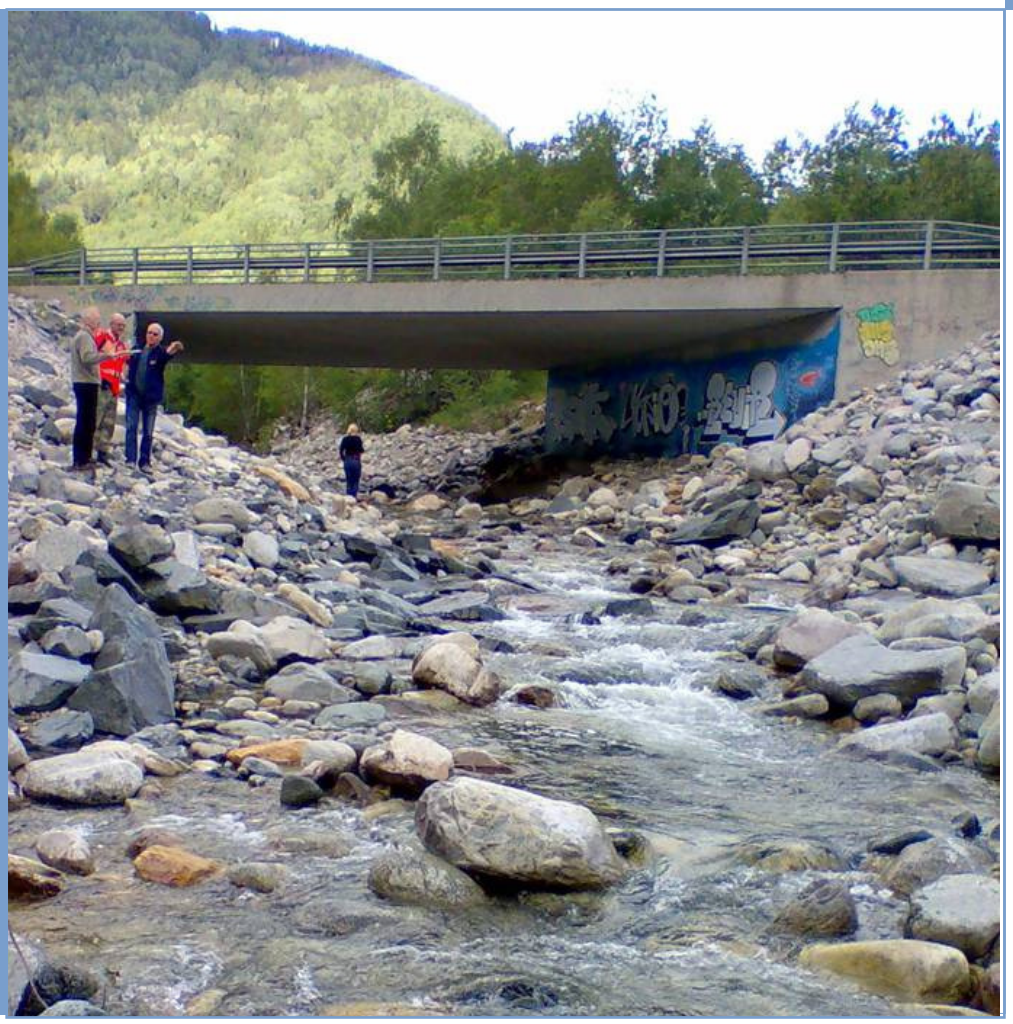
NVE

Flomberegning for Middøla, 016.H1Z

Erik Holmqvist

2
2009



OPPDRAGSRAPPORT A

Flomberegning for Middøla

Norges vassdrags- og energidirektorat
2009

Oppdragsrapport nr. 2-2009

Flomberegning for Middøla, 016.H1Z

Oppdragsgiver: Statens Vegvesen

Forfatter: Erik Holmqvist

Trykk: NVEs hustrykkeri
Opplag: 10
Forsidefoto: Middøla bru 17. juni 2008.
ISSN: 1503-0318

Sammendrag: Det er utført flomberegninger for Middøla, en sideelv til Måna som grunnlag for vurdering av erosjonssikring av Middøla bru.

Emneord: Flomberegning, flomvannføring, Middøla, Måna, Skiensvassdraget

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

Telefon: 22 95 95 95
Telefaks: 22 95 90 00
Internett: www.nve.no

Januar 2009

Innhold

Forord 4

Sammendrag 5

1. Beskrivelse av oppgaven 6

2. Beskrivelse av vassdraget 6

3. Hydrometriske stasjoner 9

4. Flomanalyser 12

4.1 Midlere flom (døgn) 12

4.2 5- 500 års flom (døgn) 13

4.3 Kulminasjonsverdier, middel til 500-års flom 15

4.4 Observerte flommer 17

4.5 Vannføring i Middøla ved skader i 2004, 2007 og 2008 19

5. Usikkerhet 22

Referanser 23

Utdrag av beskrivelsen ”Storflommen i Tinn 1927”. 24

Forord

Statens Vegvesen (SVV) tok i april 2008 kontakt med NVE Hydrologisk avdeling, seksjon for vannbalanse (HV) med forespørsel om seksjonen kunne bidra i FoU-prosjektet "Klima og Transport". Det var ønskelig at NVE skulle bidra med både hydrologisk og hydraulisk kompetanse til et pilotprosjekt, inkludert kommentarer til en veileder for erosjonssikring av bruer.

Statens Vegvesen valgte ut en bro på Riksveg 37 i Tinn Kommune til pilotprosjektet. Broen går over elva Middøla, rett oppstrøms samløpet med den større elven Måna, omtrent 1 km før Måna renner ut i Tinnsjø.

Denne rapporten gir resultatene av flomberegningene som er utført i forbindelse med pilotprosjektet. Rapporten er utarbeidet av Erik Holmqvist og kvalitetskontrollert av Lars-Evan Pettersson.

Oslo, januar 2008

Morten Johnsrud
avdelingsdirektør

Sverre Husebye
seksjonssjef

Sammendrag

Flomberegninger er utført for Middøla, en sidegren til Måna i Skiensvassdraget, som grunnlag for erosjonssikring av Middøla bru. Midlere flom og flommer med gjentaksintervall 5, 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år beregnet.

De største flommene i Middøla forekommer vanligvis i perioden mai til oktober, ofte som følge av en kombinasjon av regn og snøsmelting. Utover sommeren og tidlig på høsten er det imidlertid regnflommer som dominerer.

Den største kjente flommen i Middøla er fra slutten av juni i 1927. Da var det et voldsomt regnvær i Rjukanområdet. Det er sannsynlig at det lå noe snø igjen også i nedbørfeltet til Middøla seint i juni dette året.

Fra de senere årene er det flommen i mai 2004 som er den største. Den var også forårsaket av en kombinasjon av regn og snøsmelting. Ut fra observasjoner i nabovassdrag, er det antatt at denne flommen hadde et gjentaksintervall på mellom 10 og 20 år i Middøla. Slike beregninger er imidlertid beheftet med betydelig usikkerhet, spesielt i felt uten direkte målinger.

For Middøla er det under flom beregnet et forholdstall på 1,4 mellom kulminasjons-vannføring og største døgnmiddelvannføring. Dette forholdstallet er basert på både analyse av flomdata med fin tidsoppløsning og bruk av empiriske formler.

Tabell 1.
Kulminasjonsvannføringer med gjentaksintervall opp til 500 år.

	Areal		QM	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100	Q200	Q500
Middøla	36,9 km²	l/s km²	492	639	786	934	1179	1327	1523	1769
		m³/s	18	24	29	34	44	49	56	65

I en klassifisering av flomberegningene fra 1 til 3, hvor klasse 1 betyr at man har et godt datagrunnlag, klasse 2 et brukbart datagrunnlag og klasse 3 et mangelfullt datagrunnlag, vil disse beregningene gis klasse 2 – et brukbart datagrunnlag.

1. Beskrivelse av oppgaven

Flomberegninger er utført for Middøla, en sidegren til Måna i Skiensvassdraget, som grunnlag for erosjonssikring av Middøla bru. Midlere flom og flommer med gjentaksintervall 5, 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år beregnet.

