

200-årsflom i Skulebekken, Jørpeland

Sammendrag og konklusjon

I forbindelse med boligregulering langs Skulebekken i Jørpeland er det utført en beregning av 200-årsflom og tilhørende 200-års vannstand.

200-årsflommen er beregnet til 4,3 m³/s. Dette er inkludert 30 % påslag for framtidige klimaendringer. Maksimal vannstand i Skulebekken ved denne vannføringen er på 15.5 m.o.h. forbi boligreguleringsområdet som ligger vest for bekken. Ved boligreguleringsområde øst for Skulebekken er maksimal vannstand på 12.0 m.o.h., det vil si at vannstigning over elvebunnen er hhv. 1.0 m og 1.5m.

Reguleringsområdet vest for Skulebekken ligger ikke innenfor flomsone.

Der hvor Skulebekken krysser en privat adkomstvei til eiendom med gnr 44, bnr 33 ledes vannet gjennom en kulvert. Beregninger viser at kulverten ikke har nok kapasitet for å avlede en 200-årsflom. Vannet renner over kulverten, langs veien og forbi reguleringsområdet øst for Skulebekken.

2	2026-02-16	Reguleringsplan, rev. 13.02.2026 er vedlagt.	Nina Olafsson		
1	2018-02-08	200-årsflom i Skulebekken.	Nina Olafsson	Jon Olav Stranden	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.

1. Bakgrunn

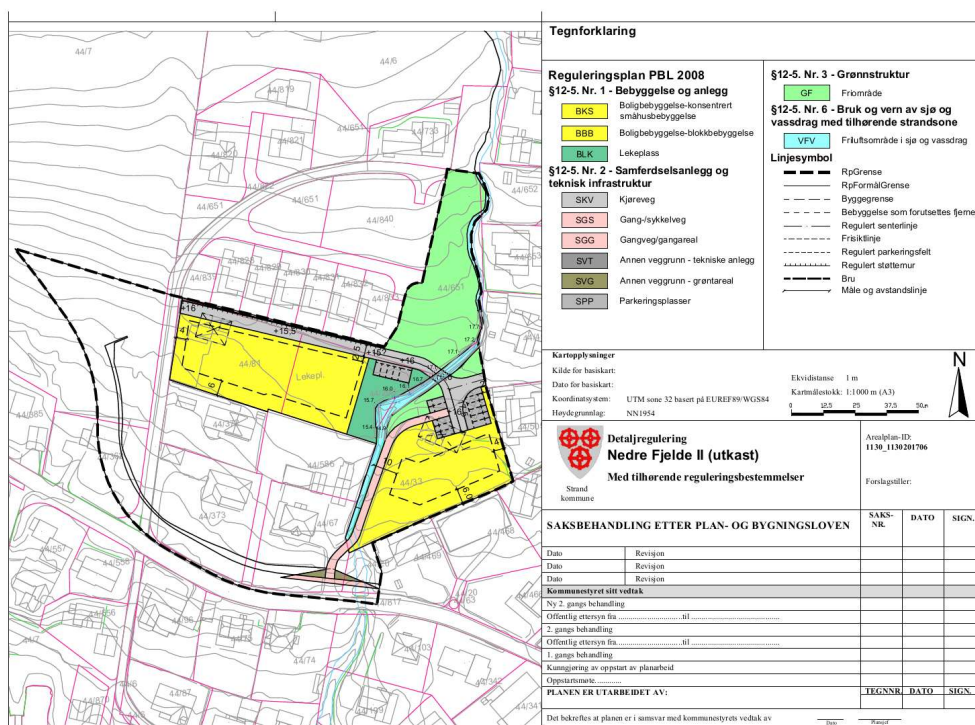
200-års flomstørrelser og tilhørende vannstand er beregnet for en strekning i Skulebekken i Strand kommune. Beregningen er utført ifb. med regulering av boligområde i Jørpeland. Skulebekken renner gjennom reguleringsområdet.

Denne rapporten dokumenterer grunnlaget for- og beregningene av 200-årsflommen og tilvarende vannstand på den aktuelle bekkestrekningen.

