

Oppdragsgiver	Navn Ringeby Park AS	Kontaktperson Jan Cato Åslie
Oppdrag	Nummer og navn 20240 Flomvurdering Ringeby park	Oppdragsleder Petter Reinemo
Dokument	Nummer 20240-01-1 Utført av Petter Reinemo	Dato 2020-07-01 Kontrollert av Lars Staver Eid

Flomfarevurdering

Sammendrag

I forbindelse med detaljregulering av planlagte boliger på Ringeby Park, GBnr 47/8 m.fl, i Ringeby kommune er det utført en flomfarevurdering av elva Våla opp mot planområdet. Krav til sikkerhet mot flom gitt av TEK17 §7-2 er lagt til grunn for vurderingene.

Dimensjonerende 200-årsflom i Våla er vurdert til 190 m³/s. Det er etablert en hydraulisk modell av Våla med omliggende områder og konstruksjoner. Modelleringen av 200-årsflom viser at deler av planområdet er flomutsatt for en årlig sannsynlighet større enn 1/200. Omfanget av faresonen for 200-årsflom er noe mindre i øvre del, og noe større i nedre del av planområdet sammenlignet med kartleggingen fra NVE i 2004. Ved praktisk bruk av faresonen i anbefales det å benytte en ekstra sikkerhetsmargin på minimum 0,5 meter over flomnivå.

Det er varierende med erosjonssikring langs elvekant mot planområdet, eksisterende sikring har stedvis større skader og det kan forekomme store vannhastigheter ved flom. Da bygg i tillegg planlegges nærme elvekant (mellom 8 og 15 meter på foreliggende illustrasjonstegning) er det nødvendig å erosjonssikre elvekant for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet. Erosjonssikringen må detaljprosjekteres for å sikre nødvendig funksjon.

Ny bebyggelse bør i utgangspunktet plasseres utenfor faresonen for flom. Dersom det skal etableres ny bebyggelse innenfor faresonen må det utføres risikoreduserende tiltak. Effekten på vannlinje under flom er vurdert for tre mulige tiltak. Analysene viser at de vurderte tiltakene kan påvirke flomvannstand lokalt. Dersom påvirkning i vannlinje ikke kan aksepteres, må det utføres ytterligere tiltak. Tiltak kan da være å senke eksisterende terrenget noe vest for byggene (uten å gjøre endringer i elveløp), som vil kunne øke strømningsstverrsnittet til elva ved flom. Tilpasninger av terreng må verifiseres hydraulisk for å sikre tilstrekkelig effekt. Vurderingene her tar utgangspunkt i foreliggende illustrasjonsplan, og effekten må verifiseres når konkrete planer foreligger.

Innhold

1	Innledning	4
1.1	Bakgrunn	4
1.2	Befaring	4
1.3	Forbehold	4
2	Krav til sikkerhet	5
2.1	Lovverket	5
2.2	Flom	5
2.2.1	Aktuelle krav	6
3	Beskrivelse av området, elveløp og konstruksjoner	7
3.1	Foreliggende planer	7
3.2	Beskrivelse av elveløp	7
3.3	Konstruksjoner	9
4	Dimensjonerende flommer	10
4.1	Metode	10
4.2	Beskrivelse av nedbørfelt	10
4.3	Oppdatering av tidligere flomberegninger	11
4.3.1	Benyttet metodikk	11
4.3.2	Vannføringsstasjoner	11
4.3.3	Regionale flomformler	12
4.3.4	Forholdstall mellom kulminasjon- og døgnmiddelvannføring	12
4.3.5	Klimaframskrivninger	13
4.3.6	Vurdering av resultater opp mot tidligere flomberegning	13
5	Hydraulisk modellering	14
5.1	Metode	14
5.2	Oppsett av modell	14
5.2.1	Grensebetingelser	14
5.2.2	Konstruksjoner	14
5.2.3	Modelloppsett	14
5.3	Modellert 200-årsflom	15
5.4	Sensitivitetsanalyse og anbefalt sikkerhetsmargin	16
6	Faresoner for flom	17
7	Vurdering av erosjonssikkerhet	18
8	Risikoreduserende tiltak	19
9	Konklusjon	21
10	Referanseliste	22

Figurer

Figur 1: Lokaliseringen av planområdet i Ringeby.....	4
Figur 2: Utklipp av foreløpig illustrasjonsplan (30.04.20) og bilde av øvre del av området	7
Figur 3: Bilder av elveløp langs planområdet sett fra opp- (v.) og nedstrøms side (h.). Bygg på motsatt side av elva er etablert på en støttemur i betong.	8
Figur 4: Karakteristiske bilder av elvekant mot planområdet som viser manglende og skader på erosjonssikring.....	8
Figur 5: Bilde av bru ved Brugata (v.) og gangbru i nedstrøms del av planområdet (h.).....	9
Figur 6: Bru ved E6 sett fra opp- og nedstrøms side.....	9
Figur 7: Feltgrensene til Våla.....	10
Figur 8: Lokasjon til benyttede vannføringsstasjoner.....	11
Figur 9: Illustrasjon av terrengmodell, beregningsgrid og plassering av grensebetingelser. ..	15
Figur 10: Illustrasjon av modellert strømningsmønster og vannhastigheter for 200-årsflom.15	
Figur 11: Faresone for flom med en årlig sannsynlighet større enn 1/200 (sikkerhetsklasse F2).	17
Figur 12: Endring i 200-års vannlinje ved heving av planeringshøyde til nye bygg (tiltak A). .	19
Figur 13: Endring i 200-års vannlinje ved heving av et større terreng eller voll (tiltak B og C).	20

Tabeller

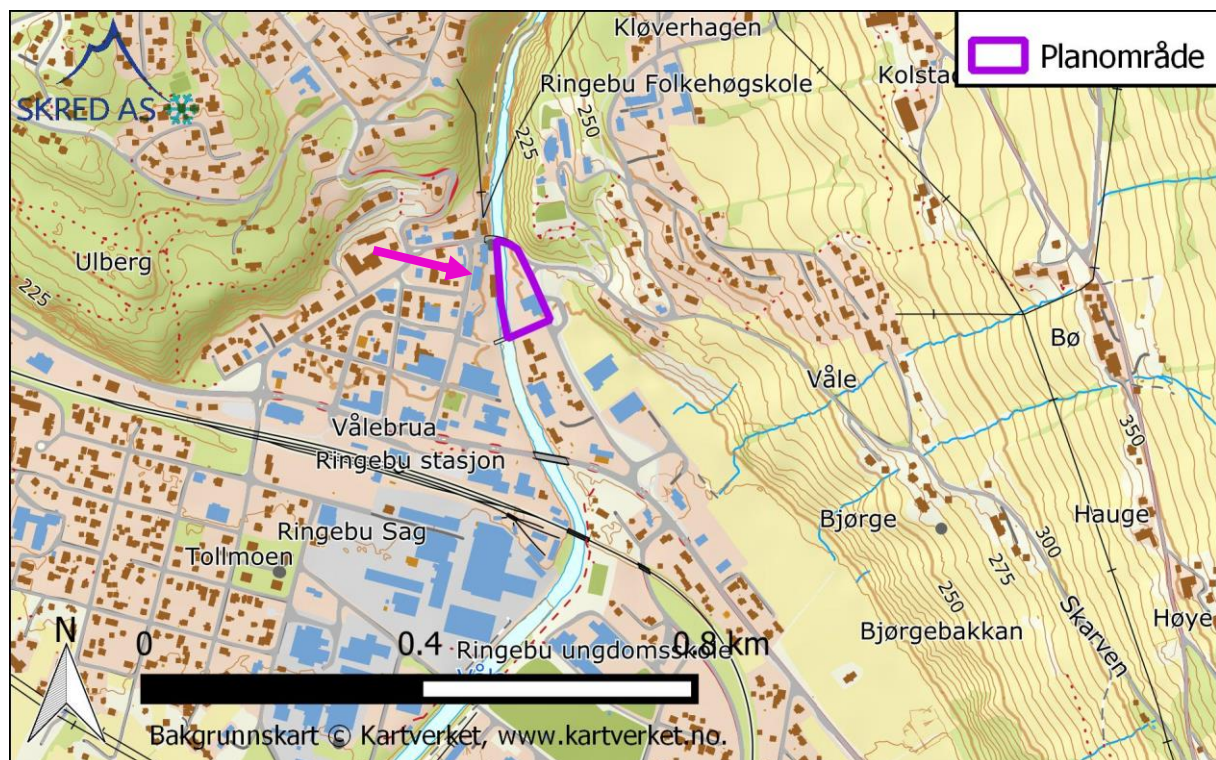
Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i flomfareområde. Fra veileder til byggt teknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2018).	5
Tabell 2: Feltkarakteristika til Våla.	10
Tabell 3: Målestasjoner benyttet i flomberegning av Våla.	11
Tabell 4: Resultater fra flomfrekvensanalyse på årsflommer (døgnmiddel).	12
Tabell 5: Resultater fra de regionale flomformlene for Våla.	12
Tabell 6: Dimensjonerende vannmengder i Våla.	13
Tabell 7: Parametere benyttet i Hec-Ras modell for Våla.....	14

