
RAPPORT

Flomsonekartlegging på Siggerud, Ski kommune

OPPDRAUGSGIVER

Ski kommune

EMNE

Flomsonekartlegging

DATO / REVISJON: 24. september 2018 / 02

DOKUMENTKODE: 10203853-RIVass-RAP-002



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAG	Flomsonekart på Siggerud	DOKUMENTKODE	10203853-RIVass-RAP-002
EMNE	Flomsonekartlegging	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Ski kommune	OPPDRAGSLEDER	Britt Rasten
KONTAKTPERSON	Knut Bjørnskau	UTARBEIDET AV	Mulugeta B. Zelelew Arnt G. Bugten Britt Rasten
		ANSVARLIG ENHET	Multiconsult ASA

SAMMENDRAG

Denne rapporten sammenfatter arbeidet med flomsonekartlegging i forbindelse med reguleringsplanarbeid på Siggerud i Ski kommune. Flomsonekartleggingen i denne rapporten baseres på 200-års og 20-års flom med og uten et klimapåslag på 50 %. Flomsonekart for 200-års og 20-års flom med og uten klimapåslag, med og uten 30 cm sikkerhetsmargin er også utarbeidet. Flomsonekartleggingen ble utført ved hjelp av hydraulisk modellering i HEC-RAS. Øvre del er simulert i en 2-dimensjonal HEC-RAS-modell (versjon 5.0.5), mens 2D-modellens nedre grensebetingelse er funnet ved å simulere vassdraget nedstrøms Siggerud i en 1-dimensjonal HEC-RAS-modell (versjon 4.1.0).

Flomsonevurderingen konkluderer med at veiene langs bekkens hovedløp samt del av bebygd område øst og vest for hovedløpet på Siggerud blir oversvømt av 200-års og 20-års flommene. Dette skjer både for dagens tilstand i nedbørfeltet og for antatt framtidig tilstand, altså både uten og med klimapåslag.

Det er noe usikkerhet knyttet til nøyaktigheten av terrengmodellen for flomslettene som er benyttet i beregningene. I tillegg til terrenget er også bygninger lagt inn som en del av terrengmodellen. I bebygde områder og i ytterkanten av reguleringsområdet på Siggerud er det viktig at høyden på terrenget kontrolleres mot beregnet flomvannstand.

Flomsonevurderingen kan påvirkes hvis den nedre grensebetingelsen (dvs. forholdet mellom vannstanden i Tangentjern og vannføringen ut av Tangentjern) og tilløpsflommen ved Siggerud blir endret. Ved en eventuell innsnevring av vassdraget nedstrøms (eksempelvis i form av en ulykkeshendelse som et jordras ut i elva) kan dette forholdet endres slik at vannstanden i Tangentjern (og dermed i Siggerud-området) blir noe høyere enn forutsatt. I motsatt fall kan man tenke seg at vannstandsforholdene ved Siggerud kan senkes noe i forhold til dagens situasjon i vassdraget ved en planlagt åpning av de trangeste tverrsnittene mellom Siggerud og Ytre Enebakk. Vi har simulert enkelte slike scenarier og kort nevnt effekten av dem med tanke på flomvannstand ved Siggerud.

Det er utarbeidet en kurve som viser flomvannstandens varigheter for 200-års flom uten klimapåslag på Siggerud/Tangentjern. Resultatene kan benyttes som et verktøy for flomvarsling og varighet for opprettholdelse av beredskap i området om det forventes store flommer i vassdraget. Beregningene viser eksemplvis at det tar omtrent en halv time å oppnå en flomvannstand på kote 129 gitt en initial flomvannstand på kote 128,5 ved Tangentjern. Simuleringsresultatene viser også at det tar omtrent 6 døgn før flomvannstanden i Tangentjern ved 200 års flom synker fra kote 130,5 til 129.

02	24.09.2018	Reviderte kart og rapport for 20-årsflom og flomvannstands varigheter	MZ	AGB	BR
01	11.06.2018	Reviderte kart, basert på oppjusterte hydrogrammer for 2d-modell	MZ, AGB, BR	AGB	BR
00	04.06.2018	Utkast, flomsonekart på Siggerud	Mulugeta B. Zelelew (MZ) Arnt G. Bugten (AGB) Britt Rasten (BR)		
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
1.1	Nedbørfelt og datagrunnlag	5
2	Dimensjonerende flom i vassdraget, klimaendring og sikkerhetsmargin	6
2.1	Bestemmelse av dimensjonerende flom	6
2.2	Klimapåslag	8
2.3	Sikkerhetsfaktor	10
3	Befaring	10
3.1	Oppmåling	11
4	Hydraulisk modellering med 1D-modell	12
4.1	Kalibrering	12
4.2	Flommen den 16. oktober 1987	12
4.3	Oppmålt vannlinje den 30. april 2018	13
4.4	Simuleringsresultater	15
4.5	Mulige tiltak for reduksjon av flomvannstand	17
5	Hydraulisk modellering med 2D-modell	17
5.1	Grunnlagsdata	17
5.2	Programvare	18
5.3	Datagrunnlag	19
5.4	Grensebetingelser	21
5.5	Friksjonsforhold	23
6	Hovedresultater fra 2D-modellering av Siggerud	23
7	Flomvannstanders varigheter på Siggerud/Tangentjern	28
8	Konklusjoner	30
	Referanser	31
9	Vedlegg	32

Vedlegg 1: 10203853_RIVass-NOT-002-Flomfrekvensanalyse_Siggerud_Våg

Vedlegg 2: Nevina-rapporter_for_felt_1-6

Vedlegg 3: Siggerud_oppmåling_30_4_2018

Vedlegg 4: Q200_70_100_plott

Vedlegg 5: Q200_70_100_tabell

Vedlegg 6-9: Flomsonekart

Vedlegg 10-13: 20-årsflomsonekart

Vedlegg 14: 200-års flomvannstanders varigheter på Siggerud/Tangentjern

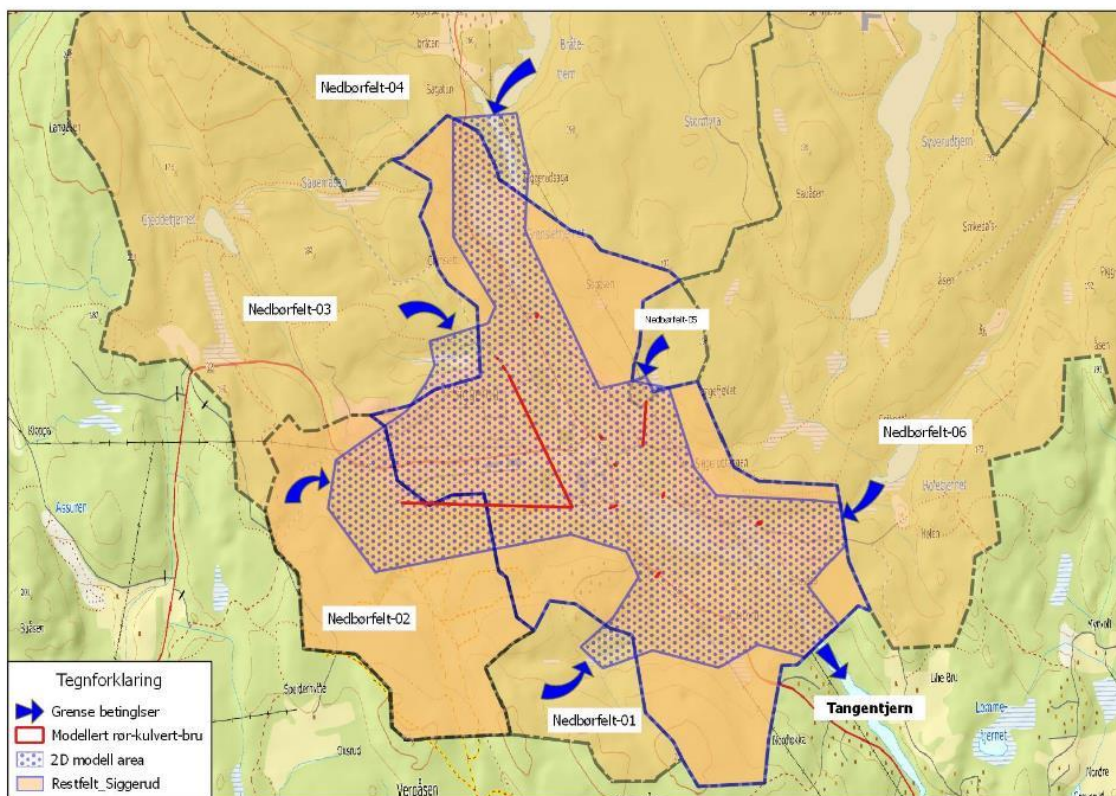
Vedlegg 15: Oversiktskart_Grense for berørte områder ved 200-års flom og ved flom opp til kote 129.pdf

1 Innledning

Multiconsult ASA har fått i oppdrag å gjennomføre en flomsonekartlegging for området Siggerud i Ski kommune, Akershus fylke. Flomsonekartet som skal lages skal vise 200-års og 20-års gjentaksintervaller med og uten antatt økt vannmengde på 50 % på grunn av klimaendringer. Det skal også lages flomsonekart med 30 cm sikkerhetsmargin innlagt. Dette notatet gir en oversikt over analyser utført for det aktuelle området på Siggerud og for de vurderinger som er utført i vassdraget nedstrøms Siggerud.

1.1 Nedbørfelt og datagrunnlag

Nedbørfeltet som drenerer til Siggerud i Ski kommune ligger i Mossevasdraget. Med tanke på flomforhold er dette vassdraget plassert i V1-vår/H3-høst flomregioner, ref. Retningslinjer for flomberegninger, NVE-rapport 4/2011 [1]. Nedbørfeltet for Siggerud er opptegnet av oss, og feltarealet er beregnet i GIS-programvare med kartgrunnlag basert på FKB kartdata. Feltareal for nedbørfeltet ved Tangentjern umiddelbart nedstrøms bebyggelsen på Siggerud er på 49,5 km². Oversiktskart som viser hvordan vi har delt opp nedbørfeltet i mindre delfelt for å definere tilløpet i de enkelte bekker inn mot Siggerud er vist i Figur 1-1.



Figur 1-1 Oversikt over nedbørfelttoppdeling og tilløpsbekker inn i modellområde Siggerud.

En laserskannet terrengmodell fra 2014 med minimum 5 pkt/m² og med vertikalhøydereferanse NN2000 i området Siggerud er fritt tilgjengelig for nedlasting. Denne terrengmodellen ble benyttet ved etablering av vår hydrauliske 2D-modell for hovedelv og sidebekker på Siggerud.

2 Dimensjonerende flom i vassdraget, klimaendring og sikkerhetsmargin

2.1 Bestemmelse av dimensjonerende flom

I nåværende situasjon med mulige klimaendringer anser vi at flomberegninger er ferskvare. Derfor har vi gått gjennom foreliggende grunnlag og laget våre egne flomestimater. Første trinn var å etablere en flomberegning basert på flomfrekvensanalyse, FFA. Denne analysen er vedlagt som vedlegg 1. Resultatet ble en 200-års avløpsflom med kulminasjonsverdier for Siggerud på 45 m³/s og på 65 m³/s for Våg.

Ved hjelp av NEVINA (NVEs tidligere lavvannskart) har vi etablert feltparametere som areal, spesifikk avrenning og reliefforhold for de enkelte deler av nedbørfeltet. NEVINA leverer per i dag flomestimater for Siggerud (Q200= 39 m³/s med et 95 % konfidensintervall der lav verdi er 19,6 m³/s og høy verdi er 78,5 m³/s), men disse skal ikke tillegges alt for mye vekt, siden metodikken bak disse estimatene er under revisjon.

Vi har som nevnt delt opp nedbørfeltet som drenerer inn til Siggerud i 6 delfelter. De enkelte delfeltene karakteristikk er beregnet av NEVINA og vist i sin helhet i vedlegg 2. Kort oppsummering av feltparametere er vist her:

Tabell 2-1 Feltparametere, Siggerud

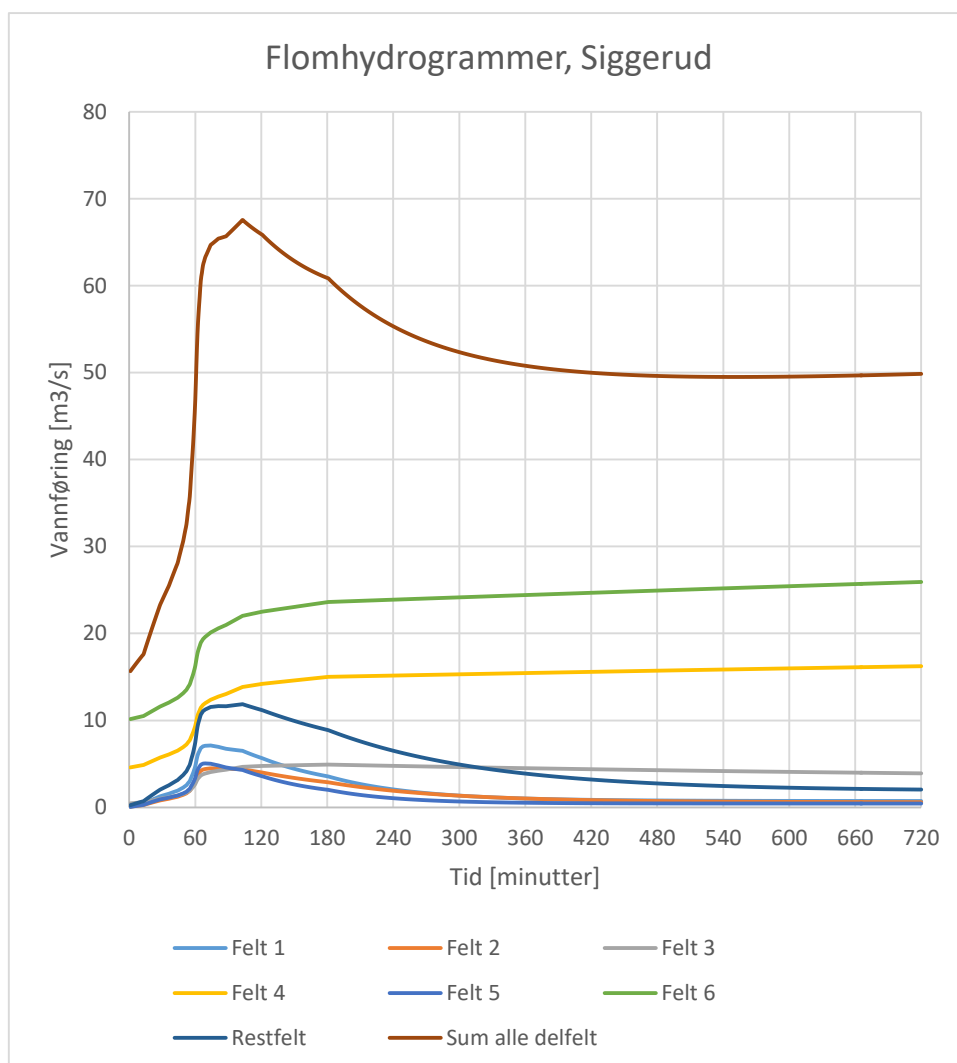
Feltnavn	FELTPARAMETRE					
	Feltareal, F	Midl. avrenning	Eff. sjøprosent	Feltaksens lengde	H50(25%-75%)	Relieff, HL
		qN, l/s km ²	Åse	Lf, km	m	m/km
Siggerud, felt 1	0.5	16.4	0.001	0.800	37	46.3
Felt 2	0.4	17.7	0.001	0.900	19	21.1
Felt 3	2	17	0.3	3.800	25	6.6
Felt 4	15.2	17.6	3.5	7.8	63	8.1
Felt 5	0.3	16.7	0.001	0.6	42	70.0
Felt 6	29.8	19.6	1.8	16.7	64	3.8
Restfelt	1.3	17	0.001	0.5	15	30.0

Vi har benyttet vår egenutviklede nedbør-avløpsmodell med tidsskritt på ett minutt for å etablere tilløpshydrogrammer for delfeltene til Siggerud. Denne minuttmodellen baserer seg på NEVINAs opplistede feltparametere og på IVF-kurver. IVF-data (Intensitet, Varighet, Frekvens) ble sjekket for nærliggende nedbørstasjoner. Det viste seg å være relativt små variasjoner mellom stasjonene, så vi benyttet det vi mener er representative data fra stasjon nr. 17870 Ås, Rustadskogen.

Tabell 2-2 IVF-tabell, Ås

Returperioder(år); Nedbørsum(mm)														
17870 ÅS - RUSTADSKOGEN														
Periode: 1974 - 2012														
Antall sesonger: 36														
År	1 min.	2 min.	3 min.	5 min.	10 min.	15 min.	20 min.	30 min.	45 min.	60 min.	90 min.	120 min.	180 min.	360 min.
2	1,7	3,0	4,0	5,6	8,3	10,0	11,3	12,6	14,1	14,9	17,2	17,8	19,4	26,1
5	2,1	3,8	5,1	7,3	11,3	13,6	15,2	17,2	19,3	20,5	24,2	24,6	26,4	34,1
10	2,4	4,3	5,9	8,4	13,2	15,9	17,7	20,2	22,8	24,2	28,9	29,1	30,9	39,5
20	2,6	4,9	6,6	9,5	15,1	18,2	20,2	23,1	26,1	27,8	33,4	33,5	35,3	44,7
25	2,7	5,0	6,8	9,8	15,7	18,9	21,0	24,0	27,2	28,9	34,8	34,8	36,7	46,4
50	3,0	5,5	7,5	10,9	17,5	21,2	23,4	26,8	30,4	32,4	39,2	39,1	41,0	51,4
100	3,2	6,0	8,2	11,9	19,3	23,3	25,8	29,7	33,6	35,8	43,5	43,3	45,3	56,4
200	3,4	6,5	8,8	12,9	21,2	25,5	28,2	32,5	36,8	39,3	47,9	47,4	49,5	61,3

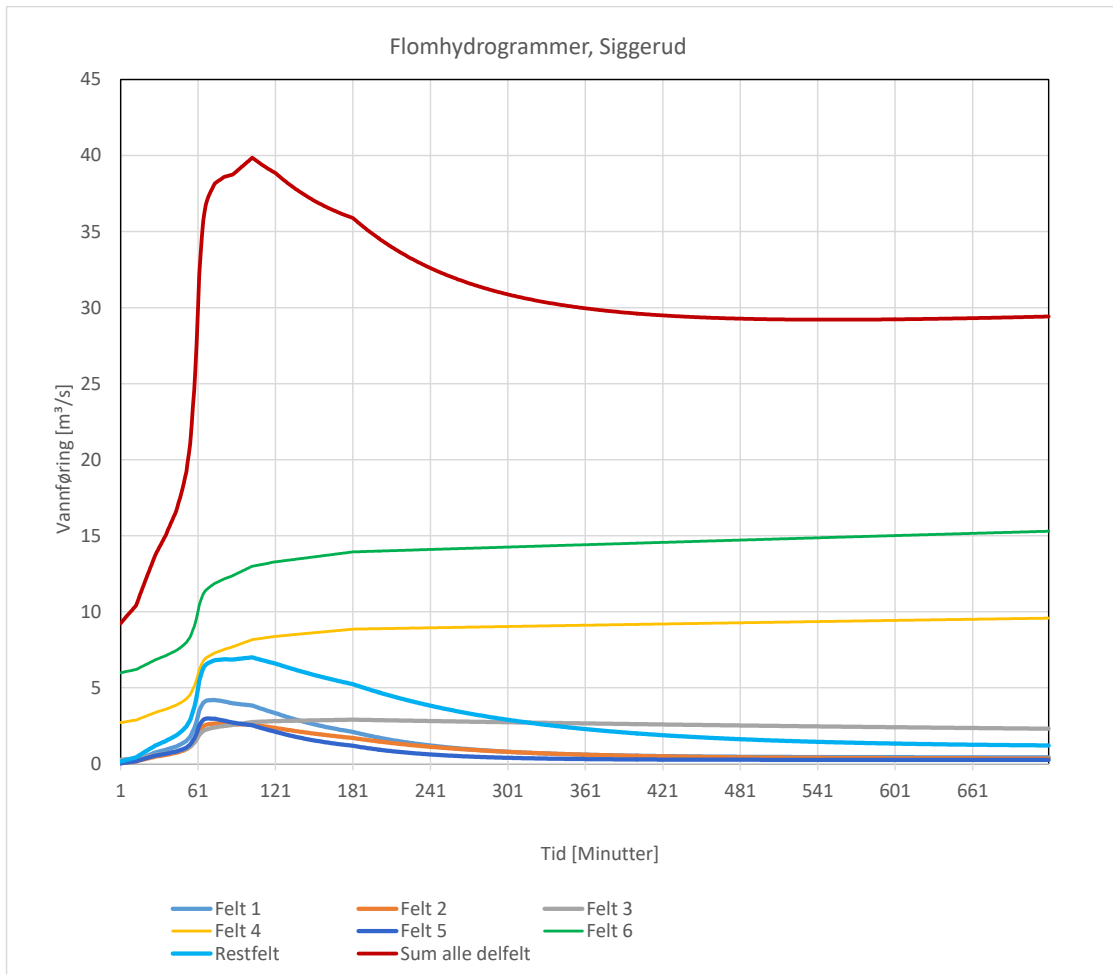
Basert på resultater fra flomfrekvensanalyse og minuttmodell har vi kommet fram til følgende flomhydrogrammer for delfeltene som drenerer til Siggerud:



Figur 2-1 Tilløpshydrogrammer for nedbørfelt 1-6, pluss restfelt. Kurvene viser 200-årsflom med 50 % klimapåslag.

Vi ser at hydrogrammenes fasong varierer, hovedsakelig som funksjon av feltstørrelsen. Kulminasjonsverdien for totalfeltet er på $67,5 \text{ m}^3/\text{s}$; altså det samme som flomfrekvensanalysen ga oss. Da har vi ikke regnet med noe fordrøyning inne i Siggerud, slik at hydrogrammet for «Sum alle delfelt» er å tolke som avløpshydrogram fra Siggerud, altså ut fra Tangentjern. (FFA ga oss her en verdi på $45 \text{ m}^3/\text{s}$, som øker til $67,5 \text{ m}^3/\text{s}$ når 50 % klimapåslag inkluderes. Gitt iboende beregningsusikkerhet i estimatet regner vi videre med $Q_{200}=70 \text{ m}^3/\text{s}$)

For å beregne 20-årsflom ved Siggerud benyttet vi en skaleringsfaktor for 20-årsflom sammenlignet med 200-årsflom for Siggerud tilløpsflom. Denne skaleringsfaktoren er beregnet som forholdet mellom ett døgnns varighet for q_{20} og q_{200} for Siggerud, og ble fastsatt til 0,59. Basert på 200-års skalering til 20-årsflom har vi kommet fram til følgende 20-års flomhydrogrammer for delfeltene som drenerer til Siggerud.

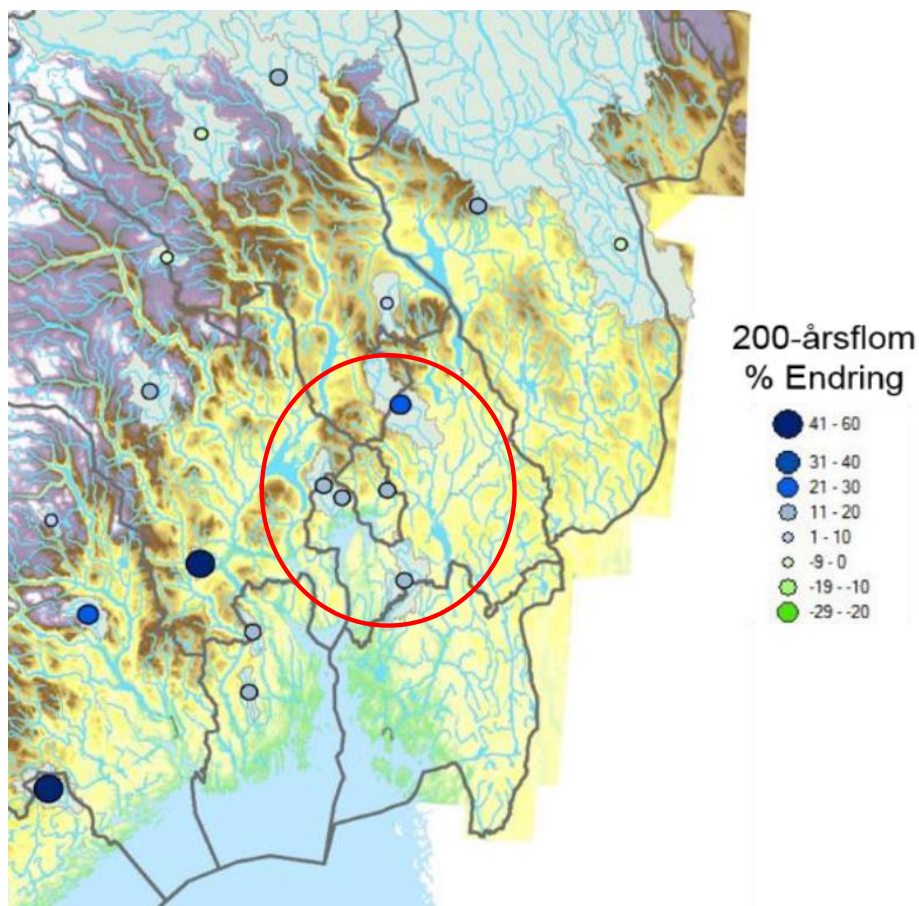


Figur 2-2. Tilløpshydrogrammer for nedbørfelt 1-6, pluss restfelt. Kurvene viser 20-årsflom med 50 % klimapåslag.

20-års kulminasjonsverdi for totalfeltet er på ca. 40 m³/s. Vi har ikke regnet med fordrøyning inne på Siggerud, og hydrogrammet for «Sum alle delfelt» er tolket som avløpshydrogram fra Siggerud, altså ut fra Tangentjern.

