	2563
Åkraelva	983	1561	2397	2857
Øvstebøelva	828	1329	2082	2482

## 2.7 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 formelen for høstflommer. Formelen (5) for forholdstallet er hentet fra NVEs retningslinjer for flomberegninger og gjengitt under. For feltene i Åkravassdraget er det beregnet forholdstall mellom momentanflom og døgnmiddelflom (Q<sub>mom</sub>/Q<sub>døgn</sub>) presentert i Tabell 6. Disse verdiene er lagt til grunn.

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

Tabell 6 Ligning for forholdstall mellom momentanflom og døgnmiddelflom

Felt	Q <sub>mom</sub> /Q <sub>døgn</sub>
Åkravassdraget	1,73
Åkraelva	1,88
Øvstebøelva	1,63

## 2.8 Endelig valg av flomstørrelse og klimapåslag

NVE anbefaler i rapport 81-2016 «minst 20 %» klimapåslag i alle felt mindre enn 100 km<sup>2</sup> på Vestlandet, 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 km<sup>2</sup>) ligger i Handelandselva 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 Handelandselva forventes derfor også å være representative for Åkravassdraget. 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.

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

Beregnet flomverdi fra regresjonsanalyse for Åkraelva er på 1136 l/s/km<sup>2</sup>, mens NIFS-formelverk til sammenligning gir 983 l/s/km<sup>2</sup>. Regresjonsligningen gir 992 l/s/km<sup>2</sup> i feltet til Øvstebøelva, mens NIFS-formelverk gir 828 l/s/km<sup>2</sup> i samme felt. For begge feltene gir regresjonsanalysen større verdier enn beregnet med NIFS. Sammenligning av verdiene er presentert i Tabell 7.

Tabell 7 Sammenligning av døgnmiddelflom beregnet med regresjonsanalyse og NIFS-formelverk

Felt	Døgnmiddelflom med regresjonsanalyse (l/s/km <sup>2</sup> )	Døgnmiddelflom med NIFS-formelverk (l/s/km <sup>2</sup> )
Åkravassdraget	1026	876
Åkraelva	1136	983
Øvstebøelva	992	828

Det er i de videre beregningene valgt å ta utgangspunkt i flomvannføring beregnet med regresjonsanalyse, men noe redusert på grunn av lavere resultat med NIFS. Det gir en middelflom i Åkraelva på 1100 l/s/km<sup>2</sup>, middelflom i Øvstebøelva på 950 l/s/km<sup>2</sup> og en middelflom ved utløpet av vassdraget på 1000 l/s/km<sup>2</sup>. Skalering fra middelflom til flommer med større gjentakintervall er gjort med gjennomsnittlig forholdstall ( $Q_x/Q_m$ ) hentet fra frekvensanalysen (se Tabell 3). Benyttede flomverdier (kulminasjonsverdi) for ulike gjentakintervall inkludert klimapåslag er presentert i Tabell 8.

Tabell 8 Flomverdier for Åkravassdraget inkludert klimapåslag gitt i m<sup>3</sup>/s

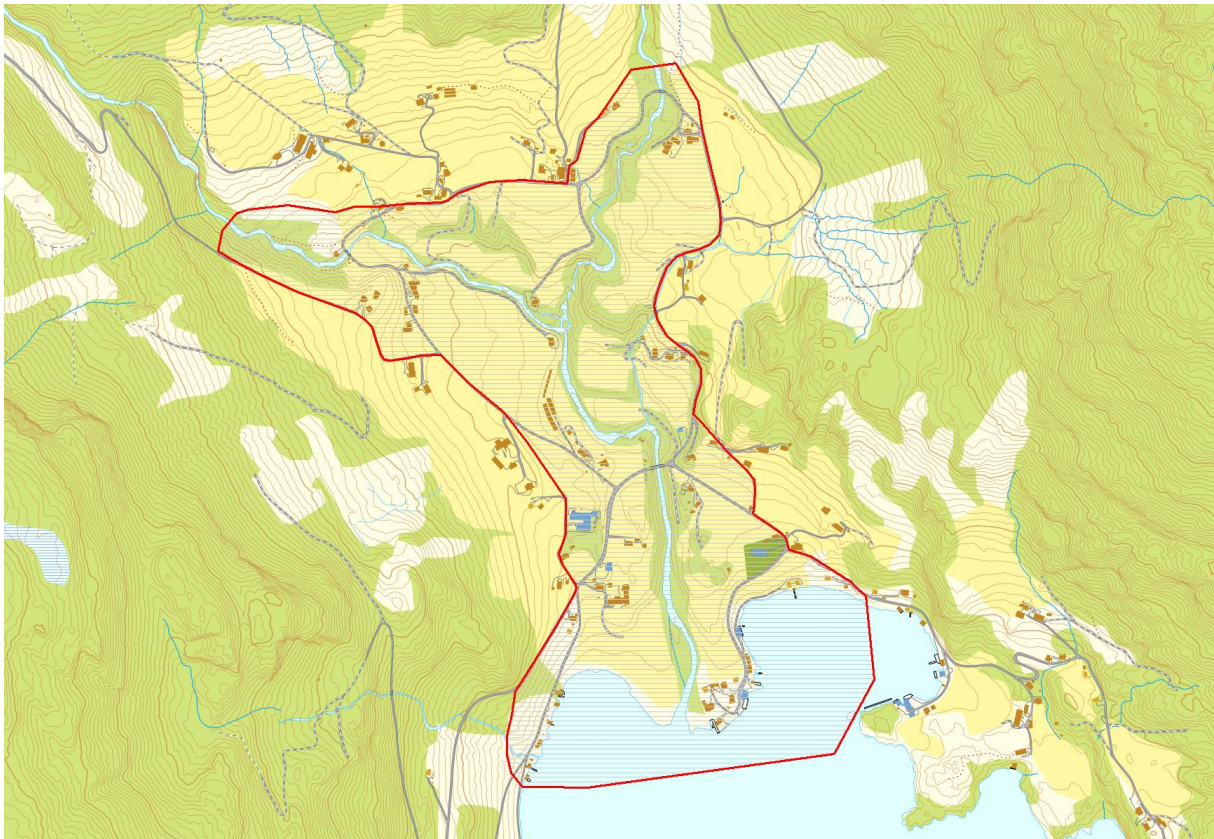
Felt	Q <sub>m</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>20</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>200</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>1000</sub> (m <sup>3</sup> /s)
Åkravassdraget	62	99	138	165
Åkraelva	38	62	86	103
Øvstebøelva	23	38	52	62

## 3 Hydraulisk modell

### 3.1 Beregningsmodell og datakvalitet

Vannstandsstigning langs Åkravassdraget 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 og rutenettsoppløsningen er 0,5 meter. Høydene i modellen refererer til høydedatum NN2000. HEC-RAS beregner vannføring, vannstand og vannhastighet i et «beregningsmesh». Cellestørrelsen i «meshet» er satt til 3x3 meter i elven og områdene som blir berørt ved flom.

Modellen starter i underkant av kote 100 moh. i både Åkraelva og Øvstebøelva, og går derfra ut i sjøen. Se markering av modellert område i Figur 7.



Figur 7 Modellert område langs nedre deler av Åkravassdraget

### 3.2 Grensebetingelser

2D-modellen er satt opp med en øvre og nedre grensebetingelse hvor oppstrøms grensebetingelse er flomvannføring inn på beregningsområdet i Øvstebøelva og Åkraelva. Flomvannføringen er momentanverdi for flom ilagt klimapåslag. Det er gjort vurdering for tre ulike gjentaksintervall, og vannføring kommer fra både Åkraelva og Øvstebøelva. Restfeltet nedstrøms samløpet mellom elvene er inkludert i tilsiget.

Nedre grensebetingelse er vannstanden i sjøen. 1-års stormflo i år 2100 er satt som en fast vannstand i modellen. Vannstanden er hentet fra Kartverkets side for havnivå som opplyser 1-års stormflo i Åkra til 87 cm. Havnivået er beregnet med tidevann fra Bergen ilagt tidsforskjell og høydekorleksjon. 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 133 cm. I modellen er denne vannstanden økt ytterligere til **140 cm** i henhold til anbefaling fra DSB.

Det er ikke utført befaring i området og friksjonsforholdene er derfor vurdert ut fra kartdata og flyfoto. Åkra er et mindre tettsted hvor tilnærmet hele arealet er utnyttet som åpent jordbrukslandskap med spredt bebyggelse. Åkra- og Øvstebøelva renner midt i dette landskapet, men det er lite boligbebyggelse tett på elvene før helt ved utløpet i sjøen. Hovedsakelig grenser elven enten til et tynt skogbelte som ligger på elvebredden eller til åpent jordbruksareal. Unntaket fra dette er vegen som leder ned til Vikelva kraftverk. Elven vurderes som relativt bratt med flere små stryk og elvebunnen består av relativt stor stein og lite løsmasser.

Friksjonsfaktoren for beregningsstrekningen er basert på Manningstall ( $n$ ), og varierer fra 0,02 der det er infrastruktur 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	0,04
Fulldyrka jord	0.05
Innmarksbeite	0.045
Åpen fastmark	0.035
Bebygd område	0.04
Overflatedyrka jord	0.045
Skog	0.1
Samferdsel	0.02



### 3.3 Infrastruktur i modellen

Det er tre vegbroer som krysser Åkravassdraget der flomsone er vurdert. Disse bruene er nummerert med nummer 10 – nummer 12 og vist på kart i Figur 8. Bru nummer 10 er en del av fylkesveg 40, mens de to andre bruene er bygget langs Bygdavegen. Broene er kontrollmålt av Kvinnherad kommune og oppmålingsprofiler samt bilder av broene ligger vedlagt i Bilag 1. I en flomsituasjon vil ikke broene overtoppes så lenge det ikke blir tilstopping og de er derfor ikke inkludert i modellen. Like vest for bru nr. 12 går et grøfteløp og det er forventet at det vil renne vann der i en flomsituasjon. Dette vannet vil renne over Bygdavegen og tilbake i elveløpet på nedsiden av vegen.



Figur 8 Kart med markering av bruer som krysser Åkravassdraget

## 4 Resultat og konklusjon

Flomsonekart for Åkravassdraget ved flom med gjentaksintervall på 20-, 200- og 1000-år inkludert klimapåslag ligger vedlagt i Bilag 2-Bilag 4. Beregnet flom gir økt vannføring i vassdraget, men flomutbredelsen blir relativt liten, spesielt i øvre del av vassdraget. Før elva renner ut i sjøen flater terrenget ut, noe som fører til at områdene nært utløpet delvis oversvømmes. Det fører til at deler av boligfeltet på Øyra blir oversvømt. Generelt er det lite bebyggelse tett på vassdraget med unntak av allerede nevnte boligfelt, de to kraftverkene og en lager/garasjebygning ved bru nr. 11 (Øvstebøelva). Åkraelva kraftverk blir ikke direkte berørt av flommen, men ligger så tett på vassdraget at det kan være utsatt. Flere bygg i Åkra er utsatt for skade ved stormflo i sjøen, men det er bare bygninger som er eller vurderes som utsatt for flom som nevnes i denne rapporten. Tabell 10 viser en oversikt over bygninger/adresser som blir berørt ved flom. Det er ikke vurdert om kjellere som ligger i grunnen/ under terrenget blir berørt.

