

Vannlinjeberegning for Sandvikselva (008.Z) i Sandvika, Bærum kommune i Akershus

Utarbeidet av Thomas Væringstad og
Byman Hamududu

Rapport

Vannlinjeberegning for Sandvikselva (008.Z) i Sandvika, Bærum kommune i Akershus

Oppdragsgiver: Bærum kommune

Saksbehandler: Thomas Væringstad og Byman Hamududu

Ansvarlig: Sverre Husebye

Forsidefoto:

Vår ref.: NVE 201305431

Arkiv: 333 / 008.Z

Emneord Vannlinjeberegning, flomsonekart, flomberegning

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

Telefon: 09575
Telefaks: 22 95 90 00
Internett: www.nve.no

Innhold

Forord	4
Innledning	5
Beskrivelse av nedbørfeltet til Sandvikselva	6
Modellutvikling	7
Flomberegning.....	7
Justering av flomverdier i forhold til ventede klimaendringer.....	8
Hydraulisk beregning	8
Geometri	8
Endringer i geometri fra 2003 til 2014.....	9
Høydegrunnlag.....	12
Friksjon og strømningsforhold	12
Kalibrering.....	12
Grensebetingelser	12
Resultater	13
Gamle modeller vs. ny modell.....	13
Endret geometri fra 2003 til 2014	16
Holma bru.....	16
Køla bru.....	16
Vannlinjer med dagens klima	16
Klimapåslag	28
Konklusjon	36
Referanser	37

Forord

På oppdrag for Bærum kommune har NVE, Hydrologisk avdeling, framskaffet hydrologiske data for Isielva og Sandvikselva i Bærum kommune og beregnet vannlinjer for middelflom, 5, 10, 20, 50, 100, 200 og 500-årsflom.

Rapporten inneholder estimerte flomverdier for Sandvikselva og korresponderende vannlinjeberegninger. Vannlinjeberegningen omfatter oppsett av en endimensjonal (1D) hydraulisk modell med inngangsdata basert på oppmåling utført av Bærum kommune og en terrengmodell fra laserdata. Det er benyttet verktøyet Hec-RAS. Hydrauliske ruhetsverdier i modellen er benyttet som i tidligere modeller.

De hydrologiske og hydrauliske beregningene er beheftet med noe usikkerhet, på grunn av manglende måledata for vannføring, usikkerhet i høydegrunnlag og manglende kalibreringsdata på deler av strekningen. De utførte analysene og resultatene er imidlertid etter vår vurdering det beste som kan fremskaffes for planlegging med det datagrunnlag som finnes for området i dag.

Det som her foreligger er en ren oversendelse av hydrologiske og hydrauliske analyser på oppdragsbasis, og er ikke en del av NVEs forvaltningsmessige behandling av saken.

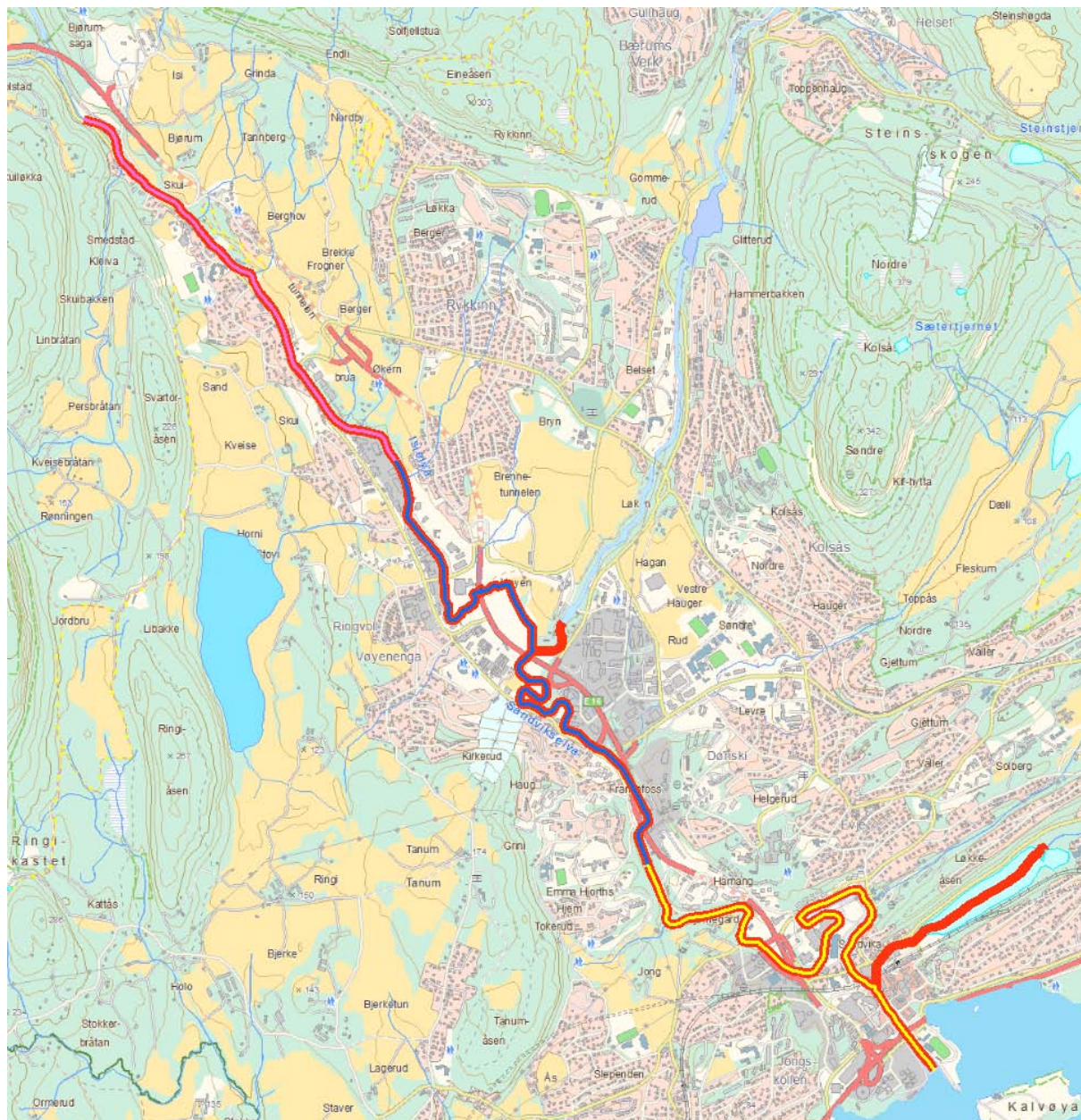
Thomas Væringstad har vært ansvarlig for oppdraget fra NVEs side. Byman Hamududu har satt opp modellen, Demissew K. Ejigu har kvalitetskontrollert den hydrauliske modellen og xx rapporten.

Sverre Husebye
seksjonssjef

Thomas Væringstad
senioringeniør

Innledning

Det er tidligere utført vannlinjeberegninger for Isielva og Sandvikselva i forbindelse med flomsonekartlegging. Bærum kommune trenger nå oppdaterte beregninger for strekningen fra Bjørum til utløpet i fjorden. Denne rapporten inneholder vannlinjeberegninger for hele strekningen.



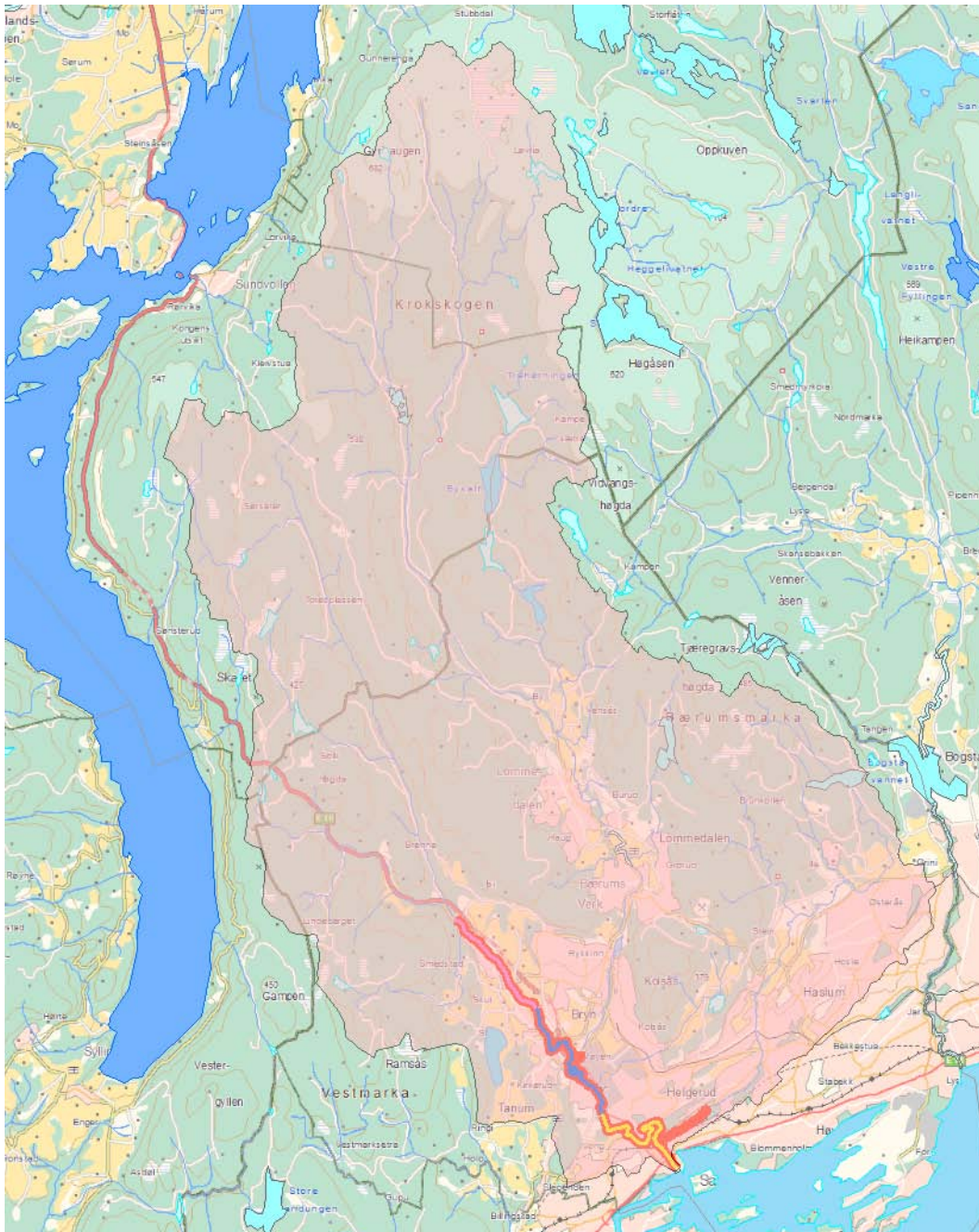
Figur 1: Modellstrekningen i Isielva og Sandvikselva er markert i rødt. Tidligere bestod dette av tre separate modeller, vist som rosa, blått og gult.