2.2 Klimapåslag

Som nevnt anses flomberegninger som ferskvare; ikke minst på grunn av mulige klimaendringer. Det er de senere år utgitt mange rapporter om dette temaet. Vi har sjekket ut hva NVE-rapport 81/2016 «Klimaendring og framtidige flommer i Norge» av Deborah Lawrence sier om hva vi kan vente oss på Østlandet når vi nærmer oss perioden 2070-2100. Under henvisning til Figur 2-3 ser vi at en 200-årsflom kan forventes å bli 10-20 % større i Mossevasdraget. Bildet er egentlig komplisert, siden man forventer et endret sesongmønster i flomavrenningen. Dette kan føre til at endringene blir forskjellige i store og små nedbørfelt, og de kan bli både positive og negative. NVE-rapport 81/2016 anbefaler minst 20 % økning i alle nedbørfelt med areal < 100 km²; noe som altså gjelder Siggerud.



Figur 2-3. Prosentvis endring i flomstørrelse for nedbørfelt på Østlandet. Grønt betyr en reduksjon i flomstørrelse i framtiden og blått indikerer en økning.

Under oppstartsmøtet med Ski kommune ble det imidlertid klart at klienten ønsket å benytte et klimapåslag på 50 % for å sørge for en robust dimensjonering i planlagte områder. Dette er kommunens klare valg, og blir i denne rapporten benyttet i stedet for NVEs anbefalte påslag.

Kulminasjonsverdiene for 200-årsflom og 20-årsflom med og uten klimapåslag på 50 % for feltene ved Siggerud er oppsummert i Tabell 2-3.

Tabell 2-3. Kulminasjonsverdier for 200-års flom, med og uten klimapåslag, ved Siggerud.

Delfelt	200-års		20-års	
	Kulminasjonsverdi (m ³ /s)	Kulminasjonsverdi med 50 % klimapåslag (m ³ /s)	Kulminasjonsverdi (m ³ /s)	Kulminasjonsverdi med 50 % klimapåslag (m ³ /s)
Nedbørfelt 01	4,7	7,1	2,8	4,2
Nedbørfelt 02	3,0	4,5	1,8	2,7
Nedbørfelt 03	3,3	4,9	1,9	2,9
Nedbørfelt 04	10,8	16,2	6,4	9,6
Nedbørfelt 05	3,4	5,1	2,0	3,0
Nedbørfelt 06	17,3	25,9	10,2	15,3
Restfelt Siggerud	7,9	11,9	4,7	7,0
Nedbørfelt 04 + Restfelt Siggerud	17,1	25,7	10,1	15,2

2.3 Sikkerhetsfaktor

NVEs anbefaling om bruk av sikkerhetsfaktor i arealplanlegging er å legge inn en buffer på 0,5 m. Dette kan forstås slik at man anbefaler å legge laveste byggehøyde 0,5 m høyere enn beregnede flomhøyder. Anbefalingen er å forstå som en meget generell anbefaling. Det vil si at bufferverdien kan reduseres dersom faktisk usikkerhet i beregningene kan dokumenteres.

I det aktuelle området har vi lagt mye vekt på å fremskaffe reelle grensebetingelser for modellen som simulerer utbredelsen av vannspeil under flom på Siggerud. Spesielt gjelder dette forventede vannstander i Tangentjern under forskjellige forutsetninger om vannføring i vassdraget nedstrøms Siggerud. Vi har etablert hydraulisk modell for hele elvestrekningen fra Siggerud til og med Våg, rett før vassdraget faller ned mot Mjærvann. Med bakgrunn i dette arbeidet vil vi hevde at de beregnede flomvannstandene i Siggerud har en god nøyaktighet, i størrelsesorden 10-20 cm. Denne beregningsnøyaktigheten forutsetter at vassdraget ikke endrer karakteristikk dramatisk, som eksempelvis et større jordras inn mot et trangt parti av elven kan forårsake.

På denne bakgrunn mener vi at kommunens ønske om 30 cm buffer ved opptegning av flomsonekart er passe konservativt, og at denne bufferstørrelsen bør kunne brukes i stedet for NVEs generelle verdi.

3 Befaring

Med bakgrunn i at vi mente det forelå et behov for å bestemme nedre grensebetingelse for Siggerud-modellen ganske detaljert, så gjennomførte vi befaring og oppmåling av vassdraget nedstrøms Siggerud. Tanken var å finne beliggenheten av bestemmende tverrsnitt, altså strømningstverrsnitt i elva som ville være avgjørende viktig å ha informasjon om for å kunne beregne flomvannstander ved Siggerud.

Vi utstyrte oss med GPS oppmålingsutstyr og reiste langs vassdraget den 30. april (da snøsmelting og vårflom omsider var så godt som avsluttet) for å måle høyder på vannspeilet. Det viste seg at vannspeilet var tilnærmet horisontalt helt ned til utløpet av Våg (se Figur 3-1), der Vestby dam definerer utløpsforholdene. Denne dammens lysåpning ble nøye innmålt, inklusive terskel med bjelkestengsel på nedstrøms side.



Figur 3-1 Kart over vassdraget fra Siggerud til ytre Enebakk

3.1 Oppmåling

Oppmåling av de viktigste terrengprofiler langs elva mellom Siggerud og Våg ble utført av Britt Rasten og Arnt Bugten. Utstyret som ble benyttet var Leica Zeno 20. Vannføringen under befaringen ble anslått til å være $2 \text{ m}^3/\text{s}$. Kontrollmåling av Vestby dam ble utført 8. mai, siden bjelkestengselet ikke ble innmålt i stor nok detalj den 30/4. Den 8. mai ble vannføringen nærmere bestemt til å være $1,6 \text{ m}^3/\text{s}$, basert på strømningsforholdene ved Vestby dams terskel og på målt overløpshøyde ved ny overløpsdam under ny gangbru, beliggende ca. 600 m nedstrøms Vestby dam.

Måleresultatene ble ført på skjema som vist i Figur 3-2.

FID	X	Y	Z	Kommentarer, AGB 2/5 2018
Målinger utført 30/4 2018 med Leica Zeno 20. Britt Rasten & Arnt Bugten				
Vestby dam, utløpet av Våg				
6	277476.3	6627361	130.065	Topp kjørebane
7	277471.4	6627407	129.432	Lavbrekk ved Osloveien
8	277483.5	6627363	127.865	Topp plate nedstr. dam
9	277478.3	6627364	130.005	kjørebane midt på brua
10	277476.7	6627375	129.825	kjørebane, nordre vange (Vangehøyde 130,7 på midten av brua)
11	277475.8	6627349	129.892	kjørebane, søndre vange
12	277462	6627339	127.777	vst. oppstr. bru (i Våg)
13	277473.1	6627330	129.882	Lavbrekk ved parkert bil
14	277456.3	6627335	128.808	topp grusvei på sørsiden
Veibru i sving ved utløpet av Langen				
15	275339.1	6627677	131.068	
16	275322.9	6627672	130.872	
17	275322.9	6627672	130.985	
18	275325	6627672	130.935	Veibane, yttersving, midt på bru
19	275316.9	6627686	127.907	vst. Langen, oppstr. veibru

Figur 3-2 Utsnitt av registreringsskjema for oppmåling den 30. april 2018

Komplett skjema finnes som vedlegg 3. Man vil i dette vedlegget se at helningen på vannspeilet er meget liten; anslagsvis 2 dm over en lengde på 17 km på befaringsdagen.

4 Hydraulisk modellering med 1D-modell

Oppmålingen ga oss grunnlag for å etablere enkelte tverrprofiler ganske nøyaktig i HEC-RAS. Dette er profiler som er relativt trange og grunne, med andre ord profiler som kan forårsake oppstuvning under flom. Med dette grunnlaget, i tillegg til topografiske kart fra Statens kartverk, etablerte vi en strømningsmodell for elvestrekningen Siggerud – Ytre Enebakk.

Som vi ser av Figur 3-1 består det vesentligste av elvestrekningen av en relativt bred strømningskanal, kalt Langen. Mellom Siggerud og Langen går vannet i ei normalt bred elv, mens denne ved tettstedet Bru vider seg ut og fortsetter ut i Langen. I nedre ende av Langen har vi et trangt parti som vi kaller Holtopp bru. Her vil vannet kunne stuves opp under flom, før det fortsetter ut i Våg. Som tidligere nevnt ligger Vestby dam ved utløpet av Våg, der vassdraget endrer fall slik at kritisk strømning oppstår og bestemmende profil kan fastlegges.

4.1 Kalibrering

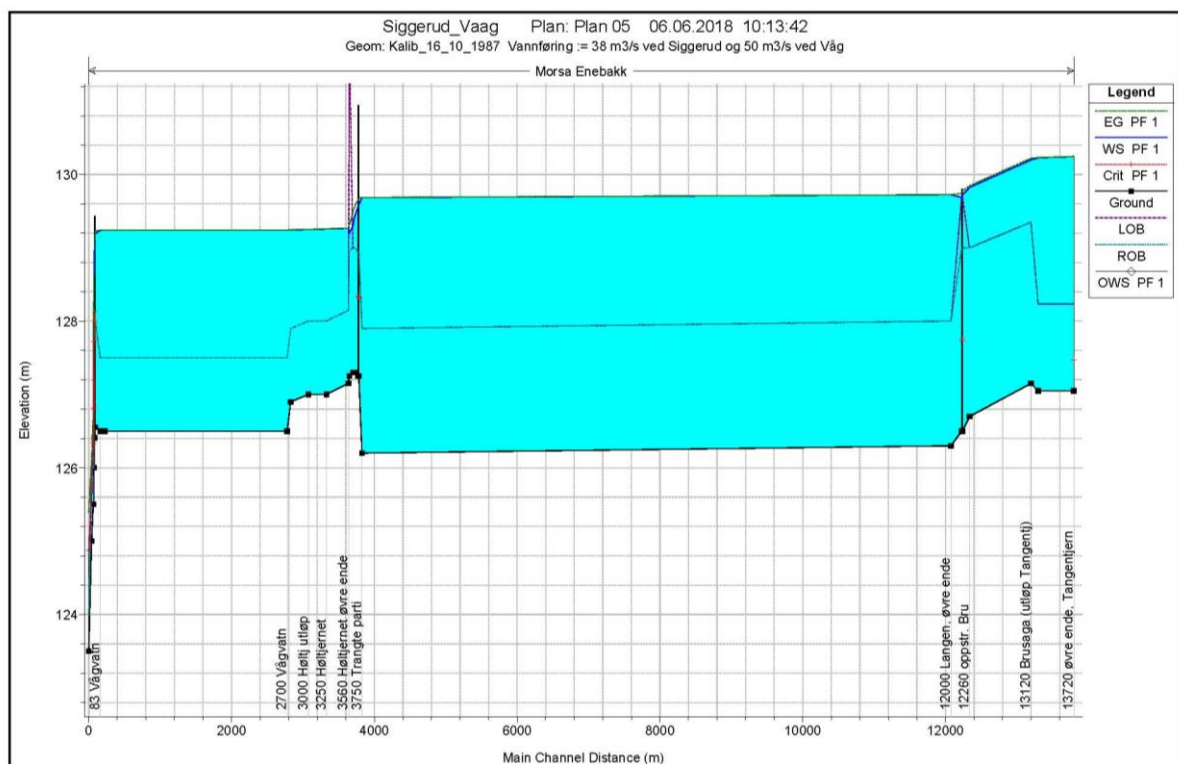
Det er viktig for enhver modell at den kalibreres mot observerte data. I vårt tilfelle har vi muligheten for å kalibrere den hydrauliske modellen mot observerte vannstander under historiske flommer. Beklageligvis har ikke tilhørende vannføring blitt målt, så kalibrering av modellen under flomforhold kan dermed ikke bli fullverdig.

4.2 Flommen den 16. oktober 1987

Under denne flommen ble det observert flomvannstander på kote 129,56 ved Bru landhandleri (i øvre ende av Langen) og på kote 129,53 ved Brusaga i Tangentjern. Vi ser at observasjonene ligger meget nær hverandre i høyde, men at de ikke kan være helt nøyaktige siden de indikerer en motsatt helning på vannspeilet. Årsaken kan være at observasjonene ikke representerer absolutt høyeste

vannspeil, dvs. at observasjonene er foretatt på forskjellige tidspunkter. Siden registreringene er gamle, antar vi at høydebasis var NN1954. Vi transformerer til NN2000, og benytter en høydeverdi på kote 129,72 ved Bru for å grovkalibrere modellen.

Vi kan ikke bruke 1987-observasjonene til detaljert kalibrering, siden vannføringen i elva ikke er målt. Vi har testet på forskjellige vannføringskombinasjoner som kunne være mulige under flommen i 1987. I Figur 4-1 viser vi en mulig strømmingssituasjon som gir et vannspeil på kote 129,72 ved Bru. Modellen viser at vannspeilet i Langen var på kote 129,60 og at vannspeilet i Våg da var på kote 129,21. Disse opplysningene kan jo sjekkes senere ved en anledning, skulle det dukke opp nedtegnede observasjoner av vannspeilet på disse stedene under flommen i 1987. I så fall kan modellens kalibrering forbedres.

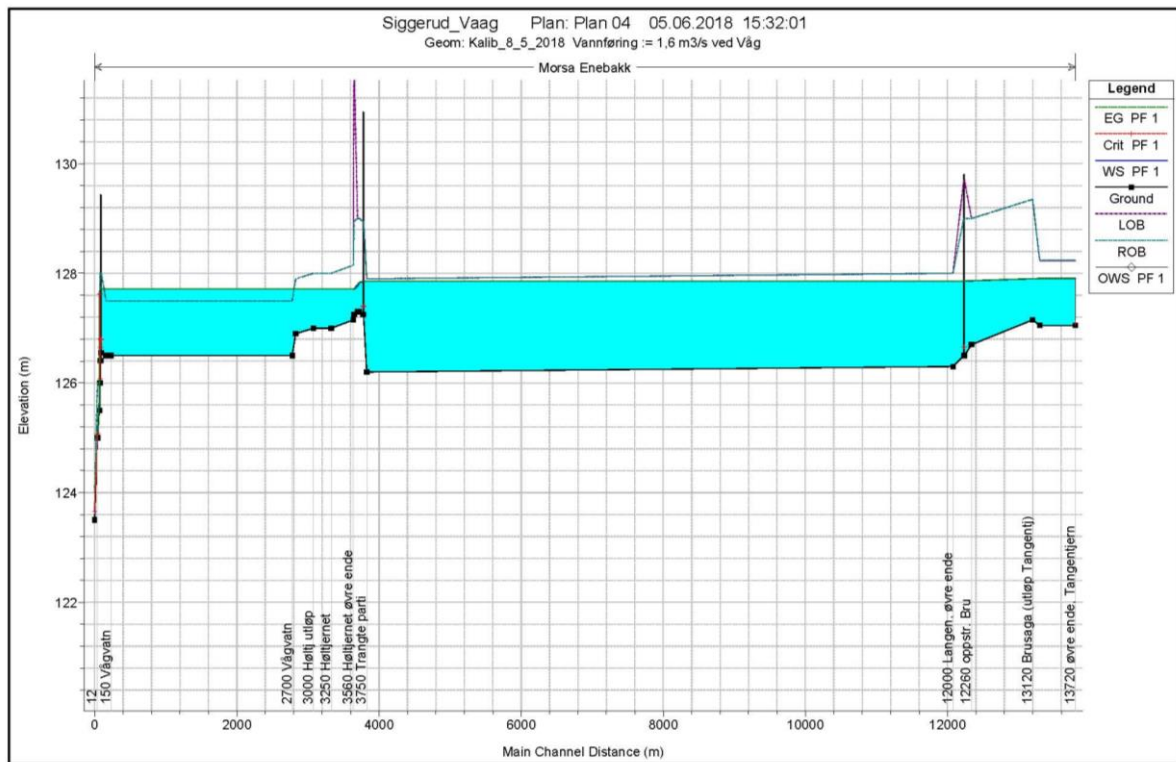


Figur 4-1 Kalibrering av vannlinje i HEC-RAS mot observasjon ved Bru, 16/10 1987

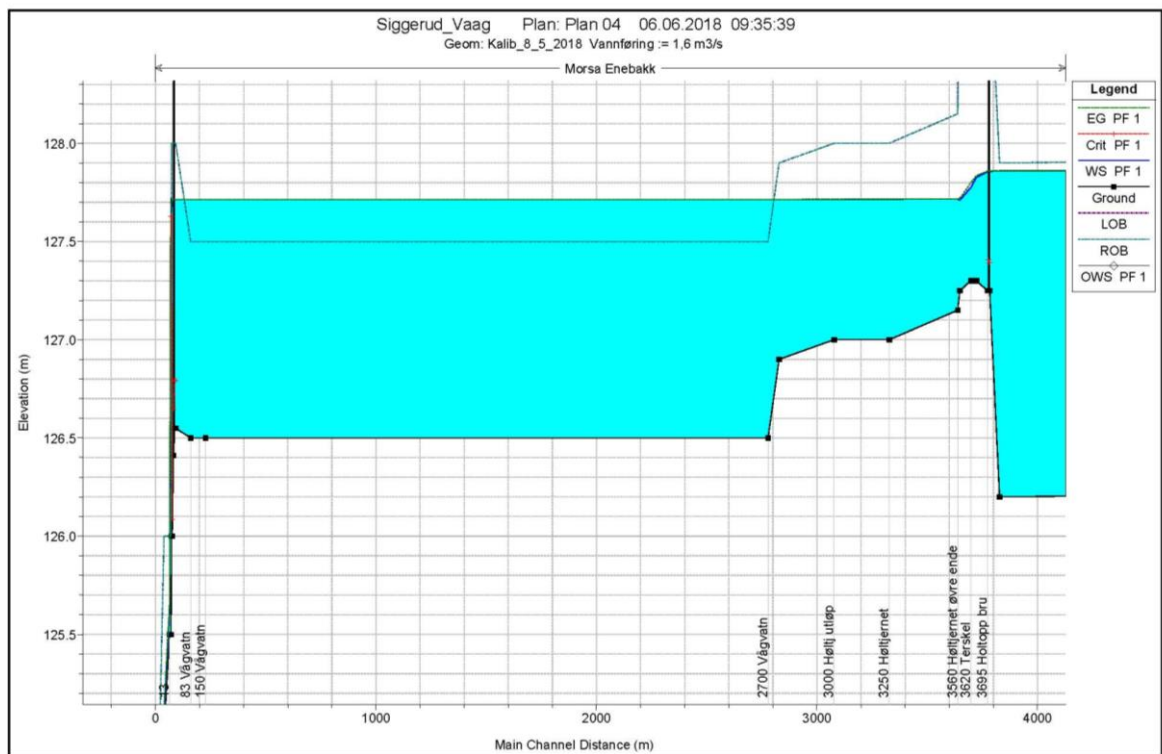
4.3 Oppmålt vannlinje den 30. april 2018

Vi utførte nøyaktig oppmåling av blant annet vannspeilets nivå under befaringen 30/4. De fullstendige måledataene finnes i vedlegg 3. Disse innmålingene gir et godt grunnlag for å finne beliggenheten av kritiske punkter i vassdraget. Som allerede nevnt er det Vestby dam i Ytre Enebakk som representerer bestemmende tverrsnitt. Men, det finnes også noen trange partier lenger oppstrøms i elva, f.eks. ved utløpet av Langen der veien går i skarp sving på ei bru ved Holtopp. Vi kaller denne brua for Holtopp bru. Denne brua ligger i pel nr. 3700 i modellen. Fra brua og ned mot Høltjernet (pel 3560) oppstrøms Våg renner elva gjennom noen meget trange partier som vil skape betydelig oppstuvning under flom.

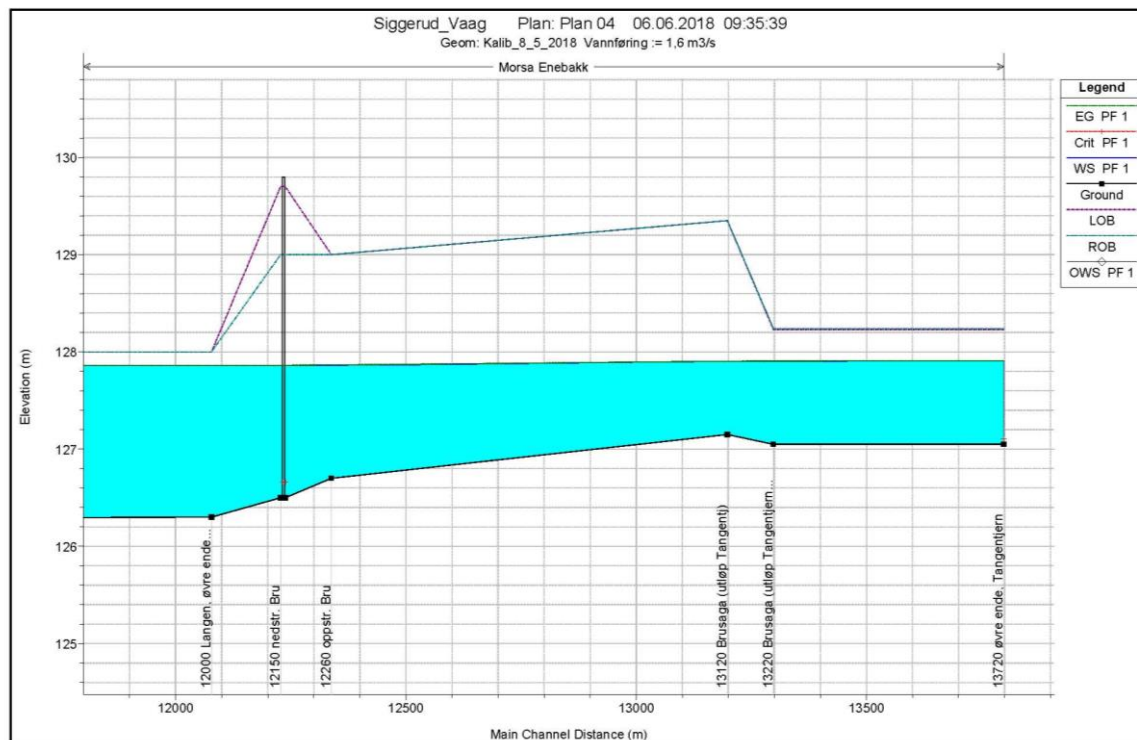
Et annet trangt parti av elva fant vi mellom Bru (pel 12150) og Brusaga ved utløp Tangentjern (pel 13120) i modellens øvre del. Her vil vannspeilet få en betydelig gradient under flom, pga. friksjonstap.



Figur 4-2 Kalibrering av vannlinje i HEC-RAS 8/5 2018. Hele elvestrekningen Siggerud-Våg.



Figur 4-3 Kalibrering av vannlinje i HEC-RAS 8/5 2018. Vassdragets nedre del, med Vestby dam helt til venstre



Figur 4-4 Kalibrering av vannlinje i HEC-RAS 8/5 2018. Vassdragets øvre del med Tangentjern helt til høyre

Kalibrering av modellen ble utført ved å justere bunnhøyder og ruhetsforhold slik at innmålt vannlinje ble gjenskapt i modellen.

4.4 Simuleringsresultater

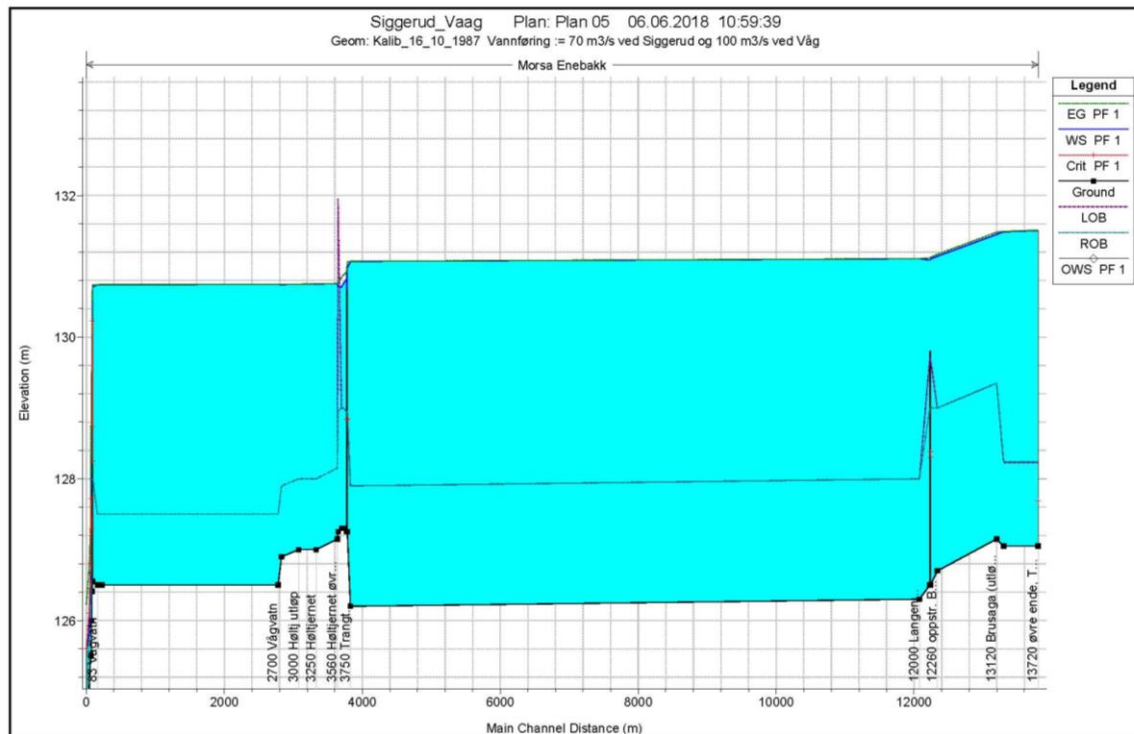
Med utgangspunkt i en modell som er kalibrert kun for meget lave vannføringer, men som for øvrig er sjekket ut via befarng langs elvestrekningen, har vi simulert flere kombinasjoner av vannføringer i vassdraget som kan være mulige under ekstrem flom. Som før nevnt er det et kompliserende element for Siggerud at bestemmende profil ligger ca. 17 km nedstrøms Siggerud. Derved blir det avgjørende for vannstanden ved Siggerud hva som skjer i nedbørfeltet nedstrøms Siggerud. Vi har listet opp de beregnede vannstandene i Tangentjern som funksjon av vannføringer ved Siggerud og ved Våg, se Tabell 4-1.