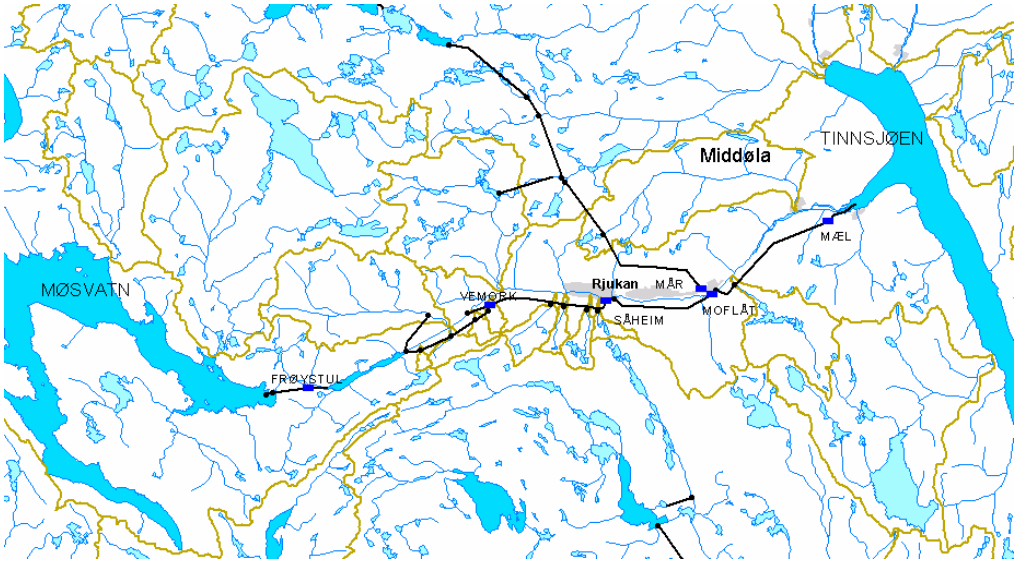
2. Beskrivelse av vassdraget

Middøla er en liten sidegren til Måna og har et nedbørfeltet på 36,9 km². Feltet strekker seg fra drøyt 200 moh. til Storenut på 1241 moh. De øvre delene av feltet er dominert av et småkupert snaufjellsterreng, mens selve dalføret kan beskrives som et bratt skogsterreng. Det ble ved befaring observert hogst/ skogbilveier i denne delen av feltet, og her var det også til dels svært aktiv erosjon.

Nedbørfeltet til Måna er 1777 km². Det omfatter foruten Middøla, flere andre sidebekker i Vestfjorddalen og nedbørfeltet til Møsvatn. Måna er en av fire større tilløpselver til Tinnsjøen. Det ligger en rekke kraftverk langs Måna i Vestfjorddalen fra Møsvatn til Tinnsjøen.

Midlere årsavrenning i Middøla er i henhold til avrenningskart for Norge (1961-90) 1,1 m³/s eller 30 l/s km². For Måna, inklusive det vann som går gjennom kraftverkene, er tilsvarende verdier 58 m³/s og 33 l/s km².

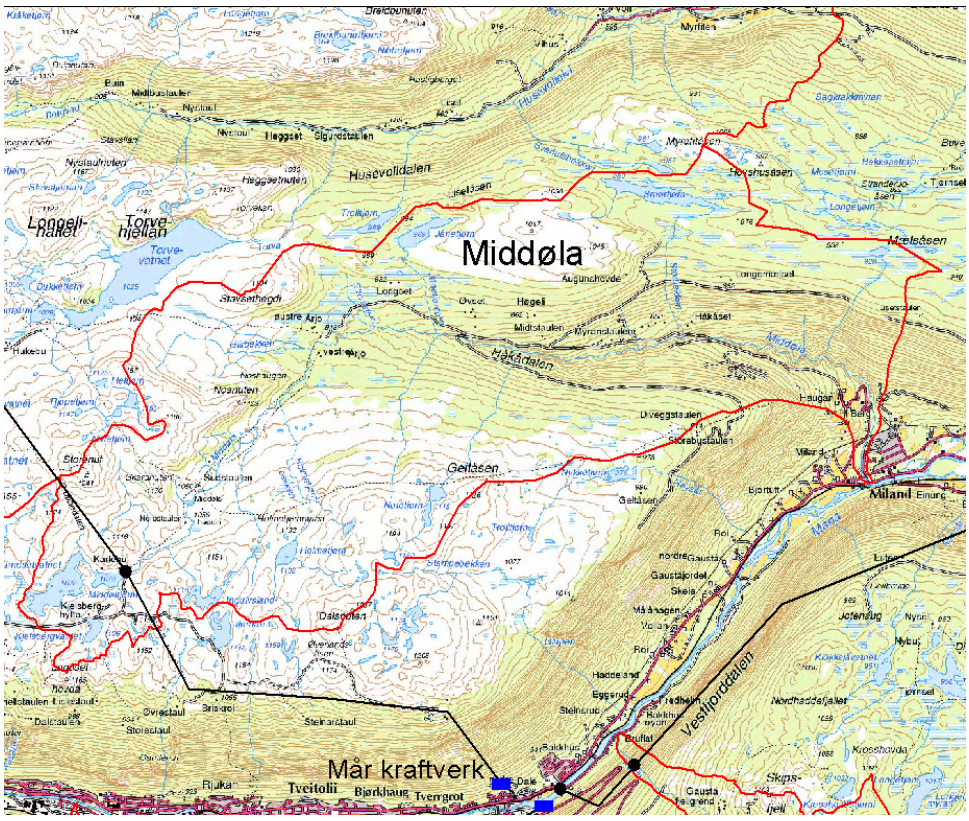
Det er noen mindre vann i nedbørfeltet til Middøla. Men disse ligger langt opp i feltet og har liten flomdempende effekt. Som kartet i figur 1 viser er det et inntak i Middøla på tilløpstunnelen til Mår kraftverk. Det er 2,16 km² av Middølas felt med et midlere tilsig på 36 l/s km² eller snaut 80 l/s. Ved flom antas at alt vann går i overløp ved inntaket, slik at vannføringen i Middøla blir som den ville vært uten inngrep.



Figur 1.
Oversiktskart over Middøla. Kraftverkene i området er markert med blå firkanter, overføringer med svarte streker og magasiner med en dyp blå farge.

Tabell 2
Feltparametere for Middøla.

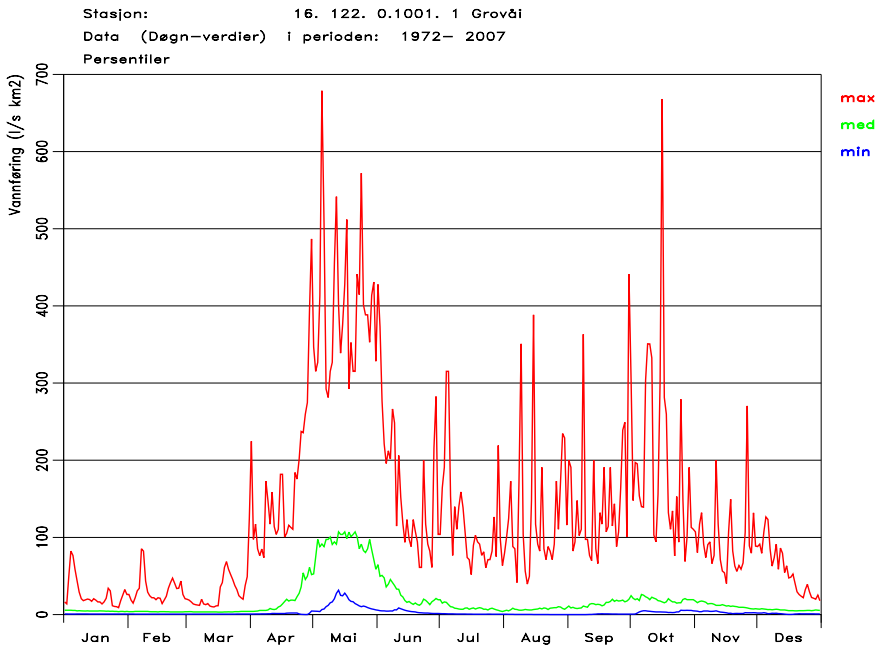
Areal	36,9 km²
Høyeste punkt	1241 moh.
Laveste punkt	213 moh.
Midlere høyde	985 moh.
Snaufjellprosent (A_{SF})	29 %
Sjøprosent (A_S)	2,5%
Effektiv sjøprosent (A_{SE})	< 0,01 %
Feltaksens lengde (L_F)	11 km
Relieff-forholdet (H50/ L_F)	17 m/ km
Hovedelvas gradient (S_T)	138 m/ km
Normalavrenning	30 l/s km²
Midlere vannføring	1,1 m³/s



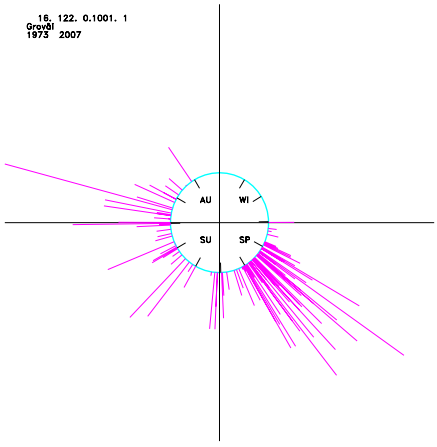
Figur 2.
Kart over Middøla. Bekkeinntaket i Middøltjørni er markert med et svart punkt.