Tabell 10 Berørte bygninger

Adresse	Gnr. Bnr.	Bruksområde	Berørt ved flom
Åkravegen 670, 672	279/19	Enebolig	Berørt ved stormflo
	279/31,32	Naust/fritidsbolig	Berørt ved stormflo
Åkravegen 664, 666	282/10	Bolig/butikk	Berørt ved stormflo
Åkravegen 663	282/10	Lager/næringsbygg	Berørt ved stormflo
Bygdavegen 38	279/5/1	Vikaelva kraftverk	Q <sub>200</sub>
Bygdevegen 72	280/6	Lagerbygg/ garasje	Q <sub>200</sub>
Åkravegen 668	279/32	Enebolig	Q <sub>1000</sub>
Åkravegen 662	282/10	Garasje	Q <sub>1000</sub>

## 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 elveprofilen på grunn av erosjon eller tiltak som er skjedd etter at kartlegging ble foretatt. Terrengmodellen er beregnet på grunnlag av en kartlegging på et tidspunkt der det var moderat til liten vannføring i vassdragene i området (20-23/7-2013 og 30/9-3/10+11/10-13/10-2013). 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.

Bruene i vassdraget berøres i utgangspunktet ikke ved flom, men det er alltid en risiko for at bruer tilstoppes eller får redusert avløpskapasitet. Det kan føre til økt vannstandstigning tilbake i vassdraget som ikke er vist på kartene.

### 5.2 Sensitivitetsvurdering

For å undersøke flomsensitiviteten i Åkravassdraget er det gjort en sensitivitetsanalyse ved å øke flomstørrelse ( $Q_{1000}$  inkl. klimapåslag) og friksjon i modellen med 20 %. En slik situasjon gir vannstandsstigning på opp mot ca. 0,5 meter sammenlignet med 1000-års situasjonen gitt i flomsonekartene. Ved elvas utløp i sjøen blir vannstandsstigningen mindre. Økning i flomstørrelse og friksjon i modellen fører til høyere vannstand, men berører ikke bygninger eller infrastruktur som ikke allerede er berørt uten aktuelle påslag. Sensitiviteten i beregningene med hensyn på konsekvensene ved flom er derfor liten.

Det anbefales generelt å tillegge en sikkerhetsmargin på 0,5 meter til beregnede flomvannstander.

## 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. Havnivå ved Åkra

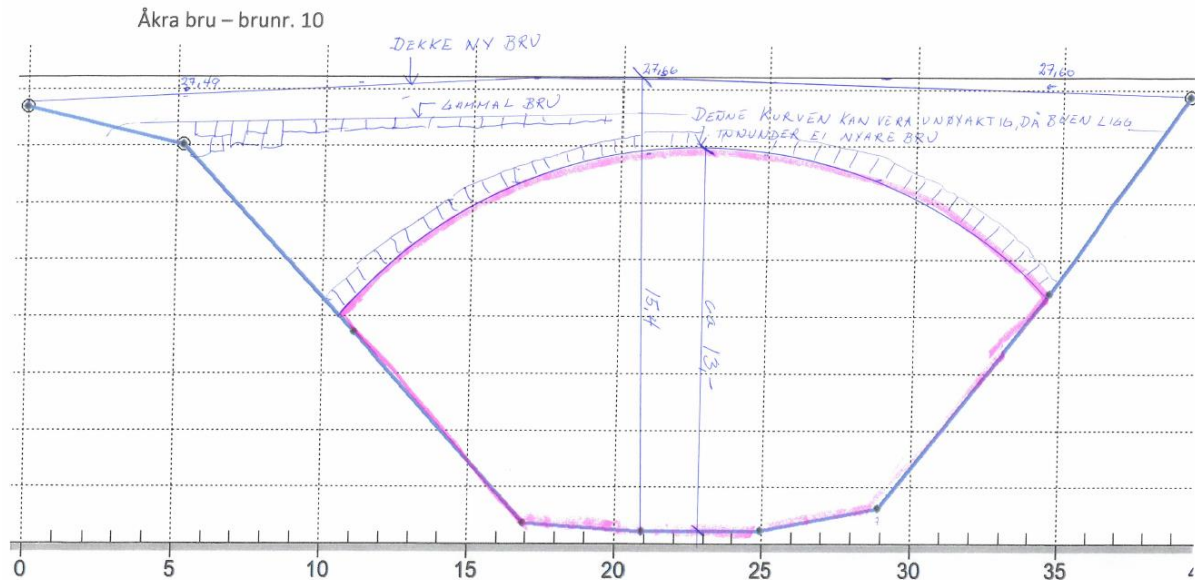
### 6.2 Referanser

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



## Bilag 1 Innmåling av bruer

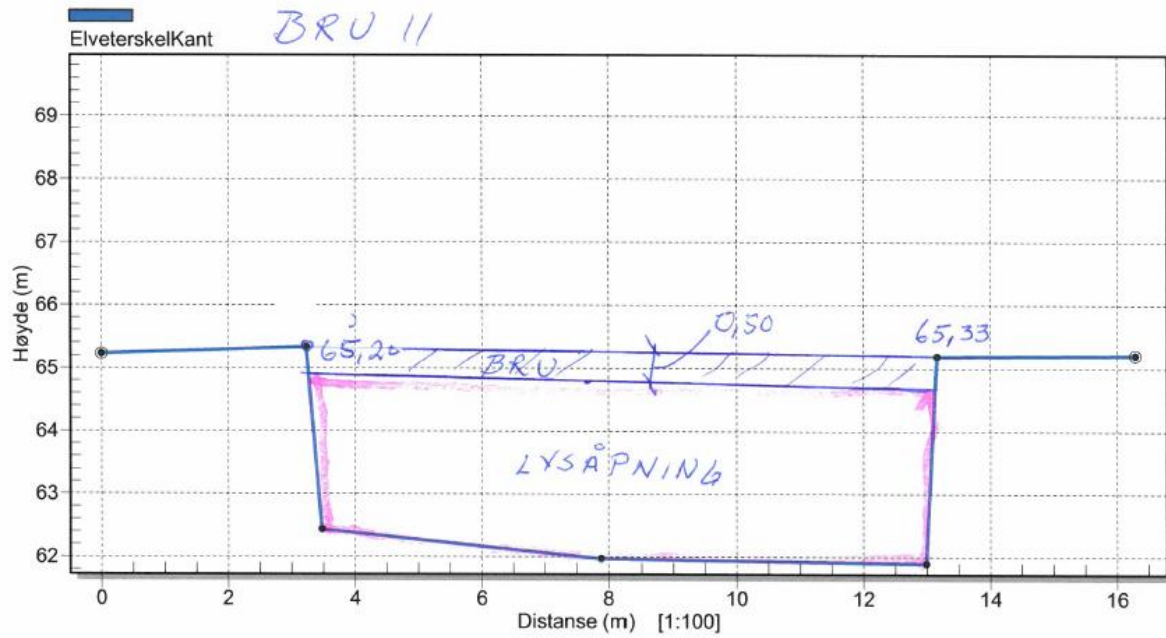
### Bru nr. 10



Målestokk: 1:100

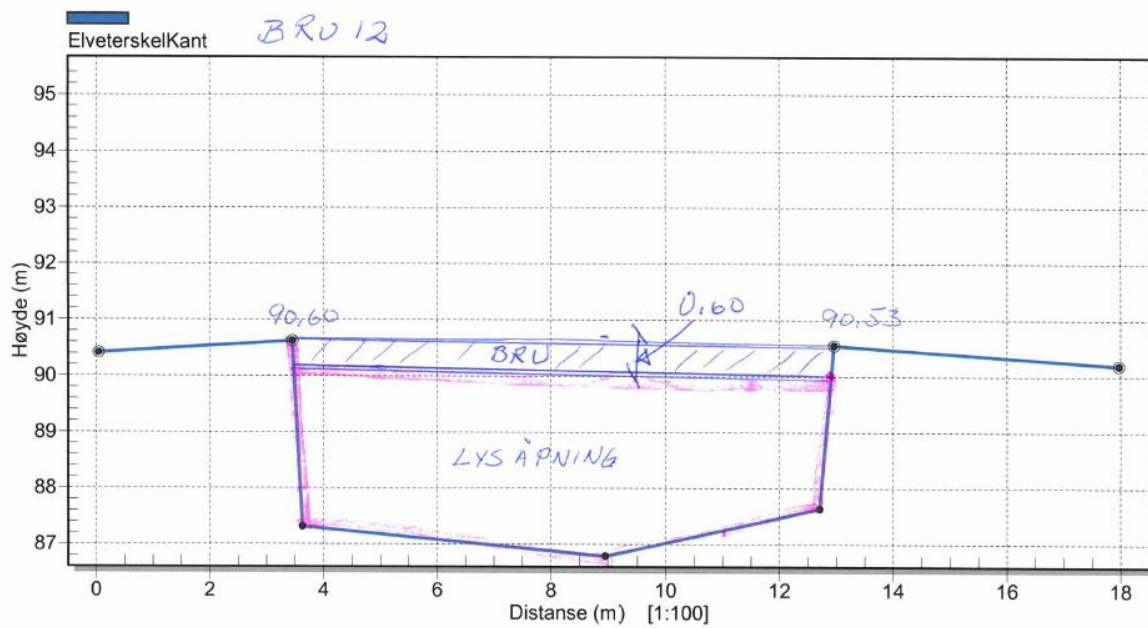
Lysåpning: 

