DOKUMENT

4 1998

Norges vassdrags- og energiverk

NVE

UPPDRAGSRAPPORT

Ingebrigt Bævre

Vurdering av flom og isforhold i Surna (112.C) ved Bolme

NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIDIREKTORAT
BIBLIOTEKET

NVE
NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIVERK

TITTEL Vurdering av flom og isforhold i Surna (112.C) ved Bolme	**DOKUMENT 4/98**
SAKSBEHANDLER Ingebrigt Bævre	DATO 10. August 1998 RAPPORTEN ER Åpen
OPPDRAGSGIVER Rindal kommune	OPPLAG 15

SAMMENDRAG

Flom og isgang i midten av januar 1997 skapte iskork i området ved Bolme. Dette førte til skader på bygninger og riksveg 65 måtte stenges pga stort istrykk mot brua. På bakgrunn av dette tok vegvesenet initiativ til et møte den 10.02.1997 mellom NVE, kommunen og vegvesenet.

For å kartlegge de hydrauliske forholdene i området er det foretatt flom- og vannlinjeberegninger, som beskriver forholdene ved flom, med og uten innvirkning fra bruer og vegfyllinger.

Flomsituasjoner vinterstid synes å gi forholdsvis liten forandring i vannføring med og uten regulering oppstrøms Trollheim kraftverk. Dette skyldes at avrenningen fra reguleringsområdet høyere enn 420 m, i liten grad bidrar til økt avrenning vinterstid.

Ved flommer fra ca 5 års flom og større ser vi av beregningene at ny Bolme bru tar over som bestemmende profil. Dette betyr da at brua og vegbanen gir oppstuvinger like oppstrøms. En ekstrem flom er beregnet til å gi oppstuvinger i størrelsesorden 45-60 cm like oppstrøms brua.

Det er foreslått ulike tiltak for om mulig å *redusere ulempene* ved isganger. De mest aktuelle tiltakene er vurdert å være vegetasjonsfjerning på øra nedenfor gamle Bolme bru og montering av isprofiler på brukarene. Slike isprofiler har vist seg å kunne gi en gunstig effekt til oppbrekking av store isflak.

Det er tvilsomt om de omtalte tiltak vil være tilstrekkelig ved større isganger. Ny Bolme bru synes å være et meget kritisk punkt for videretransport av is.

En økning av tverrsnittet ved heving av brua vil bidra til at mer is føres nedover elva og dermed reduserer oppstuvingen ovenfor brua. Et slikt tiltak er imidlertid svært omfattende og det anbefales derfor at tiltakene som er foreslått ovenfor blir utført først for å se effekten av disse.

EMNEORD
Isproblemer, hydrologi, vannlinjeberegninger

ANSVARLIG UNDERSKRIFT

Einar Sæterbø
Regionsjef

NVE
Region Midt-Norge
Vestre Rosten 81
7075 TILLER

Nytt tlf. og faxnr.:
Tlf.: 72 89 50 00
Fax: 72 89 50 20

1 INNLEDNING 5

2 GRUNNLAGSINFORMASJON 5

2.1 HYDROLOGI 5
2.2 TIDLIGERE UNDERSØKELSER AV IS- OG EROSJONSFORHOLD 7
2.3 ISPROBLEMER VED BOLME VINTEREN 97 8

3 VANNLINJEBEREGNINGER 9

3.1 BEREGNINGSMODELL 9
3.2 BEREGNINGSRESULTATER 9

4 ANBEFALINGER 10

5 REFERANSELISTE 12

6 VEDLEGG 13

1 INNLEDNING

Flom og isgang i midten av januar 1997 skapte iskork i området ved Bolme. Dette førte til skader på bygninger, og riksveg 65 måtte stenges pga stort istrykk mot brua. Trafikken måtte omdirigeres over fylkesveg 340 gjennom Rindal sentrum. På bakgrunn av dette tok vegvesenet initiativ til et møte den 10.02.1997 mellom NVE, kommunen og vegvesenet

Flom og isgang har flere ganger skapt problemer i Bolme området. Rindal kommune ønsker å få utredet hva som bør gjøres for å redusere ulempene ved isganger. I dette ligger det også en vurdering av hva slags betydning vegfyllinger og bruer i området har for disse forholdene.

For å kartlegge de hydrauliske forholdene i området er det foretatt vannlinjeberegninger som beskriver forholdene ved flom, med og uten innvirkning fra bruer og vegfyllinger.

Rindal kommune har tatt opp tverrprofiler i området som grunnlag for vannlinjeberegningene.

2 GRUNNLAGSINFORMASJON

2.1 Hydrologi

Trollheim kraftverk ligger ved Harang i Surnadal, ca 25 km fra Surnadalsfjorden, og ble satt i drift i oktober 1968. I elva Folla, som er en sideelv til Surna, er det bygget to store magasin Gråsjø og Follsjø, som også får overført vann fra elvene Vindøla, Bulu og Rinna.

Utbyggingen fører til at elvene Folla, Rinna, Vindøla, Bulu og Surna ovenfor Harang får redusert vannføring stort sett hele året. Elva Surna er påvirket av reguleringene i Trollheimen opp til samløpet med Rinna. Ved ny Bolme bru har Surna et nedslgsfelt på ca 437 km^2, av dette er 107,7 km^2 (25 %) regulert i forbindelse med overføringene fra Rinna til Follsjø.

Flomsituasjoner vinterstid synes å gi forholdsvis liten forandring i vannføring med og uten regulering oppstrøms Trollheim kraftverk. Dette skyldes at avrenningen fra reguleringsområdet høyere enn 420 m, i liten grad bidrar til økt avrenning vinterstid. Regn og eventuell snøsmelting absorberes i stor grad i snødekket og gir moderat økning i avrenningen. Enkelte vinterflommer, særlig i desember, kan imidlertid gi begrensede flommer også fra nedbørsfelter over 420 m. Sent i april kan snøsmelting ha kommet i gang, og kan bidra til moderate flommer fra nedbørsfelter over 420 m.

