

NOTAT

OPPDRAAG	Flomfarevurdering Raufoss sentrum	DOKUMENTKODE	10216702-RIVass-NOT-01
EMNE	Flomfarevurdering	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Kontur Arkitekter AS	OPPDRAAGSLEDER	Sofie Marie Steinkjer
KONTAKTPERSON	Morten Løkken	SAKSBEHANDLER	Sofie Marie Steinkjer
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10105070 Hydrologi

SAMMENDRAG

Det er utført en flomfarevurdering for Hunnselva i Vestre Toten kommune i forbindelse med reguleringsplan for Storgata 26 i Raufoss. Flomberegningene gir en 200-årsflom på 78 m³/s i Hunnselva ved Raufoss sentrum. Disse verdiene inkluderer et klimatillegg på 20 % som tar høyde for forventet økning i flomverdier på grunn av klimaendringer.

Resultatene fra vannlinjeberegningene utført i en 1D HEC-RAS modell viser at vannet for det meste vil holde seg i elveløpet, og at det ikke vil bli oversvømmelser som påvirker den aktuelle tomte for analysen. Dette er i hovedsak fordi overløpene til Dam Hunnselva har stor nok kapasitet til å ta unna vannføringen beregnet for en 200-årsflom. Vannstanden i Hunnselva er beregnet til 313,3 moh. ved Storgata 26, noe som gir en fribordshøyde på ca. 1,7 m, da grunnmuren til bygget i Storgata 26 ligger ca. på kote 315 moh. Vannhastigheten er på denne lokasjonen lav.

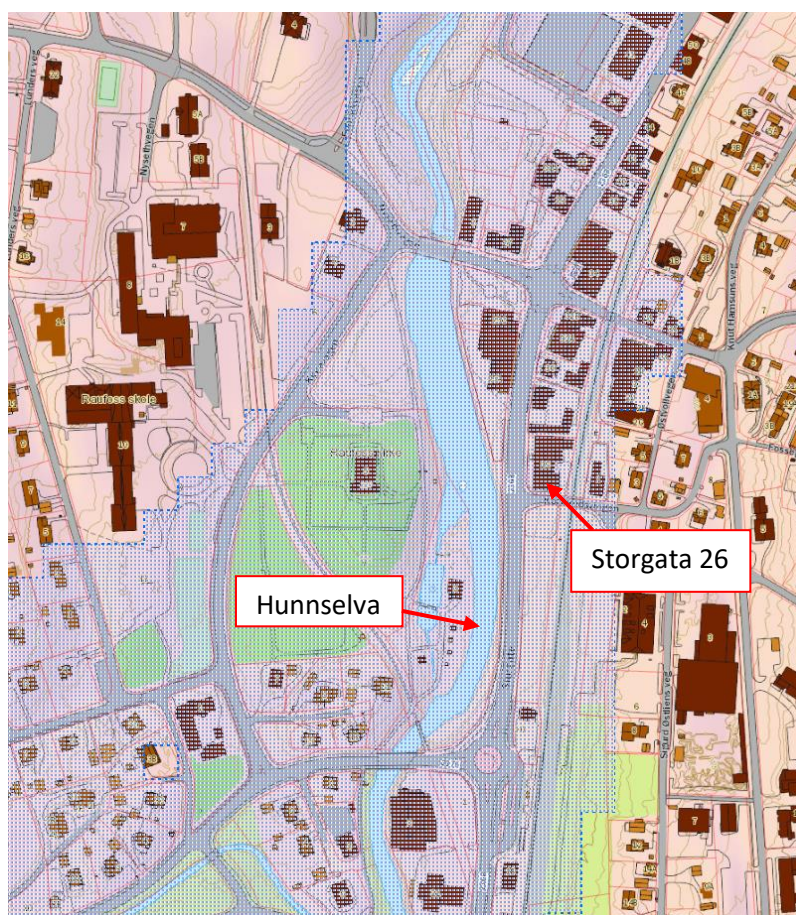
1 Bakgrunn

I forbindelse med reguleringsplan for Storgata 26 i Raufoss sentrum må det gjøres en flomfarevurdering da NVE har registrert at tomte ligger innenfor et aktsomhetsområde for flom. Hunnselva, som renner forbi like vest for tomten, er av NVE antatt å ha en maksimal vannstandsstigning på 7-8 meter. Hunnselva munner ut i Mjøsa ved Gjøvik. Aktsomhetsområdet med Hunnselva og Storgata 26 er vist på kartet i Figur 1-1.

Storgata 26 skal plasseres i sikkerhetsklasse F2, som gjelder tiltak der oversvømmelse har middels konsekvens. Dagens krav finnes i TEK17, der det stilles krav til at bygg i sikkerhetsklasse F2 for flom skal sikres mot 200-årsflom (Direktoratet for byggkvalitet, 2017).

Dette notatet omfatter beregning av 200-årsflom for Hunnselva, samt vannlinjeberegninger for å finne tilhørende vannstander og for utarbeidelse av oversvømmelseskart. Til slutt er flom – og erosjonsfaren vurdert basert på beregningsresultatene.

00	15.04.2020	Flomfarevurdering Raufoss sentrum	SOMS	KLW	KLW
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV



Figur 1-1 Aktsomhetsområde for flom rundt Storgata 26

2 Flomberegning

2.1 Feltparametre

Nedbørfeltet er beregnet ut fra NEVINA og kontrollert i GIS-programvare med kartgrunnlag basert på FKB Kartdata (Statens Kartverk). Feltarealet til Hunnselva v/Raufoss er beregnet til å være 215 km². Feltet til Hunnselva er dominert av magasinene Einavtn og Skjelbreida, som har areal på hhv. 14 km² og 3 km². Den beregnede effektive sjøprosenten inkluderer disse magasinene.

