



Hydrauliske beregninger ved bygging av ny bru over Glomma ved Askim (002.B)

Ingjerd Haddeland

6
2007



OPPDRAGSRAPPORT A

Hydrauliske beregninger ved bygging av ny bru over Glomma ved Askim (002.B)

Oppdragsrapport nr 6 2006

Hydrauliske beregninger ved bygging av ny bru over Glomma ved Askim (002.B)

Oppdragsgiver: Statens vegvesen - Region Øst

Redaktør:

Forfatter: Ingjerd Haddeland

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 10

Forsidefoto: Fossum bru. Foto: Ingjerd Haddeland

ISSN: 1503-0318

Sammendrag: Det er utført hydrauliske beregninger i forbindelse med at det skal bygges ny bru på E18 over Glomma. En vannlinjemodell er brukt for å estimere vannhastigheter og vannstander i elva i bruområdet. Analyser er utført for situasjoner med og uten bru, med tilhørende midlertidige fyllinger, for normalvannføringen, samt for 100- og 200-årsflommen. Det er også sett på om den nye brua kan påvirke kraftproduksjonen i området.

Resultatene antyder at brua ikke vil påvirke vannstanden i Glomma i nevneverdig grad, men at vannhastigheten vil øke noe, spesielt når det er midlertidige fyllinger i elva.

Det konkluderes også med at Smaalenene bru ikke vil ha noe å si for kraftproduksjonen i området.

Emneord: Glomma, flom, bru, E18

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

; April 2007

Innhold

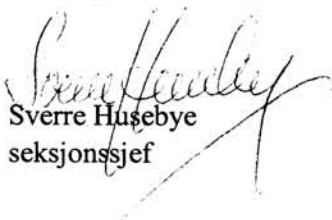
1	Innledning	7
1.1	Bakgrunn	7
1.2	Beskrivelse av området og ny bru	7
1.3	Kraftverkene i området.....	7
2	Metode og datagrunnlag	10
2.1	Flomstørrelser.....	10
2.2	Vannlinjeberegning	11
2.2.1	Tverrprofiler	11
2.2.2	Kalibrering av modellen.....	11
2.3	Analyser.....	13
3	Resultater	14
3.1	Vannstand og vannhastighet.....	14
3.2	Konsekvenser for kraftverkene	16
3.3	Usikkerhet.....	16
3.4	Generelt om gjentaksintervall og sannsynlighet	17
4	Referanser	18
5	Vedlegg.....	19

Forord

På oppdrag for Statens vegvesen - Region Øst har NVE, Hydrologisk avdeling, utført hydrauliske analyser i Glomma ved Askim. Undersøkelsene har omfattet modellering av vannføringer, vannstander og vannhastigheter ved ulike flomstørrelse før og etter bygging av ny bru over Glomma, samt en vurdering av om den nye brua påvirker kraftverkene (kraftproduksjon) i området.

Ingjerd Haddeland har vært ansvarlig for oppdraget, mens Péter Borsányi har kvalitetssikret arbeidet.

Oslo, april 2007


Sverre Husebye
seksjonssjef

Sammendrag

Det er utført hydrauliske beregninger i forbindelse med at det skal bygges ny bru på E18 over Glomma. En vannlinjemodell er brukt for å estimere vannhastigheter og vannstander i elva i bruområdet. Analyser er utført for situasjoner med og uten bru, med tilhørende midlertidige fyllinger, for normalvannføringen, samt for 100- og 200-årsflommen. Det er også sett på om den nye brua kan påvirke kraftproduksjonen i området.

Resultatene antyder at brua ikke vil påvirke vannstanden i Glomma i nevneverdig grad, men at vannhastigheten vil øke noe, spesielt når det er midlertidige fyllinger i elva, se også tabellen nedenfor. Det konkluderes også med at Smaalenene bru ikke vil ha noe å si for kraftproduksjonen i området.

Tabell: Simulerte vannstander og vannhastigheter ved Smaalenene bru ved ulike flomstørrelser og situasjoner.

Vannføring	Situasjon	Nedstrøms grensebetingelse (overvann FKF, moh)	Vannstand (moh)	Gjennomsnittlig vannhastighet (ms ⁻¹)
Q _n	Før bygging	79.72	79.72	0.27
Q _n	Bru	79.72	79.72	0.28
Q _n	Bru og fylling	79.72	79.73	0.32
Q ₁₀₀	Før bygging	79.72	79.74	1.22
Q ₁₀₀	Bru	79.72	79.75	1.26
Q ₁₀₀	Bru og fylling	79.72	79.77	1.45
Q ₁₀₀	Før bygging	81.40	81.41	1.10
Q ₁₀₀	Bru	81.40	81.43	1.14
Q ₁₀₀	Bru og fylling	81.40	81.44	1.33
Q ₂₀₀	Før bygging	79.72	79.74	1.30
Q ₂₀₀	Bru	79.72	79.77	1.34
Q ₂₀₀	Bru og fylling	79.72	79.78	1.55
Q ₂₀₀	Før bygging	81.40	81.41	1.17
Q ₂₀₀	Bru	81.40	81.43	1.21
Q ₂₀₀	Bru og fylling	81.40	81.45	1.42

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

I forbindelse med omlegging av E18 ved Askim i Østfold, skal det bygges ny bru (Smaalenene bru) over Glomma, ca 1200 meter nedstrøms eksisterende Fossum bru, se figur 1. Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) har fått i oppdrag av Statens vegvesen å beregne flom- og flomvannstand ved brustedet for 100- og 200-årsflom, samt vannhastighet ved de samme flomstørrelsene. Under byggingen vil midlertidige fyllinger bli lagt i deler av elva, og dette må det tas hensyn til i beregningene. I tillegg skal konsekvenser for nærliggende kraftverk vurderes.

