

MODALEN KOMMUNE

## FLAUMSONEKARTLEGGING I MODALEN

FLAUMSONEKARTLEGGING I FORBINDELSE NYTT TINGHUS I MODALEN  
SENTRUM, I MODALEN KOMMUNE

ADRESSE COWI A/S  
Magasinvegen 35  
5705 Voss

TLF +47 91674107  
WWW cowi.no

PROJEKTNR.	DOKUMENTNR.				
A209428	01				
VERSJON	UTGIVELSESDATO	BESKRIVELSE	UDARBEIDET	KONTROLLERET	GODKJENT
01	15.10.2020	Flaumsonekartlegging	CRBR	GUBE	CRBR

# INNHOLD

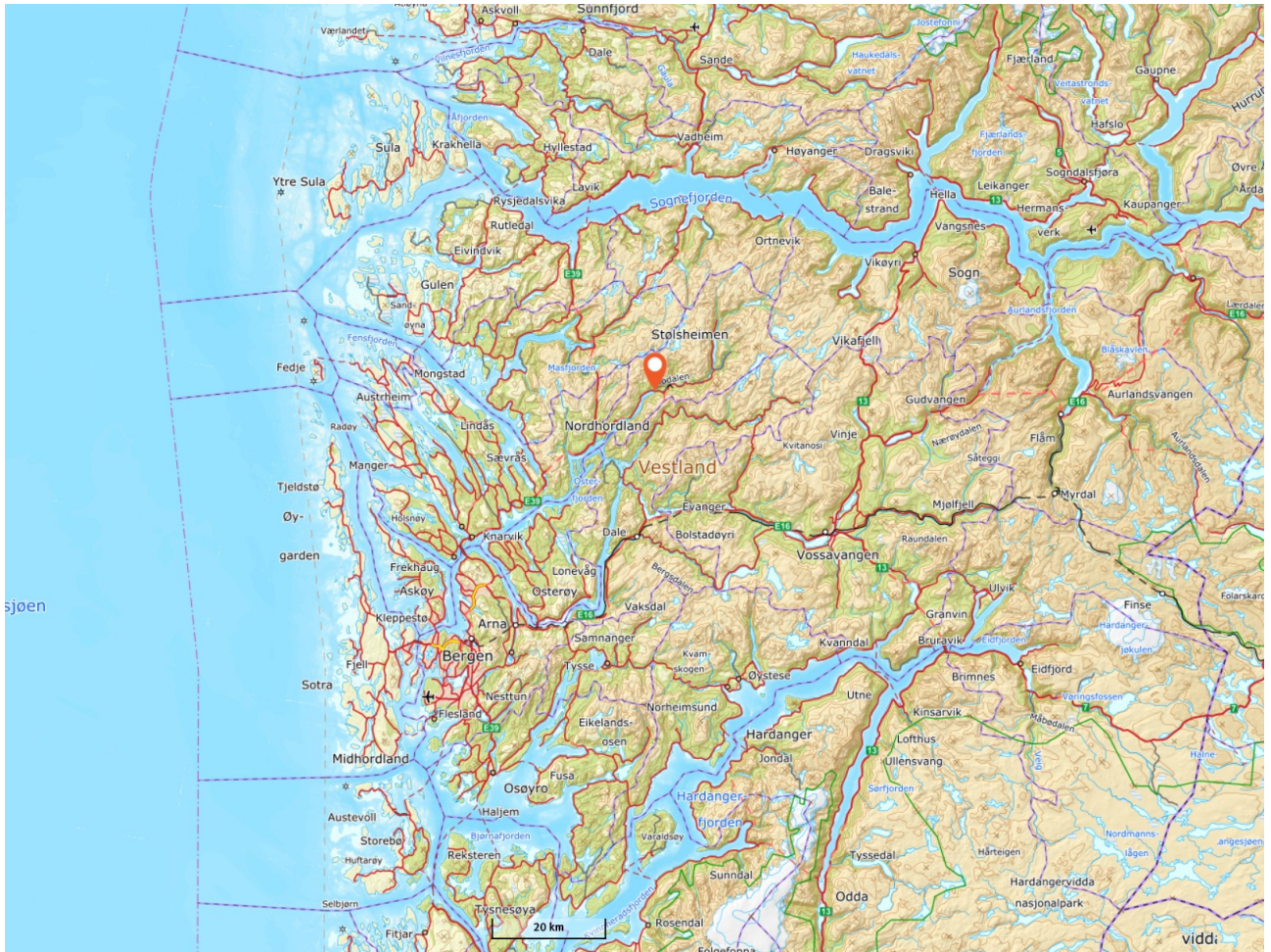
1	Innleiing	3
2	Befaring	4
3	Flaumkartlegging	4
3.1	Beskriving av hydrologiske forhold	5
3.2	Klimaendringar	6
4	Havnivå	6
4.1	Flaumvassføringsanalyse	8
4.2	Flaumsonemodellering	11
5	Konklusjon	13
6	Referansar	13