Nedbørfeltet til målestasjonen 16.122 Grovåi har omtrent samme karakteristika (høydefordeling, sjøprosent, bratthet) som nedbørfeltet til Middøla, og denne målestasjonen antas derfor å gi et representativt bilde av vannføringsforholdene i Middøla. Grovåi ligger i øvre del av Bøelva. Figur 3 viser karakteristiske vannføringsverdier gjennom året i l/s km² for denne stasjonen.

Flomforholdene er illustrert i figur 3 og 4. Flommer forekommer både vår, sommer og høst. Både på våren og seint på høsten vil de største flommene som regel være forårsaket av en kombinasjon av regn og snøsmelting.



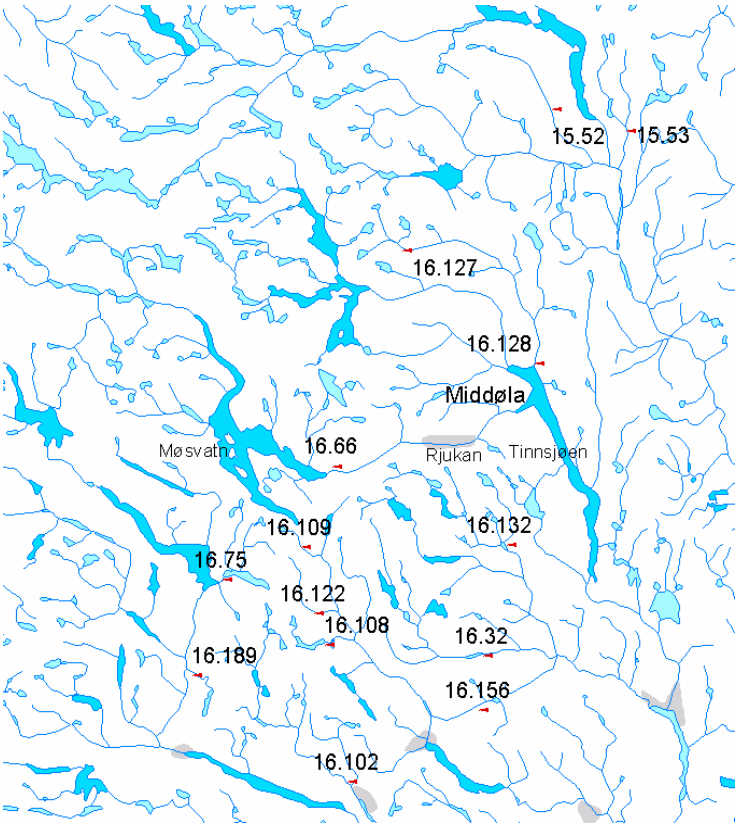
Figur 3.
Vannføring i l/s km² ved målestasjonen 16.122 Grovåi. Det er minimum, median og maksimum for årene 1972-2007 som er vist.



Figur 4.
Fordelingen av flommer gjennom året ved målestasjonen 16.122 Grovåi. Sirkelen representerer året med januar rett opp.

3. Hydrometriske stasjoner

I kartet nedenfor (figur 5) er beliggenheten til avløpsstasjoner i ”nærheten” av Middøla vist. Stasjonene som er avmerket har alle nedbørfelt som har en medianhøyde på 700 moh. eller høyere. Noen sentrale feltparametere for stasjonene er gitt i tabell 3.



Figur 5.
Målestasjoner for vannføring i områdene omkring Middøla

Tabell 3.
Feltparametere for undersøkte stasjoner med medianhøyde over 700 moh. Normalavløp er i henhold til avrenningskart for Norge 1961-90.
For Grovåi er middelvannføring for observasjonsperioden gitt i parentes.

Stasjon	Periode	Areal (km^2)	Normalavløp (l/s km^2)	Midlere høyde (moh.)	Effektiv sjøprosent (%)
15.52 Smådøla	1966-81	98,4	16	1020	0,16
15.53 Borgåi	1966-07	94,0	17	1010	0,29
16.32 Hjartsjø	1919-58	215	27	830	1,2
16.66 Grosettjern	1949-dd	6,48	29	1000	3,1
16.75 Tannsvatn	1955-dd	117	23	890	Ca. 5
16.102 Nørstrud bru	1962-71	258	16	740	0,6
16.108 Gjevarvatn	1965-83	33,3	17	820	5,5
16.109 Veisvikvatn	1965-83	15,1	11	1000	5,4
16.122 Grovåi	1973-dd	42,7	19 (26)	910	0,2
16.127 Viertjern	1977-dd	49,0	29	1260	1,5
16.128 Austbygdåi	1976-dd	344	26	1150	0,12
16.132 Gjuvå	1981-dd	33,1	38	1080	1,9
16.156 Grunnåi	1987-92	54,1	28	1130	0,7
16.189 Bjørntjønn	1991-dd	34,7	23	730	1,46

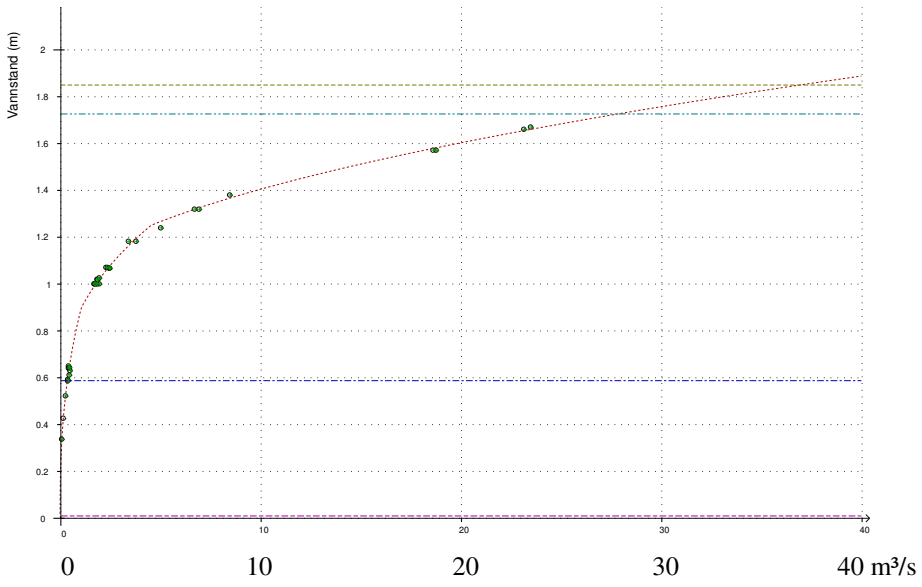
Ut fra en sammenligning av beliggenhet og feltparametere er det stasjonen 16.122 Grovåi, som ligger i øvre del av Bøelva, som har et nedbørfelt som minner mest om det en finner i Middøla. Dette feltet er relativt lite, har en lav effektiv sjøprosent og en medianhøyde omtrent som for Middøla. NVEs avrenningskart gir for Grovåi et normalavløp for perioden 1961-90 på 19 l/s km². Midlere årsavløp basert på observasjonene ved Grovåi fra 1973 – 2007 er imidlertid 26 l/s km². Det antas derfor at avrenningskartet gir for lave verdier i Grovåis felt, slik at også årsavrenningen er av samme størrelsesorden for Grovåi og Middøla. Videre er relieff-forholdet for Middøla 17 m/ km, mens det for Grovåi er 16 m/ km. Det betyr at feltene også er tilnærmet like bratte.

I Grovåi er det foretatt samhørende målinger av vannstand og vannføring for å bestemmelse av vannføringskurve for vannføringer opp mot 5-års flom (kulminasjonsverdi). Flomvannføringer er dermed godt bestemt ved denne stasjonen. Vannføringskurven er vist i figur 6.

Også vannføringen ved målestasjonen Hjartsjø, som ligger i Heddøla, antas å ha relativt like karakteristika som Middøla i den uregulerte perioden ved denne stasjonen. Nedbørfeltet til Hjartsjø er imidlertid vesentlig større enn for Middøla, og effektiv sjøprosent er også noe høyere. Dette har betydning for flomdempningen i vassdraget. Observasjonene ved Hjartsjø startet i 1919, men er påvirket av vannkraftutbygging fra 1959.