Beskrivelse av nedbørfeltet til Sandvikselva

Nedbørfeltet til Sandvikselva ligger hovedsakelig i Bærum, Hole og Ringerike kommuner. Feltegenskapene er som gitt i tabell 1.

Normalavløp og årsavløp: NVEs digitale avrenningskart for perioden 1961-1990 gir spesifikt normalavløp i Sandvikselva på $15 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ som tilsvarer estimert årlig middelavløp på $19 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2 \cdot 225 \text{ km}^2 = 4\,275 \text{ l/s} = 4,27 \text{ m}^3/\text{s}$. Dette tilsvarer et midlere årsavløp på 135 mill. $\text{m}^3/\text{år}$. Avrenningskartet har en usikkerhet på opp mot $\pm 25 \%$.

Hydrologisk regime: Vassdraget har dominerende vår- og høstflommer.



Figur 2. Nedbørfeltet til Sandvikselva.



Tabell 1. Feltkarakteristika for nedbørfeltet til Sandvikselva.

Elv	Regine- enhet	Feltareal (km ²)	Snaufj (%)	Eff. sjø (%)	Q _N (l/s·km ²)	Høydeint. (moh.)
Sandvikselva	008.Z	225	0	0,1	19	0 - 682

Q_N betegner middelvrenningen i perioden 1961-90 beregnet fra NVEs avrenningskart.

Modellutvikling

Arbeidet er utført i to trinn. Det er tidligere utført en flomberegning i forbindelse med flomsonekart for Sandvika. Resultatene fra flomberegningen er benyttet som inngangsdata i vannlinjeberegningene. Det er så konstruert en 1-dimensjonal representasjon av elva i en hydraulisk modell basert på oppmåling av et gitt antall tverrprofiler i elveløpet og en terrengmodell.

Flomberegning

Flomberegningen er utført tidligere i flomsonekartprosjektet og er dokumentert i egen rapport (Væringstad, 2003). Disse resultatene er vurdert iht. de siste årene med observasjoner.

En ny flomfrekvensanalyse ved målestasjon 8.2 Bjørnegårdssvingen indikerer at det ikke har skjedd noen vesentlige endringer i resultatene siden beregningene i 2003. Det er derfor benyttet de samme flomverdiene i Sandvikselva.

Det er allikevel valgt å justere flomverdiene for Isielva. Dette skyldes at i 2003 ble flommene i Isielva kun skalert mht areal relativt til flomverdiene ved Bjørnegårdssvingen. Isielva er et mindre og raskere felt enn Sandvikselva, og spesifikke kulminasjonsverdier vil være større. Tallene fra 2003 er derfor oppjustert med 10 prosent. Oppskaleringen er basert på regionalt formelverk (Sælthun et al. 1997) og forskjellen i forholdstallene mellom momentanverdier og døgnmidler for hhv. Isielva og Sandvikselva ved Bjørnegårdssvingen.

Flomverdier i m³/s for ulike gjentaksintervall og ulike punkt i vassdraget er gitt i tabell 2. Det er kulminasjonsverdier som er gitt. Det er også benyttet beregnede vannstander for Oslofjorden hentet fra sehavniva.no. Tabell 3 viser stormflovannstander ved Oslo for ulike gjentaksintervall.

Tabell 2. Flomverdier i m³/s for ulike steder i Sandvikselva.

Elv/punkt	Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀
Rønnelva	10	13	15	18	21	23	26	29
Lomma	36	47	56	65	77	85	94	107
Isielva	25	33	40	45	54	59	66	75
Sandvikselva (ovf. Dælibekken)	60	77	92	107	126	141	155	175
Sandvikselva (ovf. Rønnelva)	63	81	97	112	132	148	163	184
Sandvikselva (ndf. Rønnelva)	75	96	115	133	156	175	193	218



Tabell 3. Sjøvannstander i meter (NN2000) for stormflo.

	H ₁	H ₅	H ₁₀	H ₂₀	H ₅₀	H ₁₀₀	H ₂₀₀	H ₅₀₀	H ₁₀₀₀
Oslo	1,13	1,25	1,37	1,48	1,61	1,71	1,81	1,94	2,03

Justering av flomverdier i forhold til ventede klimaendringer

I Lawrence og Hisdal (2003) er det gitt anbefalinger om hvordan man skal ta hensyn til ventet klimautvikling frem til år 2100 ved beregning av flommer med forskjellige gjentaksintervall. Ut fra avsnitt 8.6 Østlandet i nevnte rapport, velger vi her å benytte en faktor på 1,2 (20 % økning) for å anslå klimaendringers effekt på flommer med forskjellige gjentaksintervall.

Kulminasjonsvannføringer for flommer i et endret klima (år 2100) blir dermed som i tabell 4.

Tabell 4. Flomverdier med klimapåslag i m³/s for ulike steder i Sandvikselva.

Elv/punkt	Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀
Rønnelva	12	15	18	21	25	28	31	35
Lomma	43	56	67	78	92	102	113	128
Isielva	30	40	48	54	65	71	79	90
Sandvikselva (ovf. Dælibekken)	72	93	111	128	151	169	186	210
Sandvikselva (ovf. Rønnelva)	76	97	116	134	158	178	196	221
Sandvikselva (ndf. Rønnelva)	90	115	138	159	188	210	232	261

Hydraulisk beregning

Det hydrauliske modelleringsverktøyet HEC-RAS er benyttet til beregning av vannlinjene. Programmet er gratis og fritt tilgjengelig. Datagrunnlaget til modellen er oppmåling av tverrprofiler, laserdata og brutegninger, samt flomberegninger fra vannføringsobservasjoner i vassdraget. Basert på disse er det utviklet en forenklet representasjon av elven i form av en 1D hydraulisk modell. Chow et al. (1988) gir detaljer om slike modellsystemer.

Geometri

Elvbunn og terrenget i den hydrauliske modellen er representert ved et utvalg av tverrprofiler. Tverrprofilene er basert på oppmåling langs Sandvikselva utført av Bærum kommune i perioden 2001-2003 og enkelte tilleggsmålinger i 2013. Laserdata er mange steder benyttet utover elvebreddene. Strekningene i modellen inkluderer hele Sandvikselva og Isielva opp til litt nedstrøms Bjørum sag. Dette utgjør en 11 km lang strekning.

Figur 3 og 4 nedenfor viser nummereringen til oppmålte tverrprofiler som er benyttet. Oppmålte tverrprofiler er nummerert og starter ved profil 11 232 som ligger nedstrøms Bjørum sag og slutter ved profil 172 som ligger ved utløpet av Sandvikselva.

Ved utarbeidelse av ny modell er dette gjort i flere trinn. Det ble først opprettet en terrengmodell over modelleringsområdet basert på laserdata fremskaffet av Bærum kommune. Benyttet koordinatsystem er UTM 32N og høydegrunnlaget er NN2000.



Med utgangspunkt i plasseringen av de opprinnelige tverrprofilene oppmålt av Bærum kommune, er nye tverrprofiler hentet ut basert på terrengmodellen og verktøyet HEC-GeoRAS. Tverrprofilene er koordinatfestet og blir riktig plassert når de importeres i HEC-RAS. Avstanden mellom profilene er beregnet i GIS og kan avvike noe fra det som er benyttet i de gamle modellene. Avviket er stort sett ubetydelig.

Det er god overensstemmelse mellom laserdata og oppmålte tverrprofiler på elvebreddene, mens i elvekanalen er det til dels betydelige forskjeller. Dette kan skyldes at laserdata til dels måler vannoverflaten og ikke elvebunnen. Tverrprofilene hentet ut med HEC-GeoRAS er derfor korrigert med tidligere oppmålinger i elveleiet.

Bruer, kulverter, forbygninger osv. er kopiert fra gamle modeller til ny modell. Det samme er alle Manningstall. Gamle modeller og ny modell skal dermed være nokså like og vannlinjene bør være sammenlignbare.

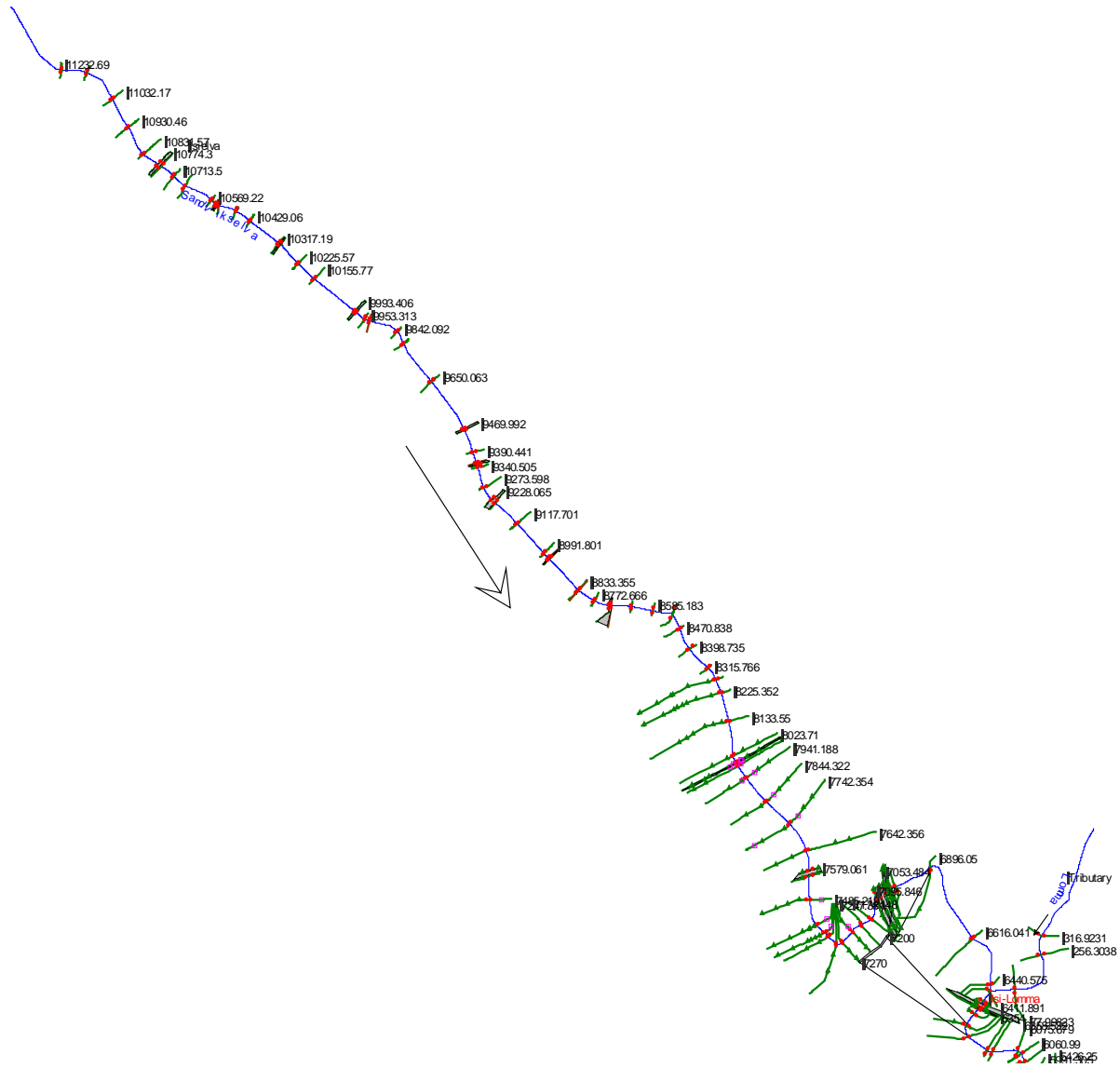
Endringer i geometri fra 2003 til 2014

Eventuelle endringer i terrenget er antatt å være fanget opp ved bruk av laserdata.