1.2 Beskrivelse av området og ny bru

Plasseringen av Smaalenene bru blir litt over 1 km nedstrøms eksisterende bru (Fossum bru) over Glomma, og snaut 2 km oppstrøms dammen ved FKF (Felleskraftverkene Kykkelsrud-Fossumfoss), se figur 1. Elveløpet i det aktuelle bruområdet er ca 190 m bredt og snaut 35 m på det dypeste. Ved brustedet består grunnen i elva og på land hovedsaklig av fjell i dagen, og kun i dypålen er det mindre løsmasser (Statens vegvesen, 2004).

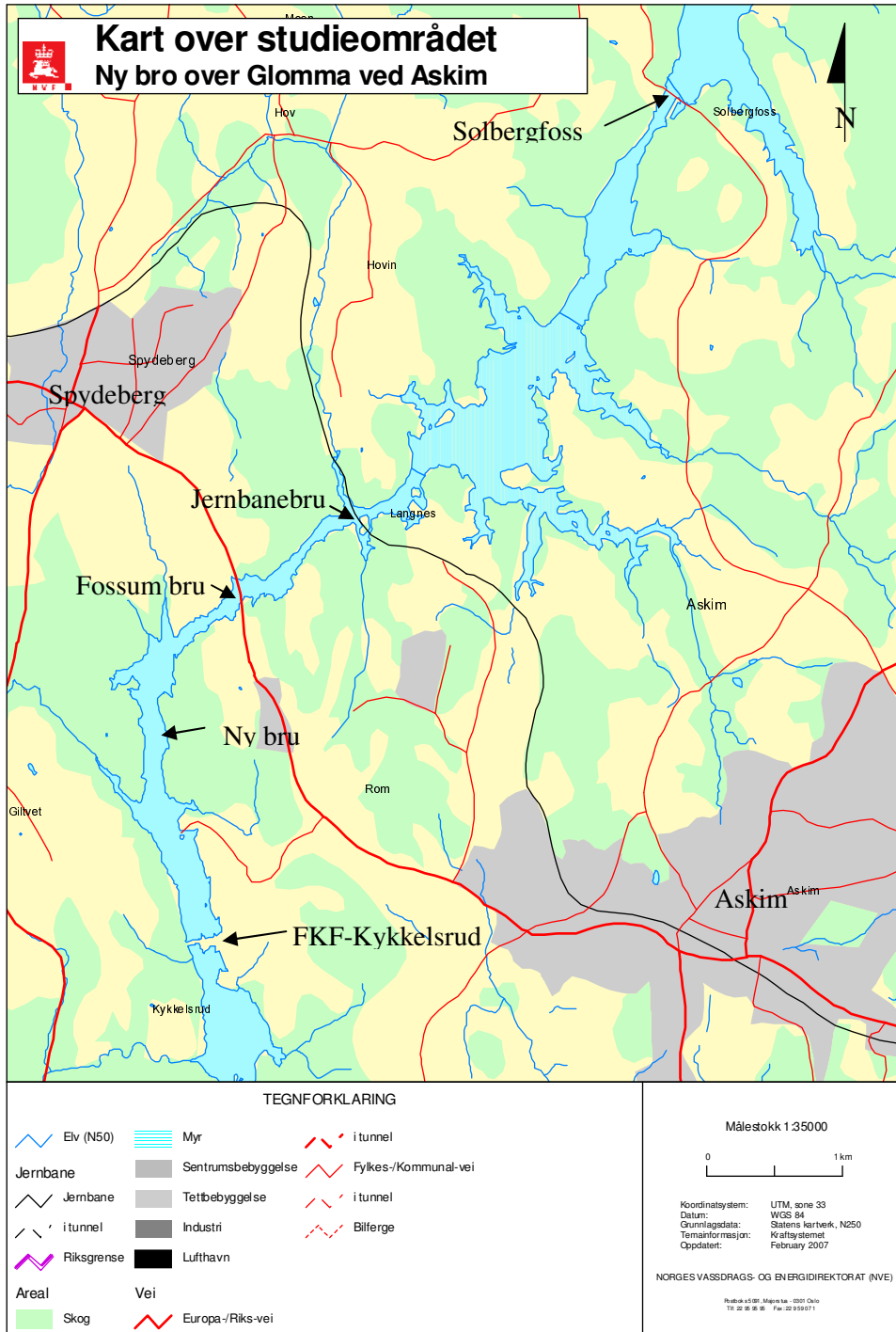
Den nye brua skal bygges som en skråkabelbru med spennvidder på 93.5, 140 og 45 m, se figur 2. Totallengden på brua er 325 m. Det skal bygges et tårn inn mot elveløpets østre bredd, og en pilarakse inne på land på vestsida av elva. Fundamenteringen til brua er direkte fundamentering i fjell. Fundamentet til tårnet skal stå på ca 12 m dyp, og pilaren vil få en bredde på 6.5 meter (Johs. Holt A.S., 2004). Utover pilaren vil ikke brua medføre innsnevringer i elvetverrsnittet, men ved bygging av brua vil det bli midlertidige fyllinger i elva, se figur 3.