Oversiktskart over nedbørfeltet er vist i Vedlegg 1 og feltparametere er vist i Tabell 2-1. Feltareal og effektiv sjøprosent er kontrollert og korrigert av Multiconsult, mens andre feltparametere er hentet fra NVEs kartapplikasjon NEVINA (sammendrag fra beregning i NEVINA er vist i Vedlegg 2).

Tabell 2-1 Feltparametere Hunnselva

Lokasjon	Feltareal	Spesifikk avrenning (61-90)	Effektiv sjøprosent ¹	Snaufjell	Høydeintervall min-middel-maks
-	km ²	l/s/km ²	%	%	moh
Hunnselva v/ Storgata 26	215	13,3	4,81	0,00	311-491-753

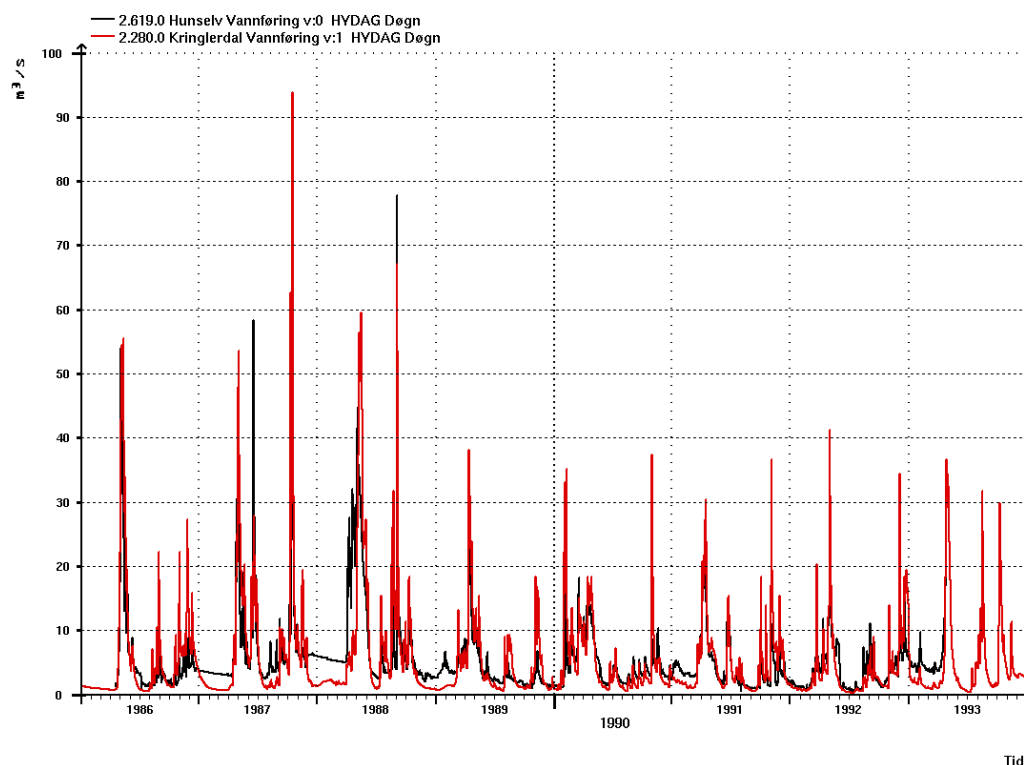
¹ Magasiner

2.2 Observerte flommer

Vannføring i Hunnselva er registrert ved VM 2.209 Einavatn som ligger oppstrøms Raufoss og VM 2.619 Hunselv som ligger nedstrøms Raufoss. Måleserien for VM 2.209 går tilbake til 1928, og er fortsatt aktiv, mens VM 2.619 kun ble målt i 7 år. Vi har ikke noe informasjon om datakvaliteten, men ved VM 2.209 blir vannføring beregnet ved hjelp av lukestilling og vannstand, og kan nok være usikker ved flom. På grunn av kort dataserie (VM 2.619) og mulig usikker dataserie (VM 2.209) vil vi ikke bruke seriene direkte til flomfrekvensanalyse, men de kan allikevel gi svært nyttig informasjon vedrørende middelflom Q_M i vassdraget. Tabell 2-2 oppsummerer dette. Middelflomavrenning for de to målestasjonene er ulike for den perioden det finnes målinger fra begge (1987-91), og ved videre beregninger velger vi å bruke middelflomavrenning for Hunnselva på 110 l/s/km², da VM 2.619 ligger nærmest analyseområdet og har større uregulerte områder i feltet sitt. Figur 2-1 viser tidsserien til VM. 2619 som samsvarer godt med tidsserien til VM 2.280 Kringlerdal, et vannmerke som er inkludert i flomfrekvensanalysen i kapittel 2.4.

Tabell 2-2 Årlig maksimalvannføring for vannmerker i Hunnselva

	Navn	Feltareal	År	Q_M	q_M
				m^3/s	$l/s/km^2$
2.209	Einavatn	156	1928-37; 1952-91; 1997-2016	15,6	100
2.209	Einavatn	156	1987-1991	11,8	76
2.619	Hunselva	372	1987-1991	42,4	115
2.619	Hunselva	372	1986-1992	42,1	113
Hunnselva v/ Raufoss					110



Figur 2-1 Plot som viser vannføringsserien til VM 2.619 sammenlignet med den til VM 2.280 over samme periode

Flomfarevurdering

2.3 Regionale flomformler

Det er beregnet flomverdier med regionale flomformler (NVE, 2011) for nedbørfeltet til Hunnselva ved Storgata 26 i Raufoss. Disse formlene er ment for nedbørfelt > 100 km², og passer dermed godt til dette feltet. Inngangsparametere er for høstflommer hovedelvas gradient, effektiv sjøprosent, midlere spesifikk avrenning, nedbørfeltareal og feltaksens lengde. For felt der vårflokker er dimensjonerende er inngangsparametere hovedelvas gradient, effektiv sjøprosent, snaufjellprosent og midlere spesifikk avrenning. Det er for dette nedbørfeltet valgt å se på høstflommer (H3), da dette gir de høyeste flomverdiene for dette området. Dette gir resultater som vist i Tabell 2-3.