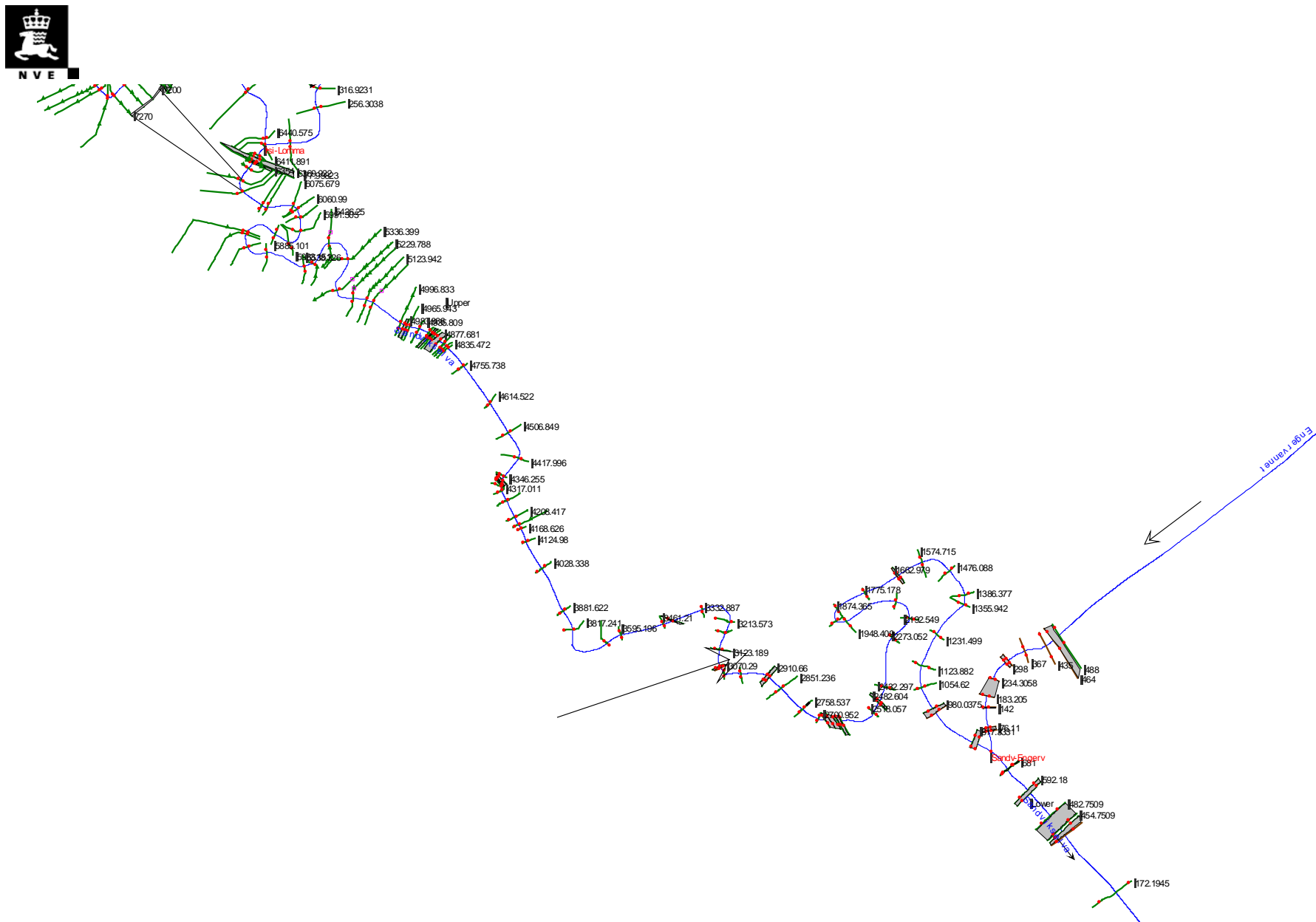
Det er kommet til tre nye bruer. Holma bru, Køla bru (E16 mot Bergen) og Køla bru (E16 mot Sandvika). Gamle Køla bru er blitt hevet og utvidet med nytt flomløp, mens gamle Køla gangbru er fjernet.

Disse endringene er lagt til i en ny versjon av modellen som beskriver dagens forhold.

I forbindelse med utbyggingen av ny parsell av E16, er det planlagt flere endringer som er antatt å ha betydning på flomforholdene i Sandvikselva. Om betydningen av disse og evt. andre tiltak i vassdraget skal beregnes, må videre endringer i modellen gjøres. Dette er ikke utredet i denne rapporten.



Figur 3. Oversikt over oppmålte profiler som er benyttet i den hydrauliske modellen i Isielva.



Figur 4. Oversikt over oppmålte profiler som er benyttet i den hydrauliske modellen i Sandvikselva.



Høydegrunnlag

Alle høyder er i NN2000 om ikke annet er gitt i teksten.

I de opprinnelige vannlinjemodellene og flomsonekartprosjektet var høydegrunnlaget gitt i lokalhøyde for Bærum. Nytt høydesystem er nå NN2000, og Bærum lokalhøyder er justert opp med 0,36 m. I Bærum er forskjellen mellom NN1954 og NN2000 på ca +0,15 m.

Friksjon og strømningsforhold

Alle typer energitap som påvirker vannstanden langs elveløpene er representert ved en enkelt faktor, Manningstallet. Verdiene er estimert basert på erfaringstall og kalibrering mot observerte vannstander. Det er benyttet ulike Mannings "n" verdier på strekningen, og disse varierer stort sett mellom 0,04 og 0,07 i elveleiet og 0,07 – 0,20 på elveslettene.

Tabell 5. Variasjonsområde av Manningstallene (n) i modellen.

Elveslette	Hovedkanal
0,07 – 0,20	0,03 – 0,07

Asfalterte områder og enkelte forbygninger har lavere friksjon og er representert ved mindre Manningstall enn i tabellen over.

Kalibrering

En kalibrering av modellen vil gi mindre usikkerhet i resultatene. Det fins observasjoner av vannføringsdata i Sandvikselva og innmålte vannstander ved enkelte flommer. Det er tidligere utført kalibrering av modellen. Det er i hovedsak god overensstemmelse mellom kalibrete modeller og observasjonene, og det er lagt vekt på at modellene skal være kalibret med realistiske ruhetsverdier (Høydal og Øydvin, 2003).

Grensebetingelser

Det er beregnet vannlinjer for middelflom, 5, 10, 20, 50, 100, 200 og 500-årsflom. Vannføringen ved de ulike gjentaksintervallene og på ulike steder i vassdraget er gitt i tabell x og x.

Det er lite sannsynlig at flomtømmen i Sandvikselva sammenfaller likt i tid stormflom i sjøen av samme gjentaksintervall. Det er benyttet 1-års stormflo som nedstrøms grensebetingelse i modellen.

Vannføringen i Sandvikselva og vannstanden i Oslofjorden refereres til som "grensebetingelser".

Når disse to flomtypene settes sammen, legges stormflo i sjø som et lokk over vannlinjene beregnet i modellen. For nedre del av Sandvikselva vil stormflom gi de høyeste vannstandene.



Resultater

Dette kapitlet er delt inn i tre deler. Første del sammenligner beregnede vannlinjer i de tre tidligere modellene med resultatene fra den nye modellen. Disse bør være mest mulig sammenfallende.

I andre del vises vannstander for flommer med dagens klima og geometri. Det er gjort noen endringer i geometrien siden utarbeidelsen av flomsonekartene.

Siste del viser vannlinjer med klimapåslag og med dagens geometri.

Gamle modeller vs. ny modell

Ved sammenligning av gamle modeller og ny modell, er dette gjort med geometri tilsvarende den i 2003. Det er tatt utgangspunkt i en 200-årsflom ved sammenligning av modellene. Vannstanden ved profilene er brukt som sammenligningsgrunnlag.

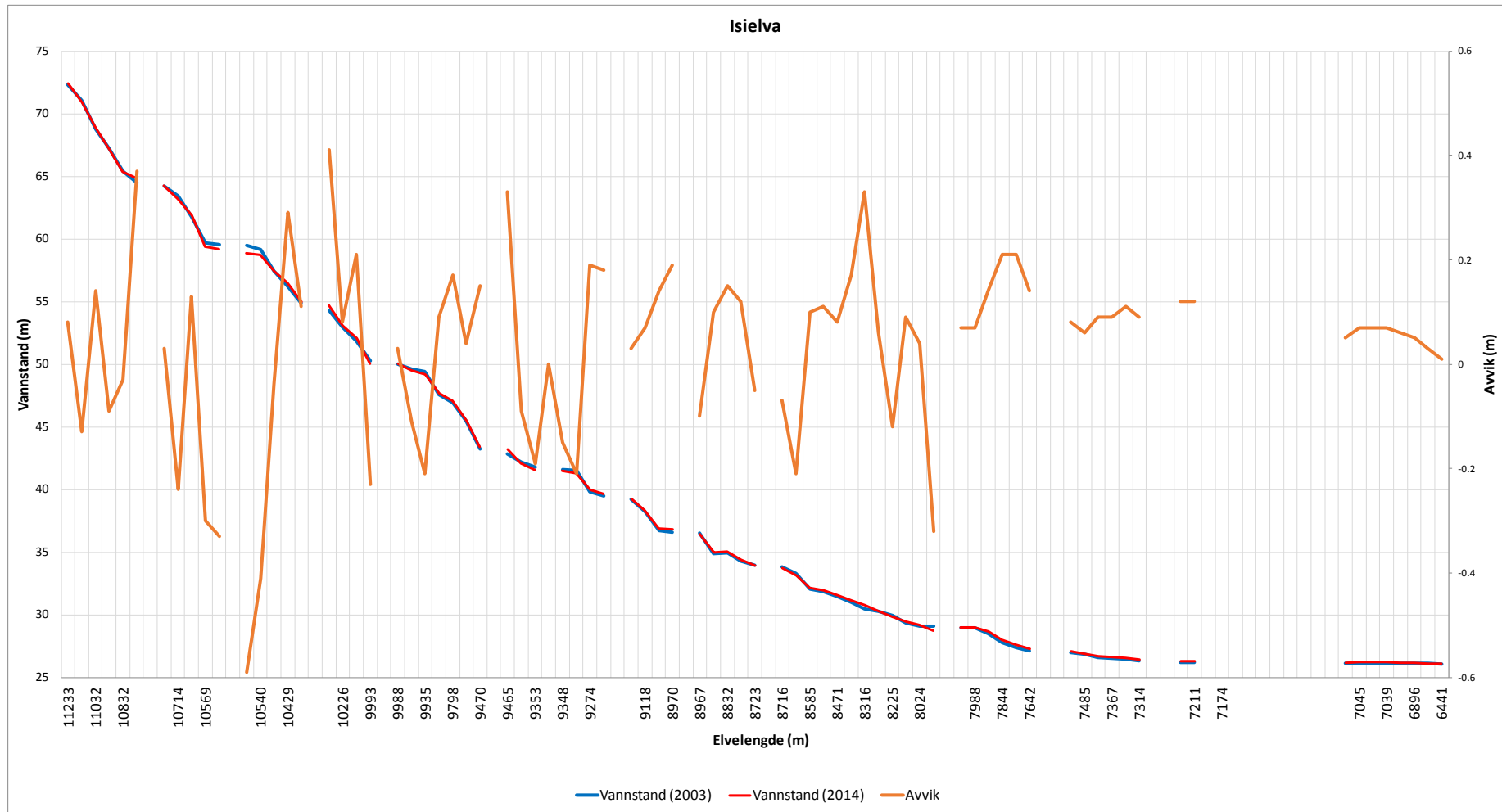
Figur 5 viser vannlinjene for Isielva og figur 6 for Sandvikselva i hhv. gammel og ny modell, samt differansen mellom disse. Positivt avvik betyr at ny modell gir høyere vannstand mens negativt avvik betyr at ny modell gir lavere vannstand. Der figuren mangler linje er det gjerne bruer eller andre forbygninger i elva.

