

Oppdal kommune

Flomvurdering Oppdal sentrum



Bilde: Oppdal sentrum (hentet fra Opdalingen.no)

Oppdragsnr.: 5182132 **Dokumentnr.:** 01 **Versjon:** D01
2018-04-27

Oppdragsgiver: Oppdal kommune
Oppdragsgivers kontaktperson: Per Olav Lyngstad
Rådgiver: Norconsult AS, Vestfjordgaten 4, NO-1338 Sandvika
Oppdragsleder: Lisa Ø. Jørandli
Fagansvarlig: Jon Olav Stranden

D01	2018-04-27	Til gjennomgang hos oppdragsgiver	Lisa Ø. Jørandli	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.

Sammendrag

Norconsult AS er engasjert av Oppdal kommune for å kartlegge 1000-årsflommen inkludert klimapåslag (20 %) i Oppdal sentrum, i forbindelse med bygging av ny brannstasjon. 200-årsflommen er også kartlagt.

Flomstørrelsene beregnet ved flomfrekvensanalyse på nærliggende målestasjoner for vannføring. Flomverdiene er videre sammenlignet med de regionale flomformlene og observerte flommer i området. 1000-årsflommen med klimapåslag er beregnet til $81 \text{ m}^3/\text{s}$ mens 200-årsflommen med klimapåslag er beregnet til $67,3 \text{ m}^3/\text{s}$. Flomstørrelsene er referert til Ålma ved kryssing av E6.

Til de hydrauliske beregningene er programmet HEC-RAS 2D benyttet. Resultatene viser at foreslått tomt for ny brannstasjon i Vikavegen ikke blir berørt av 1000-årsflommen med 20 % klimapåslag.

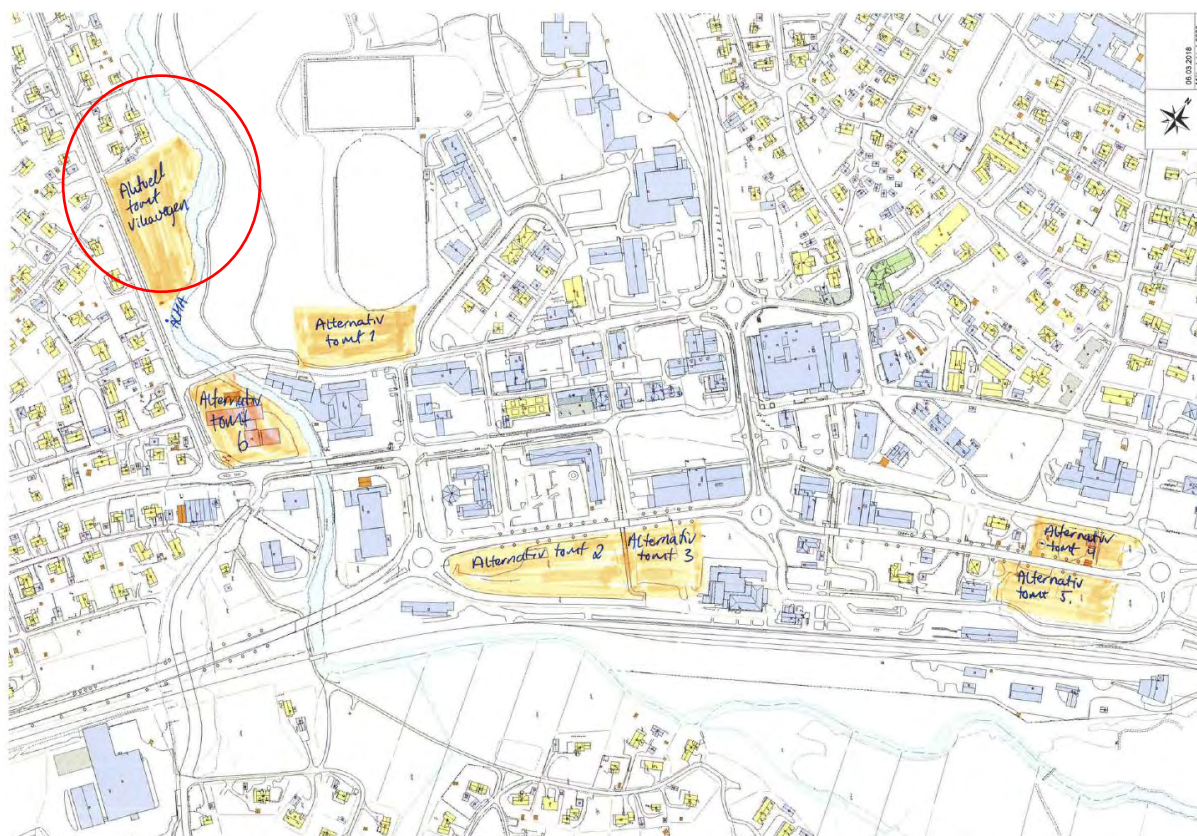
Innhold

1	Innledning	5
1.1	Planlagt bygg	5
1.2	Feltbeskrivelse	6
2	Beregning av flomverdier	7
2.1	Målestasjoner	7
2.2	Flomsesong	8
2.3	Frekvensanalyse	9
2.4	Regresjonsanalyse	9
2.5	Regionale flomformler	12
2.6	Observerte flommer	12
2.7	Endelig valg av flomstørrelse	13
2.8	Kulminasjonsverdier	13
2.9	Klimapåslag	14
3	Hydraulisk beregning	15
3.1	Terrengmodell	15
3.2	Friksjonsforhold, grensebetingelser og konstruksjoner	16
4	Resultater og flomsonekart	17
4.1	Usikkerhet	17
5	Referanser	19
6	Vedlegg	20
6.1	Lavvannskart Ålma	21
6.2	Frekvensanalyse	22