## Bru nr. 11



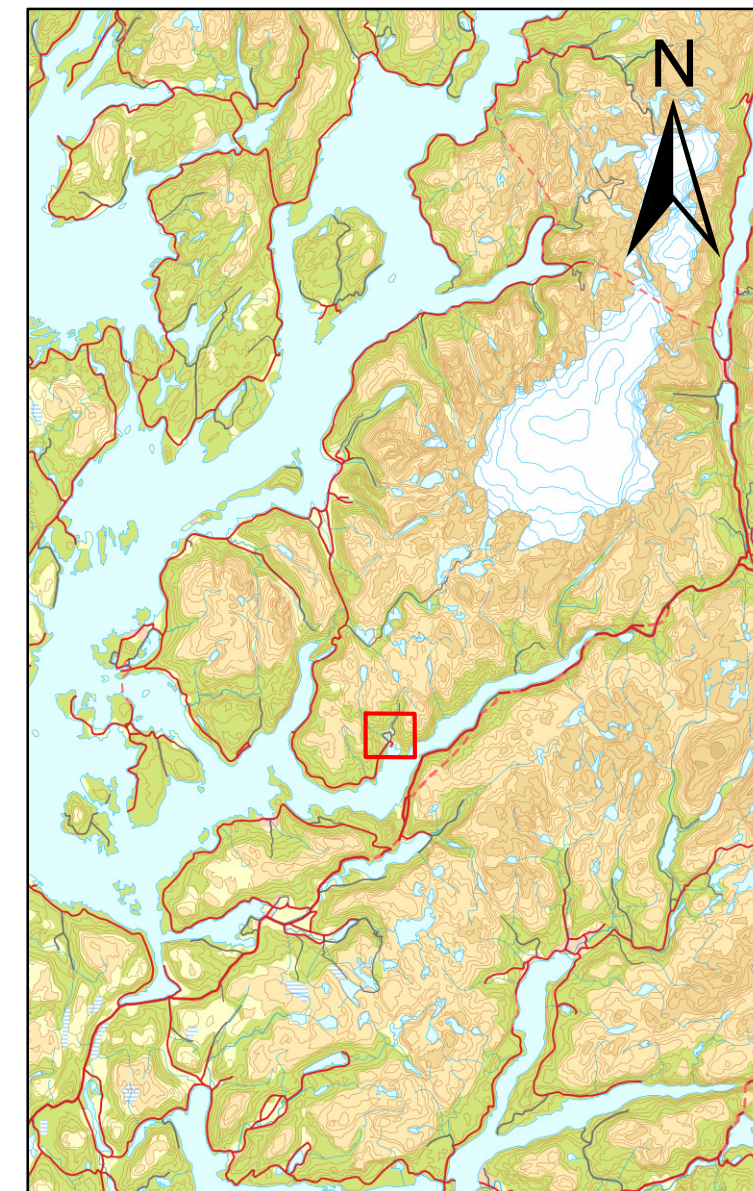
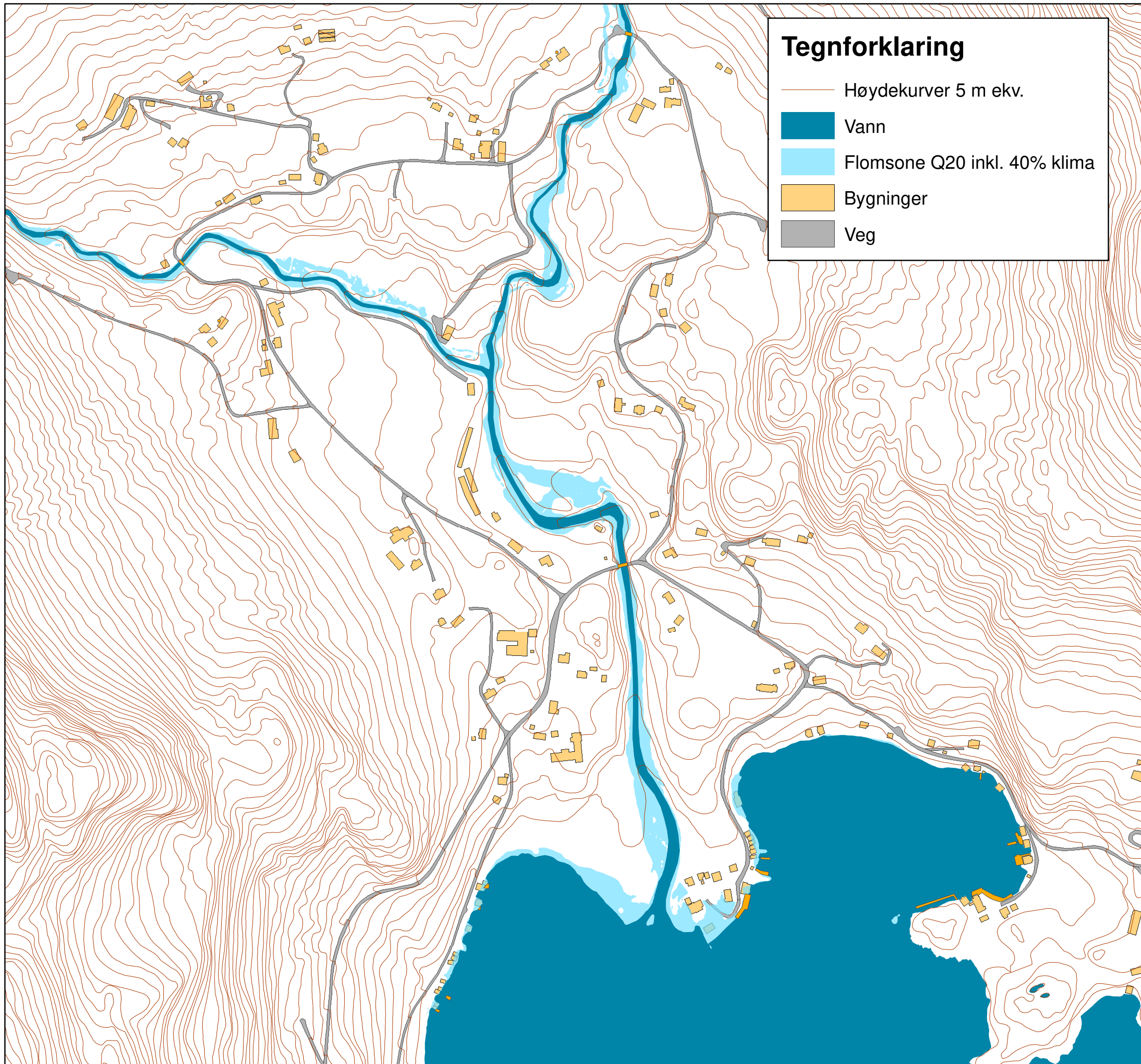


## Bru nr. 12



## Bilag 2 Flomsone 20-årsflom med klimapåslag





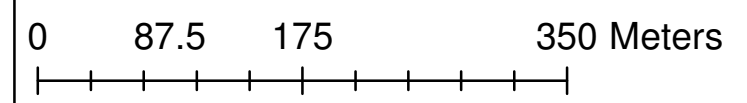
**Flomsonekartlegging i Åkra**  
**Flomsituasjon: 20-årsflom + 40%**

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

Kartgrunnlag: Laserdata, Etne-Kvinnherad 2013  
 Koordinatsystem: ETRS\_1989\_UTM\_32N  
 Høydesystem: NN2000

Flomberegning: Norconsult oktober 2018  
 Vannlinjeberegning: Norconsult oktober 2018

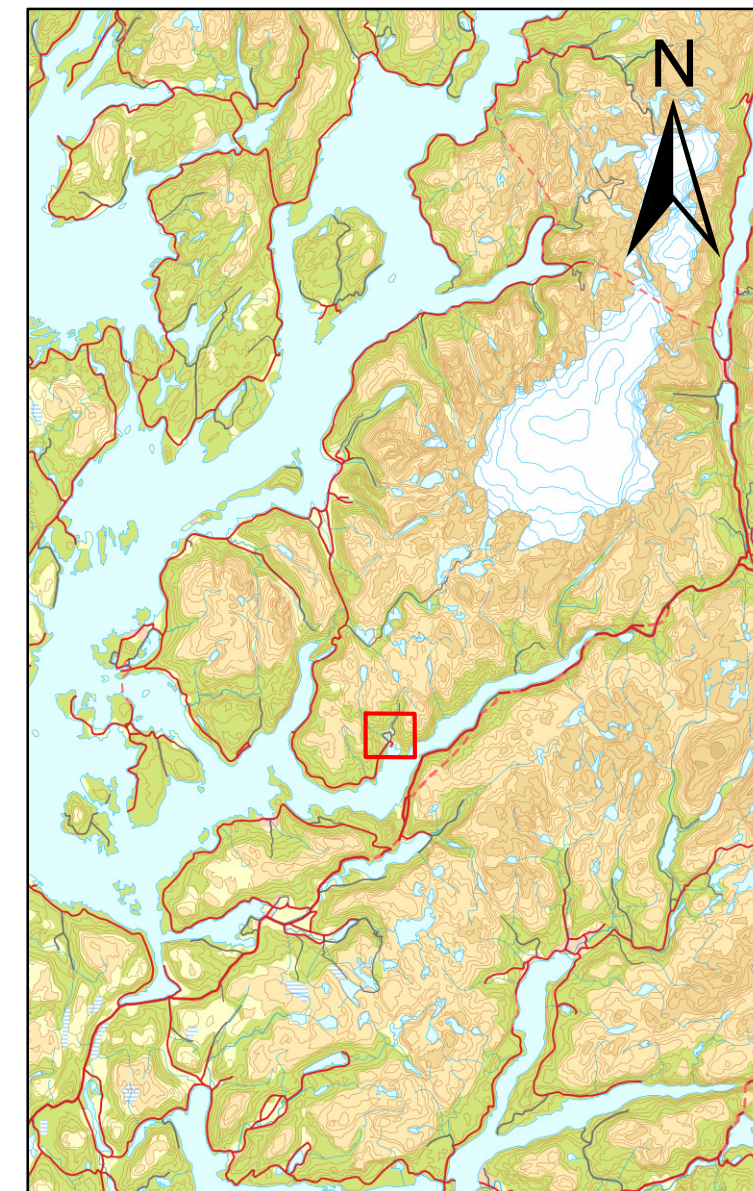
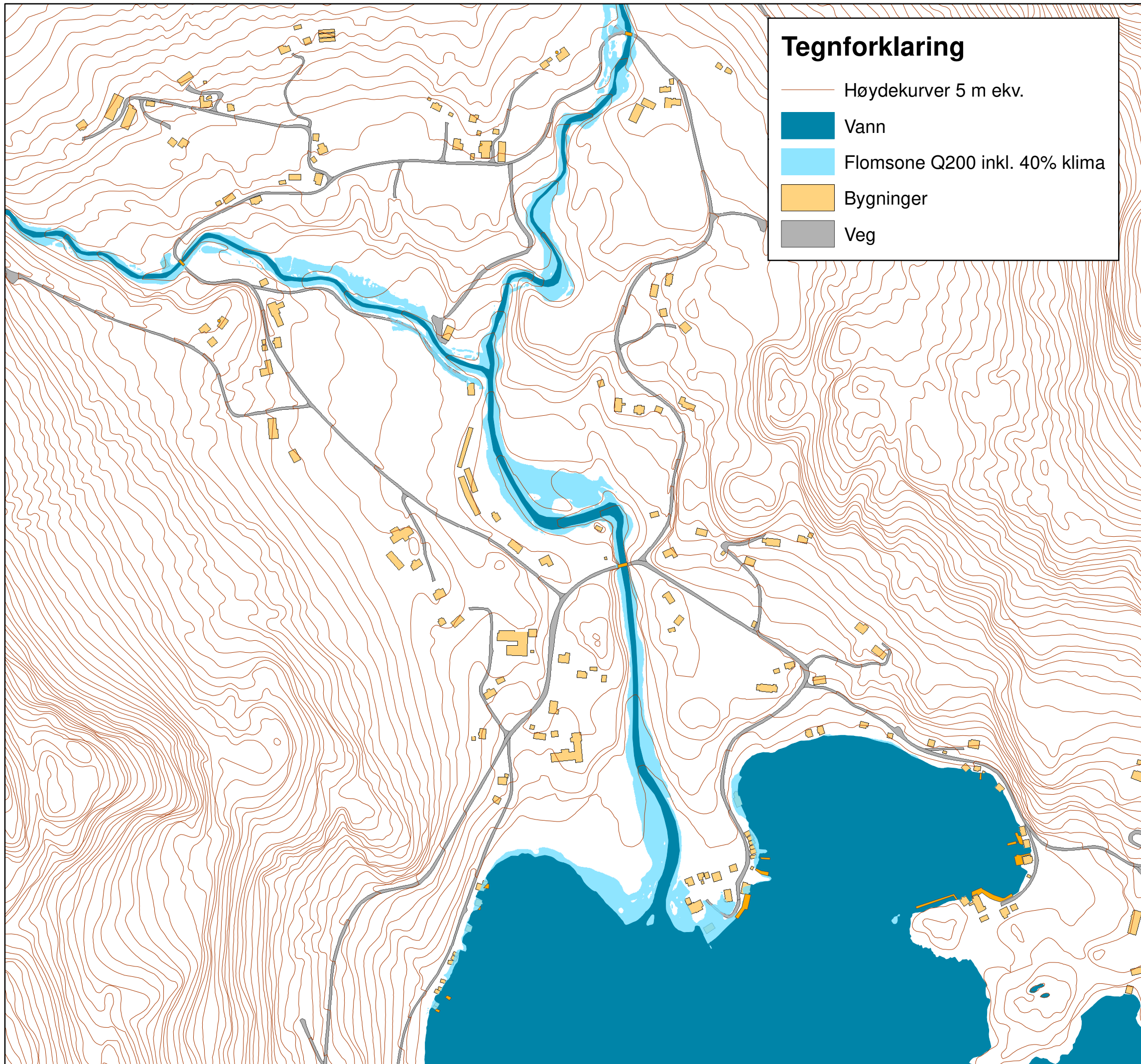
Oppdragsgiver: Kvinnherad kommune  
 Oppdragsnummer: 5185895  
 Kartnummer: D03-1  
 Dato: 04.12.2018