Målestasjonen som ligger nærmest Middøla, Grosettjern, har et svært lite nedbørfelt. Dette feltet har relativt høy effektiv sjøprosent og 20 – 30 % av nedbørfeltet er myr. Det antas derfor at flomdempningen her er vesentlig større enn i feltet til Middøla.

For å ha et best mulig vurderingsgrunnlag for fastsettelse av flomverdier er det og gjennomført flomanalyser for de øvrige målestasjonene i tabell 3.



Figur 6.
Vannføringskurve for målestasjonen 16.122 Grovåi, vannstand i m er gitt på y-aksen og på x-aksen vannføring i m³/s. De grønne punktene angir vannføringsmålingene som ligger til grunn for kurven.

4. Flomanalyser

4.1 Midlere flom (døgn)

For nabostasjonene varierer midlere flom stort sett fra omkring 200 til 350 l/s km² (tabell 4). Størst middelflom er beregnet for Grunnåi med ca. 480 l/s km². Denne serien er imidlertid kun 6 år lang, og den inneholder blant annet en stor høstflom i 1987. Beregnet middelflom for denne stasjonen anses derfor ikke representativ.

Ut fra en sammenligning av feltparametere er det stasjonen Grovåi som har de mest sammenfallende nedbørfeltkarakteristika med Middøla. Feltene Smådøla og Borgåi, som ligger i Numedalsvassdraget, har og svært lav effektiv sjøprosent og har en medianhøyde omtrent som for Middøla, men disse ligger i et område med generelt mindre nedbør. For Grovåi er midlere spesifikk flom 351 l/s km². For Grovåi er årene 1976 og 1996 utelatt i flomanalysene, da flomvannføringene disse årene er ekstra usikre på grunn av observasjonsbrudd, det vil si at det er manuelt kompletterte verdier i flomperiodene.

Midlere flom for Middøla er også beregnet ved bruk av regionale flomformler (Sælthun 1997). Formlene gir omkring 450 – 500 l/s km² for vårflommer og 190 – 310 l/s km² for høstflommer. Slike formler bør imidlertid benyttes med forsiktighet for felt mindre enn 100 km².

Ut fra en samlet vurdering antas samme midlere spesifikk flom for Middøla som for Grovåi, det vil si 351 l/s km². Det gir en midlere flom på ca. 13 m³/s. Dette er et døgnmiddel.

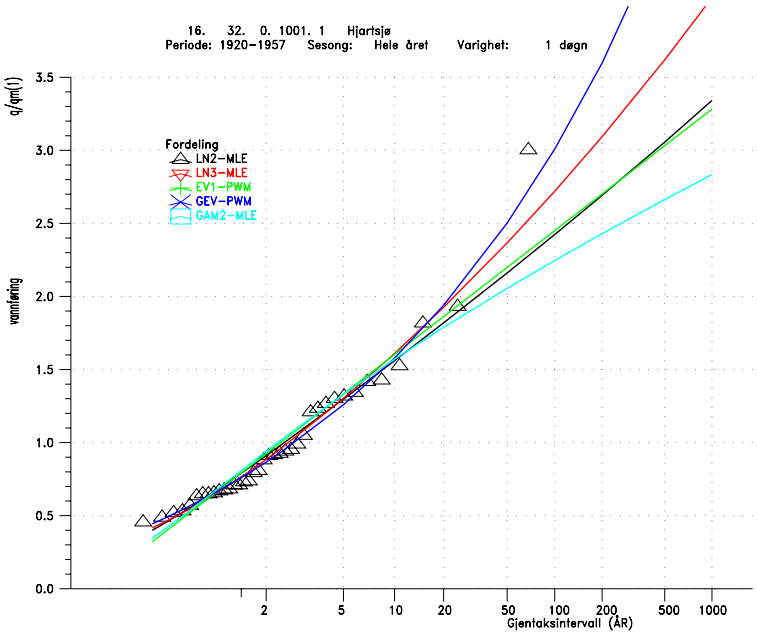
Tabell 4.
Midlere flom, det er døgnmidler av årsflommer som er analysert.

Stasjon	Periode	Antall år	Areal (km^2)	Midlere flom (m³/s)	Midlere flom (l/s·km²)
15.52 Smådøla	1966-81	16	98,4	20,3	206
15.53 Borgåi	1966-07	42	94,0	19,7	210
16.32 Hjartsjø	1919-58	40	215	60	277
16.66 Grosettjern	1950-07	58	6,48	1,52	235
16.75 Tannsvatn	1956-07	52	117	24	209
16.102 Nørstrud bru	1963-70	8	258	86	333
16.108 Gjevarvatn	1965-83	19	33,3	8,1	242
16.109 Veisvikvatn	1965-83	19	15,1	3,5	232
16.122 Grovåi	1973-07	33	42,7	15	351
16.127 Viertjern	1977-07	22	49,0	13	258
16.128 Austbygdåi	1976-07	27	344	77	224
16.132 Gjuvå	1981-07	23	33,1	8,3	251
16.156 Grunnåi	1987-92	6	54,1	26	481
16.189 Bjørntjønn	1991-dd	15	34,7	8,2	236

4.2 5- 500 års flom (døgn)

For bestemmelse av flommer med gjentaksintervall opp til 500 år er det utført frekvensanalyse av de lengste observasjonsseriene gitt i tabell 4. I tillegg er regionale flomfrekvenskurver benyttet. Resultatene er også vurdert i forhold til tidligere flomanalyser for andre vassdrag i nærheten.

I figur 7 er resultatene fra analysen av den 38 år lange serien fra Hjartsjø presentert. Det er den røde kurven (Ln3) som i tabell 5 er valgt ut som den mest representative for Hjartsjø. Ut fra dette hadde flommen i 1927 et gjentaksintervall på mellom 100 og 200 år. Om dette er riktig er det kun mange nye år med data som kan vise oss. Går det for eksempel 200 år til uten at vi får en like stor flom, ville det sannsynligvis vært riktigere å legge den grønne kurven til grunn. Mens en ny storflom innen få år vil medføre at det er den blå kurven eller en som er enda brattere som er "mest korrekt".



Figur 7.
Flomfrekvensanalyse for serien 16.32 Hjartsjø for årene 1920 – 1957.

Tabell 5.
Flomfrekvensfaktorer, det er største døgnmiddelvannføring hvert år som er analysert.

	Periode	Ant. år	Q5/ QM	Q10/ QM	Q20/ QM	Q50/ QM	Q100/ QM	Q200/ QM	Q500/ QM	Fordelings-funksjon
15.53 Borgåi	1966-07	42	1,29	1,46	1,61	1,78	1,88	1,98	2,09	GEV
16.32 Hjartsjø	1920-57	38	1,30	1,61	1,93	2,37	2,72	3,09	3,62	Ln3
16.66 Grosettjern	1950-07	58	1,26	1,49	1,72	2,03	2,28	2,54	2,89	GEV
16.75 Tannsvatn	1956-07	52	1,25	1,40	1,53	1,69	1,80	1,90	2,03	Ln3
16.122 Grovåi	1973-07	33	1,27	1,49	1,70	1,97	2,17	2,37	2,64	GUM
Vårflom 2 (1997)			1,24	1,41	1,57	1,77	1,88	2,01	2,19	
Vårflom 3 (1997)			1,28	1,47	1,64	1,85	2,00	2,16	2,36	
Høstflom3 (1997)			1,33	1,73	2,04	2,57	3,05	3,45	4,20	
Valgt for Middøla			**1,3**	**1,6**	**1,9**	**2,4**	**2,7**	**3,1**	**3,6**	

Det er en stor variasjon i de analyserte frekvensfaktorene (tabell 5). Forholdstallet mellom 500-års flom og middelflom varierer for eksempel fra 2,0 til 3,6. Det er serien fra Hjartsjø som gir de høyeste forholdstallene, dette skyldes blant annet at observasjonene her inneholder den store flommen i 1927.

Analyse av andre serier, som også inneholder 1927-flommen, gir tilsvarende høye forholdstall. For eksempel gir analyse av en 36 år lang serie for Omnesfoss et forholdstall på 3,8 (Pettersson 2006), mens en 58 år med beregnet tilløp til Seljordsvatn (Holmqvist 2007) gir et forholdstall på 3,4.

For Middøla velges faktorene for Hjartsjø avrundet til nærmeste tiendedel (tabell 5). De regionale kurvene for vår- og høstflommer gir jevnt over lavere/ høyere forholdstall enn de som er funnet ved analyse av årsflommer i området. Det virker rimelig.