Innledning

1.1 Planlagt bygg

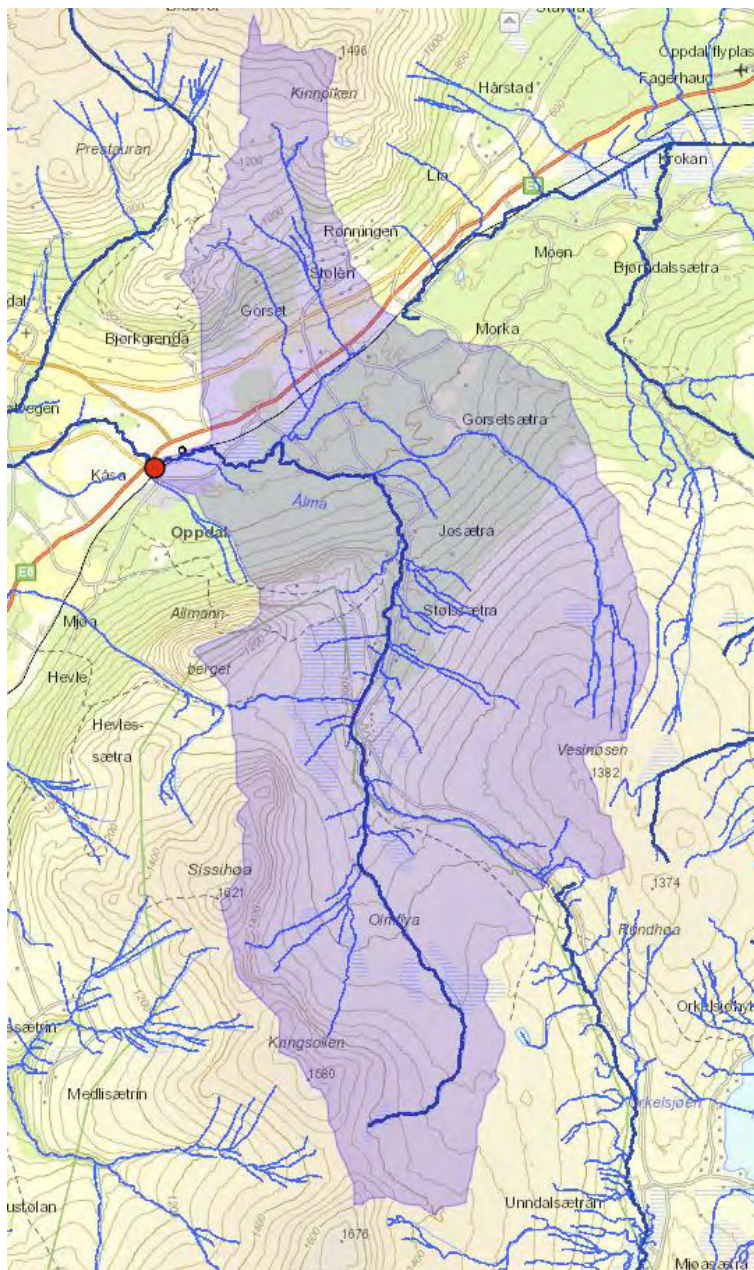
Det er planlagt bygging av ny brannstasjon i Oppdal sentrum. Det er i hovedsak én tomt som er aktuell (markert i rødt i Figur 1-1). I Figur 1-1 er det også inntegnet andre mulige plasseringer av brannstasjonen (gulskravert). Denne beregningen dekker alle de mulige tomtene for plassering av brannstasjon. Brannstasjoner ligger henhold til TEK17 i sikkerhetsklasse F3, og skal sikres mot 1000-årsflom med klimapåslag. Oversvømt areal som beregnes er knyttet til flom i Alma. I denne rapporten er det også beregnet flomsone for 200-årsflommen med klimapåslag. Det er oversvømmelse som følge av naturlig høy vannføring i vassdraget som skal kartlegges. Andre vassdragsrelaterte faremomenter som erosjon, utrasing, isgang eller lokal overvannsflo (pluvial flom) er ikke omfattet av denne rapporten.



Figur 1-1 Den aktuelle tomten for plassering av ny brannstasjon i Oppdal sentrum (markert med rød sirkel). Andre mulige tomter er markert med gul skravur.

1.2 Feltbeskrivelse

Nedbørfeltet til Ålma ligger i Oppdal kommune i Trøndelag. Ålma renner gjennom Oppdal sentrum, og vest for sentrum renner elven ut i Driva. I forbindelse med flomsonekartleggingen av Oppdal sentrum er vi interessert i flomstørrelsen til Ålma der den krysser E6. I Figur 1-2 er nedbørfeltet til Ålma ved innløpet til Oppdal sentrum vist. Nøkkeldata for nedbørfeltet er presentert i Tabell 1-1.



Figur 1-2 Nedbørfeltet til Ålma ved Oppdal sentrum.

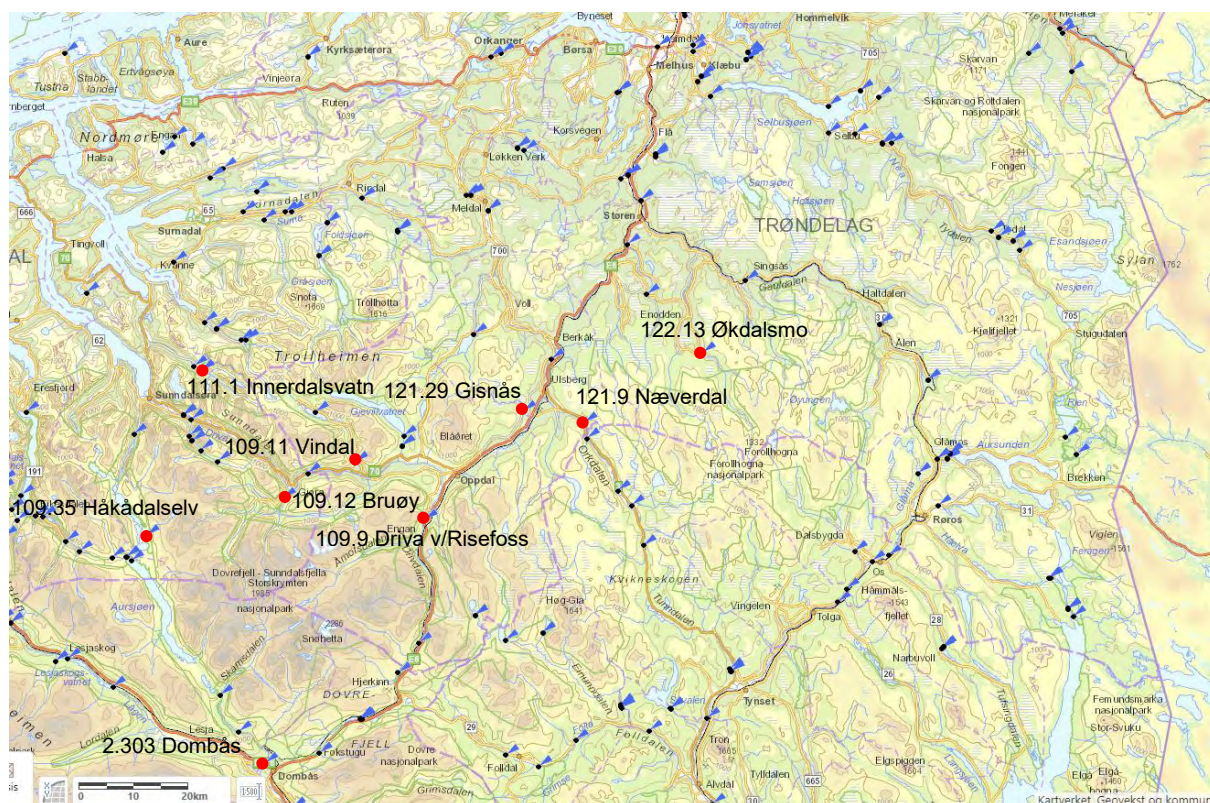
Tabell 1-1 Feltkarakteristikker Ålma ved Oppdal sentrum.