Tabell 4-1 Resulterende vannstand ved Tangentjern, gitt forskjellig vannføring ved Siggerud og Våg

Qsiggerud/Qvåg	Htangentjern	Kommentar
1.6	127.93	innmålt vannlinje 8/5 2018
10/15	128.86	
20/25	129.46	
35/40	130.1	
40/45	130.3	
40/60	130.37	
45/65	130.55	:= Q200 NB! Beregnet via FFA; uten klimapåslag
45/70	130.61	
50/70	130.73	vist i kart
60/70	130.97	
60/80	131.07	
60/90	131.23	
60/100	131.34	tilsvarende NIFS-resultater
70/100	131.5	:=Q200 med 50% klimapåslag på FFA-tall

Tabellen er å forstå slik at en vannføring på 70 m³/s ved Siggerud og 100 m³/s ved Våg gir en vannstand i Tangentjern på kote 131,5. Høydegrunnlag NN2000.

Denne flomsituasjonen er valgt som dimensjonerende situasjon for Siggerud, og Figur 4-5 viser dette strømningsbildet langs elva mellom Siggerud og Våg. Vi ser av figuren at det foreligger en betydelig oppstuvning både ved utløpet av Langen og i elva mellom Tangentjern og Langen.



Figur 4-5 200-årsflom med 50 % klimapåslag

Grafisk presentasjon av strømningsbildet under 200-årsflom med 50 % klimapåslag er også vist i full skala i vedlegg 4. Tilhørende parametertabell er vist i vedlegg 5.

Avslutningsvis kan vi si at flomvannstanden ved Bru under en 200-årsflom vil være ca. 1,3 m høyere enn under oktoberflommen 1987.

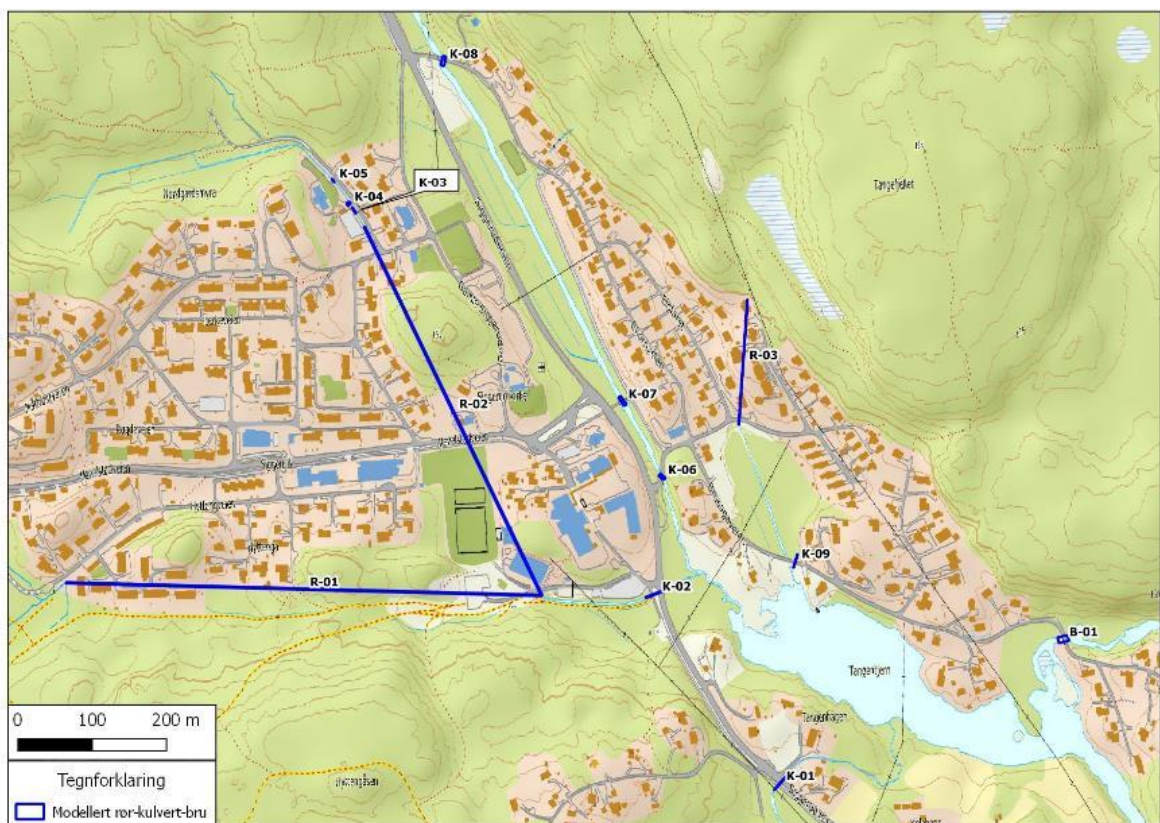
4.5 Mulige tiltak for reduksjon av flomvannstand

Vi har benyttet modellen til å sjekke ut virkningen av forskjellige tiltak som kan redusere flomvannstandene i vassdraget. Vi fant at en kombinasjon av rensk og senkning av de trange elvepartiene kunne senke flomvannstanden i Tangentjern ved en 200-årsflom med ca. 4 dm. Vi fant også at en samtidig fjerning/ombygging av Vestby dam (NB! alvorlig inngrep!) ville kunne senke 200-års flomvannstand med ca. 1,3 m ved Siggerud. Hvis man kun tenker seg å forbedre avløpsforholdene ved utløpet av Våg (i form av fjerning/ombygging av Vestby dam) oppnår man bare ca. 3 dm senkning av flomvannstanden ved Siggerud.

5 Hydraulisk modellering med 2D-modell

5.1 Grunnlagsdata

Under befaringen ble det også oppmålt dimensjoner på rør, kulverter og bru inne i modellområde Siggerud. Der finnes 9 kulverter, 2 rør og en bru. Disse konstruksjonene er plassert langs hovedelva og sidebekkene på forskjellige steder. Plasseringen av kulverter, rør og bru er vist i Figur 5-1 og dimensjoner og høyder på bekkbunn ved konstruksjonene er oppsummert i Tabell 5-1.



Figur 5-1. Oversikt over konstruksjoner på Siggerud.

Tabell 5-1 Oversikt over innmålte rør, kulverter og bru ved Siggerud i Ski kommune. Kilde: Ski kommune og Multiconsult

Beskrivelse	Byggemateriale	Dimensjon	Lengde (m)	Oppstrøms/nedstrøms Høyde, bekkebunn - oppmålt (moh)	Oppstrøms/nedstrøms Høyde, bekkebunn – hentet ut fra laserskannet terrengmodell fra 2014 (moh)
<i>Bru</i>					
B-01	Betong og stein	B = 7,8 m; H = 2,23 m	14	129,61/129,53	128,35/128,30
<i>Kulvert</i>					
K-01	PP	Ø800 mm	25	135,26/135,29	135,60/135,40
K-02	Stål	Ø1400 mm	30	127,33/-	128,40/128,40
K-03	Betong	Ø800 mm	9,5	131,89/131,78	132,10/131,90
K-04	Betong og tre	B = 4,5 m; H = 1,3 m	3,8	133,27/133,28	132,40/132,40
K-05	Betong	Ø800 mm	5,5	132,64/132,49	132,80/132,73
K-06	Betong og stein	B = 3,8 m; H = 2,2 m	9,0	131,18/130,19	128,70/128,65
K-07	Stå og tre	B = 3,8 m; H = 1,7 m	13,7	128,00/128,00	128,80/128,80
K-08	Betong og stein	B = 4,5 m; H = 2,35 (2,2)	12,9	130,22/130,08	128,80/128,75
K-09	-	Ø400 mm	19,4	128,08/128,06	128,24/128,24
<i>Rør</i>					
R-01	Betong	Ø1000 mm	640	130,88/127,66	131,40/128,50
R-02	-	Ø800 mm	550	131,23/127,66	131,50/131,40
R-03	-	Ø400 mm	169	147,62/128,29	148,00/128,90

5.2 Programvare

Beregning av vannstand og oversvømmelse ved reguleringsområdet på Siggerud ble utført med den hydrauliske modellen for strømningsanalyse HEC-RAS (versjon 5.0.5) [2]. I HEC-RAS kan man sette opp både 1-dimensjonale (1D) og 2-dimensjonale modeller (2D), eller en kombinert 1D/2D-modell. Reguleringsområdet på Siggerud ligger i et flatt område og flomveien i det bebygde området er ikke definert. I tillegg bidrar flere små sidebekker til flom i området og ankommer hovedelva på forskjellige steder. De kommunale veiene i reguleringsområdet på Siggerud krysser disse små bekkene og hovedelva. I en ekstrem flomsituasjon kan veiene fungere som flomvoller og flomveier. I dette tilfellet er det valgt å benytte en 2-dimensjonal modell for å beregne vannstand og oversvømmelse i reguleringsområdet. En 2-dimensjonal hydraulisk modell beregner selv hvilke løp vannet tar der hvor flomveien ikke er definert. I slike flate områder får man bedre resultater med 2D-beregning enn med 1D-beregning.

Ved bruk av 2-dimensjonal HEC-RAS modellberegninger hensyntar man f.eks. transversal strømning og evt. returstrømmer. Det brukes Saint Venants likninger og brukeren kan velge enten full dynamisk eller diffusiv beregning i modellen. Her er det valgt å bruke en diffusiv beregningsmetode. Denne metoden er egnet for flate områder. Den hydrauliske modellen simulerer også raskere med dette oppsettet.

Et 2D-strømningsareal må legges inn i modellen:

- Ved å tegne et 2D strømningsareal som polygon
- Ved å lage et 2D beregningsgrid og konstruksjoner
- Ved å knytte dette 2D strømningsarealet til grensebetingelser for 2D områder

HEC-RAS 2D programvare er utviklet for å benytte strukturert eller ustrukturert beregningsgrid. Dette betyr at beregningsceller kan være geometriske figurer med tre til åtte kanter. Den gjeldende versjonen av modellen er begrenset til elementer med opptil åtte sider.

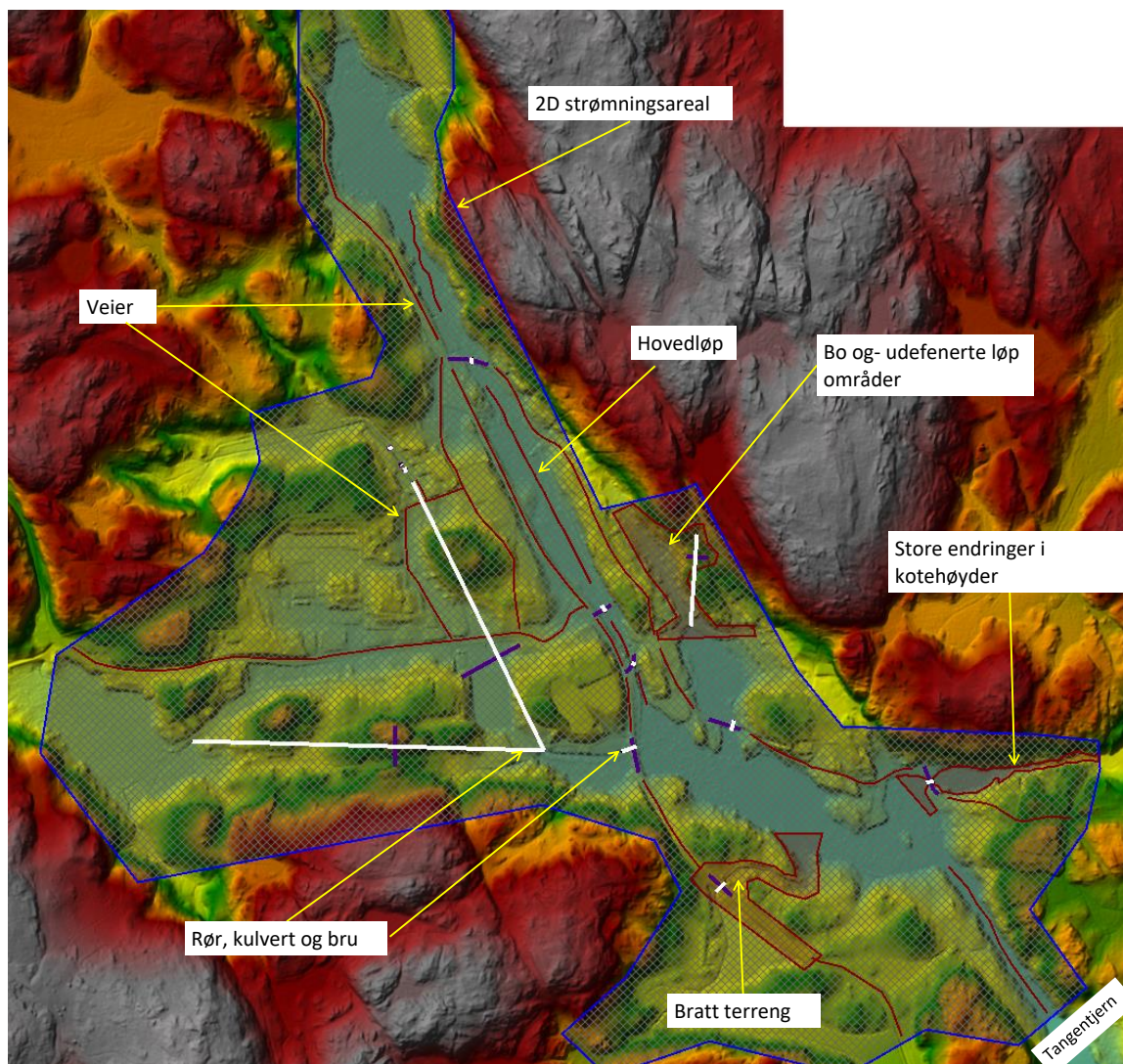
Totalt er ca. 2,5 km av strømningsrekningen og ca. 1,5 km² arealet på Siggerud modellert. Modellen avsluttes i Tangentjern ved det trange partiet nedstrøms Siggerud. Modellert område sammen med benyttet terrengmodell er vist i Figur 5-2.

5.3 Datagrunnlag

Det er viktig å ha en detaljert terrengmodell for å lage en nøyaktig hydraulisk modell. En laserskannet terrengmodell fra 2014 med minimum 5 pkt/m² og med vertikalhøydereferanse NN2000 for område Siggerud ble brukt som grunnlag for en passende terrengmodell. I tillegg ble oppmålte dimensjoner på kulverter, rør og bru implementert i den hydrauliske modellen.

Vi ser at det er noen avvik mellom oppmålte høyder og høyder hentet ut fra terrengmodellen på bekkebunnen ved konstruksjonene (Tabell 5-1). Det er høyden hentet ut fra terrengmodellen som brukes til å definere innløp for konstruksjoner i modellen, da det ikke er tillatt å senke høyden lavere enn terrenghøyden som brukes i det 2D-modellområdet. Imidlertid er dimensjoner for rørene, kulvertene og brua brukt i beregningen.

For å få fornuftige resultater ut fra en 2D hydraulisk modell bør elveløp, fylling på veier, flomvoller, elvekanter, bratte områder, osv., være godt representert i modelleringsområdet. Dette kan oppnås ved å trekke ei linje langs senterlinjene for elveløp, veifyllinger, flomvoller, elvekanter og å tegne en raffinement-region i bratte områder og i områder som ikke har definert elveløp. Terrengmodellen som brukes for beregningsceller og oversvømmelseskart kan deretter bli utviklet ved å tvinge disse strukturene i terrengmodellen. Et eksempel denne på prosessen er vist i Figur 5-2.



Figur 5-2. Oversikt over modellert område sammen med terrengmodell og konstruksjoner (rør, kulverter og bru).

Det er gjort en vurdering av hvor store beregningsceller som er egnet til beregningene for vannstand og oversvømmelse ved reguleringsområdet på Siggerud. Beregningsceller med 1 meters lengde både i X- og Y-retning på elveløpet, veifyllingene og de bratte områdene; ellers celler med 5 meters lengde både i X- og Y-retning på resten av det modellerte området er vurdert å være en fornuftig beregningscelle-fordeling i denne analysen. Et detaljering av beregningscellene for en del av det modellerte området er vist i Figur 5-3.

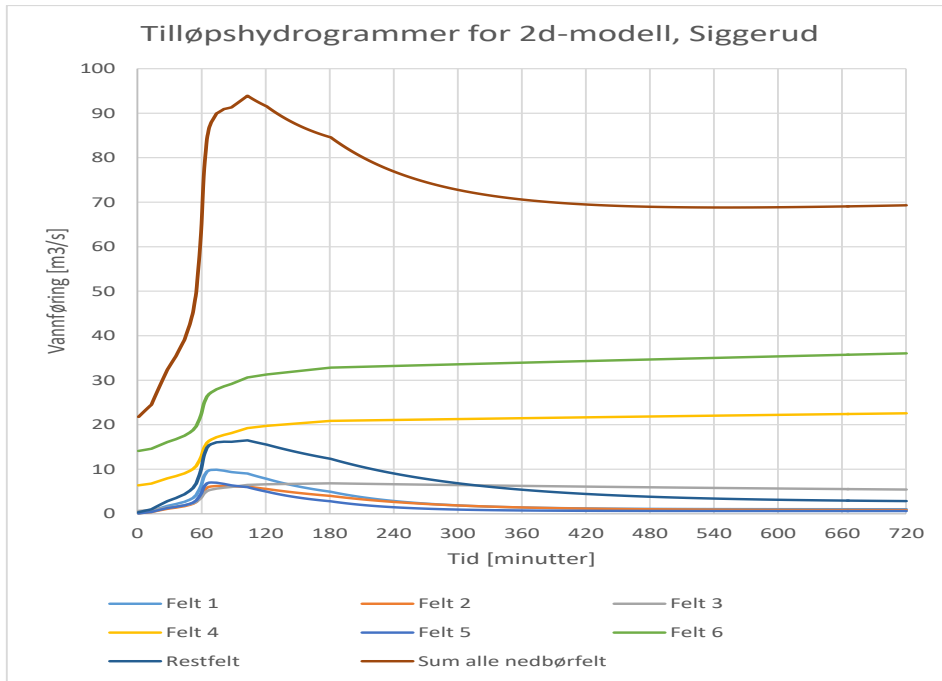


Figur 5-3. Detaljerte beregningsceller på en del av det modellerte området.

5.4 Grensebetingelser

I den hydrauliske 2D-modellen for Siggerud må det legges inn initialbetingelser og grensebetingelser. Disse beskriver enten vannstand eller vannføring ved modellens oppstrøms og nedstrøms ende.

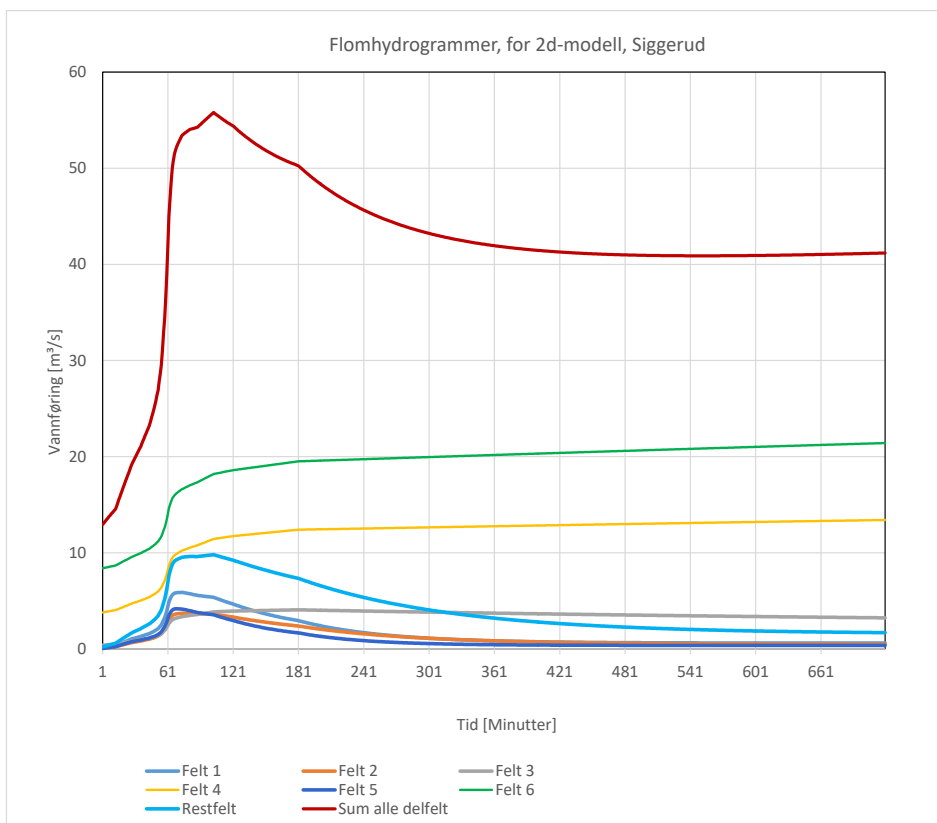
2D-modellens nedstrøms ende er Tangentjern. For å finne sammenhengen mellom vannføring i elva og vannstanden i Tangentjern, har Multiconsult modellert strekningen nedstrøms Tangentjern og ned til Våg med en 1-dimensjonal hydraulisk modell. En kapasitetskurve ved Tangentjern er på den måten utviklet, se Figur 5-6. Denne kapasitetskurven er benyttet som nedre grensebetingelse i 2D-modellen for Siggerud. En oppskalert versjon av beregnet 200-års flomvannføring med 50 % klimapåslag, se Figur 5-4. Figur 5-4 er benyttet som oppstrøms grensebetingelse.



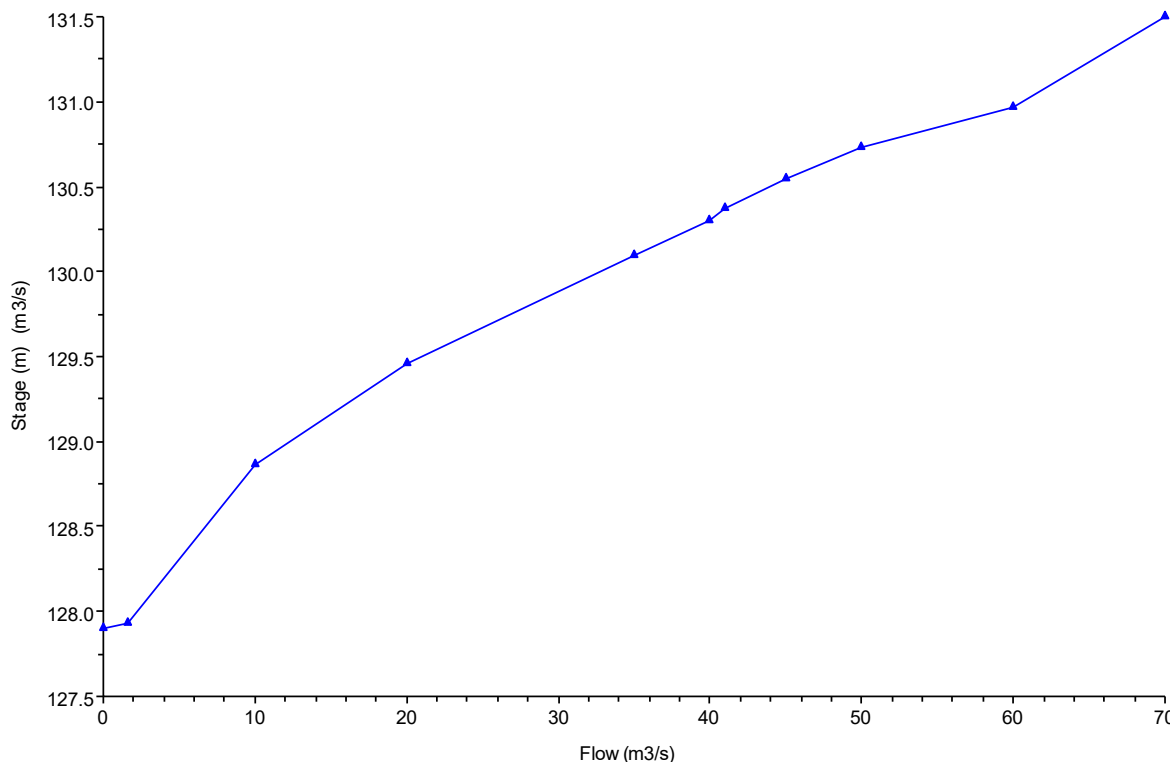
Figur 5-4. 200-års tilløpshydrogram for 2D-modell

Tilløpshydrogrammene er her modifisert for å ta hensyn til virkningen av fordrøying i 2D-modellen, slik at avløpsflommen fra 2D-modellen kulminerer med samme verdi som FFA-rapporten konkluderer med.

20-års tilløpshydrogram for 2D-modell er vist i Figur 5-5.



Figur 5-5. 20-års tilløpshydrogram for 2D-modell



Figur 5-6 Kapasitetskurve ved Tangentjern.

5.5 Friksjonsforhold

For å ta hensyn til steiner, gress, trær og andre større eller mindre hindringer i vannveien defineres Mannings friksjonsfaktor for ulike deler av profilet/arealet. Friksjonen vurderes ut fra bilder og observasjoner gjort under befaringen og angis i modellen som Mannings tall.

Elva ved reguleringsområdet har en veldefinert vannvei med noe buskas på elvekantene. Nedstrøms del av modellen er svært slak. Flomslettearealet er hovedsakelig bebygget område. I bebygget område vil flomvannet renne på gatene. Dette betyr at flomvannet ikke vil ha et veldefinert elveløp. Dette medfører at bygninger hindrer vannstrømmen. Dette vil redusere transportkapasiteten av vann i området. Et Manningtall på 33 og 25 er vurdert å være en fornuftig friksjonsfaktor for henholdsvis hovedløpet og flomslettearealet.