For det meste er det god overensstemmelse mellom modellene. Avvike ligger stort sett innenfor et intervall på +/- 30 cm. Dette må sies å være akseptabelt med hensyn til usikkerheten i denne typen modeller.

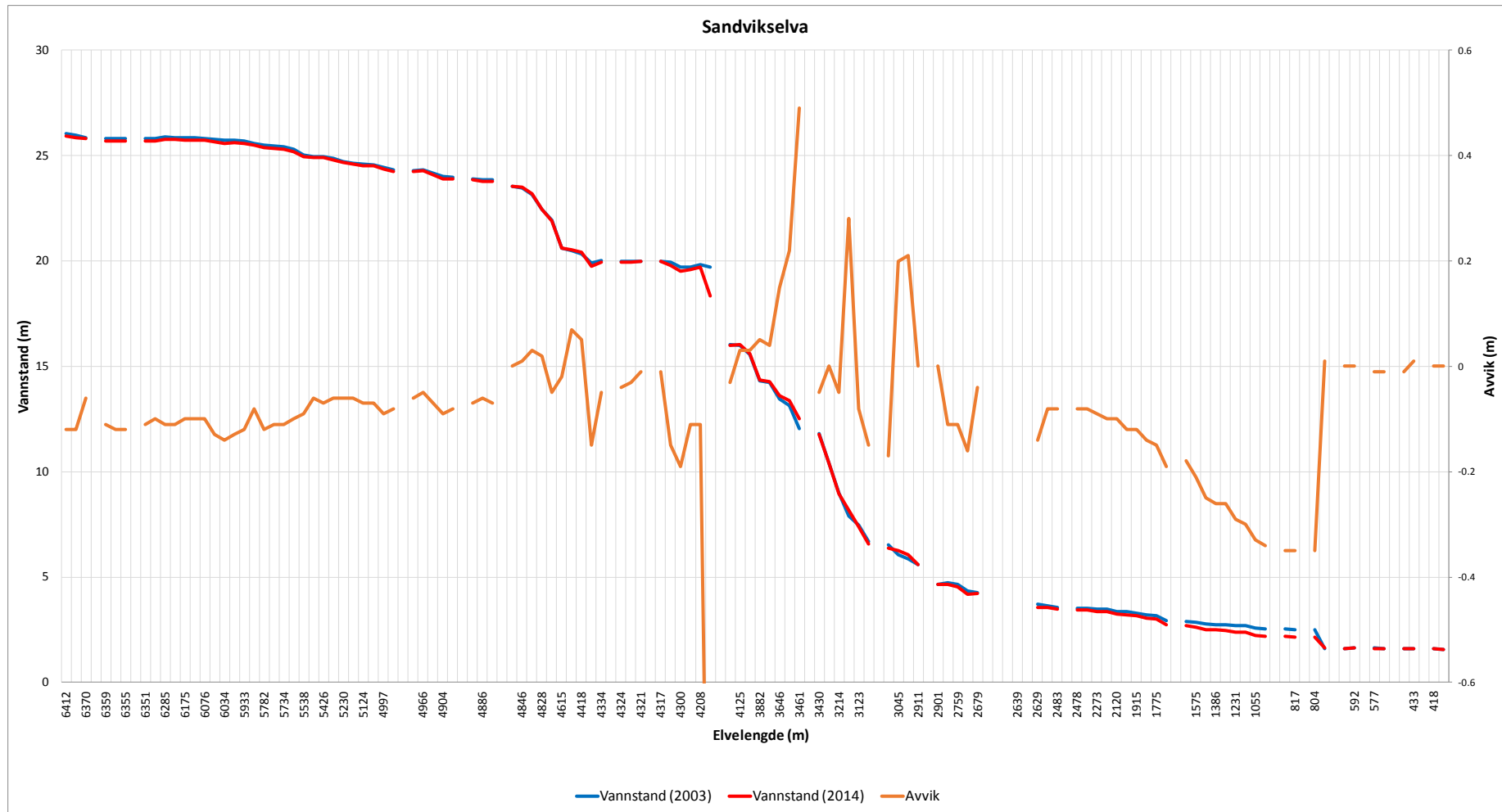
Det er noen forskjeller i modellstrukturen som gir utslag i enkelte tilfeller. Ved enkelte bruer er det benyttet en annen metodikk for beregning av vannlinjene i ny modell. Dette gir gjerne utslag i litt høyere vannlinje når flommene nærmer seg kapasiteten til brua. Det er antatt at ny modell er mest riktig satt opp. Ved den nest øverste brua i Isielva (ved Bjørumveien) gir ny modell vesentlig lavere vannstand. Dette skyldes at et tverrprofil nedstrøms brua har noe større tverrsnitt basert på laserdata, sammenlignet med det som er målt opp av Bærum kommune. Dette er ikke et sted som er kritisk i modellen, og der er ikke gjort noe mer vurderinger rundt hvilke målinger som er mest riktige.

En annen forskjell mellom modellene er hvordan samløpene mellom Lomma og Isielva, samt Sandvikselva og Rønneelva er modellert. For samløpet mellom Lomma og Isielva gir dette utslag i noe høyere vannstand i ny modell, mens motsatt er tilfelle for samløpet mellom Sandvikselva og Rønneelva.

Et tredje sted hvor det er benyttet en annen modellstruktur, er ved Franzefoss. Ved Franzefoss gikk skillet mellom midtre og nedre delstrekning i de gamle modellene. Grensebetingelsen var kapasitetskurven som angitt vannstand ved ulike flommer for Franzefoss (xxx, 200x). I ny modellstruktur er Franzefoss lagt inn som en dam, men utformet slik at den gjenspeiler kapasitetskurven benyttet i gammel modell. Det blir allikevel et stort avvik i beregnet vannstand ved tverrprofil 4182. Dette skyldes at profilet ligger helt inntil dammen, og vannstanden får et sprang i forbindelse med overkritisk strømming over dammen. Neste profil oppstrøms dammen ser derimot ut til å stemme godt med kapasitetskurven.



Figur 5. Forskjellen mellom ny og gamle modeller av Isielva. Avviket i meter vises i orange kurve (sekundær y-akse).



Figur 6. Forskjellen mellom ny og gamle modeller i Sandvikselva. Avviket i meter vises i orange kurve (sekundær y-akse).



Endret geometri fra 2003 til 2014

Siden 2003 har det skjedd flere endringer i geometrien i og langs vassdraget. Det er antatt at alle de viktigste endringer av terrenget utenfor elveløpet er tatt hensyn til gjennom bruk av laserdata. I tillegg har Holma bru kommet til, samt at det har blitt utført store endringer for Køla bru.

Holma bru

Holma bru er bygget etter 2003 og krysser Isielva ved elvelengde 7565. Det mangler detaljtegninger for brua, og bru høyden er anslått ut i fra befaring.

Modellresultater med og uten Holma bru gir mindre enn 5 cm økning av vannlinja oppstrøms brua ved en 200-årsflom etter bygging. Det er derfor antatt at denne brua har liten betydning på vannlinjene.

Ved en 500-årsflom begynner energilinja og nærme seg underkant brukar. Det anbefales at detaljerte brutegninger skaffes til veie.

Køla bru

Endringer er utført etter 2003. Gangbru er fjernet og gamle Køla bru er hevet, samt fått nytt flomløp. I tillegg er det bygget to nye bruer til ny parsell for E16. Det mangler detaljtegninger for de to nye bruene, og høyde er anslått ut i fra befaring.

Endringene ved Køla bru har en positiv virkning på vannlinjene oppstrøms nederste bru. Ved en 200-årsflom kan det se ut til at vannstanden er blitt redusert med kun noen få cm, mens for mindre flommer er forskjellen opp mot 40 cm. Den lille forskjellen i vannstand for en 200-årsflom skyldes i hovedsak at veien på høyre elvbredd oppstrøms brua er hevet sammenlignet med 2003. I 2003 beregningene gikk en god del av vannet utenom bruene og kom tilbake i elva nedstrøms Agnes bru. Denne effekten vil nå først inntreffe ved større gjentakintervall.

Vannlinjer med dagens klima

Det er beregnet vannlinjer for middelflom, 5, 10, 20, 50, 100, 200 og 500-årsflom. I presentasjonen av resultatene er det i hovedsak lagt vekt på vannlinjer for flommer med 200-års gjentakintervall, mens vannstander for andre gjentakstider er gitt i egen tabell.

I overgangen mellom Sandvikselva og sjøen kan vannstanden være noe overestimert og vannhastigheter noe underestimert pga. antagelse om sammenfallende tidspunkt for flommer i Sandvikselva og 1-års stormflom.

Resultatene fra vannlinjeberegninger for en 200-års flom er sammenstilt i tabell 6 og 7. Vannstanden ved andre flomstørrelser er gitt i tabell 8 og 9.



Tabell 6: Beregnede vannlinjer, energihøyde, vannhastighet og Froude tall for Isielva ved en 200-årsflom.

