

Flom- og vannlinjeberegning for E6 Måselv bru i Olsborg

Måselv kommune i Troms (196.Z)

Oppdragsrapport B 28-2012

Utarbeidet av Seija Stenius



Oppdragsrapport B 28-2012

Flom- og vannlinjeberegning for E6 Måselv bru i Olsborg

Oppdragsgiver: Statens vegvesen Region nord

Redaktør:

Forfatter: Seija Stenius

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 10

Forsidefoto: E6 Måselv bru i Olsborg den 15 juli 2012 kl 12:23. Foto:
Halvard Berg, NVE.

Emneord: Flomberegning, Vannlinjeberegning, Statens vegvesen, bru,
Måselva

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

Innhold

Forord	4
Sammendrag	5
Innledning	6
1 Måselva	7
2 Flomberegning	8
3 Vannlinjeberegning	9
3.1 Grunnlagsdata og vannlinjemodell.....	9
3.1.1 Kalibrering av modellen	10
3.1.1.1 Flommen i juli 2012	10
3.1.1.2 Kalibreringsresultat	13
3.2 Resultater	14
3.2.1 Følsomhetsanalyse.....	15
3.2.1.1 Vannføring	15
3.2.1.2 Hydraulisk ruhet	17
3.2.1.3 Nedre grensebetingelse - sjøvannstand	19
3.2.2 Vannhastigheter i elveløpet	19
3.2.3 Vurdering av effekten ved utgraving under brua	22
4 Konklusjon	23
Referanser	24
Vedlegg	24

Forord

På oppdrag for Statens vegvesen, Region Nord har NVE, Hydrologisk avdeling, utført flom- og vannlinjeberegning for Målselva i forbindelse med revurdering av Målselv bru E6 ved Olsborg.

Analysen omfatter flomberegning og vannlinjeberegning. Det er i samband med NVE sitt flomsonekart prosjekt utført flomberegninger, vannlinjeberegninger og oppmåling av tverrprofiler for området i perioden 1999-2001. På grunn av att det i dag finns mer enn ti år mer med vannføringsdata er flomberegningen utført på nytt. Store deler av den hydrauliske modellen bygger på tverrprofiler oppmålte 1999 i samband med NVE sitt flomsonekartprosjekt men rett ved bruene og i elva nedstrøms bruene ble tverrprofilene målt opp på nytt. NVE Region Nord har besørget innmåling og kontrollmåling av nødvendige profiler etter befaring sammen med NVE og oppdragsgiver.

Arbeidet er blitt utført i perioden mai – september 2012.

Seija Stenius har vært ansvarlig for oppdraget fra NVEs side, i tillegg har Lars Evan Petterson kontrollert flomberegningen og Péter Borsányi kontrollert vannlinjeberegningen.

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

Oslo, september 2012

Sverre Husebye
seksjonssjef

Seija Stenius
overingeniør

Sammendrag

Det er utført flom- og vannlinjeberegning for Målselva ved Olsborg i Målselv kommune i Troms. Analysen omfatter flomberegning der middelflom og flommer med gjentakintervall 50, 100 og 200 år er beregnet samt en vannlinjeberegning for en middelflom og for flommer med gjentakintervall 50, 100 og 200 år.

Det er foretatt vannlinjeberegning

Flomberegningen er kontrollert av Lars-Evan Pettersson, NVE, og vannlinjeberegningen er kontrollert av Péter Borsányi, NVE.

Resultatet fra flomberegningen ble (kulminasjonsverdier):

Sted	Areal km ²	Q _M		Q ₅₀ m ³ /s	Q ₁₀₀ m ³ /s	Q ₂₀₀ m ³ /s
		l/s·km ²	m ³ /s			
Målselv bru	5684	190	1080	1922	2215	2538

Flomvannføringer i et endret klima (år 2100) forventes å være uforandret (Lawrence og Hisdal, 2011).

Resultatet fra vannlinjeberegningen ble:

Sted/Tverrprofil	Q _M 1080 m ³ /s	Q ₅₀ 1922 m ³ /s	Q ₁₀₀ 2215 m ³ /s	Q ₂₀₀ 2538 m ³ /s
	Vannstand (m)	Vannstand (m)	Vannstand (m)	Vannstand (m)
Målselv bru (8.2 oppstrøms bru)	4,25	5,77	6,22	6,69

Vannstanden ved E6 bru i Olsborg for en 200-års flom er beregnet til kote ca 6,70. En endring av 200-års flommen med +/- 20 % gir en variasjon i den beregnede vannstanden på ca +/-70 cm.

En variasjon av Manningstall "n" i den hydrauliske modellen gir en endring av den beregnede vannlinjen ved Målselv bru for en 200-års flom på ca +/- 50 cm.

Innledning

Statens vegvesen Region nord planlegger tiltak på E6 Målselv bru over Målselva ved Olsborg. Statens vegvesen ønsker å vite vannstand i elva ved brua for en flom med 200 års gjentakintervall. Det er utført flomberegning og vannlinjeberegning for strekningen ved brua. NVE region Nord har sørget for oppmåling av noen nye profiler nedstrøms brua og at profilene rett oppstrøms og nedstrøms bruen ble målt opp på nytt. 1999 ble det, i samband med NVE sin flomsonekartprosjekt, målt opp profiler i store deler av elva og disse er brukt i vannlinjeberegningen sammen med de nye profilene.

1 Målselva

Målselva med vassdragsnummer 196. Z er det største vassdraget i Troms Fylke og en av de største elvene i landet. Elva drenerer ett felt på lit over 6000 km² og renner ut i Målselv fjorden i Malangen. E6 Målselv bru ved Olsborg krysser elva ca 15 km oppstrøms utløpet og har et nedbørfelt på 5684 km². Målselv bru ligger ca 6 meter over havet og nedbørfeltet strekker seg opp mot 1714 moh. I stort sett alle innsjøer ligger høyt opp i vassdraget og effektiv innsjøprosent blir dermed lav. Elva består av to hovedgrener, Målselv som drenerer den nordøstlige delen av feltet og Barduelv som drenerer den vestlige og søndre delene. Den nedre del av elva, som i stort sett renner gjennom skog og landbruksområdene, meandrer stedvis kraftig som følge av lite fall.

Det er fire vannkraftverk i vassdraget, Dividalen kraftverk i Dividalen relativt høyt opp i Målselv-grenen, Innset, Straumsmo og Bardufoss kraftverk i Barduelv. Til sammen er nesten 50 % av nedbørfeltet regulert. Altevatn, hovedmagasinet til Innset kraftverk er det niende største magasinet i landet.

Figur 1 viser E6 Målselv bru og figur 2 viser nedbørfeltet til Målselv bru sammen med kraftverk, magasin og kraftverkernes delfelt.

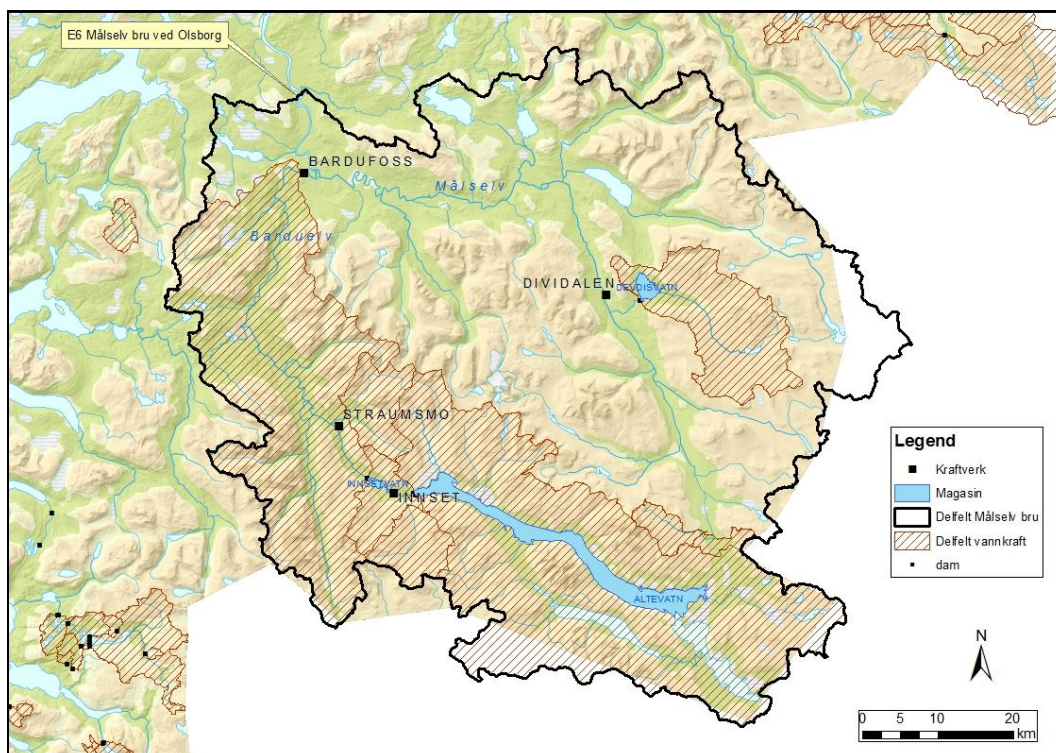


Figur 1. E6 Målselv bru, sett fra oppstrøms side. Brupilarane fra venstre er nummerert: en, to og tre (pilar nummer fire er rett utanfor bildet). (Foto: Seija Stenius, NVE)

Tabell 1. Feltkarakteristika for Målselv bru og de målestasjoner som ble brukt i flomberegningen.