# 1 Innleiing

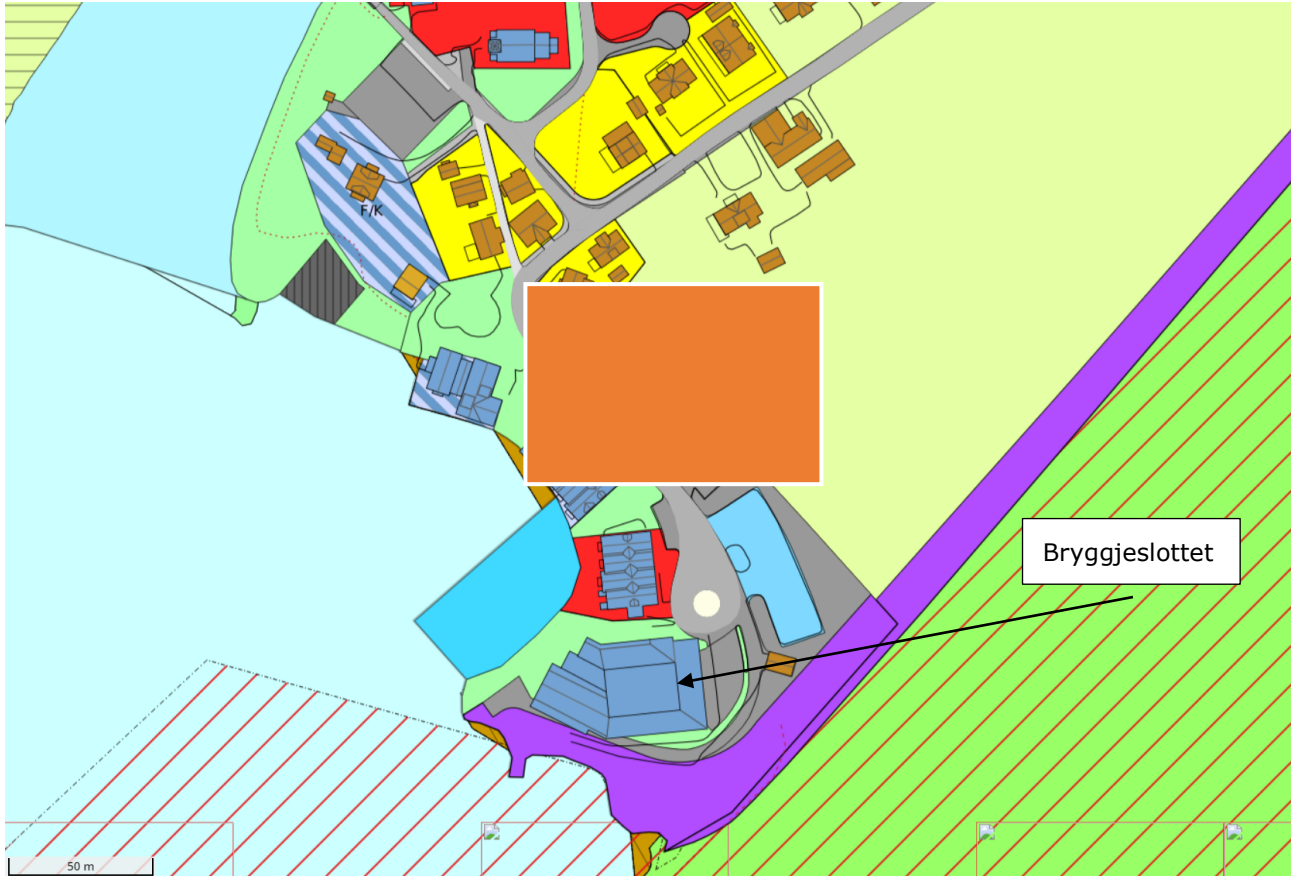
Det er planlagt utbygging av nytt tinghus ved Modalen sentrum i Mo Kommune (Figur 2). Bygget vil ha personopphald og tiltaket har difor krav til tryggleiksklasse F2 for flaum (TEK 17, § 7-2).

Tiltakshavar har engasjert COWI AS for å utgreie flaumsone og evt. forslag til avbøtande tiltak.

Figur 1 syner vurdert område i Modalen kommune i Vestland fylke.



Figur 1: Modalen er vist med rød pin.



Figur 2: Planlagt areal nytte kommunehus er synt i raudt. Gammelt bygg er reven.

## 2 Befaring

Befaring av området vart utført for å undersøkje området og gjere nødvendige innmålingar av bl.a. bruer og kulvertar.

I all hovudsak er flaumfaren knytt til Moelva. Det er ein liten bekk aust for bygget (Figur 4) som kan påverke bygget, men det lukkast ikkje å gjere innmålingar her grunna manglande gps-signal.

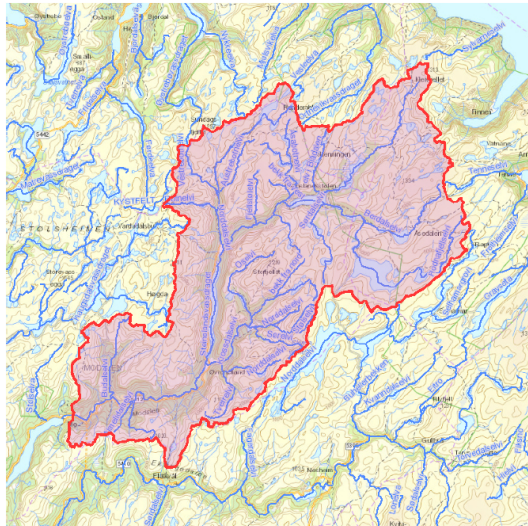
## 3 Flaumkartlegging

For flaumsonkartlegginga er modelleringsverktøyet HEC-RAS 5.0.7 brukt, utviklar av US Army Corps of Engineers. For kartproduksjon og terrengeanalysar er ArcGIS Pro brukt og for terrengeordigering og avrenningsanalysar er SCALGO brukt.

Målet med undersøkingane er å lage eit flaumsonkart som viser om flaumnivå i kombinasjon med stormflo vil ha forringande effekt på planlagt tinghus.

### 3.1 Beskriving av hydrologiske forhold

Moelva ligg nord for planlagt tinghus. Like vest for tinghuset er Movika. Det er også ein liten bekk aust for «bryggjeslottet». Nedbørsfelt og feltkarakteristikkar er synt i Figur 3.



Kartbakgrunn: Statens Kartverk  
 Kartdatum: EUREF89 WGS84  
 Prosjeksjon: UTM 33N  
 Beregn.punkt: 1488 E  
 6777561 N

Feltparametere		Hypsografisk kurve	
Areal (A)	387 km <sup>2</sup>	Høyde <sub>MIN</sub>	8 m
Effektiv sjø (A <sub>SE</sub> )	0.7 %	Høyde <sub>10</sub>	385 m
Elvlengde (E <sub>L</sub> )	45.8 km	Høyde <sub>25</sub>	667.5 m
Elvegradient (E <sub>G</sub> )	25.3 m/km	Høyde <sub>50</sub>	885 m
Elvegradient <sub>1085</sub> (E <sub>G,1085</sub> )	17.9 m/km	Høyde <sub>75</sub>	1036.5 m
Helning	19.3 °	Høyde <sub>MAX</sub>	1329 m
Dreneringstetthet (D <sub>r</sub> )	2.3 km <sup>-1</sup>		
Feltlengde (F <sub>L</sub> )	35.4 km		