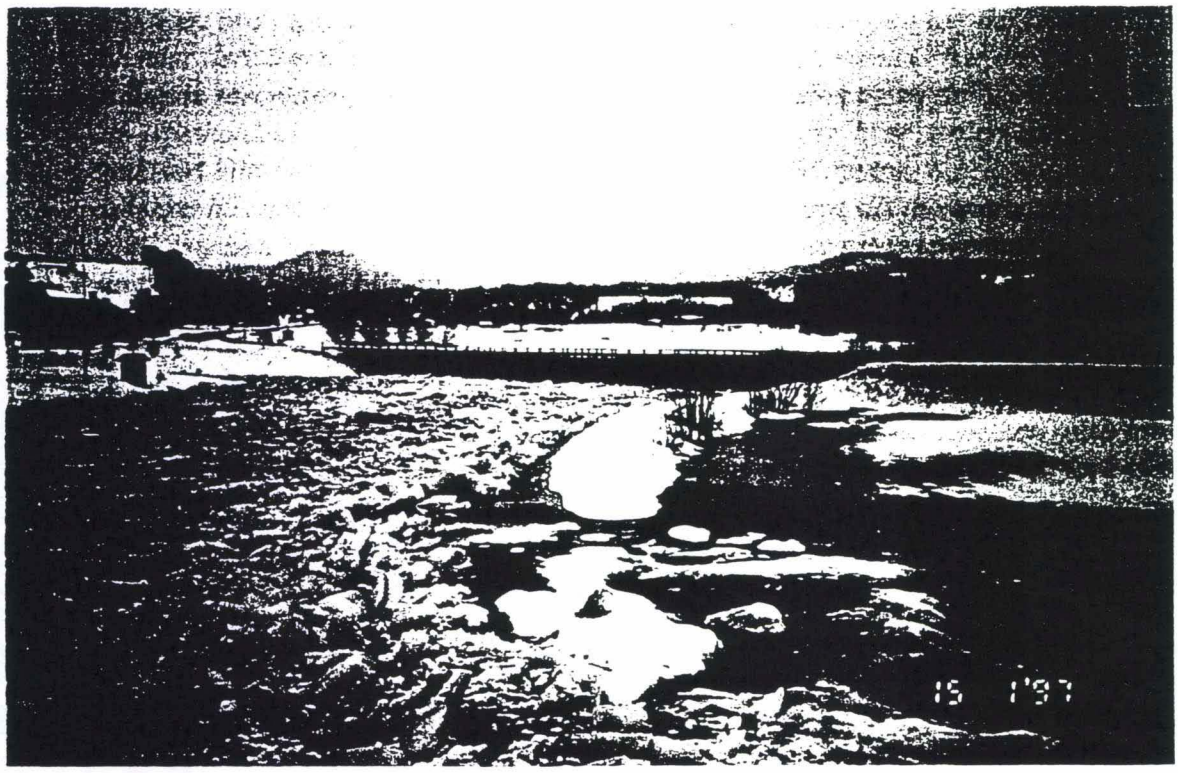
Den mest representative målestasjonen for Surna ved Bolme er 112.27 Skjermo. Problemet med Skjermo er at stasjonen bare har vært i drift siden 1987. Med en så kort observasjonsserie er det usikkert å beregne gjentaksintervall sjeldnere enn 50 år. For å få en formening om hvordan bruer og vegfyllinger innvirker på flomoppstuvingen ved sjeldne flomhendelser har vi likevel foretatt et estimat av en 1000 års flom. Vi understreker at dette er et svært usikkert estimat. Den vil i vannlinjeberegningene i alle fall gi et rimelig god pekepinn om hvordan inngrep i området har

påvirket flomvannstandene ved store flommer. Som en annen grov forutsetning har vi antatt at bekkeinntakene i Rinna og Bulu sluker unna halvparten av vannet i slike ekstreme flomsituasjoner.

Ut fra dette kan vi stille opp følgende oversikt:

Gjentaksintervall (år)	Surna oppstrøms Gryta	Surna nedstrøms Gryta
5	145 m^3/s	149 m^3/s
10	170	174
20	192	198
50	220	226
1000	295	303

NB! Dette er døgnmiddelverdier, dvs at momentanverdien (flomtoppen) kan ligge anslagsvis 20-40% høyere.



Bilde 1. Isgang i januar 1997

2.2 Tidligere undersøkelser av is- og erosjonsforhold

Vinteren 94/95 ble det foretatt registreringer av isforholdene på strekningen Bulu - Harang. Ellers kjenner vi ikke til at det er foretatt systematisk kartlegging av isforholdene på strekningen ovenfor utløpet av Trollheim kraftverk, verken før eller etter regulering. I forbindelse med skjønnsbehandlingen ble imidlertid isforholdene vurdert, og det ble foretatt en rekke befaringer og kontakter med grunneiere.

Til Trollheimskjønnene, IV avd., avhjemlet desember 1975 og mai 1976 ble fremlagt betenkninger vedrørende isforholdene av de sakkyndige, Olaf Devik, Edvigs Kanavin og Syver Roen. Fra rettsboken siteres følgende:

> *Når det gjelder strekningen ovenfor kraftstasjonen vil elven på grunn av mindre vannføring ofte bunnfryse, især på de strekninger hvor elveløpet er bredt og grunt.*
>
> *På grunnlag av de foretatte undersøkelser sier disse sakkyndige at isforholdene stort sett har vært bra i Rinna og Surna etter reguleringen. Som tidligere har det imidlertid gått en eller flere isganger i løpet av vinteren og våren. En del ulemper har disse i likhet med tidligere forårsaket, men på grunn av mindre isproduksjon og en tidligere stabilisering av isforholdene er faren for at isganger skal starte der hvor vintervannføringen er redusert blitt mindre. I tilfeller av bunnfrysing som altså opptrer hyppigere enn før - vil isdekket ha en tendens til å løsne senere under vårløsningen slik at vannmasser strømmer oppå isdekket. Dette kan føre til noen oppstuvning av vannstanden enkelte steder, men virkningen av dette blir mindre på grunn av redusert vannføring.*
>
> *De sakkyndige sier videre at en redusert vannføring også vil minske elvens transportevne, hvilket i enkelte tilfelle kan føre til at isganger stopper opp der de ellers med større vannføring ville ha passert. En slik minsket transportevne kan også føre til at elveleiet enkelte steder grunnes opp i sterkere grad enn før, og i sin tid føre til mer bunnfrysing.*

Til overskjønnet ble det laget en ny vurdering av isforholdene, det foreligger her følgende konklusjon vedrørende isforholdene ovenfor avløpet fra Trollheim kraftverk:

> *Liten endring i isforholdene, men sannsynligvis litt tidligere isdannelse om høsten, størrelsesorden 1 uke. Ingen endring i tidspunkt for isfri elv.*

I de enkelte rapporter er isganger omtalt, men det er ikke påvist ugunstige endringer i isganger eller isforhold for øvrig som kan knyttes opp til reguleringen. Flere steder er det omtalt at forandringer i transportevnen vil kunne føre til endringer i elveleiet som gir seg utslag i at bunnforholdene endres, og på den måten også endre isforholdene i elva. Slike endringer er imidlertid ikke dokumentert på dette tidspunkt.

I 1990 var det ekstreme flomvannføringer i de uregulerte sideelvene på nordsiden av elva. Dette førte til stor massetransport ut i Surna som er kraftig regulert på strekningen. Reduserte flommer i Surna medfører at disse massene ikke blir transportert videre nedover elva så raskt som før.

