

FLOMVURDERING LONANE BOLIGLØFTET RIPLE

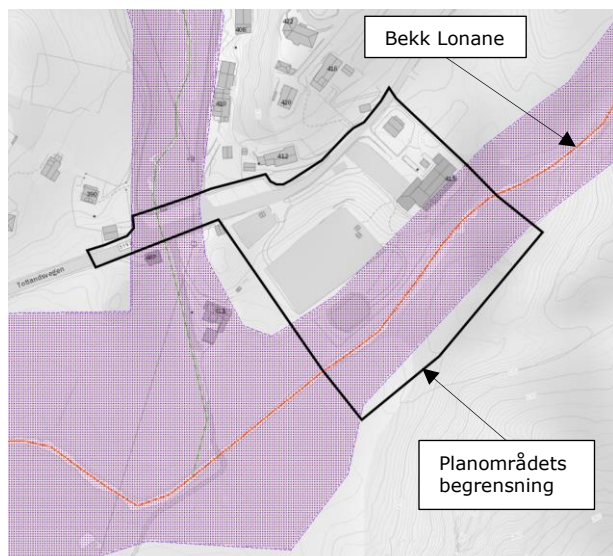
Oppdragsnavn **Nedre Totland omsorgsboliger**
Prosjekt nr. **1350017214-017**
Mottaker **Bergen kommune**
Dokument type **Notat**
Versjon **01**
Dato **07.12.2021**
Utført av **Rosa Gonzalez**
Kontrollert av **Lars Skeie**
Godkjent av **Bente Karlsen**
Beskrivelse **Vurdering av flomfare i bekken Lonane ved planområdet Riple i Nedre Totland**

INNHOLDSFORTEGNELSE

1.	Innledning og mål	2
2.	Metode	3
2.1	Krav til flomsikkerhet og klimafaktor	3
2.2	Metode flomanalyse	3
3.	Flomanalyse	3
3.1	Nedbørsfelt	3
3.2	Dimensjonerende flomverdi	6
4.	Hydrauliske beregninger	6
4.1	Topografiske data	6
4.2	Modelloppbygging	6
4.3	Grensebetingelser og ruheffisienter	7
4.4	Kalibreringsdata	7
5.	Resultater	7
6.	Usikkerheter	9
7.	Sammendrag og konklusjon	10
8.	Referanser og kilder	10
9.	Vedlegg	11

1. Innledning og mål

Tomta til gamle Riple skole ligger i landlige omgivelser ved bekken Lonane. Planforslaget for Nedre Totland vil omdisponere tidligere Riple skole til omsorgsboliger, for slik å følge opp satsningen Boligløftet Bergen. Det fremmes to alternativer til planforslag. I alternativ 2 er det foreslått å plassere en lekeplass for småbarn nær bekken Lonane. Ved dette alternativet vil lekeplassen være innenfor NVEs aktsomhetskart for flom i vassdrag. Figur 1.1 viser NVE aktsomhetskart for flom ved planområdet og Figur 1.2 illustrerer planforslaget for alternativ 2.



Figur 1.1: NVE Aktsomhetskart for flom ved planområde.



Figur 1.2: Illustrasjonsplan for alternativ 2 (med ny lekeplass mellom eksisterende grusbane og bekken).

Hovedmålet med denne utredning har vært å kartlegge nedbørfeltet, dokumentere dimensjonerende flom og utføre et flomsonekart for planområdet ved en grov, forenklet og konservativ vurdering.

2. Metode

2.1 Krav til flomsikkerhet og klimafaktor

Dagens krav til sikkerhet i forhold til flom, både fra elv og stormflo, er gitt i byggeteknisk forskrift (TEK 17) § 7-2. Kravene er differensiert i forhold til type flom og type byggverk/infrastruktur. Byggeteknisk forskrift TEK17 § 7-2 Sikkerhet mot flom og stormflo angir 3 ulike sikkerhetsklasser for byggverk i flomutsatt område:

- Sikkerhetsklasse F1 inkluderer bygninger som garasjer og lagerbygg med lite personopphold der oversvømmelse har liten konsekvens. 20-årshendelse er dimensjonerende.
- Sikkerhetsklasse F2 omfatter bebyggelse med personopphold og gjelder for områder der oversvømmelse får middels konsekvens. 200-årshendelse er dimensjonerende.
- Sikkerhetsklasse F3 omfatter bygg for sårbare samfunnsfunksjoner og byggverk som under flom kan forårsake stor forurensning på omgivelsene. Sikkerhetsklasse F3 gjelder områder der oversvømmelse får store konsekvenser. 1000-årshendelse er dimensjonerende.

Basert på ovenstående blir dimensjonerende flomhendelse i Lonane satt til 200 år for byggverk med personopphold.

I NVE sin veileder for flomberegninger i små uregulerte felt (NVE, 7/2015) anbefales det å anvende 20 – 40 % klimatillegg for 3-timers nedbør, men grunnet en forventet økt nedbørintensitet i små nedbørfelt bør det vurderes å bruke 40 %.

Det er tidligere anbefalt i klimaprofil for Hordaland et klimapåslag på minst 40 % på dimensjonerende nedbør på regnskyll med varighet under 3 timer. Denne anbefalingen kan brukes fremdeles. Anbefalt klimapåslag på flomvannføring er 20 % eller 40 % for alle nedbørfelt i Hordaland, avhengig av plassering og flomsesong.