2. Innledning

Kart som viser utbyggingsplanen, er vist i Figur 1. Skulebekken renner fra nord til sør. Det er ingen innsjer i nedbørfeltet, som betyr at flommene ikke vil bli naturlig dempet. Det er derfor kortvarig og intens bygenedbør som gir de største flommene i Skulebekken. Avrenningen i området domineres av relativt lav sommervannføring, etterfulgt av flomsesong på høsten og tidlig på vinteren. Vårflom kan komme i noen år, men størrelse og frekvens er lavere enn om høsten. Analysene legger derfor til grunn et flomregime der flommer kommer om høsten (høstflommer).

Stav Arkitekter oversendte en oppdatert reguleringsplan 13.02.2026. Den oppdaterte planen er vist i vedlegg 1.



Figur 1 Kart over planlagt utbygging.

3. Beregning av 200-årsflom

3.1 Grunnlag for vurderingene

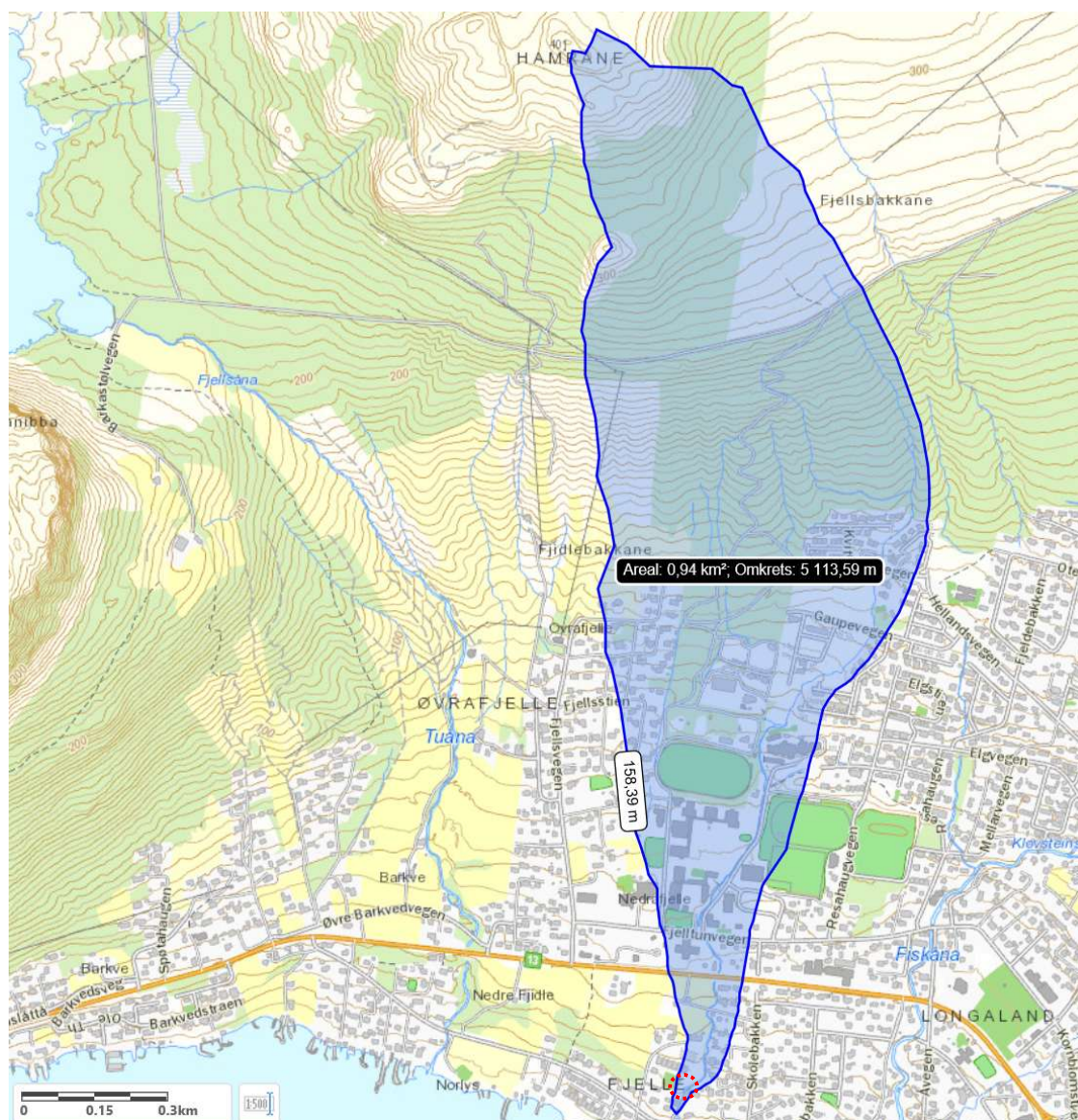
I Tabell 1 er det vist nøkkeldata for det aktuelle nedbørfeltet i Skulebekken. Nedbørfeltet er presentert i Figur 2.