Sted/Stasjon	Feltareal km ²	Eff. sjø %	Q _N * l/s·km ²	Høydeintervall moh.
Målselv bru	5684	0,5	29	6 - 1714
196.35 Malangsfoss	3114	0,2	25	23 - 1714
196.1 Bardufoss	2377	2,1	33	102 - 1586
196.36 Fosshaug	1963	3,1	34	40 - 1656
191.2 Øvrevatn	526	0,6	41	8 - 1503
196.25 Straumsmo kraftverk	1390	-	-	-

*Normalavrenning anslått fra NVEs avrenningskart for normalperioden 1961-1990



Figur 2. Nedbørfeltet til Målselv bru og delfelt som er regulert (stipla arealer), vannkraftverk og magasiner.

Det er og har vært flere målestasjoner i vassdraget som måler vannføring fra både uregulerte og regulerte felt. I flomberegningen er det sett på data fra 10 målestasjoner i vassdraget og en målestasjon i nabovassdraget. For selve beregningene av flomvannføringer ved Målselv bru er det brukt tre målestasjoner i vassdraget, en i nabovassdraget samt driftsvannføringen som registreres ved Straumsmo kraftverk. Feltkarakteristika fra Målselv bru er vist i tabell 1 sammen med feltkarakteristika for målestasjonene som ble brukt i flomberegningen.

2 Flomberegning

Det er beregnet størrelsen på middelflom og flommer med gjentakintervall på henholdsvis 50, 100 og 200 års gjentakintervall for Målselv ved Olsborg (E6 Målselv bru) i Troms. Det er brukt data fra målestasjon 196.35 Malangsfoss, 196.1 Bardufoss, 196.36 Fosshaug og 196.25 Straumsmo kraftverk i Målselvvassdraget samt 191.2 Øvrevatn i nabovassdraget for å beregne flommer for Målselv bru. Det er beregnet både middelflom og kulminasjonsverdier samt gjort en vurdering av forventede klimaendringer i området. Resultatene fra flomberegningen (kulminasjonsverdier) er vist i tabell 2. En mer detaljert beskrivelse av flomberegningen presenteres i vedlegg 1.

Tabell 2. Resultatene fra flomberegningen (kulminasjonsverdier) for Målselv bru.

Sted	Areal km ²	Q _M		Q ₅₀ m ³ /s	Q ₁₀₀ m ³ /s	Q ₂₀₀ m ³ /s
		l/s·km ²	m ³ /s			
Målselv bru	5684	190	1080	1922	2215	2538

3 Vannlinjeberegning

3.1 Grunnlagsdata og vannlinjemodell

Det ble foretatt en befaring ved Målselv bru 23. mai 2012 for å se hvor det skulle måles opp nye profiler og kontrollmåles gamle profiler. Knut Davidssen fra KAD Bruinspeksjon (som representerte Statens vegvesen Region nord), Péter Bórsanyi og Seija Stenius fra NVE deltok på befaringen. NVEs region kontor i Narvik målte opp profilene. Det ble målt opp 9 profiler i alt over en strekning på ca. 1400 meter, 6 var nye profiler og 3 var kontrollmålinger av profiler oppmålt i 1999. Figur 3 viser plassering av profilene i elva ved Målselv bru og strekningen rett nedstrøms.



Figur 3. Plassering av profiler i elva ved Målselv bru. Profilene er nummerert fra nedstrøms til oppstrøms. Profilnummer som er markert med * i kartet er interpolerte profiler, profil 5.86 er målt opp i flomløpet men interpolert i hovedløpet.

Profilene er brukt til å komplettere en modell for vannlinjeberegning i det hydrauliske modelleringsverktøyet HEC-RAS (US Armt Corps of Engineers (www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras), som ble satt opp 2001 i samband med NVE sitt Flomsonekartprosjekt (Lier, 2001). Modellen kan beregne underkritisk og overkritisk strømning eller en kombinasjon av disse i en enkel elv eller i et elvenettverk.

Modellen som ble oppretta i samband med Flomsonekartprosjektet ble kalibrert i forhold til vannstander oppmålt av Målselv kommune og stipulerte vannføringer (Lier, 2001). Det er i samband med flommen i Troms i juli 2012 stipulert vannstander og vannføringer for Målselv ved Olsborg ut fra bilder av E6 brua og observerte vannføringer ved målestasjon 196.35 Malangsfoss samt vannføringsdata ved Bardufoss kraftverk oppgitt av Statkraft AS produksjonsavdeling i Korgen. Dataene er brukt for kalibreringen av modellen som er brukt i dette oppdraget. For mer detaljert beskrivelse se avsnitt 3.1.1.

Det er foretatt vannlinjeberegning for en middelflom og for flommer med gjentaksintervall 50, 100 og 200 år. Det er brukt kulminasjonsverdier. Det er i tillegg gjort en følsomhetsanalyse av ulike

modellparametre og en test av effektene av endringer i geometrien/tverrprofilene etter ønske fra oppdragsgiver (Statens vegvesen Region nord).

3.1.1 Kalibrering av modellen

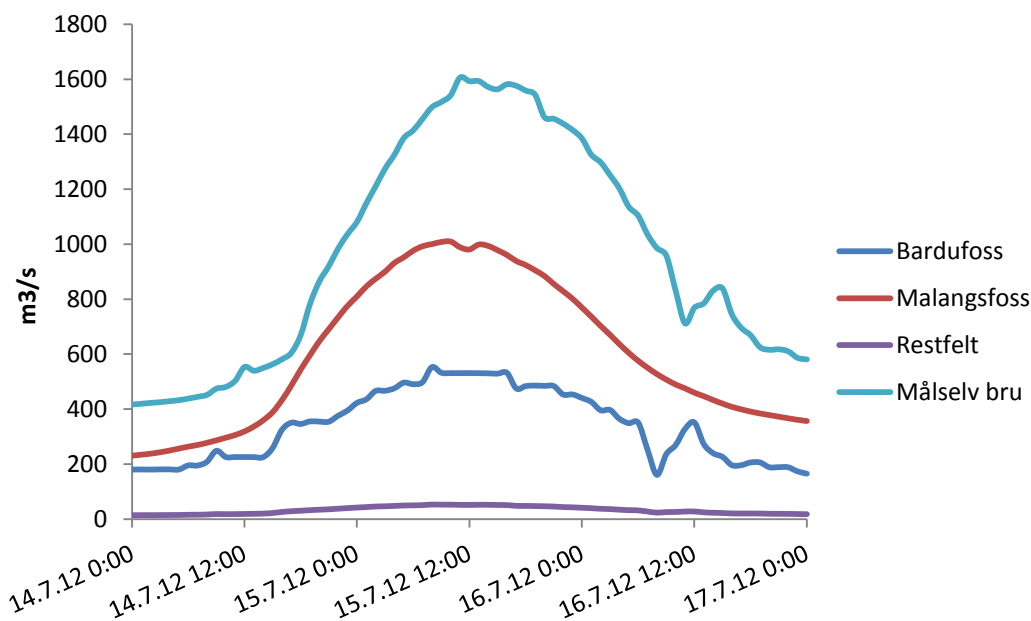
Kalibrering av den modifiserte modellen for Målselvvassdraget som brukes i dette oppdraget er gjort med hjelp av stipulerte flomvannføringer og vannstander i etterkant av flommen i juli 2012 og vannstander og vannføringer som ble brukt til kalibrering av modellen i flomsonekartprosjektet (Lier, 2001).

3.1.1.1 Flommen i juli 2012

Bildene som vises i figur 5 og 6 er tatt av E6 Målselv bru søndagen den 15. juli 2012 rett før halv ett på dagen. Vannstanden ved tidspunktet er vurdert til ca **kote 5,2 m**. Denne vurderingen er gjort ut ifra kotehøyder på bruene (tegning 322/73 og 318^b/73) som er presentert i tabell 3 og bildene som er vist i figur 5 og 6. Vannstanden vurderes som at den kulminerer omtrent ved tidspunktet da bilden er tatt eller litt før.

Tabell 3. Kotehøyder ved brupilarene for E6 Målselv bru ved Olsborg.

Sted/Brupilar	Pilar 1 (m)	Pilar 2 (m)	Pilar 3 (m)	Pilar 4 (m)
Kjørebane	8,82	8,02	7,67	7,78
Underkant bru	6,42	5,62	5,27	5,38
Overkant brupilar	6,07	5,27	4,92	5,03
Underkant brupilar øvre sokkel	5,62	4,82	4,47	4,58



Figur 4. Flommen i juli 2012: målt vannføring ved målestasjon 196.35 Malangsfoss (rødt), vannføring over dammen og gjennom kraftverket ved Bardufoss (mørk blått), stipulert vannføring for feltet nedstrøms samløpet (lilla) og beregnet vannføring ved Målselv bru (lyse blått).