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

I forbindelse med detaljregulering av planlagte boliger på Ringeby Park, GBnr 47/8 m.fl, i Ringeby kommune er Skred AS bedt om å utføre en flomfarevurdering. Planområdet er delvis dekket av NVEs flomsonekart fra 2004 der elva Våla utgjør en flomfare. Det ønskes derfor en detaljert vurdering av flomfare der krav til sikkerhet mot flom i TEK17 §7-2 med veileder legges til grunn. I tillegg skal det gis en overordnet vurdering av mulige sikringstiltak, samt tiltakenes effekt på vannstand i elva.

Lokasjon av planområdet vist på figur 1.



Figur 1: Lokaliseringen av planområdet i Ringeby.

1.2 Befaring

Befaring av området og elvestrekningen ble utført 11.05.2020 av Petter Reinemo, Skred AS. Det var klarvær, bar bakke og generelt gode befaringsforhold. Registreringer ble gjort til fots.

1.3 Forbehold

Flomvurderinger er gjort ut fra terreng og vegetasjon slik det fremsto på vurderingstidspunktet. Hvis terreng eller vegetasjon endres betydelig, kan det ha betydning flomforholdene. Det kan innbefatte fysiske endringer i vassdraget eller endring i klimaframskrivninger. Da anbefales det å utføre en ny vurdering.

Informasjon om tidligere flomhendelser er viktige for vurderingene. Dersom det kommer mer informasjon om tidligere hendelser, bør det tas med i betraktningene.

2 Krav til sikkerhet

2.1 Lovverket

Plan- og bygningsloven § 28-1 stiller krav om tilstrekkelig sikkerhet mot fare for nybygg og tilbygg:

«Grunn kan bare bebygges, eller eiendom opprettes eller endres, dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold. Det samme gjelder for grunn som utsettes for fare eller vesentlig ulempe som følge av tiltak.»

2.2 Flom

Byggteknisk forskrift TEK17 § 7-2 definerer krav til sikkerhet mot flom og stormflo for nybygg. Paragrafen gjelder for saktevoksende flommer som normalt ikke medfører fare for menneskeliv. Sannsynligheten i tabell 1 angir største årlige sannsynligheten for flom. Byggverk skal plasseres, dimensjoneres eller sikres i henhold til aktuell sikkerhetsklasse. I veilederen til TEK17 gis retningsgivende eksempler på byggverk som kommer inn under de ulike sikkerhetsklassene for flom (DiBK, 2018).

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i flomfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2018).

Sikkerhetsklasse for flom	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
F1	Liten	1/20
F2	Middels	1/200
F3	Stor	1/1000

Sikkerhetsklasse F1 omfatter byggverk der oversvømmelse har liten konsekvens, både økonomisk og samfunnsmessig. Det innebærer byggverk med lite personopphold som garasjer og lagerbygninger.

Sikkerhetsklasse F2 omfatter tiltak der flom vil føre til middels konsekvenser. Dette innebærer de fleste byggverk beregnet for personopphold som bolighus, hytter, kontorer, skoler og barnehager. Det kan tillates større økonomiske konsekvenser, men kritiske samfunnsfunksjoner skal ikke påvirkes.

Sikkerhetsklasse F3 omfatter tiltak der flom vil føre til store konsekvenser. Sårbare samfunnsfunksjoner og byggverk der oversvømmelse kan påføre omgivelsene stor forurensning ligger innenfor sikkerhetsklassen. Sykehjem, beredskapsfunksjoner, kritisk infrastruktur og avfallsdeponier er nevnt som eksempler.

I paragrafens fjerde ledd er det gitt at byggverk skal plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon. Avstanden til erosjonsutsatt elvekant bør være minst like stor som høyden på elvekanten og ikke under 20 meter. Dersom vassdraget sikres mot erosjon kan avstanden være mindre.

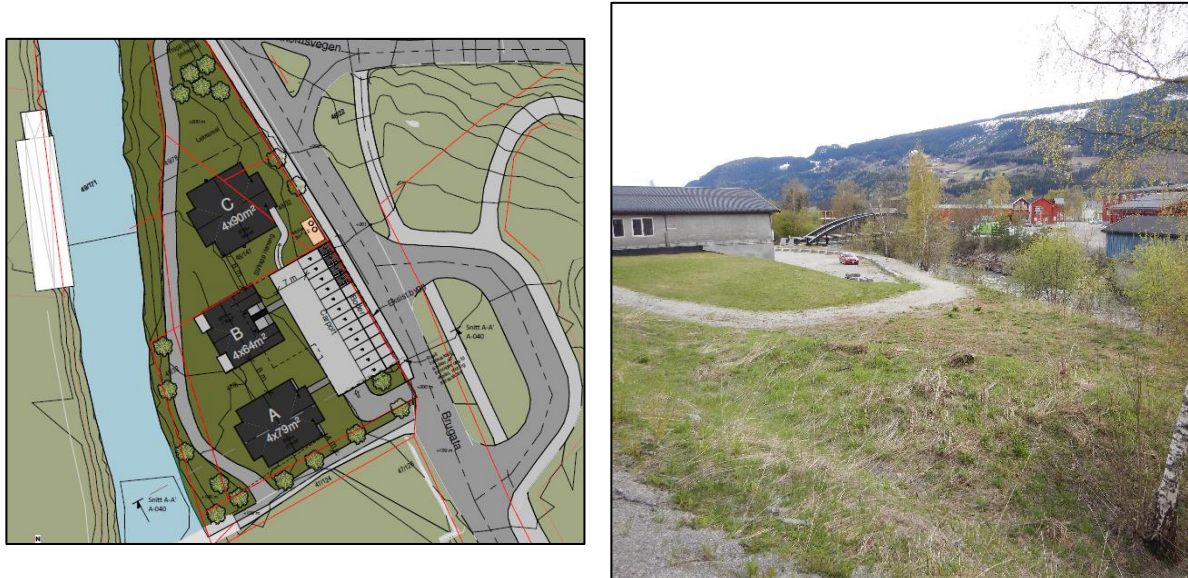
2.2.1 Aktuelle krav

I retningslinjene til TEK17 er det gitt ulike eksempler, beskrevet på forrige side, på hva slags bebyggelse som ligger innenfor de ulike sikkerhetsklassene mot flom. I utgangspunktet virker sikkerhetsklasse F2 aktuelt for planlagt boligbebyggelse.