1.3 Kraftverkene i området

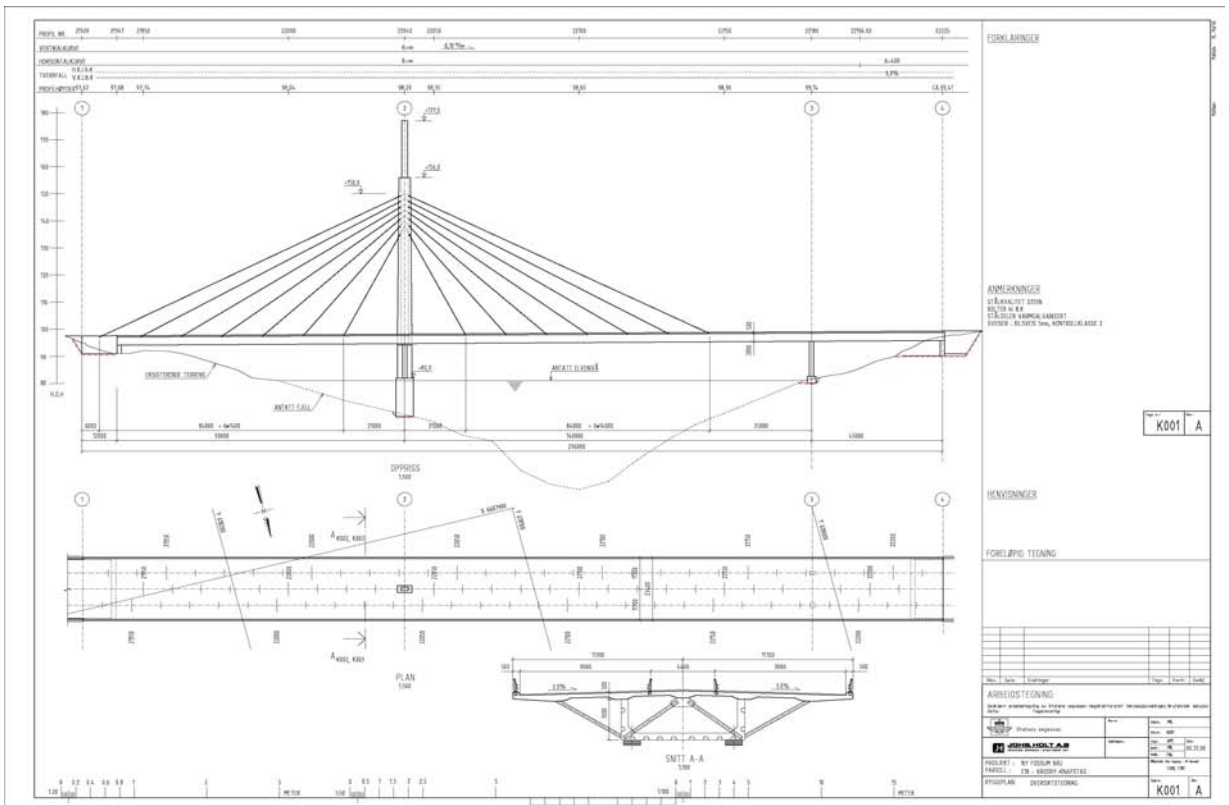
Mørkfoss-Solbergfoss anlegget, som ligger i Glomma ca. 5 km nedstrøms Øyeren i Askim kommune, se også figur 1, eies av E-Co Energi (64.4 %) og Statkraft (35.6 %). Midlere årsvannføring er 689 m³/s, fallhøyden er ca 14 m, og midlere årsproduksjon er 900 GWh (www.e-co.no).

Fellesanlegget Kykkelsrud-Fossumfoss (FKF) ligger ved Glomma, 13 km nedenfor Øyeren i Askim og Spydeberg kommuner, se figur 1. Kraftverket utnytter fallet på ca. 26.5 m i Fossumfoss og Kykkelsrud, og er eid av Hafslund Produksjon AS. Midlere årsproduksjon er 1140 GWh (www.hafslund.no).

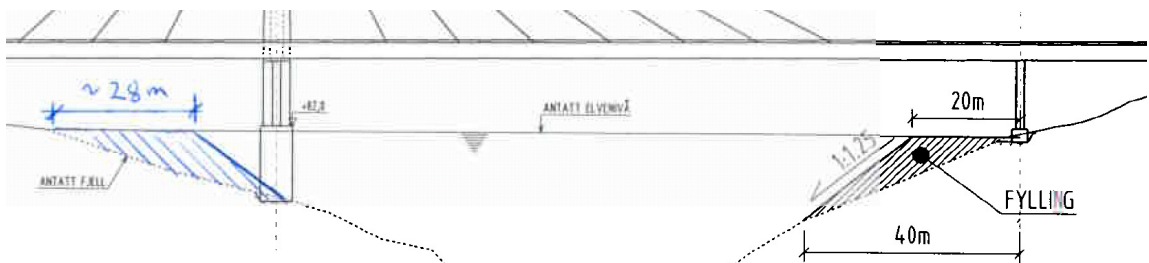
Kykkelsrud kraftverk ligger ved Glommas østside, 13 km nedenfor Øyeren, i Askim kommune. Kraftverket utnytter fallet i Kykkelsrudfossen (20 m). Utbyggingen startet år 1900, noe som gjør Kykkelsrud kraftverk til et av Norges eldste. Middelsproduksjonen i Kykkelsrud kraftverk er 35 GWh (www.hafslund.no).



Figur 1: Kart over studieområdet.



Figur 2: Tegning av ny bru. Tegning fra Statens vegvesen, Region Øst.

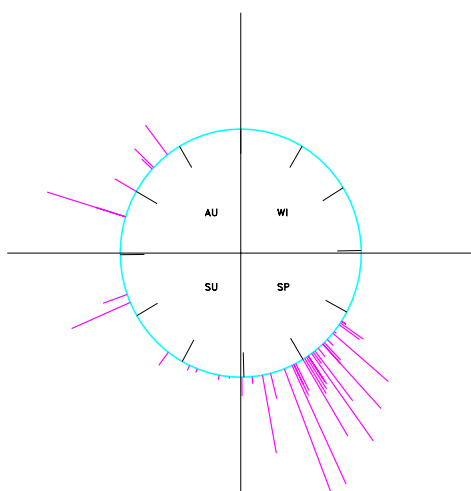


Figur 3: "Worst case scenario" for fyllinger i elva. Tegning fra Statens vegvesen, Region Øst.