6 Hovedresultater fra 2D-modellering av Siggerud

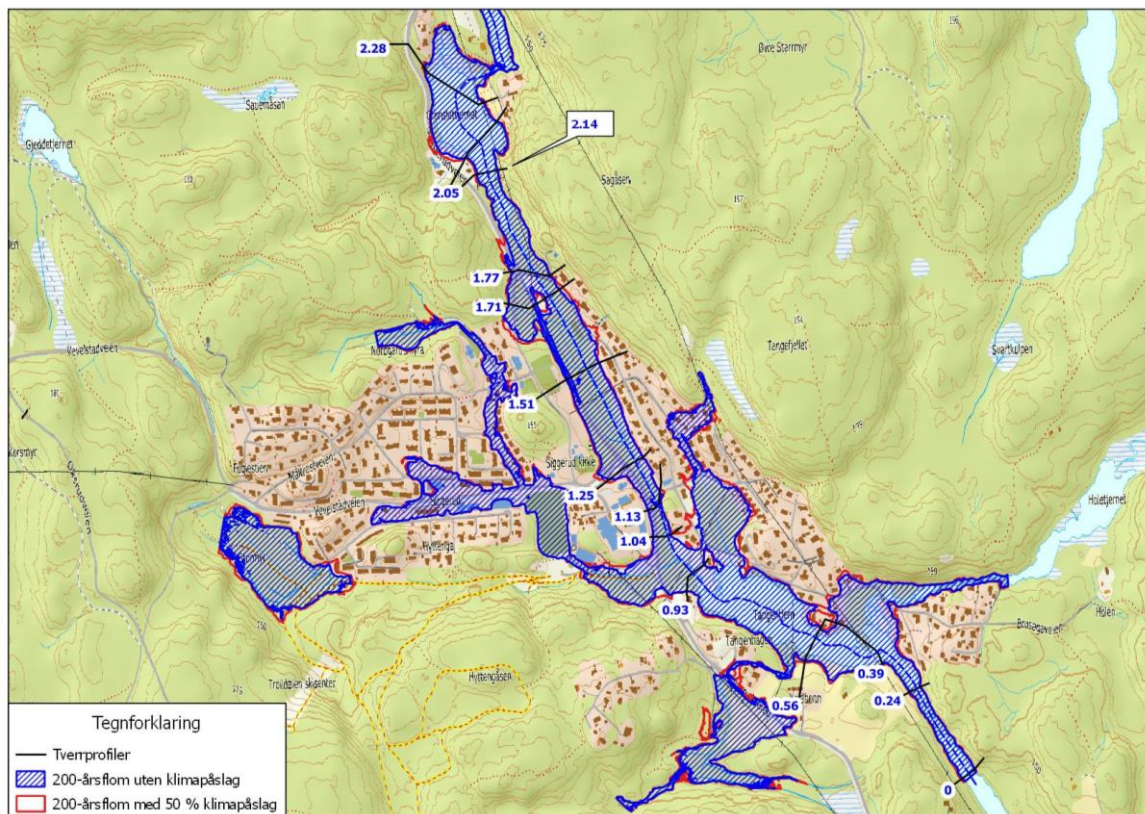
Tabell 6-1 Beregnet maksimal vannstand langs elvas hovedløp for 200-årsflom med og uten klimapåslag er vist i Tabell 6-1. Tilsvarende er beregnet verdi for 200-årsflom med og uten klimapåslag, og med 30 cm sikkerhetsmargin vist i Tabell 6-1. Oversvømmelseskartet ved de to scenarier er vist i henholdsvis Figur 6-1 og Figur 6-2. Detaljerte flomsonekart er vist i vedleggene 6, 7, 8 og 9.

Tabell 6-1. Beregnet 200-års vannstand langs elvas hovedløp, med og uten klimapåslag.

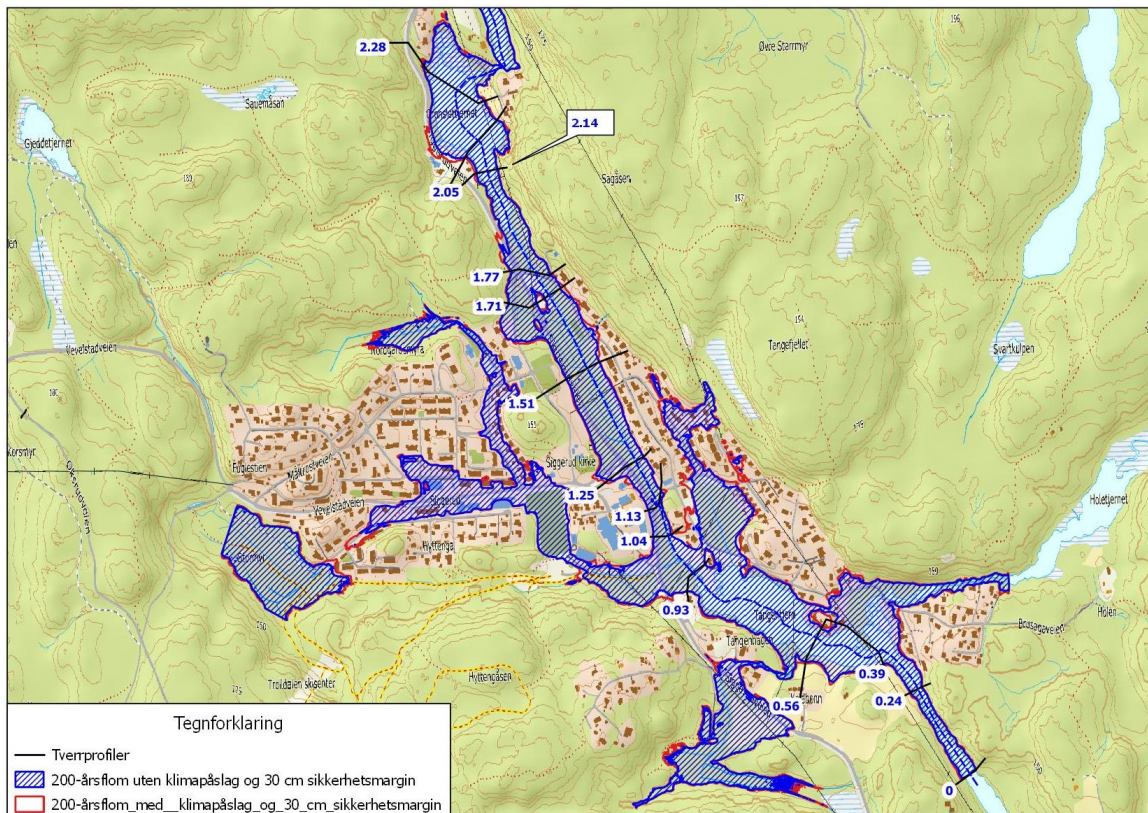
Tverrprofil	Høyde, bekkebunn (moh)	Beregnet vannstand uten klimapåslag (moh)	Beregnet vannstand med 50 % klimapåslag (moh)
0	128,22	130,51	131,47
0.24	128,34	130,59	131,48
0.39	128,31	130,60	131,49
0.56	128,26	130,60	131,49
0.93	128,50	130,60	131,49
1.04	128,47	130,61	131,49
1.13	128,90	130,70	131,51
1.25	128,66	130,72	131,51
1.51	128,94	130,72	131,52
1.71	128,78	130,73	131,52
1.77	128,74	130,83	131,52
2.05	128,59	130,83	131,53
2.14	128,57	130,83	131,53
2.28	128,79	130,83	131,53

Tabell 6-2. Beregnet 200-års vannstand langs elvas hovedløp, med og uten klimapåslag og med 30 cm sikkerhetsmargin.

Tverrprofil	Høyde, bekkebunn (moh)	Beregnet vannstand uten klimapåslag og med 30 cm sikkerhetsmargin (moh)	Beregnet vannstand med 50 % klimapåslag og med 30 cm sikkerhetsmargin (moh)
0	128,22	130,81	131,77
0.24	128,34	130,89	131,78
0.39	128,31	130,90	131,79
0.56	128,26	130,90	131,79
0.93	128,50	130,90	131,79
1.04	128,47	130,91	131,79
1.13	128,90	131,00	131,81
1.25	128,66	131,02	131,81
1.51	128,94	131,02	131,82
1.71	128,78	131,03	131,82
1.77	128,74	131,13	131,82
2.05	128,59	131,13	131,83
2.14	128,57	131,13	131,83
2.28	128,79	131,13	131,83



Figur 6-1. Oversvømte arealer med 200-årsflom med og uten klimapåslag på Siggerud.



Figur 6-2. Oversvømte arealer med 200-årsflom med og uten klimapåslag på Siggerud, og med 30 cm sikkerhetsmargin.

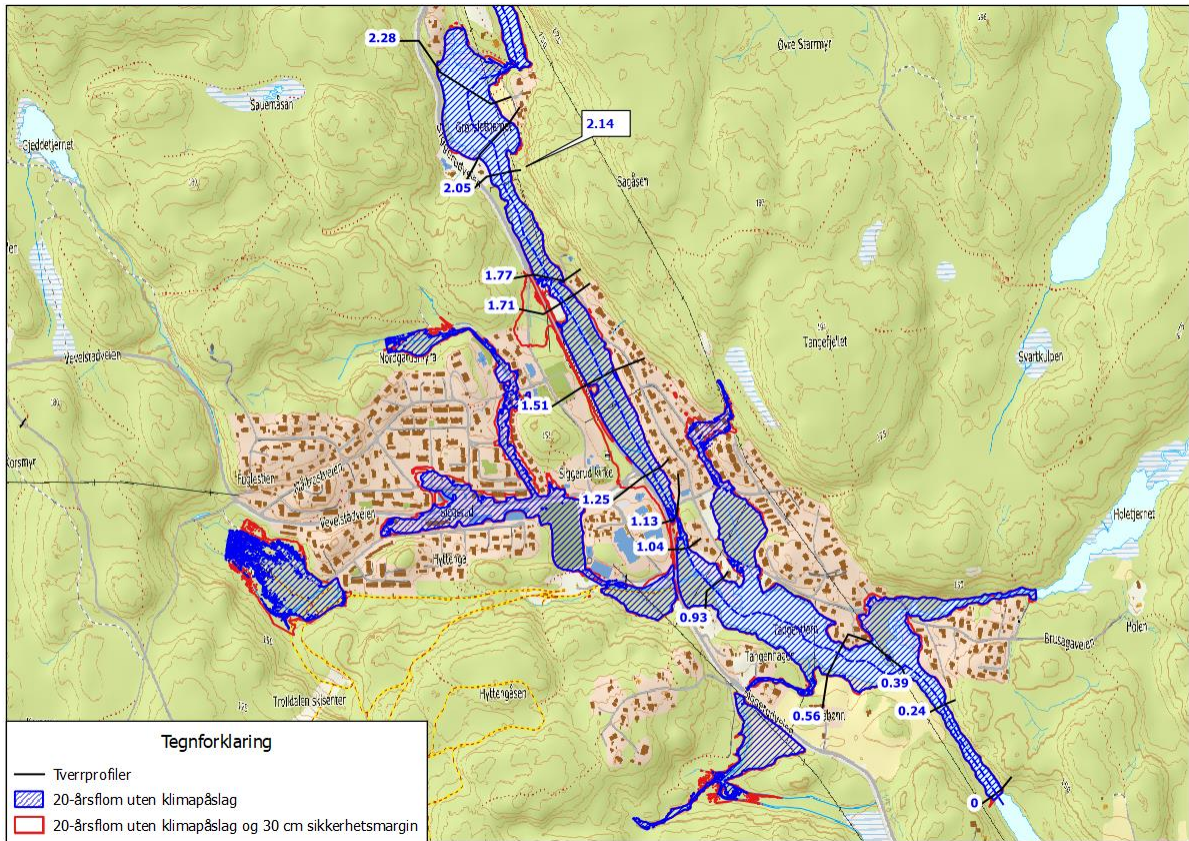
Beregnet maksimal vannstand langs elvas hovedløp for 20-årsflom med og uten klimapåslag er vist i Tabell 6-3. Verdier for 20-årsflom med og uten klimapåslag, og med 30 cm sikkerhetsmargin er vist i Tabell 6-4. Oversvømmelseskartet ved de to scenarier er vist i henholdsvis Figur 6-3 og Figur 6-4. Detaljerte flomsonekart er vist i vedleggene 10, 11, 12 og 13.

Tabell 6-3. Beregnet 20-års vannstand langs elvas hovedløp, med og uten klimapåslag.

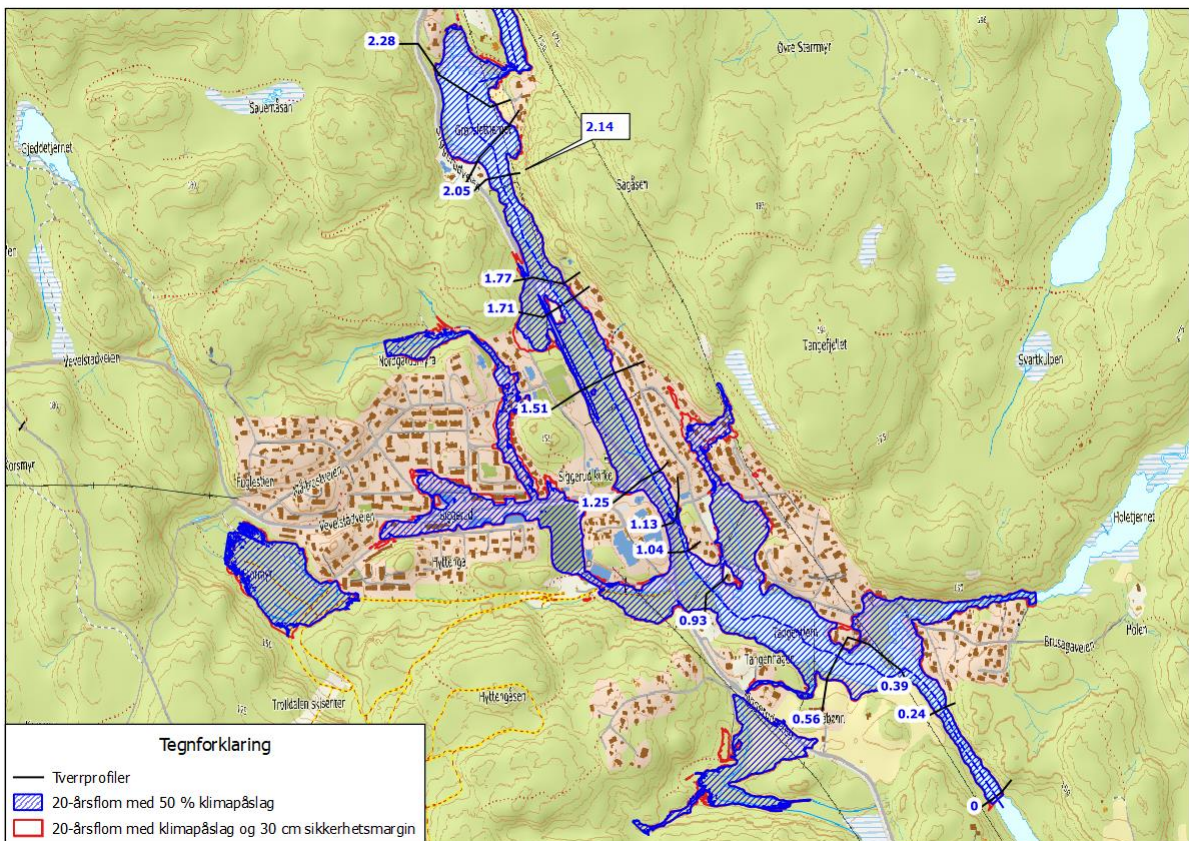
Tverrprofil	Høyde, bekkebunn (moh)	Beregnet vannstand uten klimapåslag (moh)	Beregnet vannstand med 50 % klimapåslag (moh)
0	128,22	129,44	130,39
0.24	128,34	129,58	130,48
0.39	128,31	129,60	130,49
0.56	128,26	129,60	130,49
0.93	128,50	129,60	130,49
1.04	128,47	129,61	130,50
1.13	128,90	130,01	130,62
1.25	128,66	130,05	130,63
1.51	128,94	130,05	130,64
1.71	128,78	130,05	130,64
1.77	128,74	130,19	130,77
2.05	128,59	130,20	130,78
2.14	128,57	130,20	130,78
2.28	128,79	130,20	130,78

Tabell 6-4. Beregnet 20-års vannstand langs elvas hovedløp, med og uten klimapåslag og med 30 cm sikkerhetsmargin.

Tverrprofil	Høyde, bekkebunn (moh)	Beregnet vannstand uten klimapåslag og med 30 cm sikkerhetsmargin (moh)	Beregnet vannstand med 50 % klimapåslag og med 30 cm sikkerhetsmargin (moh)
0	128,22	129,74	130,69
0.24	128,34	129,88	130,78
0.39	128,31	129,90	130,79
0.56	128,26	129,90	130,79
0.93	128,50	129,90	130,79
1.04	128,47	129,91	130,80
1.13	128,90	130,31	130,92
1.25	128,66	130,35	130,93
1.51	128,94	130,35	130,94
1.71	128,78	130,35	130,94
1.77	128,74	130,49	131,07
2.05	128,59	130,50	131,08
2.14	128,57	130,50	131,08
2.28	128,79	130,50	131,08

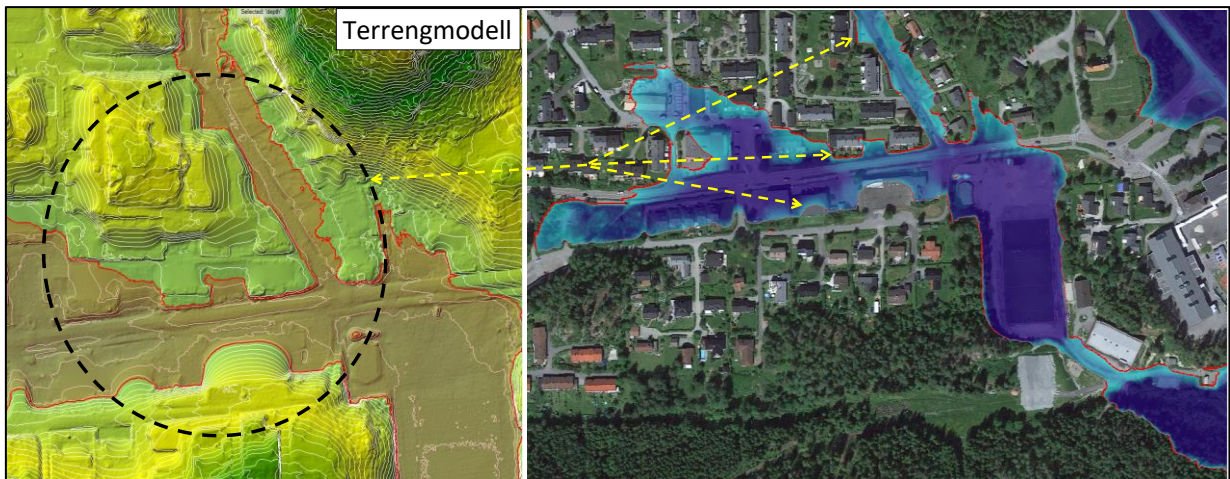


Figur 6-3. Oversvømte arealer med 20-årsflom med og uten klimapåslag på Siggerud.



Figur 6-4. Oversvømte arealer med 20-årsflom med og uten klimapåslag på Siggerud, og med 30 cm sikkerhetsmargin

Det er noe usikkerhet knyttet til nøyaktigheten av terrengmodellen for flomsletteområdene som er benyttet i beregningene. I terrengmodellen er også bygninger lagt inn sammen med terrenget. Det er viktig å kontrollere terrenghøyden i bebygde områder og i ytterkanten av reguleringsområdet på Siggerud eller andre «flomkritiske områder» for å vurdere høyden mot beregnet flomvannstand. Vurderingen innebærer å undersøke om et område, etter terrenginnmåling, fremdeles ligger høyere eller lavere enn kote for flomvannstand. Flommens utstrekning kan da bli noe endret. Beregnet kote for flomvannstand ansees foreløpig som uavhengig av slike mindre endringer i terrenghøyde.



Figur 6-5. Sammenligning av terrengmodell og oversvømt areal i tettbebyggelsen på Siggerud.

7 Flomvannstanders varigheter på Siggerud/Tangentjern

Etter kommunens ønske, har Multiconsult utført beregninger for å kunne si noe om flomvannstanders varigheter for 200-års flom uten klimapåslag på Siggerud/Tangentjern. Resultatene kan benyttes som et verktøy for flomvarsling og planlegging i forbindelse med beredskap forut for store flommer i vassdraget. Figur 7-1 viser kurver for flomvannstanders varighet på Siggerud/Tangentjern.

Det totale nedbørfeltet på Siggerud består av to relativt store nedbørfelt ($A = 15 \text{ km}^2 - 30 \text{ km}^2$) og fire små sidebækker ($A = 0,1 \text{ km}^2 - 2,3 \text{ km}^2$). De små sidebakkene har korte flomresponstider, og de store nedbørfeltene har lange flomresponstider. De små sidebakkene bidrar til flom i hovedløpet i løpet av kort tid etter at den ekstreme nedbøren har begynt. De store nedbørfeltene bidrar til at flommen i hovedløpet får en betydelig varighet. Resultatet av disse forskjellene i avrenningskarakteristikk er at det totale flomhydrogrammet på Siggerud viser betydelige flomstørrelser over lengre tid (i mer enn 24 timer), se også Figur 2-1.

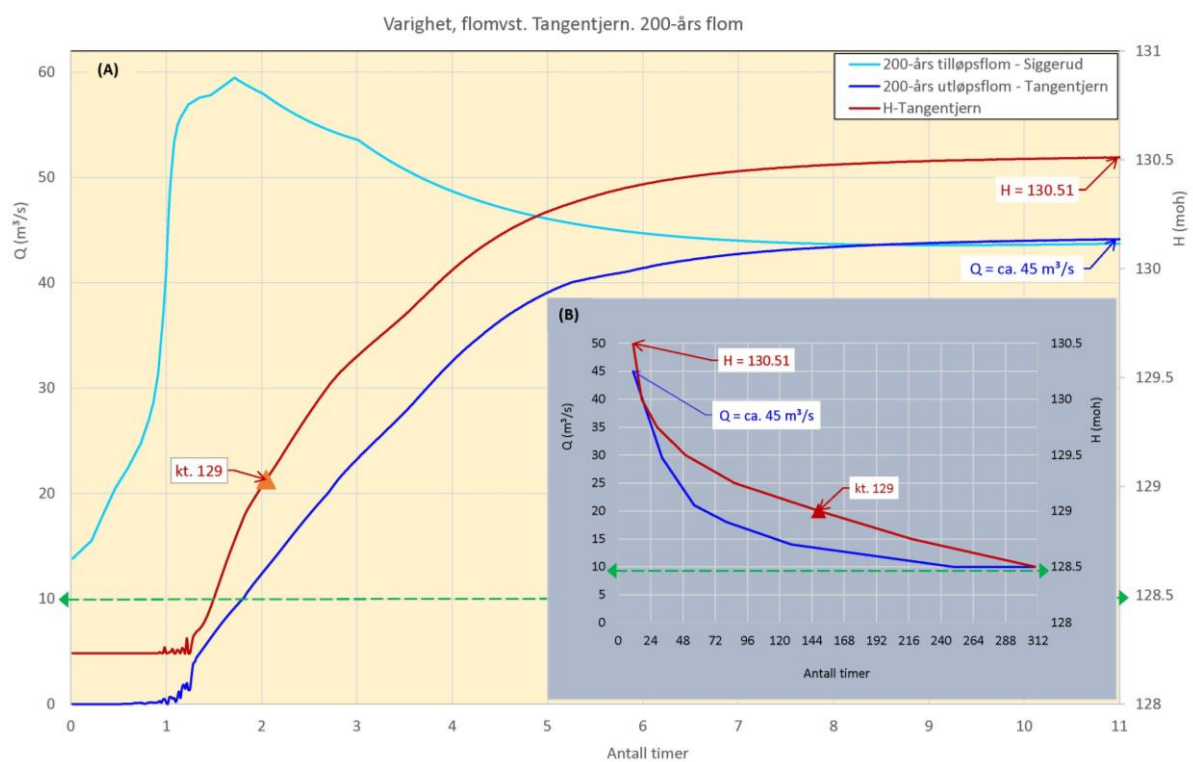
For å finne ut av hvor lang tid flomvannstanden vil befinne seg på gitte kotehøyder i et gitt flomscenario, har vi studert tidsforløpet av flomvannføringer (gitt av flomfrekvensanalyse) i nedbørfeltet nedstrøms Siggerud, ved Våg. Grafikk som belyser disse forholdene er lagt inn som del B i Figur 7-1.

Vannstanden på Siggerud responderer på endringer i Tangentjernets vannstand i løpet av 1,5 - 5 timer, se tidsforsinkelse mellom initiell og maksimal utløpsflom/vannstand ved Tangentjern i del A i Figur 7-1. Flomvannstandene på Siggerud-feltet følger vannstandsvariasjonene i Tangentjern. Dynamikken på Siggerudområdet kan forstås slik at forsinkelsen mellom tilløp og avløp inne på

Siggerud-feltet vil være av samme størrelsesorden som dynamikken i det totale nedbørfeltet til Våg (dobbel så stort felt som til Siggerud). Vi har derfor studert varigheter over flere døgn for vannføringen ved Våg for å få et godt bilde av flommens varighet i vassdraget. Diagrammet i del B i Figur 7-1 kan oppfattes som en flytende grensebetingelse for 2D-modellen.