Tabell 2-3 Resultater fra regionale flomformler

Navn	q _M	Q _M	q ₂₀₀	Q ₂₀₀
-	l/s/km ²	m ³ /s	l/s/km ²	m ³ /s
Hunnselva v/ Storgata 26	50	3,4	170	37

2.4 Flomfrekvensanalyse

Det ble funnet flere NVE-vannføringsmålestasjoner i området (Figur 2-2). Ved nærmere undersøkelse ble en del sortert ut fordi seriene var for korte, regulerte, lå i ikke-representative områder eller hadde andre lite representative feltparametere. De sju mest representative stasjonene for Hunnselva er vist i Tabell 2-4.

Tabell 2-4: Feltparametere for de aktuelle målestasjonene

Navn	Periode	Antall år	Feltareal km ²	Spesifikk avrenning l/s/km ²	Snaufjell %	Eff. Sjø %	Høyde min--maks
2.465 Flagstadelva	1987-2014	28	172	11,77	0,00	0,04	128-821
2.279 Kråkfoss	1967-2019	53	435	19,30	0,00	0,42	105-807
2.280 Kringlerdal	1967-2019	53	266	19,48	0,00	1,09	174-807
2.463 Vismunda	1987-2019	33	192	17,04	0,52	0,04	188-1066
2.464 Svartelva	1987-2019	33	458	8,42	0,00	0,19	138-758
2.634 Lena	1993-2019	27	184	13,98	0,00	0,03	223-752
12.286 Jaren ndf.	1925-2019	95	113	16,09	0,00	1,20	198-766
Hunnselva	-	-	215	13,3	0,0	4,81	311-753

*Hentet fra Nevins avrenningskart (61-90)

VM 2.279 og VM 2.280 har delvis overlappende nedbørfelt, og den mest representative for Hunnselva, som er VM 2.280 Kringlerdal, velges for videre analyse. VM 2.463 Vismunda og VM 2.464 Svartelva har mindre representative feltegenskaper enn de andre valgte vannmerkene, samt at de har noe korte tidsserier, som begge har kurvekvalitet som er merket som dårlig eller middels dårlig på flom. Også VM 2.465 Flagstadelva har en kortere tidsserie som er merket som dårlig på flomdata.

De tre feltene som står igjen som mest representative for feltet til Hunnselva blir dermed VM 2.280 Kringlerdal, VM 2.634 Lena og VM 12.286 Jaren ndf. VM 2.634 Lena har en noe kort tidsserie, men grunnet nærhet til Hunnselva og ellers god overensstemmelse på resterende feltparametere (med

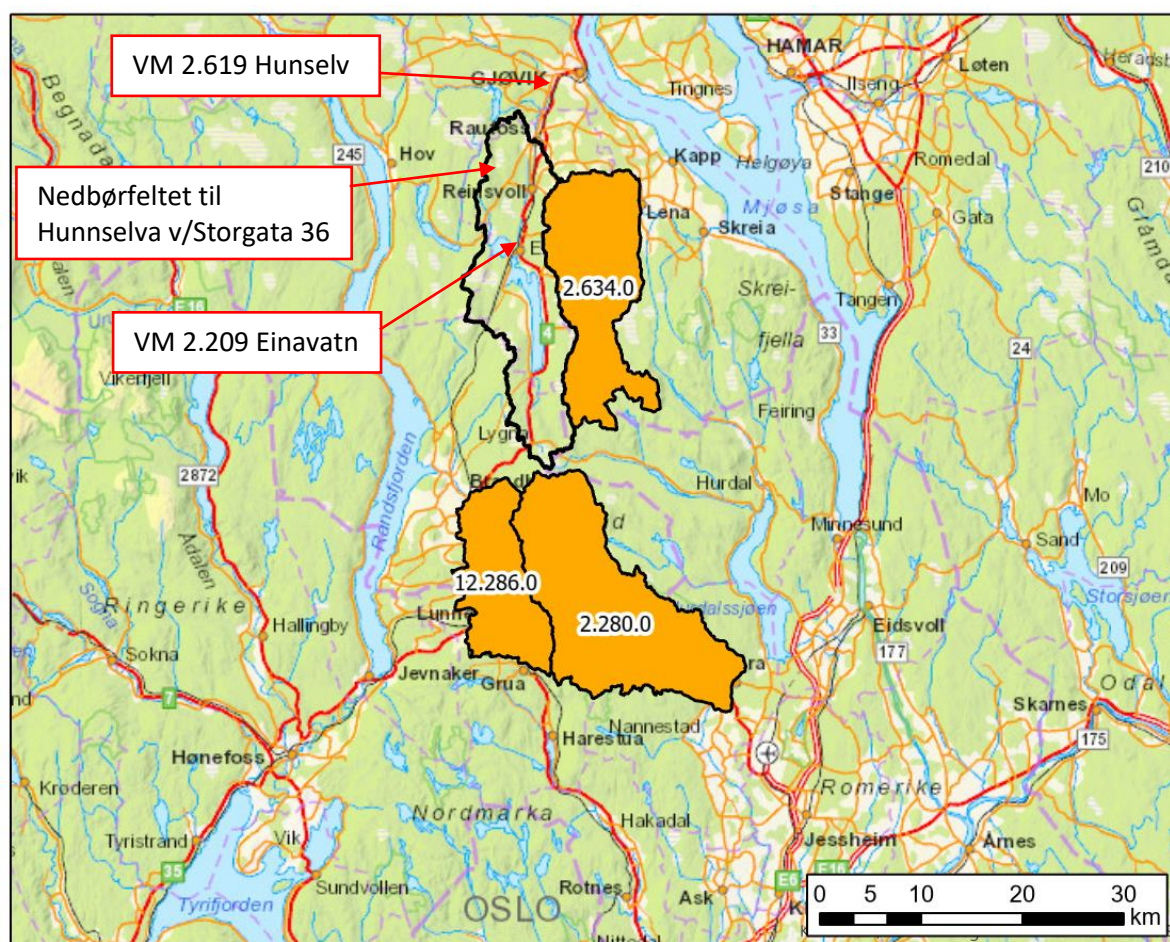
Flomfarevurdering

unntak av effektiv sjøprosent), velges det å inkludere dette vannmerket i flomfrekvensanalysen. Nevnte vannmerke har også god kurvekvalitet på flom.

