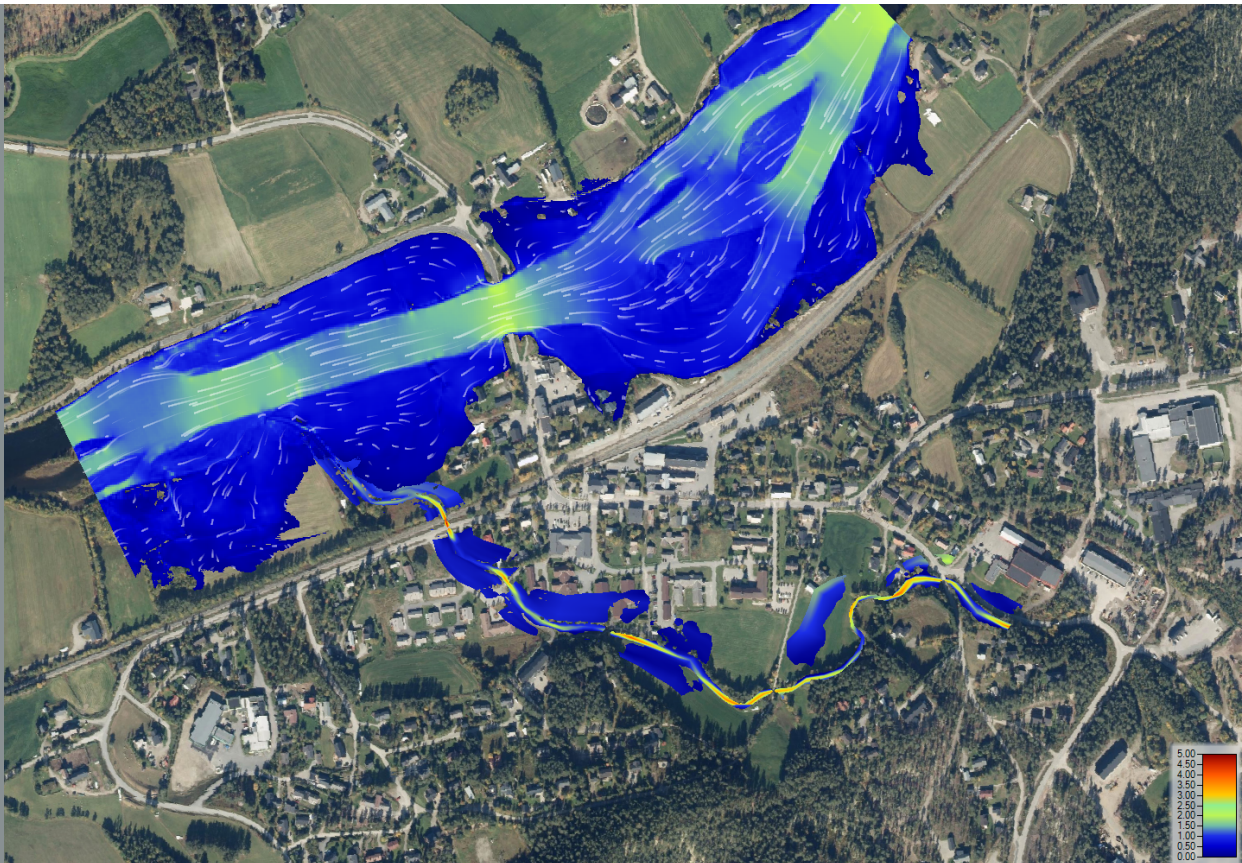


Nr 4/2019

Hydraulisk analyse for Glomma og Verjåa i Os i Østerdalen

.....

Per Ludvig Bjerke



Oppdragsrapport B nr 4-2019

Hydraulisk analyse for Glomma og Verjåa i Os i Østerdalen

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Forfatter: Per Ludvig Bjerke

Trykk: NVEs hustrykkeri

Sammendrag: Det er utført flomberegning og hydraulisk analyse for Glomma og Verjåa gjennom Os sentrum. Flomberegningen viser at 200 års flommen er på 550 m³/s for Glomma og 18 m³/s for Verjåa. Det er tatt høyde for fremtidige klimaendringer og basert på anbefalinger fra NVE er dette lik satt lik 20 %. Vannstanden for en 200 års flom like opp for Os bru er beregnet til å nå ligge på kote 599 moh som er ca. 3 m over bunnen. Verjåa vil stedvis flomme over sine bredder og har hastigheter opp mot 3 m/s i enkelte parti.

Emneord: Flomberegning, hydraulisk analyse, Glomma, Verjåa

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95
Epost: nve@nve.no
Internett: www.nve.no

Innhold

Forord	4
Sammendrag	5
1 Innledning	6
2 Datagrunnlag	6
3 Flomberegning.....	7
4 Flomvannstander.....	8
5 Konklusjon	11
Referanser	11

Forord

På oppdrag for FesteNordøst AS har NVE, Hydrologisk avdeling, utført flomberegning og flomsonekartlegging for Glomma og Verjåa gjennom Os sentrum. Denne rapporten beskriver dette arbeidet.