I forbindelse med en vurdering av isforholdene i Surna / 1 / har vi hentet følgende:

Det har både før og etter regulering vært vinter- og vårisganger i vassdraget. De største skader har vært i forbindelse med vinterisganger som vanligvis har startet i sideelvene. I de sideelver som er overført og har noe redusert vintervannføring, er også faren for utløsning av vinterisganger blitt noe mindre. I de uregulerte sidevassdragene er det ingen slike endringer. Vårisganger er relativt sjeldent i vassdraget, og redusert flomvannføring om våren medvirker til at både hyppigheten av og eventuelle skadevirkninger av vårisganger reduseres, selv om dette ikke er dokumentert. Det foreligger heller ikke dokumentasjon på at bunnfrysing i elveleiet til nå har økt som følge av reguleringen, eller at slik bunnfrysing har forårsaket skader. Den relativt beskjedne reduksjonen i vintervannføringen tilsier også dette.

Det er observert at steinmasser kan fryse inn i isen og transporteres med isen ved eventuelle isganger, og avleires på nye steder. Omfanget av dette er imidlertid lite, så lenge det ikke går større isganger.

Endrete vannførings- og særlig flomforhold kan påvirke materialtransporten i vassdraget og således forårsake endringer i elveleiet, bl. a. i de lokale fallforhold. Dette kan videre påvirke virkningene av eventuelle isganger. På steder med økt begroing eller av andre årsaker trangere elveleie vil ismassene som føres med en isgang også lettere stoppe opp og derved forårsake oppstuving som kan gi oversvømmelser og skader. Som følge av redusert flomvannføring om våren vil eventuelle isganger kunne stanse på andre steder enn før.

Endringer i elveleiet vil også kunne påvirke isdannelsen på stedet. Dersom elveleiet har blitt flatere og bredere vil det i større grad kunne bli bunnfrysing og eventuelt svellisdannelse. Videre vil stedene hvor bunnis og bunnisdammer dannes kunne påvirkes. Dette anses likevel ikke alene å ha gitt store endringer i isforholdene.

Problemer i tilknytning til bunnfrysing ser så langt ut til å være mindre omfattende enn beskrevet under skjønnsbehandlingen. Forholdene som er beskrevet ovenfor er for øvrig i hovedsak i overensstemmelse med det som har blitt uttalt om virkningen på isforholdene ved de avhjemlete skjønn.

2.3 Isproblemer ved Bolme vinteren 97

I romjula 1996 gikk det en isgang i Surna, som medførte en iskork i elveløpet ca 500-600 m nedenfor gamle Bolme bru. Fronten av denne iskorken var ved et gammelt grusuttak ved Svevøra der elva, som følge av grusuttaket, var svært bred og grunn. Dette førte til at elveløpet ble fullpakket med is i over 100 meters lengde. Den neste isløsningen skjedde 14.01.1997. Fronten på denne iskorken starter over 100 m nedenfor gamle Bolme bru. Det er trolig at isen stoppet lettere her som følge av at elveløpet hadde tettet seg til lengre ned. Som følge av at mye is ble transportert ned mot dette området fra områdene lengre opp i elva, dannet det seg en iskork som gikk helt opp til samløpet med Rinna. Også den vegetasjonsdekte øra på høyre side like nedenfor gamle Bolme bru er et område isen lett kan stoppe opp. I NVE-Rapport 01/97 ref. / 2/ "Skjøtselsplan for vegetasjon i Surna og regulerte sideelver" er det foreslått å fjerne mesteparten

av vegetasjonen på denne øya. På høyre side like oppstrøms gamle Bolme bru er også et område der isen stuver opp og mister framdrift. Den nye brua ligger lavt i forhold til elva og isgangen førte til at brua ble utsatt for store trykk både sideveis og vertikalt. Det er også relativt store vannhastigheter i det området brua ligger. Dette fører til at store isflak som kommer drivende gir store støtkrefter mot brua.

3 VANNLINJEBEREGNINGER

3.1 Beregningsmodell

Vannlinjen beregnes på grunnlag av oppmålte tverrprofiler og vannføringer. Til dette har vi brukt beregningsmodellen HEC-RAS. Programmet beregner vannlinjen for endimensjonal gradvis varierende strømning der vi antar at vannføringen er konstant. Programmet beregner både over- og underkritisk strømning og har forskjellige rutiner for innlegging og modifisering av geometriske data. Beregningsprosedyren er basert på løsning av den endimensjonale energi ligningen med energi tap som følge av friksjon beregnet med Mannings ligning. Programmet har omfattende rutiner for beregning av bruer og kulverter og har også muligheter for å beregne erosjonsforhold ved bruer.

3.2 Beregningsresultater

Det er utført beregninger for situasjonen med og uten den nye Bolme bru. For å få en best mulig modell er det viktig å ha høye vannføringer som utgangspunkt for å få en god kalibrering av modellen. Dvs at det er ønskelig å vite sammenhengen mellom vannføring og vannstand for noen store vannføringer for dermed å kunne beregne ruhetsparametre i elva og på elveslettene, og for å beregne de hydrauliske forholdene i forbindelse med bruene. Rindal kommune har tatt opp 13 tverrprofiler for bruk i dette arbeidet.

Sommeren 1997 ble det observert 3 vannlinjer og vannføringen ved Bolme er beregnet for disse tidspunktene ut fra vannføringer ved Skjermo vannmerke. Den høyest vannføringen som vi har vurdert i forbindelse med kalibreringene er ca 30 m^3/s. Dette er en alt for liten vannføring for å kunne foreta en brukbar kalibrering av modellen ved høye vannføringer. Ved beregningene har vi derfor i stor grad måtte støtte oss til erfaringstall for å bestemme aktuelle parametere i modellen.

Det er foretatt vannlinjeberegninger for en rekke vannføringer med og uten ny Bolme bru. Beregningene viser at uten bru og vegfylling, så vil profil 11 (like oppstrøms ny bru) være et bestemmende profil både ved små og store vassføringer og dermed påvirke vasstanden oppstrøms. Ved flommer fra ca 5 års flom og større ser vi av beregningene at bru og vegfylling tar over som bestemmende profil. Dette betyr da at brua og vegbanen gir oppstuvinger like oppstrøms. Det understrekes at disse beregningene er usikre, dette fordi det er vanskelig å modellere den forholdsvis kompliserte geometrien i området og at vi mangler kalibreringsdata for store vassføringer. For sikrere å kunne fastslå bruas oppstuvende evne i flomsituasjoner vil

vi anbefale at vannstandene oppstrøms og nedstrøms brua måles inn i forbindelse med en stor flom.

Gjentaksintervall år	Oppstuving like oppstrøms ny Bolme bru (cm)
5	30
20	35
50	40
Ekstrem flom	45-60

Tabell 1: Oppstuvings effekter oppstrøms ny Bolme bru.

Som nevnt er estimatene av flomstørrelser usikre som følge av kort observasjonsserie ved målestasjonen på Skjermo.

Det er forholdsvis liten klaring mellom vannspeilet og brubjeklene samtidig som det er store vannhastigheter i nærheten av brua. Ved en 50 års flom er klaringen på bare litt over 1 m. I slike situasjoner vil mange trær og annet drivgods komme rekende og vil kunne skape problemer ved at tverrsnittet under brua innsnevres.