3 Beskrivelse av området, elveløp og konstruksjoner

3.1 Foreliggende planer

Reguleringsplanen skal legge opp til etablering av boliger i lavblokker med opptil 18 leiligheter inkludert infrastruktur og uteområder. Foreløpig illustrasjonsplan av området er vist i Figur 2 sammen med et bilde av øvre del av området.



Figur 2: Utklipp av foreløpig illustrasjonsplan (30.04.20) og bilde av øvre del av området

3.2 Beskrivelse av elveløp

Våla har langs planområdet en gradient på ca. 1,5 % hvor det også er etablert terskler i elveløpet. Tersklene vil stedvis både danne et vannspeil i elva ved lavvannføring samt redusere gradient som videre vil begrense transportkapasiteten av sedimenter. Langs planområdet har elva en brattere gradient enn elvestrekningene rett opp- og nedstrøms.

Det forventes massetransport fra nedbørfeltet under større flomhendelser. Det ovenforliggende inntaksmagasin ved Dam Vinkelfallet vil trolig avsette hovedmengden av sedimenter. NVE (2004) angir at det under 1995-flommen ble fjernet 25 000 m³ masser mellom jernbanebrua og utløpet i Lågen. Den benyttede terrengmodellen er i elveløpet stedvis noe konservativ, som kan kompensere for noe massetransport under flom. Bilder av elveløpet er vist i Figur 3.



Figur 3: Bilder av elveløp langs planområdet sett fra opp- (v.) og nedstrøms side (h.). Bygg på motsatt side av elva er etablert på en støttemur i betong.

Elvekanten mot planområdet er kun delvis erosjonssikret. Noen strekninger mangler erosjonssikring (med forbehold om at det er etablert vekstmasser over sikring), og andre steder har eksisterende sikring større skader. Figur 4 viser to karakteristiske bilder av elvekant mot planområdet.



Figur 4: Karakteristiske bilder av elvekant mot planområdet som viser manglende og skader på erosjonssikring.

3.3 Konstruksjoner

Våla krysser flere bruer gjennom Ringeby sentrum. I tilknytning til planområdet krysser elva Brugata rett oppstrøms og en nyere gangbru rett nedstrøms (etablert en gang mellom 2015 og 2017). Videre krysser elva E6 ca. 190 meter nedstrøms planområdet, før jernbanen og Åmillomvegen. Figur 5 viser bruene i tilknytning til planområdet, mens Figur 6 viser brua til E6. Geometri til aktuelle bruer ble målt inn under befaringen.



Figur 5: Bilde av bru ved Brugata (v.) og gangbru i nedstrøms del av planområdet (h.).



Figur 6: Bru ved E6 sett fra opp- og nedstrøms side.

4 Dimensjonerende flommer

4.1 Metode

For beregning av dimensjonerende flommer er det tatt utgangspunkt i NVE sin flomberegning av Våla fra 2000 (NVE, 2000). Da det ved relevante vannføringsstasjoner i dag foreligger flere år med måledata som gir et bedre statistisk grunnlag enn hva som var tilfelle i 2000, er det utført nye flomfrekvensanalyser.

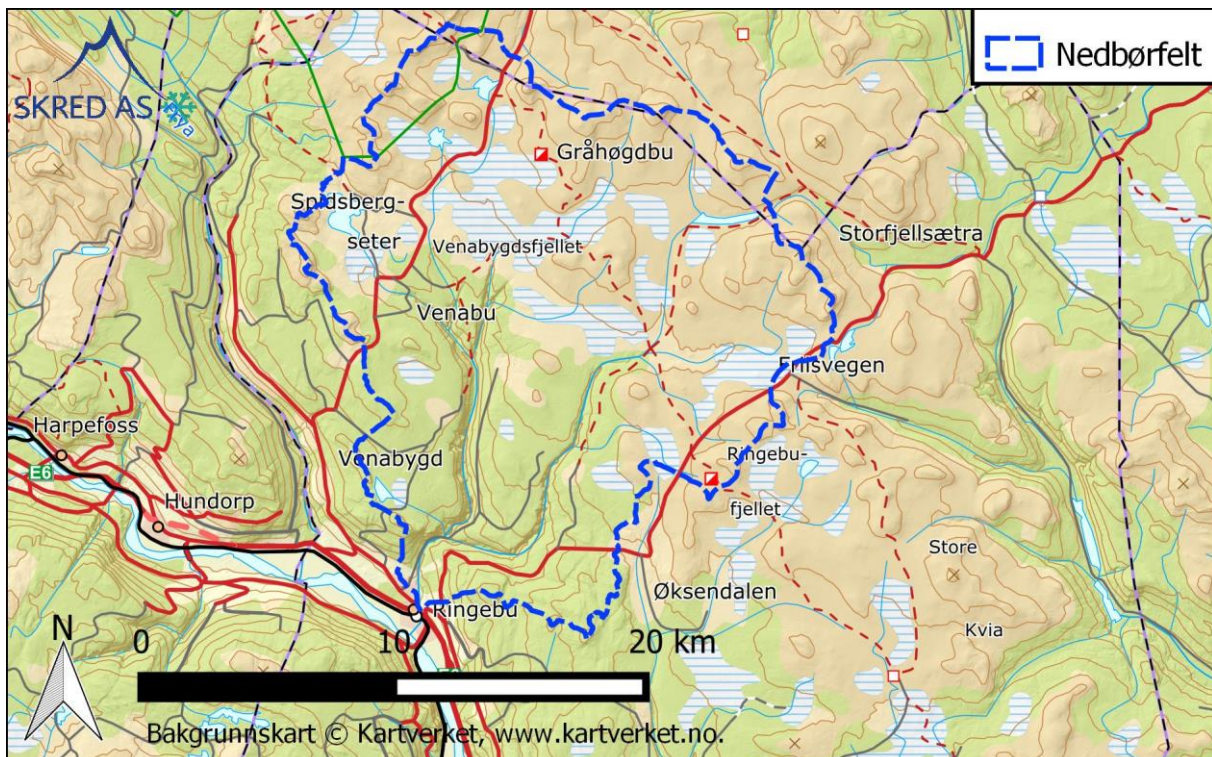
4.2 Beskrivelse av nedbørfelt

Våla har et uregulert felt som i hovedsak består av en blanding snaufjell og skog. Ca. 3 kilometer oppstrøms planområdet møtes elvene Nordåa og Søråa, som blir til Våla. De to delfeltene har forholdsvis lik karakteristikk og det kan ikke utelukkes at de kan kulminere under flom i omtrent samme tidsperiode. Det er ingen større innsjøer i feltet. Vinkelfallet kraftverk har et inntaksmagasin (Johushølen) ca. 1,5 kilometer oppstrøms planområdet. Magasinet har en begrenset størrelse slik at den flomdempende effekten vurderes neglisjerbar i forbindelse med flom. Magasinet vil hindre massetransport fra oppstrøms områder. Feltkarakteristika til Våla er vist i Tabell 2 og feltgrensene er vist i Figur 7.