2 Metode og datagrunnlag

2.1 Flomstørrelser

Pettersson (2002) har beregnet flomstørrelsene (vannføringer) i vassdraget ved hjelp av en statistisk analyse (flomfrekvensanalyse) av historiske vannføringsdata. De største flommene opptrer som regel i mai eller begynnelsen av juni, i forbindelse med snøsmeltingen. Det er sjelden flommer av betydning utover sommeren og høsten. Figur 4 viser relativ størrelse for vannføringer ved Solbergfoss over en gitt terskelverdi, i dette tilfellet $1740 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, og når i løpet av året disse vannføringene har inntruffet.



Figur 4. Flommer ved Solbergfoss kraftverk, 1961-2000. Sirkelen representerer året med starten på året (1. januar) rett opp. Flommene er markert når på året de fant sted og med relativ størrelse (Pettersson, 2002).

Ved store flommer i Glomma antar man at bidraget fra lokalfeltet nedstrøms Øyeren er relativt lite og heller ikke avhengig av gjentaksintervall på flommen i hovedelven. Det antas derfor at flombidraget tilsvarer normalvannføringen i mai-juni, som er ca. $12 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ i følge observasjonene ved målestasjonene Stortorp og Høgfoss (Pettersson, 2002). Lokalfeltet er ca 100 km^2 , hvilket vil si at vannføringsbidraget er $1.2 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Dette er så lite i forhold til flomvannføringen i Glomma at bidraget i de resterende analyser ikke er tatt hensyn til.

Kulminasjonsverdiene i dette området er beregnet til å være 2-3 prosent større enn døgnmiddelet, og det er de vannføringene som er brukt i vannlinjeberegningen. De vannføringer og gjentaksintervall som er aktuelle for dette prosjektet er gjengitt i tabell 1 (Q_m tilsvarer middelflommen, mens Q_{100} og Q_{200} tilsvarer flommer med gjentaksintervall på henholdsvis 100 og 200 år). Normal årsvannføring (Q_n) i Glomma i dette området er ca. $700 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$.

Tabell 1: Vannføringer ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$) ved ulike gjentaksintervall (Pettersson, 2002).
Flomvannføringene er kulminasjonsverdier.

	Q_n	Q_m	Q_{100}	Q_{200}
Glomma ved Solbergfoss	700	2235	3722	3957

2.2 Vannlinjeberegning

Vannføringsdata, oppmålte profiler av elveløpet og elveløpets egenskaper for øvrig benyttes i en hydraulisk modell som beregner hvor høy vannstand de ulike flommene gir langs elva (vannlinjeberegning). For kalibrering av modellen bør det fortrinnsvis finnes opplysninger om vannføringer og flomvannstander lokalt fra kjente historiske flommer.

Vannlinjeberegninger er gjennomført for å finne vannstand og -hastighet ved ulike flomstørrelser i Glomma ved den planlagte Smaalenene bru. Disse beregningene er utført ved hjelp av programvaren MIKE 11, en hydraulisk beregningsmodell utviklet av Dansk Hydraulisk Institutt (DHI; DHI, 1995). Modellen er basert på en endimensjonal hydraulisk strømningsanalyse, og beregnede vannhastigheter er derfor gjennomsnittlige hastigheter i et snitt på tvers av elva. Modellen kan bl.a. beregne underkritisk, overkritisk strømning og en kombinasjon av disse i en enkel elv, eller i et elvenettverk. Nødvendige inngangsdata til modellen er tverrprofiler, vannføringsdata, vannstander i nedstrøms ende av modellområdet, og kalibreringsdata fra sammenhørende vannføringer og vannstander.

Vannlinjeberegninger må ofte gjøres for en lengre elvestrekning enn selve prosjektområdet, da forhold nedstrøms eller oppstrøms prosjektområdet kan påvirke vannføring og vannstand i det området som skal analyseres. I dette prosjektet er det gjennomført vannlinjeberegning for Glomma fra Solbergfoss til FKF, se også figur 1.