Tabell 2-5: Flomfrekvensanalyse for referansevannmerker

	Navn	Q_M m^3/s	q_M $l/s/km^2$	Q_{200} m^3/s	Q_{200}/Q_M	q_{200} $l/s/km^2$	Valgt fordeling	Kurvekvalitet
2.280	Kringlerdal	48	179	102	2,1	383	Gumbel	Middels
2.634	Lena	26	143	68	2,6	370	Gen Log.	Bra
12.286	Jaren ndf.	10	89	27	2,7	240	Gumbel	Avvik v/ høye vannhast.
	Hunnselva		110		2,5	275	-	

De tre valgte referansevannmerkene VM 2.280, 2.634 og 12.286 har noe ulike spesifikke middelflommer på hhv. 179, 143 og 89 l/s/km², som vist i Tabell 2-5. Frekvensfaktorene (Q_{200}/Q_M) må velges ut fra vannmerker med uregulerte felt og er for referansevannmerkene 2,1, 2,6 og 2,7. Frekvensfaktoren for Hunnselva velges som gjennomsnittet av disse tre vannmerkene, som er 2,5. Dette gir en 200-årsflom på 275 l/s/km², eller 59 m³/s (døgnverdi). Med momentanfaktor $Q_{mom}/Q_{døgn} = 1,1$ får vi en 200-årsflom på **65 m³/s** (momentanverdi). Momentanfaktoren er beregnet ut i fra formelverk for forhold mellom momentanflom og døgnflom (NVE, 2011) og kontrollert mot momentanfaktoren til VM 2.280 Kringlerdal, og generelt nedbørfelt i landet med likt nedbørfeltareal og effektiv sjøprosent. Disse faktorene er viktige for bestemmelse av momentanfaktor. Vannmerker i andre deler av landet ble studert da ingen av referansevannmerkene har høy nok effektiv sjøprosent sammenlignet feltet til Hunnselva.



Figur 2-2 Aktuelle målestasjoner for vannføring. Målestasjonenes nedbørfelt vist i oransje, og Hunselvas felt er markert.

2.5 Klimaendringer

For å ta hensyn til fremtidige klimaendringer og økte flomstørrelser må det legges til et klimatillegg på flomverdiene. Hunselva ligger i et område hvor det er forventet en økning på rundt 20 %, og det er derfor anbefalt å ta høyde for en 20 % økning i flomstørrelser (Norsk Klimaservicesenter, 2016). Valgt klimafaktor er derfor 1,2.

2.6 Sammenligning av resultater og valg av dimensjonerende flom

Tabellen under viser resultater fra NIFS-formelen og FFA. Kolonnen lengst til høyre viser dimensjonerende verdier, inkludert klimafaktor.

Tabell 2-6 Resultater fra flomberegninger

Lokasjon	Gjentaks-intervall år	Beregnings-metode -	$Q_{T,døgn}$ m^3/s	Momentan-faktor -	$Q_{T,mom}$ m^3/s	Klima-faktor -	$Q_{T,dim\ inkl. 20\% \text{ klima}}$ m^3/s
Hunselva	200	Regionale flomformler	37	1,1	41	1,2	49
Hunselva	200	FFA	59	1,1	65	1,2	78

De benyttede metodene gir noe ulike resultater. Regionale flomformler er basert på et generelt formelverk som ikke tar hensyn til stedsspesifikke karakteristikk eller erfaringstall for regionen. Dette formelverket kan også ses på som noe utdatert, og gir ofte lavere verdier enn andre metoder. Det er likevel en brukbar metode for sammenligning av resultater. Flomfrekvensanalysen er basert på vannmerker der feltverdiene stemmer godt overens med de for feltet til Hunnselva. Flomfrekvensanalysen gir et noe høyere resultat, men stemmer godt overens med verdier beregnet for Dam Vestbakken oppstrøms Raufoss (VOKKS KRAFT AS, 2019). I videre arbeider med hydraulisk modellering velges det å benytte resultatene fra flomfrekvensanalysen inkl. klimafaktor, dvs. en 200-årsflom på **78 m³/s** (= 363 l/s/km²).

3 Hydraulisk modellering

3.1 Modellens oppbygning

Det er laget en 1D hydraulisk modell i beregningsprogrammet HEC-RAS 5.0.7 (Brunner, 2016), for å beregne vannstand og vannhastigheter ved $Q_{200+20\% \text{ klima}}$. Kartgrunnlag dannet på bakgrunn av laserscanning av terrenget (tetthet 5 punkt pr m²) er hentet fra hoydedata.no (BLOM, 2013). Scanningen av terrenget ble utført 25. mai 2013, og det ble denne dagen registrert en vannføring på ca. 4,8 m³/s ved vannmerket oppstrøms Raufoss, VM 2.209. Arealalert gir dette vannføringen 6,6 m³/s forbi analyseområdet, noe som anses som lavt. Det laserscannede terrenget brukes dermed direkte uten å justere bunnivået i elva.