Tabell 2: Feltkarakteristika til Våla.

Vassdrag	Feltareal [km ²]	q_N^* [l/s*km ²]	Eff. Sjø [%]	Skog [%]	Snaufjell [%]	Høydeint. [moh.]
Våla	312	15	0,1	32	37	198 - 1421

*fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-90.



Figur 7: Feltgrensene til Våla.

4.3 Oppdatering av tidligere flomberegninger

4.3.1 Benyttet metodikk

Det foreligger ingen kjente målinger av flomvannføring i Våla. I NVE (2000) ble det ved flomberegning av Våla benyttet regionale flomformler og data fra målestasjonen 2.63 Rudi for å anslå middelflom, mens flomfrekvensanalysene for 2.303 Dombås og 2.614 Rosten dannet grunnlaget for å bestemme frekvensfordeling.

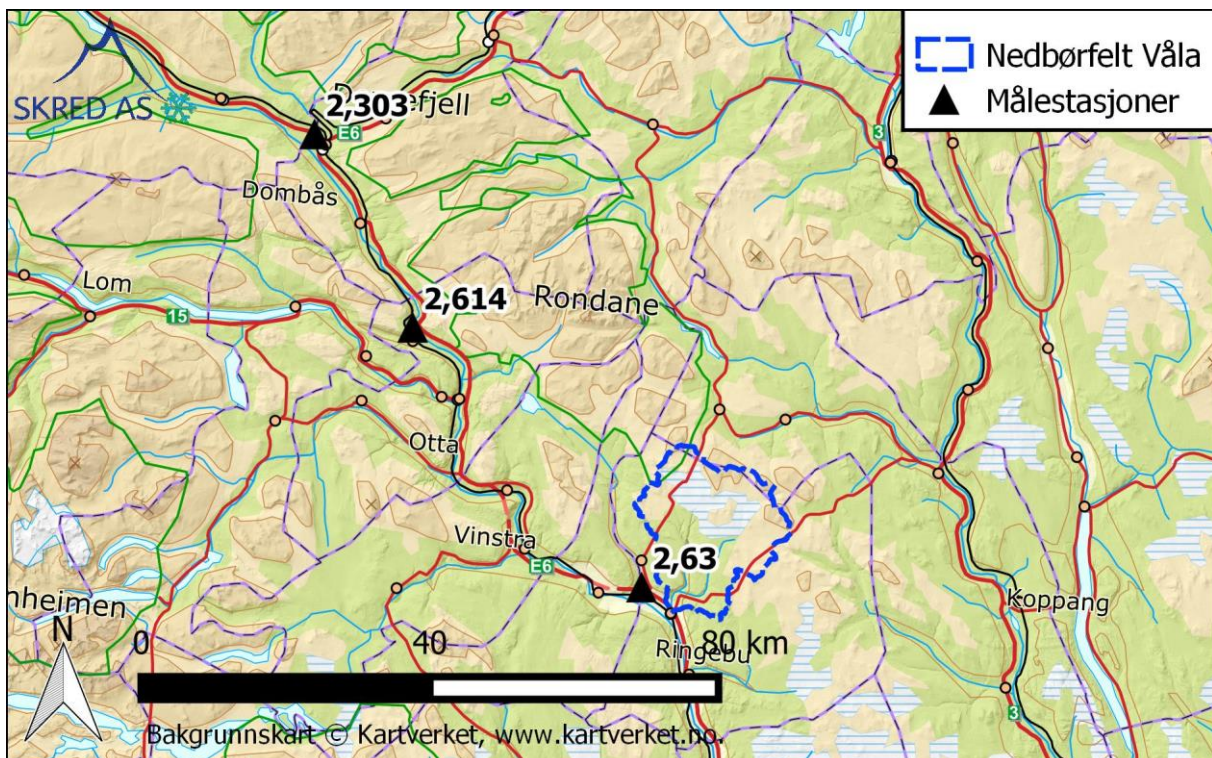
4.3.2 Vannføringsstasjoner

Feltkarakteristika for benyttede målestasjoner er gitt i Tabell 3, mens lokasjon er vist på Figur 8. Ved 2,63 Rudi er det flere hull i datasettet og kvaliteten til dataene er varierende. Det er hull i dataene for den største flommen i tidsserien som forekom i 1995. Som i tidligere flomberegning er derfor høyeste målte døgnmiddelflom ved 2,473 Frya fra 1995 (31. mai) tillagt serien. Den tillagte verdien er høyst usikker.

Tabell 3: Målestasjoner benyttet i flomberegning av Våla.

Målestasjon	Feltareal [km ²]	Målinger [år]	Eff. Sjø [%]	Skog [%]	Snau-fjell [%]	Høyde [moh]
Våla	312	-	0,1	32	37	198 - 1421
2,63 Rudi	368		2,2	40	40	245 - 1661
2,303 Dombås	494	68 - 09	3,2	11	80	575 - 2207
2,614 Rosten	1833		0	22	67	319 - 2207

*fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-90



Figur 8: Lokasjon til benyttede vannføringsstasjoner.

Det er utført flomfrekvensanalyse på måledata ved stasjonene på årsflommer. Resultater er presentert i *Tabell 4*.

Tabell 4: Resultater fra flomfrekvensanalyse på årsflommer (døgnmiddel).

Målestasjon	År	Middelflom		Q_{20} / Q_M	Q_{200} / Q_M	Metode	Kurvekvalitet (flom)
		Q_M [m ³ /s]	q_M [l/s*km ²]				
2,63 Rudi*	24	60	163	-	-	-	Dårlig
2,303 Dombås	52	99	200	1,56	2,02	GEV (mom)	Dårlig
2,614 Rosten	101	305	166	1,62	2,19	GEV (max)	Bra

*Langt inn en vannføring i måleserien for 1995-flommen på 140 m³/s.

4.3.3 Regionale flomformler

De regionale flomformlene er blant annet presentert i NVE (2011). Våla ligger i grenseområdet mellom vårflomregion V1 og V4, samt i høstflomregion H3. I 23 og 24 år har største flom i Frya (stasjon 2,63 Rudi) forekommer i løpet av mai eller juni. Formlene for vårflom vurderes derfor aktuelle. Resultatene fra formelene for aktuelle regioner er gitt i Tabell 5.

Tabell 5: Resultater fra de regionale flomformlene for Våla.

Region	q_M [l/s*km ²]	Q_{20} / Q_M	Q_{200} / Q_M
V1	230	1,6	2,3
V4	175	1,8	2,6

4.3.4 Forholdstall mellom kulminasjon- og døgnmiddelvannføring

Da det ikke foreligger noen kjente målinger av flomvannføring i Våla er forholdstall mellom kulminasjon- og døgnmiddelvannføring estimert fra formelverk blant annet gitt i NVE (2011). For Våla gir formelverket et forholdstall for vår- og høstflom på henholdsvis 1,26 og 1,49. Faktoren for vårflom vurderes mest relevant.

4.3.5 Klimaframskrivninger

De største flommene i Våla forventes å være kombinasjonsflommer (nedbør i kombinasjon med snøsmelting) på våren.