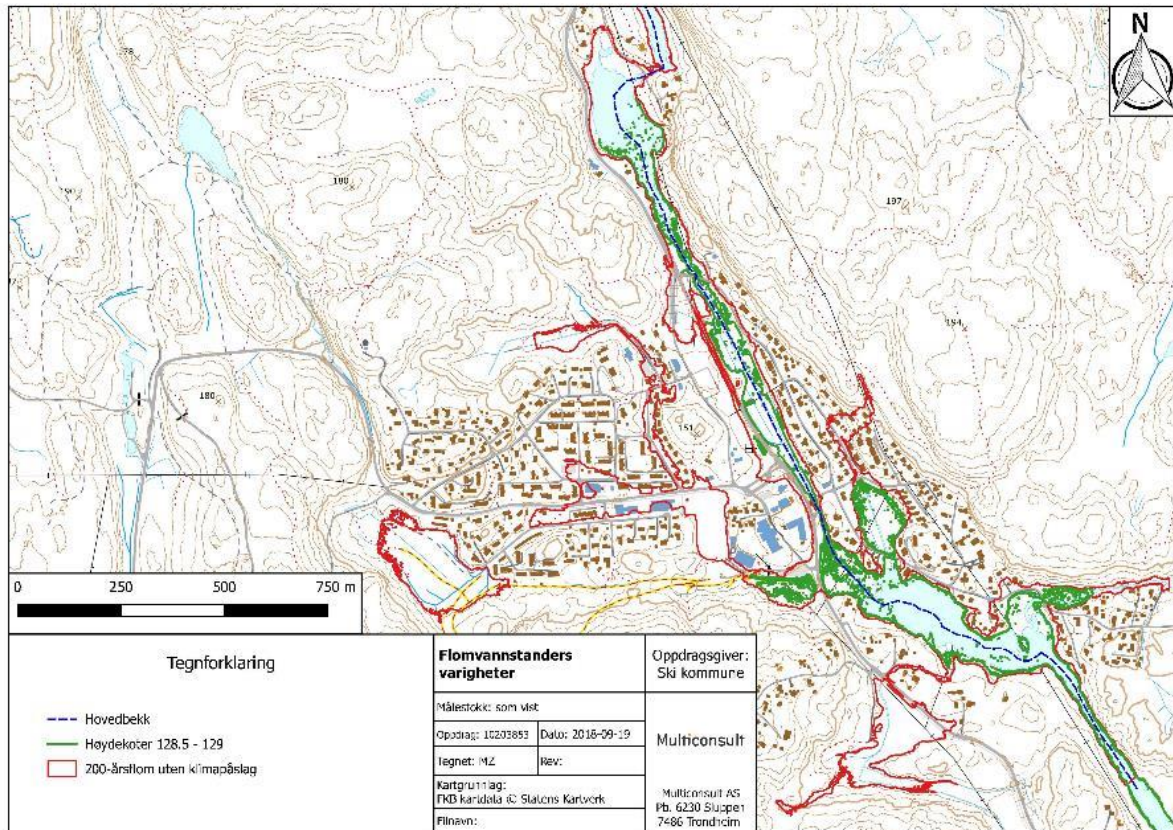
Vannføringer ved Våg er transformert til vannstand i Tangentjern/Siggerud ved bruk av den hydrauliske 1D-modellen.

For varslingstid for flommen vises det til Figur 7-1 (A) som presenterer en simulering over 11 timer. Når det gjelder flomvannstander ifm. opprettholdelse av beredskap, f. eks. for pumping fra utsatte områder, vises det til simuleringen over 13 døgn i Figur 7-1 (B). Eksempelvis kan man lese fra kurvene at det tar ca. en halv time for flomvannstanden ved Tangentjern å stige fra kote 128,5 til kote 129,0. Hvis vannstanden stiger til kote 130,5, så tar det ca. 6 døgn før vannstanden har sunket ned til kote 129,0.



Figur 7-1. Flomvannstanders varigheter på Siggerud/Tangentjern. Del (A) er utført i 2D hydraulisk modell og del (B) er utført i 1D hydraulisk modell.

Veier og bebygde områder på Siggerud ligger over kote 128,5 – 129,0. Flomvannstanders varighet vises derfor for vannstander over kote 128,5. Forholdet mellom det laveste nivået som er benyttet for flomvannstands varigheter og arealet som er oversvømt av 200-årsflom er vist i Figur 7-2.



Figur 7-2. Grense for berørte områder ved 200-års flom (rød linje) og for berørte områder ved flom opp til kote 129 (grønn linje).

8 Konklusjoner

Flomsonevurderingen viser at veiene langs bekkens hovedløp, del av bebyggd område øst og vest for hovedløpet gjennom Siggerud blir oversvømt av 200-års og 20-års flom; både med og uten klimapåslag på 50 %.

Beregningene viser at rørene, kulvertene og brua langs den modellerte strekningen går full, og at vannet renner over veien og terrenget.

Flomsonevurderingen vi her har utført påvirkes i stor grad av nedre grensebetingelse (vannstand vs. vannføring i Tangentjern), og i noen grad av formen på tilløpshydrogrammet for Siggerud. Skulle flomestimaten eller de hydrauliske forholdene i vassdraget nedstrøms Siggerud bli endret, så vil også flomsonevurderingen endres.

Vi har vurdert varigheten for flomvannstander under et gitt scenario for 200-års flom på Siggerud/Tangentjern med tanke på en flytende grensebetingelse for 2D-modellen. Resultatene kan brukes som et verktøy for flomvarsling og varighet for opprettholdelse av beredskap i området når det forventes store flommer. Resultatene viser at vannstanden på Siggerud under en 200-års flom vil kunne stige relativt raskt, i løpet av 1,5 – 5 timer, samtidig som flommen kan opprettholde betydelig vannføring over flere døgn før vassdraget returnerer til en normal tilstand. Den lange varigheten skyldes i stor grad fallforholdene i nedstrøms vassdrag, og i det faktum at bestemmende tverrsnitt ligger så langt ned som ved Våg i Enebakk.

Referanser

- [1] «Retningslinjer for flomberegninger,» NVE, 2011.
- [2] «HEC-RAS, River Systems Analysis, User's manual.,» US Army Corps of Engineers, 2016.
- [3] «Klimaendring og framtidige flommer i Norge,» Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), 2016.

9 Vedlegg

NOTAT

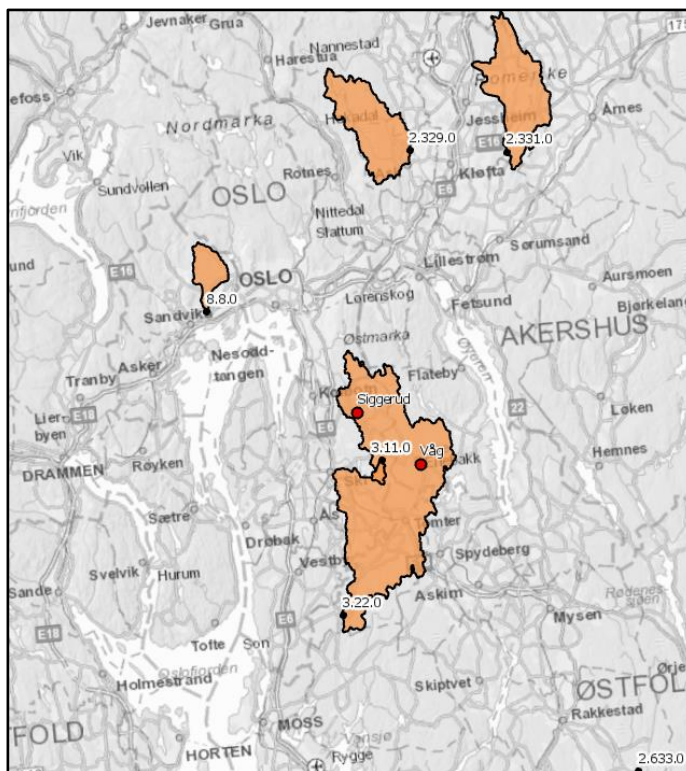
OPPDRAG	Flomsonekart, Siggerud	DOKUMENTKODE	10203853-RIVass-NOT-002
EMNE	Flomfrekvensanalyse	GRADERING	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Ski kommune	OPPDRAGSLEDER	Britt Rasten
KONTAKTPERSON	Knut Bjørnskau	SAKSBEHANDLER	Sigurd Sørås, Arnt Bugten og Kristine Lilleeng Walløe
KOPI:		ANSVARLIG ENHET	Hydrologi

1 Flomberegning

1.1 Flomfrekvensanalyse

Det er utført flomfrekvensanalyse for representative vannmerker i nærheten av Våg og Siggerud, for å finne forventede flomverdier for de to delfeltene. Våg ligger nedstrøms Siggerud, og har forskjellige feltparametere. Det er derfor forventet at de to delfeltene vil reagere forskjellig i en flomhendelse, og dette notatet vil beskrive denne forskjellen.

Det er funnet 6 vannmerker med forholdsvis lange dataserier fra uregulerte felt i rimelig nærhet til Siggerud og Våg. Stasjonene er vist på kartet nedenfor. VM 3.11 Sagstubekken er et delfelt av feltet til Våg, mens VM 3.22 Høgfoss ligger nedstrøms i samme vassdrag. Feltet ved Høgfoss er ca. 3 ganger så stort som ved Våg og ca. 6 ganger så stort som ved Siggerud.



Figur 1-1 De to undersøkte punktene i rødt, samt nedbørfelt for de vannmerkene som er brukt i flomfrekvensanalysen

02	27.6.2018	Ny FFA for flere flomvarigheter	KLW		
01	5.6.2018	Endelig versjon	AGB		AGB
	15.05.18	Utkast	SIGUS & AGB	AGB	AGB
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

FFA

Tabell 1 Feltparametere for aktuelle vannmerker

Navn	Periode		Antall år	Feltareal km ²	Spesifikk avrenning l/s/km ²	Snaufjell %	Eff. Sjø %	Høyde	
	Fra	Til						min	maks
2.329.0 Hellen bru	1970	2002	32	82	19	0	0.34	126	560
2.331.0 Kauserud	1970	2000	30	91	21	0	0.00	130	350
2.633.0 Stortorp	1991	2018	28	87	14	0	0.42	111	323
3.11.0 Sagstubekken	1951	1974	24	3	19	0	0	154	239
3.22.0 Høgfoss	1976	2018	42	299	20	0	0.56	47	347
8.8.0 Blomsterkroken	1975	2005	30	23	18	0	0.29	21	458

Tabell 2 Feltparametere for de to delfeltene

Navn	Feltareal km ²	Spesifikk avrenning l/s/km ²	Snaufjell %	Eff. Sjø %	Høyde	
					min	maks
Siggerud	50	19	0	1.1	127	347
Våg	105	18	0	2.3	126	347

Ut i fra feltparameterene, samt plassering av nedbørfeltene, er målestasjonene vurdert opp mot nedbørfeltet til Siggerud. Vurderingen er presentert i tabell 3. I tabellen indikerer grønn farge samsvar, mens rød farge indikerer betydelige avvik. Gul farge betyr at parametere ikke har et godt samsvar, men at det heller ikke er så mye avvik at det er avgjørende.

Tabell 3 Vurdering av representativitet for Våg

Navn	Feltareal	Spesifikk avrenning	Eff. Sjø	Høydefordeling	Avstand	Dataserie
2.329.0 Hellen bru						
2.331.0 Kauserud						
2.633.0 Stortorp						
3.11.0 Sagstubekken						
3.22.0 Høgfoss						
8.8.0 Blomsterkroken						

Det er vurdert at alle feltene er representative for de to delfeltene som undersøkes, og det er gjennomført flomfrekvensanalyse (FFA) for alle vannmerkene slik som vist i tabell 4.

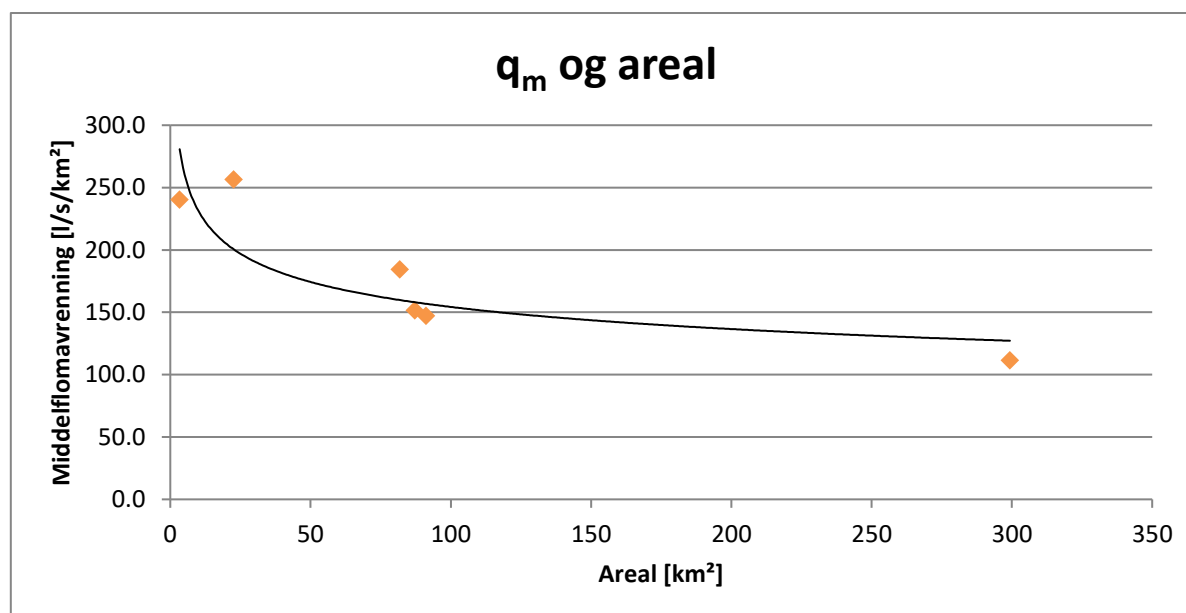
Tabell 4 FFA for de 6 vannmerkene

	Navn	Q_M m^3/s	q_M $l/s/km^2$	Q_{200} m^3/s	Q_{200}/Q_M	q_{200} $l/s/km^2$	Valgt fordeling
2.329.0	Hellen bru	15	185	24.5	1.6	298	Gen-log
2.331.0	Kauserud	13	147	61.6	4.5	667	GEV
2.633.0	Stortorp	13	152	25.5	1.9	293	GEV
3.11.0	Sagstubekken	0.8	240	2.8	3.5	838	Gen-log - høst
3.22.0	Høgfoss	33	111	105.5	3.2	352	Gumbel
8.8.0	Blomsterkroken	6	257	13.7	2.4	605	Gumbel

Fordeling er valgt etter hvilken kurve som ser ut til å gi best tilpasning til data, med vekt på de store flommene. Grafisk presentasjon av mulige fordelingsfunksjoner for de 6 vannmerkene er vist bakerst i dette dokumentet. For vannmerke 3.11.0 er det valgt å utføre flomfrekvensanalyse for høstflommene, slik at fordelingen best beskriver de høyeste registrerte vannføringene.

Spesifikk middelflomavrenning varierer mellom 111 og 257 $l/s/km^2$. Det lille feltfeltet 3.11 har en middelflomavrenning på 240 $l/s/km^2$, mens 3.22 nedstrøms har en middelflomavrenning på 111 $l/s/km^2$. Siggerud og Våg vil sannsynligvis ligge et sted mellom dette.

Slik som vist i figur 1-2, er det en sammenheng mellom spesifikk middelflomavrenning og areal, hvor den spesifikke verdien minker med økende areal. For Siggerud er det derfor valgt en spesifikk middelflomavrenning på 175 $l/s/km^2$. For Våg er det valgt en middelflomavrenning på 150 $l/s/km^2$.



Figur 1-2 Sammenheng mellom middelflomavrenning og areal.

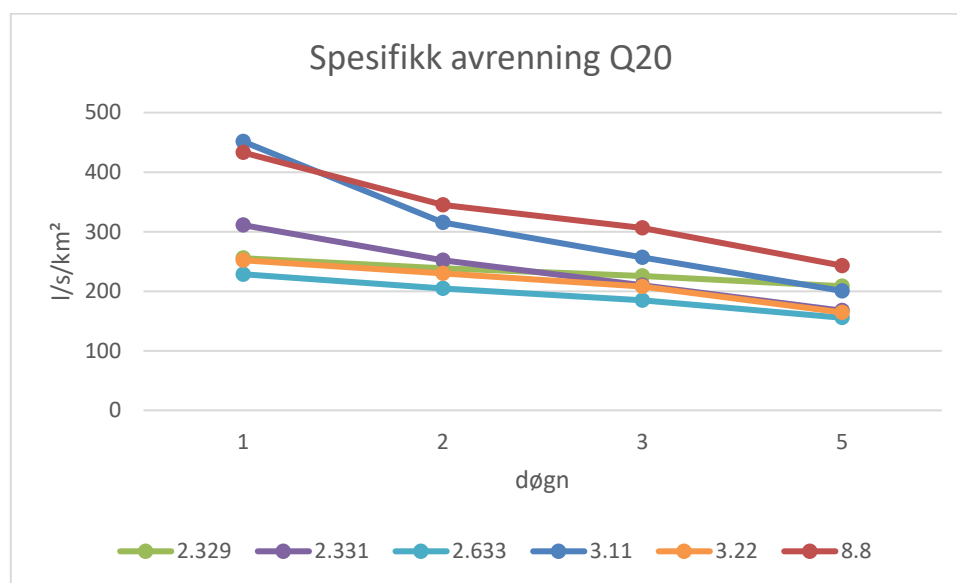
Forholdet mellom middelflom og flom med 200-års gjentaksintervall er derimot mer varierende. Verdier varierer mellom 1,6 helt opp til 4,5. For de to vannmerkene som ligger i samme vassdrag som Siggerud og Våg er Q_{200}/Q_M lik 3,2 og 3,5. Det er derfor naturlig å anta en vekstfaktor i dette området. Om vi setter vekstfaktoren til snittet av de to stasjonene, 3,35, blir q_{200} for Siggerud og Våg på hhv. 590 $l/s/km^2$ og 500 $l/s/km^2$.

FFA

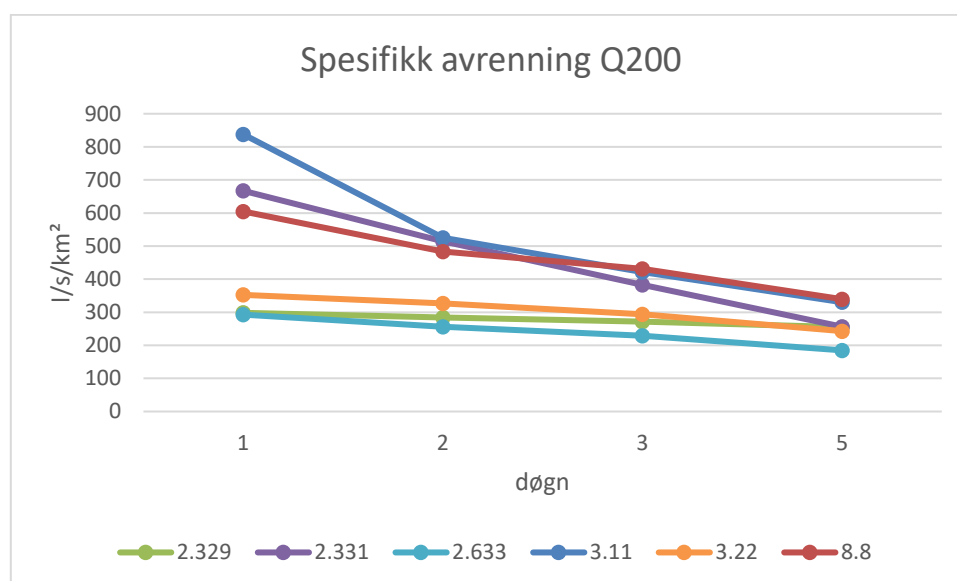
Navn	q_m $l/s/km^2$	Q_m m^3/s	Q_{200}/Q_m	Q_{200} $l/s/km^2$	Q_{200} m^3/s
Siggerud	175	8.7	3.35	590	30
Våg	150	15.8	3.35	500	50

1.2 Flom over flere døgn

Det er gjort frekvensanalyse for å finne flomavrenning over flere døgn for de seks stasjonene beskrevet i forrige kapittel. Dette er gjort for både 20-årsflom og 200-årsflom. Resultatene er fremstilt i grafene under.



Figur 3. Spesifikk flomavrenning for 20-årsflom.



Figur 4. Spesifikk flomavrenning for 200-årsflom.

Det kommer fram av variasjonen i flomavrenning avtar etter hvert som varigheten øker. For Våg og Siggerud er det forventet av flomavrenningen vil ligge et sted mellom kurvene for 3.11 og 3.22. Anbefalte verdier er vist i tabellen under.

Tabell 5. Foreslått flomavrenning for Siggerud og Våg.

Navn	1 døgn l/s/km ²	2 døgn l/s/km ²	3 døgn l/s/km ²	5 døgn l/s/km ²
Siggerud, q20	350	270	230	180
Våg, q20	310	260	220	170
Siggerud, q200	590	420	360	280
Våg, q200	500	390	330	270

1.3 Kulminasjonsvannføring

Ved 3.22 Høgfoss finnes det data med timesverdier fra 2002 og frem til i dag. Kulminasjonsvannføringer for de 4 største flommene i denne perioden er hentet ut og sammenlignet med døgnmiddelvannføring for den samme dagen. Forholdet mellom kulminasjonsverdi og døgnmiddel er funnet til mellom 1.44 og 1.60.

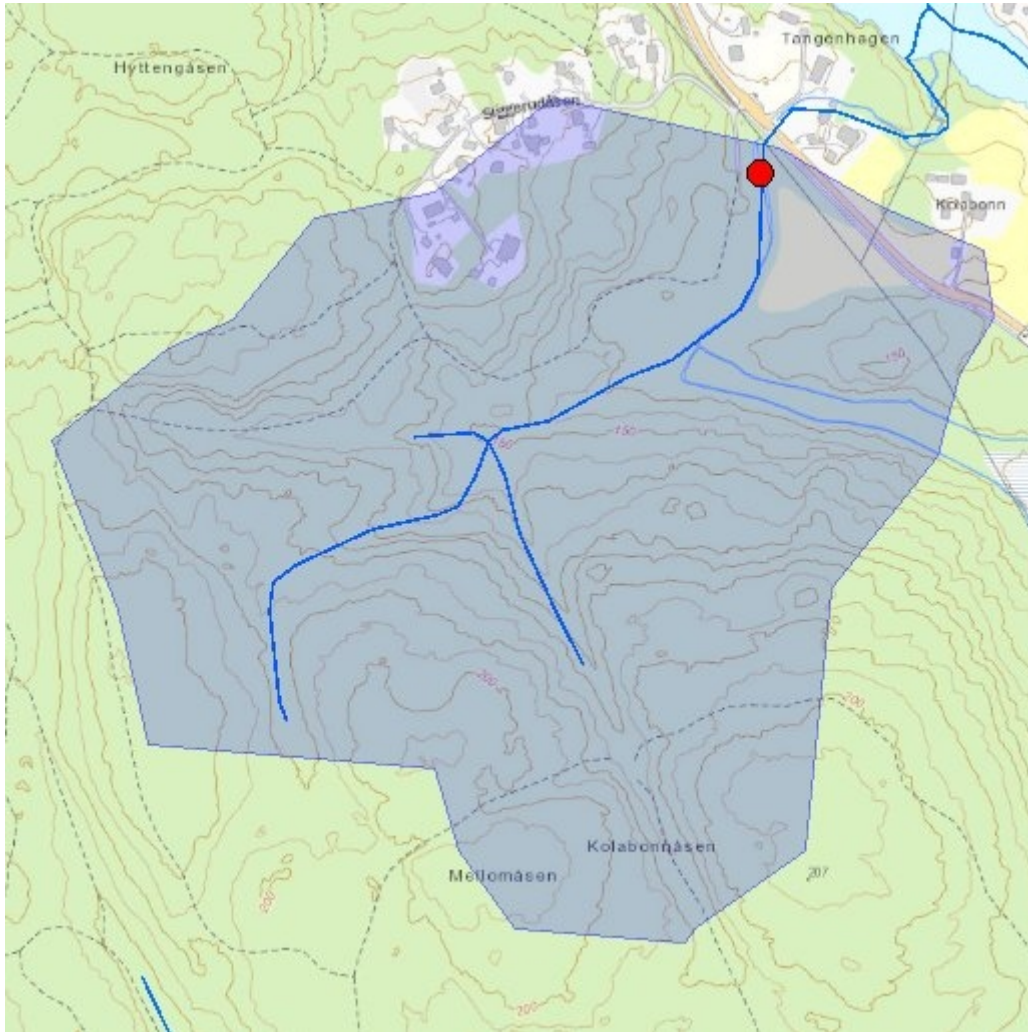
Tabell 6. Observerte flomtopper ved 3.22 Høgfoss

Navn	Q _{mom} m ³ /s	Q _{døgn} m ³ /s	Q _{mom} /Q
16. jan 2008	112	77	1.45
8. des 2006	95	66	1.44
12. okt 2014	93	53	1.75
15. des 2011	88	55	1.60

Forholdet mellom døgnmiddelflom og momentanflom er også beregnet med formlene oppgitt i (NVE, 2011). Det er forventet at flommene i de to observerte nedbørfeltene vil være preget av nedbør og ikke snøsmelting, og det er derfor valgt å benytte verdien beregnet ut i fra formelverk for høstflommer. Beregnet verdi blir 1.3 for Våg og 1.5 for Siggerud. Dette virker noe lavt sammenlignet med observasjonene ved 3.22 Høgfoss. Det er riktignok noe mer innsjøer lengre opp i feltet ved Våg og Siggerud, men samtidig vil også det store feltet til Høgfoss virke dempende på kulminasjonsvannføringen. Vi foreslår derfor å bruke en verdi på 1.5 for Våg og en verdi på 1.7 for Siggerud.

Kilder

NVE. (2011). *Retningslinjer for flomberegninger*. Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.