Spesifikk avrenning beregnet ved hjelp av NVE-Atlas er 42 l/s*km². Det ligger målestasjon for vannføring (vannmerke) 32.6 Liarvatn ca. 6 km øst for Skulebekken. Observert spesifikk avrenning for

vannmerket i perioden 1961-90 er på 84 l/s*km². For perioden 1986-2016 er avrenning på 97 l/s*km². Økningen er på ca. 15 %. Det er valgt å øke spesifikk avregning for Skulebekken tilsvarende. Avrenningen som er lagt til grunn for videre beregninger er 48 l/s*km².

Tabell 1 Nøkkeldata.

	Areal km ²	Eff.sjø. %	Høyde Min-max	Q _N l/(s*km ²)	q m ³ /s
Skulebekken +11	0,94	0,0	395-11	48,14	0,05



Figur 2 Oversiktskart nedbørfelt. Utbyggingsområdet er markert helt nederst i nedbørfeltet

Flomstørrelsene ble beregnet ved hjelp av forskjellige metoder:

- 1) nasjonalt formelverk (NIFS-formelverk); flomformel for små nedbørfelt (NVE-rapport 7-2015) [1]
- 2) den rasjonale formelen
- 3) flomfrekvensanalyse basert på vannmerker i området

3.2 Flomstørrelse beregnet fra nasjonalt formelverk

Flomformlene for små nedbørfelt beregner kulminasjonsverdiene for forskjellige gjentakintervall direkte vha. regresjonsligninger som benytter feltets effektive sjøprosent, middelavrenning og midlere spesifikke avrenning. Kulminasjonsverdi for 200-årsflom beregnet med dette formelverket blir 3540 l/s*km². I Tabell 2 er presentert hovedverdier som er beregnet ved bruk av dette formelverket.

Tabell 2 Hovedverdier for nasjonalt formelverk

T år	Q _M , middelflom m ³ /s	k	k _T	Q _T , momentanverdi m ³ /s	q _T , momentanverdi l/(s*km ²)
200	1,27	-0,19	2,61	3,33	3540

3.3 Flomstørrelse beregnet med den rasjonale formel

Den rasjonale formel beregner kulminasjonsverdiene ut i fra karakteristisk nedbørintensitet for varighet lik feltets konsentrasjonstid, samt feltareal og en avrenningskoeffisient. Konsentrasjonstiden for Skulebekken ble beregnet til 1,2 timer v.h.a. formel for konsentrasjonstid i naturlige felt oppgitt av NVE. Nedbørintensitet for 1-timers hendelser ble tatt fra IVF-kurve for målestasjon 44660 Stavanger Hundvåg, som ga 88 l/s*ha for en 200-års hendelse. Avrenningskoeffisient ble satt til C = 0,3, men øket med 30% pga. ekstra vannmetning under 200-års nedbør. Kulminasjonsverdi for 200-årsflom beregnet med dette formelverket blir 3432 l/s*km².

3.4 Flomstørrelse beregnet vha flomfrekvensanalyse

I flomfrekvensanalysen beregnes først som spesifikke døgnmiddelflommer for 200-års gjentakintervall for nedbørfeltet måleserien representerer. Disse konverteres til kulminasjonsverdier vha. en kulminasjonsfaktor. Avrenningsverdiene ganges så opp med feltarealet til Skulebekken for å gi flomvannføring for dette feltet.

Flomfrekvensanalyse er utført ved bruk av NVEs beregningsprogram DAGUT. Valg av vannmerke ble diskutert med hydrologisk avdeling i NVE: vm 29.4 Aspervik ble frarådet til å bruke og vm 28.22 Lye ble foreslått i stedet. For flomfrekvensanalyse er tre måleserier lagt til grunn: Vm 29.7 Gramstaddalen, 32.6 Liarvatn og vm 28.22 Lye.