I klimaprofil for Oppland (klimaservicesenteret, 2017) er det blant annet gitt følgende:

«Det forventes ikke større flommer i store elver som i dag har snøsmelteflom som årets største flom. Snøsmelteflommene i alle elver vil komme stadig tidligere på året og bli mindre mot slutten av århundret.»

I NVE-rapporten er det blant annet gitt følgende:

«0 % økning – Nedbørfelt i innlandet som er dominert av snøsmelteflommer om våren og tidlig på sommeren, sjelden store høst-/vinterflommer i dagens klima. Et unntak er vassdraget Lågen oppstrøms Otta der 20 % økning er anbefalt.»

Basert på en tolkning av anbefalinger i NVE (2016) og klimaprofil for Oppland (klimaservicesenteret, 2017) blir vannmengdene ikke tillagt klimapåslag.

4.3.6 Vurdering av resultater opp mot tidligere flomberegning

Analyse på målestasjonene gir ingen markante endringer i forhold til tidligere flomberegning. Alle stasjonene gir lavere spesifikke vannmengder enn resulterende flomverdier for Våla i tidligere flomberegninger, noe som virker realistisk når man sammenligner feltkarakteristikken. Samtidig ligger de tidligere flomberegningene mellom de to aktuelle regionene fra flomformelverket på middelflom, samt følger den bratteste av kurvene for frekvensfordeling (V1). Denne frekvensfordelingen er også brattere enn resulterende frekvensfordeling fra flomfrekvensanalysene.

Basert på betraktningene ovenfor vurderes det at resultatene fra tidligere flomberegningene av Våla (NVE, 2000) er plausible. Dimensjonerende vannmengder er oppsummert i Tabell 6.

Tabell 6: Dimensjonerende vannmengder i Våla.

Vassdrag	qm (døgn) [l/s*km ²]	Q _{kulm} / Q _{døgn}	Qm (kulm) [l/s*km ²]	Q ₂₀ / Q _M	Q ₂₀₀ / Q _M	Q _{20 kulm} [m ³ /s]	Q _{200 kulm} [m ³ /s]
Våla	218	1.26	275	1.63	2.21	140	190

5 Hydraulisk modellering

5.1 Metode

I beregning av vannlinje og hydrauliske parametere er programvaren Hec-Ras versjon 5.0.7 benyttet. De viktigste inngangsparameterne til Hec-Ras modellen er geometri (terrengmodell, grid, elvebanker og konstruksjoner), ruhet, grensebetingelser og vannføring. For å best mulig vurdere strømningsforholdene er en 2-dimensjonal modell vurdert hensiktsmessig.

5.2 Oppsett av modell

5.2.1 Grensebetingelser

Oppstrøms grensebetingelse er satt til normalstrømning i elveløpet ca. 200 meter oppstrøms planområdet.

Som nedstrøms grensebetingelse er 200-års flomvannstand ved E6-brua gitt av tidligere flomsonekartlegging og modellering av brua benyttet, som tilsvarer kote + 195,2 moh. (NVE, 2004). For å ta høyde for usikkerheten i grensebetingelsen er det utført en sensitivitetsanalyse der grensebetingelsen er økt med 1 meter til kote + 196,2 moh.

5.2.2 Konstruksjoner

Både brua ved Brugata og gangbrua rett nedstrøms planområdet er inkludert ved at landkarene er tilpasset inn i terrengmodellen. Situasjonen forutsetter at vannlinjen ved flom ligger under underkant av brubanen, ettersom selve brubanen ikke er lagt inn i modellen. Forutsetninger kontrolleres mot modellerte vannlinjer.

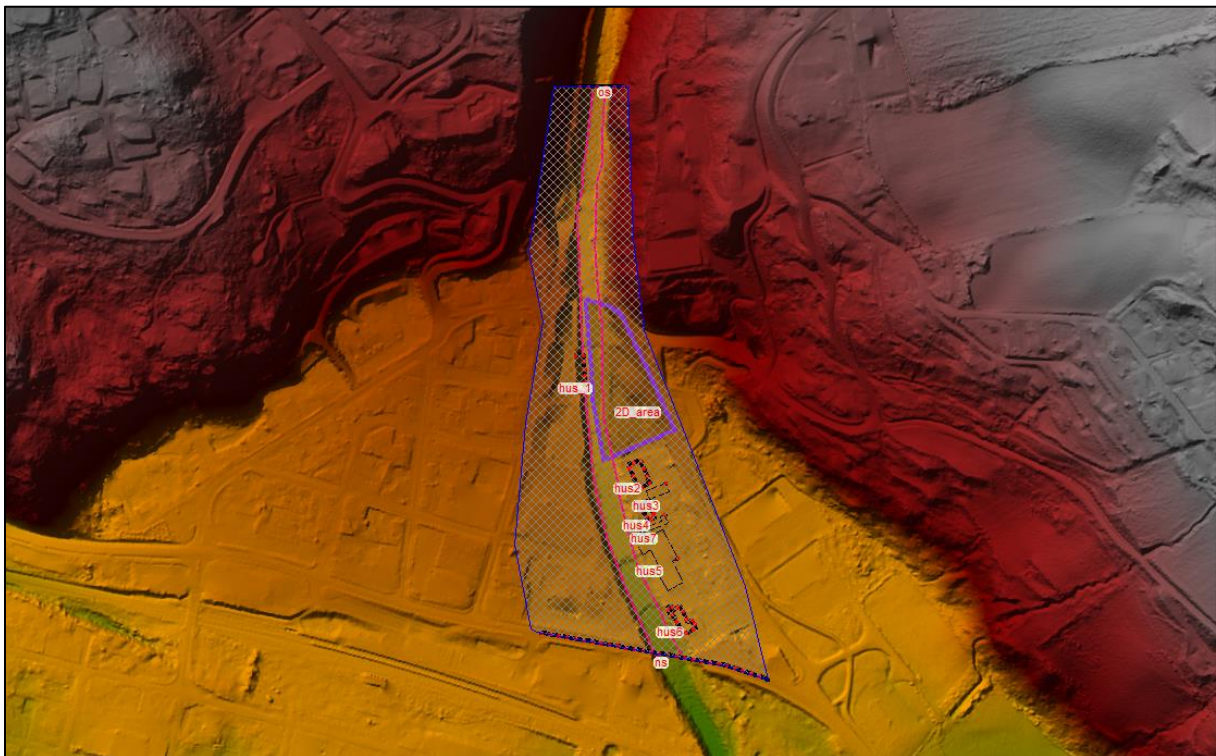
5.2.3 Modelloppsett

Basert på bakkepunkter fra LiDAR-data av området fra 2017 er det etablert en terrengmodell med horisontal oppløsning på 1 x 1 meter. Modellen gir en god beskrivelse av elvebunn. Bygninger er blokkert ut i modellen. Det er benyttet en ruhet (Manningstall) på 20 i elveløpet, 15 for sidekanter og 30 for åpne områder. Benyttede parametere er oppsummert i Tabell 7.

Terrengmodell, benyttet beregningsgrid og plassering av grensebetingelser er illustrert i Figur 9

Tabell 7: Parametere benyttet i Hec-Ras modell for Våla.