Arbeidet er blitt utført i 2019 med Per Ludvig Bjerke som ansvarlig for oppdraget fra NVE sin side. Byman Hamududu har kvalitetssikret arbeidet.

Rapporten er utført på oppdragsbasis og er ikke en del av NVE sin forvaltningsmessige behandling av saken.

Trondheim, april 2019



Elise Trondsen
Seksjonssjef



Per Ludvig Bjerke
Prosjektleder

Sammendrag

Det er utført flomberegning og hydraulisk analyse for Verjåa og Glomma gjennom Os i forbindelse med utarbeidelse av ny reguleringsplan.

Flomberegningen viser at 200 års flommen er på 550 m³/s i Glomma og 18 m³/s i Verjåa. Det er tatt høyde for fremtidige klimaendringer og basert på anbefalinger fra NVE er dette lik satt lik 20 %.

Vannstanden for en 200 års flom like opp for Os bru er beregnet til å nå ligge på kote 599 moh som er ca. 3 m over bunnen.

Verjåa vil stedvis flomme over sin bredd og har hastighet opp mot 3 m/s i enkelte parti.

1 Innledning

I anledning av arbeidet med en områderegeringsplan for Os sentrum er det ønsket å utrede flomfaren langs Glomma og Verjåa. FesteNordØst AS har engasjert NVE til bistand til flomberegning og hydraulisk analyse.

Det er beregnet 200 års flom med sammenhørende hastigheter og vannstand.

2 Datagrunnlag

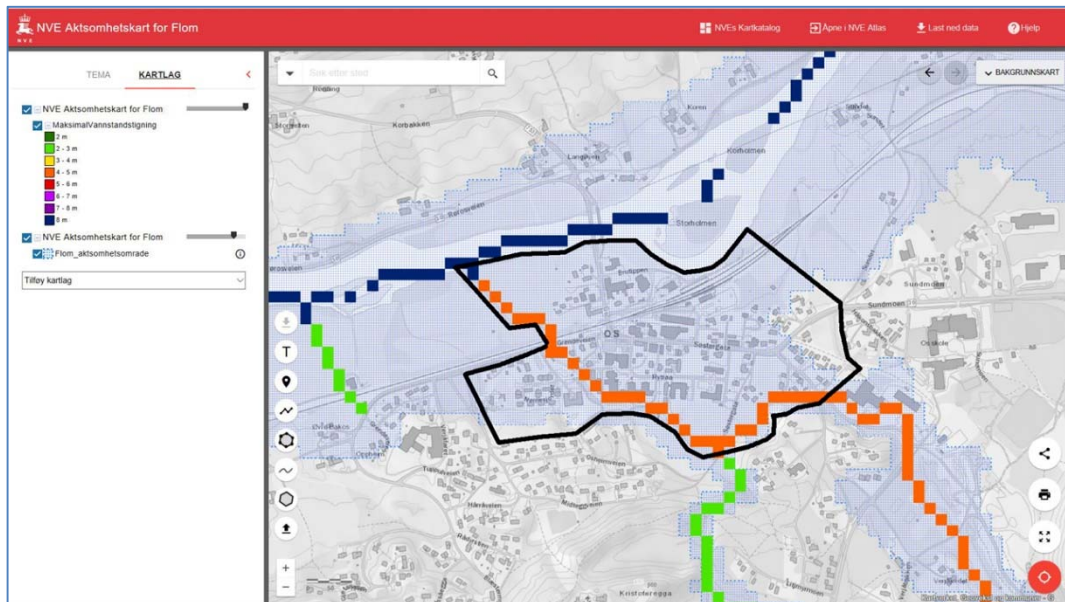
Til beregningene er det benyttet data mottatt fra FesteNordØst AS, informasjon fra Norgeskart, data fra NVE Atlas, fra diverse rapporter fra NVE og data fra NVE sin Hydra database. Laserdata som beskriver elva er innmålt i 2012 og hentet fra databasen hoydedata.no.

Det er flere målestasjoner i nærheten. NVE stasjon nr. 2.269 Hummelvoll ligger ved Tolga noen km nedenfor Os. Den har nedbørfelt på 2420 km² og er veldig godt egnet for å beregne flomverdien for Glomma ved Os.