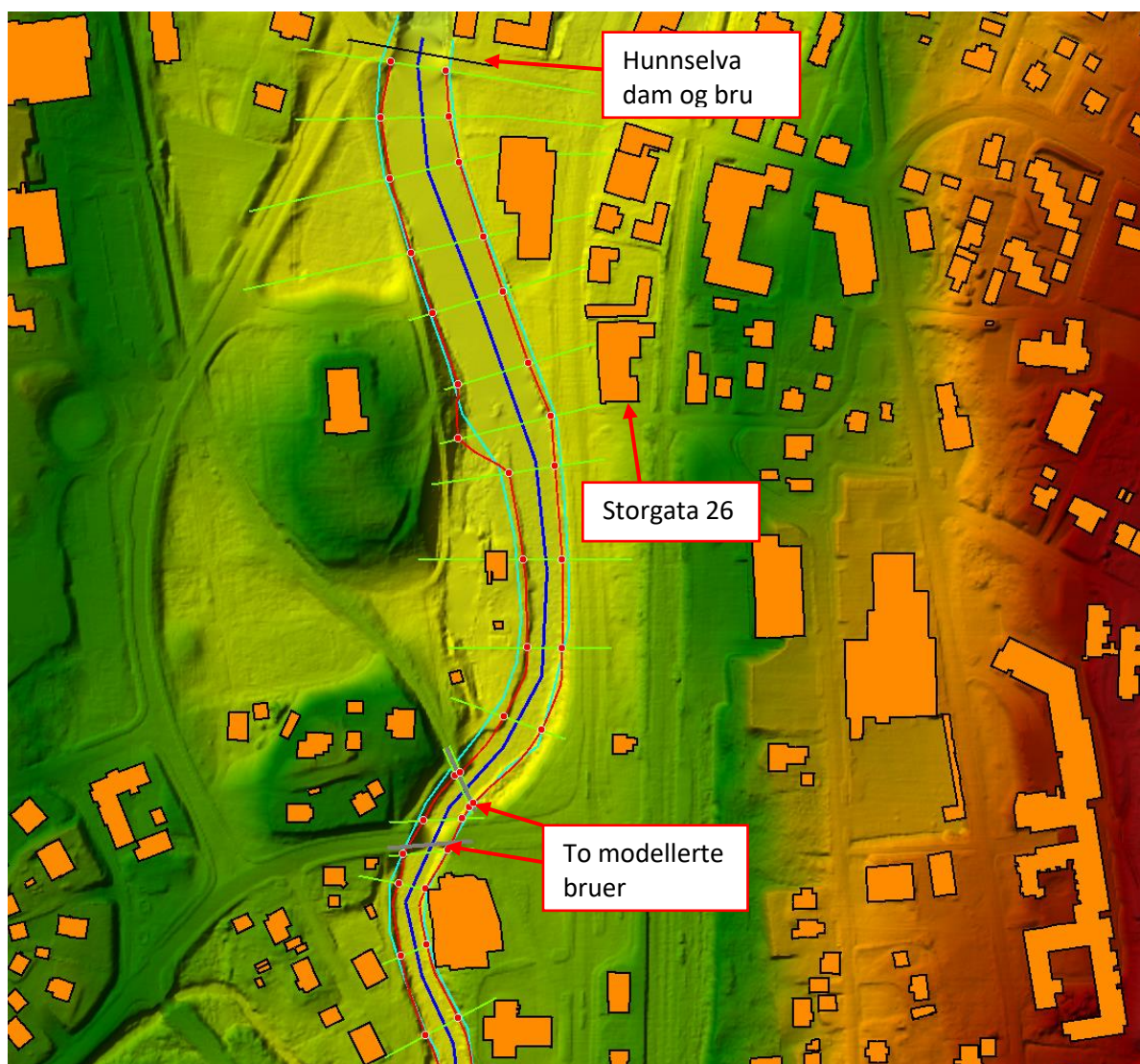
Det er noe trær rundt Hunnselva, men terrenget ser ut til å være godt justert for dette og har et klart definert elveløp. I den hydrauliske modellen passerer elva først en større veibru, deretter en eldre, smal og lav jernbanebru som i dag er gangbru og til sist renner den over Dam Hunnselva, som består av flere overløp samt en fisketrapp. Over dammen er en større bru med to veibaner og to fortau. Kapasitetskurven til denne konstruksjonen er lagt inn som nedre grensebetingelse i den hydrauliske modellen. Kapasitetskurven er beregnet for de ulike seksjonene av dammen og slått sammen til en total kapasitetskurve. Tabell 3-1 oppsummerer karakteristikkene for de ulike overløpene.