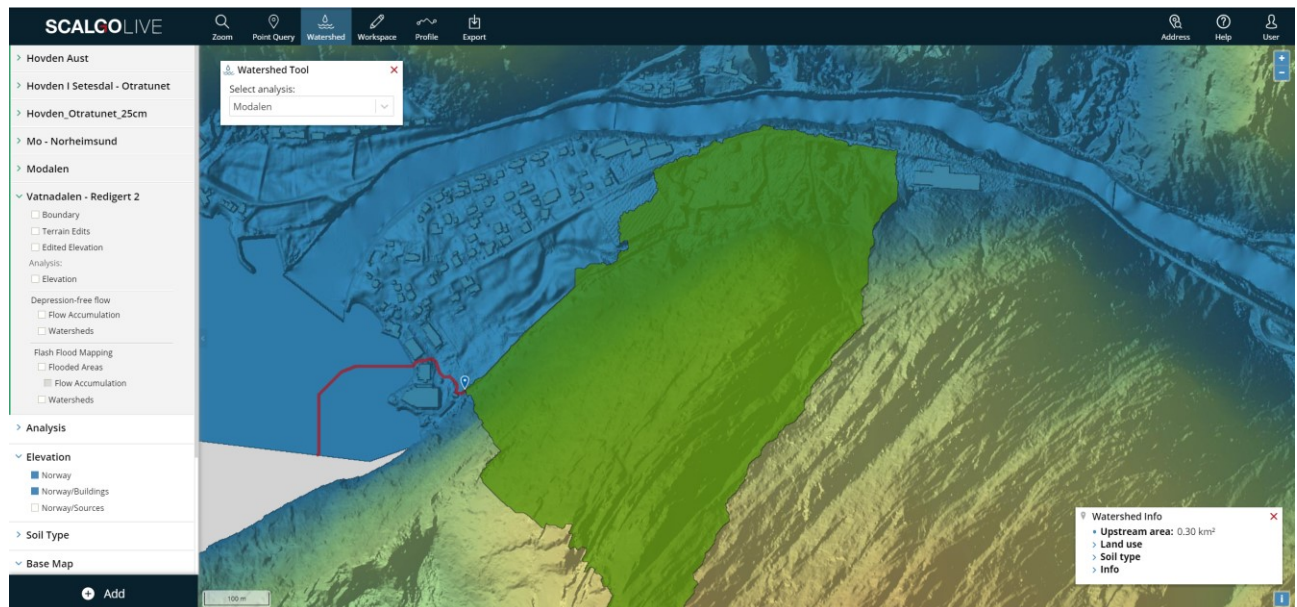
Klima- /hydrologiske parametere	
Avrenning 1961-90 (Q <sub>N</sub> )	88.9 l/s*km <sup>2</sup>
Nedbør juni	131 mm
Nedbør juli	143 mm
Regn og snøsmelting mai	384 mm
Regn og snøsmelting juni	512 mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	130 mm
Regn og snøsmelting november	137 mm
Temperatur februar	-6.1 °C
Temperatur mars	-4.6 °C

Arealklasse	
Bre (A <sub>BRE</sub> )	0 %
Dyrket mark (A <sub>JORD</sub> )	0.4 %
Myr (A <sub>MYR</sub> )	0.8 %
Leire (A <sub>LEIRE</sub> )	0 %
Skog (A <sub>SKOG</sub> )	16.5 %
Sjø (A <sub>SJO</sub> )	6.5 %
Snau fjell (A <sub>SF</sub> )	72.4 %
Urban (A <sub>U</sub> )	0.1 %
Uklassifisert areal (A <sub>REST</sub> )	3.1 %

Figur 3: Nedbørsfelt for bekk ved innlaup til eksisterande kulvert under veg.

Nedbørsfelt for omtant bekk er synt i Figur 4.



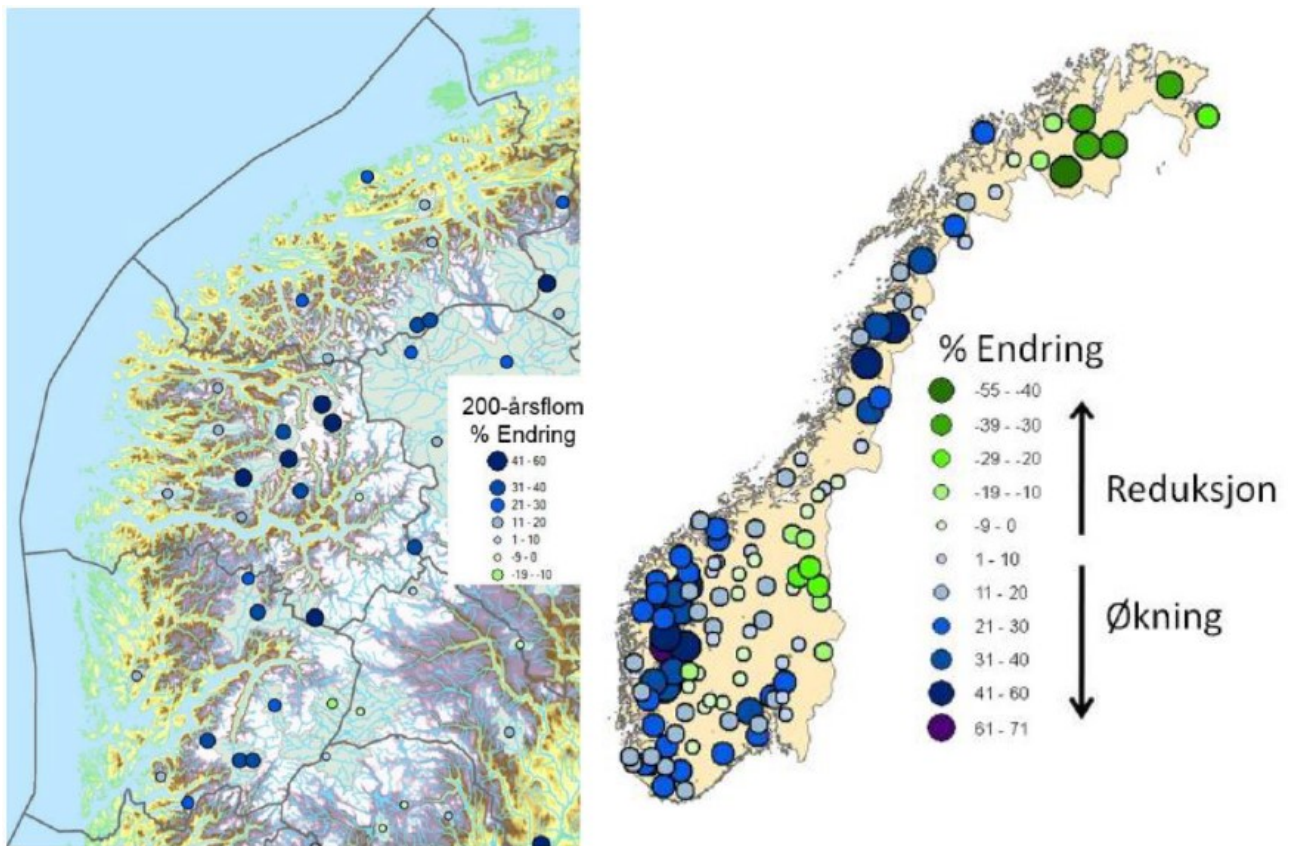
Figur 4: Nedbørsfelt for bekk i området.