## Bilag 3 Flomsone 200-årsflom med klimapåslag





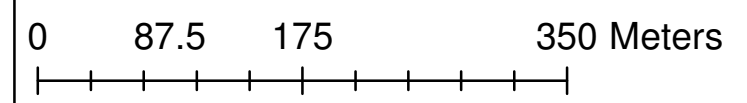
**Flomsonekartlegging i Åkra**  
**Flomsituasjon: 200-årsflom + 40%**

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

Kartgrunnlag: Laserdata, Etne-Kvinnherad 2013  
Koordinatsystem: ETRS\_1989\_UTM\_32N  
Høydesystem: NN2000

Flomberegning: Norconsult oktober 2018  
Vannlinjeberegning: Norconsult oktober 2018

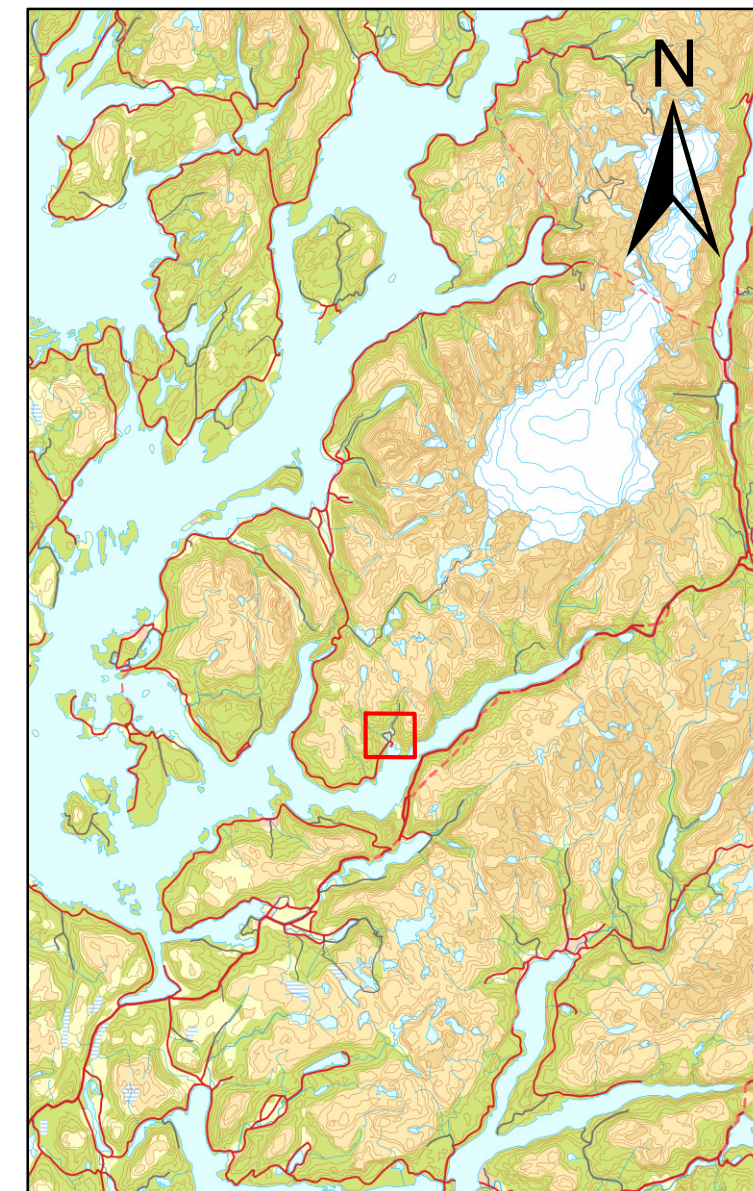
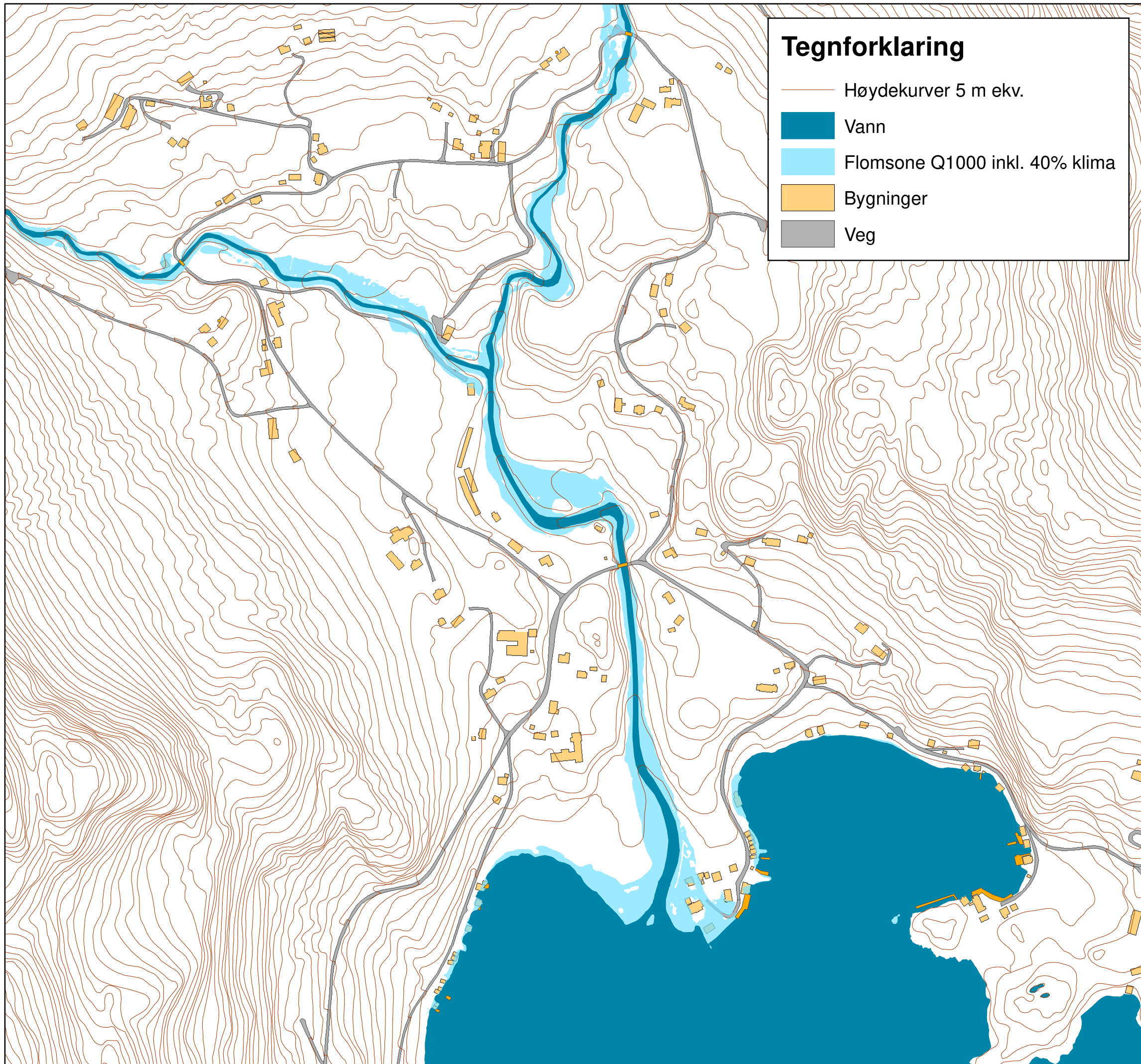
Oppdragsgiver: Kvinnherad kommune  
Oppdragsnummer: 5185895  
Kartnummer: D03-2  
Dato: 04.12.2018