4 ANBEFALINGER

Vi vil presisere at det her handler om tiltak for om mulig å redusere ulempene ved isganger. Isgangene utløses for det meste i sideelvene, slik at ismasser herfra føres nedover og akkumuleres i hovedelva. Ismassene synes ofte å stoppe i området ved Bolme, og forårsaker oversvømmelser og eventuelt erosjon i området ovenfor brua. Tiltak må derfor bestå i å forsøke å lede ismassene lenger nedover elva forbi Bolme. En må da være oppmerksom på at andre områder lenger ned kan bli mer utsatt enn nå.

Is vil ofte komme drivende ved mindre vannføringer. Det er trolig at den nye brua ikke representerer den største faren for at iskorken skal sette seg akkurat her i alle situasjoner. I januar 1997 så vi at isdammen som satte seg lengre ned i elva førte til et betydelig press mot brubjelker og brudekke på den nye brua. Vi kan vel aldri sikre oss mot at slike hendelser skjer igjen, men vi kan redusere sjansene for at problemer oppstår. Vi har i den forbindelsen vurdert 4 tiltak:

1. Vegetasjonsfjerning på grusøra nedenfor gamle Bolme bru som beskrevet i /2/.

2. Det ser ut som om isen støter kraftig mot høyre side like oppstrøms gamle Bolme bru. Her mister isflakene mye fart og dette medfører at isen lettere kan stoppe opp her. En kan her tenke seg en utfylling for å oppnå en bedre hydraulisk utforming. Ved isganger vil i alle

fall dette området fylles opp av ismasser, dette betyr at tiltaket trolig vil ha en svært begrenset effekt.

3. Vannhastighetene ved den nye brua er store (ca 2,4 m/s ved en 5 års flom) og store isflak som kommer drivende i en flom vil medføre store støtkrefter mot brua. Montering av såkalte isprofiler på pilarene vil redusere støtkreftene mot brua. Samtidig vil også isflakene knuses opp slik at det blir mindre sjanse for at de vil lage iskork lengre nede. Effekten avhenger av isflakenes tykkelse og at det fortsatt er passasje under brua.

4. Vi har ikke noe sikkert grunnlag for å vurdere om det bør fjernes grus fra elveløpet i nærheten av brua. Det er foretatt en sammenligning av elvebunnen under ny Bolme bru i dag med et profil som er vist på vegvesenets tegning 2-2185-A1 datert 16.09.1977. På denne ligger laveste punktet på elvebunnen på kote 65,8. På profilet som ble tatt opp i sommer ligger laveste punktet på kote 66,0. Ut fra dette, og at vi ikke kjenner overdekningen ned til leire i området, vil det ikke være å anbefale at det blir tatt ut masser i elvebunnen.

Det er tvilsomt om de omtalte tiltak vil være tilstrekkelig ved større isganger. Nye Bolme bru synes å være et meget kritisk punkt for videretransport av is. Hele tverrsnittet var ved isgangen i januar 1997 tilstoppet av is og bare mindre deler av vassføringen passerte under isen. En økning av tverrsnittet ved heving av brua vil bidra til at mer is føres nedover elva og dermed reduserer oppstuvingen ovenfor brua. Et slikt tiltak er imidlertid svært omfattende og det anbefales derfor at tiltak 1 og 3 blir utført først for så å avvente effekten av disse.

5 REFERANSELISTE

1. Ingebrigt Bævre, 1995
   Trollheim-reguleringens innvirkning på elveløp og hydrologi i Surna på strekningen Bulu - Harang. NVE-Rapport 21/95

2. Ingebrigt Bævre, 1997
   Skjøtselsplan for vegetasjon i Surna og regulerte sideelver. NVE-Rapport 01/97

3. Rettsbok for Nordmøre herredsrett vedrørende Trollheimskjønnene III Avd. Avhjemlet 14-17 desember 1971 og 25-27 januar 1972.

4. Rettsbok for Nordmøre herredsrett vedrørende Trollheimskjønnene IV Avd. Avhjemlet 10-13 desember 1975 og 3-6 mai 1976.

5. Utskrift av rettsbok for Nordmøre herredsrett. Overskjønn Regulerings- og utbyggingsskjønn Folla- Vindølavassdragene m.v. Avdeling IV. Avhjemlet 4 november 1977.

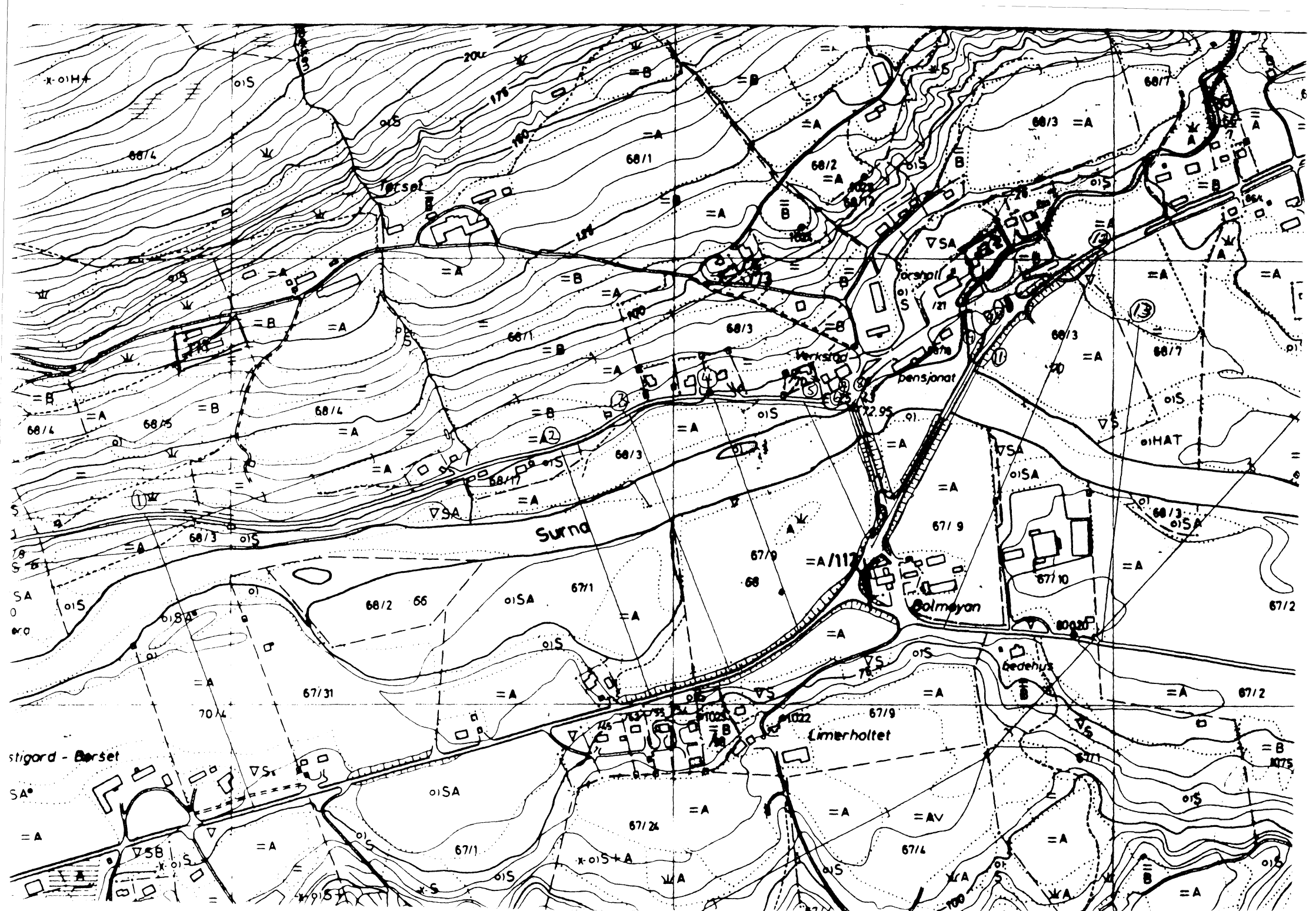
6. Syver Roen, 1984:
   Om virkningen av Trollheimreguleringen på vanntemperatur- og isforholdene i Surna, spesielt nedenfor avløpet fra Trollheim kraftverk.