### 3.2 Klimaendringar

Klimaendringar er på dagsorden og det er difor naudsynt å bruke grunnlagsdata med klimaframskriving i modellsimuleringane. Klimaframskrivingane er baserte på resultat frå NVE sine modellar for dagens og framtidens klima (år 2071-2100) (Lawrence 2016).

Det er forventa at flaumar forårsaka av ekstremnedbør og regn kjem til å auke i heile landet, mens snøsmeltinga kjem til å avta. Dette vil føre til auka flaumstørrelsar spesielt i kystregionar på vestlandet og i små bratte vassdrag i heile landet.

Kartet i Figur 5 syner at det i hovudsak er ei auke i heile landet, og då spesielt i vestregionen, med unntak av minke i flaumstørrelsar i nord-austlandet og lengst nord i Finnmark.



Figur 5: Modellert klimaframskriving for Vestlandet (høgre) og heile landet (venstre) (Lawrence, 2016).

I denne kartlegginga tar me utgangspunkt i ei prosentvis endring på 40%, eller klimafaktor lik 1.4.

## 4 Havnivå

For bygg i nærleiken til sjø er det naudsynt å byggje i henhald til sikkerheitsklasse 2 for havnivåendring og stormflo:

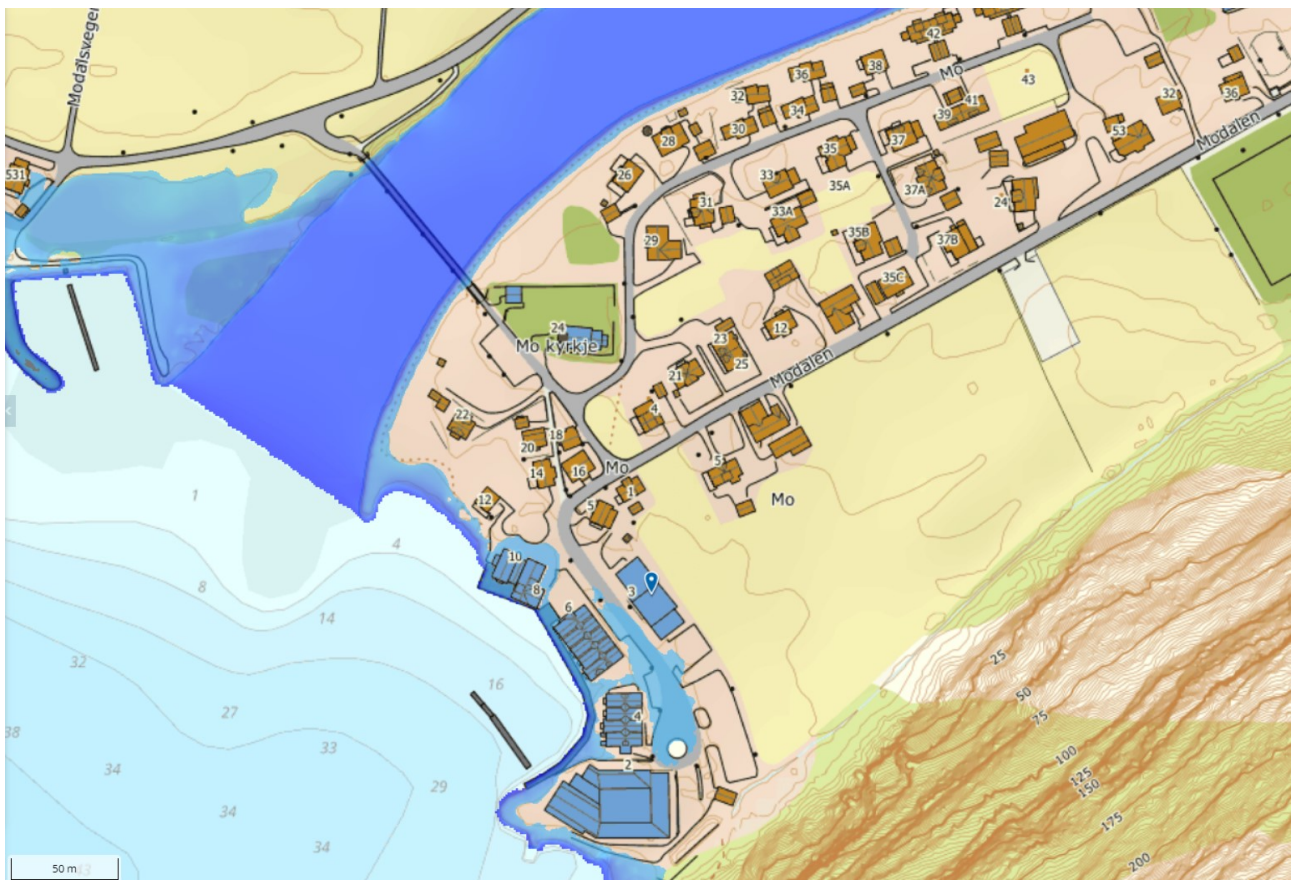
### Bruk av framskrivinger av havnivå for planleggingsformål

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) gir råd til kommuner og andre om hvordan havnivåendring og stormflo skal håndteres i planleggingsarbeid. Tabellen gir de kommunevise tallene for sikkerhetsklasser med klimapåslag som DSB anbefaler å rundes av til nærmeste 10 cm før bruk i planlegging.