Tabell 3-1 Karakteristikk overløp

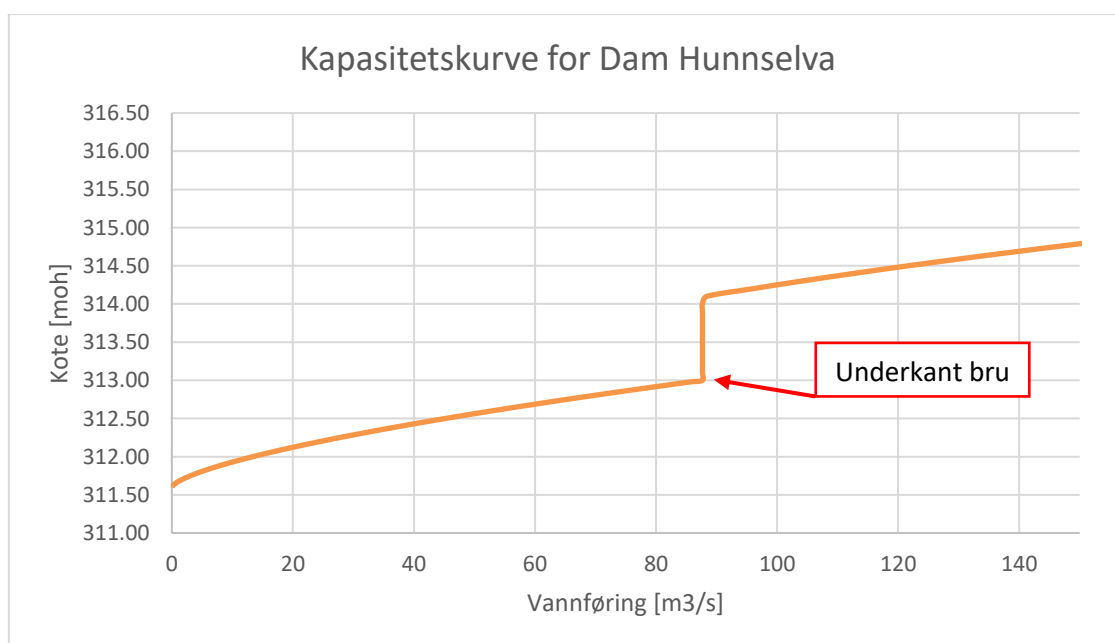
Overløp	Vinkel på vannstrømning	Lengde	C-faktor	Kote
	-	m	-	moh
Hovedoverløp	Normalt	8,75	1,9	311,60
Lite overløp	Normalt	3,00	1,9	311,60
Fisketrapp overløp	Normalt	3,00	1,8	311,60
Stort og lite sideoverløp ifm. fisketrapp	Parallelt	14,0	1,8	311,60
Trykkstrømning under bru	Normalt	20,0	0,35	313,00
Overløp over bru	Normalt	40,0	1,4	313,60

En oversikt over modellen er vist i Figur 3-1. Videre er følgende beregningsforutsetninger benyttet:

- Nedstrøms grensebetingelse: Beregnet kapasitetskurve til Dam Hunnselva (se Figur 3-2)
- Beregningene er kjørt med stasjonær vannføring lik 200-årsflom med klimapåslag (78 m³/s)
- Manningstall: $M=25$ ($n=0,04$) for hele elva



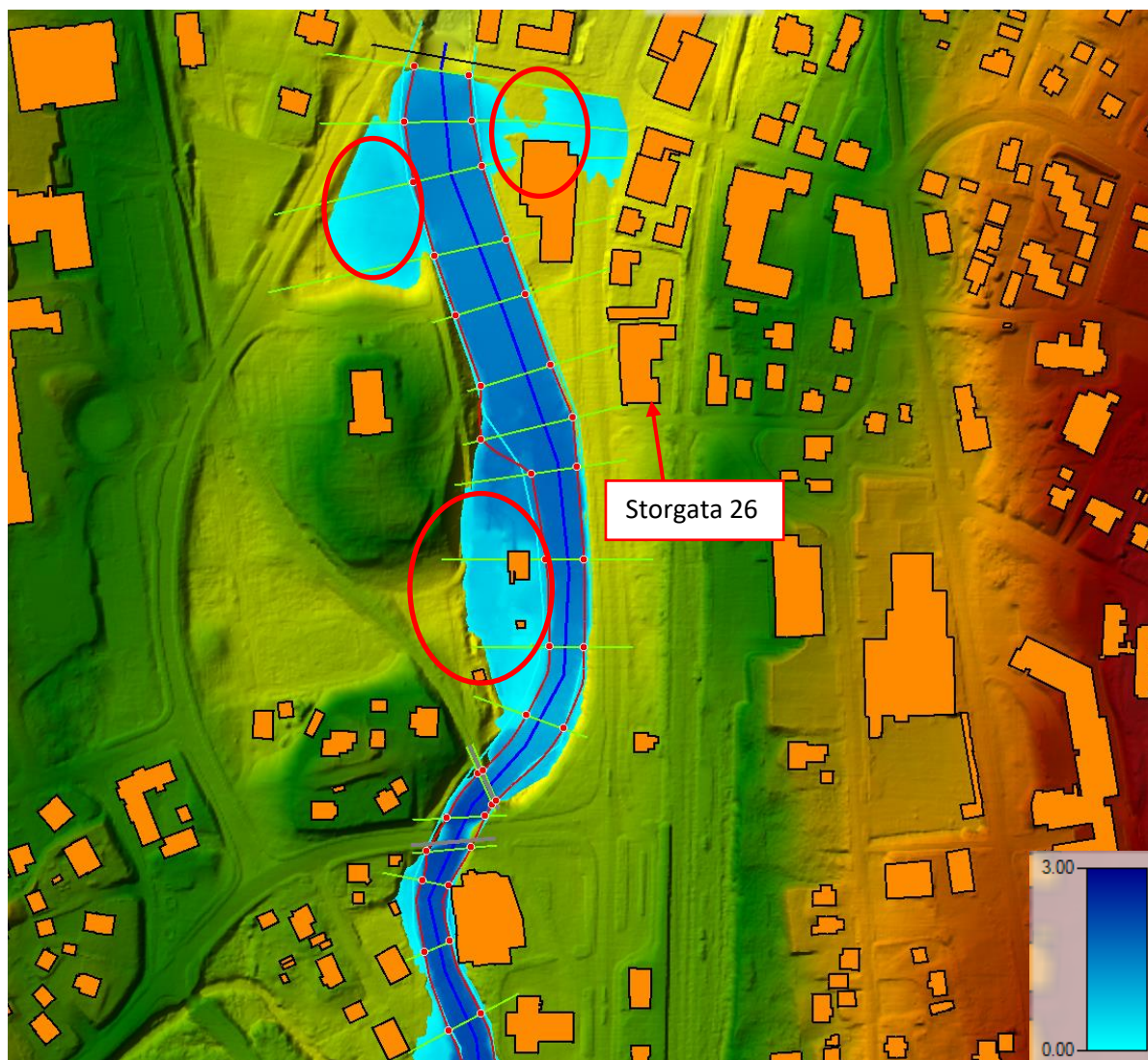
Figur 3-1 Oversikt over det modellerte området i HEC-RAS-modellen.