Profil nr.	Vannføring (m ³ /s)	Vannstand (moh.)	Energi høyde (moh.)	Middel-hastighet (m/s)	Froude tall
11233	66	72.49	72.94	3.02	0.71
11151	66	71.01	71.39	2.75	0.65
11032	66	69.00	69.39	2.79	0.67
10930	66	67.24	67.63	2.87	0.67
10832	66	65.42	66.05	2.97	0.74
10774	66	64.92	65.08	1.73	0.39
10774	Bridge				
10764	66	64.36	64.66	2.43	0.66
10714	66	63.26	63.70	3.01	0.79
10665	66	62.00	62.65	3.62	0.88
10569	66	59.52	59.97	2.99	0.68
10555	66	59.33	59.72	2.74	0.61
10553	Bridge				
10547	66	59.00	59.54	3.24	0.77
10540	66	58.84	59.36	3.18	0.71
10484	66	57.50	58.13	3.59	0.81
10429	66	56.57	57.07	3.31	0.71
10317	66	55.06	55.39	2.53	0.60
10315	Bridge				
10312	66	54.79	55.25	3.00	0.78
10226	66	53.21	53.52	2.55	0.55
10156	66	52.20	52.56	2.70	0.60
9993	66	50.17	50.54	2.74	0.56
9993	Bridge				
9988	66	50.16	50.53	2.75	0.56
9953	66	49.62	50.06	3.00	0.69
9935	66	49.31	49.76	3.05	0.71
9842	66	47.77	48.16	2.82	0.65
9798	66	47.20	47.53	2.62	0.58
9650	66	45.60	45.84	2.18	0.52
9470	66	43.50	43.92	2.92	0.65
9467	Bridge				
9465	66	43.29	43.82	3.28	0.77
9390	66	42.19	42.46	2.33	0.51
9353	66	41.66	42.07	2.85	0.62
9353	Bridge				
9348	66	41.53	41.99	3.04	0.68
9341	66	41.36	41.85	2.88	0.73
9274	66	40.08	40.57	3.10	0.75
9228	66	39.77	39.95	1.88	0.40
9228	Bridge				
9212	66	39.39	39.64	2.20	0.48



9118	66	38.42	38.70	2.32	0.51
8992	66	36.96	37.31	2.72	0.57
8970	66	36.85	37.10	2.21	0.45
8970	Bridge				
8967	66	36.52	36.86	2.58	0.57
8833	66	35.10	35.39	2.44	0.55
8832	66	35.17	35.34	1.88	0.46
8773	66	34.45	34.76	2.48	0.57
8723	66	33.85	34.15	2.47	0.54
8723	Bridge				
8716	66	33.85	34.15	2.48	0.54
8653	66	33.20	33.48	2.39	0.52
8585	66	32.24	32.68	3.00	0.86
8521	66	32.03	32.07	0.79	0.17
8471	66	31.63	31.90	2.35	0.53
8399	66	31.14	31.29	1.74	0.41
8316	66	30.59	30.78	2.05	0.45
8271	66	30.17	30.45	2.39	0.50
8225	66	29.72	30.03	2.57	0.55
8134	66	29.37	29.47	1.65	0.33
8024	66	29.15	29.20	1.30	0.24
8000	66	28.88	29.12	2.23	0.41
7999	Bridge				
7996	66	28.71	28.95	2.23	0.44
7988	66	28.81	28.87	1.43	0.26
7941	66	28.44	28.70	2.48	0.46
7844	66	27.82	28.09	2.43	0.45
7742	66	27.40	27.56	1.90	0.37
7642	66	27.05	27.16	1.69	0.34
7579	66	26.90	26.97	1.31	0.27
7565	Bridge				
7561	66	26.85	26.90	1.08	0.23
7485	66	26.63	26.74	1.59	0.30
7402	66	26.37	26.49	1.82	0.35
7367	66	26.27	26.36	1.53	0.29
7349	66	26.22	26.31	1.60	0.30
7314	66	26.10	26.17	1.64	0.30
7310	Lat Struct				
7294	66	26.06	26.08	1.12	0.21
7247	66	25.93	25.96	0.99	0.18
7211	66	25.87	25.89	0.82	0.15
7210	Lat Struct				
7174	66	25.82	25.83	0.88	0.15
7096	66	25.80	25.81	0.39	0.07
7090	Bridge				
7078	66	25.79	25.80	0.45	0.08
7076	Bridge				



7061	66	25.79	25.79	0.50	0.09
7059	66	25.78	25.79	0.53	0.10
7053	66	25.77	25.79	0.85	0.13
7053	Bridge				
7048	66	25.58	25.63	1.09	0.17
7045	66	25.59	25.62	0.88	0.14
7043	66	25.60	25.62	0.69	0.11
7039	66	25.60	25.62	0.71	0.12
7026	66	25.59	25.61	0.81	0.15
6896	66	25.54	25.55	0.76	0.12
6616	66	25.48	25.49	0.50	0.08
6441	66	25.44	25.45	0.74	0.11

Tabell 7: Beregnede vannlinjer energihøyde, vannhastighet og Froude tall for Sandvikselva ved en 200-årsflom.

Profil nr.	Vannføring (m ³ /s)	Vannstand (moh.)	Energi høyde (moh.)	Middel-hastighet (m/s)	Froude tall
6412	155.3	25.17	25.21	1.05	0.16
6379	155.3	25.07	25.19	1.67	0.26
6370	155.3	25.03	25.18	1.76	0.30
6369	Bridge				
6359	155.3	24.94	25.15	2.14	0.34
6357	155.3	24.94	25.14	2.04	0.33
6355	155.3	24.94	25.14	2.06	0.33
6354	Bridge				
6351	155.3	24.93	25.13	2.00	0.32
6330	155.3	24.94	25.10	1.85	0.28
6285	155.3	25.00	25.05	1.24	0.18
6247	155.3	24.99	25.04	1.26	0.19
6175	155.3	24.97	25.02	1.20	0.18
6157	155.3	24.97	25.02	1.11	0.16
6076	155.3	24.96	25.00	0.98	0.14
6061	155.3	24.91	24.99	1.35	0.20
6034	155.3	24.84	24.95	1.66	0.25
5991	155.3	24.84	24.88	0.96	0.15
5933	155.3	24.79	24.84	1.20	0.18
5885	155.3	24.75	24.80	1.09	0.16
5782	155.3	24.61	24.69	1.47	0.21
5775	155.3	24.59	24.68	1.55	0.23
5734	155.3	24.53	24.62	1.47	0.21
5664	155.3	24.44	24.53	1.33	0.19
5538	155.3	24.24	24.36	1.72	0.24
5509	155.3	24.18	24.31	1.80	0.25
5426	155.3	24.16	24.21	0.99	0.14



5336	155.3	24.07	24.14	1.38	0.19
5230	155.3	23.94	24.03	1.38	0.21
5166	155.3	23.88	23.96	1.29	0.19
5124	155.3	23.82	23.91	1.36	0.20
5102	155.3	23.79	23.88	1.34	0.20
4997	155.3	23.65	23.76	1.45	0.21
4984	155.3	23.58	23.74	1.78	0.27
4983	Bridge				
4975	155.3	23.56	23.72	1.79	0.27
4966	155.3	23.57	23.69	1.58	0.24
4936	155.3	23.46	23.62	1.84	0.30
4904	155.3	23.27	23.51	2.17	0.38
4897	155.3	23.24	23.48	2.18	0.39
4896	Bridge				
4893	155.3	23.21	23.45	2.18	0.39
4886	155.3	23.17	23.42	2.27	0.40
4878	155.3	23.16	23.37	2.07	0.37
4877	Bridge				
4863	155.3	22.97	23.23	2.29	0.42
4846	155.3	22.91	23.15	2.15	0.40
4835	163	22.66	23.07	2.89	0.55
4828	163	22.08	22.95	4.20	0.93
4756	163	21.42	21.98	3.37	0.67
4615	163	20.05	20.85	4.12	0.84
4507	163	19.95	20.14	1.95	0.34
4418	163	19.81	20.00	1.92	0.32
4346	163	19.35	19.83	3.14	0.53
4334	163	19.49	19.73	2.19	0.37
4333	Bridge				
4324	163	19.48	19.69	2.07	0.36
4323	163	19.48	19.68	2.00	0.34
4321	163	19.50	19.67	1.84	0.32
4320	Bridge				
4317	163	19.51	19.67	1.78	0.31
4313	163	19.38	19.65	2.38	0.40
4300	163	19.22	19.62	2.81	0.47
4265	163	19.25	19.53	2.35	0.38
4208	163	19.32	19.43	1.48	0.23
4182	163	18.82	19.37	3.33	0.66
4182	Inl Struct				
4169	163	15.97	17.24	5.02	0.97
4125	163	15.99	16.53	3.34	0.63
4028	163	15.57	15.87	2.50	0.55
3882	163	14.31	14.86	3.43	0.73
3817	163	14.23	14.41	1.91	0.38
3646	163	13.53	13.85	2.59	0.48
3595	163	13.30	13.62	2.53	0.47



3461	163	12.47	13.05	3.43	0.59
3434	Bridge				
3430	163	11.71	12.09	2.86	0.48
3333	163	10.36	11.34	4.49	0.98
3214	163	8.90	9.19	2.37	0.64
3177	163	8.14	8.75	3.59	0.78
3123	163	7.33	7.69	2.69	0.54
3070	163	6.51	7.26	3.86	0.68
3070	Bridge				
3065	163	6.32	7.17	4.10	0.75
3045	163	6.22	6.92	3.76	0.83
2992	163	6.03	6.48	3.02	0.58
2911	163	5.55	5.93	2.84	0.58
2910	Bridge				
2901	163	4.62	5.43	4.06	0.90
2851	163	4.56	4.85	2.46	0.52
2759	163	4.45	4.61	1.84	0.32
2701	163	4.10	4.47	2.74	0.48
2679	163	4.14	4.38	2.18	0.40
2679	Bridge				
2664	Bridge				
2649	163	3.81	4.10	2.44	0.46
2639	163	3.69	4.06	2.72	0.53
2635	Bridge				
2629	163	3.46	3.92	3.00	0.61
2518	163	3.46	3.60	1.71	0.31
2483	163	3.36	3.56	2.00	0.31
2481	Bridge				
2478	163	3.34	3.55	2.02	0.31
2432	163	3.33	3.49	1.79	0.31
2273	163	3.26	3.38	1.55	0.24
2193	163	3.25	3.34	1.32	0.19
2120	163	3.13	3.30	1.82	0.29
1948	163	3.10	3.19	1.31	0.20
1915	163	3.04	3.17	1.59	0.24
1874	163	2.92	3.13	2.05	0.34
1775	163	2.88	3.03	1.71	0.27
1663	163	2.55	2.89	2.57	0.49
1658	Bridge				
1658	163	2.53	2.87	2.61	0.50
1575	163	2.43	2.67	2.15	0.41
1476	163	2.30	2.51	2.07	0.37
1386	163	2.26	2.39	1.61	0.29
1356	163	2.25	2.37	1.57	0.24
1231	163	2.15	2.29	1.66	0.29
1124	163	2.13	2.21	1.24	0.23
1055	163	1.98	2.16	1.91	0.32



980	163	1.91	2.09	1.87	0.35
975	Bridge				
966	163	1.88	2.06	1.89	0.36
817	163	1.84	1.93	1.31	0.23
817	Bridge				
804	163	1.83	1.92	1.31	0.23
681	193	1.24	1.38	1.67	0.31
681	Bridge				
677	193	1.23	1.38	1.67	0.31
592	193	1.23	1.31	1.21	0.24
592	Bridge				
577	193	1.22	1.30	1.21	0.24
483	193	1.19	1.26	1.20	0.24
482	Bridge				
455	193	1.17	1.25	1.21	0.24
433	193	1.18	1.24	1.09	0.21
421	Bridge				
418	193	1.17	1.23	1.09	0.21
172	193	1.13	1.17	0.85	0.18