Nedbørfelt	Areal (km ²)	Årsavrenning q_N (l/s/km ²)	Høyde m o.h. (min-med-maks)	A_{SE} (%)	Skog (%)	A_{SF} (%)	Urban (%)
Ålma	74,2	18,9	540-1105-1616	0,0	28,7	56,9	1,1

Beregning av flomverdier

2.1 Målestasjoner

Det er foretatt flomfrekvensanalyser for flere vannføringsstasjoner i området (Figur 2-1 og Tabell 2-1). I utgangspunktet har vi vurdert data fra alle målestasjoner i området vist i Figur 2-1, men underveis er antallet redusert på grunn av for kort måleserie, for høy effektiv sjøprosent eller avvikende høydeforskjeller i forhold til feltet vi ser på. Til sammen er 9 målestasjoner benyttet i frekvensanalysen. På grunn av få brukbare målestasjoner i området rundt Alma er har det vært nødvendig å ta med to stasjoner med litt kortere måleperiode (111.1 Innerdalen og 109.11 Vindal).



Figur 2-1 Oversiktskart over målestasjoner benyttet i frekvensanalysen

Tabell 2-1 Målestasjoner benyttet i frekvensanalysen

Målestasjon	Areal (km ²)	Periode	Årsavløp (l/s/km ²)	Høyde m o.h. (min-med-maks)	A _{SE} (%)	Skog (%)	A _{SF} (%)
121.29.0 Gislås	94,6	1985-2016	24	582-910-1564	0,02	29,59	46,77
122.13 Økdalsmo bru	112	1963-1980	32	439-694-1233	0,01	49,81	26,74
121.9.0 Næverdal	793	1922-1982	20	479-979-1640	0,05	15,90	56,39
109.9.0 Driva v/Risefoss	746	1933-2016	22	556-1347-2283	0,03	6,79	83,98
109.35 Håkådalselv	23,6	1987-2016	37	905-1340-1866	2,72	0,00	88,91
111.1.0 Innerdalsvatn	79,1	1910-1923	65	395-1055-1834	1,13	8,67	82,25
109.11 Vindal	161	1936-1952	34	514-1054-1684	1,32	21,30	67,24
109.12 Bruøy	474	1949-1990	26	259-1346-1981	0,08	13,51	78,95
2.303 Dombås	494	1967-2017	21	575-1321-2207	0,09	11,15	79,24
Middel	330,6	-	32	-	0,61	17,41	68,0
<i>Alma</i>	74,2	-	18,9	540-1105-1616	0,0	28,7	56,9

Flomsesong

De regionale flomformlene skiller mellom høst- og vårflokker. I Tabell 2-2 er det vist resultater for Q₁₀₀₀ med en oppdeling i vår (01.01-31.07) og høst (01.08-31.12). Beregningene er foretatt med NVEs programvare for ekstremverdianalyse i DAGUT, og da ved bruk av Gumbel- eller GEV-fordeling. Fra tabellen kan vi se at årsflokkene i hovedsak er størst (4 av 9 stasjoner). Ved to stasjonene er års- og vårflokkene like. Ved to av stasjonene er vårflokkene størst, men det skiller lite mellom års- og vårflokkene ved de to stasjonene. Høstflokkene er gjennomsnittlig 77 % av årsflokkene. Det er i de videre analysene benyttet årsflokker.

Tabell 2-2 Q₁₀₀₀ beregnet med sesonginndeling (l/s/km²)

Målestasjon	År	Vår	Høst	Fordeling
121.29.0 Gislås	641	603	488	Gumbel
122.13 Økdalsmo bru	943	944	654	Gumbel
121.9.0 Næverdal	531	497	255	GEV
109.9.0 Driva v/Risefoss	682	678	285	GEV
109.35 Håkådalselv	941	941	425	Gumbel
111.1.0 Innerdalsvatn	1375	981	1053	Gumbel
109.11 Vindal	658	668	316	Gumbel
109.12 Bruøy	564	564	196	Gumbel
2.303 Dombås	500	500	173	Gumbel

Målestasjon	År	Vår	Høst	Fordeling
Middel	759	708	427	

Frekvensanalyse

De mer detaljerte resultatene for årsflommer er vist i Tabell 2-3. For den mest sammenlignbare stasjonen 121.29 Gisnås ligger flomverdien på 641 l/s/km² for årsflommer.