Lavvannskart

Vassdragsnr.: 003.H
 Kommune: Ski
 Fylke: Akershus
 Vassdrag: MOSSEVASSDRAGET

Feltparametere

Areal (A)	0,5 km ²
Effektiv sjø (S _{eff})	0,0 %
Elvelengde (E _L)	0,8 km
Elvegradient (E _G)	-170,5 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (G ₁₀₈₅)	76,9 m/km
Feltlengde(F _L)	0,8 km
H _{min}	138 moh.
H ₁₀	139 moh.
H ₂₀	147 moh.
H ₃₀	159 moh.
H ₄₀	167 moh.
H ₅₀	174 moh.
H ₆₀	180 moh.
H ₇₀	187 moh.
H ₈₀	193 moh.
H ₉₀	198 moh.
H _{max}	208 moh.
Bre	0,0 %
Dyrket mark	4,6 %
Myr	1,3 %
Sjø	0,0 %
Skog	94,0 %
Snaujell	0,0 %
Urban	0,0 %

Vannføringsindeks, se merknader

Middelvannføring (61-90)	16,4 l/(s*km ²)
Alminnelig lavvannføring	l/(s*km ²)
5-persentil (hele året)	l/(s*km ²)
5-persentil (1/5-30/9)	l/(s*km ²)
5-persentil (1/10-30/4)	l/(s*km ²)
Base flow	0,0 l/(s*km ²)

BFI

Klima

Klimaregion	Ost
Årsnedbør	779 mm
Sommernedbør	380 mm
Vinternedbør	398 mm
Årstemperatur	4,9 °C
Sommertemperatur	13,0 °C
Vintertemperatur	-0,8 °C
Temperatur Juli	15,6 °C
Temperatur August	14,5 °C

1) Verdien er editert



Kartbakgrunn: Statens Kartverk

Kartdatum: EUREF89 WGS84

Projeksjon: UTM 33N

Nedbørfeltgrenser, feltparametere og vannføringsindekser er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindekser. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrvæsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

Flomberegning

Vassdragsnr.: 003.H

Kommune: Ski

Fylke: Akershus

Vassdrag: MOSSEVASSDRAGE
T

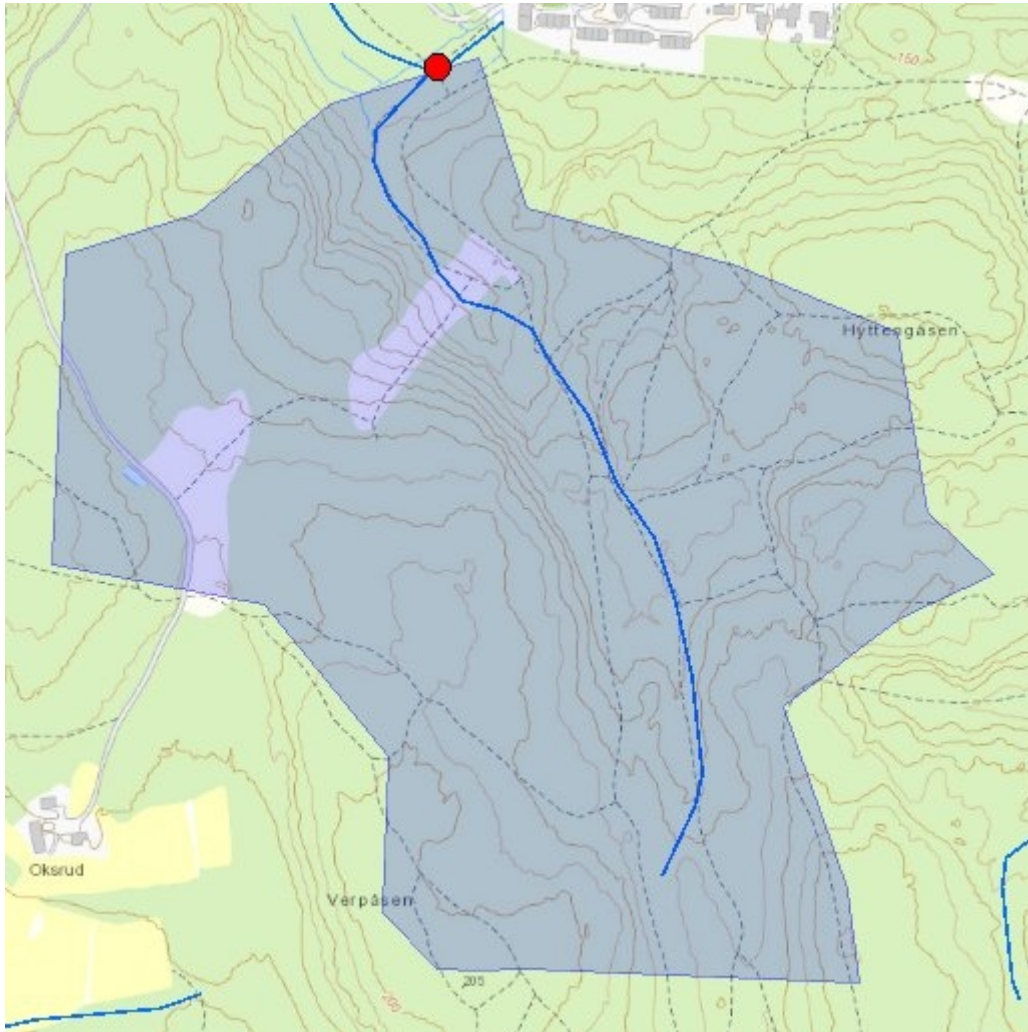
*Flomverdiene viser størrelsen på kulminasjonsflommer for ulike gjentaksintervall. De er beregnet ved bruk av et formelverk som er utarbeidet for nedbørfelt under ca 50 km². Feltparametere som inngår i formelverket er areal, effektiv sjøprosent og normalavrenning (l/s*km²). For mer utdypende beskrivelse av formelverket henvises det til NVE –Rapport 7/2015 «Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt». Det pågår fortsatt forskning for å
Det pågår fortsatt forskning for å bestemme klimapåslag for momentanflommer i små nedbørfelt. Frem til resultatene fra disse prosjektene foreligger anbefales et klimapåslag på 1.2 for døgnmiddelflom og 1.4 for kulminasjonsflom i små nedbørfelt.*

	Q ^M		Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀
	m ³ /s	l/(s*km ²)						
Flomfrekvensfaktorer	-	-	Control Script failed for control TextBo x242 , Source = FlomFr kvFakt _Q5	Control Script failed for control TextBo x243 , Source = FlomFr kvFakt _Q10	Control Script failed for control TextBo x27 , Source = FlomFr kvFakt _Q20	Control Script failed for control TextBo x235 , Source = FlomFr kvFakt _Q50	Control Script failed for control TextBo x236 , Source = FlomFr kvFakt _Q100	Control Script failed for control TextBo x77 , Source = FlomFr kvFakt _Q200

MOSSEVASSDRAGET	
Areal (km ²)	0,45
Klimafaktor	1,4

95% intervall øvre grense (m ³ /s)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Flomverdier (m ³ /s)		0						
95% intervall nedre grense (m ³ /s)	Control -999,0	Control -	Control -999,0	Control -999,0	Control -999,0	Control -999,0	Control -999,0	Control -999,0
Flommer med klimapåslag (m ³ /s)	for control TextBox207, Source = QMiddelKulm2_5	999000, 0 for control TextBox190, Source = QM_1_s_km2_2_5	for control TextBox182, Source = Q5Kulm2_5	for control TextBox163, Source = Q10Kulm2_5	for control TextBox197, Source = Q20Kulm2_5	for control TextBox165, Source = Q50Kulm2_5	for control TextBox169, Source = Q100Kulm2_5	for control TextBox113, Source = Q200Kulm2_5

Beregningene er automatisk generert og kan inneholde feil. Det er generelt stor usikkerhet i denne typen beregninger. Resultatene må verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner. Resultatene er ikke gyldig som grunnlag til flomberegninger for klassifiserte dammer.



Lavvannskart

Vassdragsnr.: 003.H
 Kommune: Ski
 Fylke: Akershus
 Vassdrag: MOSSEVASSDRAGET

Feltparametere

Areal (A)	0,4 km ²
Effektiv sjø (S _{eff})	0,0 %
Elvelengde (E _L)	- km
Elvegradient (E _G)	- m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (G ₁₀₈₅)	- m/km
Feltlengde(F _L)	0,9 km
H _{min}	135 moh.
H ₁₀	154 moh.
H ₂₀	164 moh.
H ₃₀	171 moh.
H ₄₀	175 moh.
H ₅₀	179 moh.
H ₆₀	182 moh.
H ₇₀	184 moh.
H ₈₀	188 moh.
H ₉₀	193 moh.
H _{max}	207 moh.
Bre	0,0 %
Dyrket mark	0,0 %
Myr	0,0 %
Sjø	0,0 %
Skog	100,4 %
Snau fjell	0,0 %
Urban	0,0 %

Vannføringsindeks, se merknader

Middelvannføring (61-90)	17,7 l/(s*km ²)
Alminnelig lavvannføring	- l/(s*km ²)
5-persentil (hele året)	- l/(s*km ²)
5-persentil (1/5-30/9)	- l/(s*km ²)
5-persentil (1/10-30/4)	- l/(s*km ²)
Base flow	- l/(s*km ²)
BFI	-

Klima

Klimaregion	Ost
Årsnedbør	776 mm
Sommernedbør	380 mm
Vinternedbør	396 mm
Årstemperatur	4,9 °C
Sommertemperatur	12,9 °C
Vintertemperatur	-0,9 °C
Temperatur Juli	15,5 °C
Temperatur August	14,4 °C

1) Verdien er editert



Kartbakgrunn: Statens Kartverk

Kartdatum: EUREF89 WGS84

Projeksjon: UTM 33N

Nedbørfeltgrenser, feltparametere og vannføringsindekser er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindekser. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrværsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

Flomberegning

Vassdragsnr.: 003.H

Kommune: Ski

Fylke: Akershus

Vassdrag: MOSSEVASSDRAGE
T

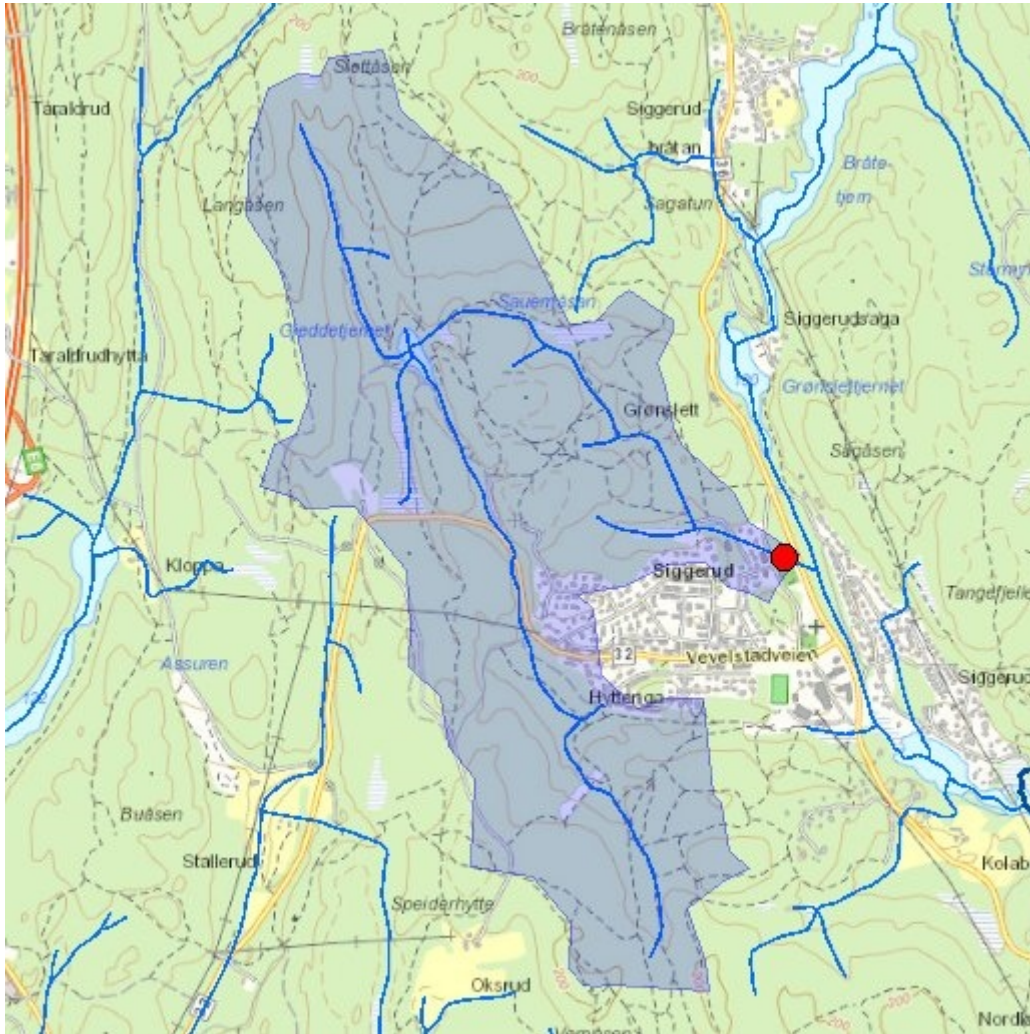
Flomverdiene viser størrelsen på kulminasjonsflommer for ulike gjentaksintervall. De er beregnet ved bruk av et formelverk som er utarbeidet for nedbørfelt under ca 50 km². Feltparametere som inngår i formelverket er areal, effektiv sjøprosent og normalavrenning (l/s*km²). For mer utdypende beskrivelse av formelverket henvises det til NVE –Rapport 7/2015 «Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt». Det pågår fortsatt forskning for å
Det pågår fortsatt forskning for å bestemme klimapåslag for momentanflommer i små nedbørfelt. Frem til resultatene fra disse prosjektene foreligger anbefales et klimapåslag på 1.2 for døgnmiddelflom og 1.4 for kulminasjonsflom i små nedbørfelt.

MOSSEVASSDRAGET

Areal (km ²)	0,44
Klimafaktor	1,4

	Q ^M		Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀
	m ³ /s	l/(s*km ²)						
Flomfrekvensfaktorer	-	-	1,25	1,50	1,75	2,14	2,50	2,86
95% intervall øvre grense (m ³ /s)	0,5	1126,4	0,6	0,8	0,9	1,2	1,4	1,6
Flomverdier (m ³ /s)	0,3	636	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
95% intervall nedre grense (m ³ /s)	0,2	360	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4
Flommer med klimapåslag (m ³ /s)	0,4	890,9	0,4	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1

Beregningene er automatisk generert og kan inneholde feil. Det er generelt stor usikkerhet i denne typen beregninger. Resultatene må verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner. Resultatene er ikke gyldig som grunnlag til flomberegninger for klassifiserte dammer.



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk

Kartdatum: EUREF89 WGS84

Projeksjon: UTM 33N

Nedbørfeltgrenser, feltparametere og vannføringsindekser er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Lavvannskart

Vassdragsnr.: 003.H
Kommune: Ski
Fylke: Akershus
Vassdrag: MOSSEVASSDRAGET

Feltparametere

Areal (A)	2,4 km ²
Effektiv sjø (S _{eff})	0,3 %
Elvelengde (E _L)	3,8 km
Elvegradient (E _G)	-33,8 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (G ₁₀₈₅)	3,8 m/km
Feltlengde(F _L)	2,2 km
H _{min}	131 moh.
H ₁₀	142 moh.
H ₂₀	155 moh.
H ₃₀	159 moh.
H ₄₀	162 moh.
H ₅₀	166 moh.
H ₆₀	172 moh.
H ₇₀	178 moh.
H ₈₀	186 moh.
H ₉₀	201 moh.
H _{max}	234 moh.
Bre	0,0 %
Dyrket mark	0,0 %
Myr	1,7 %
Sjø	0,5 %
Skog	92,9 %
Snau fjell	0,0 %
Urban	4,4 %

Vannføringsindeks, se merknader

Middelvannføring (61-90)	17,0 l/(s*km ²)
Alminnelig lavvannføring	0,5 l/(s*km ²)
5-persentil (hele året)	0,6 l/(s*km ²)
5-persentil (1/5-30/9)	0,3 l/(s*km ²)
5-persentil (1/10-30/4)	1,1 l/(s*km ²)
Base flow	6,6 l/(s*km ²)
BFI	0,4

Klima

Klimaregion	Ost
Årsnedbør	778 mm
Sommernedbør	379 mm
Vinternedbør	398 mm
Årstemperatur	4,9 °C
Sommertemperatur	12,8 °C
Vintertemperatur	-0,9 °C
Temperatur Juli	15,5 °C
Temperatur August	14,4 °C

1) Verdien er editert

Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindekser. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrvæsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

Flomberegning

Vassdragsnr.: 003.H

Kommune: Ski

Fylke: Akershus

Vassdrag: MOSSEVASSDRAGE
T

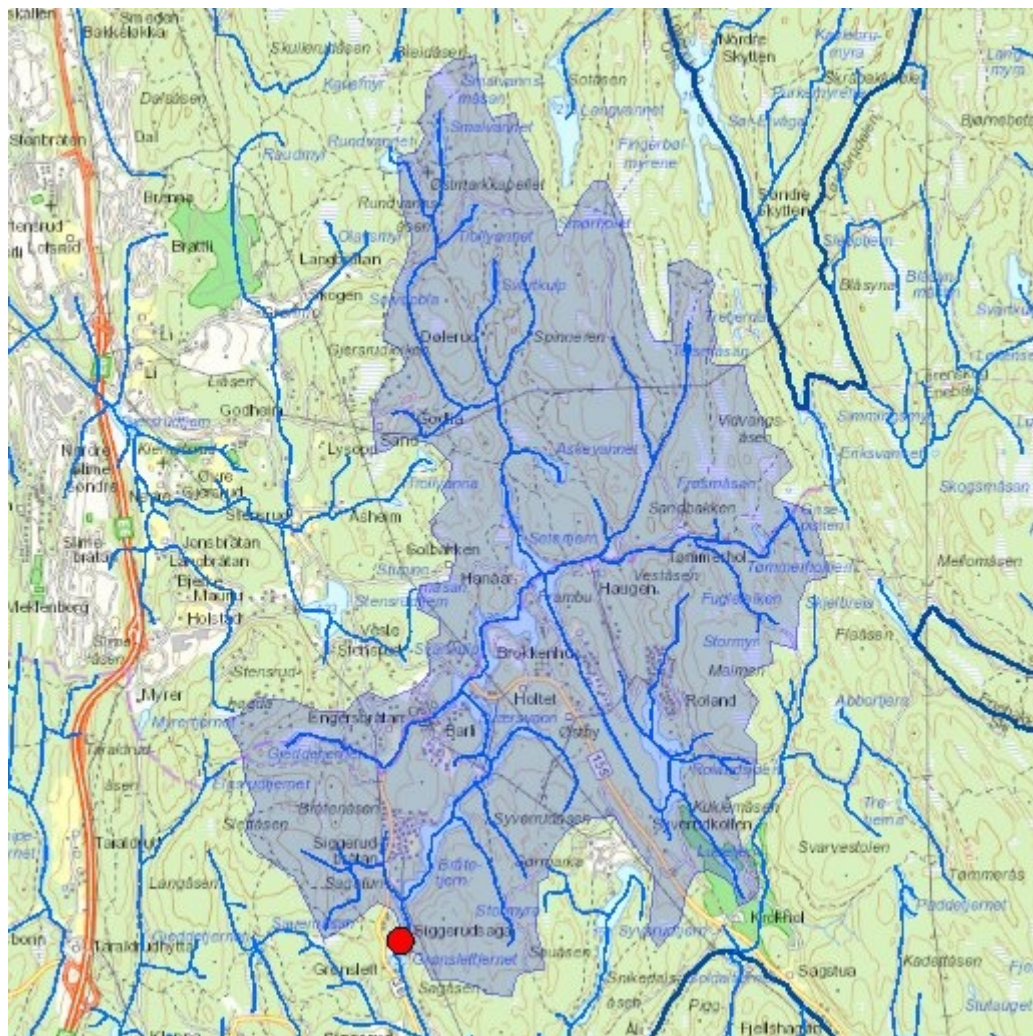
Flomverdiene viser størrelsen på kulminasjonsflommer for ulike gjentaksintervall. De er beregnet ved bruk av et formelverk som er utarbeidet for nedbørfelt under ca 50 km². Feltparametere som inngår i formelverket er areal, effektiv sjøprosent og normalavrenning (l/s*km²). For mer utdypende beskrivelse av formelverket henvises det til NVE –Rapport 7/2015 «Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt». Det pågår fortsatt forskning for å
Det pågår fortsatt forskning for å bestemme klimapåslag for momentanflommer i små nedbørfelt. Frem til resultatene fra disse prosjektene foreligger anbefales et klimapåslag på 1.2 for døgnmiddelflom og 1.4 for kulminasjonsflom i små nedbørfelt.

MOSSEVASSDRAGET

Areal (km ²)	2,35
Klimafaktor	1,4

	Q ^M		Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀
	m ³ /s	l/(s*km ²)						
Flomfrekvensfaktorer	-	-	1,26	1,50	1,75	2,14	2,48	2,86
95% intervall øvre grense (m ³ /s)	1,8	760,7	2,3	2,8	3,3	4,2	5,0	5,8
Flomverdier (m ³ /s)	1,0	430	1,3	1,5	1,8	2,2	2,5	2,9
95% intervall nedre grense (m ³ /s)	0,6	243	0,7	0,8	0,9	1,1	1,3	1,4
Flommer med klimapåslag (m ³ /s)	1,4	601,7	1,3	2,1	2,5	3,0	3,5	4,0

Beregningene er automatisk generert og kan inneholde feil. Det er generelt stor usikkerhet i denne typen beregninger. Resultatene må verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner. Resultatene er ikke gyldig som grunnlag til flomberegninger for klassifiserte dammer.



Lavvannskart

Vassdragsnr.: 003.H
 Kommune: Ski
 Fylke: Akershus
 Vassdrag: MOSSEVASSDRAGET

Feltparametere

Areal (A)	15,2 km ²
Effektiv sjø (S _{eff})	3,5 %
Elvelengde (E _L)	7,8 km
Elvegradient (E _G)	-16,5 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (G ₁₀₈₅)	10,3 m/km
Feltlengde (F _L)	6,5 km
H _{min}	130 moh.
H ₁₀	141 moh.
H ₂₀	150 moh.
H ₃₀	159 moh.
H ₄₀	170 moh.
H ₅₀	183 moh.
H ₆₀	199 moh.
H ₇₀	213 moh.
H ₈₀	224 moh.
H ₉₀	237 moh.
H _{max}	280 moh.
Bre	0,0 %
Dyrket mark	1,4 %
Myr	3,4 %
Sjø	5,0 %
Skog	88,4 %
Snau fjell	0,0 %
Urban	0,3 %

Vannføringsindeks, se merknader

Middelvannføring (61-90)	17,6 l/(s*km ²)
Alminnelig lavvannføring	1,2 l/(s*km ²)
5-persentil (hele året)	1,2 l/(s*km ²)
5-persentil (1/5-30/9)	0,7 l/(s*km ²)
5-persentil (1/10-30/4)	2,7 l/(s*km ²)
Base flow	6,7 l/(s*km ²)
BFI	0,4

Klima

Klimaregion	Ost
Årsnedbør	793 mm
Sommernedbør	384 mm
Vinternedbør	408 mm
Årstemperatur	4,7 °C
Sommertemperatur	12,6 °C
Vintertemperatur	-1,0 °C
Temperatur Juli	15,3 °C
Temperatur August	14,2 °C

1) Verdien er editert



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

NVE

Kartbakgrunn: Statens Kartverk

Kartdatum: EUREF89 WGS84

Projeksjon: UTM 33N

Nedbørfeltgrenser, feltparametere og vannføringsindekser er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindekser. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrvæsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

Flomberegning

Vassdragsnr.: 003.H

Kommune: Ski

Fylke: Akershus

Vassdrag: MOSSEVASSDRAGE
T

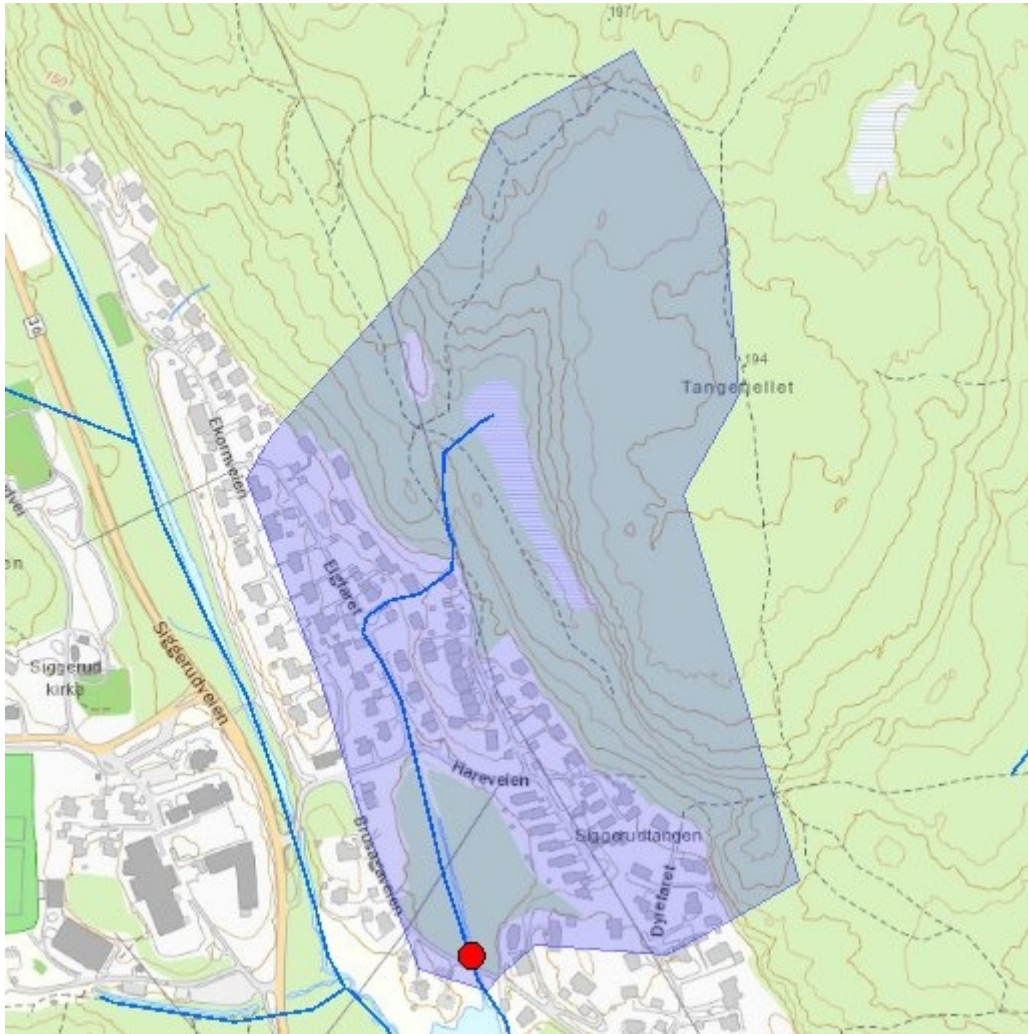
Flomverdiene viser størrelsen på kulminasjonsflommer for ulike gjentaksintervall. De er beregnet ved bruk av et formelverk som er utarbeidet for nedbørfelt under ca 50 km². Feltparametere som inngår i formelverket er areal, effektiv sjøprosent og normalavrenning (l/s*km²). For mer utdypende beskrivelse av formelverket henvises det til NVE –Rapport 7/2015 «Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt». Det pågår fortsatt forskning for å
Det pågår fortsatt forskning for å bestemme klimapåslag for momentanflommer i små nedbørfelt. Frem til resultatene fra disse prosjektene foreligger anbefales et klimapåslag på 1.2 for døgnmiddelflom og 1.4 for kulminasjonsflom i små nedbørfelt.