Tabell 8: Beregnede vannlinjer i Isielva for ulike flommer. Vannstanden er i meter (NN2000)

Profil nr.	Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀
11233	71.69	71.87	72.01	72.12	72.28	72.38	72.49	72.62
11151	70.23	70.40	70.54	70.64	70.80	70.90	71.01	71.16
11032	68.21	68.39	68.53	68.64	68.80	68.89	69.00	69.14
10930	66.49	66.67	66.80	66.90	67.05	67.14	67.24	67.37
10832	64.86	65.00	65.11	65.20	65.31	65.36	65.42	65.50
10774	63.90	64.05	64.16	64.25	64.39	64.85	64.92	65.06
10774								
10764	63.71	63.85	63.96	64.05	64.19	64.27	64.36	64.48
10714	62.58	62.72	62.84	62.94	63.08	63.16	63.26	63.40
10665	61.26	61.43	61.56	61.66	61.81	61.90	62.00	62.15
10569	58.51	58.74	58.91	59.05	59.25	59.38	59.52	59.69
10555	58.26	58.52	58.71	58.85	59.06	59.19	59.33	59.51
10553								
10547	57.92	58.18	58.37	58.51	58.73	58.86	59.00	59.19
10540	57.80	58.05	58.23	58.38	58.59	58.71	58.84	59.01
10484	56.59	56.81	56.97	57.09	57.27	57.38	57.50	57.65
10429	55.68	55.89	56.05	56.17	56.34	56.45	56.57	56.70
10317	54.30	54.47	54.60	54.70	54.87	54.96	55.06	55.21
10315								
10312	54.10	54.26	54.38	54.47	54.61	54.69	54.79	54.91
10226	52.25	52.45	52.61	52.73	52.92	53.03	53.21	53.45
10156	51.29	51.49	51.64	51.77	51.96	52.07	52.20	52.36
9993	49.30	49.51	49.68	50.14	50.18	50.04	50.17	50.34



9993								
9988	49.25	49.46	49.62	49.74	49.92	50.03	50.16	50.32
9953	48.81	49.00	49.14	49.25	49.41	49.51	49.62	49.77
9935	48.51	48.69	48.83	48.94	49.11	49.20	49.31	49.45
9842	46.94	47.13	47.28	47.39	47.56	47.66	47.77	47.92
9798	46.34	46.55	46.70	46.82	46.99	47.09	47.20	47.34
9650	44.77	44.96	45.10	45.21	45.38	45.48	45.60	45.75
9470	42.65	42.84	42.99	43.10	43.28	43.38	43.50	43.79
9467								
9465	42.51	42.68	42.82	42.93	43.08	43.18	43.29	43.42
9390	41.26	41.47	41.63	41.76	41.95	42.06	42.19	42.35
9353	40.96	41.13	41.26	41.35	41.49	41.58	41.66	41.78
9353								
9348	40.91	41.07	41.18	41.27	41.40	41.47	41.53	41.62
9341	40.73	40.88	41.00	41.08	41.21	41.28	41.36	41.48
9274	39.30	39.47	39.60	39.71	39.87	39.97	40.08	40.24
9228	38.78	39.00	39.17	39.31	39.52	39.64	39.77	39.96
9228								
9212	38.42	38.63	38.80	38.94	39.14	39.26	39.39	39.57
9118	37.44	37.66	37.83	37.96	38.18	38.29	38.42	38.59
8992	35.87	36.07	36.23	36.35	36.83	36.89	36.96	37.01
8970	35.67	35.87	36.03	36.15	36.75	36.79	36.85	36.88
8970								
8967	35.63	35.83	35.99	36.11	36.30	36.40	36.52	36.68
8833	34.30	34.50	34.64	34.74	34.92	35.00	35.10	35.25
8832	34.31	34.51	34.66	34.77	34.96	35.06	35.17	35.32
8773	33.57	33.77	33.93	34.06	34.30	34.37	34.45	34.59
8723	33.03	33.24	33.41	33.54	33.89	33.91	33.85	34.04
8723								
8716	32.94	33.15	33.31	33.43	33.61	33.71	33.85	34.02
8653	32.43	32.61	32.75	32.86	33.01	33.10	33.20	33.33
8585	31.72	31.83	31.92	31.99	32.10	32.16	32.24	32.34
8521	31.03	31.27	31.45	31.59	31.79	31.91	32.03	32.19
8471	30.79	30.99	31.14	31.25	31.42	31.52	31.63	31.76
8399	30.28	30.47	30.63	30.75	30.93	31.03	31.14	31.28
8316	29.60	29.83	30.01	30.16	30.37	30.48	30.59	30.74
8271	29.24	29.48	29.67	29.82	30.02	30.12	30.17	30.29
8225	28.90	29.15	29.34	29.50	29.71	29.81	29.72	29.83
8134	28.31	28.58	28.80	28.98	29.20	29.26	29.37	29.44
8024	27.74	28.03	28.27	28.48	28.82	29.05	29.15	29.16
8000	27.63	27.91	28.14	28.36	28.65	28.83	28.88	28.79
7999								
7996	27.61	27.90	28.13	28.30	28.51	28.63	28.71	28.97
7988	27.55	27.84	28.07	28.23	28.47	28.61	28.81	28.96
7941	27.25	27.54	27.75	27.92	28.14	28.28	28.44	28.62
7844	26.78	27.04	27.24	27.39	27.59	27.69	27.82	27.96
7742	26.43	26.67	26.85	26.99	27.17	27.27	27.40	27.54



7642	26.05	26.26	26.44	26.57	26.77	26.90	27.05	27.21
7579	25.84	26.08	26.27	26.40	26.62	26.74	26.90	27.06
7565								
7561	25.79	26.03	26.22	26.36	26.57	26.69	26.85	27.01
7485	25.55	25.80	25.99	26.12	26.33	26.46	26.63	26.79
7402	25.30	25.54	25.72	25.84	26.05	26.18	26.37	26.50
7367	25.19	25.43	25.61	25.72	25.92	26.07	26.27	26.40
7349	25.14	25.37	25.56	25.66	25.86	26.01	26.22	26.35
7314	24.95	25.21	25.40	25.50	25.71	25.87	26.10	26.22
7310								
7294	24.89	25.14	25.35	25.44	25.65	25.82	26.06	26.18
7247	24.71	24.99	25.20	25.28	25.50	25.68	25.93	26.04
7211	24.63	24.91	25.13	25.20	25.42	25.61	25.87	25.98
7210								
7174	24.51	24.80	25.03	25.08	25.33	25.54	25.82	25.91
7096	24.49	24.78	25.02	25.06	25.31	25.52	25.80	25.90
7090								
7078	24.48	24.78	25.01	25.06	25.30	25.51	25.79	25.89
7076								
7061	24.47	24.77	25.00	25.04	25.29	25.50	25.79	25.88
7059	24.47	24.76	25.00	25.04	25.29	25.50	25.78	25.88
7053	24.45	24.75	24.98	25.02	25.27	25.48	25.77	25.86
7053								
7048	24.45	24.74	24.97	25.01	25.25	25.45	25.58	25.82
7045	24.45	24.74	24.97	25.01	25.25	25.45	25.59	25.83
7043	24.45	24.75	24.98	25.02	25.26	25.46	25.60	25.84
7039	24.45	24.75	24.98	25.02	25.26	25.46	25.60	25.84
7026	24.44	24.74	24.97	25.01	25.25	25.45	25.59	25.83
6896	24.38	24.68	24.92	24.95	25.19	25.40	25.54	25.79
6616	24.31	24.62	24.86	24.87	25.13	25.34	25.48	25.73
6441	24.28	24.59	24.83	24.83	25.08	25.30	25.44	25.69

Tabell 9: Beregnede vannlinjer i Sandvikselva for ulike flommer. Vannstanden er i meter (NN2000)

Profil nr.	Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀
6412	23.44	23.84	24.16	24.43	24.77	25.02	25.17	25.46
6379	23.37	23.77	24.09	24.35	24.68	24.93	25.07	25.36
6370	23.35	23.74	24.06	24.32	24.65	24.89	25.03	25.31
6369								
6359	23.31	23.69	23.99	24.26	24.57	24.81	24.94	25.21
6357	23.31	23.69	24.00	24.26	24.58	24.82	24.94	25.22
6355	23.31	23.69	23.99	24.25	24.57	24.81	24.94	25.21
6354								
6351	23.25	23.62	23.92	24.17	24.49	24.72	24.93	25.21
6330	23.25	23.62	23.92	24.17	24.49	24.73	24.94	25.22
6285	23.26	23.64	23.95	24.21	24.54	24.78	25.00	25.28



6247	23.24	23.63	23.94	24.20	24.53	24.77	24.99	25.28
6175	23.23	23.61	23.92	24.18	24.51	24.76	24.97	25.26
6157	23.23	23.62	23.92	24.19	24.52	24.76	24.97	25.26
6076	23.22	23.61	23.91	24.18	24.51	24.75	24.96	25.25
6061	23.19	23.57	23.87	24.13	24.46	24.70	24.91	25.19
6034	23.12	23.50	23.80	24.06	24.39	24.63	24.84	25.12
5991	23.10	23.48	23.79	24.06	24.39	24.63	24.84	25.13
5933	23.03	23.43	23.74	24.00	24.34	24.58	24.79	25.08
5885	23.00	23.39	23.70	23.97	24.30	24.53	24.75	25.03
5782	22.88	23.27	23.58	23.84	24.17	24.40	24.61	24.90
5775	22.86	23.25	23.56	23.82	24.14	24.38	24.59	24.88
5734	22.79	23.18	23.49	23.75	24.08	24.32	24.53	24.82
5664	22.73	23.11	23.41	23.67	23.99	24.23	24.44	24.72
5538	22.58	22.95	23.24	23.49	23.80	24.03	24.24	24.51
5509	22.52	22.89	23.18	23.43	23.74	23.98	24.18	24.45
5426	22.51	22.88	23.17	23.42	23.73	23.96	24.16	24.44
5336	22.44	22.80	23.09	23.33	23.63	23.86	24.07	24.34
5230	22.36	22.70	22.98	23.22	23.52	23.74	23.94	24.21
5166	22.31	22.65	22.92	23.16	23.46	23.68	23.88	24.14
5124	22.28	22.61	22.88	23.11	23.40	23.62	23.82	24.08
5102	22.26	22.60	22.86	23.09	23.38	23.60	23.79	24.05
4997	22.19	22.50	22.76	22.98	23.25	23.46	23.65	23.91
4984	22.16	22.46	22.71	22.93	23.19	23.40	23.58	23.83
4983								
4975	22.14	22.45	22.70	22.91	23.18	23.38	23.56	23.81
4966	22.14	22.44	22.69	22.91	23.18	23.39	23.57	23.82
4936	22.08	22.37	22.61	22.82	23.08	23.28	23.46	23.69
4904	21.96	22.24	22.47	22.67	22.91	23.10	23.27	23.50
4897	21.92	22.21	22.43	22.64	22.88	23.07	23.24	23.47
4896								
4893	21.91	22.19	22.42	22.62	22.86	23.05	23.21	23.44
4886	21.88	22.15	22.38	22.57	22.82	23.00	23.17	23.39
4878	21.86	22.14	22.36	22.56	22.80	22.99	23.16	23.38
4877								
4863	21.73	21.99	22.21	22.39	22.63	22.81	22.97	23.19
4846	21.67	21.94	22.15	22.34	22.57	22.75	22.91	23.13
4835	21.53	21.77	21.96	22.14	22.35	22.51	22.66	22.86
4828	21.19	21.38	21.53	21.66	21.83	21.96	22.08	22.23
4756	20.30	20.54	20.73	20.91	21.12	21.28	21.42	21.60
4615	18.95	19.17	19.37	19.54	19.74	19.90	20.05	20.26
4507	18.43	18.81	19.09	19.33	19.59	19.78	19.95	20.17
4418	18.30	18.69	18.98	19.21	19.47	19.65	19.81	20.03
4346	18.07	18.45	18.71	18.90	19.11	19.24	19.35	19.50
4334	18.11	18.50	18.77	18.98	19.21	19.36	19.49	19.66
4333								
4324	18.09	18.49	18.76	18.97	19.19	19.35	19.48	19.64
4323	18.10	18.49	18.76	18.97	19.20	19.35	19.48	19.65