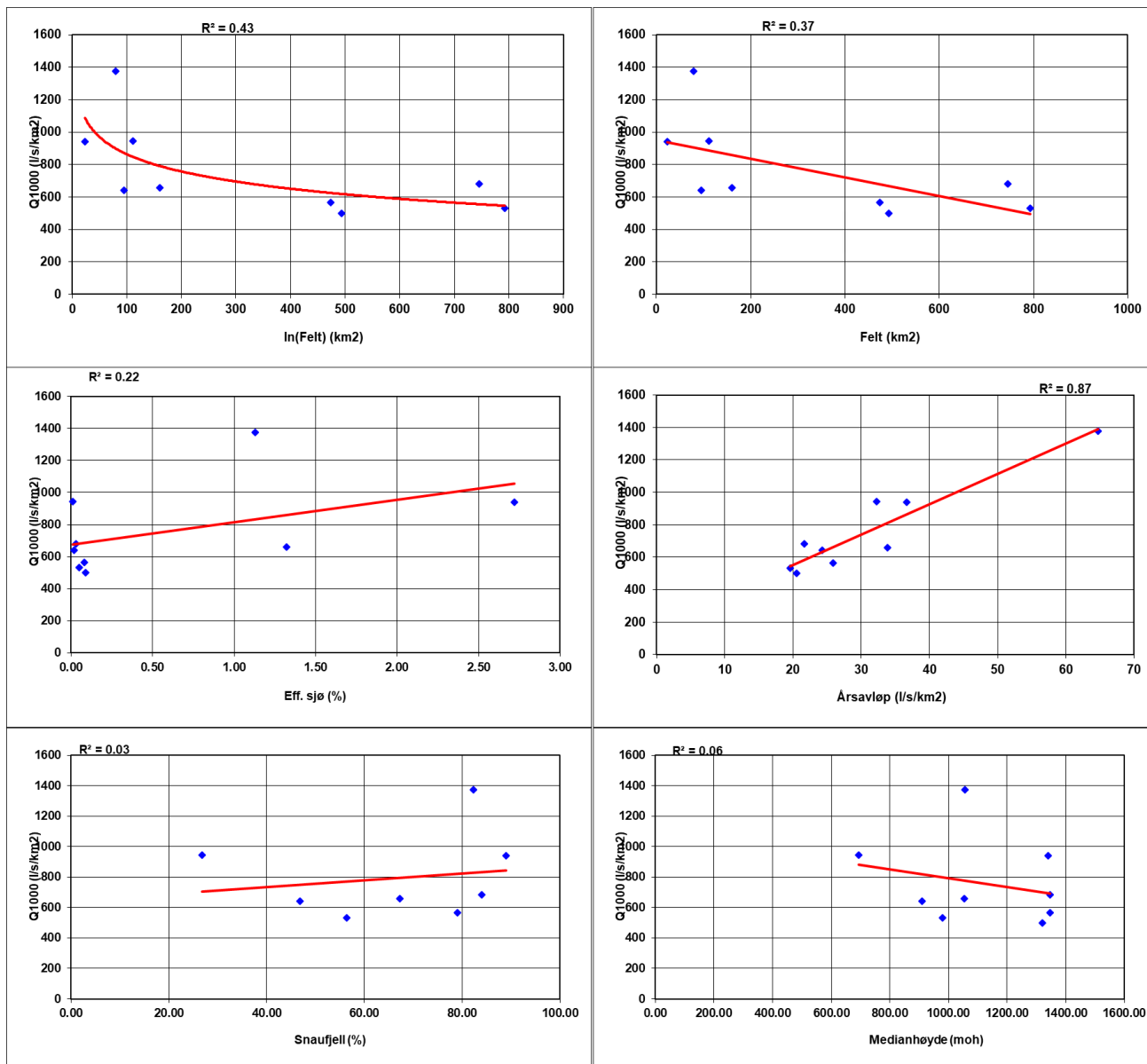
Tabell 2-3 Frekvensanalyse på årsflommer

Målestasjon	Ant.år	Q _M (l/s/km ²)	Q ₂₀₀ (l/s/km ²)	Q ₁₀₀₀ (l/s/km ²)	Q _M /Q ₁₀₀₀	Q ₂₀₀ /Q ₁₀₀₀
121.29.0 Gisnås	32	246	541	641	0,38	0,84
122.13 Økdalsmo bru	17	340	790	943	0,36	0,84
121.9.0 Næverdalen	54	193	434	531	0,36	0,82
109.9.0 Driva v/Risefoss	83	242	570	682	0,35	0,84
109.35 Håkdalselv	29	396	802	941	0,42	0,85
111.1.0 Innerdalsvatn	12	356	1116	1375	0,26	0,81
109.11 Vindal	15	210	544	658	0,32	0,83
109.12 Bruøy	41	198	471	564	0,35	0,83
2.303 Dombås	50	192	421	500	0,38	0,84
Middel	37	263	632	759	0,35	0,83

Regresjonsanalyse

Figur 2-2 viser sammenhengen mellom verdiene for Q₁₀₀₀ mot feltareal, årsavløp (registrert), effektiv sjøprosent, snaufjell og medianhøyde. Fra diagrammene fremkommer det at flomverdiene har best korrelasjoner mot årsavløp og feltareal (ref. Tabell 2-4). Effektiv sjøprosent (ASE) har en positiv koeffisient, dvs. at flommene øker for større verdier av ASE. Dette er lite realistisk, og vi mener derfor at ASE ikke bør vektlegges. Som sammenligningsgrunnlag viser

Tabell 2-1 de viktigste feltegenskapene til det aktuelle nedbørfeltet.

Figur 2-2 Forholdet mellom Q_{1000} , feltareal, årsavløp, effektiv sjøprosent, snaufjell og medianhøyde.

Det er også utført multiple regresjonsanalyser på datasettet beskrevet ovenfor. Analysen ble utført på Q_{1000} -verdiene. Det ble testet om Q_M -verdiene gav bedre sammenheng, men dette var ikke tilfellet. Ved å benytte multipl regressjon fikk vi høyere R^2 -verdier enn ved regresjonsanalyse med én parameter, med unntak av årsmiddeltisig. I regresjonsanalysen mot én parameter hadde årsavløp (q_N) best korrelasjon mot Q_{1000} , med en R^2 -verdi på 0,87, som er det høyeste vi fikk.

I Tabell 2-4 er R^2 -verdier for ulike modeller vist. Det er en svakhet i analysene at få vannmerker inngår, og resultatene må tolkes med forsiktighet. For den mest sammenlignbare måleserien, Gisnås, gir imidlertid regresjonsmodellen en verdi nær det observerte.