## Bilag 4 Flomsone 1000-årsflom med klimapåslag





### Flomsonekartlegging i Åkra

Flomsituasjon: 1000-årsflom + 40%

Målestokk: 1:5000

1 cm = 50 meter

Format: A3

Kartgrunnlag: Laserdata, Etne-Kvinnherad 2013

Koordinatsystem: ETRS\_1989\_UTM\_32N

Høydesystem: NN2000

Flomberegning: Norconsult oktober 2018

Vannlinjeberegning: Norconsult oktober 2018

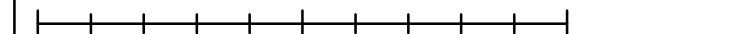
Oppdragsgiver: Kvinnherad kommune

Oppdragsnummer: 5185895

Kartnummer: D03-3

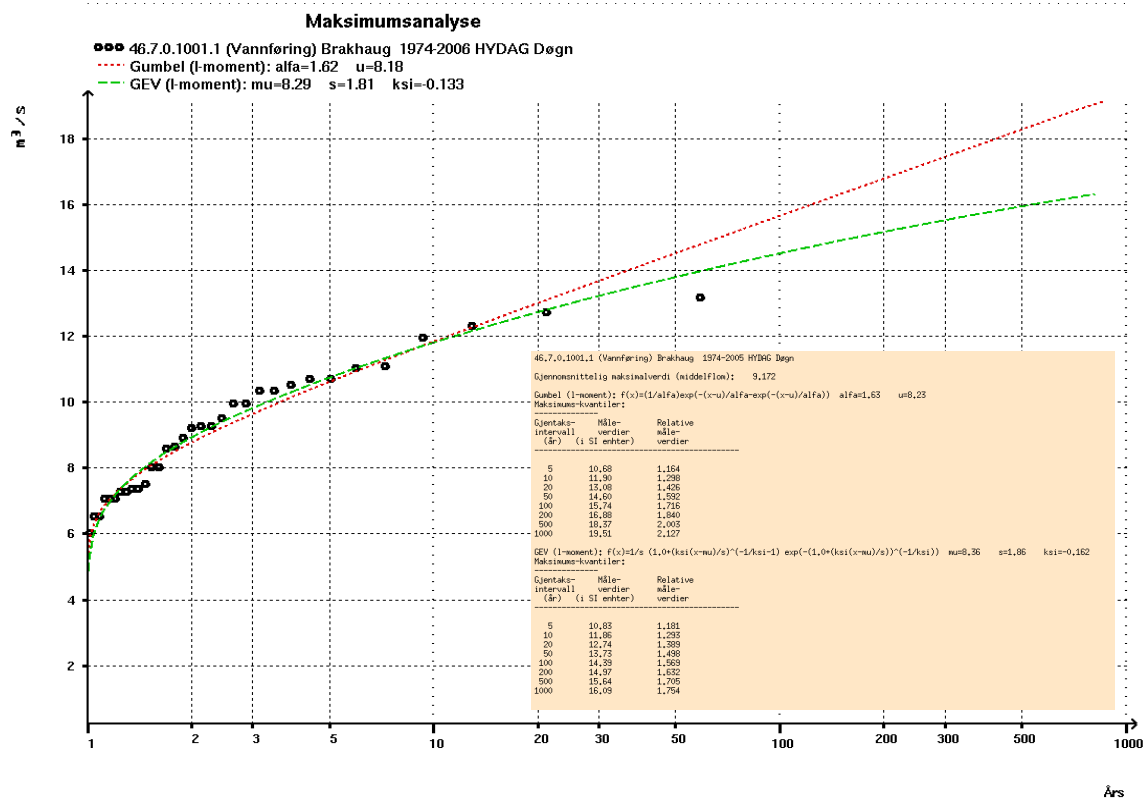
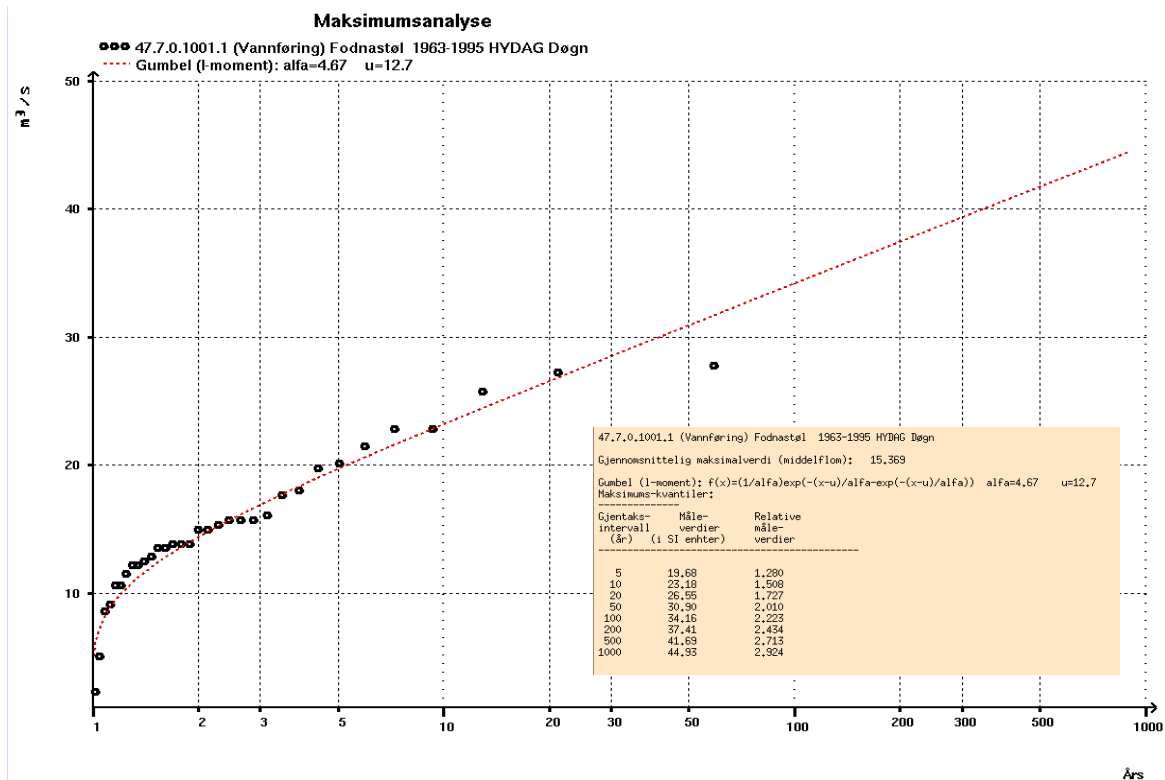
Dato: 04.12.2018

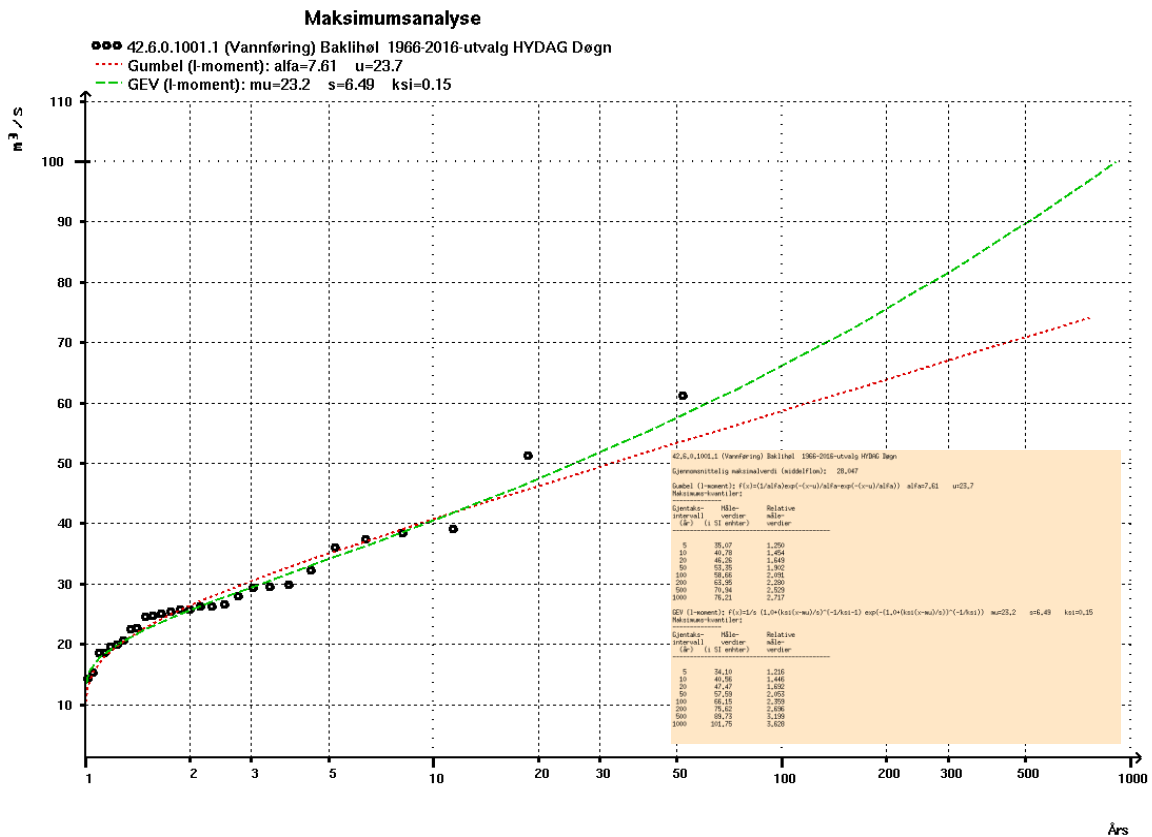
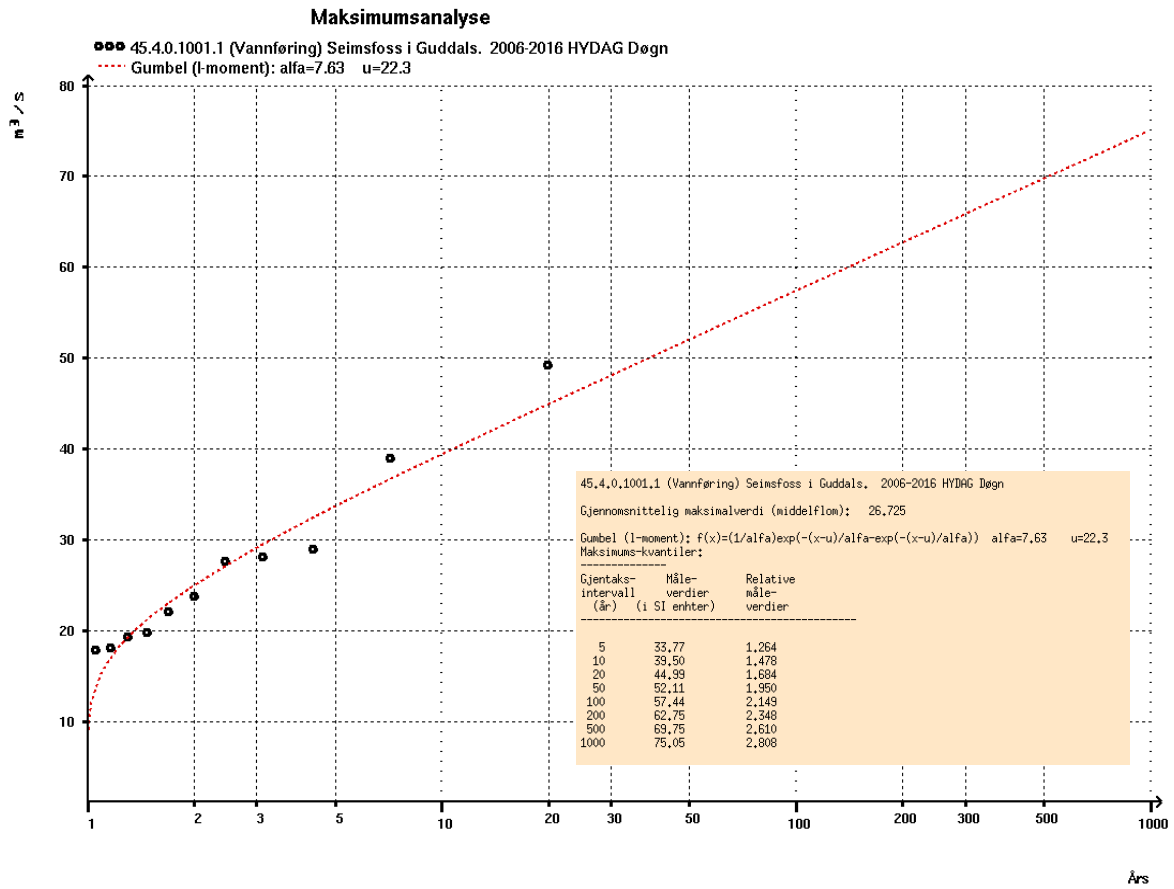
**Norconsult** 