Vannføringen er stipulert med hjelp av målt vannføring ved målestasjon 196.35 Malangsfoss, oppgitt vannføring ved Bardufoss (data er oppgitt fra Statkraft driftsentral i Korgen) og stipulert vannføring for det lille restfeltet mellom målepunktene (196.35 Malangsfoss, som er plassert rett oppstrøm Målselvfossen, samt Bardufoss) og bruene. Kulminasjonsvannføringen ble da beregnet til ca 1600 m³/s,

se figur 4. Ut fra dette er vannføringen ved tidspunktet for bildene som er vist i figur 5 og 6 vurdert til ca **1600 m³/s**.

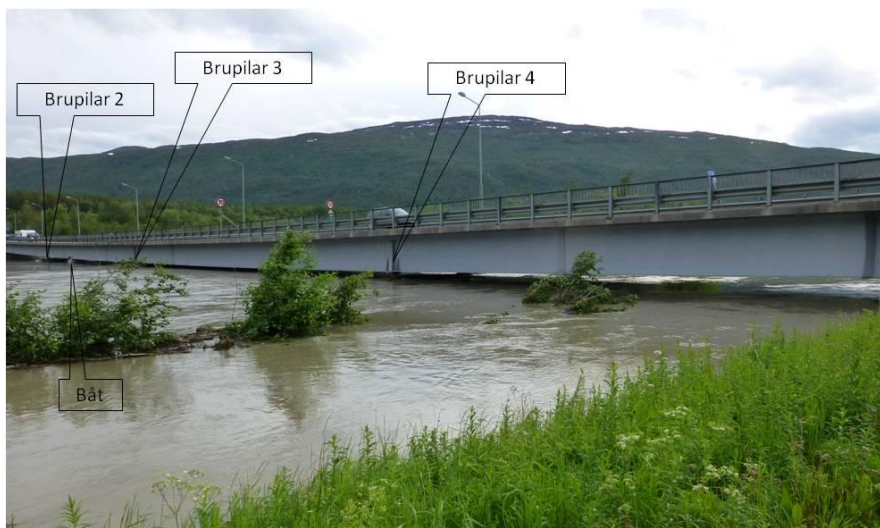


Figur 5. Bilde tatt kl 12:23. Foto: Hallvard Berg, NVE.



Figur 6. Bilde tatt 15.07.2012 kl 12:24. Vannstanden ved pilar 2 (lengst til venstre i bilden) ser ut til å gå akkurat under brupilaren som har en kote på 5,27 og rett under underkant bru (hvis man bortser fra den åpenbære oppstuingen rundt pilar 3) ved pilar 3 som har en kote høyde på 5,27 m – vst kote vurderes til ca 5,2 m. Foto: Hallvard Berg, NVE

Bildene som vises i figur 7- 9 er tatt av E6 Målselv bru søndagen den 15. juli 2012 rett før kl. syv om kvelden. Vannstanden ved tidspunktet er vurdert til **kote ca 5 m**. Denne vurderingen er gjort ut ifra kotehøyder på bruene som er presentert i tabell 3 og bildene som er vist i figur 7- 9. Vannføringen er stipulert med hjelp av målt vannføring ved målestasjon 196.35 Malangsfoss, oppgitt vannføring ved Bardufoss og stipulert vannføring for det lille restfeltet mellom målepunktene og bruene, se figur 4. Ut fra dette er vannføringen ved tidspunktet for bildene som er vist i figur 7-9 vurdert til ca **1500 m³/s**.



Figur 7. Bilde tatt kl 18:51. Foto: Statens vegvesen.



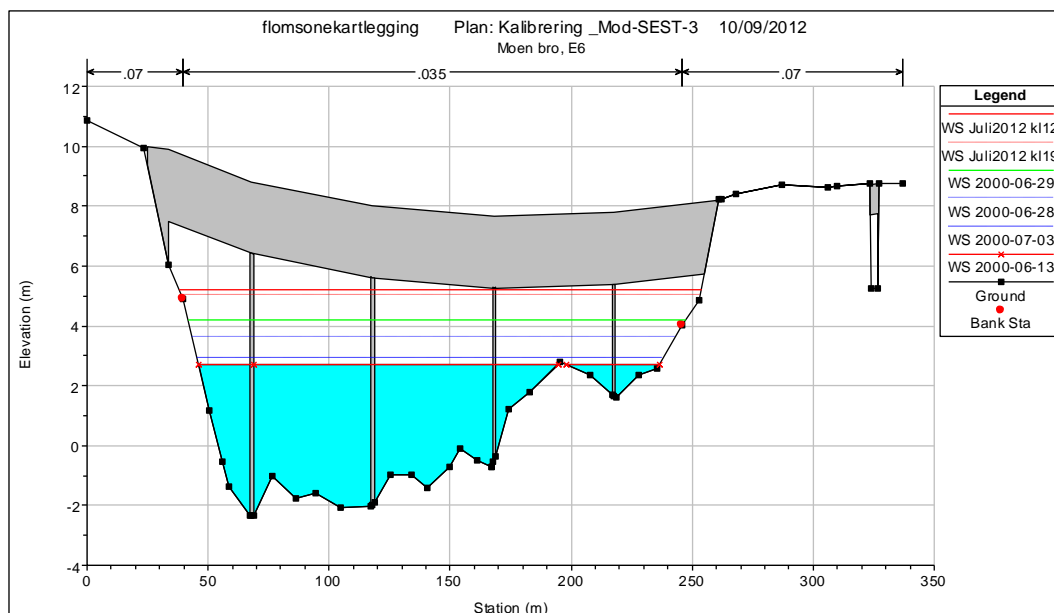
Figur 8. Bilde tatt kl 18:49. Underkant kjørebane ved brupilar 2 (som vises i bilden) er på kote 5,62, overkant brupilar kote 5,27 og underkant brupilar (som er under den aktuelle vannstande) er på kote 4,82. Vannstanden er dermed mellom kote 5,27 og 4,82. Vannstanden vurderes her til kote ca 5. Foto: Statens vegvesen.



Figur 9. Bilde tatt kl 18:49. Brupilar 3 vises i bilden der vannstanden er oppstuet på grunn av kvister som har satt seg fast mellom brupilar og underkant bru. Kotehøyden underkant bru ved pilar tre er på 5,27. Foto: Statens vegvesen.

3.1.1.2 Kalibreringsresultat

Kalibreringsresultatene vises i tabell 4 og figur 10. Alle høydeangivelser fra modellresultatene refererer til høydegrunnlaget NN1954. Da det var vanskelig å kalibrere modellen til å passe godt både for høye og lave vannstander/vannføringer ble modellen kalibrert til å passe best for de høye vannstandene/vannføringene fra 2012. Vannstandene i sjøen, som i modellen brukes som nedre grensebetingelse, er stipulert ut ifra observerte vannstander i Tromsø (vannstand.no) og forholdet mellom sjøvannstander Tromsø -Målselv som er vurdert fra data som er presentert i Flomsonekartprosjektet (Lier, 2001).



Figur 10. Figuren viser modellerte vannstander ved Målselv bru (TP 8.1) for vannføringer som ble brukt til kalibrering av modellen.

Tabell 4. Tabellen viser vannføringer og vannstander som brukes til at kalibrere modellen ved Målselv bru – tverrprofil 8.

Dato	Vannføring (m ³ /s)	Obs. vannstand (m)	Mod. vannstand (m)
2000-06-13	463	2,99	2,71
2000-08-28	777	3,92	3,64
2000-06-28	1009	4,41	4,19
2000-07-03	538	3,05	2,91
2012-07-15 kl. 19	1500	5,00	5,05
2012-07-15 kl. 12	1600	5,25	5,22

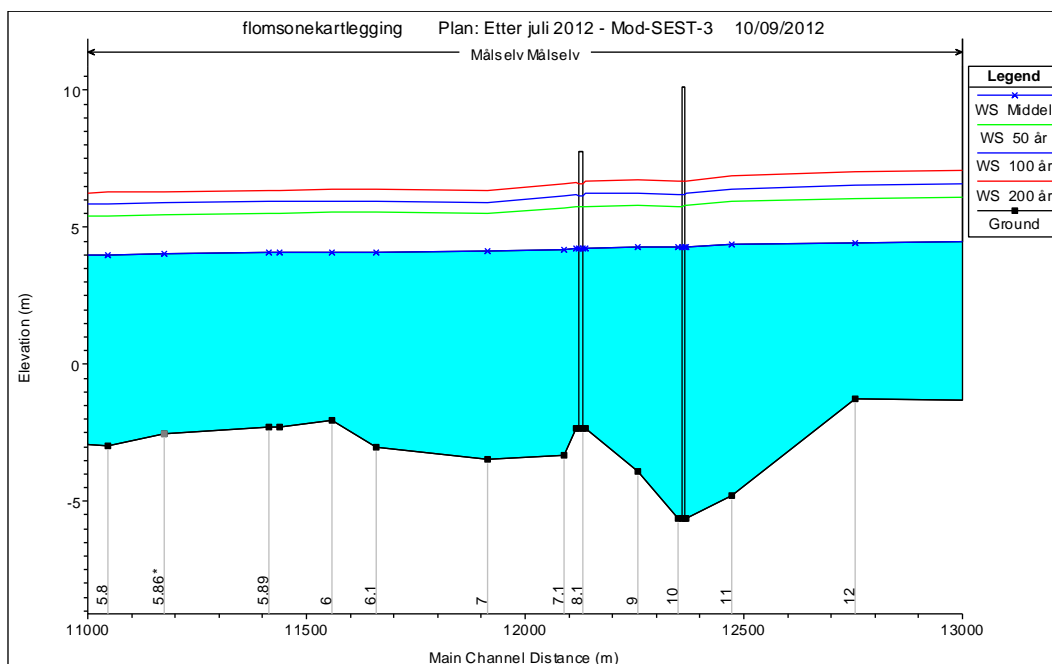
3.2 Resultater

Tabell 5 viser resultatene av vannlinjeberegningen med vannstander for profilene 10 - 5.9 for de beregnede vannføringer Q_M , Q_{50} , Q_{100} og Q_{200} . Alle høydeangivelser fra modellresultatene refererer til høydegrunnet NN1954.