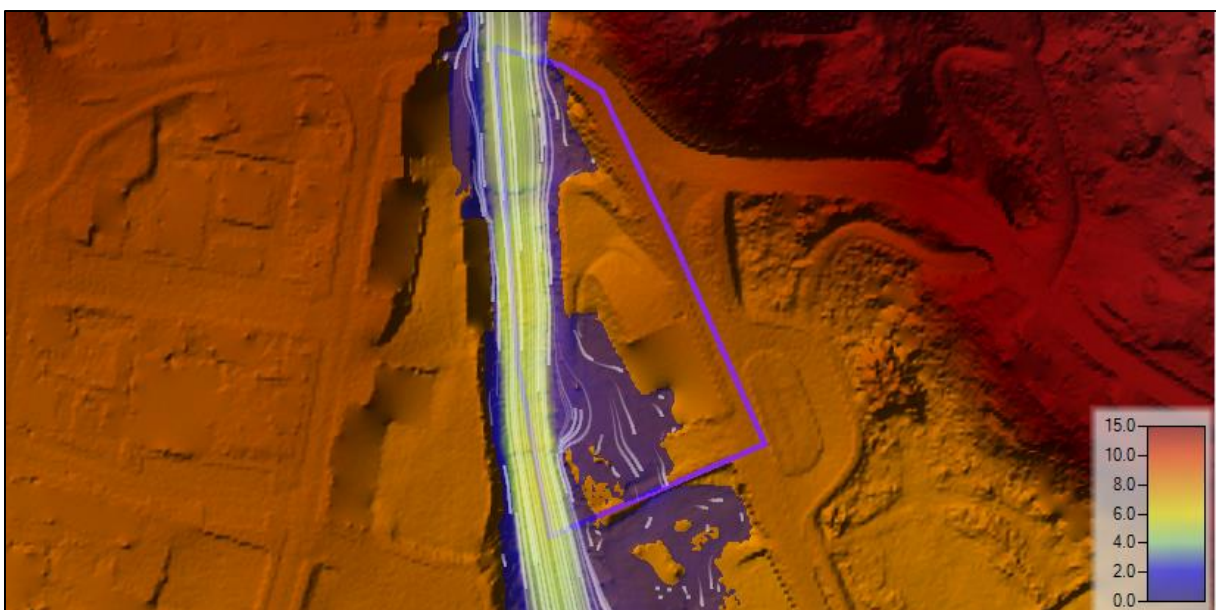
Parameter	Verdi
Oppløsning på terrengmodell	1 x 1 meter
Oppstrøms grensebetingelse	Normalstrømning
Nedstrøms grensebetingelse	Flomnivå ved E6-bru. $H_{200} = 195,2$ moh.
Cellestørrelse beregningsgrid	2x2 meter
Likningssett	Full momentum
Tidsskritt	Gitt av courant-number mellom 0,1 og 1,0
Manningstall	Elveløp = 20, sidekanter = 15, åpent = 30



Figur 9: Illustrasjon av terrengmodell, beregningsgrid og plassering av grensebetingelser.

5.3 Modellert 200-årsflom

Modelleringen av 200-årsflom viser at deler av planområdet er flomutsatt for en årlig sannsynlighet større enn 1/200. Beregningene gir vannhastigheter i elveløpet på 4- 5 m/s. Ved nedstrøms gangbru er flomnivå beregnet til kote +197,4 moh. Da underkant brubane ble målt til kote + 198,0 moh. gir det et fribord på 0,6 meter. Dette bekrefter betraktningen om friskeilstrømning ved brua i avsnitt 5.2.2. Figur 10 viser en illustrasjon fra modelleringen.



Figur 10: Illustrasjon av modellert strømningsmønster og vannhastigheter for 200-årsflom.

5.4 Sensitivitetsanalyse og anbefalt sikkerhetsmargin

Da vi ikke har tilgang på gode kalibreringsdata er det gjennomført en sensitivitetsanalyse av modellen. Følgende analyser er gjennomført:

- Økning i ruhet med 20 %.
- Økning i 200-års vannføring med 20 % (til 228 m³/s).
- Økning i vannstand satt som nedstrøms grensebetingelse med 1,0 meter.

Analysene ga følgende resultater i tilknytning til planområdet:

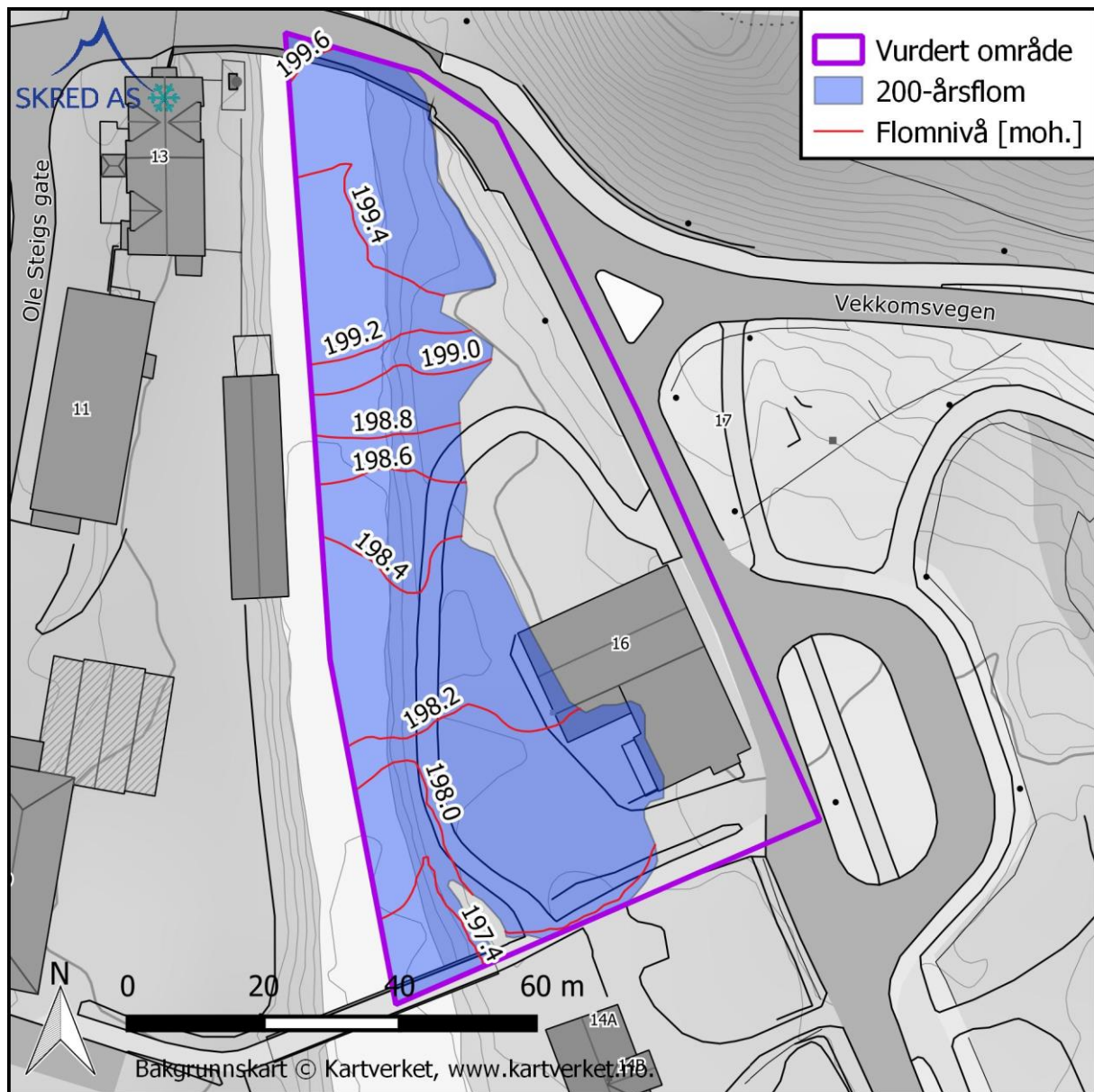
- Økning i ruhet med 20 % ga en økning i vannlinje på opp mot 0,15 meter.
- Økning i 200-års vannføring med 20 % ga en økning i vannlinje på opp mot 0,2 meter.
- Økning i vannstand med 1,0 meter i nedstrøms grensebetingelse ga ingen innvirkning på vannlinjen ved planområdet.