Dimensjonerende flom settes til:

$Q_{DIM} = Q_{200}$ inkludert 40% klimapåslag

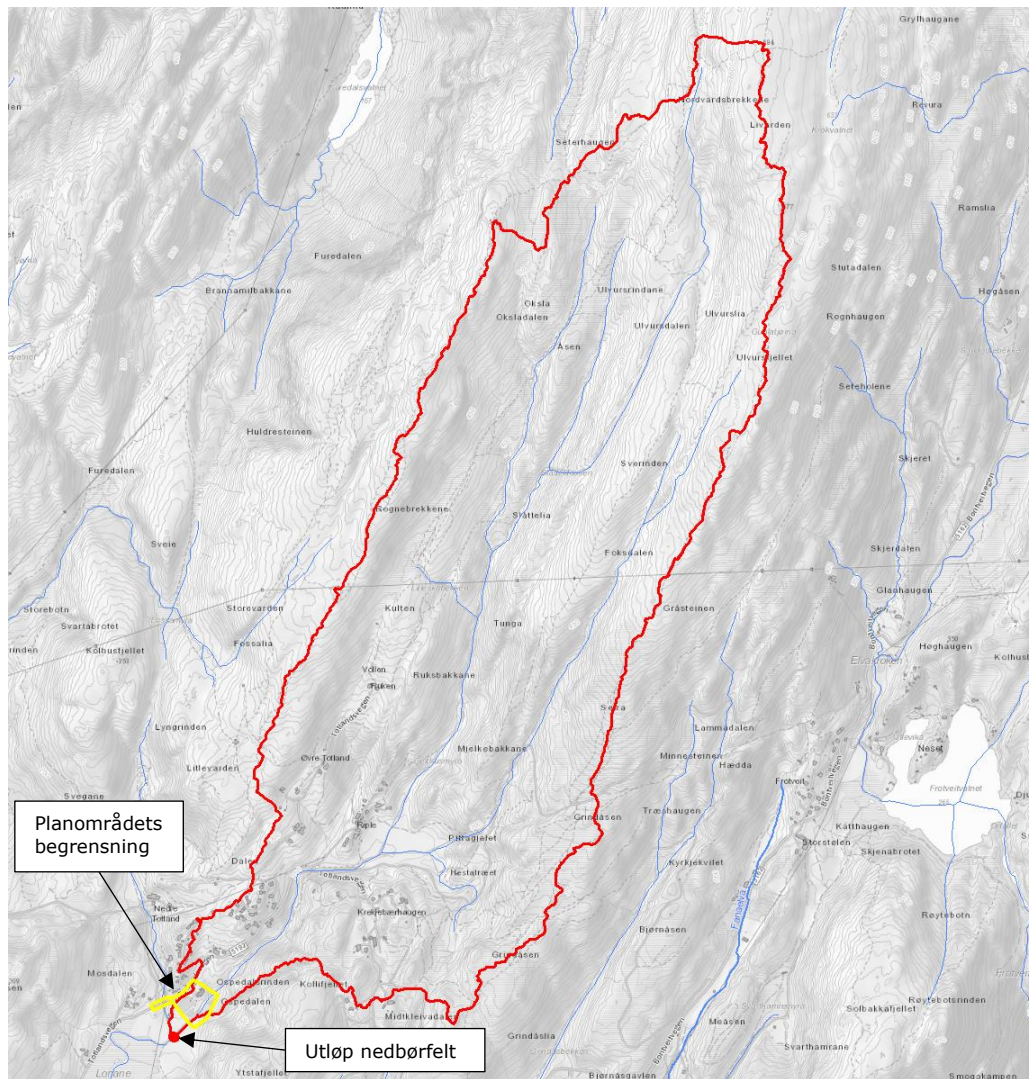
2.2 Metode flomanalyse

Vi har valgt NVEs verktøyet (Nevina) som beregningsmetode for å gjennomføre flomberegningen av nedbørfeltet. Verdiene generert i flomindeks rapporten fra Nevina (se Vedlegg 2) har blitt brukt videre i den hydrauliske beregningen. Flomestimater i Nevina er beregnet basert på «NIFS (kulminasjon)».