Figur 2-3 viser spredningsdiagrammet til den beste multiple regresjonsmodellen på Q_{1000} årsflommer med $\ln(A)$ og q_N som forklaringsvariable. De resulterende flomverdiene for Ålma ved Oppdal sentrum er vist i Tabell 2-5. 200-årsverdiene er funnet ved å benytte forholdstallet fra frekvensanalysen på 0,83 (for årsflommer).

Det er også testet hvilken påvirkning det vil ha på flomverdiene om vi fjerner målestasjon 111.1 Innerdalsvatn fra regresjonsanalysen, da denne stasjonen skiller seg ut fra de andre ved at høstflommene er større enn vårflommene, samt at årsavløpet til denne stasjonen er mye høyere enn for de andre stasjonene i frekvensanalysen. Ved å fjerne denne stasjonen får vi lavere R^2 -verdier (maks. 0,53), men flomverdiene er i samme størrelsesorden som når denne stasjonen er inkludert i frekvensanalysen. Det er derfor valgt å beholde den. I Tabell 2-5 er de beregnede flomverdiene for Alma basert på regresjonsanalysen vist.

Tabell 2-4 R^2 -verdier og beregningsresultater fra enkle og multiple regresjonsanalyser.

Modell	R^2 (årsflom)	Signifikante parametere 5 % nivå (årsflommer)
A	0,37	A
$\ln(A)$	0,43	$\ln(A)$
Årsavløp (q_N)	0,87	q_N
$\ln(A)+q_N+ASF+H_{med}+Skog$	0,77	-
$\ln(A)+q_N+ASF$	0,83	q_N
$Q_N+ASF+H_{med}$	0,83	q_N
$\ln(A)+q_N$	0,85	q_N
q_N+ASF	0,85	q_N

Figur 2-3 Spredningsdiagram for regresjonsanalyse mot frekvensanalyse Q_{1000} årsflommer.

Tabell 2-5 Beregnede flomverdier fra enkel og multipl regresjonsformel for Ålma ved Oppdal sentrum. Q_{200} er beregnet ved å skalere Q_{1000} med forholdstall fra frekvensanalysen.

Modell/Gj.intervall	Q200 år (l/s/km ²)	Q1000 år (l/s/km ²)
q_N	453	546
$\ln(A) + q_N$	486	585

2.5 Regionale flomformler

Q_{1000} er også beregnet basert på de regionale flomformlene [1]. Ålma ligger på grensen mellom vårflomregion V3 og V4. Resultatene er vist i Tabell 2-6.

$$V3: \ln(q_M) = 0,0366 \cdot \ln(S_T) - 0,0220 \cdot \ln(ASE) + 0,0939 \cdot \ln(ASF) + 0,3252 \cdot \ln(q_N) + 3,09 \quad (1)$$

$$V4: \ln(q_M) = 0,1848 \cdot \ln(S_T) - 0,0137 \cdot \ln(ASE) + 0,0873 \cdot \ln(ASF) + 0,5143 \cdot \ln(q_N) + 2,77 \quad (2)$$

Tabell 2-6 Beregning med regional formel (V3).

Nedbørfelt	S_T (m/km)	ASE (%)	ASF (%)	q_N (l/s/km ²)	Q_M (l/s/km ²)	Q_{200} (l/s/km ²)	Q_{1000} (l/s/km ²)
Ålma V3	37,7	0,001	56,9	18,9	296	651	740
Ålma V4					221	576	686

Formlene bør ifølge NVE brukes med forsiktighet for felter under 100 km², og er ikke vektlagt i denne analysen.

Observerte flommer

Som sammenligningsgrunnlag gis det i Tabell 2-7 en oversikt over de største observerte flommene ved de enkelte målestasjonene. Vi ser at sesongen med høyest observert flom er mai til juli. Unntaket er som tidligere nevnt for Innerdalsvatn, hvor høyeste observerte flom er i oktober. Siste kolonne angir hvor store vannføringsmålinger som faktisk er foretatt i forhold til hva som er beregnet ut fra vannføringskurven. For den mest representative måleserien Gislås er vannføringskurven oppmålt på 71% av største registrerte døgnmiddelverdi, som er brukbart.

Tabell 2-7 Den største observerte flommen ved de enkelte målestasjonene

Målestasjon	Periode	Obs.år	Obs. dato	Maks.obs. (l/s/km ²)	Maks.obs./ Q_{1000}	Maks.målt/ Maks.obs.
121.29 Gislås	1985- 2016	1986	08.juni	450	0,70	0,71
122.13 Øksdalsmo bru	1963- 1980	1973	22.juli	552	0,59	0,88
121.9 Næverdalen	1922- 1982	1973	31.mai	470	0,89	0,54
109.9 Driva	1933-	1973	01.juni	625	0,92	0,41

Målestasjon	Periode	Obs.år	Obs. dato	Maks.obs. (l/s/km ²)	Maks.obs./ Q ₁₀₀₀	Maks.målt/ Maks.obs.
v/Risefoss	2016					
109.35 Håkådalselv	1987-2016	1997	02.juli	617	0,66	0,81
111.1 Innerdalsvatn	1910-1923	1913	18. okt	685	0,50	0,72
109.11 Vindal	1936-1952	1950	07. juni	402	0,61	0,41
109.12 Bruøy	1949-1990	1968	03. juli	425	0,75	0,43
2.303 Dombås	1967-2017	1995	02.juni	342	0,68	0,54
Middel	-	-	-	508	0,70	0,61

Endelig valg av flomstørrelse

Den mest sammenlignbare stasjonen er 121.29 Gisnås, med en spesifikk døgnmiddelflom på 640 l/(s*km²). Denne stasjonen har om lag samme høydefordeling som feltet til Ålma, og både skog, snauffjell og effektiv sjøprosent ligner. Arealet til Gisnås er ca. 20 km² større enn feltet til Ålma, noe som skulle tilsi at Ålma har noe høyere spesifikk flomverdi. Gisnås har imidlertid 20-30 % større årsmiddelavrenning, som tilsier at Gisnås kan ha høyere spesifikke flommer enn Ålma, på tross av større feltareal. Forskjellen i årsmiddeltilsig er samtidig beheftet med usikkerhet, på grunn av usikkerhet i NVEs avrenningskart 1961-90, og det virker ikke urimelig at spesifikke flomstørrelser i Ålma kan være på nivå med de som er registrert ved Gisnås.