2.2.1 Tverrprofiler

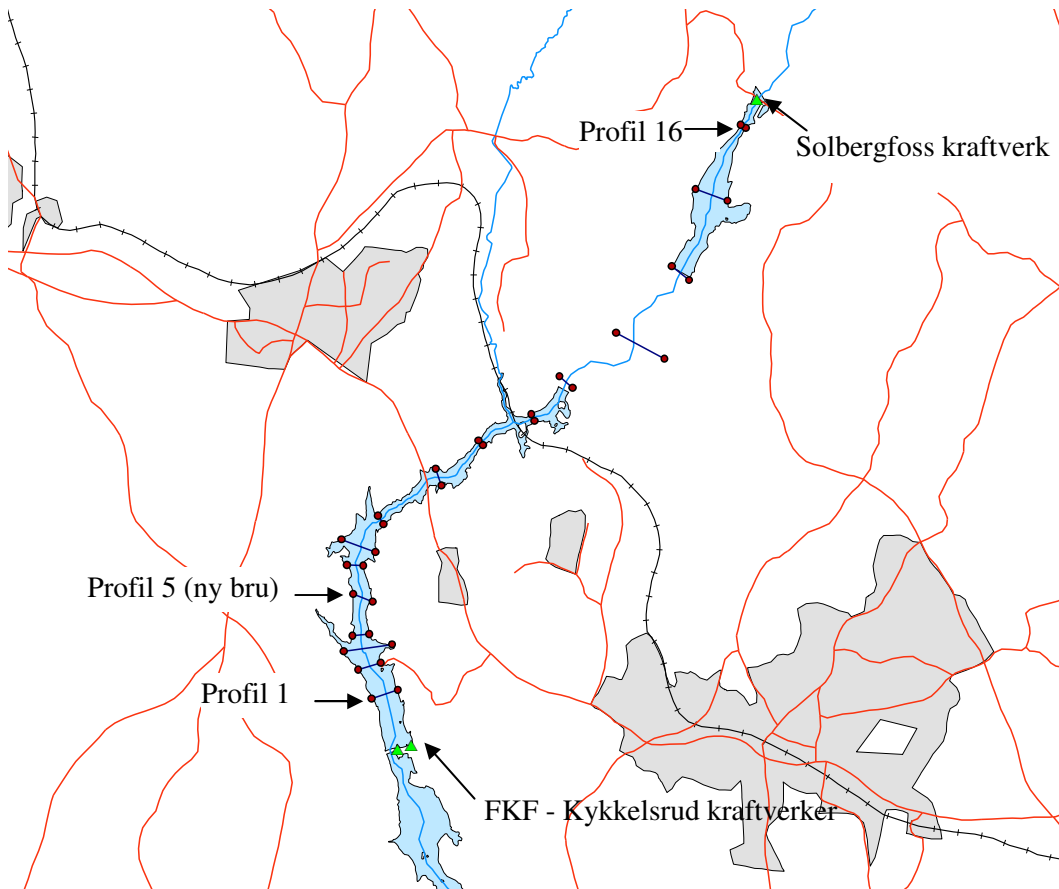
Måling av tverrprofiler er utført av FB Engineering (FB Engineering, 2007), som har gjort målingene på land, og NVE, som har utført ADCP-målinger (Acoustic Doppler Current Profiler) av elvebunnen. Figur 5 viser tverrprofilenes plassering langs elvestrekningen. Smaalenene bru skal bygges der profil 5 er målt.

2.2.2 Kalibrering av modellen

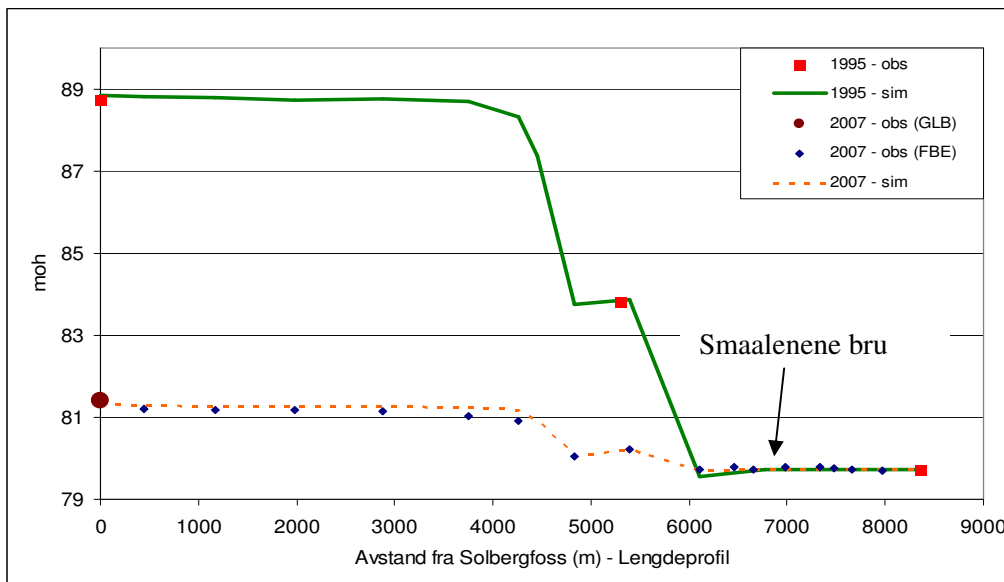
Vannlinjeberegningene er, som tidligere nevnt, utført ved hjelp av MIKE 11 (DHI, 1995). Tverrprofilene i analyseområdet danner grunnlaget for beskrivelsen av elvegeometrien i modellen. Figur 5 viser avgrensningen av analyseområdet, samt plasseringen av tverrprofilene.

Kalibreringen av modellen, se figur 6, er basert på vannføringer og vannstander fra våren 1995 og høsten 2007. Nedre grensebetingelse er observert vannstand ved FKF. Kalibreringen av den hydrauliske modellen baserer seg på en vannføring, med tilhørende vannstander, rundt normal årsvannføring (høsten 2007), og en vannføring, med tilhørende vannstander, i størrelsesorden 100-årsflom (våren 1995). Modellkalibreringen er gjort ved tilpasning av ruhetsparametre (hydraulisk ruhet beskriver hvor glatt elvebunnen er). Kalibreringen anses å være av god kvalitet. Modelleringen viser at vannføringen går gjennom kritisk strømning ved jernbanebrua (se figur 1), dvs. at vannføring/vannstand

oppstrøms jernbanebrua ikke er påvirket forholdene i området der nye Smaalenene bru skal bygges.



Figur 5: Tverrprofilenes plassering. Smaalenene bru skal bygges ved profil 5.



Figur 6: Observerte og simulerte vannstander. Solbergfoss ligger i oppstrøms ende av lengdeprofilen (0 m), og FKF i nedstrøms ende (8300 m).

2.3 Analyser

Etter at modellen var kalibrert for dagens forhold, ble det utført analyser for hvordan forholdene i elvestrekningen blir påvirket under og etter bygging av ny bru. Analysene er som følger (se også figur 2 og 3):

- Dagens tilstand (ingen bru, ingen fyllinger)
- Brua er lagt inn, fyllingen er ikke med
- Brua er lagt inn, og fyllingen er lagt inn som en del av beskrivelsen av tverrprofilen ved brustedet.