De resulterende flomverdiene (døgnmidler) er gitt i tabell 6.

Tabell 6.
Beregnede flomvannføringer for Middøla (døgnmidler).

	Areal		QM	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100	Q200	Q500
Middøla	36,9 km²	l/s km²	351	456	562	667	842	948	1088	1264
		m³/s	13	17	21	25	31	35	40	47

4.3 Kulminasjonsverdier, middel til 500-års flom

De verdier som er beregnet tidligere er døgnmidler. Kulminasjonsvannføringene kan være vesentlig høyere. Middøla er et relativt lite og bratt felt. For å vurdere forholdstallet mellom kulminasjons- og døgnmiddelvannføring er empiriske ligninger basert på feltparametere benyttet, og det er gjennomført flomanalyser på data med fin tidsoppløsning.

Følgende formler er gitt (Sælthun 1997):

Vårflom: $Q_{momentan}/Q_{døgn} = 1.72 - 0.17 \log A - 0.125\ A_{SE}^{0.5}$

Høstflom: $Q_{momentan}/Q_{døgn} = 2.29 - 0.29 \log A - 0.270\ A_{SE}^{0.5}$

hvor A er feltareal og A_{SE} er effektiv sjøprosent. For Middøla, som har et nedbørfelt på 36,9 km² og en effektiv sjøprosent som er mindre enn 0,01, gir formlene et forholdstall på 1,45 for vårflommer og 1,83 for høstflommer.

Det er også gjennomført frekvensanalyser direkte på kulminasjonsvannføringer for enkelte av stasjonene i nærheten. Dette er et mer tidkrevende arbeid enn tradisjonelle frekvensanalyser på døgndata. Årsaken er at data med fin tidsoppløsning ikke har vært gjenstand for den samme kvalitetskontroll som døgndata. For eksempel er ikke perioder med observasjonsbrudd komplettert, og i perioder av året kan isoppstuing forårsake høy vannstand uten at det er flom. For mange stasjoner er også perioden med registrende instrumenter begrenset, slik at periodelengden som kan analyseres er kort. Her er det foretatt en analyse av findata fra stasjonene Grosettjern, Grovåi og Gjuvå for bestemmelse av forholdstallet mellom kulminasjon- og døgnmiddel for flommer fra middel til 20 års gjentaksintervall. Resultatene er gitt i tabell 7.

Tabell 7.
Forholdstall mellom kulminasjonsvannføring og døgnmiddelvannføring for flommer fra middel til 20 års gjentaksintervall.

	Periode	Ant. år	Midlere flom kulminasjon l/s km²	$QM_{mom}/QM_{døgn}$	$Q5_{mom}/Q5_{døgn}$	$Q10_{mom}/Q10_{døgn}$	$Q20_{mom}/Q20_{døgn}$
16.66 Grosettjern	1953-07	41	255	1,12	1,13	1,13	1,13
16.122 Grovåi	1973-07	33	492	1,40	1,37	1,41	1,40
16.132 Gjuvå	1987-00	14	344	1,39	1,41	1,43	1,43

En ser at resultatene for Grovåi og Gjuvå stemmer godt overens med beregningene for en vårflomsituasjon i Middøla basert på feltparametere. Videre ser en at forholdstallene som ventet er noe lavere for Grosettjern. For alle stasjonene er disse forholdstallene nokså stabile uavhengig av gjentaksintervallet som betraktes.

For enkelthendelser kan forholdstallet variere mye mer, som for eksempel augustflommen i 1979 hvor forholdet mellom kulminasjons- og døgnmiddel-vannføring i Grovåi er i overkant av 2,1 (tabell 9).

Det antas at et forholdstall på 1,4 er representativt for Middøla. Resulterende kulminasjonsvannføringer er gitt i tabell 8.

Tabell 8.
Beregnede flomvannføringer for Middøla, kulminasjonsverdier.

	Areal		QM	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100	Q200	Q500
Middøla	36,9 km²	l/s km²	492	639	786	934	1179	1327	1523	1769
		m³/s	18	24	29	34	44	49	56	65

En 500-års flom med et døgnmiddel 1200 l/s km² og en kulminasjonsverdi på drøyt 1700 l/s km² tilsvarer en avrenning på 107 mm i løpet av ett døgn og en maksimal intensitet på 6 mm på en time.

4.4 Observerte flommer

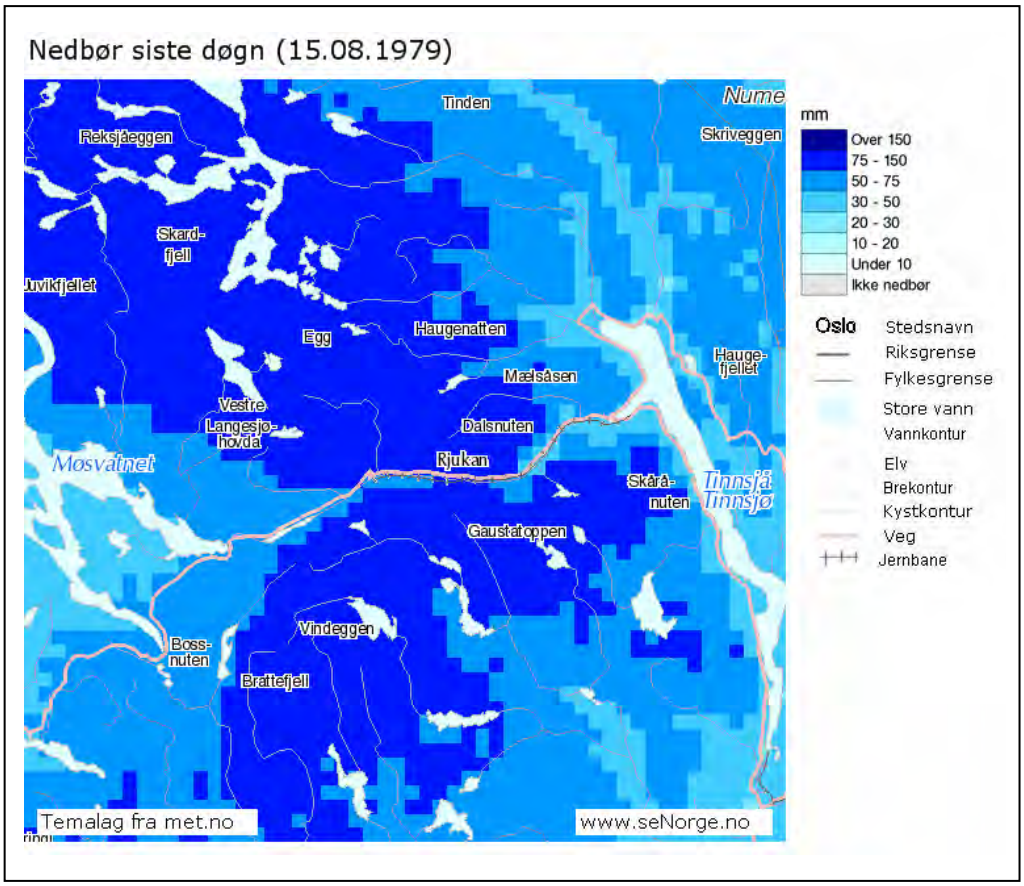
Den største flommen som er registrert i området var i slutten av juni 1927. Flommen var forårsaket av mye regn over flere dager, snøen lå også langt utover i juni den våren (Einung, 1943). Om det fortsatt var snø av betydning i Middølas nedbørfelt i slutten av måneden er usikkert, men bakken var nok gjennombløt. Om morgenen 29. juni 1927 ble det registrert 135 mm nedbør på Rjukan. Det gikk utallige ras i området under dette uværet, bare i Håkadalen hvor Middøla renner skal det ha gått omkring 20 ras. På Rjukan omkom også flere mennesker som følge av ras. Fra en beskrivelse av denne storflommen i Tinn av (Einung, 1943) heter det blant annet: *"Måna stod sume stader 1,5 meter over vegen og flymde over øyar, vollar og åkrar og la att etter seg gyrme og sand i stor mengd. Tveråine har fare stygt åt, men verst av alle var Middøla. Og det måtte ein også vente, for ho har frå gamalt ord for å vera den mest ustyrlege tverrå i heile Tinn. No er det om lag 70 år sidan ho var so ofseleg som no, og berre dei eldste kjem det i hug."* Et lenger utdrag fra beskrivelsen av denne flomhendelsen er vedlagt bak i rapporten.