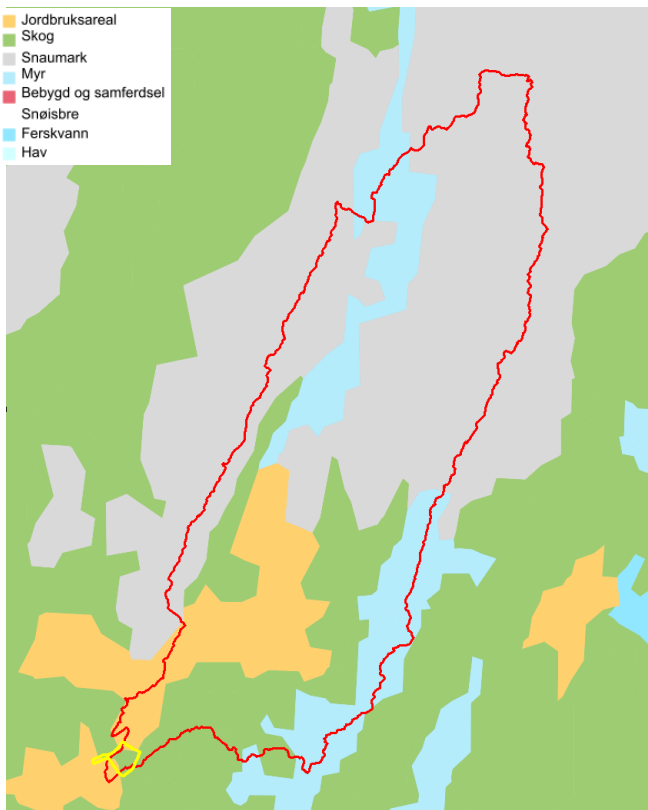
3. Flomanalyse

3.1 Nedbørfelt

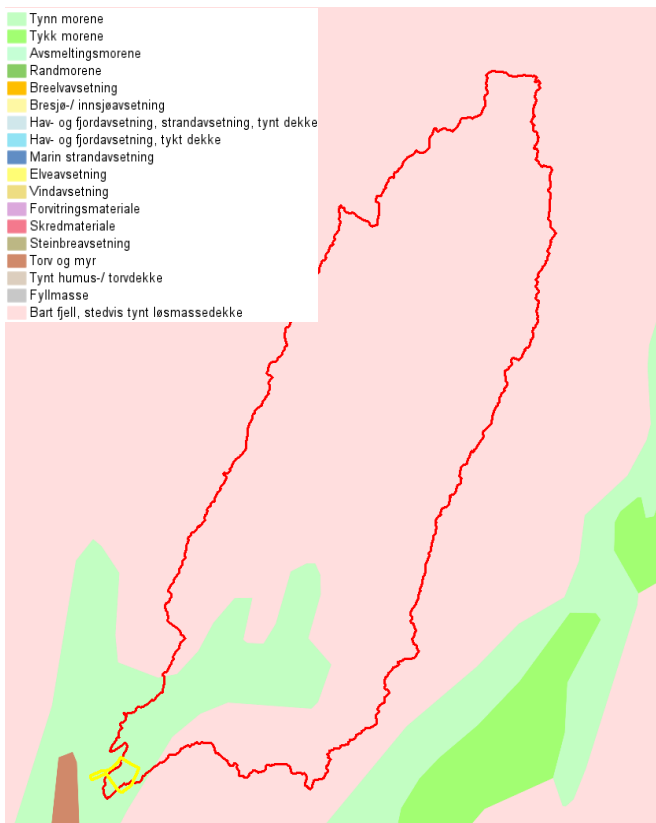
Nedbørfeltet er beregnet nedstrøms planområdet og ved Lonane, se Figur 3.1. Beregnet nedbørfelt er 3,8 km². Feltet har en høy prosentandel av snaufjell (60 %), litt over en tiendedel skog (12 %), en liten andel dyrket mark (5 %) og nesten ingen urbaniseringsgrad (0,3 %). En femtedel av arealet er registrert som uklassifisert areal (20,5 %). Middellavrenningen er 100 l/s*km². Figur 3.2 viser avrenningsfelt og arealtyper fra NIBIO (Norsk institutt for bio-økonomi), mens Figur 3.3 viser avrenningsfelt og løsmassetyper fra NGU (Norges geologiske undersøkelse).



Figur 3.1: Nedbørfelt (rød strek), planområde (gul strek) og avrenningslinjer (blå linjer).

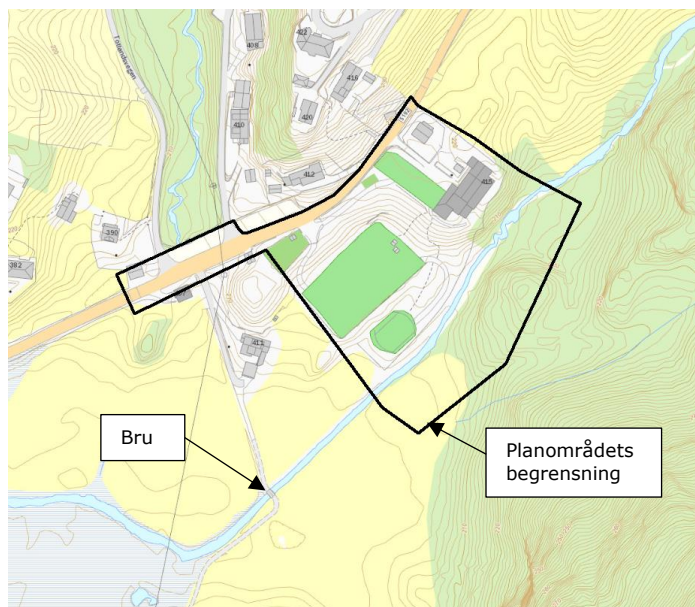


Figur 3.2: Nedbørfelt (rød strek), planområde (gul strek) og arealtyper fra NIBIO (NIBIO, 2021).



Figur 3.3: Nedbørfelt (rød strek), planområde (gul strek) og løsmassekart (WMS).

Det er en bru ved bekken Lonane nedstrøms planområdet, se Figur 3.4. Vi har vurdert at brua ikke vil ha noe innvirkning i planområdet ved en flomsituasjon. Fallforhold langs bekken og på terreng rundt brua viser at planområdet ikke blir oversvømt som følge tilbakestuvning oppstrøms brua ved en flomsituasjon. Vannet vil renne bort på terreng rundt brua og nedstrøms før vannlinjen treffer høyden ved planområdet. Derfor har vi valgt å generere nedbørfelt rett oppstrøms eksisterende brua og ikke ta hensyn til brua i den hydrauliske modellen.



Figur 3.4: Plassering av bru nedstrøms planområdet.

3.2 Dimensjonerende flomverdi

Dimensjonerende flomverdi er hentet fra flomindeksrapporten generert i Nevina (se Vedlegg 2). Det brukes beregnet kulminasjonsflom basert på NIFS-formelverk (2015) som dimensjonerende flomverdi.

$$Q_{DIM} = Q_{200} \text{ inkl. 40\% klimapåslag} = 28,3 \text{ m}^3/\text{s}$$

4. Hydrauliske beregninger

Programvaren HEC-RAS 5.0.7 er benyttet ved beregning av vannlinjer. HEC-RAS er et anerkjent 1- og 2-dimensjonal elvemodell program som beregner vannlinjer ved ulike hydrauliske forhold.