Sikkerhetsklasse 1 (TEK10/17) med klimapåslag	<b>192 cm</b> over NN2000	Sikkerhetsklasse 2 (TEK10/17) med klimapåslag	<b>204 cm</b> over NN2000	Sikkerhetsklasse 3 (TEK10/17) med klimapåslag	<b>211 cm</b> over NN2000
-----------------------------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------------------------	---------------------------------

Dette er de samme tallene som finnes i DSBs veileder [Havnivåstigning og stormflo - samfunnssikkerhet i kommunal planlegging](#) (2016), ferdig regnet om i forhold til NN2000. Som klimapåslag for fremtidig havnivå har man brukt framskrivingens øvre del (95-persentilen) for RCP8.5 (se under), og for perioden 2081-2100 relativt til 1986-2005.

Figur 6 syner kor høgt nivået på sjøen vil liggje i forhold til planlagt bygg.



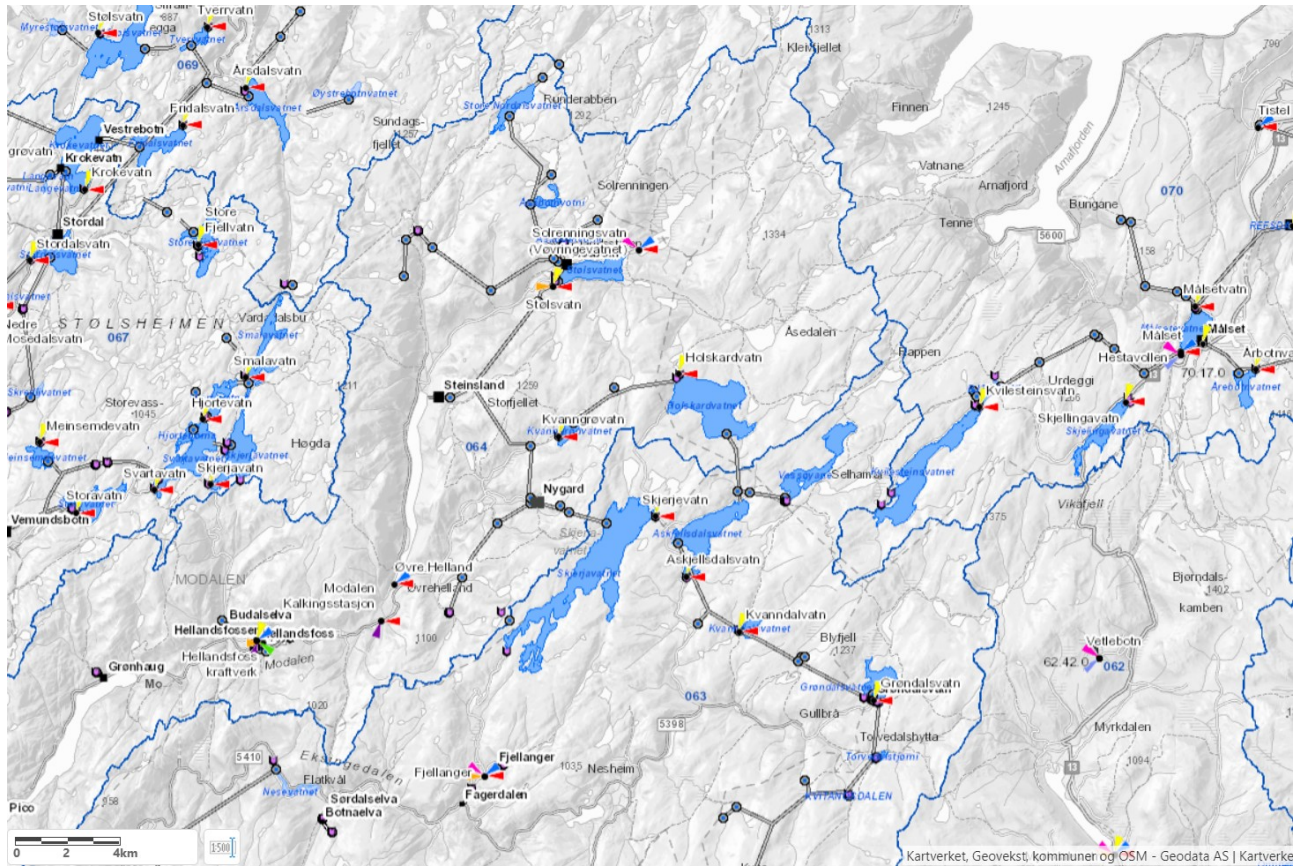
Figur 6 figuren syner oversvømte areal ved havnivåstigning og stormflo etter sikkerhetsklasse 2. Planlagt bygg er markert med på markør.

Resultata syner at tinghuset tilfredstiller krav til sikkerhetsklasse 2 for havnivåstigning og stormflo.

I forhold til flaum er det vanleg å simulere 1 års gjentakinterval for stormflo samtidig som dimensjonerande flaum. For Mo er det ikkje tilstrekkeleg med data for at 1 års gjentakinterval er berekna. Det er difor henta data frå Eidslandet, 9 km sør for Mo. Her er det berekna ein vasstand (etter nn 2000) på 174 cm for 1 års gjentakinterval for stormflo som inkludera framtidig havnivåendring.

## 4.1 Flaumvassføringsanalyse

Vassdraget er sterkt regulert. Det er fleire demningar og overføringar i nedbørsfeltet. Dette gjer at ei ekstremverdianalyse for dette vassdraget er vanskeleg utan skikkelege data.



Figur 7: figuren nedbørsfelt og aktive vassføringsstasjonar.

Berekning av returinterval vil truleg ikkje gjenskape ein reell situasjon, men ei ekstremhending der alle oppdemde vatn er fulle når det kjem ein flaum med gitt gjentaksinterval. Dette vert eit «worst case» scenario.

### 4.1.1 NEVINA

Det er henta ut modellert flaumestimat frå NEVINA. Dette er eit verktøy som baserer seg på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Ved nedbørsfelt mindre enn 60 km<sup>2</sup>, blir kulminasjonsflaumar basert på NIFS-formelverk brukt.

Resultata frå NEVINA for nedbørsfeltet til Moelva er synt i figur 17.