For å omregne fra døgnflommer til momentanverdi er ligningen for høstflom i NVEs retningslinjer for flomberegninger brukt: $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}} = 2,29 - 0,29 * \log(A) - 0,27 * A_{SE}^{0,5}$

Der A er feltareal og A_{SE} effektiv sjøprosent for tilsvarende vm.

Kulminasjonsverdi for 200-årsflom beregnet basert på vm 29.7, vm 32.6 og vm 28.11 er hhv 1660, 2513 og 2006 l/s*km².

3.5 Sammenligning av verdier fra ulike metoder og endelig flomverdi med klimapåslag.

Flomverdiene beregnet ved hjelp av ovenfor presenterte metoder er vist i Tabell 3.

Kulminasjonsverdi beregnet basert på vm 29.7 er 1660 l/s*km². I følge [1], for nedbørfelt med areal under 1 km² bør ikke flomverdi mindre enn 2000 l/s*km² legges til grunn.

Resultatene av beregningene basert på NIFS og Den rasjonale formelen stemmer rimelig godt overens, men verdiene fra flomfrekvensanalysen er 30 % – 40% lavere enn de øvrige. Dette er ikke overraskende, siden nedbørfeltene til vannmerkene er til dels vesentlig større. En flomverdi på 3500 l/s*km² er valgt som endelig flomverdi.

I henhold til [2] anbefales et klimapåslag på «minst 20 %» i Rogaland i små felter mindre enn 100 km². Et klimapåslag på 30 % legges til grunn for Skulebekken. **Dette gir en 200-årsflom for Skulebekken ved kote 11 på 4,28 m³/s.**

Metode	Kulm.avrenning	Absolutt flomvanf.
	qT (l/skm ²)	QT (m ³ /s)
Nasjonalt formelverk (NIFS)	3540	3.33
Den rasjonale formelen	3432	3.23
Flomfrekvensanalyse (Gumbel):		
VM 29.7 Gramstaddalen	1660	1.56
VM32.6 Liarvatn	2513	2.36
VM28.11 Lye	2006	1.89
Valgt verdi	3500	3.29
Klimakorrigert	4550	4.28

4. Beregning av 200-års vannstand

200-års vannstand er beregnet ved hjelp av en hydraulisk 2D-beregning med modelleringsverktøyet HEC-RAS. Modellen beregner vannets strømning i 2 dimensjoner, der resultatet er beregnet vannhastighet, og vannivå for et definert beregningsgrid. Ved å benytte en 2D-modell vil vi kunne få en bedre representasjon av hvordan vannet vil bre seg utover enn ved å benytte en 1D-modell.

4.1 Terrengmodell

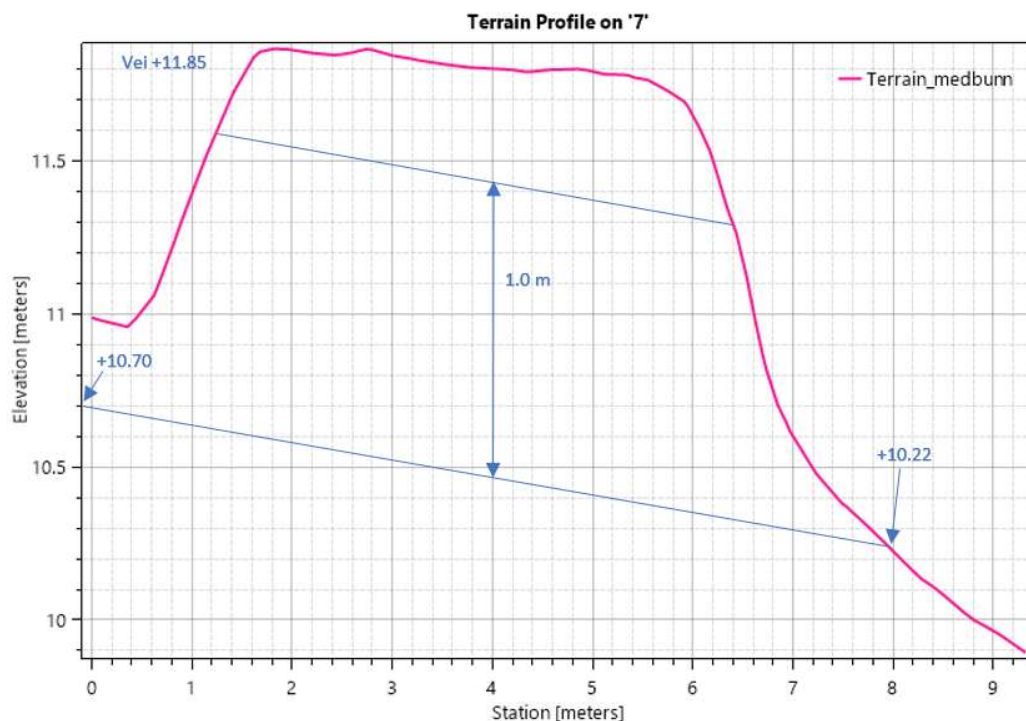
Kartgrunnlaget for utbyggingsområdet er laserdata Kartverket kombinert med målte elvebunn oversendt av oppdragsgiver. Oppmålingene er utført av Ryfylke Trelast, sommer 2017. Til modelleringen er det utarbeidet en terrengmodell for området, med en oppløsning på 0,25 x 0,25 m, og den samme gridstørrelsen er benyttet i beregningsmeshet i 2D-modellen. I Figur 4 er terrenget i området vist. Reguleringsområdene er markert med gult i figuren. Terrengmodellen er beregnet på grunnlag av en kartlegging der det kan være en viss vannføring i elva. Dette gjør at beregningen vil være litt konservativ.