6 VEDLEGG

- **Kart over området med profilplassering inntegnet**

- **Utskrift fra vannlinjeberegningene**
  Flommene som er beregnet er døgnmiddelflommer for de ulike gjentaksintervall. Den maksimale døgnflommen vil antagelig ligge 20-40 % høyere.

- **Rapport om flomforholdene**


Surna
Limerholtet
Bolmøyan
Verksted
pensjonat
bedehus
stigard - Børset
Børset
68/4
68/1
68/2
68/3
68/7
68/5
68/17
67/9
67/10
67/2
67/31
67/24
67/1
67/4
70/4
66
68
01HAT
01SA
01S

HEC-RAS River: Suma Reach: Suma

			145.00	61.52	63.40	63.09	63.70	0.005001	2.42	62.11	63.25	0.67
			145.00	61.52	63.40	63.09	63.70	0.005001	2.42	62.11	63.25	0.67
			145.00	64.04	65.77		65.99	0.004749	2.14	73.91	104.60	0.64
			145.00	64.04	65.77		65.99	0.004749	2.14	73.91	104.60	0.64
			145.00	63.45	66.12	65.92	66.45	0.005085	2.64	61.31	74.49	0.69
			145.00	63.45	66.12	65.92	66.45	0.005085	2.64	61.31	74.49	0.69
			145.00	64.17	66.60		66.76	0.002174	1.79	81.29	62.82	0.45
			145.00	64.17	66.60		66.76	0.002174	1.79	81.29	62.82	0.45
			145.00	65.24	66.83	66.83	67.30	0.010852	3.07	49.16	53.34	0.95
			145.00	65.24	66.83	66.83	67.30	0.010852	3.07	49.16	53.34	0.95
			145.00	63.36	67.37	65.49	67.46	0.000604	1.33	109.38	49.57	0.26
			145.00	63.36	67.37	65.49	67.46	0.000604	1.33	109.38	49.57	0.26
			145.00	63.00	67.40		67.47	0.000404	1.17	126.59	53.52	0.21
			145.00	63.00	67.40		67.47	0.000404	1.17	126.59	53.52	0.21
			145.00	63.00	67.40		67.47	0.000403	1.17	126.70	53.52	0.21
			145.00	63.00	67.40		67.47	0.000403	1.17	126.70	53.52	0.21
			145.00	62.12	67.39		67.48	0.000716	1.34	107.89	43.89	0.27
			145.00	62.12	67.39		67.48	0.000716	1.34	107.89	43.89	0.27
			149.00	65.04	67.46		67.61	0.001936	1.69	88.51	62.15	0.43
			149.00	65.04	67.45		67.60	0.001980	1.70	87.82	60.93	0.43
			149.00	66.04	67.42		67.72	0.006325	2.40	62.02	56.68	0.73
			Bridge									
			149.00	66.04	67.68	67.21	67.87	0.003163	1.91	78.50	65.39	0.53
			149.00	66.14	67.70		67.98	0.005468	2.35	63.43	54.10	0.69
			149.00	66.14	67.41	67.41	67.90	0.012433	3.08	48.31	50.53	1.01
			149.00	66.47	68.09	68.09	68.62	0.011443	3.24	46.25	45.86	0.99
			149.00	66.47	68.20	68.09	68.63	0.008407	2.93	51.55	49.50	0.86
			149.00	66.53	68.98		69.20	0.002504	2.13	74.65	61.64	0.50
			149.00	66.53	68.94		69.18	0.002706	2.19	72.21	59.66	0.52

Q	=	Vannføring (m^3/s)
W.S.Elev	=	Beregnet vannlinje
River Sta	=	Profil nr (se vedlagt kart)
Gjentaksintervall	=	5 år