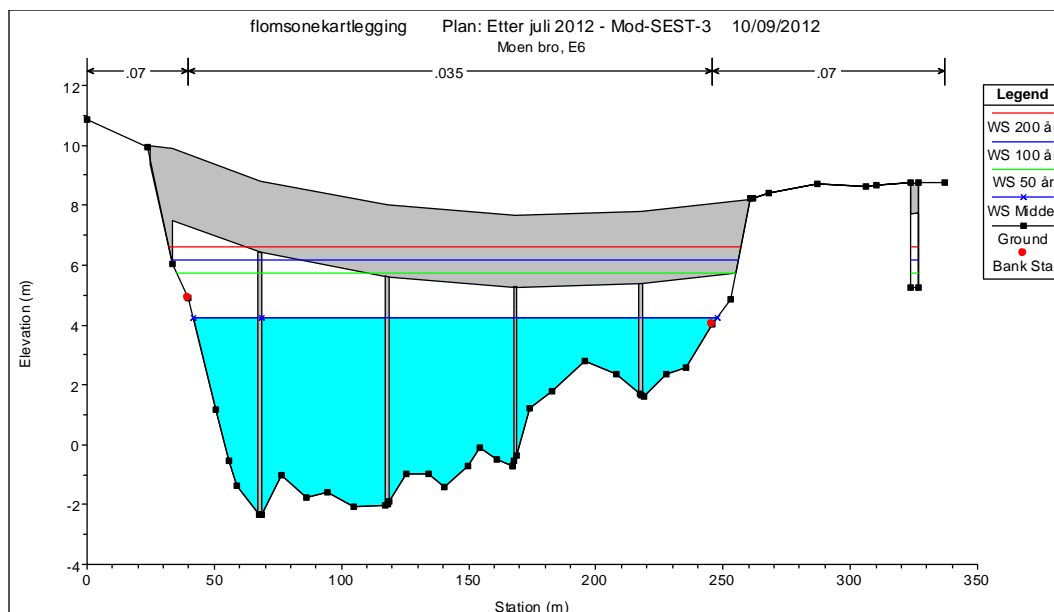
Tabell 5. Beregnet høyde på vannlinjen for middelflom (Q_M), flommer med 50-års (Q_{50}), 100-års (Q_{100}) og 200-års (Q_{200}) gjentakintervall for profilene 5.9 – 10.

	Q_M 1080 m ³ /s	Q_{50} 1922 m ³ /s	Q_{100} 2215 m ³ /s	Q_{200} 2538 m ³ /s
Tverrprofil	Vannstand (m)	Vannstand (m)	Vannstand (m)	Vannstand (m)
10	4,29	5,78	6,21	6,67
9	4,30	5,81	6,26	6,73
8.2	4,25	5,77	6,22	6,69
8.1 bru oppstrøm	4,24	5,74	6,17	6,59
8.1 bru nedstrøm	4,24	5,73	6,15	6,57
8	4,24	5,75	6,18	6,63
7.1	4,21	5,72	6,16	6,61
7	4,12	5,52	5,95	6,33
6.1	4,11	5,54	5,95	6,37
6	4,10	5,53	5,93	6,37
5.9	4,08	5,52	5,93	6,36

Figur 11 viser lengdeprofil av elva, fra profil 5.8-12, med beregnede vannlinjer for vannføringer tilsvarende Q_M , Q_{50} , Q_{100} og Q_{200} . Figur 12 viser beregnede vannlinjer ved E6 Målselv bru for vannføringer tilsvarende Q_M , Q_{50} , Q_{100} og Q_{200} (profil 8.1 oppstrøms bru).



Figur 11. Lengdeprofil av elva ved E6 Målselv bru med vannlinjene for middelflom (1080 m³/s), og flommer med 50- (1922 m³/s), 100- (2215 m³/s) og 200- års (2538 m³/s) gjentakintervall.



Figur 12. Tverrprofil 8.1 (oppstrøms bru) med vannlinjer for middelflom (1080 m³/s), og flommer med 50- (1922 m³/s), 100- (2215 m³/s) og 200- års (2538 m³/s) gjentakintervall.

3.2.1 Følsomhetsanalyse

3.2.1.1 Vannføring

Det er foretatt en følsomhetsanalyse der vannføringene (Q_M , Q_{50} , Q_{100} og Q_{200}) er økt respektive minket med 20 %. Tabell 6 og 7 viser de beregnede vannlinjene for profilene 10-5.9 da vannføringen er økt respektive minket med 20 %.

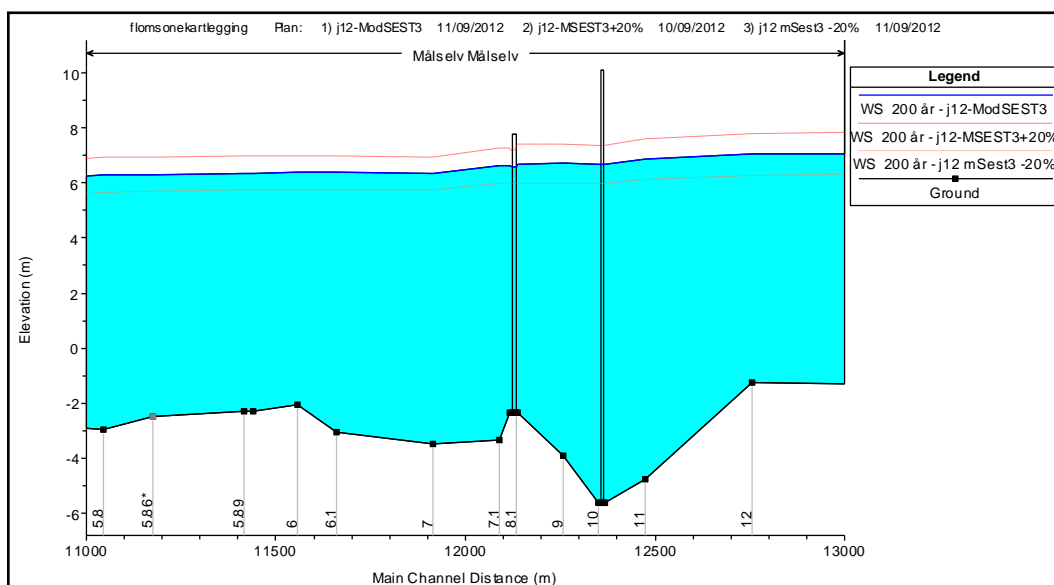
Tabell 6. Beregnede vannlinjene der flommene er økt med 20 % vises sammen med original vannlinjer samt avviket mellom de to alternative vannlinjene.

Tverrprofil	Q_M		Avvik (m)	Q_{50}		Avvik (m)	Q_{100}		Avvik (m)	Q_{200}		Avvik (m)
	Vannstand (m)			Vannstand (m)			Vannstand (m)			Vannstand (m)		
	Q_M orig.	Q_M +20%		Q_{50} orig.	Q_{50} +20%		Q_{100} orig.	Q_{100} +20%		Q_{200} orig.	Q_{200} +20%	
10	4,29	4,72	0,43	5,78	6,34	0,56	6,21	6,83	0,62	6,66	7,33	0,67
9	4,29	4,73	0,44	5,81	6,40	0,59	6,26	6,89	0,63	6,73	7,41	0,68
8.2	4,25	4,69	0,44	5,77	6,36	0,59	6,22	6,86	0,64	6,69	7,38	0,69
8.1 bru OS.	4,24	4,68	0,44	5,74	6,29	0,55	6,16	6,74	0,58	6,59	7,19	0,60
8.1 bru NS.	4,24	4,67	0,43	5,73	6,28	0,55	6,15	6,72	0,57	6,57	7,16	0,59
8	4,24	4,67	0,43	5,75	6,31	0,56	6,18	6,79	0,61	6,63	7,27	0,64
7.1	4,21	4,64	0,43	5,72	6,29	0,57	6,16	6,77	0,61	6,61	7,26	0,65
7	4,12	4,52	0,4	5,52	6,04	0,52	5,92	6,48	0,56	6,33	6,91	0,58
6.1	4,11	4,52	0,41	5,54	6,07	0,53	5,95	6,52	0,57	6,37	6,97	0,60
6	4,10	4,51	0,41	5,53	6,07	0,54	5,95	6,52	0,57	6,37	6,98	0,61
5.9	4,08	4,49	0,41	5,52	6,06	0,54	5,93	6,51	0,58	6,36	6,97	0,61