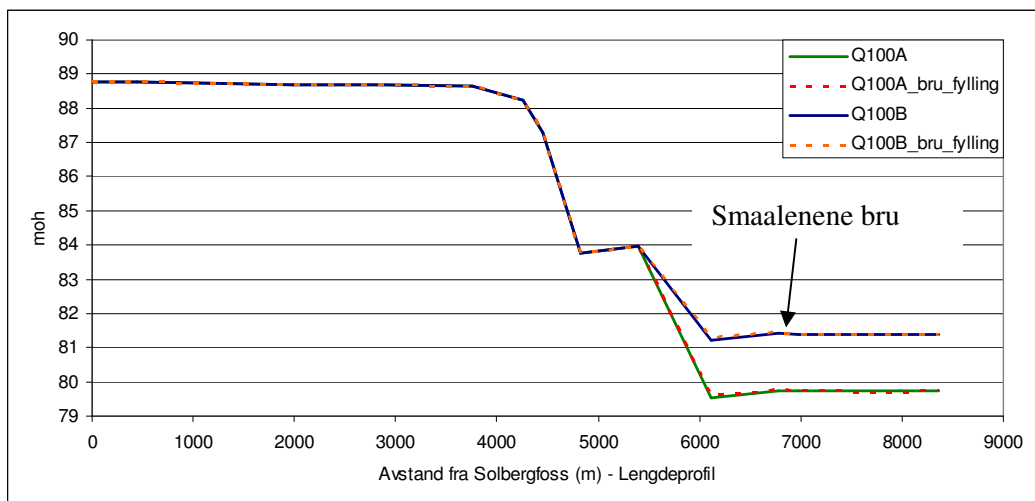
Når det er sagt ”brua er lagt inn” i modellen, menes det her at pilaren er tatt med i beregningene, da vegbanen i seg selv ligger så høyt at den ikke vil bli direkte berørt av en flom. Det er derfor kun fyllingene og tårnfundamentet som er tatt hensyn til i analysene.

For alle analysene er modellen kjørt for normalvannføringen ($Q_n=700 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$), en 100-årsflom ($Q_{100}=3722 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$), og en 200-årsflom ($Q_{200}=3957 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$), se også kapittel 2.1. For Q_{100} og Q_{200} er det gjort analyser med to ulike nedstrøms grensebetingelser (overvann FKF), da manøvrering av luker kan være ulik fra flom til flom. Under flommen i 1995 lå overvannet ved FKF på 79.72 m, som er ”normalvannstand” i Glomma oppstrøms FKF (Jens Kristian Tingvold, Glommens og Laagens Brukseierforening, personlig kommunikasjon). Flomavledningen ved FKF er gitt ved overvannstand kote 81.40 (GLB, 1995). Disse to vannstandene (79.72 m og 81.40 m) er brukt som nedre grensebetingelse for Q_{100} og Q_{200} .

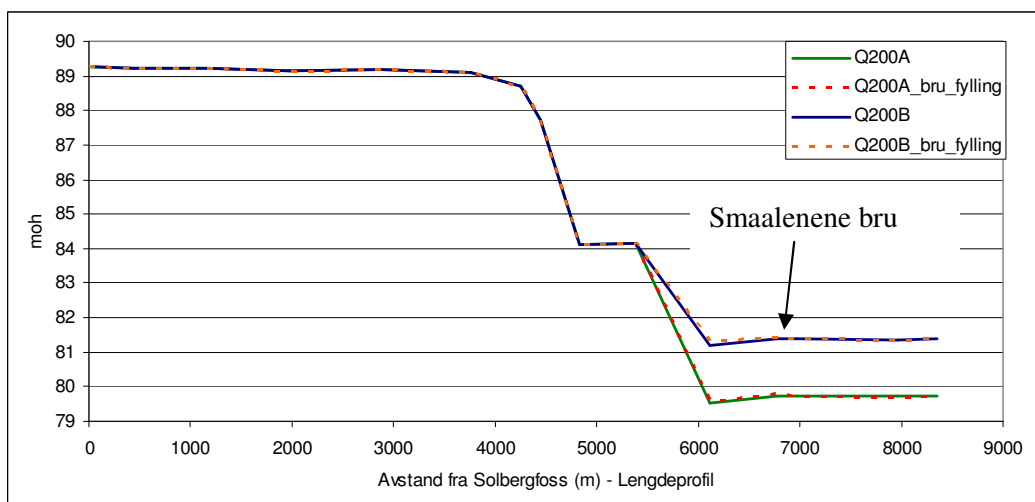
3 Resultater

3.1 Vannstand og vannhastighet

Beregnete vannstander for 100- og 200-årsflommen, med og uten fylling og ny bru, er presentert i figur 7 – figur 8. Analysen der kun pilaren (brua) er tatt med i modellen er ikke vist i figurene, da det er liten forskjell mellom dette alternativet og de andre alternativene. Beregnede vannstander og vannhastigheter ved det nye brustedet, med og uten fylling og ny bru, er presentert i tabell 2.



Figur 7: Simulerte vannstander ved 100-årsflom, med og uten bru/fyllinger. Det er brukt to alternativ for nedre grensebetingelse; A: 79.72 moh og B: 81.40 moh. Solbergfoss ligger i oppstrøms ende av lengdeprofilen (0 m), og FKF i nedstrøms ende (8300 m).