MOSSEVASSDRAGET

Areal (km ²)	15,24
Klimafaktor	1,4

	Q ^M		Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀
	m ³ /s	l/(s*km ²)						
Flomfrekvensfaktorer	-	-	1,26	1,51	1,78	2,20	2,57	3,00
95% intervall øvre grense (m ³ /s)	6,6	435,5	8,5	10,5	12,6	16,1	19,3	22,5
Flomverdier (m ³ /s)	3,8	246	4,7	5,7	6,7	8,3	9,6	11,3
95% intervall nedre grense (m ³ /s)	2,1	139	2,6	3,1	3,5	4,2	4,8	5,6
Flommer med klimapåslag (m ³ /s)	5,3	344,5	4,7	7,9	9,4	11,6	13,5	15,8

Beregningene er automatisk generert og kan inneholde feil. Det er generelt stor usikkerhet i denne typen beregninger. Resultatene må verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner. Resultatene er ikke gyldig som grunnlag til flomberegninger for klassifiserte dammer.



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk

Kartdatum: EUREF89 WGS84

Projeksjon: UTM 33N

Nedbørfeltgrenser, feltparametere og vannføringsindekser er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Lavvannskart

Vassdragsnr.: 003.H
Kommune: Ski
Fylke: Akershus
Vassdrag: MOSSEVASSDRAGET

Feltparametere

Areal (A)	0,3 km ²
Effektiv sjø (S_{eff})	0,0 %
Elvelengde (E_L)	0,6 km
Elvegradient (E_G)	-228,3 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (G_{1085})	64,2 m/km
Feltlengde(F_L)	0,7 km
H_{min}	129 moh.
H_{10}	134 moh.
H_{20}	137 moh.
H_{30}	141 moh.
H_{40}	152 moh.
H_{50}	163 moh.
H_{60}	172 moh.
H_{70}	179 moh.
H_{80}	183 moh.
H_{90}	188 moh.
H_{max}	194 moh.
Bre	0,0 %
Dyrket mark	0,0 %
Myr	2,5 %
Sjø	0,0 %
Skog	68,8 %
Snau fjell	0,0 %
Urban	26,0 %

Vannføringsindeks, se merknader

Middelvannføring (61-90)	16,7 l/(s*km ²)
Alminnelig lavvannføring	0,3 l/(s*km ²)
5-persentil (hele året)	0,4 l/(s*km ²)
5-persentil (1/5-30/9)	0,1 l/(s*km ²)
5-persentil (1/10-30/4)	1,0 l/(s*km ²)
Base flow	6,5 l/(s*km ²)
BFI	0,4

Klima

Klimaregion	Ost
Årsnedbør	781 mm
Sommernedbør	381 mm
Vinternedbør	400 mm
Årstemperatur	4,9 °C
Sommertemperatur	12,8 °C
Vintertemperatur	-0,9 °C
Temperatur Juli	15,5 °C
Temperatur August	14,4 °C

1) Verdien er editert

Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindekser. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrvæsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

Flomberegning

Vassdragsnr.: 003.H

Kommune: Ski

Fylke: Akershus

Vassdrag: MOSSEVASSDRAGE
T

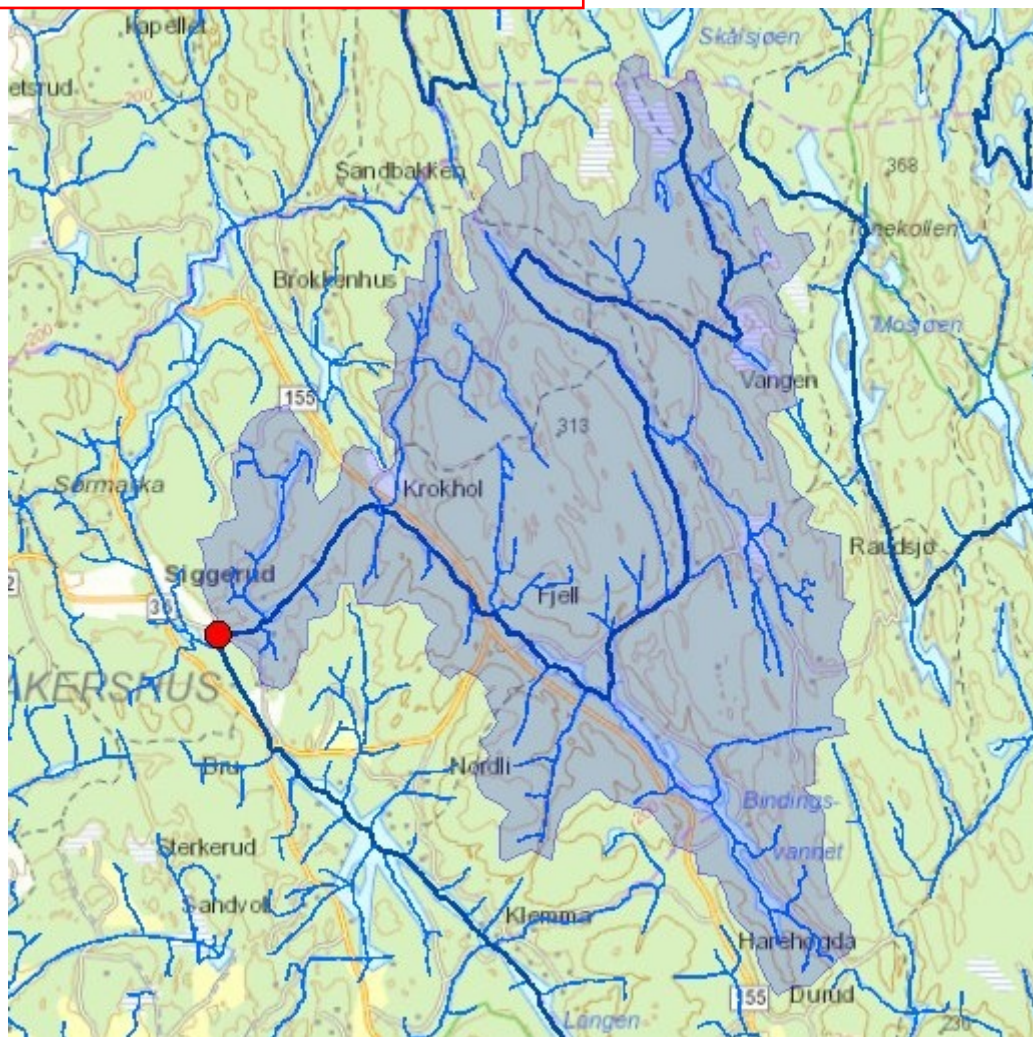
Flomverdiene viser størrelsen på kulminasjonsflommer for ulike gjentaksintervall. De er beregnet ved bruk av et formelverk som er utarbeidet for nedbørfelt under ca 50 km². Feltparametere som inngår i formelverket er areal, effektiv sjøprosent og normalavrenning (l/s*km²). For mer utdypende beskrivelse av formelverket henvises det til NVE –Rapport 7/2015 «Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt». Det pågår fortsatt forskning for å
Det pågår fortsatt forskning for å bestemme klimapåslag for momentanflommer i små nedbørfelt. Frem til resultatene fra disse prosjektene foreligger anbefales et klimapåslag på 1.2 for døgnmiddelflom og 1.4 for kulminasjonsflom i små nedbørfelt.

MOSSEVASSDRAGET

Areal (km ²)	0,25
Klimafaktor	1,4

	Q ^M		Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀
	m ³ /s	l/(s*km ²)						
Flomfrekvensfaktorer	-	-	1,31	1,56	1,81	2,19	2,56	2,94
95% intervall øvre grense (m ³ /s)	0,3	1132,8	0,4	0,5	0,5	0,7	0,8	0,9
Flomverdier (m ³ /s)	0,2	640	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5
95% intervall nedre grense (m ³ /s)	0,1	362	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
Flommer med klimapåslag (m ³ /s)	0,2	896,0	0,2	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7

Beregningene er automatisk generert og kan inneholde feil. Det er generelt stor usikkerhet i denne typen beregninger. Resultatene må verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner. Resultatene er ikke gyldig som grunnlag til flomberegninger for klassifiserte dammer.



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk

Kartdatum: EUREF89 WGS84

Projeksjon: UTM 33N

Nedbørfeltgrenser, feltparametere og vannføringsindekser er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Lavvannskart

Vassdragsnr.: 003.H
Kommune: Ski
Fylke: Akershus
Vassdrag: MOSSEVASSDRAGET

Feltparametere

Areal (A)	29,8 km ²
Effektiv sjø (S _{eff})	1,8 %
Elvelengde (E _L)	16,7 km
Elvegradient (E _G)	-7,6 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (G ₁₀₈₅)	7,4 m/km
Feltlengde(F _L)	7,3 km
H _{min}	128 moh.
H ₁₀	170 moh.
H ₂₀	182 moh.
H ₃₀	208 moh.
H ₄₀	225 moh.
H ₅₀	237 moh.
H ₆₀	244 moh.
H ₇₀	254 moh.
H ₈₀	264 moh.
H ₉₀	280 moh.
H _{max}	347 moh.
Bre	0,0 %
Dyrket mark	0,9 %
Myr	4,0 %
Sjø	4,1 %
Skog	89,4 %
Snau fjell	0,0 %
Urban	0,3 %

Vannføringsindeks, se merknader

Middelvannføring (61-90)	19,6 l/(s*km ²)
Alminnelig lavvannføring	1,1 l/(s*km ²)
5-persentil (hele året)	1,2 l/(s*km ²)
5-persentil (1/5-30/9)	0,7 l/(s*km ²)
5-persentil (1/10-30/4)	2,3 l/(s*km ²)
Base flow	7,3 l/(s*km ²)
BFI	0,4

Klima

Klimaregion	Ost
Årsnedbør	801 mm
Sommernedbør	387 mm
Vinternedbør	414 mm
Årstemperatur	4,4 °C
Sommertemperatur	12,3 °C
Vintertemperatur	-1,2 °C
Temperatur Juli	14,9 °C
Temperatur August	13,9 °C

1) Verdien er editert

Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindekser. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrvæsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

Flomberegning

Vassdragsnr.: 003.H

Kommune: Ski

Fylke: Akershus

Vassdrag: MOSSEVASSDRAGE
T

Flomverdiene viser størrelsen på kulminasjonsflommer for ulike gjentaksintervall. De er beregnet ved bruk av et formelverk som er utarbeidet for nedbørfelt under ca 50 km². Feltparametere som inngår i formelverket er areal, effektiv sjøprosent og normalavrenning (l/s*km²). For mer utdypende beskrivelse av formelverket henvises det til NVE –Rapport 7/2015 «Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt». Det pågår fortsatt forskning for å
Det pågår fortsatt forskning for å bestemme klimapåslag for momentanflommer i små nedbørfelt. Frem til resultatene fra disse prosjektene foreligger anbefales et klimapåslag på 1.2 for døgnmiddelflom og 1.4 for kulminasjonsflom i små nedbørfelt.

MOSSEVASSDRAGET

Areal (km ²)	29,82
Klimafaktor	1,4

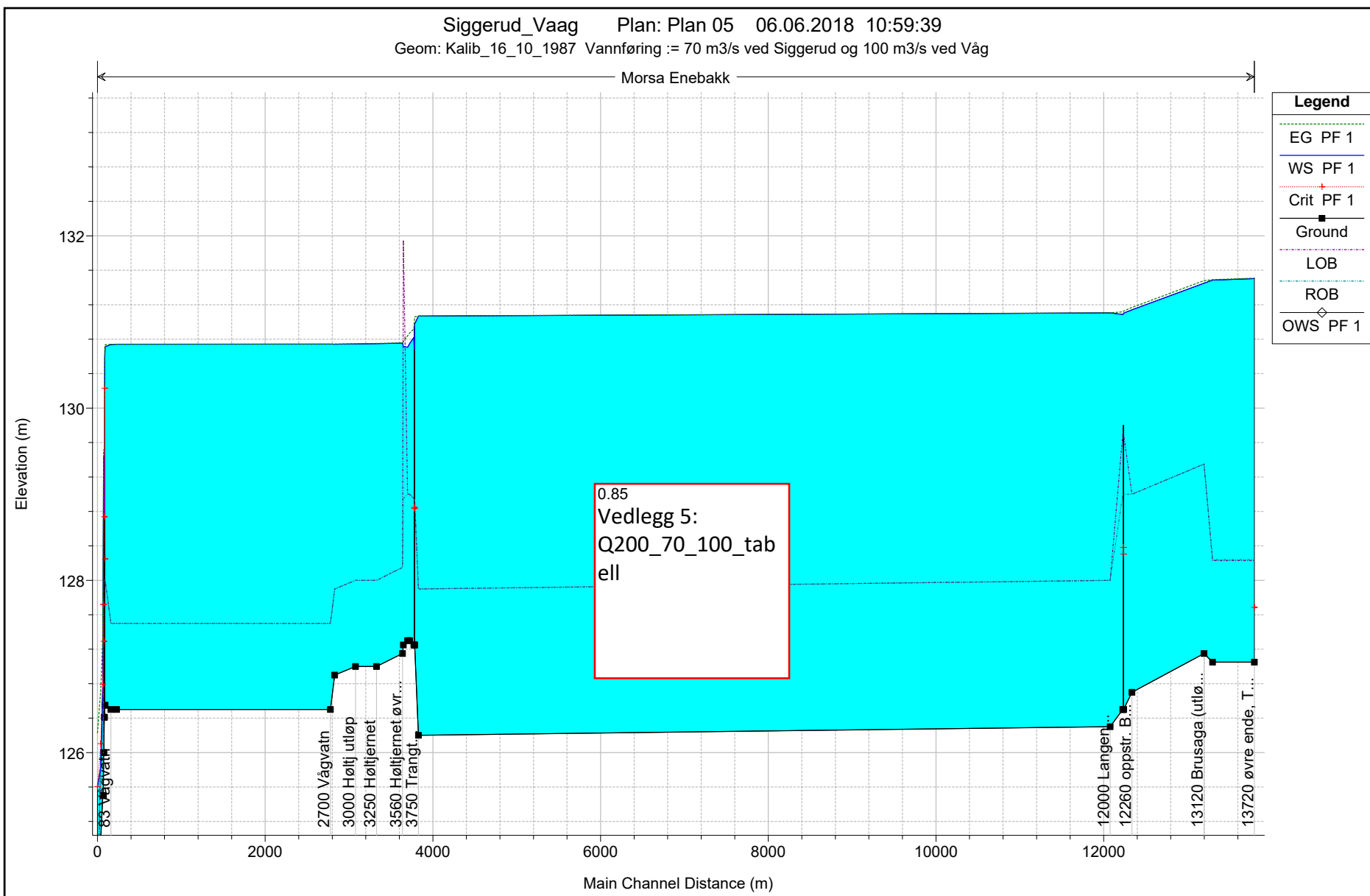
	Q ^M		Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀
	m ³ /s	l/(s*km ²)						
Flomfrekvensfaktorer	-	-	1,26	1,50	1,76	2,15	2,50	2,90
95% intervall øvre grense (m ³ /s)	14,9	499,2	19,1	23,3	28,0	35,3	42,0	48,7
Flomverdier (m ³ /s)	8,4	282	10,6	12,6	14,8	18,1	21,0	24,4
95% intervall nedre grense (m ³ /s)	4,8	159	5,8	6,8	7,8	9,3	10,5	12,2
Flommer med klimapåslag (m ³ /s)	11,8	394,8	10,6	17,6	20,7	25,3	29,4	34,1

Beregningene er automatisk generert og kan inneholde feil. Det er generelt stor usikkerhet i denne typen beregninger. Resultatene må verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner. Resultatene er ikke gyldig som grunnlag til flomberegninger for klassifiserte dammer.

Vedlegg 3: Siggerud_oppmåling_30_4_2018

FID	X	Y	Z	Kommentarer, AGB 2/5 2018
				Målinger utført 30/4 2018 med Leica Zeno 20. Britt Rasten & Arnt Bugten
				Vestby dam, utløpet av Våg
6	277476.3	6627361	130.065	Topp kjørebane
7	277471.4	6627407	129.432	Lavbrekk ved Osloveien
8	277483.5	6627363	127.865	Topp plate nedstr. dam
9	277478.3	6627364	130.005	kjørebane midt på brua
10	277476.7	6627375	129.825	kjørebane, nordre vange (Vangehøyde 130,7 på midten av brua)
11	277475.8	6627349	129.892	kjørebane, søndre vange
12	277462	6627339	127.777	vst. oppstr. bru (i Våg)
13	277473.1	6627330	129.882	Lavbrekk ved parkert bil
14	277456.3	6627335	128.808	topp grusvei på sørsiden
				Veibru i sving ved utløpet av Langen
15	275339.1	6627677	131.068	
16	275322.9	6627672	130.872	
17	275322.9	6627672	130.985	
18	275325	6627672	130.935	Veibane, yttersving, midt på bru
19	275316.9	6627686	127.907	vst. Langen, oppstr. veibru
20	275322.3	6627679	130.664	innersving bruplate -1,4m=129,26 (unøyaktig UK bru)
21	275317.6	6627682	129.519	
22	275333.9	6627677	130.905	130.905-1.43=129,475 (UK bru; unøyaktig)
23	275317.1	6627674	130.926	Basis for kalk. av UK brubjelke: 130,926-1,37=129,55
24	275325.7	6627621	127.883	vst. 50m nedstr. bru
25	275335.4	6627598	127.907	
26	275335.8	6627597	127.893	vst. 77m nedstr. bru (jevn ut fra 50 til 77m)
27	275336.6	6627595	127.835	grunt parti 78-80 m nedstr. bru
28	275335.7	6627584	127.837	vst. 90m nedstr. bru (stille vann)
				Tettstedet Bru
29	270488.1	6633880	130.305	Kjørebane, midt på bru
30	270493	6633881	130.175	kjørebane, vestre ende
31	270480.9	6633870	127.929	
32	270484.1	6633875	127.901	vst. nedstr. bru
33	270487.1	6633887	130.552	Fortau, midt på bru
34	270515	6633891	129.793	
35	270515.2	6633892	129.781	Lavbrekk, 10-15m øst for brua
36	270515	6633891	129.791	
				Siggerud
37	269281.6	6635101	128.833	Utløp rør 1 og 2. Topp rør. Dia ca. 1600 Halvfullt av grus
38	269281.8	6635101	127.831	"Bunn" i røret
39	269295	6635095	128.136	vst utløp rør 1 og 2
40	269978.7	6634972	129.915	Øvre ende, bruplate Bru 01
41	269977.2	6634982	129.551	Nedre ende, bruplate 01. vst ca. 128,1. Ca. 0,5m dybde
42	269617.2	6635123	128.082	topp rør, K09-o. Dia 400
43	269616.3	6635113	128.06	topp rør, K09-n
44	269617.5	6635118	129.439	veibane, K09
45	269567.6	6635306	128.293	vst, utløp rør 3 (steinfylling; rør ikke synlig)
				Hovedelv
46	269457.5	6635248	130.178	Kjørebane over 3m skrå bru ==> UK bru på 129,73
47	269452	6635267	128.412	vst 20m oppstr. bru (K06?)
48	269461.3	6635232	128.557	
49	269464.5	6635205	128.186	vst 40m nedstr. bru
50	269464.5	6635204	128.189	
51	269416.3	6635351	129.222	gangbru, platetopp ==> UK bru 128,65
52	269413.4	6635346	128.427	vst. oppstr. gangbru (K07)
53	269213.9	6635831	130.139	Kjørebane, øvre bru ==> UK plate 129,64
54	269205.5	6635839	128.483	vst. oppstr. bru (K08)
				Siggerud
55	269090.6	6635616	131.227	inntaksrist, rør 2. Innv. bunn rør. Dia 800 ==> topp rør 132,03
56	269091	6635616	132.385	topp rist (terreng)
57	268646.8	6635176	130.891	sandfang før rør 1
58	268645.1	6635175	131.307	vst oppstr. rør (ca 8cm falltap i rist pga løv)
59	268645.1	6635175	131.278	vst oppstr. rør
60	268647.5	6635176	132.348	Topp rist ==> topp rør 132,02. Dia 1000
61	269594.3	6635472	147.619	Inntak, rør 3. Bunn av ca. 400- rør

Siggerud_Vaag Plan: Plan 05 06.06.2018 10:59:39
 Geom: Kalib_16_10_1987 Vannføring := 70 m³/s ved Siggerud og 100 m³/s ved Våg

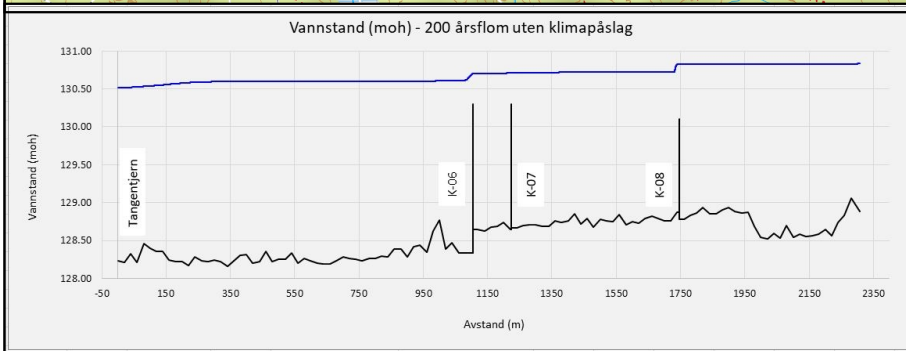


Vedlegg 5: Q200_70_100_tabell

HEC-RAS Plan: Plan 05 River: Morsa Reach: Enebakk Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Enebakk	13720	PF 1	70.00	127.05	131.50	127.69	131.51	0.000036	0.32	232.32	64.66	0.05
Enebakk	13220	PF 1	70.00	127.05	131.49		131.49	0.000036	0.32	231.16	64.51	0.05
Enebakk	13120	PF 1	70.00	127.15	131.45		131.48	0.000384	0.78	99.28	38.22	0.13
Enebakk	12260	PF 1	70.00	126.70	131.14		131.17	0.000342	0.75	104.06	39.41	0.12
Enebakk	12160	PF 1	70.00	126.50	131.10	128.30	131.13	0.000461	0.81	121.15	78.44	0.13
Enebakk	12155		Bridge									
Enebakk	12150	PF 1	70.00	126.50	131.09		131.12	0.000241	0.88	120.15	78.23	0.14
Enebakk	12000	PF 1	70.00	126.30	131.11		131.11	0.000005	0.15	520.74	160.00	0.02
Enebakk	3750	PF 1	70.00	126.20	131.07		131.07	0.000004	0.15	530.78	160.00	0.02
Enebakk	3705	PF 1	70.00	127.25	130.98	128.83	131.06	0.000623	1.34	63.16	35.25	0.23
Enebakk	3700		Bridge									
Enebakk	3695	PF 1	70.00	127.25	130.82		130.92	0.000749	1.43	57.82	32.21	0.25
Enebakk	3645	PF 1	70.00	127.30	130.75		130.87	0.001072	1.60	50.83	30.20	0.30
Enebakk	3620	PF 1	70.00	127.30	130.70		130.84	0.001283	1.68	48.28	29.50	0.32
Enebakk	3570	PF 1	70.00	127.25	130.72		130.77	0.000640	1.08	70.87	38.42	0.23
Enebakk	3560	PF 1	70.00	127.15	130.75		130.76	0.000017	0.24	329.31	130.51	0.04
Enebakk	3250	PF 1	70.00	127.00	130.75		130.75	0.000015	0.23	348.31	131.24	0.04
Enebakk	3000	PF 1	70.00	127.00	130.74		130.75	0.000015	0.23	347.81	131.22	0.04
Enebakk	2750	PF 1	70.00	126.90	130.74		130.74	0.000014	0.22	360.50	131.70	0.04
Enebakk	2700	PF 1	70.00	126.50	130.74		130.74	0.000001	0.06	1287.97	346.95	0.01
Enebakk	150	PF 1	70.00	126.50	130.74		130.74	0.000001	0.06	1287.30	346.91	0.01
Enebakk	83	PF 1	100.00	126.50	130.74		130.74	0.000019	0.28	413.00	133.68	0.04
Enebakk	15	PF 1	100.00	126.55	130.71	128.25	130.74	0.000170	0.76	180.88	88.54	0.13
Enebakk	14.5		Bridge									
Enebakk	14	PF 1	100.00	126.41	129.42		129.53	0.001080	1.49	77.40	62.00	0.30
Enebakk	13.9	PF 1	100.00	126.00	129.45	127.29	129.51	0.000478	1.14	98.55	63.73	0.20
Enebakk	13.8		Culvert									
Enebakk	13	PF 1	100.00	125.50	126.79	126.79	127.35	0.013645	3.36	31.49	30.12	0.96
Enebakk	12	PF 1	100.00	125.00	125.83	126.10	126.73	0.048963	4.21	23.76	35.63	1.65
Enebakk	11	PF 1	100.00	123.50	125.60	125.60	126.23	0.009113	3.79	34.52	32.07	0.85

Vannstand (moh) - 200 årsflom uten klimapåslag			
Tverrprofil	T (År)	Høyde, bekkebunn (moh)	Beregnet vannstand (moh)
0.00	200	128.23	130.51
0.24	200	128.28	130.59
0.39	200	128.35	130.60
0.56	200	128.21	130.60
0.93	200	128.39	130.60
1.04	200	128.47	130.61
1.13	200	128.69	130.70
1.25	200	128.63	130.72
1.51	200	128.73	130.72
1.71	200	128.74	130.73
1.77	200	128.77	130.83
2.05	200	128.52	130.83
2.14	200	128.55	130.83
2.28	200	129.06	130.83