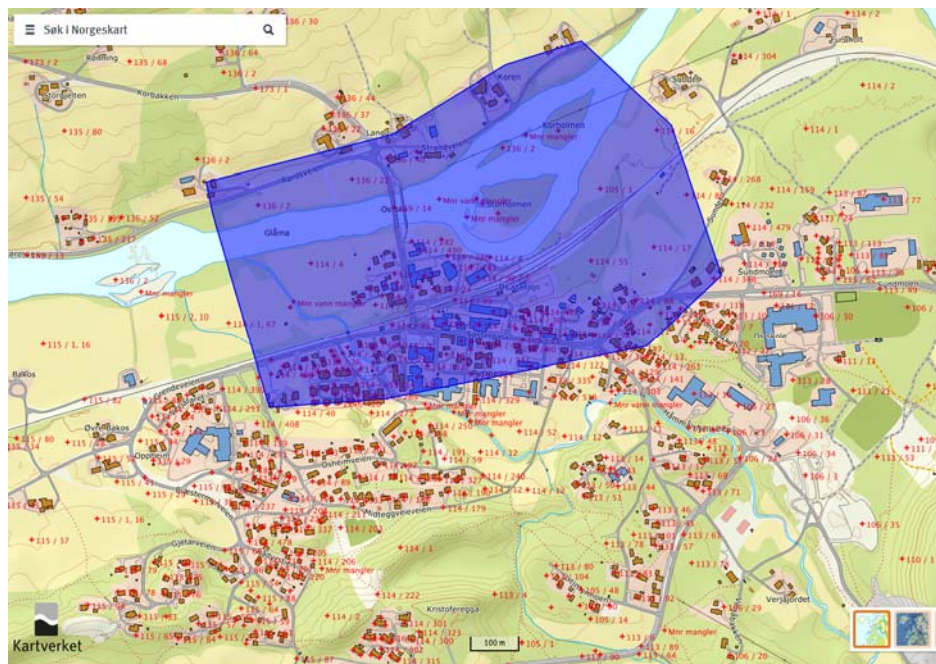
Det omsøkte området er vist figur 1. Nedbørfeltet og dets karakteristikker ned til Os er hentet fra NEVINA og er vist i vedlegg 1.

Elva Verjåa har felt som er 13 km² stort. Feltet er analysert med NEVINA og resultatet er vist i Vedlegg 3 og 4.

Det ble utført befarings med enkel oppmåling den 27 februar 2019. Det var mye snø og is og umulig å kontrollere data i Verjåa. Resultatene for Verjåa er derfor foreløpige.



Figur 1 Kartet viser området som reguleringsplanen FesteNordøst AS jobber med.



Figur 2 Kart som viser området som er tatt med i beregningene.

3 Flomberegning

NVE har flere målestasjoner i Glomma og det er gjort flere flomberegninger for elva. NVE utførte flomberegninger for øvre del av Glomma i 2000 og flomverdiene i dette prosjektet bygger mye på resultatene fra disse.

Middelflommen i Glomma ved Os ble funnet til å være $100 \text{ l/sek} \cdot \text{km}^2$ og med en kulminasjonsfaktor på 1.03 og et areal på 2008 km^2 gir dette en middelflom på $206 \text{ m}^3/\text{s}$. Flomfaktoren for forholdet Q_{200} på Q_{middel} er satt til å være 2.15 og 200 års flommen blir da $440 \text{ m}^3/\text{s}$. For Q_{1000} er forholdet 2.3 og 1000 års flommen blir da $475 \text{ m}^3/\text{s}$.

Ved bruk av NIFS formel finnes en 200 års verdi lik $965 \text{ m}^3/\text{s}$, se vedlegg 3. NIFS formel er en middelverdi av mange felt fra hele Norge og gjelder best for felt mindre enn 50 km^2 . Vi velger derfor å bruke verdier fra analysen i 2000 og setter 200 års verdien lik $440 \text{ m}^3/\text{s}$.

Verjåa er bare 13 km^2 stort og vil ha en mye større spesifikk flomverdi enn hovedelva Glomma. Det har en snaufjellprosent på 48 %. Orva målestasjon NVE nr. 2.61 er i nærheten og vi velger å bruke data fra den. Det har en spesifikk middelflom på $280 \text{ l/sek} \cdot \text{km}^2$. Med et areal på 13 km^2 gir dette en middelflom på $3.6 \text{ m}^3/\text{s}$. Forholdet Q_{200} og Q_{middel} settes lik 2.5 og 200 års døgnmiddelflom blir da $9.1 \text{ m}^3/\text{s}$. Ved å bruke Sælthun's formel for forholdet mellom kulminasjon og middelflom gir dette 1.7 og 200 års kulminasjonsflom blir da $15 \text{ m}^3/\text{s}$.

En beregning basert på NIFS formel gir 200 års flom lik $16 \text{ m}^3/\text{s}$.

Justering av flomverdier i forhold til forventede klimaendringer

Rapporten «Klimaendring og fremtidige flommer i Norge» (Lawrence, 2016) samt rapporten «Klima i Norge 2100» (Hanssen Bauer mfl., 2015) tar for seg endringer i flomstørrelsen sett i lys av fremtidige klimaendringer.

Ut fra informasjon og anbefalinger i de nevnte rapportene velges en økning lik 20 % for å anslå klimaendringers effekt på flommer med forskjellige gjentakintervall og 200 års flommen blir da 550 m³/s og 1000 års flommen blir 595 m³/s.

For Verjåa blir 200 års flommen med 20 % klima lik 18 m³/s.