HEC-RAS River: Suma Reach: Suma

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	(m³/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m²)	(m)	(m)
[illegible]	[illegible]	[illegible]	192.00	61.52	63.63	63.35	63.97	0.005001	2.65	77.92	75.09	0.69
[illegible]	[illegible]	[illegible]	192.00	61.52	63.63	63.35	63.97	0.005001	2.65	77.92	75.09	0.69
[illegible]	[illegible]	[illegible]	192.00	64.04	65.97		66.21	0.004494	2.29	97.45	134.69	0.64
[illegible]	[illegible]	[illegible]	192.00	64.04	65.97		66.21	0.004494	2.29	97.45	134.69	0.64
[illegible]	[illegible]	[illegible]	192.00	63.45	66.29	66.24	66.69	0.005619	2.95	77.84	116.01	0.74
[illegible]	[illegible]	[illegible]	192.00	63.45	66.29	66.24	66.69	0.005619	2.95	77.84	116.01	0.74
[illegible]	[illegible]	[illegible]	192.00	64.17	66.84		67.05	0.002500	2.02	100.67	98.44	0.49
[illegible]	[illegible]	[illegible]	192.00	64.17	66.84		67.05	0.002500	2.02	100.67	98.44	0.49
[illegible]	[illegible]	[illegible]	192.00	65.24	67.06	67.03	67.58	0.009778	3.27	61.46	55.46	0.93
[illegible]	[illegible]	[illegible]	192.00	65.24	67.06	67.03	67.58	0.009778	3.27	61.46	55.46	0.93
[illegible]	[illegible]	[illegible]	192.00	63.36	67.63	65.78	67.75	0.000796	1.60	124.95	71.40	0.30
[illegible]	[illegible]	[illegible]	192.00	63.36	67.63	65.78	67.75	0.000796	1.60	124.95	71.40	0.30
[illegible]	[illegible]	[illegible]	192.00	63.00	67.67		67.77	0.000536	1.41	141.03	53.76	0.24
[illegible]	[illegible]	[illegible]	192.00	63.00	67.67		67.77	0.000536	1.41	141.03	53.76	0.24
[illegible]	[illegible]	[illegible]	192.00	63.00	67.67		67.77	0.000534	1.41	141.17	53.76	0.24
[illegible]	[illegible]	[illegible]	192.00	63.00	67.67		67.77	0.000534	1.41	141.17	53.76	0.24
[illegible]	[illegible]	[illegible]	192.00	62.12	67.66		67.78	0.000879	1.58	130.23	108.73	0.31
[illegible]	[illegible]	[illegible]	192.00	62.12	67.66		67.78	0.000879	1.58	130.23	108.73	0.31
[illegible]	[illegible]	[illegible]	198.00	65.04	67.75		67.92	0.001970	1.87	110.54	93.39	0.44
[illegible]	[illegible]	[illegible]	198.00	65.04	67.74		67.92	0.002012	1.88	109.52	92.16	0.45
[illegible]	[illegible]	[illegible]	198.00	66.04	67.75		68.05	0.004716	2.44	82.13	63.86	0.66
[illegible]	[illegible]		Bridge									
[illegible]	[illegible]	[illegible]	198.00	66.04	67.97	67.40	68.18	0.002908	2.06	97.66	67.07	0.53
[illegible]	[illegible]	[illegible]	198.00	66.14	67.99		68.31	0.004907	2.50	79.38	58.25	0.67
[illegible]	[illegible]	[illegible]	198.00	66.14	67.63	67.63	68.19	0.011655	3.32	59.62	53.13	1.00
[illegible]	[illegible]	[illegible]	198.00	66.47	68.37	68.37	68.94	0.009593	3.37	61.04	63.24	0.93
[illegible]	[illegible]	[illegible]	198.00	66.47	68.38	68.37	68.94	0.009258	3.33	61.96	64.56	0.92
[illegible]	[illegible]	[illegible]	198.00	66.53	69.24		69.52	0.002713	2.39	92.41	74.51	0.53
[illegible]	[illegible]	[illegible]	198.00	66.53	69.23		69.51	0.002746	2.40	91.92	74.18	0.53

Q	=	Vannføring (m^3/s)
W.S.Elev	=	Beregnet vannlinje
River Sta	=	Profil nr (se vedlagt kart)
Gjentaksintervall	=	20 år

HEC-RAS River: Suma Reach: Suma

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	(m³/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m²)	(m)	(m)
[illegible]	[illegible]	[illegible]	220.00	61.52	63.74	63.50	64.11	0.005010	2.77	86.51	76.06	0.70
[illegible]	[illegible]	[illegible]	220.00	61.52	63.74	63.50	64.11	0.005010	2.77	86.51	76.06	0.70
[illegible]	[illegible]	[illegible]										
[illegible]	[illegible]	[illegible]	220.00	64.04	66.07		66.32	0.004358	2.35	111.63	150.67	0.63
[illegible]	[illegible]	[illegible]	220.00	64.04	66.07		66.32	0.004358	2.35	111.63	150.67	0.63
[illegible]	[illegible]	[illegible]										
[illegible]	[illegible]	[illegible]	220.00	63.45	66.43	66.43	66.80	0.005102	2.94	95.12	137.94	0.71
[illegible]	[illegible]	[illegible]	220.00	63.45	66.43	66.43	66.80	0.005102	2.94	95.12	137.94	0.71
[illegible]	[illegible]	[illegible]										
[illegible]	[illegible]	[illegible]	220.00	64.17	66.92		67.16	0.002815	2.18	109.54	111.27	0.53
[illegible]	[illegible]	[illegible]	220.00	64.17	66.92		67.16	0.002815	2.18	109.54	111.27	0.53
[illegible]	[illegible]	[illegible]										
[illegible]	[illegible]	[illegible]	220.00	65.24	67.17	67.15	67.73	0.009637	3.40	67.64	56.50	0.94
[illegible]	[illegible]	[illegible]	220.00	65.24	67.17	67.15	67.73	0.009637	3.40	67.64	56.50	0.94
[illegible]	[illegible]	[illegible]										
[illegible]	[illegible]	[illegible]	220.00	63.36	67.77	65.93	67.92	0.000889	1.73	136.12	83.62	0.32
[illegible]	[illegible]	[illegible]	220.00	63.36	67.77	65.93	67.92	0.000889	1.73	136.12	83.62	0.32
[illegible]	[illegible]	[illegible]										
[illegible]	[illegible]	[illegible]	220.00	63.00	67.82		67.93	0.000608	1.54	148.95	53.88	0.26
[illegible]	[illegible]	[illegible]	220.00	63.00	67.82		67.93	0.000608	1.54	148.95	53.88	0.26
[illegible]	[illegible]	[illegible]										
[illegible]	[illegible]	[illegible]	220.00	63.00	67.82		67.94	0.000606	1.54	149.12	53.89	0.26
[illegible]	[illegible]	[illegible]	220.00	63.00	67.82		67.94	0.000606	1.54	149.12	53.89	0.26
[illegible]	[illegible]	[illegible]										
[illegible]	[illegible]	[illegible]	220.00	62.12	67.81		67.95	0.000922	1.67	146.84	109.20	0.32
[illegible]	[illegible]	[illegible]	220.00	62.12	67.81		67.95	0.000922	1.67	146.84	109.20	0.32
[illegible]	[illegible]	[illegible]										
[illegible]	[illegible]	[illegible]	226.00	65.04	67.90		68.09	0.001909	1.94	126.30	110.78	0.44
[illegible]	[illegible]	[illegible]	226.00	65.04	67.89		68.08	0.001948	1.95	125.14	109.60	0.45
[illegible]	[illegible]	[illegible]										
[illegible]	[illegible]	[illegible]	226.00	66.04	67.90		68.22	0.004373	2.50	91.89	64.45	0.64
[illegible]	[illegible]	[illegible]										
[illegible]	[illegible]	[illegible]	Bridge									
[illegible]	[illegible]	[illegible]										
[illegible]	[illegible]	[illegible]	226.00	66.04	68.12	67.50	68.35	0.002833	2.14	107.83	71.58	0.53
[illegible]	[illegible]	[illegible]										
[illegible]	[illegible]	[illegible]	226.00	66.14	68.13		68.47	0.004725	2.58	87.96	62.65	0.67
[illegible]	[illegible]	[illegible]	226.00	66.14	67.74	67.74	68.35	0.011349	3.45	65.60	54.68	1.00
[illegible]	[illegible]	[illegible]										
[illegible]	[illegible]	[illegible]	226.00	66.47	68.59	68.59	69.08	0.007196	3.17	79.92	108.80	0.83
[illegible]	[illegible]	[illegible]	226.00	66.47	68.59	68.59	69.08	0.007196	3.17	79.92	108.80	0.83
[illegible]	[illegible]	[illegible]										
[illegible]	[illegible]	[illegible]	226.00	66.53	69.31		69.63	0.003136	2.62	97.45	77.77	0.57
[illegible]	[illegible]	[illegible]	226.00	66.53	69.31		69.63	0.003136	2.62	97.45	77.77	0.57