4321	18.10	18.50	18.77	18.98	19.21	19.37	19.50	19.67
4320								
4317	18.10	18.50	18.78	18.99	19.22	19.37	19.51	19.68
4313	18.06	18.44	18.71	18.91	19.12	19.26	19.38	19.53
4300	18.02	18.39	18.64	18.82	19.01	19.13	19.22	19.33
4265	18.02	18.39	18.65	18.84	19.03	19.15	19.25	19.38
4208	18.03	18.42	18.68	18.88	19.08	19.21	19.32	19.46
4182	17.90	18.24	18.45	18.60	18.73	18.78	18.82	18.77
4182								
4169	15.18	15.39	15.55	15.67	15.81	15.90	15.97	16.16
4125	15.04	15.25	15.41	15.56	15.74	15.87	15.99	16.13
4028	14.60	14.80	14.97	15.11	15.30	15.44	15.57	15.74
3882	13.32	13.53	13.69	13.84	14.03	14.17	14.31	14.48
3817	13.02	13.28	13.50	13.68	13.90	14.07	14.23	14.44
3646	12.14	12.41	12.64	12.85	13.13	13.34	13.53	13.81
3595	11.83	12.14	12.39	12.61	12.90	13.11	13.30	13.56
3461	11.05	11.36	11.62	11.84	12.10	12.30	12.47	12.71
3434								
3430	10.39	10.67	10.91	11.11	11.36	11.54	11.71	11.93
3333	9.44	9.59	9.74	9.90	10.09	10.23	10.36	10.54
3214	8.04	8.16	8.25	8.41	8.63	8.77	8.90	9.12
3177	7.02	7.29	7.50	7.66	7.83	8.01	8.14	8.58
3123	5.92	6.19	6.42	6.63	6.91	7.12	7.33	8.48
3070	5.58	5.79	5.95	6.08	6.24	6.37	6.51	8.13
3070								
3065	5.54	5.74	5.89	6.01	6.14	6.23	6.32	6.42
3045	5.22	5.44	5.62	5.77	5.96	6.10	6.22	6.37
2992	5.00	5.23	5.41	5.57	5.76	5.90	6.03	6.20
2911	4.54	4.76	4.93	5.09	5.28	5.42	5.55	5.71
2910								
2901	3.77	3.95	4.09	4.22	4.28	4.41	4.62	4.65
2851	3.33	3.55	3.76	3.94	4.18	4.38	4.56	4.81
2759	2.93	3.26	3.53	3.76	4.04	4.26	4.45	4.71
2701	2.72	3.03	3.28	3.49	3.73	3.93	4.10	4.33
2679	2.68	3.01	3.28	3.50	3.76	3.96	4.14	4.39
2679								
2664								
2649	2.47	2.78	3.03	3.22	3.46	3.65	3.81	4.03
2639	2.40	2.67	2.93	3.11	3.35	3.53	3.69	3.91
2635								
2629	2.23	2.46	2.69	2.87	3.11	3.30	3.46	3.69
2518	2.14	2.39	2.61	2.81	3.07	3.27	3.46	3.70
2483	2.12	2.36	2.57	2.76	3.00	3.19	3.36	3.58
2481								
2478	2.12	2.35	2.56	2.75	2.99	3.18	3.34	3.57
2432	2.10	2.33	2.54	2.73	2.97	3.16	3.33	3.56
2273	2.06	2.28	2.49	2.67	2.91	3.10	3.26	3.48



2193	2.05	2.28	2.48	2.66	2.90	3.09	3.25	3.47
2120	2.01	2.21	2.40	2.57	2.80	2.97	3.13	3.35
1948	1.99	2.19	2.38	2.55	2.77	2.95	3.10	3.31
1915	1.98	2.17	2.35	2.51	2.72	2.89	3.04	3.25
1874	1.94	2.11	2.28	2.43	2.62	2.78	2.92	3.11
1775	1.92	2.09	2.25	2.39	2.59	2.74	2.88	3.07
1663	1.80	1.93	2.04	2.16	2.31	2.44	2.55	2.72
1658								
1658	1.79	1.91	2.03	2.14	2.29	2.41	2.53	2.68
1575	1.75	1.85	1.95	2.06	2.20	2.32	2.43	2.59
1476	1.71	1.79	1.88	1.97	2.09	2.20	2.30	2.44
1386	1.69	1.77	1.86	1.94	2.06	2.16	2.26	2.40
1356	1.69	1.77	1.85	1.93	2.05	2.15	2.25	2.39
1231	1.67	1.74	1.80	1.88	1.98	2.07	2.15	2.28
1124	1.66	1.72	1.79	1.86	1.96	2.04	2.13	2.26
1055	1.63	1.68	1.72	1.77	1.85	1.91	1.98	2.07
980	1.62	1.65	1.69	1.74	1.80	1.86	1.91	2.00
975								
966	1.61	1.65	1.68	1.72	1.78	1.83	1.88	1.96
817	1.60	1.63	1.66	1.70	1.75	1.79	1.84	1.91
817								
804	1.60	1.63	1.66	1.69	1.74	1.79	1.83	1.90
681	1.15	1.16	1.17	1.18	1.20	1.22	1.24	1.27
681								
677	1.15	1.16	1.17	1.18	1.20	1.22	1.23	1.26
592	1.15	1.16	1.17	1.18	1.20	1.22	1.23	1.26
592								
577	1.14	1.15	1.16	1.17	1.19	1.21	1.22	1.25
483	1.14	1.14	1.15	1.16	1.17	1.18	1.19	1.21
482								
455	1.14	1.14	1.15	1.15	1.16	1.17	1.17	1.18
433	1.14	1.14	1.15	1.15	1.16	1.17	1.18	1.19
421								
418	1.14	1.14	1.14	1.15	1.16	1.16	1.17	1.18
172	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13



Klimapåslag

Nedenfor er det gitt resultatene av en 200-årsflom med 20 prosent økning. Dette tilsvarer ventedet økning av flommer frem mot år 2100.

I Isielva øker vannstanden i snitt snaut 25 cm, mens største økning er 46 cm. For Sandvikselva er endringene av vannlinja i gjennomsnitt 30-35 cm høyere. Største endring skjer ved brua i Bjørnegårdssvingen som vil gå full og gi oppstuvning. Her øker vannstanden med rund 1,7 meter.

Tabell 10: Beregnede vannlinje, energihøyde, vannhastighet og Froude tall for Isielva ved en 200-årsflom med klimapåslag.

Profil nr.	Vannføring (m ³ /s)	Vannstand (moh.)	Energi høyde (moh.)	Middel-hastighet (m/s)	Froude tall
11233	79	72.69	73.20	3.23	0.72
11151	79	71.23	71.63	2.85	0.64
11032	79	69.20	69.65	2.99	0.68
10930	79	67.43	67.86	3.08	0.69
10832	79	65.67	66.33	2.94	0.68
10774	79	65.14	65.31	1.87	0.40
10774	Bridge				
10764	79	64.54	64.87	2.58	0.66
10714	79	63.46	63.94	3.14	0.77
10665	79	62.21	62.93	3.83	0.88
10569	79	59.77	60.27	3.16	0.68
10555	79	59.59	60.03	2.91	0.61
10553	Bridge				
10547	79	59.27	59.85	3.37	0.76
10540	79	59.09	59.68	3.40	0.72
10484	79	57.72	58.43	3.85	0.82
10429	79	56.77	57.35	3.57	0.73
10317	79	55.27	55.64	2.71	0.61
10315	Bridge				
10312	79	54.96	55.49	3.22	0.79
10226	79	53.54	53.77	2.33	0.47
10156	79	52.43	52.84	2.88	0.61
9993	79	50.43	50.80	2.82	0.55
9993	Bridge				
9988	79	50.41	50.79	2.85	0.56
9953	79	49.83	50.33	3.21	0.70
9935	79	49.52	50.03	3.25	0.72
9842	79	47.99	48.42	2.97	0.65
9798	79	47.41	47.78	2.81	0.60
9650	79	45.81	46.08	2.31	0.52
9470	79	43.91	44.26	2.75	0.56
9467	Bridge				
9465	79	43.48	44.10	3.53	0.79
9390	79	42.43	42.74	2.49	0.52



9353	79	41.83	42.33	3.16	0.66
9353	Bridge				
9348	79	41.66	42.24	3.42	0.74
9341	79	41.53	42.08	3.03	0.74
9274	79	40.32	40.85	3.22	0.73
9228	79	40.08	40.28	1.98	0.39
9228	Bridge				
9212	79	39.64	39.93	2.35	0.49
9118	79	38.66	38.98	2.49	0.52
8992	79	37.08	37.54	3.07	0.63
8970	79	36.96	37.28	2.53	0.51
8970	Bridge				
8967	79	36.74	37.13	2.78	0.58
8833	79	35.31	35.62	2.58	0.56
8832	79	35.39	35.56	1.93	0.44
8773	79	34.66	35.01	2.66	0.58
8723	79	34.11	34.38	2.45	0.51
8723	Bridge				
8716	79	34.09	34.37	2.48	0.51
8653	79	33.39	33.71	2.62	0.55
8585	79	32.39	32.88	3.18	0.86
8521	79	32.26	32.29	0.85	0.17
8471	79	31.81	32.13	2.52	0.55
8399	79	31.34	31.50	1.82	0.41
8316	79	30.80	31.01	2.15	0.45
8271	79	30.34	30.66	2.63	0.53
8225	79	29.88	30.22	2.75	0.56
8134	79	29.57	29.66	1.68	0.32
8024	79	29.35	29.40	1.31	0.23
8000	79	29.34	29.37	1.12	0.19
7999	Bridge				
7996	79	29.05	29.12	1.45	0.27
7988	79	29.04	29.10	1.42	0.25
7941	79	28.69	28.94	2.49	0.45
7844	79	28.02	28.33	2.64	0.47
7742	79	27.60	27.77	2.00	0.37
7642	79	27.28	27.38	1.72	0.33
7579	79	27.13	27.21	1.40	0.27
7565	Bridge				
7561	79	27.07	27.13	1.14	0.24
7485	79	26.85	26.97	1.70	0.31
7402	79	26.60	26.72	1.86	0.34
7367	79	26.50	26.60	1.61	0.29
7349	79	26.45	26.55	1.70	0.31
7314	79	26.32	26.40	1.75	0.31
7310	Lat Struct				
7294	79	26.28	26.32	1.20	0.21

7247	79	26.16	26.19	1.05	0.19
7211	79	26.10	26.12	0.88	0.15
7210	Lat Struct				
7174	79	26.04	26.06	0.93	0.16
7096	79	26.02	26.03	0.43	0.07
7090	Bridge				
7078	79	26.01	26.02	0.48	0.08
7076	Bridge				
7061	79	26.00	26.01	0.54	0.09
7059	79	26.00	26.01	0.57	0.10
7053	79	25.99	26.01	0.86	0.13
7053	Bridge				
7048	79	25.95	26.00	1.15	0.17
7045	79	25.97	25.99	0.77	0.12
7043	79	25.97	25.99	0.69	0.11
7039	79	25.97	25.99	0.72	0.12
7026	79	25.96	25.98	0.83	0.15
6896	79	25.92	25.93	0.76	0.12
6616	79	25.87	25.87	0.50	0.07
6441	79	25.83	25.84	0.74	0.11

Tabell 11: Beregnede vannlinje, energihøyde, vannhastighet og Froude tall for Sandvikselva ved en 200-årsflom med klimapåslag.