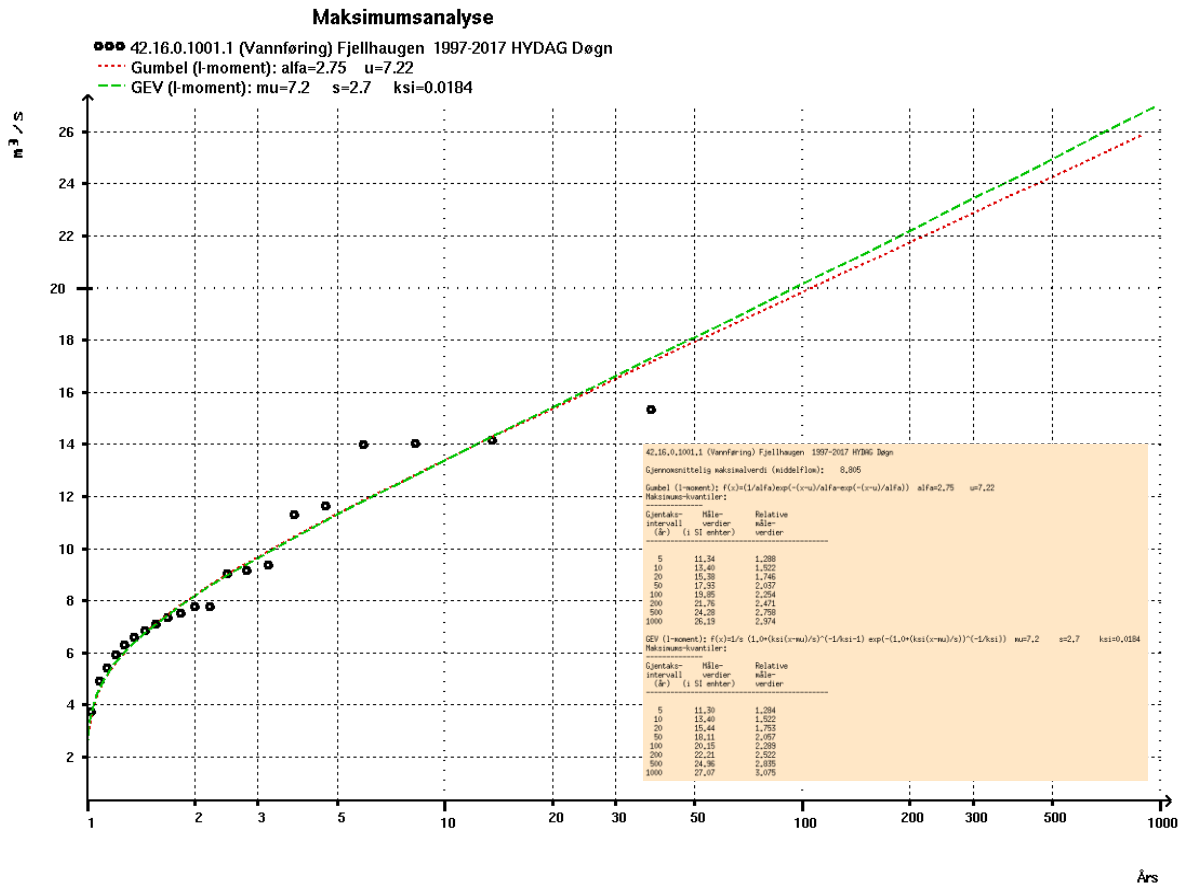
0 87.5 175 350 Meters  




## Bilag 5 Frekvenskurver fra utvalgte vannmerker

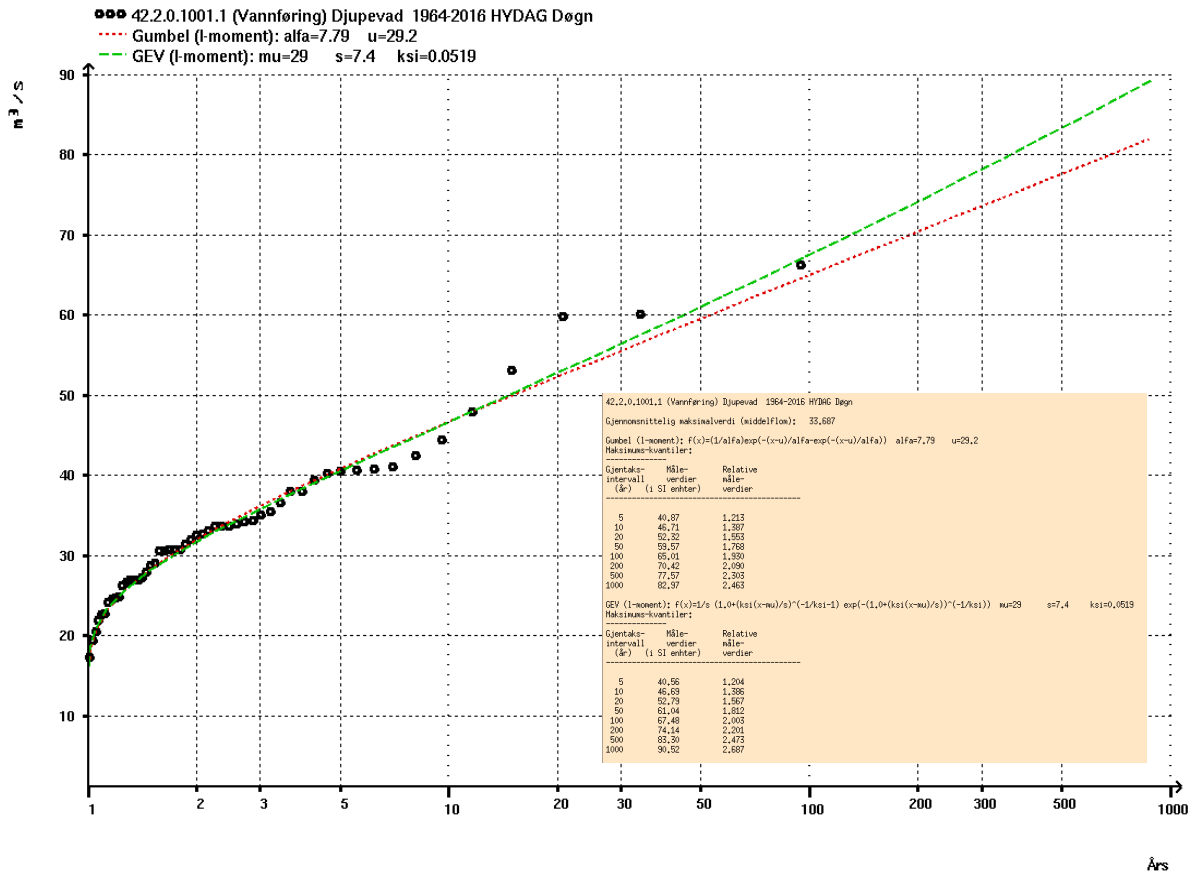