Figur 3-2 Kapabilitetskurve for Dam Hunnselva

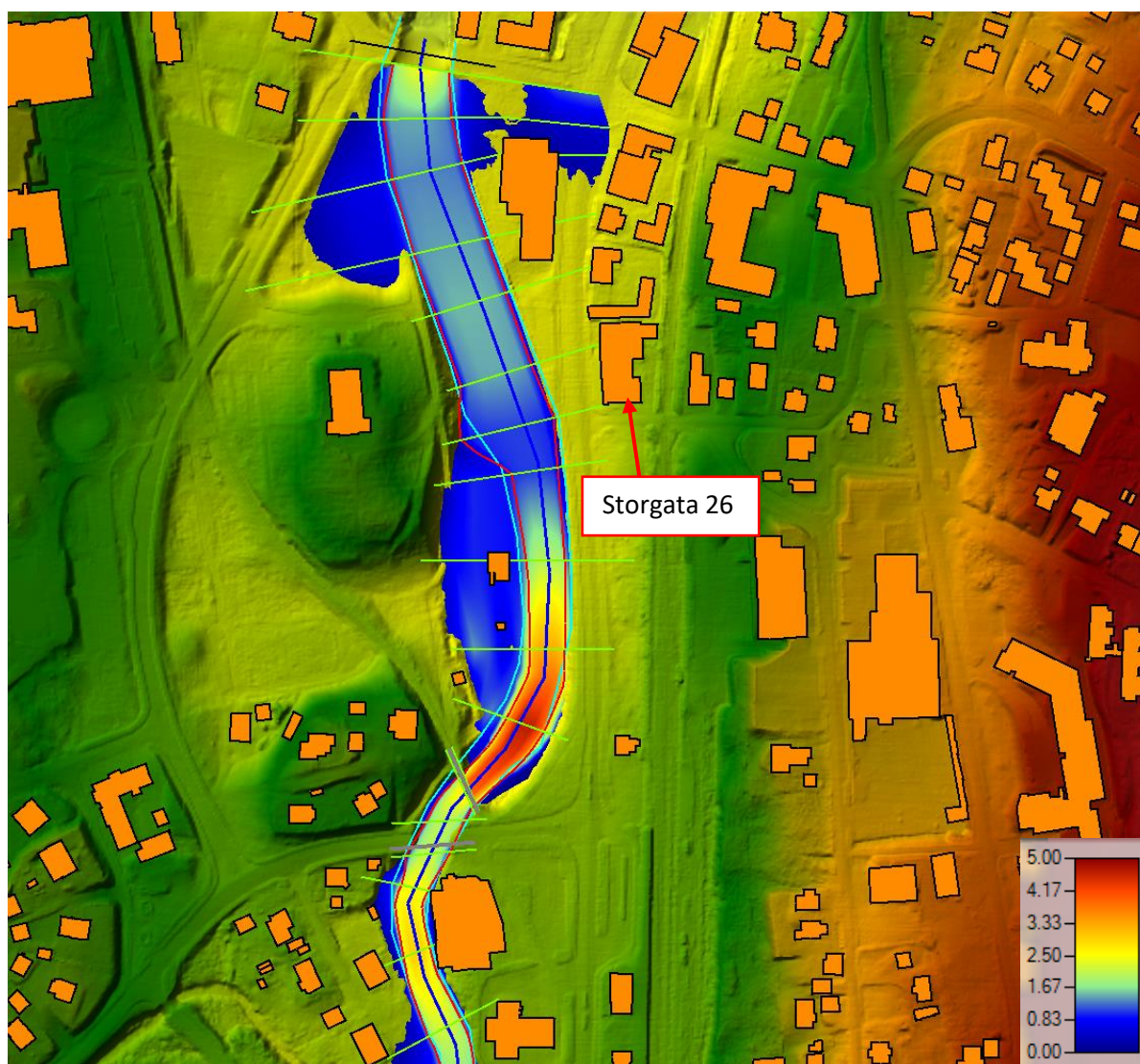
3.2 Resultater

Resultatene fra simuleringen viser at elva stort sett holder seg innenfor sitt normalløp. Oppstrøms Storgata 26 er det på vestre side av elven et meget flatt område som vil bli oversvømt. Også like oppstrøms Dam Hunnselva vil elva oversvømme noen områder. Beregningene viser imidlertid at overløpene til Dam Hunnselva har stor nok kapasitet til å ta unna beregnede 200-årsflom og Storgata 26 vil ikke bli berørt av flommen. Vannstanden ved en 200-årsflom inkludert klimapåslag ligger på kote 313,3 moh. i det punktet langs elva som ligger nærmest Storgata 26. Beregningsresultatene er vist i Figur 3-3.



Figur 3-3 Kart over modellområdet som viser vanddybder [m] ved en 200-årsflom

Vannhastighetene på denne strekningen av Hunnselva er stort sett lave ved høye vannføringer. Kun like nedstrøms gangbroen ser man høyere hastigheter (opp mot 5 m/s), da denne broen virker noe begrensende på vannføringen. Det er ingen fare for erosjon i nærheten av Storgata 26 da modellen viser at vannhastigheter over 1 – 1,5 m/s ikke vil oppstå her, som vist i Figur 3-4.