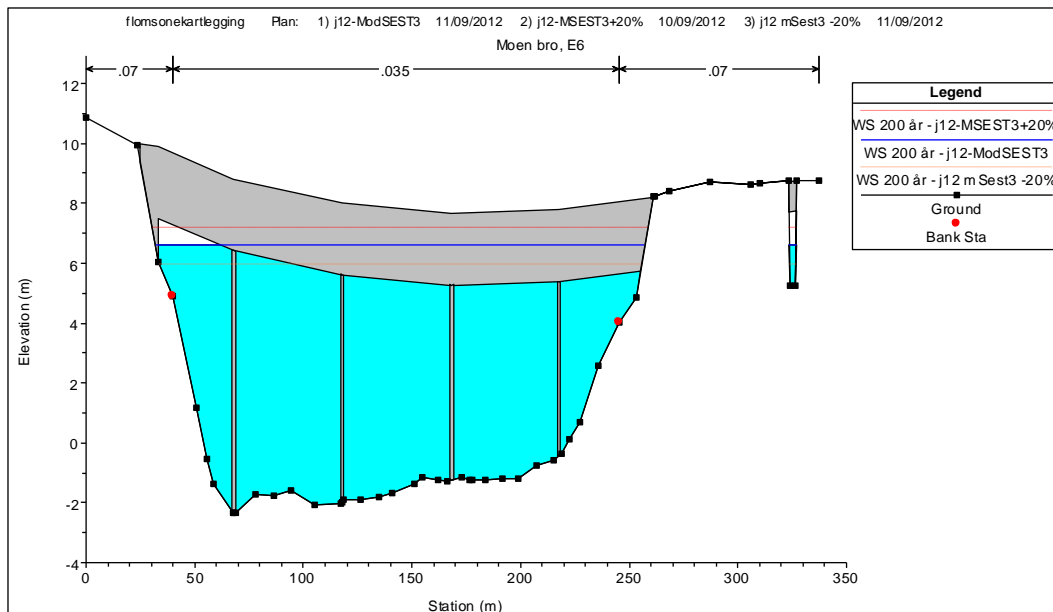
Tabell 7. Beregnede vannlinjene der flommene er minket med 20 % vises sammen med original vannlinjer samt avviket mellom de to alternative vannlinjene.

Tverrprofil	Q_M			Q_{50}			Q_{100}			Q_{200}		
	Vannstand (m)		Avvik (m)	Vannstand (m)		Avvik (m)	Vannstand (m)		Avvik (m)	Vannstand (m)		Avvik (m)
	Q_M orig.	$Q_M - 20\%$		Q_{50} orig.	$Q_{50} - 20\%$		Q_{100} orig.	$Q_{100} - 20\%$		Q_{200} orig.	$Q_{200} - 20\%$	
10	4,29	3,77	-0,52	5,78	5,12	-0,66	6,21	5,51	-0,7	6,66	5,91	-0,75
9	4,29	3,77	-0,52	5,81	5,14	-0,67	6,26	5,54	-0,72	6,73	5,95	-0,78
8.2	4,25	3,77	-0,48	5,77	5,14	-0,63	6,22	5,53	-0,69	6,69	5,95	-0,74
8.1 bru OS	4,24	3,76	-0,48	5,74	5,13	-0,61	6,16	5,52	-0,64	6,59	5,92	-0,67
8.1 bru NS.	4,24	3,76	-0,48	5,73	5,13	-0,6	6,15	5,52	-0,63	6,57	5,92	-0,65
8	4,24	3,76	-0,48	5,75	5,13	-0,62	6,18	5,52	-0,66	6,63	5,93	-0,7
7.1	4,21	3,75	-0,46	5,72	5,11	-0,61	6,16	5,51	-0,65	6,61	5,92	-0,69
7	4,12	3,66	-0,46	5,52	4,94	-0,58	5,92	5,31	-0,61	6,33	5,68	-0,65
6.1	4,11	3,65	-0,46	5,54	4,94	-0,6	5,95	5,32	-0,63	6,37	5,70	-0,67
6	4,10	3,64	-0,46	5,53	4,94	-0,59	5,95	5,31	-0,64	6,37	5,69	-0,68
5.9	4,08	3,62	-0,46	5,52	4,92	-0,6	5,93	5,29	-0,64	6,36	5,68	-0,68

Figur 13 viser lengdeprofil av elva, fra profil 5.8 – 12, for en 200-års flom der flommen er økt respektive minket med 20 %. Figur 14 viser beregnede vannlinjer ved E6 Målselv bru (profil 8.1 oppstrøms brua) for en 200-års flom der flommen er økt respektive minket med 20 %.



Figur 13. Lengdeprofil av elva med vannlinjene for en 200-års flom der flommen er økt respektive minket med 20 %.



Figur 14. Tverrprofil 8.1 (oppstrøms bru) med vannlinjene for en 200-års flom der flommen er økt respektive minket med 20 %.

3.2.1.2 Hydraulisk ruhet

Det er foretatt en justering av Mannings tall "n" for å sjekke modellens følsomhet for denne verdien. Alle typer energitap som påvirker vannstanden langs elveløpene er blandet i en enkelt faktor, Mannings tall, "n". Manningstall ble endret for tverrprofilene ved bruene og nedstrøms bruene (tverrprofil nr. 0.1-8.2). I hovedkanalen ble Manningstall "n" endret fra 0,034 til 0,039 respektive 0,029 og i elvebredden ble Manningstall endret fra 0,07 til 0,09 respektive 0,055 (HEC-USACE, 2010). Resultatene fra modellkjøringene med endrede verdier på Manningstall vises i tabell 8 og 9. Vannstanden ved brua økte med 32 cm (middelflom) til 45 cm (Q_{200}) for økende Manningstall og minket med 35 cm (middelflom) til 49 cm (Q_{200}) for minkende Manningstall.

Tabell 8. Beregnede vannlinjer der Manningstall "n" er økt vises sammen med vannlinjer beregnet for valgt verdi (kalibrert) på Manningstall "n" samt avviket mellom de to alternative vannlinjeberegningene.

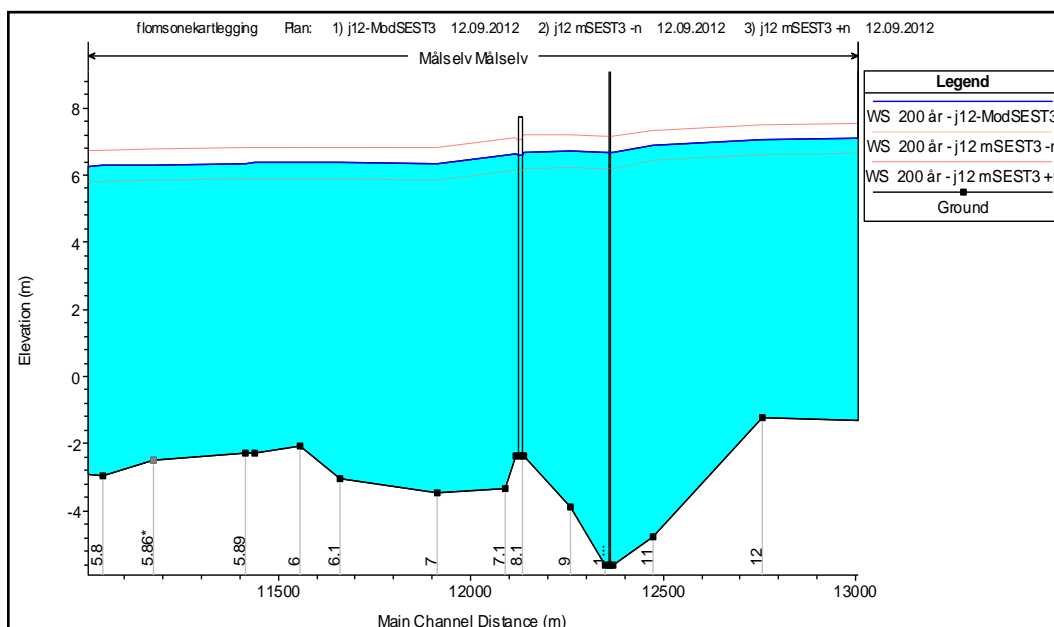
Tverrprofil	Q_M		Q_{50}		Q_{100}		Q_{200}					
	Vannstand (m)	Avvik (m)	Vannstand (m)	Avvik (m)	Vannstand (m)	Avvik (m)	Vannstand (m)	Avvik (m)				
	valgt "n"	økt. "n"	valgt "n"	økt. "n"	valgt "n"	økt. "n"	valgt "n"	økt. "n"				
10	4,29	4,60	0,31	5,78	6,19	0,41	6,21	6,66	0,45	6,66	7,14	0,48
9	4,29	4,61	0,32	5,81	6,22	0,41	6,26	6,70	0,44	6,73	7,19	0,46
8.2	4,25	4,57	0,32	5,77	6,19	0,42	6,22	6,67	0,45	6,69	7,16	0,47
8.1 bru OS	4,24	4,56	0,32	5,74	6,15	0,41	6,16	6,59	0,43	6,59	7,04	0,45
8.1 bru NS.	4,24	4,56	0,32	5,73	6,13	0,4	6,15	6,58	0,43	6,57	7,02	0,45
8	4,24	4,56	0,32	5,75	6,16	0,41	6,18	6,62	0,44	6,63	7,09	0,46
7.1	4,21	4,53	0,32	5,72	6,13	0,41	6,16	6,60	0,44	6,61	7,07	0,46
7	4,12	4,43	0,31	5,52	5,94	0,42	5,92	6,37	0,45	6,33	6,81	0,48
6.1	4,11	4,42	0,31	5,54	5,94	0,4	5,95	6,38	0,43	6,37	6,82	0,45
6	4,10	4,40	0,3	5,53	5,93	0,4	5,95	6,37	0,42	6,37	6,82	0,45
5.9	4,08	4,39	0,31	5,52	5,91	0,39	5,93	6,35	0,42	6,36	6,80	0,44

Tabell 9. Beregnede vannlinjer der Manningstall "n" er minket vises sammen med vannlinjer beregnet for valgt verdi (kalibrert) på Manningstall "n" samt avviket mellom de to alternative vannlinjeberegningene.