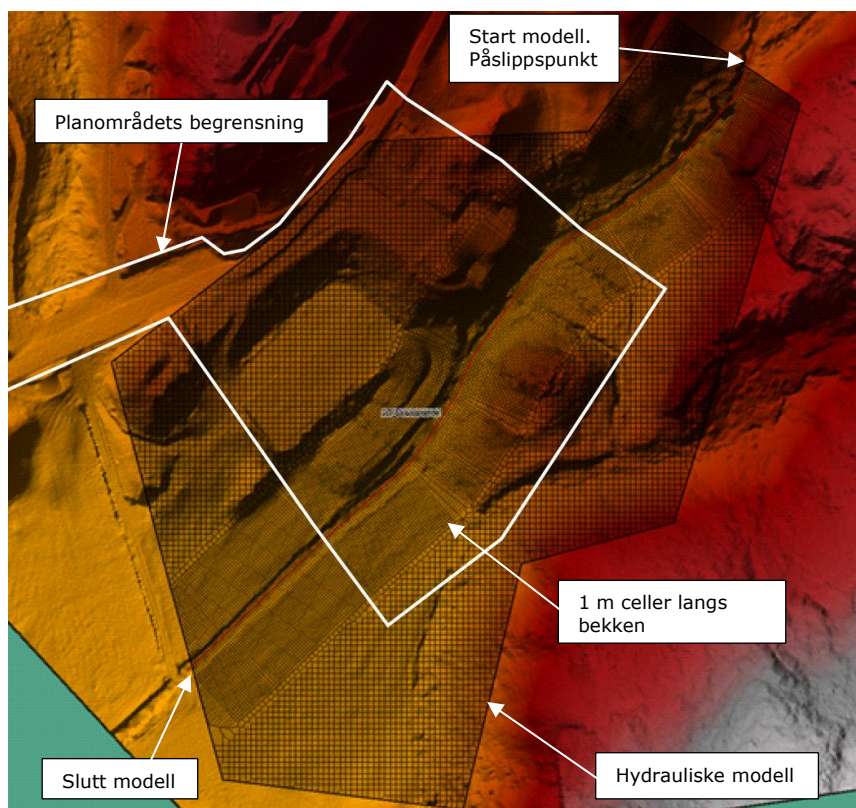
4.1 Topografiske data

Den hydrauliske modellen i HEC-RAS er basert på en generert høydemodell (i NN2000) for planområdet som er sammenstilt av terrengdata (0.25 x 0.25 meter celler fra Nasjonal Detaljert Høydemodell, Bergen 5pkt 2020).

4.2 Modelloppbygging

Det er etablert en ca. 4 ha stor hydraulisk 2D modell i HEC-RAS. Fokusområdet for modellen ligger langs bekken og ved planområdet.

Cellestørrelsen i modellen er 2 m. Langs bekken er det definert en mindre cellestørrelse for å fange strømningsretning og hastighet ved en flomhendelse i planområdet. Det er langs bekken benyttet en cellestørrelse på 1 m med en bredde på 25 m på hver side av senterlinjen for bekken. Se Figur 4.1.



Figur 4.1: Illustrasjon av modelloppbygging.

4.3 Grensebetingelser og ruhetskoeffisienter

Grensebetingelser:

- Oppstrøms betingelse: Det er lagt til grunn normaldybde, hvor helning for normalstrømning oppgis. Helningene er estimert basert på lengdeprofil ved øverste tverrprofil og ca. 50-100 meter lengre nedstrøms. Det ble benyttet en helning på 6 prosent.
- Nedstrøms betingelse: Helningen basert på terrengets helning i bekken i og ved nedstrøms tverrprofil. Det ble lagt inn en helning på 2,5 prosent.
- Mannings ruhetskoeffisienter, n , er hentet fra tabell 4.1. i Vassdragshåndboka (Sæterbø, Syvertsen og Tesaker, 1998).
 - For bunn er n satt til 0,035.
 - For sidekanter er n satt til 0,06.

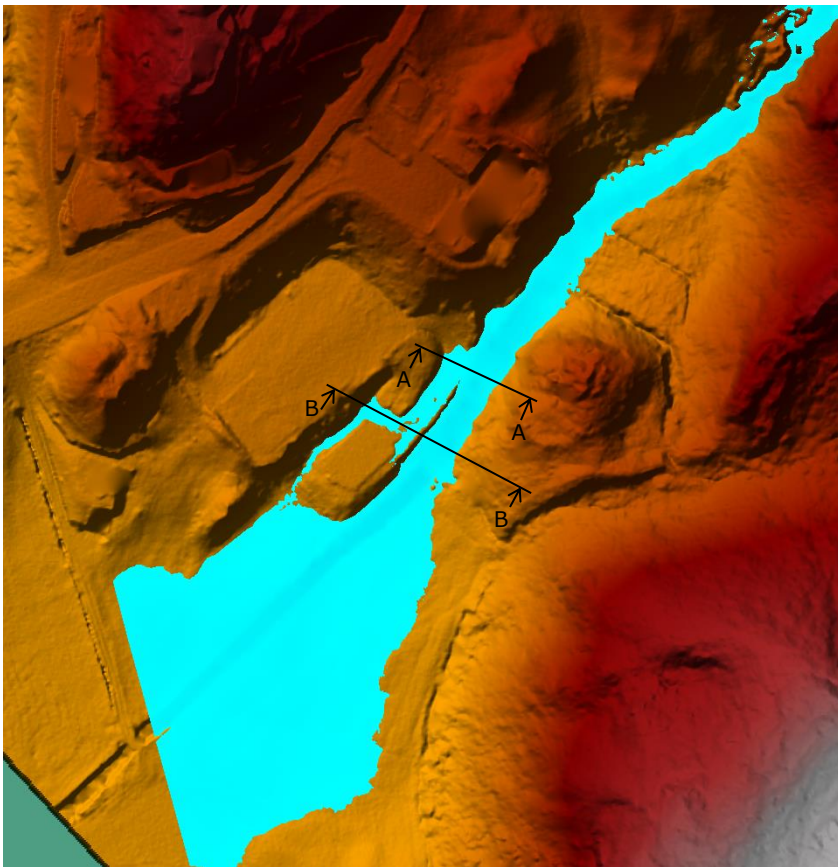
4.4 Kalibreringsdata

Det foreligger ingen kalibreringsdata, og kalibrering av modellen har dermed ikke blitt gjort.