Profil nr.	Vannføring (m ³ /s)	Vannstand (moh.)	Energi høyde (moh.)	Middel-hastighet (m/s)	Froude tall
6412	186	25.62	25.66	1.09	0.15
6379	186	25.51	25.64	1.76	0.26
6370	186	25.46	25.63	1.85	0.30
6369	Bridge				
6359	186	25.36	25.60	2.28	0.34
6357	186	25.36	25.59	2.18	0.33
6355	186	25.35	25.59	2.21	0.33
6354	Bridge				
6351	186	25.35	25.57	2.14	0.32
6330	186	25.36	25.54	1.98	0.29
6285	186	25.43	25.49	1.29	0.18
6247	186	25.43	25.48	1.31	0.19
6175	186	25.40	25.46	1.27	0.18
6157	186	25.41	25.45	1.18	0.17
6076	186	25.40	25.44	1.06	0.15
6061	186	25.33	25.43	1.45	0.21
6034	186	25.26	25.39	1.76	0.25
5991	186	25.27	25.31	1.02	0.15
5933	186	25.23	25.27	1.26	0.18



5885	186	25.17	25.23	1.18	0.17
5782	186	25.04	25.13	1.53	0.21
5775	186	25.03	25.12	1.61	0.22
5734	186	24.97	25.05	1.51	0.21
5664	186	24.86	24.96	1.44	0.20
5538	186	24.65	24.79	1.85	0.25
5509	186	24.59	24.74	1.92	0.26
5426	186	24.58	24.63	1.07	0.14
5336	186	24.48	24.56	1.46	0.20
5230	186	24.35	24.44	1.47	0.21
5166	186	24.28	24.37	1.40	0.20
5124	186	24.22	24.32	1.47	0.21
5102	186	24.19	24.29	1.46	0.21
4997	186	24.04	24.16	1.57	0.22
4984	186	23.96	24.14	1.94	0.28
4983	Bridge				
4975	186	23.94	24.11	1.94	0.28
4966	186	23.96	24.08	1.67	0.25
4936	186	23.82	24.01	2.00	0.31
4904	186	23.62	23.89	2.34	0.39
4897	186	23.59	23.86	2.34	0.39
4896	Bridge				
4893	186	23.56	23.83	2.35	0.39
4886	186	23.51	23.80	2.44	0.41
4878	186	23.50	23.75	2.22	0.37
4877	Bridge				
4863	186	23.31	23.60	2.44	0.43
4846	186	23.25	23.52	2.30	0.40
4835	196	22.96	23.44	3.12	0.56
4828	196	22.32	23.31	4.51	0.95
4756	196	21.70	22.34	3.63	0.69
4615	196	20.38	21.21	4.24	0.81
4507	196	20.30	20.52	2.11	0.35
4418	196	20.15	20.37	2.09	0.33
4346	196	19.58	20.18	3.53	0.58
4334	196	19.76	20.05	2.44	0.40
4333	Bridge				
4324	196	19.74	20.01	2.31	0.39
4323	196	19.75	20.00	2.23	0.37
4321	196	19.77	19.98	2.05	0.34
4320	Bridge				
4317	196	19.78	19.98	1.98	0.33
4313	196	19.61	19.96	2.67	0.43
4300	196	19.39	19.91	3.22	0.52
4265	196	19.44	19.80	2.69	0.43
4208	196	19.54	19.68	1.68	0.26
4182	196	18.71	19.58	4.17	0.68



4182	Inl Struct				
4169	196	16.28	17.74	5.41	0.99
4125	196	16.21	16.87	3.68	0.67
4028	196	15.83	16.17	2.64	0.55
3882	196	14.58	15.19	3.62	0.72
3817	196	14.55	14.74	1.99	0.37
3646	196	13.97	14.26	2.55	0.44
3595	196	13.70	14.06	2.66	0.47
3461	196	12.83	13.50	3.70	0.61
3434	Bridge				
3430	196	12.05	12.50	3.11	0.50
3333	196	10.63	11.72	4.77	0.98
3214	196	9.21	9.48	2.32	0.57
3177	196	8.68	9.17	3.27	0.67
3123	196	8.58	8.78	2.07	0.34
3070	196	8.20	8.62	2.91	0.42
3070	Bridge				
3065	196	6.46	7.59	4.70	0.84
3045	196	6.46	7.26	4.04	0.84
2992	196	6.29	6.81	3.28	0.60
2911	196	5.80	6.23	3.03	0.59
2910	Bridge				
2901	196	4.72	5.76	4.61	0.99
2851	196	4.95	5.23	2.45	0.47
2759	196	4.86	5.03	1.90	0.31
2701	196	4.47	4.89	2.92	0.49
2679	196	4.53	4.79	2.31	0.40
2679	Bridge				
2664	Bridge				
2649	196	4.15	4.49	2.60	0.46
2639	196	4.04	4.45	2.87	0.53
2635	Bridge				
2629	196	3.81	4.30	3.13	0.60
2518	196	3.83	3.99	1.81	0.31
2483	196	3.70	3.94	2.21	0.33
2481	Bridge				
2478	196	3.69	3.93	2.23	0.33
2432	196	3.68	3.87	1.95	0.32
2273	196	3.60	3.75	1.72	0.25
2193	196	3.59	3.70	1.48	0.21
2120	196	3.47	3.66	1.98	0.30
1948	196	3.43	3.54	1.46	0.21
1915	196	3.36	3.52	1.78	0.26
1874	196	3.21	3.48	2.29	0.36
1775	196	3.18	3.36	1.90	0.29
1663	196	2.81	3.20	2.79	0.51
1658	Bridge				



1658	196	2.77	3.18	2.86	0.53
1575	196	2.68	2.95	2.34	0.43
1476	196	2.52	2.79	2.32	0.40
1386	196	2.49	2.65	1.80	0.31
1356	196	2.46	2.63	1.79	0.27
1231	196	2.35	2.53	1.88	0.32
1124	196	2.33	2.43	1.39	0.25
1055	196	2.12	2.37	2.20	0.36
980	196	2.05	2.28	2.14	0.40
975	Bridge				
966	196	2.01	2.25	2.17	0.41
817	196	1.95	2.07	1.53	0.26
817	Bridge				
804	196	1.95	2.06	1.53	0.26
681	232	1.28	1.48	1.97	0.36
681	Bridge				
677	232	1.28	1.48	1.97	0.36
592	232	1.28	1.38	1.43	0.28
592	Bridge				
577	232	1.26	1.37	1.44	0.28
483	232	1.22	1.32	1.43	0.28
482	Bridge				
455	232	1.19	1.30	1.44	0.29
433	232	1.20	1.28	1.30	0.25
421	Bridge				
418	232	1.19	1.28	1.31	0.25
172	232	1.13	1.18	1.02	0.22



Figur 7: Lengdeprofil av beregnet vannlinje i Isielva ved 200-års flom.

UTKAST



Figur 8: Lengdeprofil av beregnet vannlinje i Sandvikselva ved 200-års flom.





Konklusjon

Beregnete flomverdier i fra 2003 og sammenlignet med oppdaterte tall fra 2014 viser kun minimale endringer. Tallene fra 2003 er derfor benyttet uendret, med unntak av for Isielva hvor flommene er økt med 10 prosent. Dette skyldes at det i 2003 ikke ble tatt nok hensyn til forskjell i kulminasjonsverdier og døgnverdier i Isielva.

Det er ventet 20 prosent økning i flommer i et endret klima frem mot år 2100.

Det er litt usikkert hvordan man skal ta hensyn til økning av fremtidig havnivåstigning. Dette skyldes at landheving vil utjevne havnivåstigningen.

Den nye modellen gir i all hovedsak sammenlignbare vannstander med de tre tidligere modellene. Det er gjort enkelte endringer, og i våre øyne forbedringer av modellene. Vi har derfor tro på at modellen er minst like god som de tre tidligere modellene.

Endret geometri fra 2003 til 2014 har mest positiv betydning ved at kapasiteten er økt ved Køla bru. Holma bru gir kun en liten økning av vannstanden.

Det er en rekke bruer på strekningen som vil få problemer med kapasiteten ved store flommer. Dette gir også lokalt den største økningen av vannstanden som følge av endret klima.

Det vil også i tiden fremover skje endringer i geometrien som vil gi utslag på flomvannstandene. Disse resultatene må derfor ses på som foreløpige, innen disse kommer med i modellen.



Referanser

- Chow, V.T., 1959. Open-Channel Hydraulics. Caldwell, New Jersey: The Blackburn Press
- Chow, V.T., Maidment, D.R. and Mays, L.W., 1988. Applied Hydrology. McGraw-Hill Education (ISE Editions).
- DHI, Mike 11, 2009. A Modelling System for Rivers and Channels, Reference Manual. DHI.
- HEC-USACE, 2002. HEC-RAS River Analysis System, Hydraulic Reference Manual, U.S. Army Corps of Engineers, Hydraulic Engineering Center (HEC), Davis, CA, USA.
- Høydal, Ø. A. og Øydvin, E. K., 2003. Flomsonekart, delprosjekt Sandvika og Vøyenenga. NVE Rapport nr. 6-2003
- Lawrence, D. og Hisdal, H. 2011. Hydrological projections for floods in Norway under a future climate. NVE Report no. 5-2011.
- Vasskog, K., Drange, H. og Nesje, A., 2009. Havnivåstigning *Estimater av framtidig havnivåstigning i norske kystkommuner*. Det nasjonale klimatilpasningssekretariatet ved Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, revidert utgave september 2009.
- Væringstad, T., 2003. Flomberegning for Sandvikselva. NVE Dokument nr. 8-2003.