Basert på sensitivitetsanalysen og modellerte vannhastigheter anbefaler vi at det benyttes en ekstra sikkerhetsmargin på minimum 0,5 meter over resulterende flomnivå. Dette er tilsvarende som anbefalingene i NVE (2004).

6 Faresoner for flom

Basert på resultater fra modelleringen og vurdering av resultatene er det tegnet opp faresone for flom for planområdet. Faresonen viser hvilke områder som vurderes utsatt for flom med en årlig sannsynlighet større enn 1/200 i år 2100, som tilsvarer sikkerhetsklasse F2 i TEK17. Omfanget av faresonen er noe mindre i øvre del, og noe større i nedre del av planområdet sammenlignet kartleggingen fra 2004. Dette vurderes å være et resultat av endret/annen geometri. Ved praktisk bruk av faresonene i anbefales det å benytte en ekstra sikkerhetsmargin på minimum 0,5 meter over beregnet vannstand.

Figur 11 viser resulterende faresone med flomnivåer.



Figur 11: Faresone for flom med en årlig sannsynlighet større enn 1/200 (sikkerhetsklasse F2).

7 Vurdering av erosjonssikkerhet

I henhold til krav i TEK17 skal byggverk plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon.

Det er varierende med erosjonssikring langs elvekant mot planområdet, og eksisterende sikring har stedvis større skader. De modellerte vannhastighetene ved flom på opp mot 5 m/s gir potensiale for erosjon. Da bygg i tillegg planlegges nærme elvekant (mellom 8 og 15 meter på foreliggende illustrasjonstegning) vurderes det nødvendig å erosjonssikre elvekant for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet. Erosjonssikring må ikke snevre inn strømmingstverrsnittet, og det vil trolig være behov for en avgraving av sideskråningen før etablering av ny sikring. Erosjonssikringen må detaljprosjekteres for å sikre nødvendig funksjon.

8 Risikoreduserende tiltak

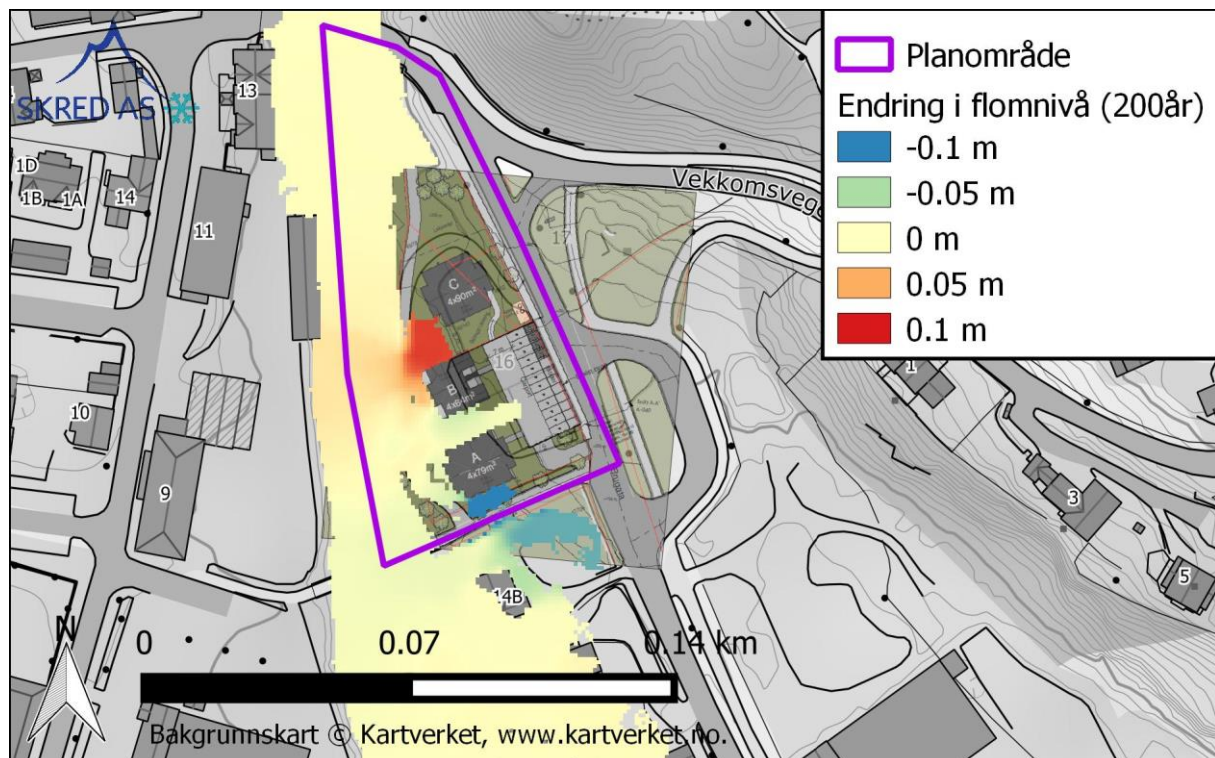
Plasseringen av Bygg A, B og delvis C på foreliggende illustrasjonstegning (Figur 2) ligger innenfor faresonen for 200-årsflom. Ny bebyggelse bør i utgangspunktet plasseres utenfor faresonen for flom. Dersom det skal etableres ny bebyggelse innenfor faresonen må det utføres risikoreduserende tiltak. Tiltak kan enten ha som mål å redusere faresonen, eller at byggverk dimensjoneres på en måte slik at det ikke tar skade ved dimensjonerende flom.

Følgende tiltak vurderes å være aktuelle:

- A) Lokal heving av planeringshøyde eller fundament til nye bygg.
- B) Heving av et større terrengareal til over flomsikkert nivå (her vurderes fra planlagt gangvei og østover).
- C) Etablere flomvoll mot elva (her vurderes at planlagt gangvei legges over voll).