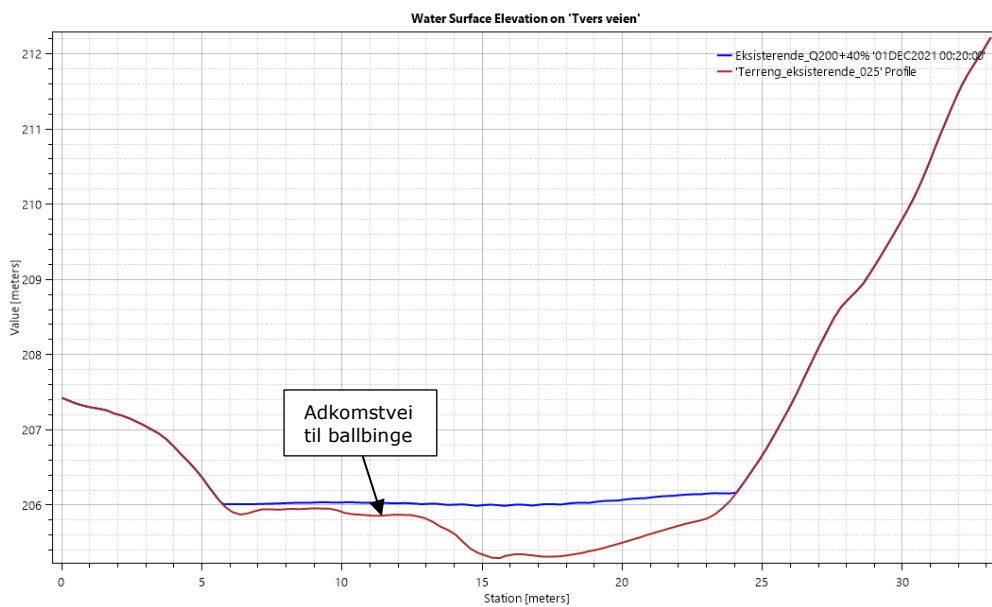
5. Resultater

Flomutbredelse for eksisterende situasjon ved dimensjonerende flom er vist i Figur 5.1.

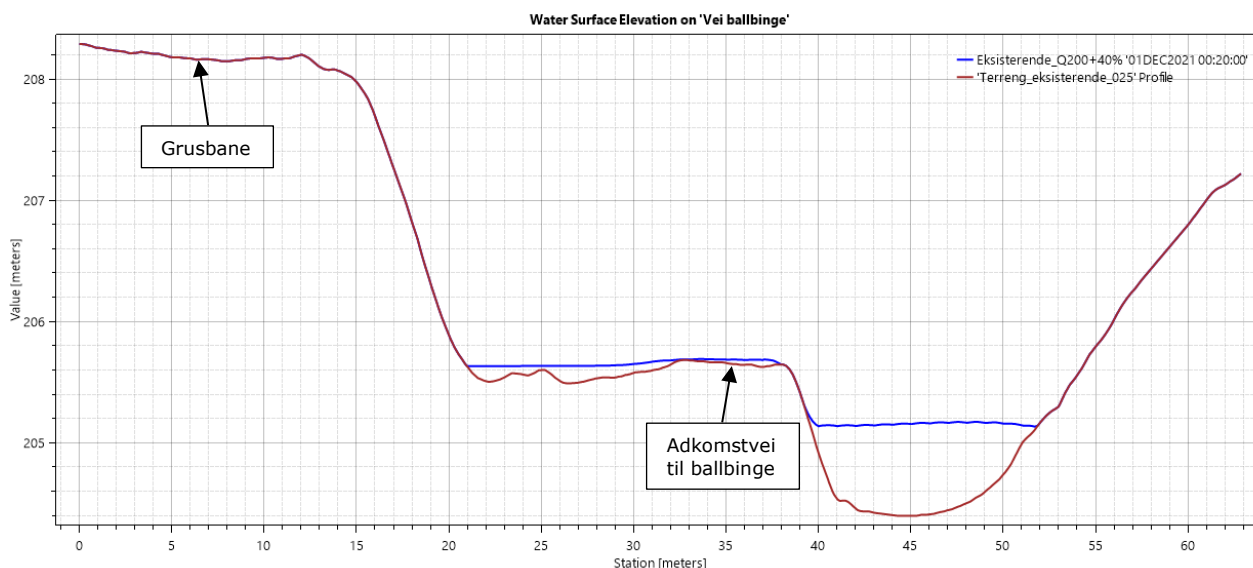
Den hydrauliske modellen viser at ved eksisterende situasjon så vil dimensjonerende flom renne inn på planområdet ved eksisterende adkomstvei som går ned til ballbingen. Snitt A-A viser området hvor flom vil renne inn på planområdet gjennom adkomstveien og snitt B-B viser hvor vann vil renne over veien til arealet mellom ballbingen og skråningen opp til grusbanen.



Figur 5.1: Flomutbredelse for eksisterende situasjon ved Q200 inkl. 40% klimapåslag.



Figur 5.2: Vannhøyde ved snitt A-A for eksisterende situasjon ved Q200 inkl. 40% klimapåslag.



Figur 5.3: Vannhøyde ved snitt B-B for eksisterende situasjon ved Q200 inkl. 40% klimapåslag.

Ved utforming av eksisterende vei med fall mot bekken vil området rundt ballbingen dreneres raskere ved en flomsituasjon. En mindre voll mellom veien og bekken på ca. 30–50 cm vil kunne holde vannet fra Lonane unna planområdet, men samtidig kunne gi eventuelle problemer med avrenning fra planområdet.

Når det gjelder etablering av en ny lekeplass som vist i Figur 1.2 er det anbefalt å heve terrenget i dette område for å unngå at lekeplassen blir flomutsatt. Det anbefales at terrenget heves minst til kote + 206 + 50 cm sikkerhetsmargin = +206,5.

6. Usikkerheter

Det vil alltid være usikkerheter knyttet til avrenningsanalyser av denne type. Usikkerhetene er primært knyttet til følgende elementer:

- Flomberegningene
- Terrengdata benyttet i hydraulisk modellen
- Hydraulisk modellering

Det er anbefalt å benytte en sikkerhetsmargin på minst 50 cm i tillegg til beregnede vannstander ved utbygging av området i eller nær flomsone.