Den regionale analysen på årsflommer tilsier en noe lavere flomverdi for Ålma på 550-600 l/(s*km²), men datagrunnlaget for denne analysen er tynt, og vi har derfor valgt å legge vekt på vannmerket. Vi har derfor valgt en spesifikk flomverdi (Q₁₀₀₀) for Ålma på **650 l/s/km²**. Basert på forholdstallet fra frekvensanalysen (0,83) gir dette en 200-årsflom på **540 l/s/km²**.

Kulminasjonsverdier

Forholdet mellom momentanflom og døgnflom er beregnet etter formelverket i retningslinjene [1]. I denne beregningen er forholdet beregnet for vårflom (ligning 2), siden det er sannsynlig at de største flommene opptrer på denne tiden av året. Resultatet ble et forholdstall (kulminasjonsfaktor) på 1,40 for Ålma. Forholdstallet er sammenlignet med observerte forholdstall i vedlegg 2A i retningslinjene [1] for vannmerker vi har benyttet i frekvensanalysen. Det er kun vannmerket 121.9 Næverdal som er oppgitt her med et forholdstall for vårflom på 1,15. Dette vannmerket har et areal som er mye større enn arealet til nedbørfeltet vi undersøker. Dette tilsier at Ålma skal ha et høyere forholdstall. Den gjennomsnittlige observerte kulminasjonsfaktoren til Gisnås er 1,39, og vi velger derfor å legge til grunn forholdstallet på 1,40 for Ålma. Dette gir da en spesifikk momentanflom (Q₁₀₀₀) for Ålma ved Oppdal sentrum på **910 l/s/km²**. 200-årsflommen blir da **756 l/s/km²**.

$$Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}} (\text{vår}) = 1,72 - 0,17 * \log(A) - 0,125 * ASE^{0,5} \quad (2)$$

Klimapåslag

I henhold til retningslinjene for flom- og skredfare i arealplaner [2] må man ta hensyn til klimaendringer i arealplanlegging og områderegulering. I området rundt Oppdal er det i [3] anbefalt å legge til minst 20 % klimapåslag på nedbørfelt med areal mindre enn 100 km². Basert på dette er det valgt å legge til et klimapåslag på 20 % på flomstørrelsen regnet ut i forrige kapittel. Dette betyr at vi får en spesifikk momentanflom (Q_{1000}) for Ålma med klimapåslag på **1092 l/s/km²**. 200-årsflommen med klimapåslag blir da **907 l/s/km²**.

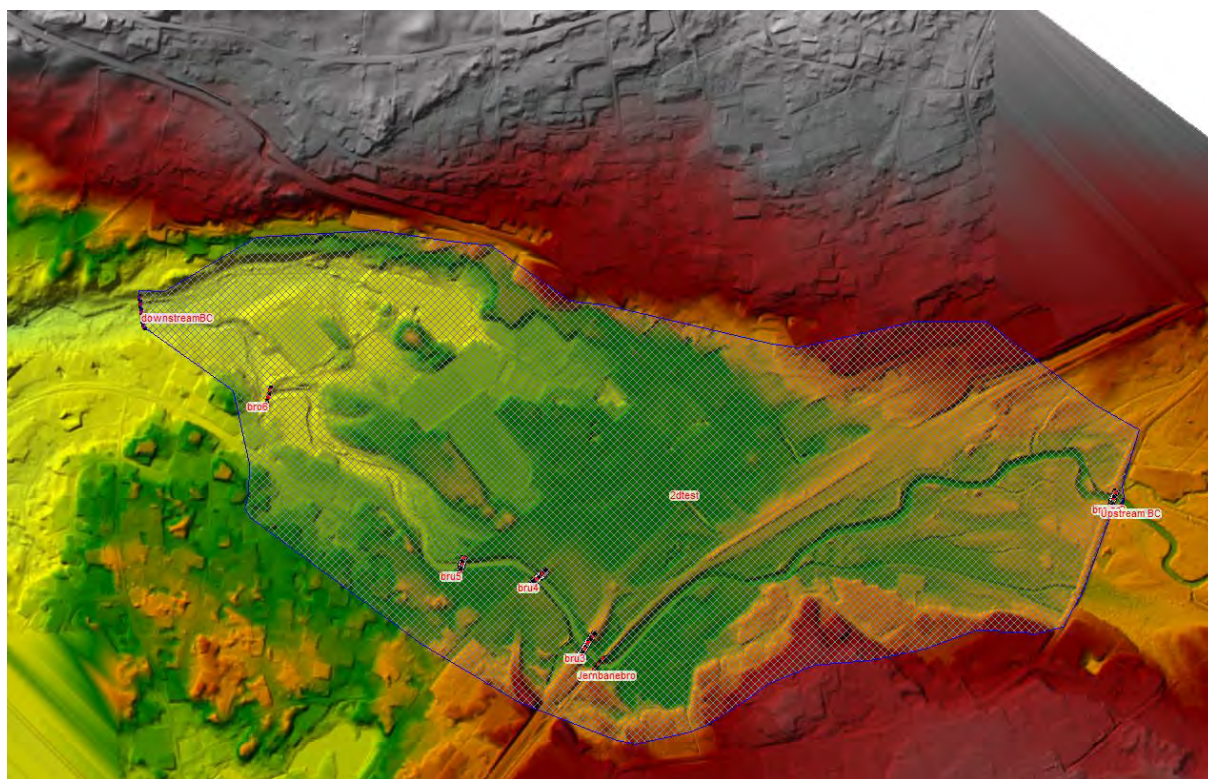
Hydraulisk beregning

Det er benyttet HEC-RAS 2D verktøy for de hydrauliske beregningene. Når vannet renner ut av elveløpet, er det i flate områder vanskelig å fastslå hvor vannet tar veien. Dette kan ikke modelleres i en 1D-modell, og en 2D-modell er derfor brukt til å estimere oversvømt område.

Terrengmodell

Det er utarbeidet en terrengmodell for beregningsstrekningen basert på laserdata. Laserdataene er basert på en kartlegging fra oktober 2016, og har en oppløsning på 0,5 m. Laserdataene består av skypunkter som inneholder prosesserte XYZ-data for bakkenivå. Langs elven gir skypunktene kun vannstanden, ettersom laserskanningen ikke klarer å trenge gjennom vann. Ved bruk av laserdataene er det generert en terrengmodell (DEM) av området med en oppløsning på 1,5 x 1,5 m (Figur 3-1).