Også ved mange av de øvrige store flommene i området har regn spilt en vesentlig rolle. Ved målestasjonen Grovåi, som antas å være den som er mest representativ for Middøla, er største registrerte flom 15. august 1979. Dette var en ren regnflom. Under denne augustflommen var det store lokale variasjoner. For eksempel var maksimal avrenning i Grovåi over 850 l/s km², mens det fra flere stasjoner i nærheten var en avrenning på omkring 200 l/s km². Ut fra kartet i figur 8 er det sannsynlig at det var mye nedbør også i områdene omkring Middøla denne dagen, men om flommen var like intens her som i Grovåi er usikkert. Tilsvarende kan det være andre lokale regnflommer i Middøla som ikke har vært like intense i Grovåi. Flomdynamikken i disse to feltene antas imidlertid å være nokså lik. I tabell 9 er data for de fem største flommene i Grovåi fra 1973 til 2007 listet opp. Flommen i mai 2004 er av samme størrelsesorden som høstflommen i 1987, men er noe mindre enn sommerflommen i 1979.

Fra flommen i 1927 har vi ikke vannføringsdata fra Grovåi. Men i Heddalsvassdraget ved målestasjonene 16.32 Hjartsjø og 16.10 Omnesfoss ble det registrert en vannføring pr arealenhet på omkring 860 og 980 l/s km². De nordlige delene av feltet til Omnesfoss grenser til Rjukanområdet/ Vestfjorddalen. Både nedbørfeltet til Hjartsjø og Omnesfoss, som er henholdsvis 215 og 806 km², er vesentlig større enn feltet til Middøla og de har også flere innsjøer i nedbørfeltet. Det er derfor rimelig å anta at avrenningen i løpet av et døgn i Middøla har vært større enn 1000 l/s km² under 1927-flommen. Kulminasjonsvannføringen har sannsynligvis vært enda større, men hvor mye større har vi ikke grunnlag for å anslå.

Tabell 9.
De fem største flommene ved målestasjonen 16.122 Grovåi fra 1973-2007.

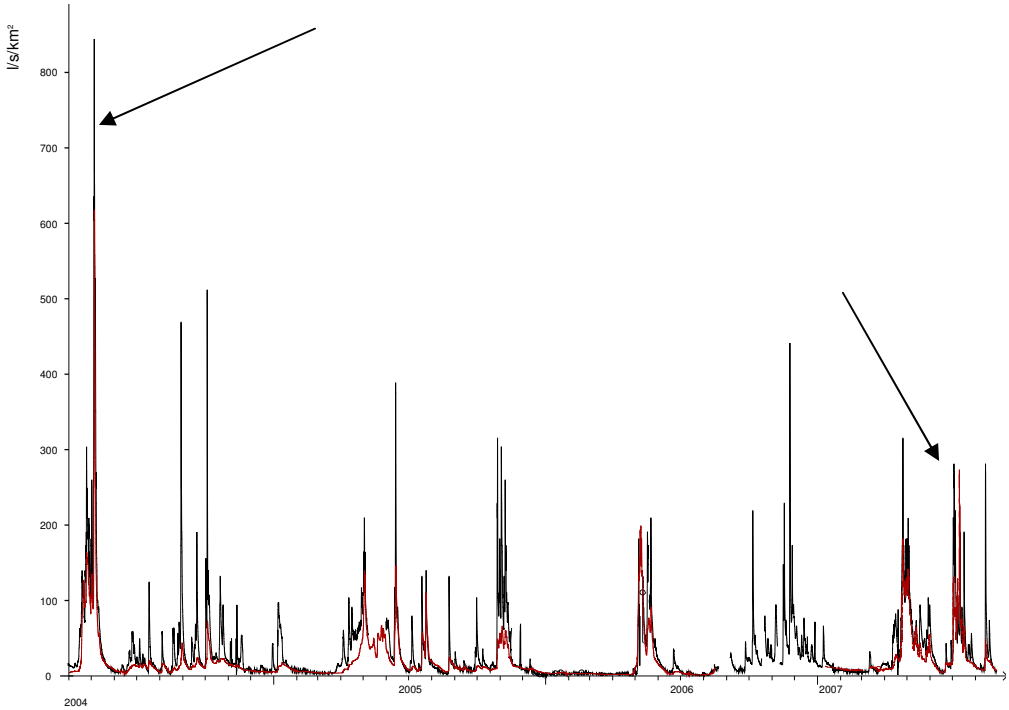
Dato	Kulminasjon m³/s	Kulminasjon l/s km²	Døgnmiddel m³/s	Døgnmiddel l/s km²	Forholdstall kulm./døgn
15. aug. 1979	37	864	16	372	2,3
16. okt. 1987	35	820	27	642	1,3
6. mai 2004	35	810	28	651	1,2
24. mai 1978	33	773	23	549	1,4
30. sep. 1982	31	726	18	424	1,7



Figur 8.
Nedbør i mm 15. august 1979 i områdene omkring Middøla. Kilde seNorge.no, datagrunnlag met.no og NVE.

4.5 Vannføring i Middøla ved skader i 2004, 2007 og 2008

Det er rapportert om skader på brufundamentene til Middøla bru i mai (juni) 2004, juli 2007 og igjen i juli 2008. Figur 9 nedenfor viser vannføringen i l/s km² for målestasjonene 16.66 Grosettjern og 16.122 Grovåi.



Figur 9.
Vannføringen i l/s km² ved målestasjonene 16.122 Grovåi (svart) og 16.66 Grosettjern (rød) fra 1. april 2004 til 30. august 2007. Det er data med fin tidsoppløsning (timesverdier) som er vist. Skadetidspunkter angitt av Statens Vegvesen ved Middøla bru i 2004 og 2007 er angitt med pilene.

2004

I begynnelsen av mai 2004 var det en relativt stor flom i området. I juni var det imidlertid ingen flomvannføringer på målestasjonene i nærheten av Middøla. Det antas derfor at flomskaden våren 2004 skjedde i mai.

Maksimal spesifikk vannføring i Grovåi og Grosettjern var 6. mai 2004 henholdsvis 810 og 620 l/s km² (figur 9). I Austbygdåi førte flommen til at elveløpet ble endret. Ved målestasjonen Viertjern, som ligger i øvre del av Austbygdåi, var det kraftig isoppstuing, slik at vannføringsdata herifra ikke er egnet for analyse.

I Grovåi tilsvarer dette en flom med 10 – 20 års gjentaksintervall, mens flommen i Grosettjern har et beregnet gjentaksintervall på over 100 år. En så

sjelden flom i Grosetttjern virker ikke rimelig, det er for eksempel grunn til å tro at 1927-flommen var vesentlig større enn 2004-flommen. Hvis is har vært et problem i Grosettjern, slik det var i Viertjern, kan dette ha ført til økt vannstand/ for høy beregnet vannføring. For eksempel vil en oppstuing på 15 cm føre til at vannføringen ut av Grosettjern blir redusert med omkring 40 prosent.

Flommen var forårsaket av kraftig nedbør, høy temperatur og dermed også stor snøsmelting. På Rjukan ble det målt 60 mm nedbør i løpet av ett døgn, og temperaturen i 1000 meters høyde var 7- 8 ºC.

I henhold til nedbørdata i seNorge, var det mer nedbør 6. mai 2004 i områdene omkring Middøla enn i nedbørfeltet til Grovåi. Temperaturforholdene var imidlertid nokså like, slik at snøsmelteintensiteten også var nokså lik i de to vassdragene.

Ut fra dette antas en maksimal spesifikk vannføring i Middøla under denne flommen på 800 - 1000 l/s km². Det gir en kulminasjonsvannføring nederst i Middøla på omkring 30 - 36 m³/s. Dette tilsvarer flom med 10 – 20 års gjentaksintervall. Dette virker rimelig sett i forhold til observasjonene ved målestasjonene i nærheten.

Beregning av vannføring for slike enkelthendelser er beheftet med stor usikkerhet. For eksempel ville en skalering av dataene fra Grosettjern med forholdet mellom midlere spesifikk momentanflom for henholdsvis Middøla og Grosettjern gitt en spesifikk vannføring i Middøla på nesten 1200 l/s km², eller 43 m³/s.

2007

I begynnelsen av juli 2007 var det ny undergraving av brufundamentet ved Middøla bru. Som figur 9 viser, var det i juli 2007 den største vannføringen ut av Grosettjern siden mai 2004, mens vannføringen i Grovåi flere ganger i løpet av denne perioden hadde vært høyere enn i juli 2007.

4. juli 2007 var det en maksimal avrenning ved målestasjonen Grovåi på 270 l/s km². Det var imidlertid høyere avrenning ved flere andre målestasjoner i nærheten, som Gjuvå, Viertjern og Austbygdåi med 360 – 390 l/s km². For Grosettjern kom maksimal avrenning etter flere dager med nedbør og kulminerte her med 275 l/s km² den 12. juli.