Q	=	Vannføring (m^3/s)
W.S.Elev	=	Beregnet vannlinje
River Sta	=	Profil nr (se vedlagt kart)
Gjentaksintervall	=	50 år

HEC-RAS River: Suma Reach: Suma

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m)	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	295.00	61.52	64.01	63.81	64.44	0.005007	3.03	107.42	78.38	0.71
[illegible]	[illegible]	[illegible]	295.00	61.52	64.01	63.81	64.44	0.005007	3.03	107.42	78.38	0.71
[illegible]	[illegible]	[illegible]	295.00	64.04	66.30		66.56	0.004010	2.48	150.80	187.88	0.62
[illegible]	[illegible]	[illegible]	295.00	64.04	66.30		66.56	0.004010	2.48	150.80	187.88	0.62
[illegible]	[illegible]	[illegible]	295.00	63.45	66.62	66.62	67.03	0.005253	3.17	123.13	143.09	0.73
[illegible]	[illegible]	[illegible]	295.00	63.45	66.62	66.62	67.03	0.005253	3.17	123.13	143.09	0.73
[illegible]	[illegible]	[illegible]	295.00	64.17	67.21		67.46	0.003754	2.28	149.27	167.23	0.59
[illegible]	[illegible]	[illegible]	295.00	64.17	67.21		67.46	0.003754	2.28	149.27	167.23	0.59
[illegible]	[illegible]	[illegible]	295.00	65.24	67.49	67.43	68.11	0.008372	3.58	87.34	78.13	0.90
[illegible]	[illegible]	[illegible]	295.00	65.24	67.49	67.43	68.11	0.008372	3.58	87.34	78.13	0.90
[illegible]	[illegible]	[illegible]	295.00	63.36	68.11	66.30	68.30	0.001057	1.99	169.39	106.73	0.35
[illegible]	[illegible]	[illegible]	295.00	63.36	68.11	66.30	68.30	0.001057	1.99	169.39	106.73	0.35
[illegible]	[illegible]	[illegible]	295.00	63.00	68.15		68.32	0.000804	1.86	167.22	58.06	0.30
[illegible]	[illegible]	[illegible]	295.00	63.00	68.15		68.32	0.000804	1.86	167.22	58.06	0.30
[illegible]	[illegible]	[illegible]	295.00	63.00	68.15		68.32	0.000801	1.86	167.48	58.10	0.30
[illegible]	[illegible]	[illegible]	295.00	63.00	68.15		68.32	0.000801	1.86	167.48	58.10	0.30
[illegible]	[illegible]	[illegible]	295.00	62.12	68.17		68.33	0.000984	1.86	186.63	114.38	0.33
[illegible]	[illegible]	[illegible]	295.00	62.12	68.17		68.33	0.000984	1.86	186.63	114.38	0.33
[illegible]	[illegible]	[illegible]	303.00	65.04	68.26		68.46	0.001752	2.05	174.46	156.15	0.43
[illegible]	[illegible]	[illegible]	303.00	65.04	68.25		68.45	0.001778	2.06	173.21	155.18	0.44
[illegible]	[illegible]	[illegible]	303.00	66.04	68.25		68.62	0.003976	2.69	115.63	70.52	0.63
[illegible]	[illegible]		Bridge									
[illegible]	[illegible]	[illegible]	303.00	66.04	68.48	67.78	68.75	0.002669	2.32	134.96	76.45	0.52
[illegible]	[illegible]	[illegible]	303.00	66.14	68.49		68.88	0.004312	2.76	111.98	69.04	0.66
[illegible]	[illegible]	[illegible]	303.00	66.14	68.03	68.03	68.73	0.010556	3.72	81.68	58.82	0.99
[illegible]	[illegible]	[illegible]	303.00	66.47	68.93	68.93	69.34	0.005351	3.05	129.69	183.09	0.73
[illegible]	[illegible]	[illegible]	303.00	66.47	68.93	68.93	69.34	0.005351	3.05	129.69	183.09	0.73
[illegible]	[illegible]	[illegible]	303.00	66.53	69.44		69.95	0.004599	3.29	108.65	104.00	0.70
[illegible]	[illegible]	[illegible]	303.00	66.53	69.44		69.95	0.004599	3.29	108.65	104.00	0.70

Q	=	Vannføring (m^3/s)
W.S.Elev	=	Beregnet vannlinje
River Sta	=	Profil nr (se vedlagt kart)
Gjentaksintervall	=	1000 år