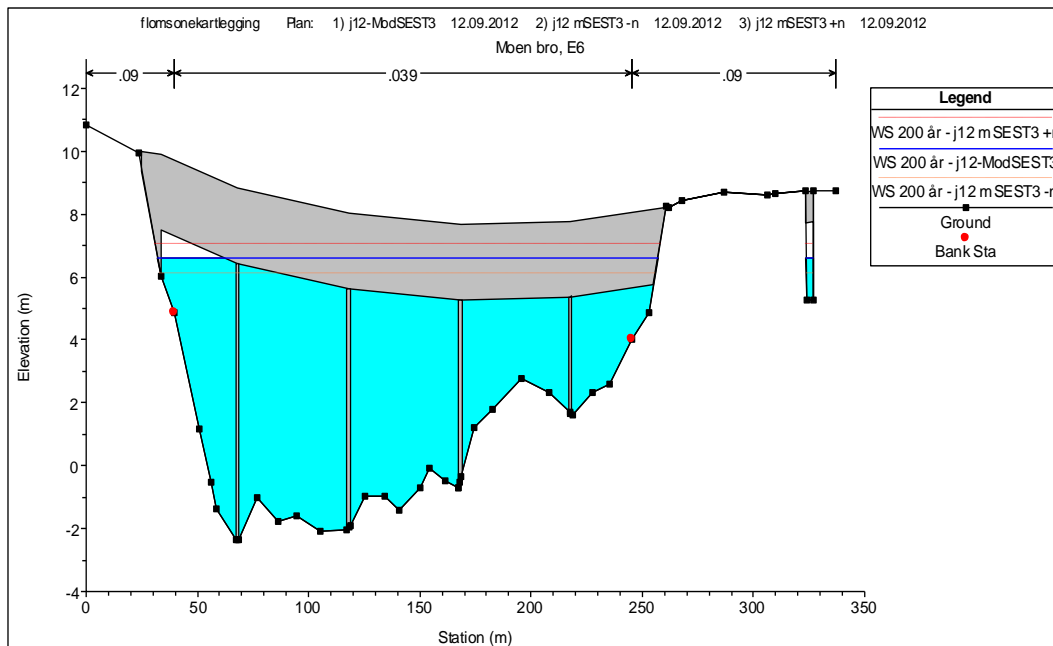
Tverrprofil	Q _M			Q ₅₀			Q ₁₀₀			Q ₂₀₀		
	Vannstand (m)		Avvik (m)	Vannstand (m)		Avvik (m)	Vannstand (m)		Avvik (m)	Vannstand (m)		Avvik (m)
	valgt "n"	min. "n"		valgt "n"	min. "n"		valgt "n"	min. "n"		valgt "n"	min. "n"	
10	4,29	3,96	-0,33	5,78	5,34	-0,44	6,21	5,75	-0,46	6,66	6,16	-0,50
9	4,29	3,96	-0,33	5,81	5,37	-0,44	6,26	5,79	-0,47	6,73	6,23	-0,5
8.2	4,25	3,90	-0,35	5,77	5,32	-0,45	6,22	5,74	-0,48	6,69	6,18	-0,51
8.1 bru OS	4,24	3,89	-0,35	5,74	5,30	-0,44	6,16	5,70	-0,46	6,59	6,10	-0,49
8.1 bru NS.	4,24	3,89	-0,35	5,73	5,29	-0,44	6,15	5,69	-0,46	6,57	6,09	-0,48
8	4,24	3,89	-0,35	5,75	5,30	-0,45	6,18	5,71	-0,47	6,63	6,13	-0,5
7.1	4,21	3,85	-0,36	5,72	5,26	-0,46	6,16	5,67	-0,49	6,61	6,10	-0,51
7	4,12	3,77	-0,35	5,52	5,07	-0,45	5,92	5,44	-0,48	6,33	5,81	-0,52
6.1	4,11	3,77	-0,34	5,54	5,11	-0,43	5,95	5,49	-0,46	6,37	5,88	-0,49
6	4,10	3,76	-0,34	5,53	5,11	-0,42	5,95	5,49	-0,46	6,37	5,89	-0,48
5.9	4,08	3,75	-0,33	5,52	5,09	-0,43	5,93	5,48	-0,45	6,36	5,88	-0,48

Figur 15 viser lengdeprofil av elva, fra profil 5.8-12, med beregnede vannlinjer for en 200-års flom med forskjellige verdier på Manningstall "n" for tverrprofilen 8.2-0.1.

Figur 16 viser beregnede vannlinjer ved E6 Målselv bru for en 200-års flom med forskjellige verdier på Manningstall "n" for tverrprofilene 8.2-0.1.



Figur 15. Lengdeprofil av elva ved E6 Målselv bru med beregnede vannlinjer for Q₂₀₀ med forskjellige verdier på Manningstall "n".



Figur 16. Tverrprofil 8.1 (oppstrøms bru) med beregnede vannlinjer for Q_{200} med forskjellige verdier på Manningstall "n".

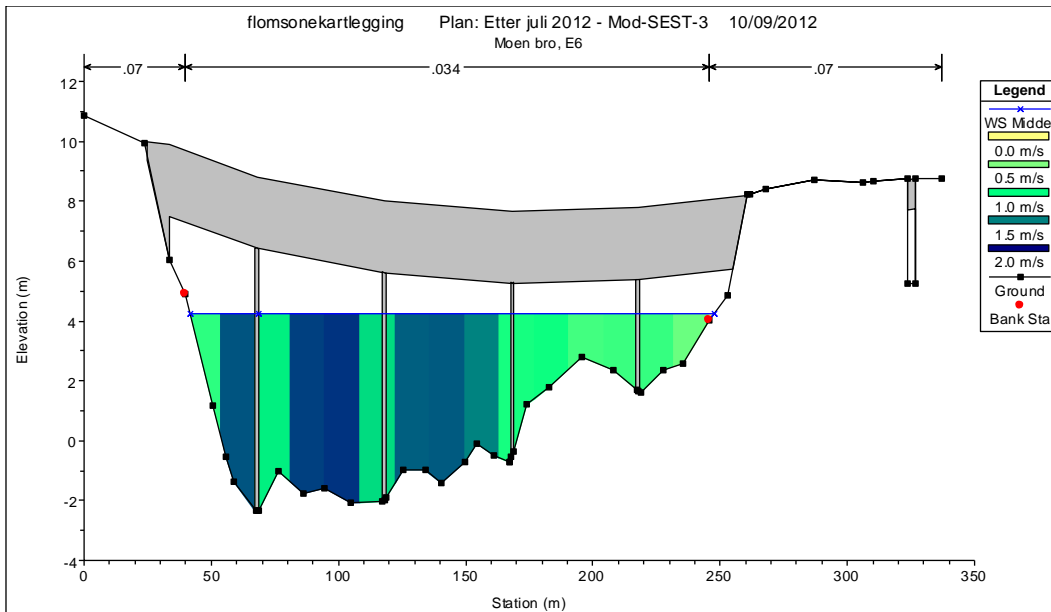
3.2.1.3 Nedre grensebetingelse - sjøvannstand

Det er i tillegg gjort en følsomhetsanalyse på vannstanden i sjøen, som i modellen er en nedre grensebetingelse og satt til 1,29 moh (Lier, 2001). Sjøvannstanden ble økt med 20 %. Dette gav en økning ved bruene på 1 cm ved middelflom, de øvrige flommene forblev uendret. Sjøvannstanden ble dermed økt til 2,0 og vannstanden ved bruene økte med 3 cm ved middelflom, de øvrige flommene forblev uendret. Sjøvannstanden ble dermed økt til 2,45 (den høyeste vannstanden som er brukt i kalibreringen av modellen) og vannstanden ved bruene økte da med 9 cm ved middelflom, 2 cm ved 50-års flom og 1 cm ved 100- og 200-års flom. En økning av vannstanden i sjøen til 3 m gav en økning av vannstanden ved bruene på 21, 5, 3 og 2 cm for flommene Q_M , Q_{50} , Q_{100} og Q_{200} respektive.