Flomberegninger

Flomverdien hentet fra Nevina rapport er automatisk generert og vil være svært usikker. Flomverdien har ikke vært kvalitetssikret mot andre metoder for å estimere flomverdier da vi har gjennomført kun en grov og forenklet flomvurdering. Beregning av flere metoder for å estimere flomverdi kan gjennomføres for å være tryggere på benyttet flomverdi.

Usikkerheten vurderes å være i klasse 5 (hvor 1 er best og 5 er dårligst) for felt større enn 1 km².

Datagrunnlag

Datagrunnlaget for vassdraget kan karakteriseres som akseptabel for bruken da det er anvendt filtrert laserdata. Likevel er det noe usikkerhet knyttet til beregnede flomutbredelser som følge av støy som

ikke har blitt filtrert ut. Spesielt bunnivået i bekken Lonane vil være utilstrekkelig dekt, da laseren fanger opp vannflaten ved innmåling. Ved å bruke lasterdata som terrengrunnlag vil beregnet vannstand ligge noe høyere enn den vil i realiteten. Innmåling av bekkens nivå kan gjøres for å redusere usikkerheten.

Hydraulisk modell

En hydraulisk modell vil aldri klare å gjenskape et korrekt strømningsbilde. Modellens ligninger og formler, samt brukerens parametervalg vil være bestemmende for kvaliteten til resultatene. Det er benyttet en 2-dimensjonal modell for å beregne flomutbredelsen med rimelig fin celleoppløsning (1 m) og erfaringsbaserte ruhekskoeffisienter som anses som tilstrekkelig for formålet.

7. Sammendrag og konklusjon

Planforslaget for Nedre Totland vil omdisponere tidligere Riple skole til omsorgsboliger. Det er utarbeidet to alternativer til planforslag. I alternativ 2 er det foreslått å plassere en lekeplass for småbarn nær bekken Lonane. Ved dette alternativet vil lekeplassen være innenfor NVE aktsomhetsområdet for flom i vassdrag.

Hovedmålet med denne utredning har vært å kartlegge dimensjonerende flom og utføre et flomsonekart for planområdet basert på en grov, forenklet og konservativ tilnærming.

Vi har valgt NVEs verktøyet (Nevina) som beregningsmetode for å gjennomføre flomberegningen av nedbørfeltet. Dimensjonerende flomverdi er hentet fra flomindeksrapporten generert i Nevina. Det brukes beregnet kulminasjonsflom basert på NIFS-formelverk (2015) som dimensjonerende flomverdi. Beregnet dimensjonerende flom med 40 % klimapåslag er 28,3 m³/s.

Det er etablert en ca. 4 ha stor hydraulisk 2D modell i HEC-RAS. Den hydrauliske modellen i HEC-RAS er basert på en generert høydemodell (i NN2000) for planområdet som er sammenstilt av terrengdata (0.25 x 0.25 meter celler fra Nasjonal Detaljert Høydemodell, Bergen 5pkt 2020).

Den hydrauliske modellen viser at ved eksisterende situasjon så vil dimensjonerende flom renne inn planområdet ved adkomstveien ned til ballbingen. Ved utforming av eksisterende vei med fall mot bekken vil området rund ballbingen dreneres raskere ved en flomsituasjon.

Når det gjelder etablering av en ny lekeplass mellom eks. grusbane og bekken er det anbefalt å heve terrenget i dette område for å unngå at lekeplassen blir flomutsatt. Hvis det ønskes at lekeplassen skal ligge flomsikkert innenfor en 200-årsflom inkl. 40 % klimapåslag, bør terrenget heves minst til kote +206,5, tilsvarende beregnet vannstand + 50 cm sikkerhetsmargin.

Kravene i TEK17 §7-2 angir ingen krav til sikkerhet mot flom for uteareal som f.eks. lekeplass. De gjelder i utgangspunktet for byggverk og tilhørende byggegrunn. Uteareal og lekeplasser kan tillates at ligger innenfor flomsone, men det må gjøres kjent for brukerne at området er en del av bekkens flomsone.

8. Referanser og kilder

Norsk klimaservicesenter. *Klimaprofil Hordaland (Januar 2021)*. [Internett] Lenke:

<https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/hordaland>

[Funnet 06 desember 2021].

NVE, 2015. *Rapport nr 13-2015. Nasjonalt formelverk for flomberegning i små nedbørfelt, s.l.: NVE.*

NVE, 2015. *Veileder nr 7-2015. Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt*, s.l.: NVE.
Sæterbø, Syvertsen og Tesaker, 1998. *Vassdragshandboka. Håndbok i forbygningsteknikk og vassdragsmiljø*, s.l.: NVE.

US Army Corps of Engineers, u.d. *HEC-RAS*.. [Internett] Lenke:

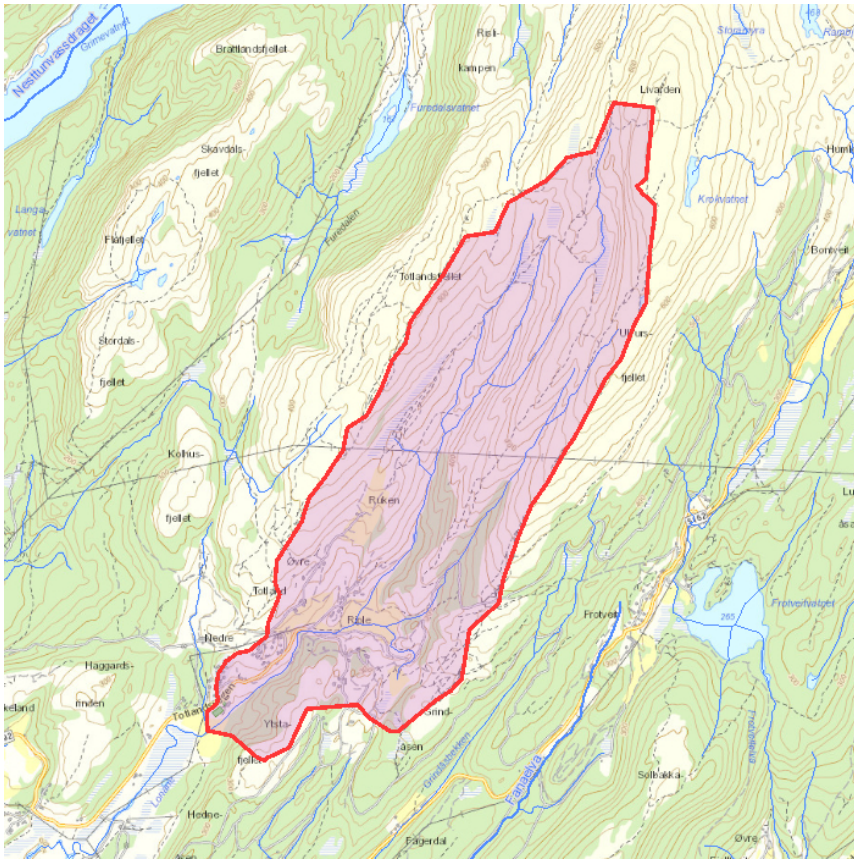
<http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>

[Funnet 06 desember 2021].

9. Vedlegg

Vedlegg 1: Nevina_Nedbørfeltparam-rapport

Vedlegg 2: Nevina_Flomindeks-rapport



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregning.punkt: 27271 W
6724279 N

Nedbørfeltgrenser og feltparametere er automatisk generert og kan inneholde feil.
Resultatene må kvalitetssikres.

Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 056.3A
Kommune.: Bergen
Fylke.: Vestland
Vassdrag.: Nesttunvassdraget

Feltparametere

Areal (A)	3.8	km ²
Effektiv sjø (A _{SE})	0	%
Elvleengde (E _L)	4.5	km
Elvegradient (E _G)	89.3	m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	91.4	m/km
Helning	16.4	°
Dreneringstetthet (D _T)	2.7	km ⁻¹
Feltlengde (F _L)	4.3	km

Arealklasse

Bre (A _{BRE})	0	%
Dyrket mark (A _{JORD})	4.7	%
Myr (A _{MYR})	2.5	%
Leire (A _{LEIRE})	0	%
Skog (A _{SKOG})	11.7	%
Sjø (A _{SJO})	0.1	%
Snaufjell (A _{SF})	60.3	%
Urban (A _U)	0.3	%
Uklassifisert areal (A _{REST})	20.5	%

Hypsografisk kurve

Høyde _{MIN}	203	m
Høyde ₁₀	276	m
Høyde ₂₀	303	m
Høyde ₃₀	338	m
Høyde ₄₀	377	m
Høyde ₅₀	415	m
Høyde ₆₀	456	m
Høyde ₇₀	491	m
Høyde ₈₀	528	m
Høyde ₉₀	569	m
Høyde _{MAX}	681	m

Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q _N)	100.0	l/s*km ²
Sommernedbør	948	mm
Vinternedbør	1597	mm
Årstemperatur	5.1	°C
Sommertemperatur	9.8	°C
Vintertemperatur	1.7	°C

Regional flomberegning

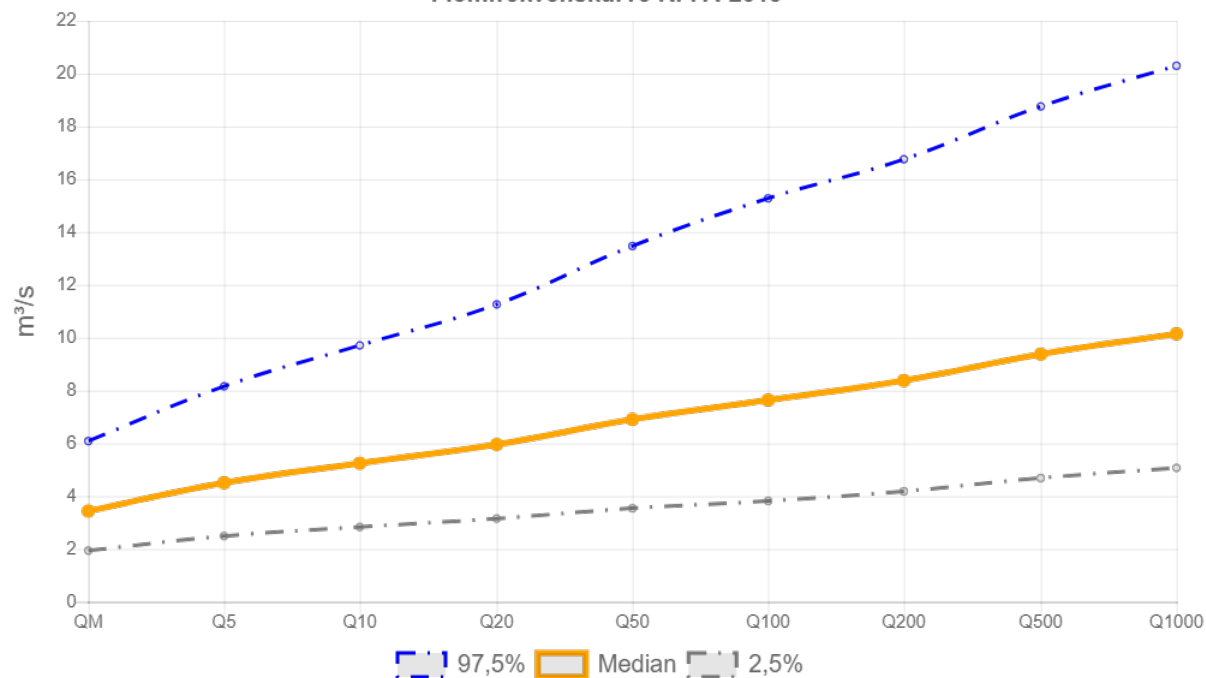
Vassdragsnr.: 056.3A
Kommune.: Bergen
Fylke.: Vestland
Vassdrag.: Nesttunvassdraget
Nedbørfeltareal: 3.81 km²

Flomestimer er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km², 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).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.