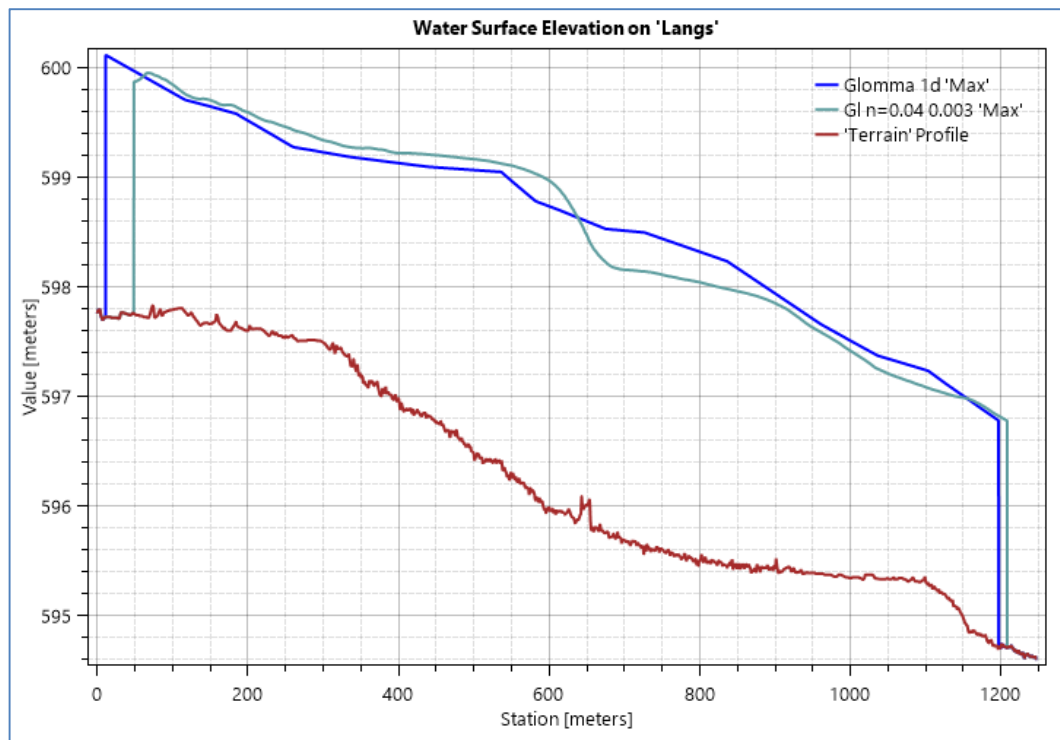
4 Flomvannstander

Det er beregnet vannstand og vannhastigheter for 200 års flom. Det som bestemmer flomhøyden og vannhastigheten er helning av elva, svinger i elva og forholdene i elveløpet som størrelse på stein og eventuelt andre hindringer.

I modellen er laserdata av terrenget samlet inn i 2012 benyttet. Disse ble innhentet på lave vannstander i elva og kan derfor brukes direkte som representasjon av elvebunn i modellen.

I beregningene er modellen Hec-Ras versjon 5.0.6 benyttet. Informasjon om den finnes i Ref. (10).

Det er kjørt med både 1-d og 2-d modeller for å sikre at effekter best mulig kvalitet på simuleringen. Resultatene er vist i figur 3 og viser godt samsvar mellom modellene. Forskjellen er størst oppstrøms og nedstrøms for Os bru og skyldes at de to modellene simulerer innsnevringen ved brua på forskjellig vis.



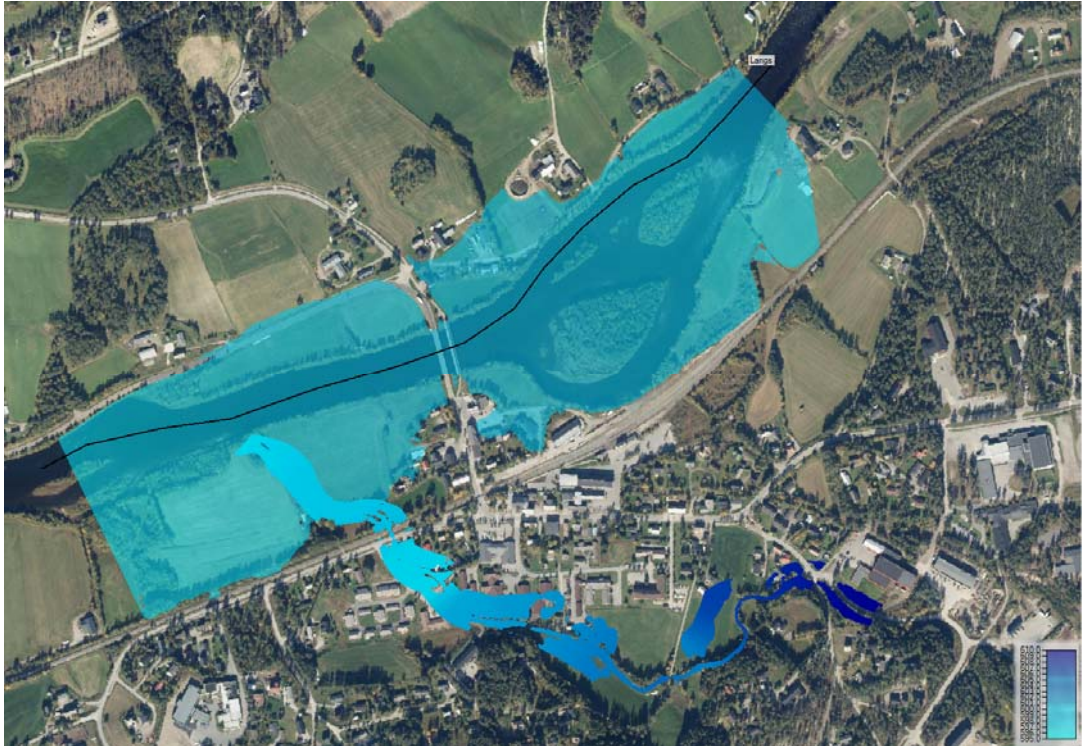
Figur 3 Figur som viser vannstand ved 200 års flom med 1-d og 2-d modeller. Det er innsnevringen ved Os bru som gjør forskjellen.