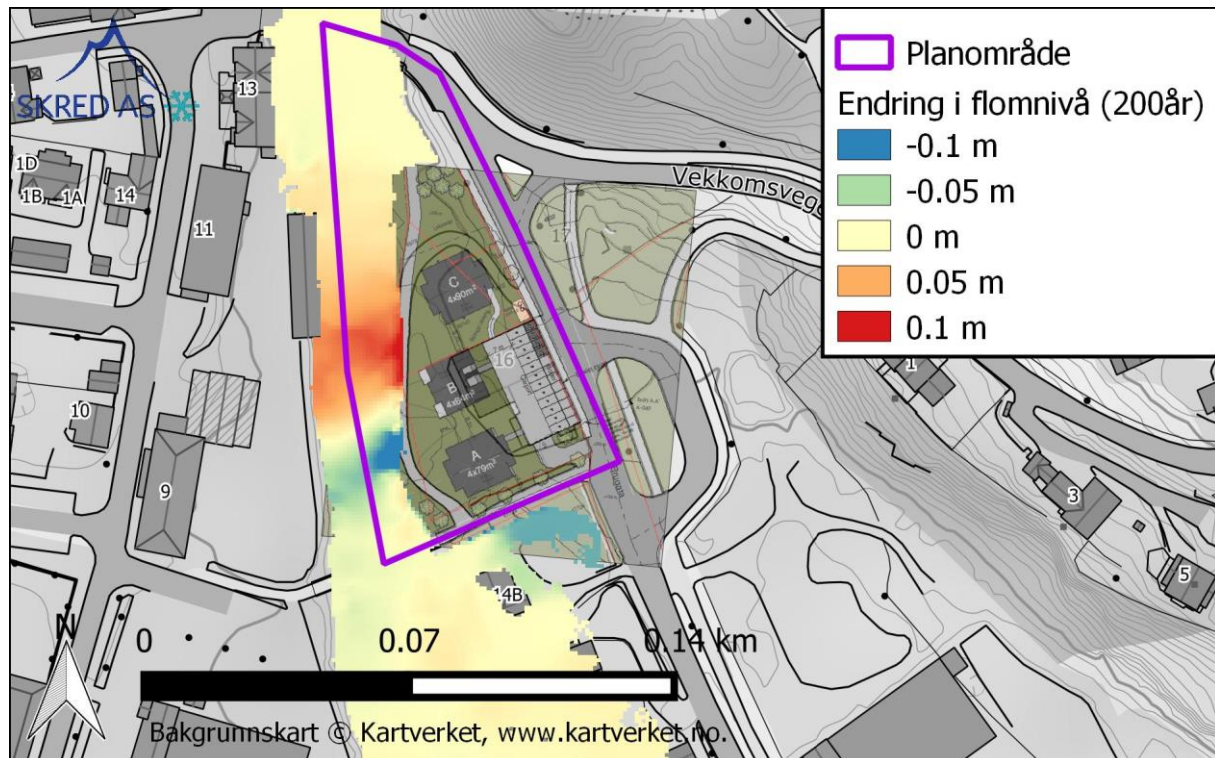
Eventuelle tiltak må ikke påføre nærliggende områder økt ulempe. For å vurdere effekten av de ulike tiltakene er det gjennomført modelleringer der nødvendige terrengtilpasninger er lagt inn i modellen. Tiltak B og C vil gi den samme effekten på vannlinje under flom da det samme området vil bli blokkert for gjennomstrømning. For tiltak C er det viktig av overvann bak vollen lar seg håndtere (ikke vurdert her).

Figur 12 viser hvilken effekt heving av planeringshøyde til nye bygg vurderes å ha på 200-års vannlinje. Tiltak A vurderes å ikke gi endring på vannlinje i elva opp- og nedstrøms planområdet. Ved planområdet kan vannlinjen øke lokalt med ca. 0,1 meter, mens langs vestre elvekant kan det øke opp mot 0,015 meter.



Figur 12: Endring i 200-års vannlinje ved heving av planeringshøyde til nye bygg (tiltak A).

Figur 13 viser hvilken effekt heving av et større område fra planlagte gangvei og østover og etablering av voll under gangvei vurderes å ha på 200-års vannlinje. Tiltak B og C vurderes å ikke gi endring på vannlinje i elva opp- og nedstrøms planområdet. Ved planområdet kan vannlinjen øke lokalt med ca. 0,15 meter, mens langs vestre elvekant kan det øke opp mot 0,07 meter.



Figur 13: Endring i 200-års vannlinje ved heving av et større terreng eller voll (tiltak B og C).

Alle de vurderte tiltakene vil kunne påvirke flomvannstand lokalt. Dersom påvirkning i vannlinje for de ulike alternativene ovenfor ikke kan aksepteres, må det utføres avbøtende tiltak. Tiltak kan da være å senke eksisterende terrenget noe vest for byggene (ikke påvirke selve elveløpet), som vil kunne øke strømningsverrsnittet til elva ved flom. Tilpasninger av terreng må verifiseres hydraulisk for å sikre tilstrekkelig effekt.

Det påpekes at vurderingene her tar utgangspunkt i foreliggende illustrasjonsplan. Effekten må verifiseres når konkrete planer foreligger og/eller i forbindelse med detaljprosjektering av området.

9 Konklusjon

Dimensjonerende 200-årsflom i Våla er vurdert til $190 \text{ m}^3/\text{s}$. Det er etablert en hydraulisk modell av Våla med omliggende områder og konstruksjoner. Modelleringen av 200-årsflom viser at deler av planområdet er flomutsatt for en årlig sannsynlighet større enn $1/200$. Omfanget av faresonen for 200-årsflom er noe mindre i øvre del, og noe større i nedre del av planområdet sammenlignet med kartlegging utført av NVE i 2004. Ved praktisk bruk av faresonen anbefales det å benytte en ekstra sikkerhetsmargin over beregnede vannstander på minimum 0,5 meter.

Det er varierende med erosjonssikring langs elvekant mot planområdet, eksisterende sikring har stedvis større skader og det kan forekomme store vannhastigheter ved flom. Dagens skråning vurderes som erosjonsutsatt. Da bygg i tillegg planlegges nærme elvekant (mellom 8 og 15 meter på foreliggende illustrasjonstegning) er det nødvendig å erosjonssikre elvekant for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet iht. TEK 17 §7-2 (4). Erosjonssikringen må detaljprosjekteres for å sikre nødvendig funksjon.

Ny bebyggelse bør i utgangspunktet plasseres utenfor faresonen for flom. Dersom det skal etableres ny bebyggelse innenfor faresonen må det utføres risikoreduserende tiltak. Effekten på vannlinje under flom er vurdert for tre alternative tiltak. Analysene viser at de vurderte tiltakene vil kunne påvirke flomvannstand lokalt. Dersom påvirkning i vannlinje ikke kan aksepteres, må det utføres avbøtende tiltak. Tiltak kan da være å senke eksisterende terrenget noe vest for byggene (uten å gjøre endringer i elveløp), som vil kunne øke strømningsverrsnittet til elva ved flom. Tilpasninger av terreng må verifiseres hydraulisk for å sikre tilstrekkelig effekt. Vurderingene her tar utgangspunkt i foreliggende illustrasjonsplan, og effekten må verifiseres når konkrete planer foreligger.

10 Referanseliste

DiBK, 2018. Byggteknisk forskrift med veiledning (TEK17) [WWW Document]. Hjemmeside.

URL <http://dibk.no/no/BYGGEREGLER/Gjeldende-byggregler/Veiledning-om-tekniske-krav-til-byggverk/>

Norsk Klimaservicesenter, 2017. Klimaprofil Oppland. Juli 2017. URL

<https://cms.met.no/site/2/klimaservicesenteret/klimaprofiler/klimaprofil-oppland/attachment/12035?ts=15d9d3c1d03>

NVE, 2000. Flomberegning for Otta og Gudbrandsdalslågen. NVE dokument 4-2000.

NVE, 2004. Flomsonekart. Delprosjekt Ringebu/Fåvang. Flomsonekart 15-2004.

NVE, 2011. Retningslinjer for flomberegninger. NVE retningslinjer 4-2011.

NVE, 2016. Klimaendring og framtidige flommer i Norge. NVE rapport 81-2016.

Spreafico, M., Hodel, H.P., Kaspar, H., 2001. Rauheiten in ausgesuchten schweizerische Fließgewässern.