Flomfrekvenskurve RFFA-2018



RFFA-2018

Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	903	l/s*km ²
Klimapåslag	0	%
Kulminasjonsfaktor	2.61	-

NIFS-2015

Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	2163	l/s*km ²
Klimapåslag	40	%

Annet

Tilløpsflom	Nei	-
-------------	-----	---

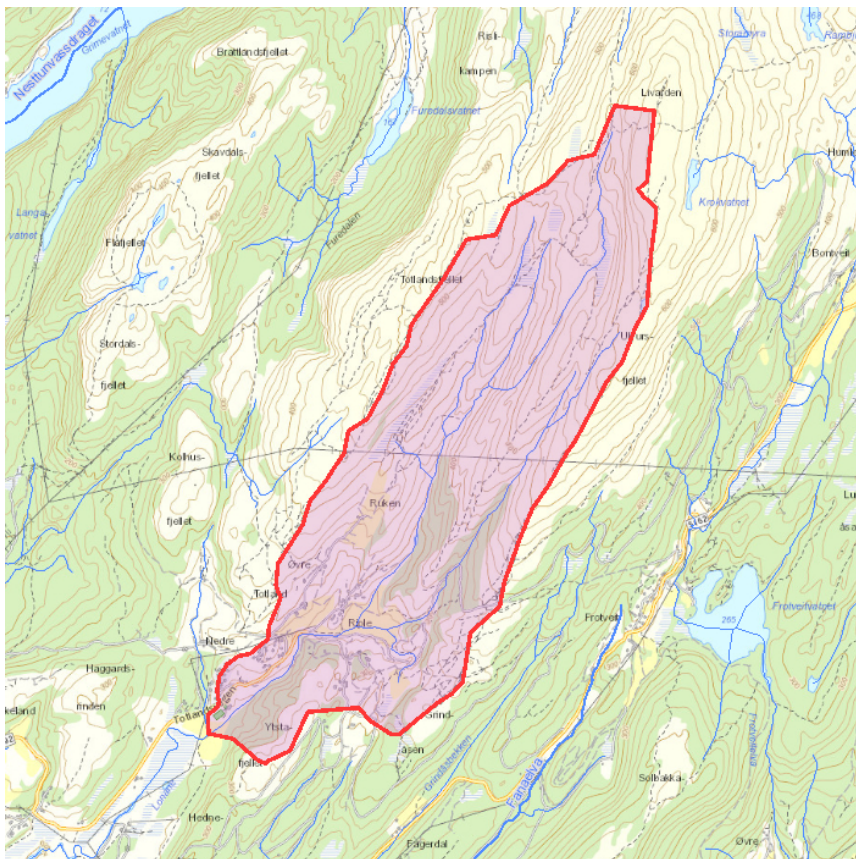
RFFA-2018 (døgnmiddel)

	Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀	Q _{200-klima}
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)	1	1.31	1.53	1.73	2.01	2.22	2.44	2.73	2.95	-
Flomverdier, m ³ /s	3.4	4.5	5.3	6.0	6.9	7.6	8.4	9.4	10.2	8.4
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	6.1	8.2	9.7	11.3	13.5	15.3	16.8	18.8	20.3	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	1.9	2.5	2.8	3.2	3.5	3.8	4.2	4.7	5.1	-

NIFS (kulminasjon)

	Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀	Q _{200-klima}
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)	1	1.21	1.39	1.60	1.90	2.16	2.46	2.91	3.32	-
Flomverdier, m ³ /s	8.2	9.9	11.5	13.2	15.6	17.8	20.2	24.0	27.3	28.3
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	14.6	18.0	21.3	24.9	30.5	35.6	40.5	48.0	54.7	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	4.7	5.5	6.2	7.0	8.0	8.9	10.1	12.0	13.7	-

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
 Kartdatum: EUREF89 WGS84
 Projeksjon: UTM 33N
 Beregn.punkt: 27271 W 6724279
 N

Nedbørfeltgrenser og feltparametere er automatisk generert og kan inneholde feil.
 Resultatene må kvalitetssikres.

Feltparametere

Areal (A)	3.81	km ²
Effektiv sjø (A _{SE})	0	%
Elvleengde (E _L)	4.5	km
Elvegradient (E _G)	89.3	m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	91.4	m/km
Helning	16.4	°
Dreneringstetthet (D _T)	2.7	km ⁻¹
Feltlengde (F _L)	4.3	km

Arealklasse

Bre (A _{BRE})	0	%
Dyrket mark (A _{JORD})	4.7	%
Myr (A _{MYR})	2.5	%
Leire (A _{LEIRE})	0	%
Skog (A _{SKOG})	11.7	%
Sjø (A _{SJO})	0.1	%
Snaufjell (A _{SF})	60.3	%
Urban (A _U)	0.3	%
Uklassifisert areal (A _{REST})	20.5	%

Hypsografisk kurve

Høyde _{MIN}	203	m
Høyde ₁₀	276	m
Høyde ₂₅	320.5	m
Høyde ₅₀	415	m
Høyde ₇₅	509.5	m
Høyde _{MAX}	681	m

Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q _N)	100.0	l/s*km ²
Nedbør juni	149	mm
Nedbør juli	165	mm
Regn og snøsmelting mai	258	mm
Regn og snøsmelting juni	172	mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	164	mm
Regn og snøsmelting november	278	mm
Temperatur februar	-2.8	°C
Temperatur mars	-1.2	°C