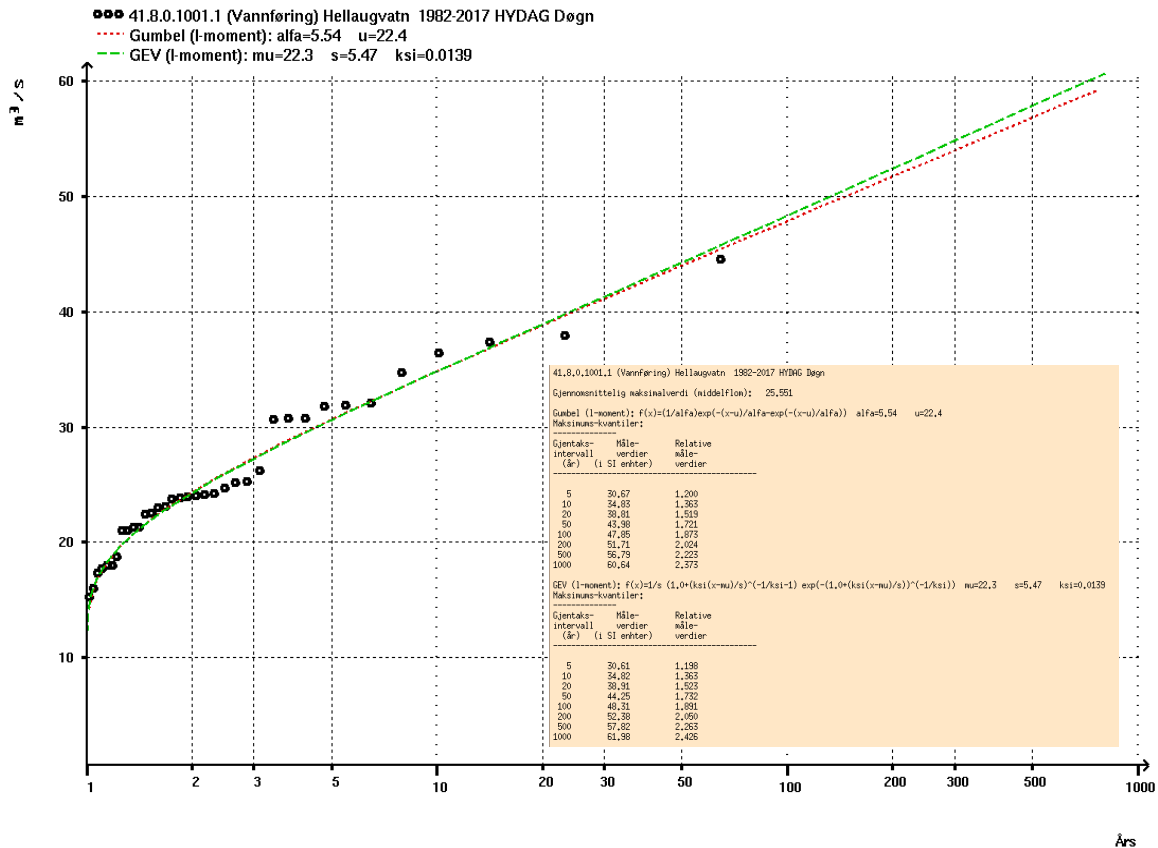


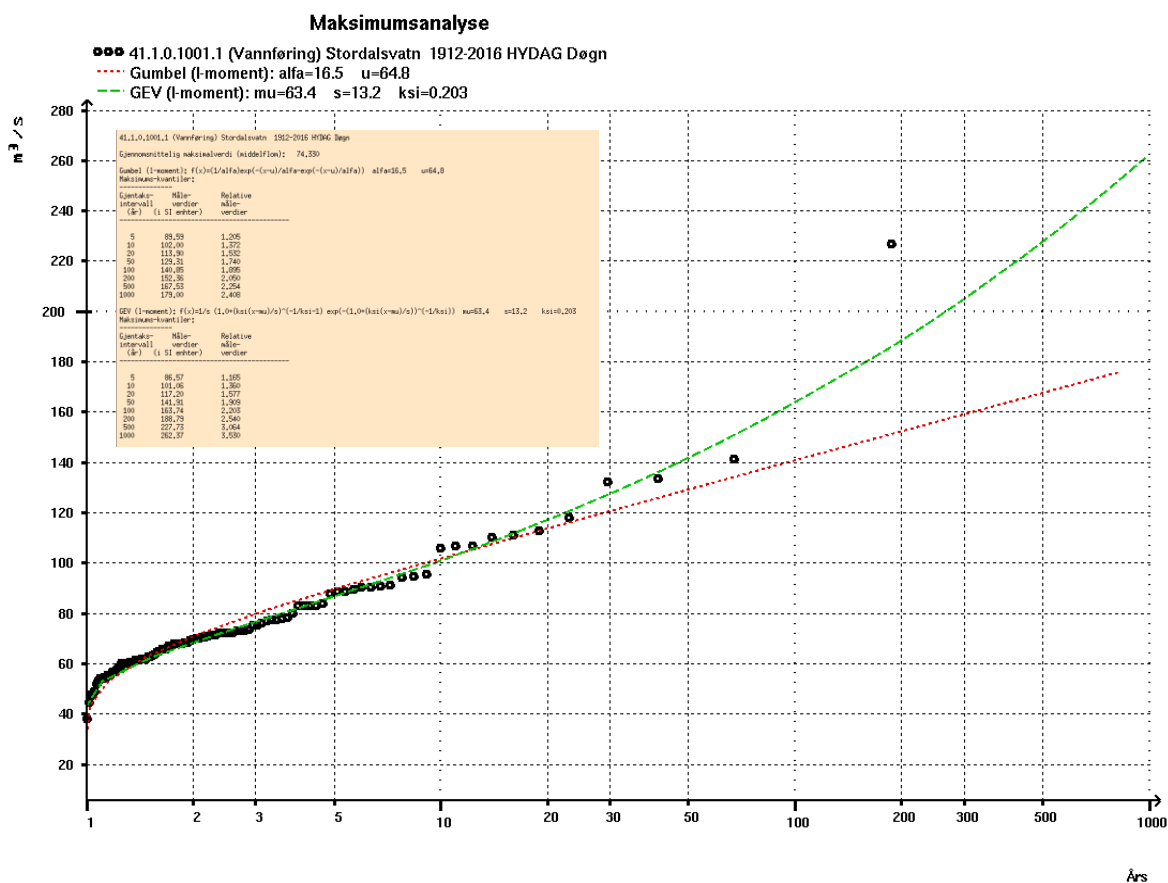
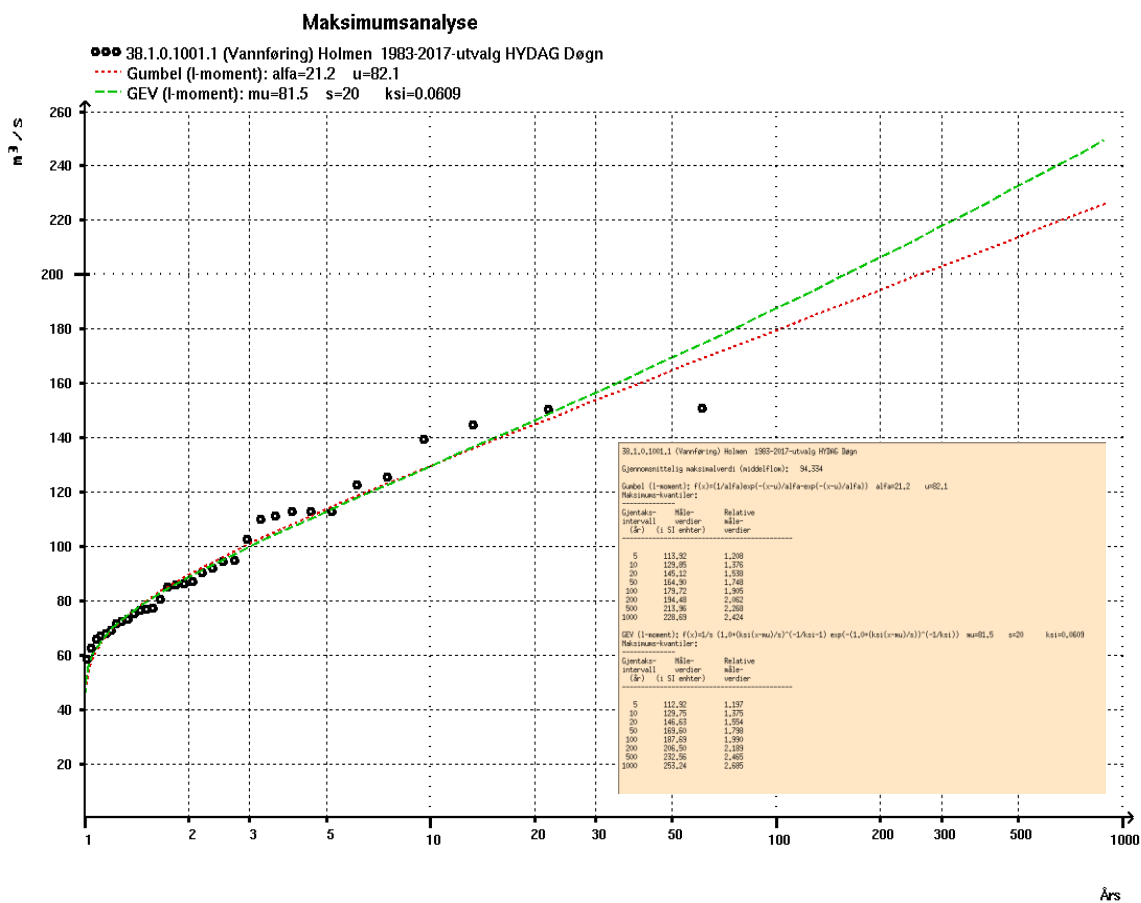