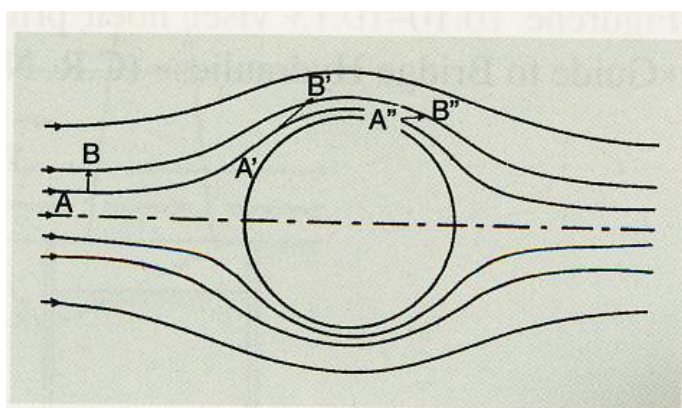


Figur 8: Simulerte vannstander ved 200-årsflom, med og uten bru/fyllinger. Det er brukt to alternativ for nedre grensebetingelse; A: 79.72 moh og B: 81.40 moh. Solbergfoss ligger i oppstrøms ende av lengdeprofilen (0 m), og FKF i nedstrøms ende (8300 m).

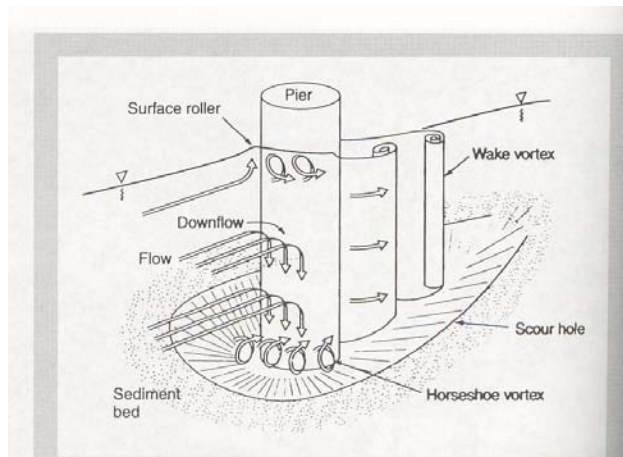
Tabell 2: Simulerte vannstander og vannhastigheter ved Smaalenene bru ved ulike flomstørrelser og situasjoner.

Vannføring	Situasjon	Nedstrøms grensebetingelse (overvann FKF, moh)	Vannstand (moh)	Gjennomsnittlig vannhastighet (ms ⁻¹)
Q _n	Før bygging	79.72	79.72	0.27
Q _n	Bru	79.72	79.72	0.28
Q _n	Bru og fylling	79.72	79.73	0.32
Q ₁₀₀	Før bygging	79.72	79.74	1.22
Q ₁₀₀	Bru	79.72	79.75	1.26
Q ₁₀₀	Bru og fylling	79.72	79.77	1.45
Q ₁₀₀	Før bygging	81.40	81.41	1.10
Q ₁₀₀	Bru	81.40	81.43	1.14
Q ₁₀₀	Bru og fylling	81.40	81.44	1.33
Q ₂₀₀	Før bygging	79.72	79.74	1.30
Q ₂₀₀	Bru	79.72	79.77	1.34
Q ₂₀₀	Bru og fylling	79.72	79.78	1.55
Q ₂₀₀	Før bygging	81.40	81.41	1.17
Q ₂₀₀	Bru	81.40	81.43	1.21
Q ₂₀₀	Bru og fylling	81.40	81.45	1.42

Vannhastighetene i tabell 2 er gjennomsnittlige hastigheter i tverrprofilet. Det vertikale hastighetsprofilet vil her, utenom pilaren, ha en tilnærmet logaritmisk form, der gjennomsnittshastigheten selv er gjennomsnittet av hastigheten ved $0.2d_{\max}$ og $0.8d_{\max}$, der d_{\max} er vanddybden. Ved pilaren blir hastighetsfordelingen i tverrsnittet forandret. Figur 9 viser idealiserte strømlinjene rundt en sylindrisk pilar, og viser at hastighetene øker vesentlig. Figur 10 viser mer detaljert hvordan strømningsmønsteret rundt en sylindrisk pilar kan være.



Figur 9: Strømlinjene rundt en sylindrisk pilar (NVE, 1998).



Figur 10: Strømningsmønsteret rundt en sylindrisk pilar (Hamill, 2001).

3.2 Konsekvenser for kraftverkene

Analysene viser at vannstand ovenfor jernbanebrua, og dermed undervann ved Solbergfoss kraftverk, ikke er påvirket av nye Smaalenene bru, eller de midlertidige fyllingene, ved vannføringer opp til 200-årsflommen. Vannstanden i Glomma like oppstrøms FKF er i all hovedsak bestemt av overvann FKF, og den lille oppstuvningen forårsaket av nye Smaalenene bru, skulle ikke ha noe å si for kraftproduksjonen ved FKF – Kykkelsrud. Det kan derfor konkluderes med at byggingen av Smaalenene bru ikke har noen konsekvenser av betydning for kraftverkene i området.

3.3 Usikkerhet

Beregningen av flomvannføringer i Glomma nedstrøms Øyeren er basert på at tilløpsflommer med gitte gjentaksintervall rutes gjennom Øyeren. Gjeldende manøvreringsreglement ved flom og kapasitetskurve ved Solbergfoss kraftverk er lagt til grunn ved rutingen (Pettersson, 2002). Det er noe usikkert hva som er dammens totale kapasitet ved høye vannstander og store vannføringer. For å kontrollere resultatet av flomrutingen ble det også gjort frekvensanalyse på observerte flommer ved Solbergfoss, og dette gav omtrent samme resultat som beregningene basert på ruting av tilløpsflommer (Pettersson, 2002). Å kvantifisere usikkerhet i hydrologiske data er meget vanskelig. Det er mange faktorer som spiller inn, særlig for å anslå usikkerhet i ekstreme vannføringsdata. Konklusjonen for denne beregning er likevel at datagrunnlaget er godt.