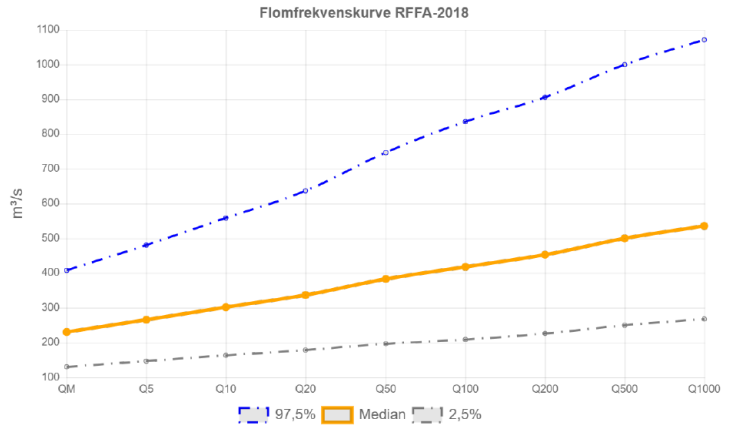
## Regional flomberegning

Vassdragsnr.: 064.A1  
 Kommune.: Modalen  
 Fylke.: Vestland  
 Vassdrag.: Steinslandsvassdraget  
 Nedbørfeltareal: 387 km<sup>2</sup>

Flomestimer er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km<sup>2</sup>, er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se [www.klimaservicesenter.no](http://www.klimaservicesenter.no)).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.



RFFA-2018		
Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	596	l/s*km <sup>2</sup>
Klimapåslag	40	%
Kulminasjonsfaktor	1.19	-
NIFS-2015		
Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	-	l/s*km <sup>2</sup>
Klimapåslag	-	%
Annet		
Tilløpsflom	Nei	-

RFFA-2018 (døgnmiddel)	Q <sub>M</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>10</sub>	Q <sub>20</sub>	Q <sub>50</sub>	Q <sub>100</sub>	Q <sub>200</sub>	Q <sub>500</sub>	Q <sub>1000</sub>	Q <sub>200-klima</sub>
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)	1	1.15	1.31	1.46	1.66	1.81	1.97	2.17	2.32	-
Flomverdier, m <sup>3</sup> /s	230	266	302	337	383	418	453	500	536	634
Flom usikkerhet (97,5%), m <sup>3</sup> /s	408	481	558	637	747	836	906	1000	1071	-
Flom usikkerhet (2,5%), m <sup>3</sup> /s	130	147	163	178	196	209	226	250	268	-
<b>NIFS (kulminasjon)</b>	Ikke beregnet pga. areal større enn 60km <sup>2</sup>									
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)										
Flomverdier, m <sup>3</sup> /s										
Flom usikkerhet (97,5%), m <sup>3</sup> /s										
Flom usikkerhet (2,5%), m <sup>3</sup> /s										

Figur 17: Regional flaumverdier for bekken, berekna i NEVINA.