Det er ikke urimelig at det under en slik sommerflom er relativt store lokale forskjeller avhengig av hvor det falt mest nedbør. Under denne flommen var det snøfritt både i Middølas felt og i nedbørfeltene til de aktuelle sammenligningsstasjonene. Ut fra at naturlig flomdempning i Middølas felt antas å være mindre enn for de nærmeste sammenligningsstasjonene (Austbygdåi, Viertjern, Gjuvå og Grosettjern), anslås

kulminasjonsvannføringen i Middøla 4. juli 2007 å være omkring 400 – 500 l/s km². Det tilsvarer en vannføring på 15 - 18 m³/s eller omkring middelflom.

2008

I juli 2008 er det rapportert om ny utgraving. Data fra sist sommer viser at maksimal vannføring i Grovåi og Gjuvå i juli var omkring 230 – 240 l/s km² og fra Grosettjern ca. 180 l/s km². For Austbydgeåi er det observasjonsbrudd i juli, og fra Viertjern er det foreløpig ikke tilgjengelige data lenger enn til juni 2008.

Ut fra dette anslås avrenningen i Middøla også å ha vært omkring 240 l/s km², som tilsvarer en vannføring på ca. 9 m³/s. Dette er godt under middelflom.

5. Usikkerhet

Det er ingen direkte observasjoner av vannstand/ vannføring i Middøla, men det er flere observasjonsserier i nabovassdrag som antas å være representative. Særlig er det lagt vekt på observasjonene fra stasjonen 16.122 Grovåi i øvre del av Seljord-/Bøvassdraget.

Usikkerheten i de beregnede flomverdiene skyldes også flere andre forhold. For det første er det usikkerhet knyttet til "observert vannføring". Vannstander observeres, deretter omregnes disse ut fra en vannføringskurve til vannføring. Vannføringskurven er basert på et antall samtidige observasjoner av vannstand og fysiske målinger av vannføring ute i elven. De største flomvannføringene er beregnet ut fra et ekstrapolert samband mellom vannstander og vannføringer. For Grovåi er det imidlertid utført vannføringsmålinger for vannføringer på ca. 24 m^3/s. Det er opp mot en 5 år flom (kulminasjonsverdi) som må sies å være svært bra.

Hydrologisk avdelings database er basert på døgnmiddelverdier knyttet til kalender-døgn. I prinsippet er derfor alle flomvannføringer noe underestimert, fordi største 24-timersmiddel alltid vil være mer eller mindre større enn største kalenderdøgnmiddel.

En annen faktor som fører til usikkerhet i data, er at de eldste dataene i databasen er basert på en daglig observasjon av vannstand inntil registrerende utstyr ble tatt i bruk. Disse daglige vannstandsavlesningene betraktes å representere et døgnmiddel, men kan avvike i større eller mindre grad fra det reelle døgnmidlet. Dette gjelder for eksempel registreringene fra målestasjonen 16.32 Hjartsjø i perioden 1920-57.

Ved omregning fra døgnmidler til kulminasjonsvannføringer er det også usikkerhet. For Middøla er omregningen basert både på empiriske formler og analyse av data med fin tidsoppløsning ved nabostasjoner.

Å kvantifisere usikkerhet i hydrologiske data er vanskelig. Det er mange faktorer som spiller inn. Hvis disse flomberegningene skal klassifiseres i en skala fra 1 til 3, hvor 1 tilsvarer beste klasse, vil disse gis klasse 2.

Referanser

Einung, H.H. 1943. Storflommen i Tinn 27. og 28. juni 1927. Rjukan 1943 – Tinn kommunes forlag.

Holmqvist, Erik 2007: Flomberegning for Bygdaråi ved Seljord. Flomsonekartprosjektet. Dokument 2-2007, NVE.

NVE, 2002: Avrenningskart for Norge 1961-1990.

Pettersson, Lars-Evan 2006: Flomberegning for Sauland. Flomsonekartprosjektet. Dokument 14-2006, NVE.

Sælthun, N.R. 1997: Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag. Rapport 14-97, NVE.

Utdrag av beskrivelsen "Storflommen i Tinn 1927".

Utgitt av H.H. Einung på Tinn kommunes forlag i Rjukan i 1943.

Storflommen i Tinn 1927

Den naturkatastrofe som inntraff natten mellom den 28. og 29. juni 1927, da heim blei ødelagt og menneskeliv gikk tapt, da sorg og savn gjestet så mange heim i Tinn og mange blei så å si økonomisk ruinert, hører til de hendelser som fester seg i minnet og inntar en bred plass i tidenes tradisjoner.

Når naturkreftene viser seg i all sin velde som i disse timer, da åssidene syntes å være i rørsle, da det ramlet rundt omkring med stein, jord og vann, da folk flyktet bort overlatende sine heim i skjebnens hånd, var det ikke rart om en kone på Rjukan i alvor og redsel ropte over seg: «Dette må være dommedag».

Det kom ikke helt uventet. Slik som værforholdene hadde holdt seg med kulde og nedbør det siste halvår, måtte det få utløsning når varmen kom, men ingen hadde drømt om at omslaget skulde komme så brått og i slike dimensjoner og etterlate så triste følger.

Hele halvåret forut hadde som sagt vært et nedbørens halvår. Den meteorologiske måling på Rjukan viser således at i januar var det 102 mm. nedbør, februar 26, mars 99, april 33, mai 65 og juni 249. Det var således umåtelige snømasser i fjellene rundt omkring. Det holdt seg ennvidere usedvanlig kaldt. 17. mai for eks. var som en vinterdag med snødrev og kulde.

I de 9 forutgående år er det foretatt nøyaktige temperaturmålinger som viser en gjennomsnittstemperatur for mai på 8,8 gr. C. Nå var gjennomsnittet for samme måned 5,64 gr. C. For juni i samme tidsrom finner vi en gjennomsnitt på 13,7, nå var den 10,6.

Som følge av den sterke nedbør og strenge kulde lå snøen tykk helt framover i juni, ikke bare i høgfjellet, men helt ned-

over åssiden. De siste dagene av juni økte nedbøren usedvanlig. Den 25. juni var nedbøren 11 mm., den 26. 13 mm., den 27. 39,5, den 28. 62, den 29. 80 mm. Samme dag, den 28., regnet det 19,2 mm. fra kl. 8 morgen til kl. 14 ettermiddag, og i de følgende 5 timer 40 mm. og til kl. 8 neste morgen 74 mm., tilsammen 135 mm. på ett døgn.

I disse morgentimer nådde uværet sitt høgdepunkt. Kl. 6.30 inntrådte en solformørkelse som ikke minst økte uhyggefølelsen. Et dystert mørke med tunge blåsvarte skyer kom veltende inn fra sydvest, og regnet formelig høljet ned. Det slo plutselig over til mildvær med varme vindgust fra fjellet og snøen gikk i løpet av noen få timer over til flytende vannmasser. Det blei en flom som en vel neppe tidligere har vært vitne til selv her i Tinn hvor en er vant med overdrevne værforhold.

De historiske meldinger om tidligere flomskader er sparsomme — iallfall gir de ikke uttrykk for omfanget i sin helhet. Det er heller ikke her oppgaven å komme nærmere inn på dette, det får bli bygdehistorien som her er rette forum.

Vi legger ellers merke til at disse naturkatastrofer synes å ramme distriktsvis. Rollaggrenda er kjent som et meget farlig sted for jordskred, og det var også her det ramlet verst i ulykkesåret 1858. Nå denne gang hendte ikke noe usedvanlig her, men derimot i Dal sogn og Husevolldalen og omkring elvene i Atrå og Middøla i Mæl. Vi får ta en rundtur i bygda og på Rjukan og se på enkelthetene av det som hendte natten mellom den 28. og 29 juni 1927.

Mæl sogn er også gjennom tidene blitt rammet av mange og alvorlige naturkatastrofer. Overalt og særlig på Rollagsiden er det dype dalsenkninger — dekker — i åssidene og ved munningen av disse ligger som regel en stor jord- og steinhaug og vitner om at her har engang et veldig skred ramlet nedover. Aller tydeligst viser dette seg på søndre og nordre Rollag på Risjordet, Klonteig, Hagen og Einung. Spredte opplysninger gjennom gamle dokumenter stadfester dette. Det samme er tilfellet på Miland, men her heter det *elvebrudd,* og vi kan forstå at det er Middøla som gjennom tidene har vært den farlige nabo. Det er vel neppe tvil om at hele Grønnskeimogen fra Miland og til gården Mogen gjennom årtusener er opplagt av Middølelva. Det fortelles at den engang i tiden gikk ut ved Landerud forbi Smedshus og til Mogen. Fra Pettersborg og til det det nåværende elveleie er det overalt dype drag etter der elva en gang har gått. Den høye borg ved Landerud syner tydelig at her har den en gang i tiden tatt et kjempetak og skåret seg ned noe i likhet med hva vi nå har sett på flere steder i Tinn.