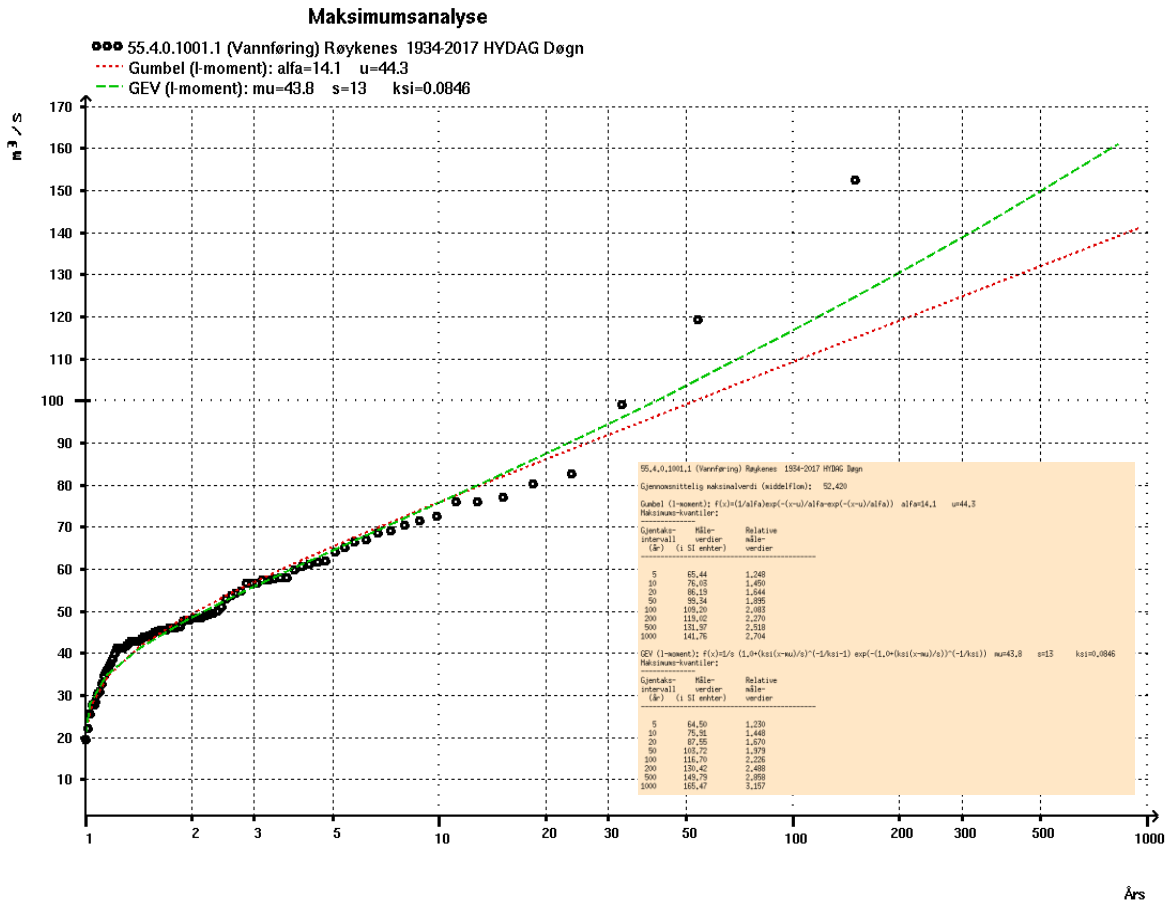
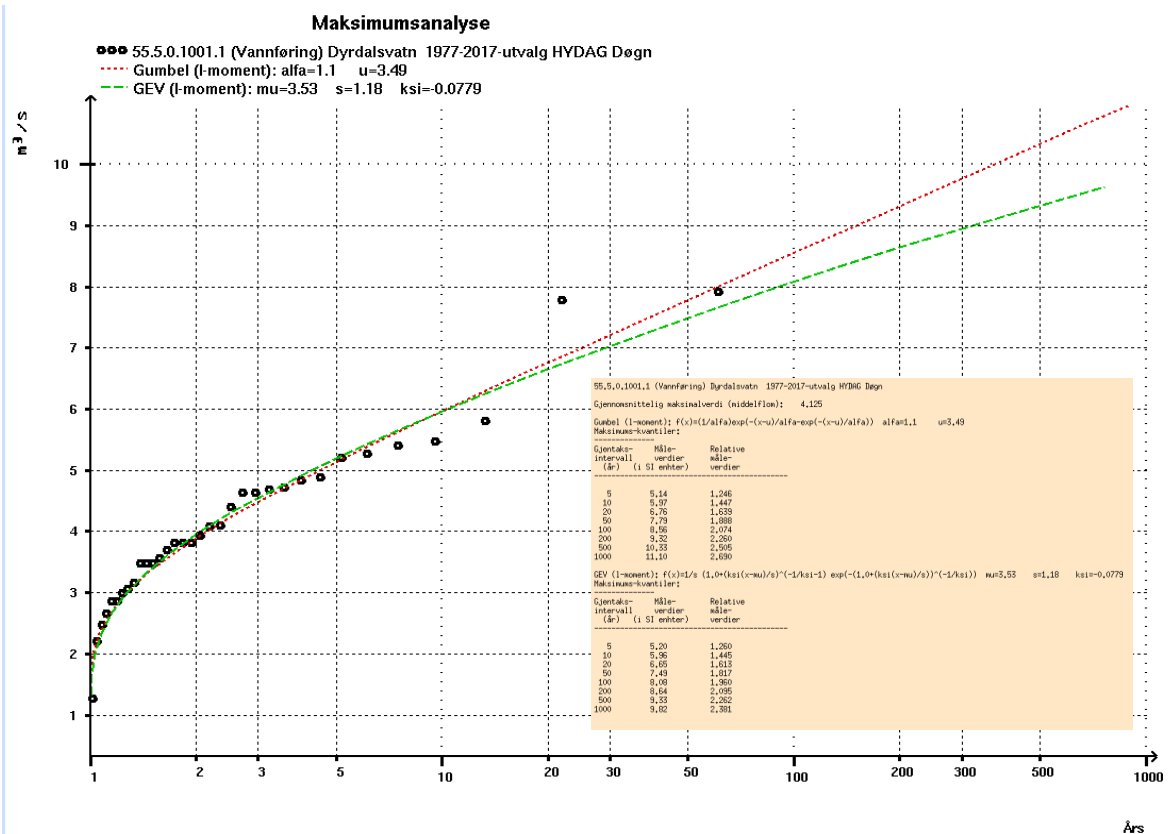
Maksimumsanalyse

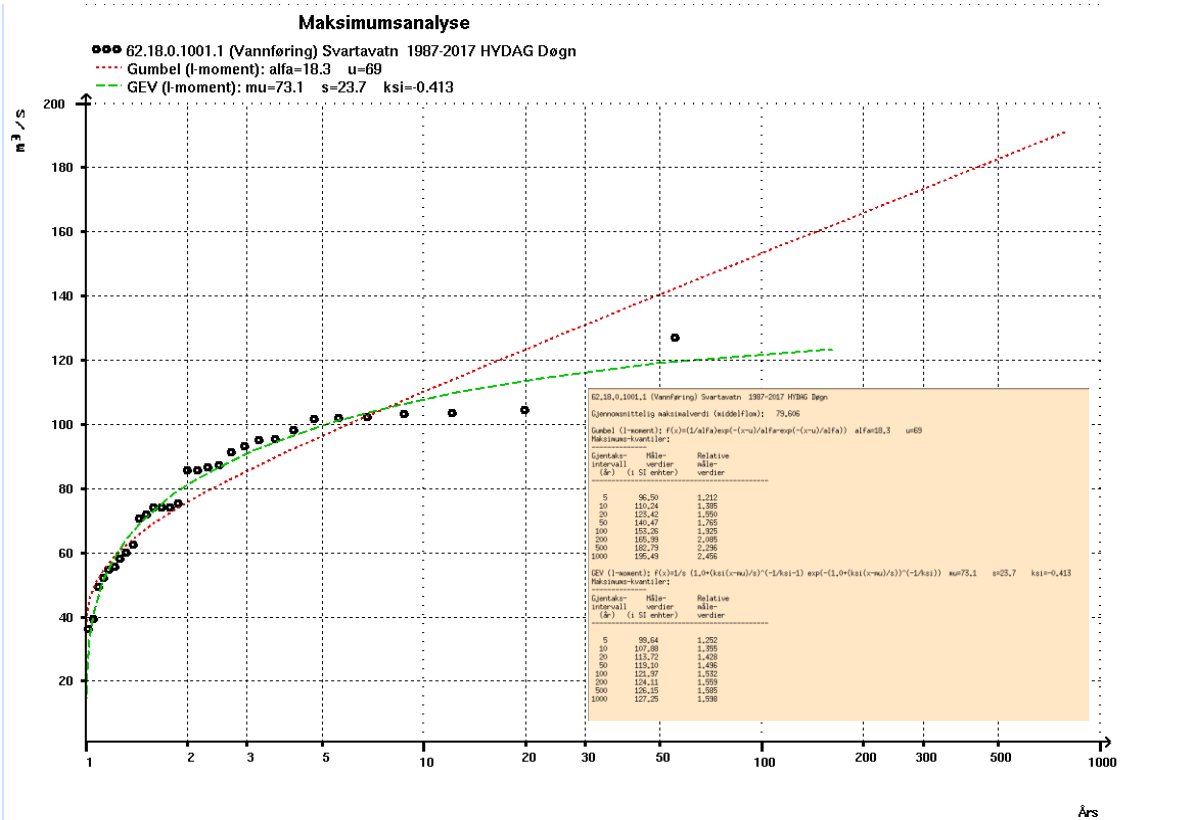
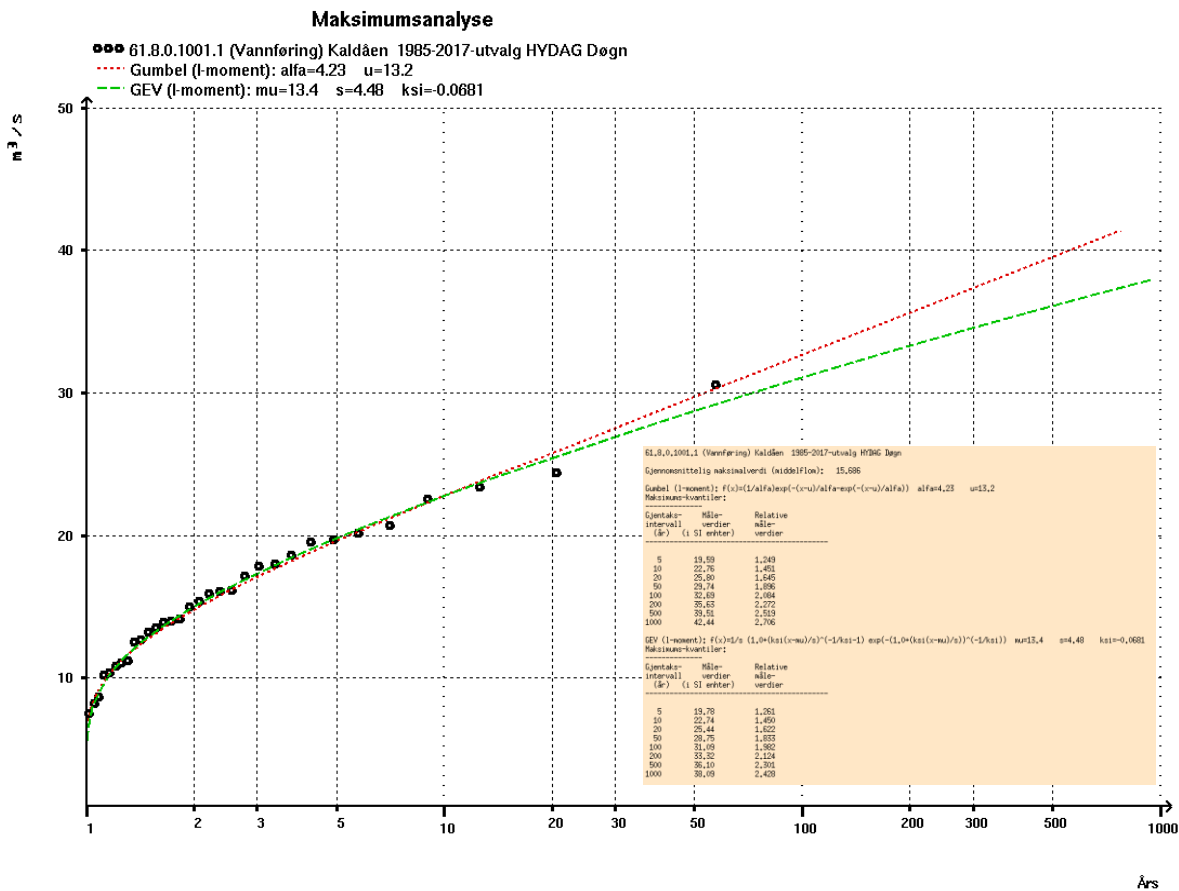


Maksimumsanalyse











## Bilag 6 Havnivå ved Åkra