Figur 3-4 Kart over modellområdet som viser vannhastigheter [m/s] ved en 200-årsflom

4 Konklusjon

Ved å bruke to ulike metoder for flomberegninger, ble det valgt å se på resultatene fra flomfrekvensanalysen. Dette resulterte i en 200-årsflom inkludert 20% klimapåslag på 78 m³/s i Hunnselva ved Raufoss sentrum. Resultatene fra vannlinjeberegningene utført i en 1D HEC-RAS modell viser at vannet for det meste vil holde seg i elveløpet, og at det ikke vil bli oversvømmelser som påvirker den aktuelle tomte for analysen, Storgata 26. Dette er i hovedsak fordi overløpene til Dam Hunnselva har stor nok kapasitet til å ta unna vannføringen ved en 200-årsflom. Vannstanden i Hunnselva er beregnet til 313,3 moh. ved Storgata 26, noe som gir en fribordshøyde på ca. 1,7 m, da grunnmuren til bygget i Storgata 26 ligger ca. på kote 315 moh. Vannhastigheten er på denne lokasjonen lav.

5 Referanser

BLOM. (2013). *LiDAR-rapport Gjøvikregionen 5pkt*. BLOM.

Brunner, G. W. (2016). *HEC-RAS River Analysis System, User's Manual, Version 5.0*. US Army Corps of Engineers.

Direktoratet for byggkvalitet. (2017). *Byggteknisk forskrift (TEK 17). Veiledning om tekniske krav til byggverk. Kapittel 7: Sikkerhet mot naturpåkjenninger, §7-2 Sikkerhet mot flom og stormflo*.

Norsk Klimaservicesenter. (2016). *Klimaprofil Oppland*. Norsk Klimaservicesenter.

NVE. (2011). *Retninglinjer for flomberegninger*. Oslo: Norges vassdrag og energidirektorat.

VOKKS KRAFT AS. (2019, 06 19). *Vestre Toten kommune*. Hentet fra Rehabilitering av Dam Vestbakken i Vestre Toten kommune: https://postliste.vestre-toten.kommune.no/api/postliste/2019-07-17/_/U/20/4

Vedlegg 1 Oversiktskart over nedbørfelt



Vedlegg 2 NEVINA

Lavvanskart

Vassdragsnr.: 002.DCC1

Kommune: Vestre Toten

Fylke: Innlandet

Vassdrag: Hunnselva

Vannføringsindeks, se merknader	Elvegradient,085 (G ₁₀₈₅)	Felllengde(F _L)	4,3 m/km
Middelvannføring (61-90)	13,3 l/(s*km ²)	H _{min}	32,5 km
Alminnelig lavvannføring	1,9 l/(s*km ²)	H ₁₀	311 moh.
5-persentil (hele året)	1,8 l/(s*km ²)	H ₂₀	398 moh.
5-persentil (1/5-30/9)	1,3 l/(s*km ²)	H ₃₀	406 moh.
5-persentil (1/10-30/4)	3,2 l/(s*km ²)	H ₄₀	420 moh.
Base flow	6,1 l/(s*km ²)	H ₅₀	437 moh.
BFI	0,5	H ₆₀	459 moh.
		H ₇₀	491 moh.
Klima		H ₈₀	525 moh.
		H ₉₀	566 moh.
Klimaregion	Ost	H ₉₀	617 moh.
Årsnedbør	777 mm	H _{max}	753 moh.
Sommernedbør	388 mm	Bre	0,0 %
Vinternedbør	389 mm	Dyrket mark	13,9 %
Årstemperatur	1,9 °C	Myr	3,0 %
Sommertemperatur	10,2 °C	Sjø	8,1 %
Vintertemperatur	-4,1 °C	Skog	71,1 %
Temperatur Juli	12,8 °C	Snaufell	0,0 %
Temperatur August	12,3 °C	Urban	1,5 %

1) Verdien er editert

Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lawannsindekser. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrværsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

03.05.2020 10:49:35 © nevina.nve.no



Norges
vassdrags- og
energidirektorat



Kartbakgrunn: Statens Kartverk

Kartdatum: EUREF89 WGS84

Projeksjon: UTM 33N

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

Flomberegning

Vassdragsnr.: 002.DCC1

Kommune: Vestre Toten

Fylke: Innlandet

Vassdrag: Hunnselva

Resultat er kun validert for areal mindre enn 60km².
Flomestimaten er derfor nødvendigvis ikke gyldige.

Flomverdiene viser størrelsen på kulminasjonsflommer for ulike gjentakstintervall. De er beregnet ved bruk av et formelverk som er utarbeidet for nedbørfelt under ca 50 km². Felparametere som inngår i formelverket er areal, effektiv sjøprosent og normalavrenning (l/s*km²). For mer utdypende beskrivelse av formelverket henvises det til NVE –Rapport 7/2015 «Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt». Det pågår fortsatt forskning for å for momentanflommer i små nedbørfelt. Frem til resultatene fra disse prosjektene foreligger anbefales et klimapåslag på 1.2 for døgnmiddelflom og 1.4 for kulminasjonsflom i små nedbørfelt.

Hunnselva

Areal (km ²)	215,09
Klimafaktor	1,4

	m ³ /s	Q ^M l/(s*km ²)	Q 5	Q 10	Q 20	Q 50	Q 100	Q 200
Flomfrekvensfaktorer	-	-	1,27	1,53	1,82	2,27	2,67	3,14
95% intervall øvre grense (m ³ /s)	47,6	221,1	61,6	76,1	92,5	118,9	143,5	168,6
Flomverdier (m ³ /s)	26,9	125	34,0	41,1	49,0	61,0	71,8	84,3
95% intervall nedre grense (m ³ /s)	15,2	71	18,8	22,2	25,9	31,3	35,9	42,2
Flommer med klimapåslag (m ³ /s)	37,6	174,9	34,0	57,6	68,5	85,4	100,5	118,0

Beregningene er automatisk generert og kan inneholde feil. Det er generelt stor usikkerhet i denne typen beregninger. Resultatene må verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner. Resultatene er ikke gyldig som grunnlag til flomberegninger for klassifiserte dammer.

03.05.2020 10:49:35 © nevina.nve.no