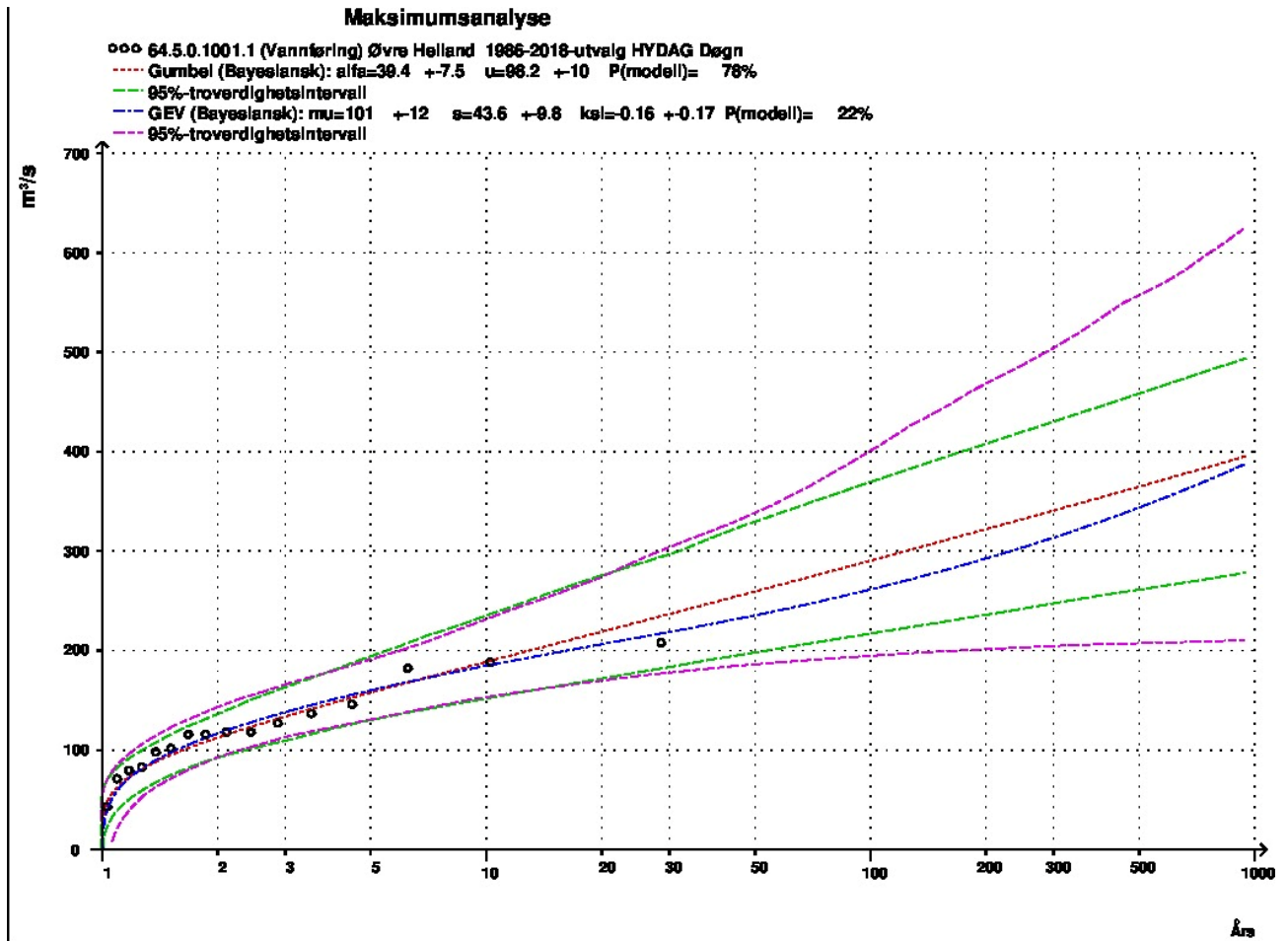
### 4.1.2 HYDRA II

Det er utført ei ekstremver dianalyse i programmet HYDRA II. Analysa er utført for vassføringsstasjonen «Øvre Helland». Denne ligg eit stygge oppstraums Mo og har difor eit mindre nedslagsfelt. Nedslagsfeltet er på 312 km<sup>2</sup> i forhold til 387 km<sup>2</sup> ved Mo. Feltparametrene er ikkje heilt ulike og det er relativt liten forskjell på feltareala.

Det er registrert ein vassføringsstasjon lengre nedstraums «Øvre Helland». Vassføringsstasjon 64.23.0 ved Hellandsfossen har kun vert aktiv mellom 2015 og 2018. Det eksistera difor ikkje ein lang nok dataserie for å gjere ei ekstremver dianalyse for dette vassdraget. Me tek difor utgangspunkt i berekningane for 64.05.0 – Øvre Helland og skalerer det opp til nedslagsfeltet ved Mo.

Usikkerheitsmomenta med å gjere dette er at vassdraget er oppdemd imellom desse to punkta. Dette gjer det meir komplisert å berekne ein flaum, i hvertfall då vatn vert overført frå vatn lengre aust og inn til demninga (ved Hellandsfossen).

Ekstremver dianalysen er utført med regresjonsanalysene basert på Gumbel og GEV. Desse gjev fylgjande estimat av returflommar:



Figur 8

Dette er døgnverdiar. Flaumen vil iløpet av døgnet nå sitt høgaste nivå, kulminasjonsvassføringa.

Kulminasjonen bereknast med empiriske formlar basert på om flaumane kjem mest om haust eller vår, evt. lik sjangse heile året. Basert på vassføringsstatistikken vist i Tabell 1 er det valgt å bruke formel (1) for kulminasjon om hausten.

Tabell 1: vassføringsstatistikk for stasjon 64.23.0.

Måned	Maksimal Vannføring per måned for perioden 1986-2018 (m³/s)
Januar	100.2
Februar	126.4
Mars	95.2
April	86.6
Mai	74.7
Juni	182.2

Juli	125
August	131.8
September	173.2
Oktober	207.8
November	113
Desember	187.8

Formlane for kulminasjon for haus og vårflaum er vist under:

$$\begin{aligned} \text{Vårflom: } Q_{\text{momentan}}/Q_{\text{dogn}} &= 1.72 - 0.17 \log A - 0.125 A_{SE}^{0.5} \\ \text{Høstflom: } Q_{\text{momentan}}/Q_{\text{dogn}} &= 2.29 - 0.29 \log A - 0.270 A_{SE}^{0.5} \end{aligned} \quad (1)$$

Med grunnlag i ein klimafaktor på 1.4 får vert berekning av flaum med gitte returnivå som vist i tabell x

Tabell 2: Berekna flaumverdiar for gjevne gjentaksinterval.

Gjentaksinterval (år)	Kulminasjonsflaum (m <sup>3</sup> /s, Gumbel)	Kulminasjonsflaum (m <sup>3</sup> /s, GEV)
5	289.2	277.5
10	346.7	321.3
20	403.6	359.9
50	479.5	412.7
100	538.4	460.6
200	598.8	519.1
500	681.1	618.3
1000	746	714.1

Det er relativt stor forskjell mellom berekninga gjort av Gumbel og GEV. Berekningane utført i NEVINA erca. 35 m<sup>3</sup>/s høgare enn den berekna i Gumbel. I og med at det er knytt store usikkerheiter til berekninga grunna liten dataserie (1986-2018). Dimensjonerande flaumverdi for denne vurderinga er difor valgt til å vere 634 m<sup>3</sup>/s, som berekna i NEVINA.