Kart som viser oversvømt området og vannhastigheter ved en 200 års flom er vist i figur 4, 5 og 6.

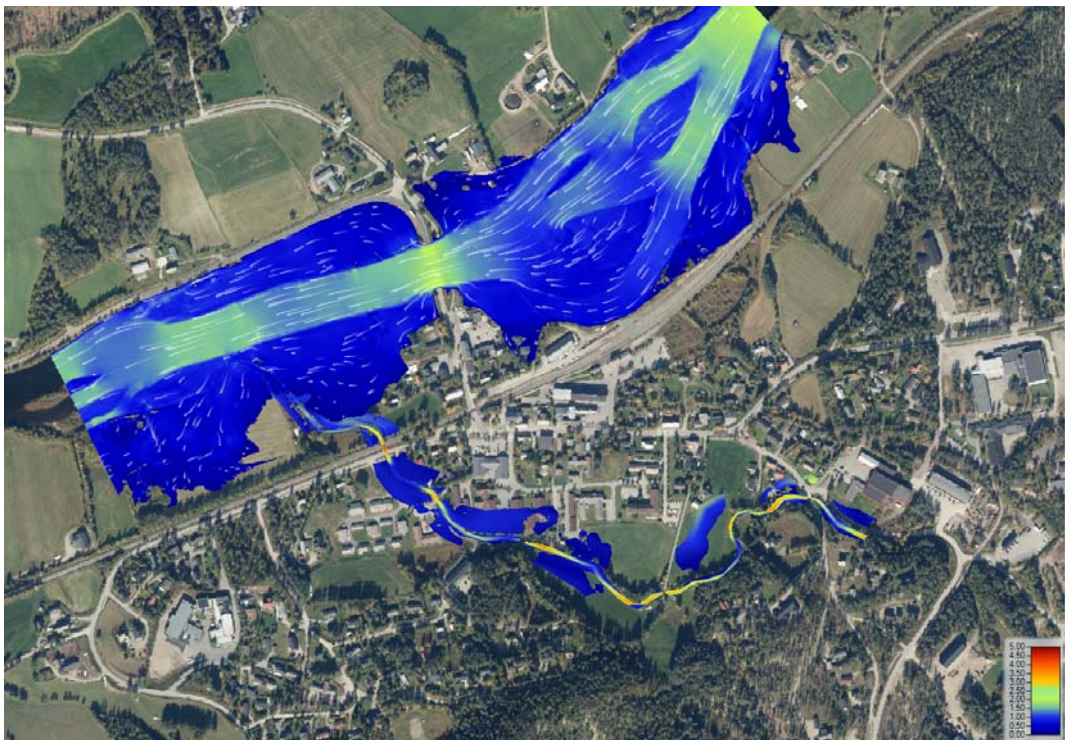
Beregningene viser at i Glomma er det vannhastigheter opp mot 2 m/s ved brua i Os sentrum ved en 200 års flom. I Verjåa er det hastigheter opp mot 3.5 m/s ved 200 en års flom.

Vanndypet i Glomma er i underkant av 3 m for en 200 års flom og figur 6 viser vanndypet ved en 200 års flom både i Verjåa og Glomma.