Nå denne gang slapp merkelig nok Rollaggrenda lett ifra flommen. Den viltre Mjonå brøt riktignok ut av leiet og fosset vilt utover helt bort mot uthusene på søndre Einung. Den grov opp landevegen et langt stykke og etterlot seg hauger med stein og sand utover jordene, men noe egentlig katastrofalt utrettet den ikke. Derimot var Middøla mere grusom mot sine naboer denne gang. Denne elv har omtrent samme nedslagsdistrikt som Bernåselva og er omtrent av samme størrelse. Fra noen småvann fosser den nedover den trange, skogkledde Håkadalen. Den har i lengere tid vært nokså føyelig og i god tro har skogen slått

16

sine dype røtter helt ned mot elveleiet. Men utover dagen den 28. juni bar den til å innta faretruende dimensjoner og om kvelden ramlet det løs flere jordskred. Ved Gunbjørgset under nordre Miland gikk det to skred like ned i elva, og ved Håkaset under nordre Berge gikk et skred helt ned. Helt oppe fra åskanten gikk et skred som stanset på Håkaset u. Blomhaugen. Ellers gikk det etter øyenvitners utsagn ca. 20 mindre ras som førte skog, jord og stein ned i det trange elveløp. Dette fikk samme virkning som det vi har hørt fra Husevolldalen og Nysetdalen.

Det var et fryktelig syn forteller folk som så det. Det var en øredøvende larm og skogen brakk i stumper som fyrstikker. Elva syntes å komme støtvis og den nye brua ved Håkaset blei feiet bort. Det trange djuv nedover Håkadalen holdt dog elva i tømme helt ned til gården Flaten. Her fikk den fritt løp og forårsaket en ødeleggelse som vil merkes i lange tider framover både for det offentlige og for grunneierne. En innsender i «Rjukan Dagblad» for 9. juli gir følgende skildring:

«Storflaumen hev gjort stor skade nedover Vestfjorddalen. Måna stod sume stader 1,5 meter over vegen og fløymde over øyar, vollar og åkrar og la att etter seg gyrme og sand i stor mengd. Tverråine har fare stygt åt, men verst av alle var Middøla. Og det måtte ein ogso vente, for ho har frå gamalt ord for å vera den mest ustyrlege tverrå i heile Tinn. No er det omlag 70 år sidan ho var so ofseleg som no, og berre dei eldste kjem det ihug. Det ser ut som ho i det minste ein gong i kvart hundradår må ha seg ei slik villmannsrid da ho kan brjote ned og rive sund og øydeleggja alt ho kan få tak i. No var alle vilkår tilstades. Stridt regn og mykje brånande snø i fjellet. Elvi kom ikkje stilt og fredeleg, men med bulder og brak og ein larm som alle vonde makter var lause. Ho førde med seg ei mengd med skog, jord og stein frå Håkadalen og alt skulde gjenom det tronge djuvet ved Bergshaugen. Her lagar det seg svære dammar og når so dei vart sprengde kom åi ned på Milandflaten med ei vannmasse so stor at ein kunde tru det var sjølve Glåma.

Komen ned på Milandsflaten tok ho til å herja villt. Ho grov heilt ut småbruket Kanton so det er ikkje att hustufter eingong, og nedover heile vegen har ho grave ut skog og jord på båe sidur

so ålega er minst dubbelt so breid som fyrr. Den nye vegbrui greidde seg, men transportbrui til søppelplassen strauk med. Elles braut elvi mange nye laup, soleis eit i kvar ende av vegbrui likso breide som det gamle. Eit laup gjekk tvert gjenom den vesle Miland-byen og beint på stasjonen. Eit anna tok vestover mot eigedomen Elvestad og eit gjekk ned ved Miland skule. Vegen vart øydelagd eit par kilometer og vegen til Bergshaugen er heilt øydelagd, so det vil nok gå lang tid fyrr han blir brukande. Vatnet har gjort stor skade på alle gardar og småbruk på Milandflaten. Det ser fælt ut der no, serleg ved Miland stasjon. Sume stader er all jord vaska burt, andre stader ligg det upp til metertjukke gruslag. Fleire hus stend skakke og skjeive.

Verst gjekk det vel ut over *Hølje Kanton,* for han har mist både hus og grunn. Eigedomen åt *Nils Miland* har au fenge ein hard støyt. Han har mist jordi si. Anten er ho bortvaska eller so er ho nedlest med grus. Ei lukka var det at alle folki og alle husdyri vart berga. Men det var nok i siste liten med mange. Det var 10—12 huslydar som måtte røme til tryggare bustader.»

Det småbruket som er omtalt og som Hølje Kanton eide, lå omtrent 300 meter nedenfor gården Flaten. Her stod også de gamle Blomhaug-kvernhusene. Alt er nå feid bort. Da elva brøt ut under Blomhaukbakkene kom den ikke langsomt økende, men i en eneste brusende foss mot Milandgårdene, førende med seg alt som lå i dens veg. Skogen syntes å falle overende for trykket. Hele området som før var delvis oppdyrket, delvis havn med stor frodig løvskog blei forvandlet til en eneste steinhaug. Miland-sagen blei skubbet avsted ca. 20 meter. Hos *Kristen* og *Olav Miland* tok elva et kraftig tak inn i den dyrkede mark langs vegen nedover. Som et eksempel på vannføringen her kan nevnes at helt nede ved Elvestad lå et stort avbarket mastetre midt i vegen. Det gamle elveleie i Middøla blei fylt med stein, så det på mange steder lå høyere enn omgivelsene. Uhyre steinmasser blei drevet helt ned i Måneelva og denne som her går nokså stille, maktet ikke å holde det unna, men blei tvunget mot sydsiden, så det en tid så meget truende ut for jernbanelinjen. At elveleiet blei så innsnevret var formodentlig grunnen til at vannet stod så høyt oppover mot Miland- og Bjørtuftsgårdene. Det fortonet seg her som en stor innsjø, hvor skogen og en og

annen gjerdestolpe minnet om fastlandet. Ved Bjørtuft stod vannet 1½ meter over vegen.

Det var en stor lykke denne gang at Møsdammen holdt igjen. Den 28. juni var vannstanden i Møsvann 7.10, maksimum er 14,50. Det blei altså 7,4 meter å løpe på. Måneelva nådde derfor ikke den høyde den ellers vilde fått, hvis den hadde hatt fritt løp. Eldre folk husker at den flere ganger har vært større. I 1879 — fortelles det — kunde de således binde prammene i stueveggen på nordre Rollag. Ingen av bruene strøk med denne gang unntagen en mindre bru ved Grønnskei. Likevel anrettet elva stor skade nedover øyene idet den førte med seg sand og skog fra skredene i Dal sogn. Et avholdt skjønn har anslått den samlede skade for ca. 40 grunneiere til 25 000 kroner.

Natten mellom 28. og 29. juni steg Tinnsjø opptil 10 cm. i timen og nådde en høyde på 1,19 meter over regulert høyde. Mellom Fagerstrand og Mæl stasjon var fjorden så stappende full av skog at det var meget vanskelig å ro over. Det så ut som en eneste flytende kvistehaug.

I en årsoversikt skriver herredsagronom *Roalkvam* om skadevirkningene i Tinnbygdene:

«Storflaumen øydelagde mykje og gjorde det strevsamt for mange. Mangt eit engstykke vart nedlagdt og påfyllt med rek og slam så det var mest uråd å slå. Mange stader det aldri hadde vore vassjuk jord fyrr pressa vatnet seg fram i nye årer so det vart lite eller ikkje avling. Mange vegar og bruer vart ufarbare so folk og fe måtte gå lange umvegar for å koma fram. Hestane måtte bera varor på ryggen der dei i mange år hev vore dregne på hjulreidskap. På stutt tid gjorde flaumen endringar med mangt og mykje i bygdi.»

Denne serien utgis av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

Utgitt i Oppdragsrapportserie A i 2009

Nr. 1 Kristin Skei (red.): Nidelva og Gaula. Tilstandskartlegging av elvebredden innen Trondheim kommune (301 s.)

Nr. 2 Erik Holmqvist: Flomberegning for Middøla, 016.H1Z (29 s.)