4.2 Friksjonsforhold

Det er ikke utført befaring av området, så friksjonsforholdene er vurdert ut fra kart og bilder, samt erfaringstall fra litteratur knyttet til forskjellig arealbruk og utforming av elven. Friksjonsfaktoren er satt til 0,04. 0,04 oppgis i HEC-RAS manualen som et midlere erfaringstall for bekkefar av grus og stein, og er vurdert representativ for strekningen der bekken passerer aktuell eiendom.

4.3 Grensebetingelser

Oppstrøms grensebetingelse er satt til 200-årsflom med klimapåslag som utregnet i kapittel 3.5. Nedstrøms grensebetingelse er satt nedstrøms en kulvert der hvor Skulebekken krysser en privat adkomstvei til eiendom med gnr 44, bnr 33 i, (jf. Figur 4). Kulverten er ikke oppmålt. Basert på laserdata og opplysninger fra kunden er data som vist i Figur 3 lagt til grunn for kulverten.



Figur 3 Grunnlagsdata for kulverten.



Figur 4 Kartutsnitt over området. Reguleringsområder er markert med gul i figuren.

HEC-RAS modellen er kjørt med et tidskritt på 0,1 sekunder

1.1 Resultat

Den beregnede utbredelsen av 200-årsflommen for Skulebekken er vist i Figur 5. Vannstand ved 200-årsflom med 30 % klimapåslag er beregnet til 15.5 m o.h. i øvre del av utbyggingsområdet, ved svingen rett utenfor gr.44 br.293 i nærheten av lekeplass. Ved kulverten i nedre del av utbyggingsområdet er vannstanden beregnet til ca. 12.0 m o.h.

Figur 5 antyder at det sørvestre hjørnet av reguleringsområdet øst for den private veien ligger innenfor flomsonen. Dette skyldes at kulverten ikke har kapasitet tilsvarende en 200-årsflom. Hoveddelen av dette området er imidlertid ikke berørt ved en 200-årsflom.



Figur 5 200-års flomutbredelse i Skulebekken.

2. Usikkerheter

Det vil alltid være usikkerheter knyttet til denne typen beregninger. Registrering av flomdata ved målestasjoner vil alltid ha en usikkerhet. Denne er redusert ved at den valgte flomverdien er basert på formler som er avledet fra regionale flomfrekvensanalyser på mange målestasjoner. Usikkerhetene i den hydrauliske modellen knytter seg i hovedsak til vurdering av friksjonsforhold og usikkerheten i størrelsen til flommene. Kulverten er ikke oppmålt. Det ligger usikkerhet i dette.

Det er derfor gjort beregning av tilgjengelig kapasitet gjennom kulverten ved hjelp av programmet HY-8. Ved antatte størrelser på kulverten er resultater for kulvertkapasitet på samme nivå som beregninger med HEC-RAS.

3. Referanser

1. NVE (2015). Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt. NVE-rapport 7-2015.
2. NVE (2016). *Klimaendring og fremtidige flommer i Norge*. NVE-rapport 81-2016.

4. Vedlegg 1. Oppdatert reguleringsplan.