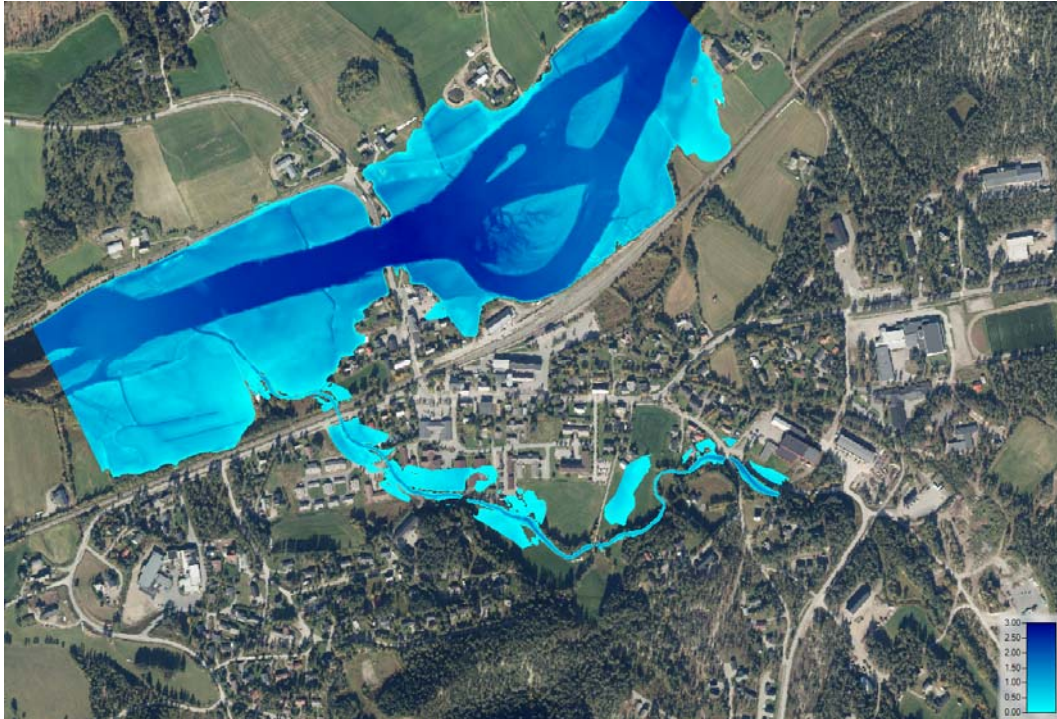
Det er et lavpunkt i elvebredden langs Verjåa som gjør at vannet renner ut av elva.



Figur 4 Kart som viser oversvømt området ved 200 års flom i Glomma og Verjåa



Figur 5 Kart som viser vannhastigheter ved 200 års flommer i Glomma og Verjåa



Figur 6 Kart som viser vanndypet for en 200 års flom i Glomma og Verjåa. Det dypeste er litt over 3 m i Glomma.

5 Konklusjon

Det er foretatt en hydraulisk analyse av Glomma og Verjåa ved Os.

Resultat viser at en 200 års flom er på $550 \text{ m}^3/\text{s}$ i Glomma og $18 \text{ m}^3/\text{s}$ i Verjåa.

Høydene av flomvannstandene for 200 års flom i Glomma flom synker fra ca 600 moh øverst i beregningsområdet til litt under 599 moh like ovenfor Os bru og videre synker den til ca. 597 moh i nedre del av beregningsområdet.

I Verjåa synker vannstanden ved flom fra 610 moh øverst i beregningsområdet og ned til 599.50 moh ved Grendeveien. Verdiene for Verjåa er imidlertid foreløpige da bunnhøyden av elva ikke er verifisert.

Referanser

(1) Sælthun, N.R. med flere (NVE rapport 1997/14): Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag.

(2) NVE (2008): Retningslinjer for flomberegninger.

- (3) NVE Report 5 – 2011. Hydrological projections for floods in Norway under a future climate.
- (4) NIFS (2014): Regionalt formelverk for flomberegning i små nedbørfelt.
- (5) NVE (2010): Vassdragshåndboka.
- (6) NVE (2009) Rapport nr. 4: Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein.
- (7) Universitet i Oslo (2016): Lokalteter i Norsk Geoturisme, Trøndelag.
- (8) NVE Rapport nr. 10. (2000): Flomberegning for Glommavassdraget oppstrøms Vorma.
- (9) NVE (2016): Klimaendring og framtidige flommer i Norge.
- (10) US Army Corps of Engineers: <http://www.hec.usace.army.mil/software/hecras/features.aspx>.
- (11) NVE Rapport nr. 5 av 2002: Sluttrapport for forbygningsarbeidet i Hitterelva.



Side 13

VEDLEGG 1 Kart over Glomma feltet ned til Os sentrum



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk

Kartdatum: EUREF89 WGS84

Projeksjon: UTM 33N

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

Lavvannskart

Vassdragsnr.: 002.Q112
Kommune: Os
Fylke: Hedmark
Vassdrag: Glommavassdraget

Vannføringsindeks, se merknader

Middelvannføring (61-90)	19,5 l/(s*km ²)
Alminnelig lavvannføring	3,3 l/(s*km ²)
5-persentil (hele året)	3,2 l/(s*km ²)
5-persentil (1/5-30/9)	6,2 l/(s*km ²)
5-persentil (1/10-30/4)	2,8 l/(s*km ²)
Base flow	8,2 l/(s*km ²)
BFI	0,4