HEC-RAS River: Suma Reach: Suma

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
			(m³/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m²)	(m)	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	500.00	61.52	64.59	64.34	65.18	0.005003	3.60	155.07	89.21	0.74
[illegible]	[illegible]	[illegible]	500.00	61.52	64.59	64.34	65.18	0.005003	3.60	155.07	89.21	0.74
[illegible]	[illegible]	[illegible]	500.00	64.04	66.78		67.04	0.003109	2.59	251.39	218.55	0.57
[illegible]	[illegible]	[illegible]	500.00	64.04	66.78		67.04	0.003109	2.59	251.39	218.55	0.57
[illegible]	[illegible]	[illegible]	500.00	63.45	67.00	67.00	67.52	0.005983	3.72	178.50	152.74	0.80
[illegible]	[illegible]	[illegible]	500.00	63.45	67.00	67.00	67.52	0.005983	3.72	178.50	152.74	0.80
[illegible]	[illegible]	[illegible]	500.00	64.17	67.67		67.95	0.003475	2.57	232.20	190.56	0.59
[illegible]	[illegible]	[illegible]	500.00	64.17	67.67		67.95	0.003475	2.57	232.20	190.56	0.59
[illegible]	[illegible]	[illegible]	500.00	65.24	68.08	68.08	68.81	0.006979	4.01	143.84	101.20	0.86
[illegible]	[illegible]	[illegible]	500.00	65.24	68.08	68.08	68.81	0.006979	4.01	143.84	101.20	0.86
[illegible]	[illegible]	[illegible]	500.00	63.36	68.73	67.12	69.01	0.001413	2.54	238.93	119.02	0.42
[illegible]	[illegible]	[illegible]	500.00	63.36	68.73	67.12	69.01	0.001413	2.54	238.93	119.02	0.42
[illegible]	[illegible]	[illegible]	500.00	63.00	68.71		69.06	0.001430	2.67	201.42	62.80	0.41
[illegible]	[illegible]	[illegible]	500.00	63.00	68.71		69.06	0.001430	2.67	201.42	62.80	0.41
[illegible]	[illegible]	[illegible]	500.00	63.00	68.72		69.07	0.001419	2.67	202.03	62.88	0.41
[illegible]	[illegible]	[illegible]	500.00	63.00	68.72		69.07	0.001419	2.67	202.03	62.88	0.41
[illegible]	[illegible]	[illegible]	500.00	62.12	68.87		69.09	0.001125	2.24	269.92	121.88	0.37
[illegible]	[illegible]	[illegible]	500.00	62.12	68.87		69.09	0.001125	2.24	269.92	121.88	0.37
[illegible]	[illegible]	[illegible]	550.00	65.04	68.98		69.20	0.001630	2.33	293.89	176.47	0.44
[illegible]	[illegible]	[illegible]	550.00	65.04	68.98		69.20	0.001635	2.33	293.50	176.41	0.44
[illegible]	[illegible]	[illegible]	550.00	66.04	68.93		69.52	0.004607	3.47	165.97	78.26	0.71
[illegible]	[illegible]		Bridge									
[illegible]	[illegible]	[illegible]	550.00	66.04	69.36	68.46	69.74	0.002602	2.79	207.40	88.17	0.54
[illegible]	[illegible]	[illegible]	550.00	66.14	69.39		69.79	0.003007	2.95	228.90	210.99	0.58
[illegible]	[illegible]	[illegible]	550.00	66.14	68.77	68.77	69.69	0.008979	4.28	131.96	73.36	0.97
[illegible]	[illegible]	[illegible]	550.00	66.47	69.82		69.97	0.001676	2.23	387.46	392.93	0.44
[illegible]	[illegible]	[illegible]	550.00	66.47	69.85		69.99	0.001547	2.16	400.48	398.92	0.42
[illegible]	[illegible]	[illegible]	550.00	66.53	70.04	70.04	70.55	0.004242	3.61	212.88	181.31	0.69
[illegible]	[illegible]	[illegible]	550.00	66.53	70.04	70.04	70.55	0.004242	3.61	212.88	181.31	0.69

Q	=	Vannføring (m^3/s)
W.S.Elev	=	Beregnet vannlinje
River Sta	=	Profil nr (se vedlagt kart)
Gjentaksintervall	=	Ekstrem

NVE
NORGES VASSDRAGS- OG ENERGIVERK
Hydrologisk avdeling

NOTAT

Tittel: 112.C - Surna ved Bolme, Rindal, Møre og Romsdal. - Vannføringer - Flomfrekvensanalyse		
Saknr: 9700478 - 9	**Tilgj.het:** Intern	**Dato:** 28. januar 1998
Stikkord/emneord:		
Ansvarlig: Ola Kjeldsen	**Adm.enhet:** HH	**Sign:**
Saksbehandler: Leif Johnny Bogetveit	**Adm.enhet:** HH	**Sign:** LJB
Dokumentet sendes til: VRM, Ingebrigt Bævre		

Vi viser til tidligere korrespondanse.

Den mest representative målestasjon for Surna ved Bolme er 112.27 Skjermo. Surna er sterkt regulert med magasinene Follsjø og Gråsjø samt flere bekkeinntak. For å bestemme skaleringsfaktor og vannføring for Surna ved Bolme har vi valgt å skille ut restfeltet og trekke fra driftvannføring for Trollheim kr. v. og eventuelt overløp Follsjø dam.

Totalt feltareal Skjermo: 925.7 km^2.
Totalt regulert feltareal Trollheimreguleringen er 459.0 km^2 eksklusiv Vindøla.
Restfelt Skjermo når reguleringsområdet holdes utenfor: 925.7 – 459 = <u>466.7 km^2</u>

Feltareal for Surna ved Bolme: 233.2 km^2 (Øvre Surna) + (203.7 – 107.7) km^2 (restfelt Rinna) = <u>329.2 km^2.</u>

Skaleringsfaktor for Bolme oppstrøms Gryta er: 329.2 / 466.7 = <u>0.71</u>
Skaleringsfaktor for Bolme nedstrøms Gryta er: (329.2+10.6) / 466.7 = <u>0.73</u>

Dato ,Kl	Skjermo m^3/s	Trollheim Kraftverk m^3/s	Follsjø overløp m^3/s	Skjermo – (Follsjø + Driftvf.) i m^3/s	Bolme oppstr. Gryta (k=0.71) m^3/s
12.06.97, kl 13.00	75.7	36.3	0	39.4	28.0
27.06.97, kl 08.30	52.6	39.7	0	12.9	9.2
05.08.97, kl 12.30	107	39.3	7.2	60.5	43.0

Flomfrekvensanalyse

Vi har studert flomfrekvensanalysen for Skjermo og sortert ut den høyeste flomverdien for hvert år, 1987-97. Kun 2 av de høyeste døgnverdiene opptrer samtidig med overløp fra Follsjø dam. Vi har derfor valgt å analysere restfeltet som på forrige side (Skjermo – (Follsjø overløp + Driftvannføring Trollheim kr.v.)).
Vi forutsetter at bekkeinntakene i Rinna (107.7 km^2) og Bulu (46.2 km2) sluker unna halvparten av vannet i slike ekstreme flomsituasjoner.

Feltstørrelse for Bolme oppstrøms Gryta: 329.2 + 107.7*0.5 = 383.0 km^2.
Feltstørrelse for Bolme nedstrøms Gryta: 339.8 + 107.7*0.5 = 393.6 km^2

Skaleringsfaktor for Bolme oppstrøms Gryta er: 329.2 + (107.7*0.5) / 466.7 + (107.7*0.5 + 46.2*0.5) = 0.70

Skaleringsfaktor for Bolme nedstrøms Gryta er: 339.8 + (107.7*0.5) / 466.7 + (107.7*0.5 + 46.2*0.5) = 0.72

Vi har brukt fordelingsfunksjonen General ekstrem value (GEV-PWM) og viser til vedlagt plott og tabellutskrift. Alle tall må skaleres med 0.70 / 0.72 for å få vannføringen oppstrøms / nedstrøms Gryta.

Middelflom Skjermo korrigert for overløp Follsjø og driftvannføring: 157 m^3/s
Middelflom Bolme oppstrøms Gryta: 0.70*157 m^3/s = 110 m^3/s
Middelflom Bolme nedstrøms Gryta: 0.72*157 m^3/s = 113 m^3/s

	Bolme oppstrøms Gryta	Bolme nedstrøms Gryta
Gjentaksintervall 5 år	145 m^3/s	149 m^3/s
Gjentaksintervall 10 år	170	174
Gjentaksintervall 20 år	192	198
Gjentaksintervall 50 år	220	226

Med observasjonsserien på 11 år er det usikkert å beregne gjentaksintervall sjeldnere enn til 50 år.

NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIDIREKTORAT
72026641