Kvaliteten på vannlinjeberegningene er avhengig av en godt kalibrert hydraulisk modell. Det vil si at det samles inn samhørende verdier av vannføring og vannstand som modellen kan kalibreres etter. Også i denne sammenhengen er det vanskelig å samle inn data for store nok vannføringer, og derfor vil kalibreringsprosessen aldri resultere i en modell som gir helt nøyaktige resultater. Data for eldre historiske flommer har en redusert verdi på grunn av endringer i elveløpet og elveslettene som for eksempel brubygging, veibygging,

flomverk, masseuttak og lignende. Nøyaktighet i tverrprofiler, avstand mellom tverrprofiler og usikkerhet i estimat av ruhet i elva er blant de viktigste faktorene. Erosjon og masseavlgring representerer generelt et betydelig usikkerhetsmoment i beregningene, og spesielt ved store flommer kan det skje endringer i profilene.

3.4 Generelt om gjentaksintervall og sannsynlighet

Gjentaksintervall er det antall år som gjennomsnittlig går mellom hver gang en får en like stor eller større flom. Dette intervallet sier noe om hvor sannsynlig det er å få en flom av en viss størrelse. Sannsynligheten for eksempelvis en 50-års flom er $1/50$, dvs. 2 % hvert eneste år. Dersom en 50-års flom nettopp er inntruffet i et vassdrag betyr dette ikke at det vil gå 50 år til neste gang dette nivået overskrides. Den neste 50-års flommen kan inntreffe allerede i inneværende år, om to, 50 år eller kan hende først om 200 år. Det er viktig å være klar over at sjansen for eksempelvis å få en 50-årsflom er like stor hvert år, men den er liten - bare 2 prosent.

Et aktuelt spørsmål ved planlegging av virksomhet i flomutsatte områder er følgende: Gitt en konstruksjon med forventet (økonomisk) levetid (L) år. Det kreves at sannsynlighet (P) for skade pga. flom skal være $< P$. Hvilket gjentaksintervall (T) må velges for å sikre at dette kravet er oppfylt? Tabell 3 kan brukes til å gi svar på slike spørsmål. Eksempelvis vil det i en periode på 50 år være 40 % sjanse for at en 100-årsflom eller større inntreffer. Tar man utgangspunkt i en "akseptabel sannsynlighet for flomskade" på eksempelvis 10 % i en 50-årsperiode, viser tabellen at konstruksjonen må være sikker mot en 500-årsflom!

Tabell 3: Sannsynlighet for overskridelse i % ut fra periodelengde og gjentaksintervall.

Gjentaksintervall (T)	Periodelengde år (L)				
	10	50	100	200	500
10	65	99	100	100	100
50	18	64	87	98	100
100	10	40	63	87	99
200	5	22	39	63	92
500	2	10	18	33	63

4 Referanser

DHI, *Mike11 Technical Reference*, Dansk Hydraulisk Institutt, Hørsholm, Danmark, 1995.

FB Engineering, *Innmåling av tverrprofiler, Glomma, E18 Smaalenene bru, FB Engineering*, 2007, 48 s.

GLB, *Glommens og Laagens Brukseierforening, Bind III 1968-1993*, 1995, s 145-146.

Hamill, L., *Understanding Hydraulics*, Palgrave, New York, 2001, s 322.

Johs. Holt A.S., *Ny Fossum bru – Skråkabelbru*, Skisseprosjekt, 2004, 8 s.

NVE, *Vassdragshåndboka*, Norges vassdrags- og energidirektorat, 1998, s 363.

Pettersson, L.E, *Flomberegning for nedre Glomma*, NVE-Dokument nr. 15-2002, Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, 2002, 34 s.

Statens vegvesen, *Notat vedrørende konsekvenser for Glomma ved bygging av ny Fossum bru*, Notat datert 2004-03-09, 2004, 14 s.

5 Vedlegg

Definisjoner og forklaringer

Vannføring: Vannmengde som passerer et gitt punkt i elva, uttrykt i volum pr. tidsenhet (oftest m^3/s).

Gjentaksintervall: Gjennomsnittlig antall år mellom hver gang en hendelse (flom) vil inntreffe. Gjentaksintervall er beregnet på grunnlag av historiske data.

Normal årsvannføring (Q_n): Gjennomsnittlig vannføring over året.

Middelflom (Q_m): Gjennomsnittet av den største vannføringen hvert år.

10-årsflom (Q_{10}): Flom med gjentaksintervall 10 år. Det er 10 % sannsynlighet, hvert år, for at en flom av denne størrelse vil overskrides.

100-årsflom (Q_{100}): Flom med gjentaksintervall 100 år. Det er 1 % sannsynlighet, hvert år, for at en flom av denne størrelse vil overskrides.

Overvann: Vannstand i elv/magasin like oppstrøms et kraftverk.

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

Utgitt i Oppdragsrapportserie A i 2007

- Nr. 1 Peter Bernhard, Lars Bugge, Per F. Jørgensen (KanEnergi): Biomasse -nok til alle gode formål? (41 s.)
- Nr. 2 Lars-Evan Pettersson, Marit Astrup: Vannføringsstasjoner på Østlandet og Sørlandet (49 s.)
- Nr. 3 Torsten H. Bertelsen, ECON, Ove Skaug Halsos, ECON:Regulering av kraftselskapers tjenesteproduksjon
Grensesnittet mellom monopol og konkurranseutsatt virksomhet (s.)
- Nr. 4 Randi Pytte Asvall: Isproblemer i Barduelva (20 s.)
- Nr. 5 Nils Kristian Orthe, Øystein Godøy, Kjetil Melvold, Steinar Eastwood, Rune Engeset,
Thomas Skaugen: An algorithm review for CryoRisk (45 s.)
- Nr. 6 Ingjerd Haddeland: Hydrauliske beregninger ved bygging av ny bru over Glomma ved Askim
(002.B) (19 s.)