For å få inkludert elvebunnen i terrengmodellen er det benyttet tverrsnittsdata. Tverrsnittene er tilpasset elvebunnen ved hjelp av flyfoto og sjekk av vannføring ved Gismås på kartleggingsdatoen. Døgnmiddelvannføringen i tidsrommet da elven ble skannet var maksimalt 0,4 m³/s, som er 18 % av årsmiddelvannføringen for denne stasjonen.



Figur 3-1 Terrengmodellen og beregningsgriddet benyttet i beregningene

Friksjonsforhold, grensebetingelser og konstruksjoner

Mannings tall for beregningsstrekningen er satt opp med utgangspunkt i flyfoto og arealtypekart fra Kartverket, og er vurdert opp mot verdier beskrevet i litteraturen [4]. Benyttede Mannings tall for ulike flater er gjengitt i *Tabell 3-1*.

Øvre grensebetingelse i den hydrauliske modellen er satt til de beregnede flomstørrelsene i kapittel 2.9, og er listet i Tabell 3-2. I denne tabellen er flomstørrelsene regnet om til absolutte verdier. Nedre grensebetingelse er satt til normaldybde i elven (0,03). Det er fem broer på strekningen, samt en jernbanebro. Disse er målt opp av oppdragsgiver og lagt inn i modellen.

Tabell 3-1 Benyttede Mannings tall i 2D-beregningen.

Arealtype	n	M
Elveløp	0,033	30
Bygninger	10	0,1
Flomslette, åpen fastmark	0,030	33
Flomslette, urban	0,070	14
Flomslette, jordbruk el. tilsvarende	0,040	25
Flomslette, innmarksbeite og overflatedyrket jord	0,030	33
Flomslette, skog	0,10	10

Tabell 3-2 Øvre grensebetingelser i modellen

Gjentaksintervall	Q (m ³ /s)
Q ₂₀₀ + 20 % klimapåslag	67,3
Q ₁₀₀₀ + 20 % klimapåslag	81,0

Resultater og flomsonekart

Vannets utbredelse er regnet ut for Oppdal sentrum for 200- og 1000-årsflom med 20 % klimapåslag, og finnes på vedlagte kart:

1. Kart 5182132-1: 200-årsflom med 20 % klimapåslag. Flomsone, Oppdal sentrum
2. Kart 5182132-2: 1000-årsflom med 20 % klimapåslag. Flomsone, Oppdal sentrum

Den nye brannstasjonen må iht. TEK17 sikres mot 1000-årsflom med klimapåslag. Ved 1000-årsflom med 20 % klimapåslag i Alma vil vannstanden langs den aktuelle tomten ligge mellom 1,4 – 2,0 meter lavere enn tomtegrensen, og tomten oversvømmes dermed ikke. Det er størst klaring ved midtre del av tomten. Her ligger vannstanden på ca. kote 539, mens tomtegrensen ligger på ca. 541. Lengst nedstrøms på tomten ligger vannstanden på ca. kote 537,6, mens tomtegrensen ligger på kote 539. Lengst oppstrøms ligger vannstanden på kote 540,4, mens tomten ligger på kote 542.

Med sikkerhetsmargin 0,3 m er flomsikkert nivå på tomten beregnet til kote 537,9– 540,7 (fra nedstrøms del til oppstrøms del).

Noen av atkomstveiene vil delvis oversvømmes med inntil 0,5 m, men det finnes alternative veier til/fra tomten som ikke oversvømmes. Veiene i sentrum vil oversvømmes med opp mot 0,5 m ved en 1000-årsflom med 20 % klimapåslag.

Når det gjelder de alternative tomtene som er foreslått i Figur 1-1, vil alternativ 1, 2, 3 og 6 bli berørt av 1000-årsflommen, mens alternativ nr. 4 og 5 ikke vil bli berørt. Hvis en av de berørte tomtene skal benyttes, må terrenget på tomtene heves slik at de ligger over vannstanden på den aktuelle tomten. Sikker adkomst må også ivaretas. Fra de to kartene kan vi se at det renner vann over jernbanen nord-øst for stasjonen, i tillegg til et parti der Alma krysser under jernbanen. Ved en 1000-årsflom med klimapåslag renner det på nord-østsiden av stasjonen ca. 0,2 m³/s, mens det ved en 200-årsflom med klimapåslag renner 0,01 m³/s her. Dette betyr at de vannføringene vi har kjørt beregninger for ved 200-årsflom, ligger helt i grenseland med hensyn på om det renner vann over jernbanen i dette området. Usikkerhet i både flomstørrelse og terrengmodell gjør beregningene sensitive for forutsetningene i dette området.

Usikkerhet

NVE anbefaler generelt 0,3 – 0,5 m [2] usikkerhetspåslag på de beregnede vannstander. I dette tilfellet er beregningene utført med en 2D-modell som vil gi redusert usikkerhet. Her anbefales det å legge på 0,3 m, basert på sensitivitetsberegninger utført for endringer i vannføringer, friksjonsfaktor og tidskritt valgt for beregningene. Påslaget på vannstanden er ikke tatt med i flomsonekartene. Den aktuelle tomten er fortsatt uberørt av 1000-årsflommen selv med sikkerhetspåslag på 0,3 m. Basert på resultatene bør altså den aktuelle tomten for brannstasjonen ligge på minimum kote 537,9 – 540,7 (fra nedstrøms del til oppstrøms del).

Flomsonekartene kan benyttes for å identifisere områder som ikke bør bebygges uten nærmere vurdering av flomskader og mulige tiltak. Ved detaljplanlegging bør det tas hensyn til at flomsonekartene har begrenset nøyaktighet. Det skal tas utgangspunkt i beregnede vannstander og kontrollere terrenghøyden i feltet opp mot disse. I disse beregningene er terrengmodellen basert på laserskanning av terrenget med en usikkerhet på +/- 10 cm.