Klima

Klimaregion	Ost
Årsnedbør	655 mm
Sommernedbør	329 mm
Vinternedbør	326 mm
Årstemperatur	-0,9 °C
Sommertemperatur	6,6 °C
Vintertemperatur	-6,3 °C
Temperatur Juli	8,8 °C
Temperatur August	9,2 °C

Feltparametere

Areal (A)	2008,2 km ²
Effektiv sjø (S _{eff})	1,3 %
Elvelengde (E _L)	94,3 km
Elvegradient (E _G)	2,9 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (G ₁₀₈₅)	2,4 m/km
Feltlengde (F _L)	61,9 km
H _{min}	598 moh.
H ₁₀	690 moh.
H ₂₀	729 moh.
H ₃₀	761 moh.
H ₄₀	791 moh.
H ₅₀	821 moh.
H ₆₀	854 moh.
H ₇₀	889 moh.
H ₈₀	932 moh.
H ₉₀	1015 moh.
H _{max}	1593 moh.
Bre	0,0 %
Dyrket mark	1,6 %
Myr	11,4 %
Sjø	8,2 %
Skog	38,7 %
Snau fjell	27,9 %
Urban	0,2 %

1) Verdien er editert

Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindeks. 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.

VEDLEGG 2 Flomberegning for Glomma ved Os ved bruk av NIFS formel

Flomberegning

Vassdragsnr.: 002.Q112

Kommune: Os

Fylke: Hedmark

Vassdrag: Glommavassdraget

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

Flomverdiene viser størrelsen på kulminasjonsflommer for ulike gjentakintervall. De er beregnet ved bruk av et formelverk som er utarbeidet for nedbørfelt under ca 50 km². Feltparametere 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
Det pågår fortsatt forskning for å bestemme klimapåslag 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.

Glommavassdraget

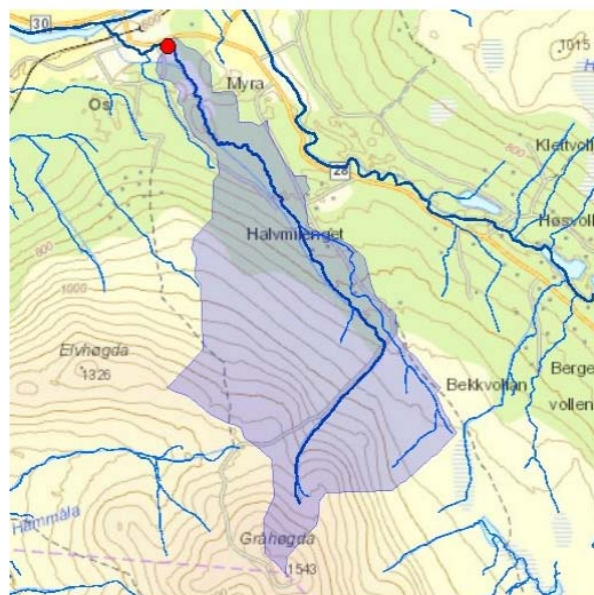
Areal (km ²)	2008,15
Klimafaktor	1,4

	Q ^M		Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀
	m ³ /s	l/(s*km ²)						
Flomfrekvensfaktorer	-	-	1,26	1,50	1,76	2,14	2,49	2,88
95% intervall øvre grense (m ³ /s)	594,1	295,9	763,7	929,5	1113,6	1403,8	1669,0	1931,1
Flomverdier (m ³ /s)	335,7	167	422,0	502,4	589,2	719,9	834,5	965,5
95% intervall nedre grense (m ³ /s)	189,6	94	233,1	271,6	311,8	369,2	417,2	482,8
Flommer med klimapåslag (m ³ /s)	469,9	234,0	422,0	703,4	824,9	1007,9	1168,3	1351,7

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.



VEDLEGG 3 Kart med felt karakteristikk for Verjåa.



Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N

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

Lavvannskart

Vassdragsnr.: 002.Q11Z
Kommune: Os
Fylke: Hedmark
Vassdrag: Verjåa

Vannføringsindeks, se merknader

Middelvannføring (61-90)	19,6 l/(s*km ²)
Alminnelig lavvannføring	0,6 l/(s*km ²)
5-persentil (hele året)	0,5 l/(s*km ²)
5-persentil (1/5-30/9)	1,6 l/(s*km ²)
5-persentil (1/10-30/4)	0,5 l/(s*km ²)
Base flow	8,2 l/(s*km ²)
BFI	0,4

Klima

Klimaregion	Ost
Årsnedbør	479 mm
Sommernedbør	269 mm
Vinternedbør	211 mm
Årstemperatur	-1,5 °C
Sommertemperatur	6,3 °C
Vintertemperatur	-7,0 °C
Temperatur Juli	8,5 °C
Temperatur August	8,9 °C