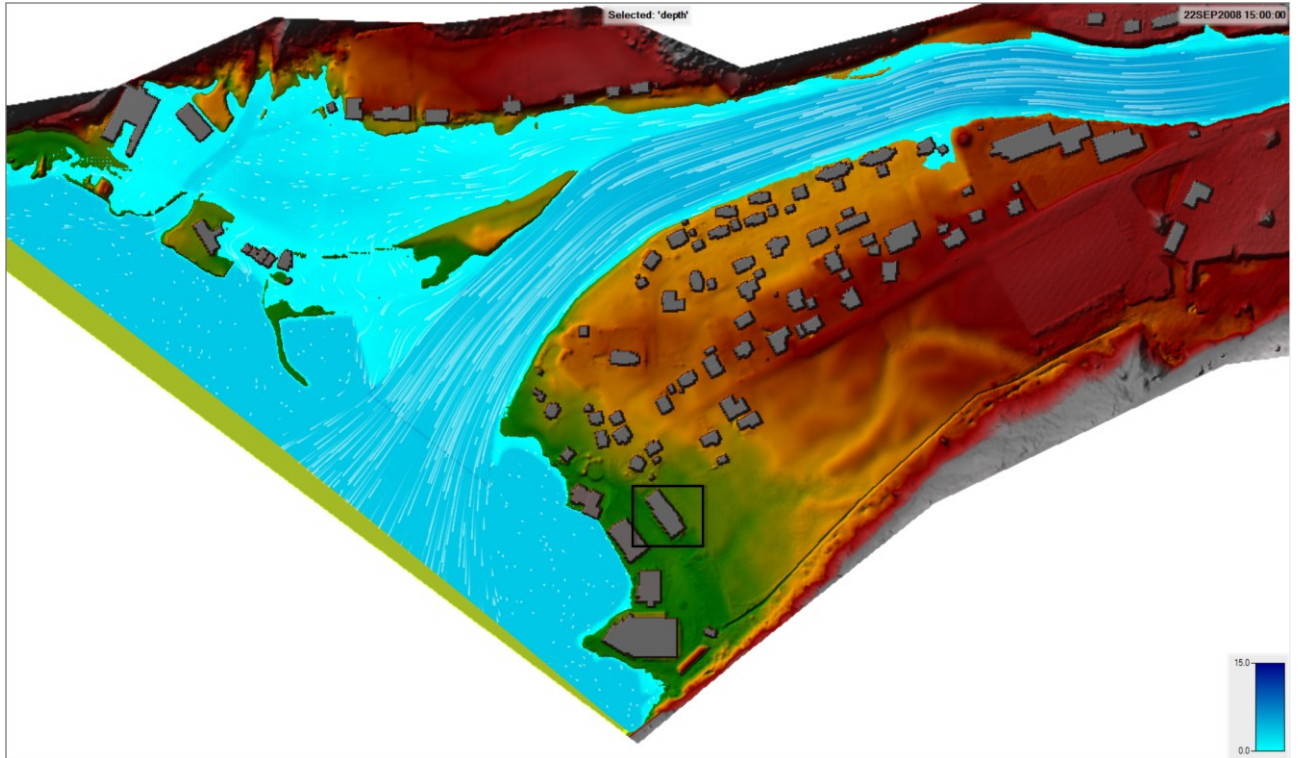
## 4.2 Flaumsonemodellering

Flaumsimuleringa er utført for ein 200 årsflaum inkl. 40% klimapåslag som oppgitt i kap. 2.3.2.

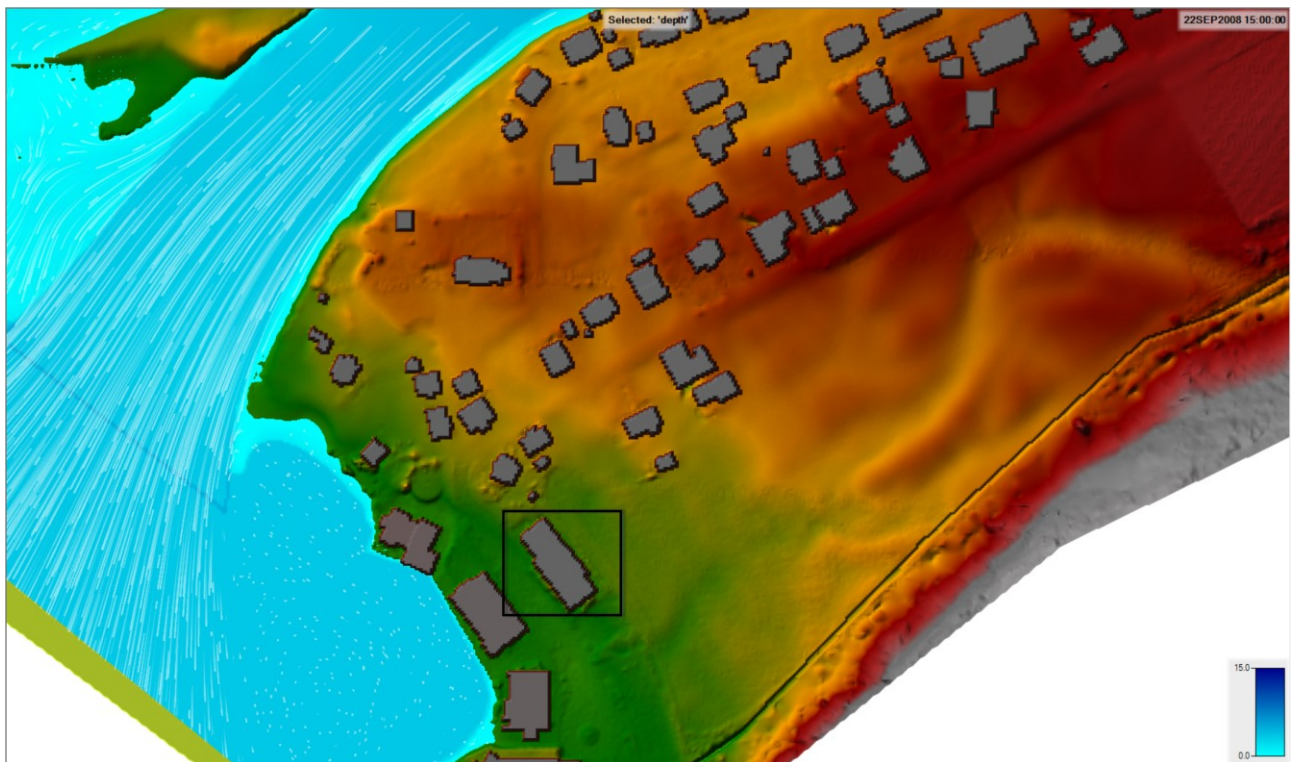
Ruheita i elva og flaumslettene er satt til 0.06. Grensebetingelsen i nedre del av vassdraget er satt som 1m etter berekna 1 års stormflo ved Eidslandet. Øvre grensebetingelse er satt lik vassføring for F2 og ein energi helning lik helninga på elva før og etter grensa.

### 4.2.1 Modelleringsresultater

Resultata syner at det nye tinghuset ikkje er utsatt for flaum etter S2. Bygget er heller ikkje utsatt med tanke på dimensjonerande byggehøgde for forventna havnivå og stormflo.



Figur 9 Flaumzone for ein 200 -årsflaum med klimapåslag.



Figur 10 Flaumsone for ein 200 -årsflaum med klimapåslag ved Modalen sentrum.

## 5 Konklusjon

COWI AS vurderer at planområdet tilfredsstillende krav til *tryggleiksklasse S2* i plan- og bygningslova samt teknisk forskrift til denne (TEK 17; § 7-2), i forhold til flaum i Moelva inkl. 1 års gjentakingsinterval for stormflo.

Det er ikkje gjort modellering av bekk lik aust for «Bryggjeslottet» då me ikkje fekk målt inn verken tverrprofil eller dimensjon av kulvert. Det anbefalst difor å vedlikehalde denne slik at den ikkje går tett. Om kommunen ynskjer det, kan dei måle inn kulvert dimensjon, tverrprofil og fall og få oppdaterte flaumsoner med dette grunnlaget.

## 6 Referansar

- Lovdata, 2018
- TEK 17 § 7-2
- Klimaservicesenter.no
- Klimaendringer og framtidige flommer i Norge. Deborah Lawrence, 2019.