Det er knyttet usikkerheter til valg av Mannings n (friksjonsfaktor). Her er Mannings n valgt basert på litteratur og erfaring, da det ikke var mulig å fremskaffe kalibreringsdata for vannlinjeberegningen. Kvaliteten på vannlinjeberegningen er avhengig av en godt kalibrert beregningsmodell. Det er foretatt en beregning for å se hvordan ruheten i elva og elveslettene innvirker på de beregnede vannstandene ved å øke den med 20 %. En slik endring i ruhet fører til at usikkerheten ligger innenfor $\pm 0,2$ m for hoveddelen av beregningsstrekningen.

Det er også knyttet usikkerheter til valg av tidskritt for beregningsmodellen. Denne er sjekket ved å justere tidskrittet ned til en tiendedel (fra 1 sekund til 0,1 sekund). Dette gav en endring i de beregnede vannstandene på maksimalt 0,1 m.

Erosjon og masseavlagring kan påvirke de beregnede vannstandene betydelig. Størst usikkerhet er det i nærheten av broene der masseavlagring og drivgods kan føre til kapasitetsreduksjon og flomstigning oppstrøms, dersom vannet når opp i brubjelken. I disse beregningene når vannet opp i underkant brubjelke for alle broene unntatt bruen ved E6, ved både 200- og 1000-årsflom.

Det vil også være usikkerheter knyttet til tverrprofilene, da disse er manuelt justert for elvebunnen. De stemmer likevel godt overens med innmålinger og tegning under og rundt broene. I tillegg vil det være usikkerheter knyttet til datagrunnlaget til flomberegningen, som kan karakteriseres som mangelfullt på grunn av få målestasjoner i området. Men, valg av flomstørrelse er basert på den mest representative målestasjonen, som ligger i en meget representativt felt. Denne har 30 år med data, og en brukbar vannføringskurve, noe som reduserer usikkerheten. Som en sensitivitetstest er vannføringen økt med 5 %. Dette gav en endring i vannstand på maksimalt 10 cm (ved den aktuelle tomten er endringen på 0 – 4 cm).

Referanser

1. NVE (2011). Retningslinjer for flomberegninger
2. NVE (2011). Flaum- og skredfare i arealplanar.
http://publikasjoner.nve.no/retningslinjer/2011/retningslinjer2011_02.pdf
3. NVE (2016). Klimaendring og framtidige flommer i Norge.
http://publikasjoner.nve.no/rapport/2016/rapport2016_81.pdf
4. NVE (2010). Vassdragshåndboka.

Vedlegg

Kart:

1. Kart 5182132-1: 200-årsflom med 20 % klimapåslag. Flomsone, Oppdal sentrum
2. Kart 5182132-2: 1000-årsflom med 20 % klimapåslag. Flomsone, Oppdal sentrum

Vedlegg:

6.1 Lavvannskart

6.2 Frekvensanalyse

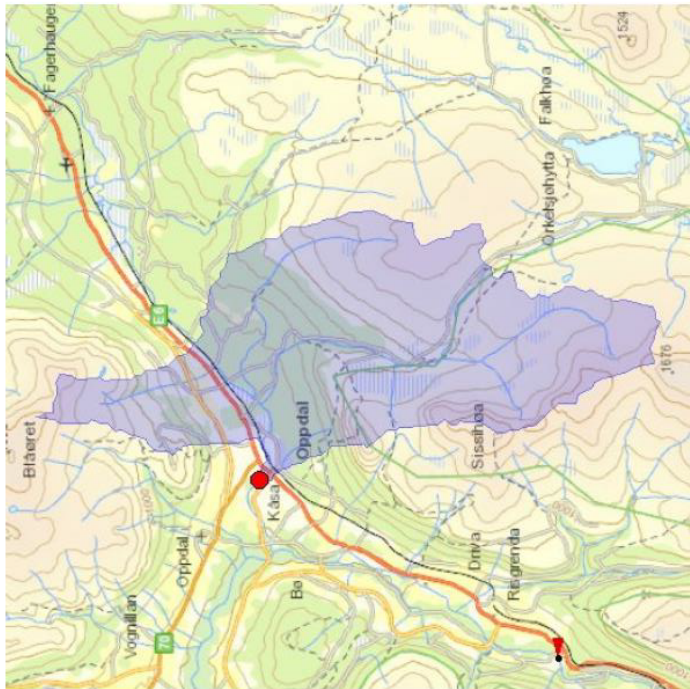
6.1 Lavvannskart Alma

Lavvannskart

Vassdragsnr.:	109 EZ	Feltparametre	
Kommune:	Oppdal	Areal (A)	74,2 km ²
Fylke:	Trøndelag	Effektiv sjo (S _{eff})	0,0 %
Vassdag:	ALMA	Elvelengde (E _L)	17,4 km
		Elvegradient (E _G)	49,3 m/km
		Elvegradient ₁₀₀₅ (G ₁₀₀₅)	53,8 m/km
		Feltlengde (F _L)	12,6 km
		H _{min}	540 moh.
		H ₁₀	578 moh.
		H ₂₀	681 moh.
		H ₃₀	873 moh.
		H ₄₀	1005 moh.
		H ₅₀	1105 moh.
		H ₆₀	1181 moh.
		H ₇₀	1225 moh.
		H ₈₀	1272 moh.
		H ₉₀	1345 moh.
		H _{max}	1616 moh.
		Bre	0,0 %
		Dyrket mark	3,0 %
		Myr	5,8 %
		Sjø	0,1 %
		Skog	28,7 %
		Snøfjell	56,9 %
		Urban	1,1 %
			1) Verdien er edliert

Vannføringsindeks, se merknader	
Middelvannføring (61-90)	18,9 l/(s*km ²)
Alminnelig lavvannføring	1,3 l/(s*km ²)
5-persentil (hele året)	1,3 l/(s*km ²)
5-persentil (1/5-30/9)	4,2 l/(s*km ²)
5-persentil (1/10-30/4)	1,0 l/(s*km ²)
Base flow	8,9 l/(s*km ²)
BFI	0,5

Klima	
Klimaregion	Midt
Årsnedbør	500 mm
Sommernedbør	259 mm
Vinternedbør	240 mm
Årstemperatur	-0,6 °C
Sommertemperatur	5,4 °C
Vintertemperatur	-4,9 °C
Temperatur Juli	7,1 °C
Temperatur August	8,2 °C



Norges vassdrags- og energidirektorat

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

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

Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindekser. 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.

Frekvensanalyse