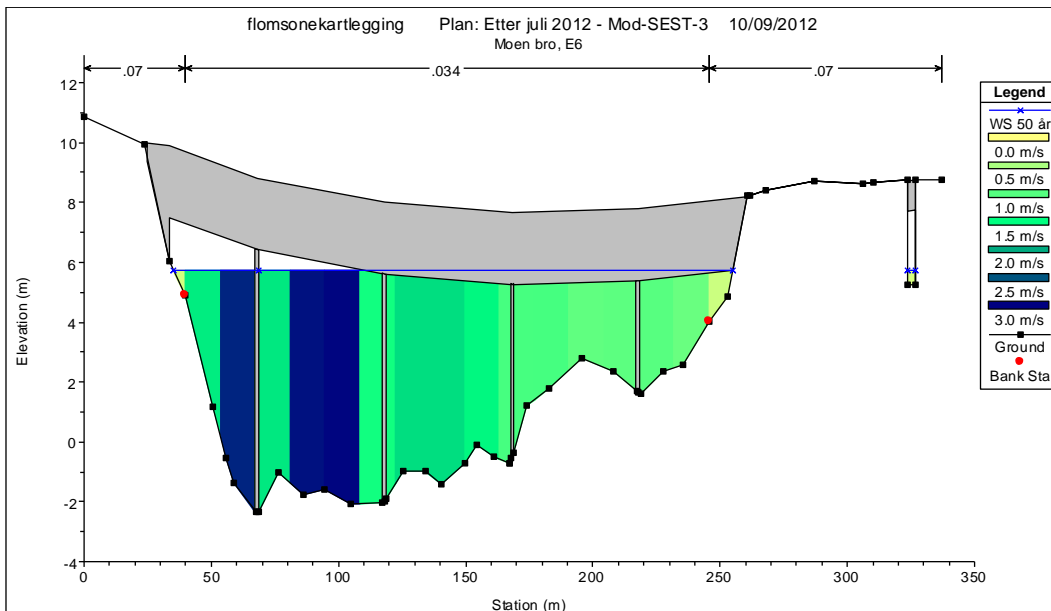
3.2.2 Vannhastigheter i elveløpet

Vannhastighetene i HEC-RAS beregnes ut ifra en endimensjonal hydraulisk modell (hastigheten beregnes i vertikale tverrsnitt) men i virkeligheten varierer vannhastigheten i elven både vertikalt og horisontalt (HEC-USACE, 2010). Før å kunne modellere vannets hastighet både vertikalt og horisontalt trengs det en tredimensjonal hydraulisk modell. Beregningene gir et bilde av den horisontale hastighetsvariasjonen men de absolutte vannhastighetene som fås i HEC-RAS må brukes med forsiktighet.

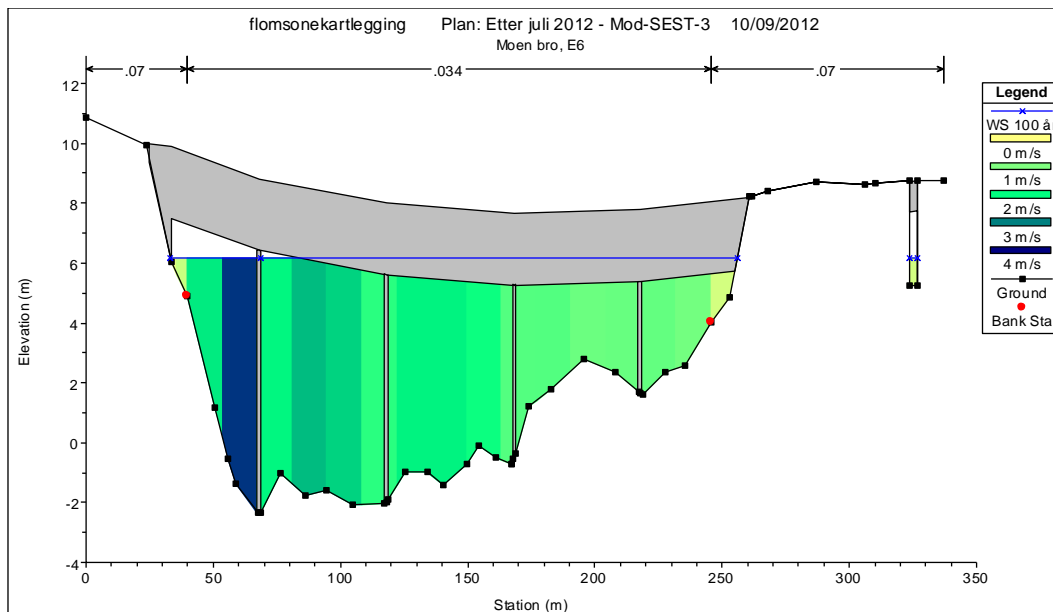
Vannhastighetene i elveløpet rundt brua ble modellert for middelflom og flommer med 50-, 100- og 200-års gjentaksintervall. Resultatene vises i figurene 15-18. Hastigheten i hovedkanalen ble delt opp i femten vertikaler og hastigheten i venstre og høyre bredd ble delt opp i ti vertikaler respektive.



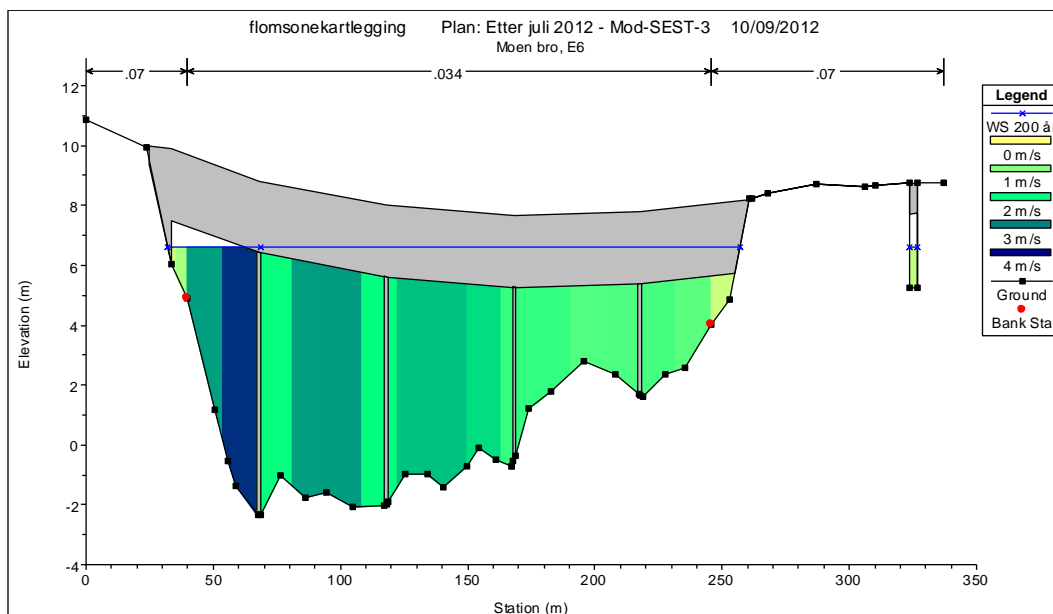
Figur 17. Hastighetsprofil for tverrprofil 8.1 (oppstrøms bru) med vannlinje for middelflom (1080 m³/s). Vannhastigheten er som mest ca 1,8 m/s.



Figur 18. Hastighetsprofil for tverrprofil 8.1 (oppstrøms bru) med vannlinje for 50 års gjentakintervall (1922 m³/s). Vannhastigheten er som mest ca 3 m/s.



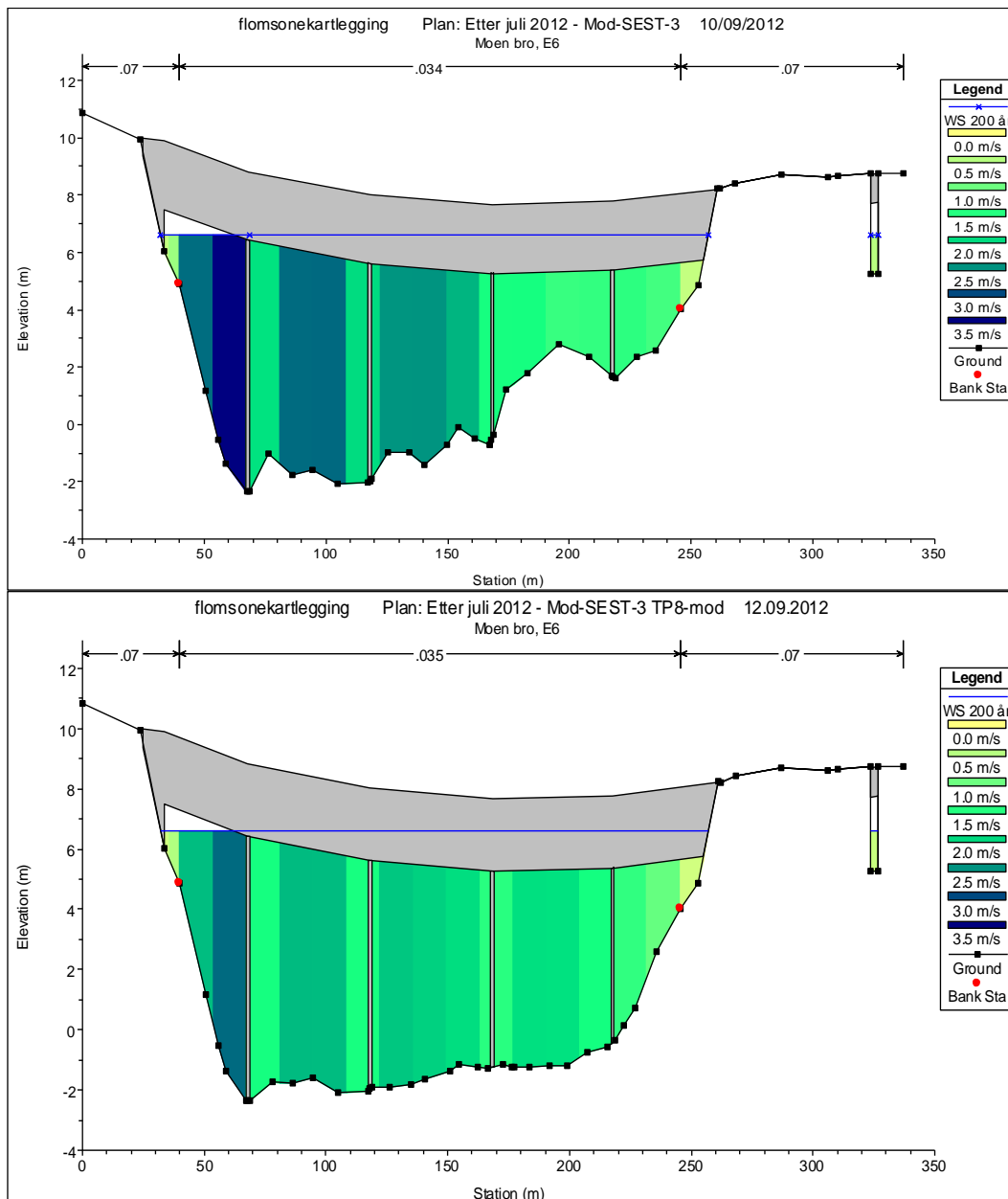
Figur 19. Hastighetsprofil for tverrprofil 8.1 (oppstrøms bru) med vannlinje for 100 (2215 m³/s) års gjentakintervall. Vannhastigheten er som mest ca 3,6 m/s.