Feltparametere	
Areal (A)	13,0 km ²
Effektiv sjø (S _{eff})	0,0 %
Elvelengde (E _L)	8,7 km
Elvegradient (E _G)	82,3 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (G ₁₀₈₅)	68,6 m/km
Feltlengde(F _L)	7,6 km
H _{min}	610 moh.
H ₁₀	666 moh.
H ₂₀	759 moh.
H ₃₀	845 moh.
H ₄₀	905 moh.
H ₅₀	939 moh.
H ₆₀	981 moh.
H ₇₀	1054 moh.
H ₈₀	1152 moh.
H ₉₀	1244 moh.
H _{max}	1540 moh.
Bre	0,0 %
Dyrket mark	1,4 %
Myr	0,5 %
Sjø	0,0 %
Skog	27,2 %
Snau fjell	47,9 %
Urban	0,3 %

1) Verdien er editert

Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindeks. 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.

VEDLEGG 4 Flomberegning for Verjåa ved bruk av NIFS formel

Flomberegning

Vassdragsnr.: 002.Q11Z

Kommune: Os

Fylke: Hedmark

Vassdrag: Verjåa

Flomverdiene viser størrelsen på kulminasjonsflommer for ulike gjentakintervall. De er beregnet ved bruk av et formelverk som er utarbeidet for nedbørfelt under ca 50 km². Feltparametere 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 utvide formelverket til å omfatte større nedbørfelt. Det pågår fortsatt forskning for å bestemme klimapåslag 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.

Verjåa

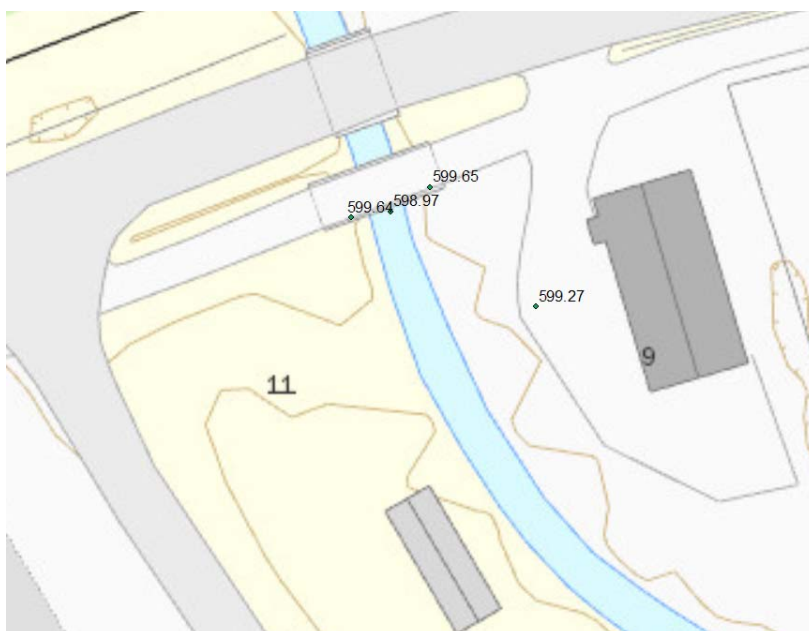
Areal (km ²)	12,97
Klimafaktor	1,4

	Q ^M		Q ⁵	Q ¹⁰	Q ²⁰	Q ⁵⁰	Q ¹⁰⁰	Q ²⁰⁰
	m ³ /s	l/(s*km ²)						
Flomfrekvensfaktorer	-	-	1,26	1,49	1,75	2,12	2,45	2,82
95% intervall øvre grense (m ³ /s)	10,1	780,6	13,0	15,8	18,9	23,7	28,0	32,3
Flomverdier (m ³ /s)	5,7	441	7,2	8,5	10,0	12,1	14,0	16,2
95% intervall nedre grense (m ³ /s)	3,2	249	4,0	4,6	5,3	6,2	7,0	8,1
Flommer med klimapåslag (m ³ /s)	8,0	617,4	7,2	12,0	14,0	17,0	19,6	22,6

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.

VEDLEGG 5 Kart over innmålte punkter ved Os

	FID	Shape	Name	Code	Northing	Easting	Elevation
	0	Point ZM	ved hus		6931411.63615	614418.02851	599.27
	1	Point ZM	bru n		6931420.04705	614410.5334	599.65
	2	Point ZM	bru s		6931417.90432	614404.99453	599.64
	3	Point ZM	is		6931418.34313	614407.75361	598.97
	4	Point ZM	gangbru		6931654.6154	614501.04221	599.8
	5	Point ZM	vst		6931672.44335	614513.51633	596.01
	6	Point ZM	pkt1		6931630.276	614493.64388	600.47
	7	Point ZM	brubane		6931650.10021	614486.74568	601.44
	8	Point ZM	pkt2		6931628.74584	614507.09801	599.54







NVE

Norges vassdrags- og energidirektorat

.....

MIDDELTHUNSGATE 29
POSTBOKS 5091 MAJORSTUEN
0301 OSLO
TELEFON: (+47) 22 95 95 95

www.nve.no