Figur 20. Hastighetsprofil for tverrprofil 8.1 (oppstrøms bru) med vannlinje for 200 års gjentakintervall (2538 m³/s). Vannhastigheten er som mest ca 3,6 m/s.

3.2.3 Vurdering av effekten ved utgraving under brua

Profilene 7.1, 8, 8.1 og 8.2 ble endret i modellen slik at elveløpets dyp på nordre siden (høyre siden i figurene) av elva er omtrent like dyp som på den søndre siden av elva. Vannhastighetene i elveløpet rundt brua ble modellert for en 200-års flom. Vannstand og vannhastigheter for den originale profil 8.1 samt for den konstruerte profilen 8.1 vises i figur 19. Den maksimale vannhastigheten minker fra ca 3,4 til 2,6 m/s og gjennomsnittshastigheten minker fra 2,3 til 1,9 m/s sammenlignet med original modellen. Derimot øker vannhastigheten mellom brupilar tre og fire, fra ca 1,6 m/s til ca 2 m/s.

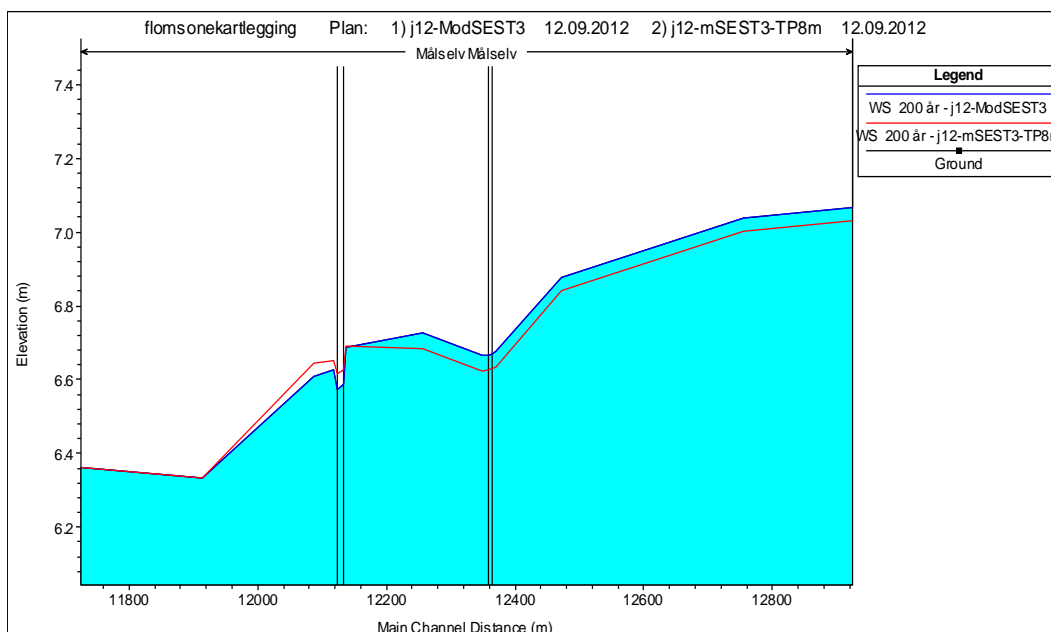


Figur 21. Øver: Hastighetsprofil for tverrprofil 8.1 (oppstrøms brua) ORIGINAL, med vannlinjer for 200 års gjentakintervall (2538 m³/s). Under: Hastighetsprofil for tverrprofil 8.1 (oppstrøms brua) KONSTRUERT, med vannlinjer for 200 års gjentakintervall (2538 m³/s).

Vannstandsendingene som fås i modellen på grunn av de konstruerte endringene i profilene 7.1-8.1 vises i tabell 7 og figur 22.

Tabell 10. Vannstand og vannstandsendingene som fås i modellen på grunn av de konstruerte endringene i profilene 7.1-8.1

Tverrprofil	Q ₂₀₀	Q ₂₀₀	Avvik (m)
	ORIGINAL	KONSTRUERT	
10	6,66	6,62	-0,05
9	6,73	6,68	0,00
8.2	6,69	6,69	0,04
8.1 bru oppstrøm	6,59	6,63	0,05
8.1 bru nedstrøm	6,57	6,62	0,02
8	6,63	6,65	0,03
7.1	6,61	6,64	0,00
7	6,33	6,33	-0,05



Figur 22. Modellerte vannlinjer for Q₂₀₀. Blått: original vannlinjer. Rødt: vannlinjer som fås da tverrprofiler 7.1-8.1 er modifiserte. De to bruene ved Olsborg er markerte i figuren. E6 Målselv bru til venstre og gamle bruene til høyre.

4 Konklusjon

Vannstanden ved E6 bru i Olsborg for en 200-års flom (2538 m³/s) er beregnet til kote ca 6,70 m. En endring av 200-års flommen med +/-20 % gir en variasjon i vannstanden med ca +/- 70 cm.

En variasjon av Manningstall "n" (se avsnitt 3.2.1.2 for mer detaljert beskrivelse) gir en endring i den beregnede vannlinjen ved Målselv bru for en 200-års flom på ca +/- 50 cm.

Sjøvannstanden har liten innvirkning på den modellerte vannstanden ved Målselv bru og innvirkningen minsker med økede vannføringer.

En utgraving under Målselv bru i Olsborg, som ble simulert ved å endre profilene 7.1-8.1 (se avsnitt 3.2.3), har liten innvirkning på vannstanden ved brua men gir en lavere gjennomsnittsvannhastighet og lavere maksimal vannhastighet men hastighetene i nordre enden av bruene (høyre siden av elva) øker noe. Merk at vannhastighetene som beregnes i Hec-Ras beregnes med hjelp av en

endimensjonalmodell og de absolutte tallene må derfor brukes med forsiktighet. Hec-Ras gir et bilde av vannhastighetsvariasjonene i tverrprofilene men før å få mere tilforlitelige verdier på vannhastigheten må vannhastigheten måles på plass eller beregnes med hjelp av en tredimensjonal hydraulisk modell.

Referanser

Lier Ø., 2001. Delprosjekt Karlstad, Moen, Rundhaug og Øverbygd. Flomsonekart. NVE No. 12-2001

Sværd R., 2001. Flomberegning for Målselvvassdraget. Flomsonekartprosjektet. NVE Dokument No. 21-2001.

Vassdragshandboka, 2010. Tapir Akademisk Forlag i samarbeid med NVE.

HEC-USACE, 2010. HEC-RAS River Analysis System, Hydraulic Reference Manual, U.S. Army Corps of Engineers, Hydraulic Engineering Center (HEC), Davis, CA, USA.

Lawrence og Hisdal, 2011. Hydrological projections for floods in Norway under a future climate. NVE Report No. 5-11. www.nve.no.

Tegning 322/73 Oversikt rekkverk, 1973. Statens vegvesen, Målselv bru Troms fylke. Vegdirektoratets bruavdeling, Oslo.

Tegning 318^b/73 Formtegnning pilar 3, v/profil nr. 2710, 1973. Statens vegvesen, Målselv bru Troms fylke. Vegdirektoratets bruavdeling, Oslo.

Vedlegg

Vedlegg 1. Flomberegning for Målselv ved Olsborg (196Z). Oppdragsrapport B 24-2012.