Tegnforklaring

- Hovedbekk
- Tverrprofiler
- 200-årsflom uten klimapåslag

**Flomsonekartlegging
Siggerud**

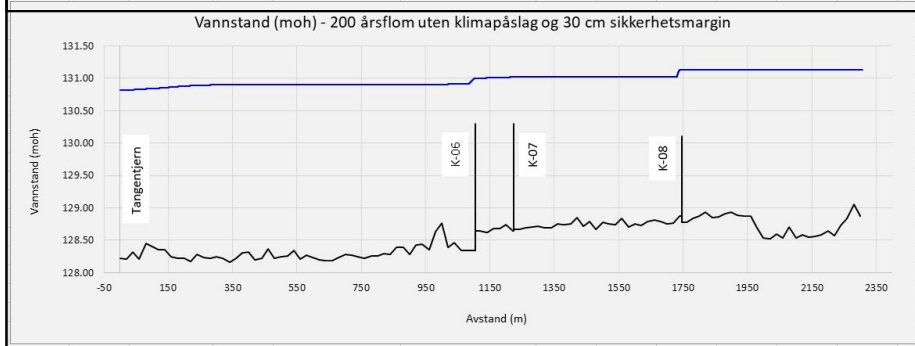
Målestokk: som vist
 Oppdrag: 10203853 Dato: 2018-06-10
 Tegnet: MZ Rev:
 Kartgrunnlag:
 FKB kartdata © Statens Kartverk
 Filnavn:

Oppdragsgiver:
Ski kommune

Multiconsult

Multiconsult AS
 Pb. 6230 Sluppen
 7486 Trondheim

Vannstand (moh) - 200 årsflom uten klimapåslag og 30 cm sikkerhetsmargin			
Tverrprofil	T (År)	Høyde, bekkebunn (moh)	Beregnet vannstand (moh)
0.00	200	128.23	130.81
0.24	200	128.28	130.89
0.39	200	128.35	130.90
0.56	200	128.21	130.90
0.93	200	128.39	130.90
1.04	200	128.47	130.91
1.13	200	128.69	131.00
1.25	200	128.63	131.02
1.51	200	128.73	131.02
1.71	200	128.74	131.03
1.77	200	128.77	131.13
2.05	200	128.52	131.13
2.14	200	128.55	131.13
2.28	200	129.06	131.13



Tegnforklaring

- Hovedbekk
- Tverrprofiler
- 200-årsflom uten klimapåslag og 30 cm sikkerhetsmargin

Flomsonekartlegging Siggerud

Målestokk: som vist

Oppdrag: 10203853

Dato: 2018-06-10

Tegnet: MZ

Rev:

Kartgrunnlag:
FKB kartdata © Statens Kartverk

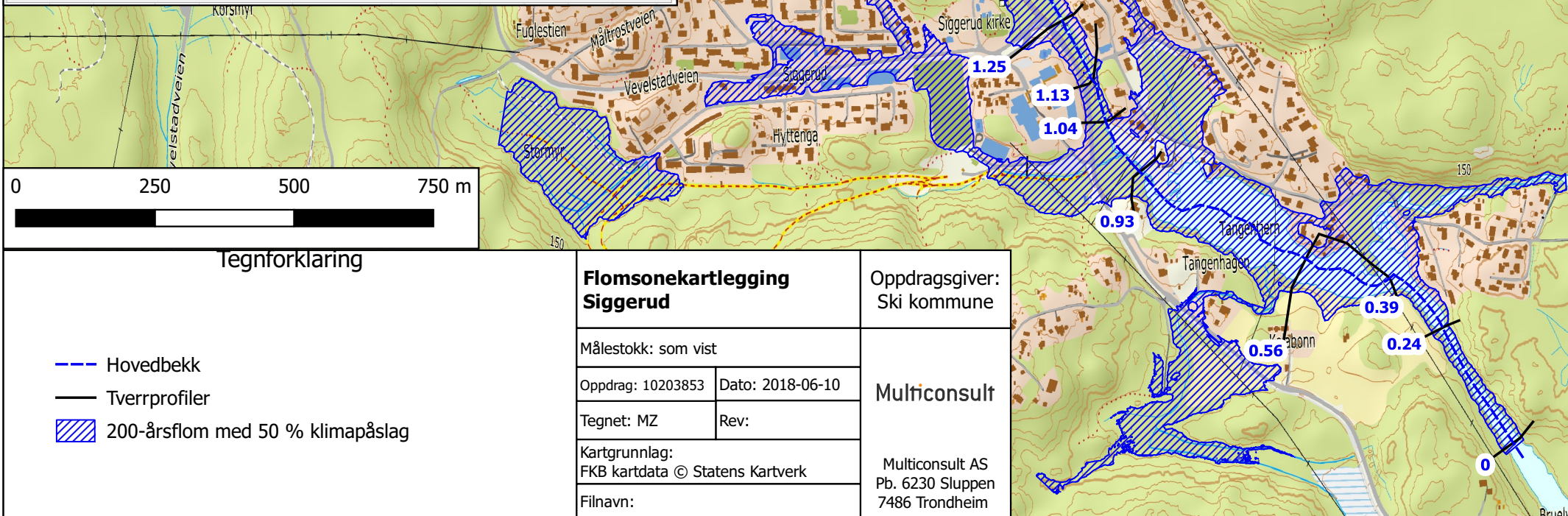
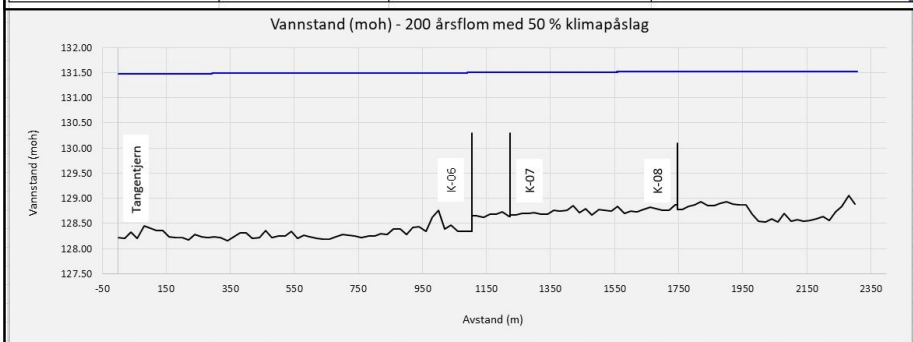
Filnavn:

Oppdragsgiver:
Ski kommune

Multiconsult

Multiconsult AS
Pb. 6230 Sluppen
7486 Trondheim

Vannstand (moh) - 200 årsflom med 50 % klimapåslag			
Tverrprofil	T (År)	Høyde, bekkebunn (moh)	Beregnet vannstand (moh)
0.00	200	128.23	131.47
0.24	200	128.28	131.48
0.39	200	128.35	131.49
0.56	200	128.21	131.49
0.93	200	128.39	131.49
1.04	200	128.47	131.49
1.13	200	128.69	131.51
1.25	200	128.63	131.51
1.51	200	128.73	131.52
1.71	200	128.74	131.52
1.77	200	128.77	131.52
2.05	200	128.52	131.53
2.14	200	128.55	131.53
2.28	200	129.06	131.53



Tegnforklaring

- Hovedbekk
- Tverrprofiler
- ▨ 200-årsflom med 50 % klimapåslag

**Flomsonekartlegging
Siggerud**

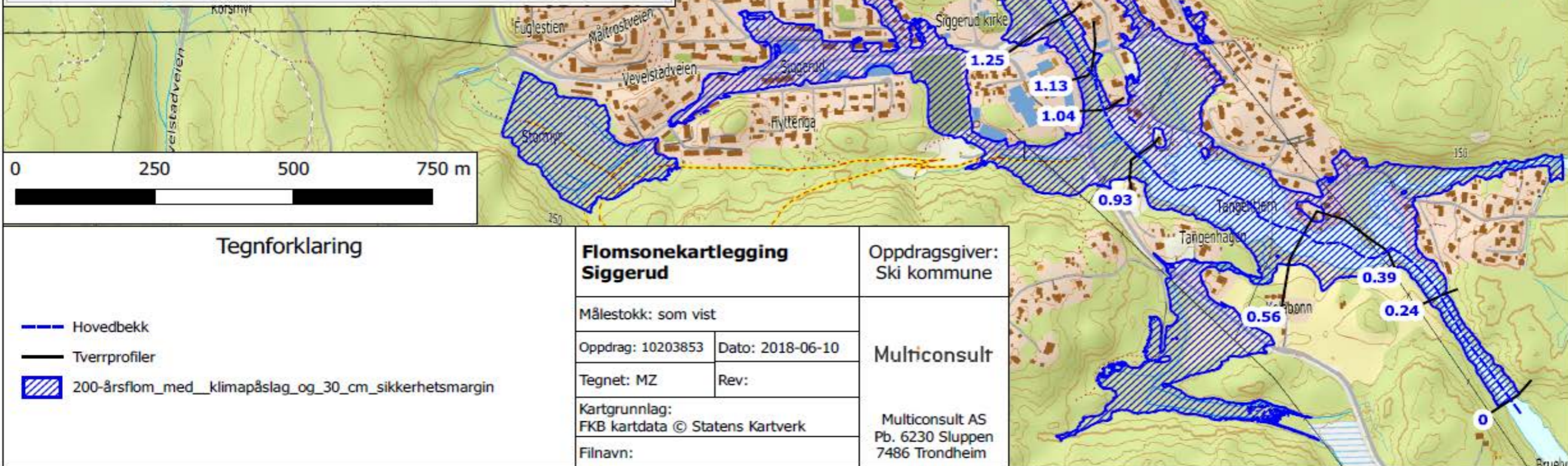
Målestokk: som vist
 Oppdrag: 10203853 Dato: 2018-06-10
 Tegnet: MZ Rev:
 Kartgrunnlag:
 FKB kartdata © Statens Kartverk
 Filnavn:

Oppdragsgiver:
Ski kommune

Multiconsult

Multiconsult AS
 Pb. 6230 Sluppen
 7486 Trondheim

Vannstand (moh) - 200 årsflom med 50 % klimapåslag og 30 cm sikkerhetsmargin			
Tverrprofil	T (År)	Høyde, bekkebunn (moh)	Beregnet vannstand (moh)
0.00	200	128.23	131.77
0.24	200	128.28	131.78
0.39	200	128.35	131.79
0.56	200	128.21	131.79
0.93	200	128.39	131.79
1.04	200	128.47	131.79
1.13	200	128.69	131.81
1.25	200	128.63	131.81
1.51	200	128.73	131.82
1.71	200	128.74	131.82
1.77	200	128.77	131.82
2.05	200	128.52	131.83
2.14	200	128.55	131.83
2.28	200	129.06	131.83



Tegnforklaring

- Hovedbekk
- Tverrprofiler
- 200-årsflom_med_klimapåslag_og_30_cm_sikkerhetsmargin

Flomsonekartlegging Siggerud

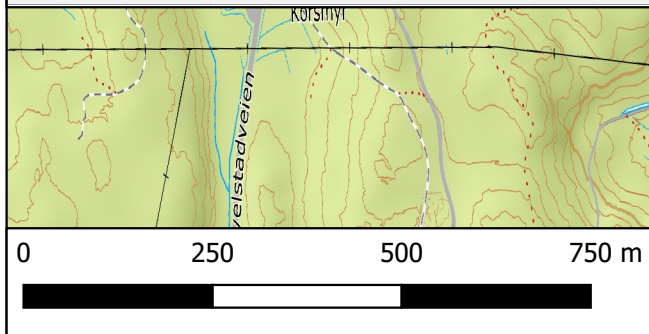
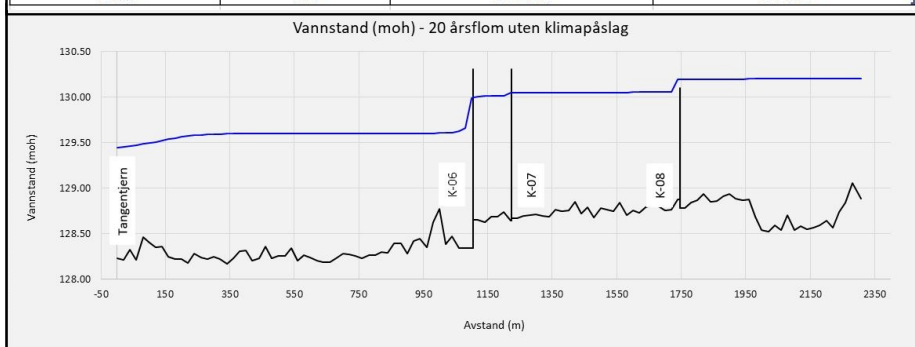
Målestokk: som vist
 Oppdrag: 10203853 Dato: 2018-06-10
 Tegnet: MZ Rev:
 Kartgrunnlag: FKB kartdata © Statens Kartverk
 Filnavn:

Oppdragsgiver: Ski kommune

Multiconsult

Multiconsult AS
 Pb. 6230 Sluppen
 7486 Trondheim

Vannstand (moh) - 20 årsflom uten klimapåslag			
Tverrprofil	T (År)	Høyde, bekkebunn (moh)	Beregnet vannstand (moh)
0.00	20	128.23	129.44
0.24	20	128.28	129.58
0.39	20	128.35	129.60
0.56	20	128.21	129.60
0.93	20	128.39	129.60
1.04	20	128.47	129.61
1.13	20	128.69	130.01
1.25	20	128.63	130.05
1.51	20	128.73	130.05
1.71	20	128.74	130.05
1.77	20	128.77	130.19
2.05	20	128.52	130.20
2.14	20	128.55	130.20
2.28	20	129.06	130.20



Tegnforklaring

- Hovedbekk
- Tverrprofiler
- 20-årsflom uten klimapåslag

Flomsonekartlegging Siggerud

Målestokk: som vist

Oppdrag: 10203853	Dato: 2018-08-24
Tegnet: MZ	Rev:

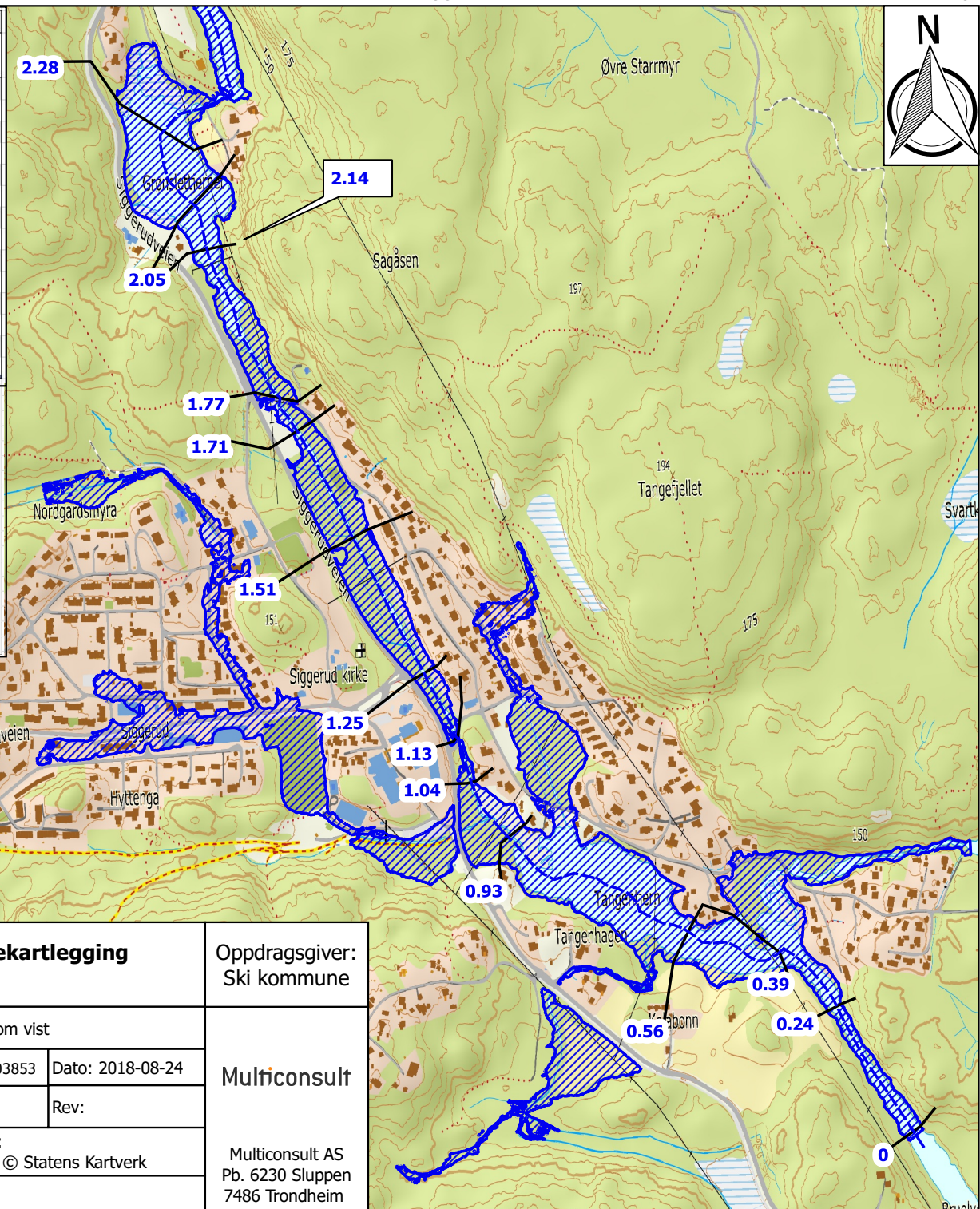
Kartgrunnlag:
FKB kartdata © Statens Kartverk

Filnavn:

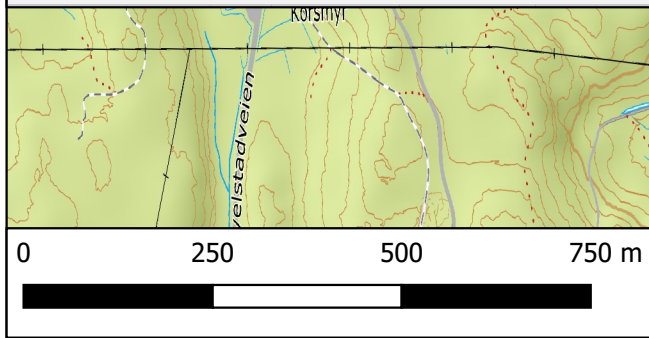
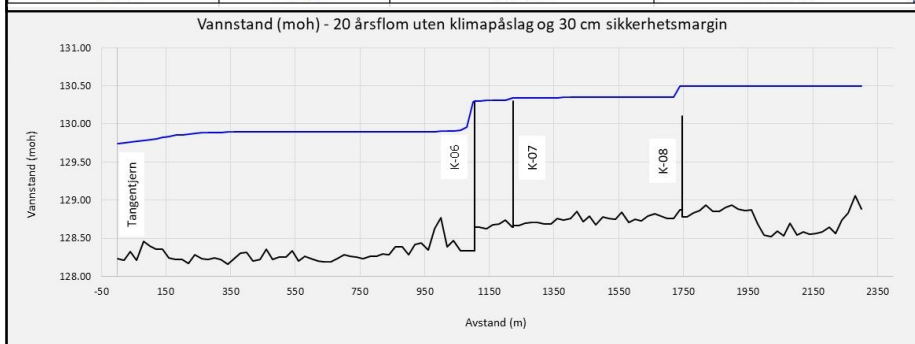
Oppdragsgiver:
Ski kommune

Multiconsult

Multiconsult AS
Pb. 6230 Sluppen
7486 Trondheim



Vannstand (moh) - 20 årsflom uten klimapåslag og 30 cm sikkerhetsmargin			
Tverrprofil	T (År)	Høyde, bekkebunn (moh)	Beregnet vannstand (moh)
0.00	200	128.23	129.74
0.24	200	128.28	129.88
0.39	200	128.35	129.90
0.56	200	128.21	129.90
0.93	200	128.39	129.90
1.04	200	128.47	129.91
1.13	200	128.69	130.31
1.25	200	128.63	130.35
1.51	200	128.73	130.35
1.71	200	128.74	130.35
1.77	200	128.77	130.49
2.05	200	128.52	130.50
2.14	200	128.55	130.50
2.28	200	129.06	130.50



Tegnforklaring

- Hovedbekk
- Tverrprofiler
- 20-årsflom uten klimapåslag og 30 cm sikkerhetsmargin

Flomsonekartlegging Siggerud

Målestokk: som vist

Oppdrag: 10203853	Dato: 2018-08-28
Tegnet: MZ	Rev:

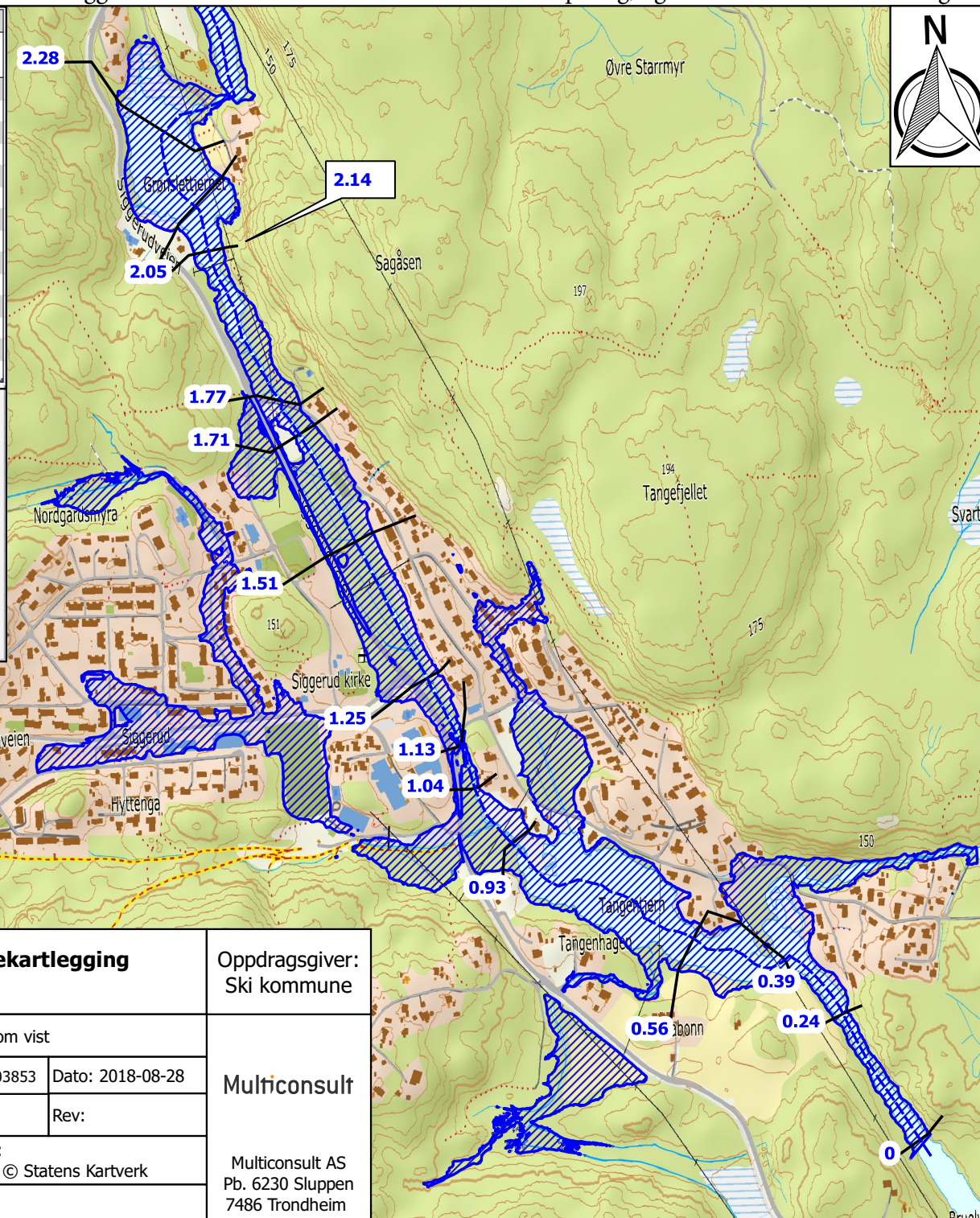
Kartgrunnlag:
FKB kartdata © Statens Kartverk

Filnavn:

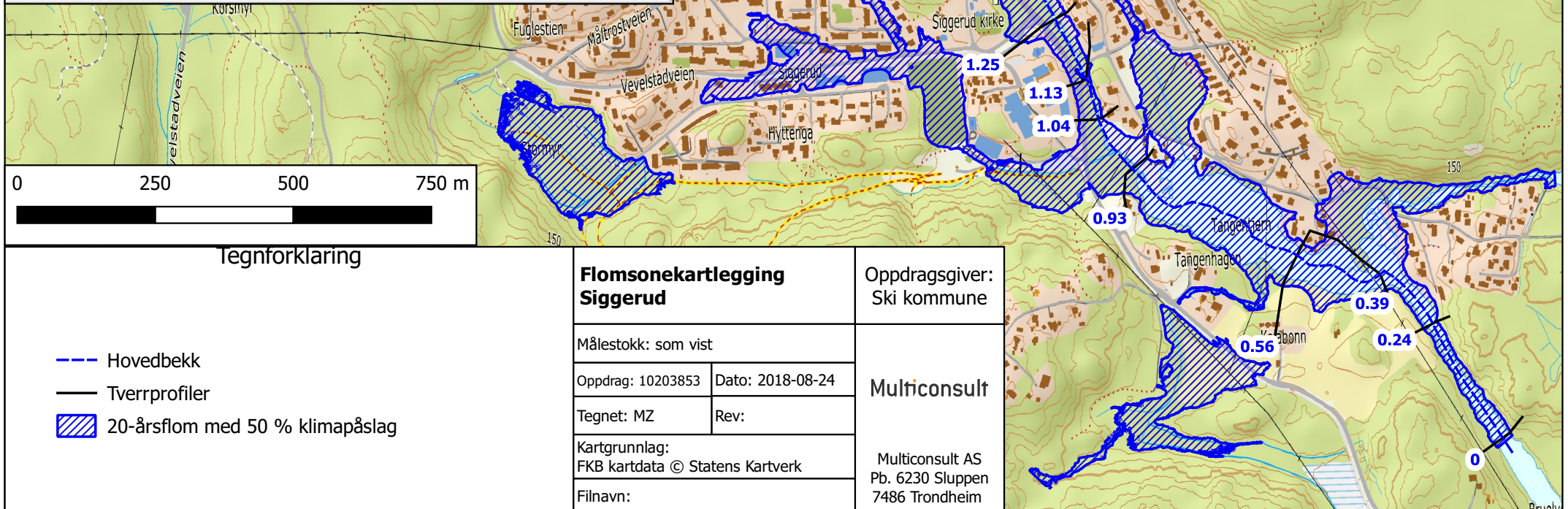
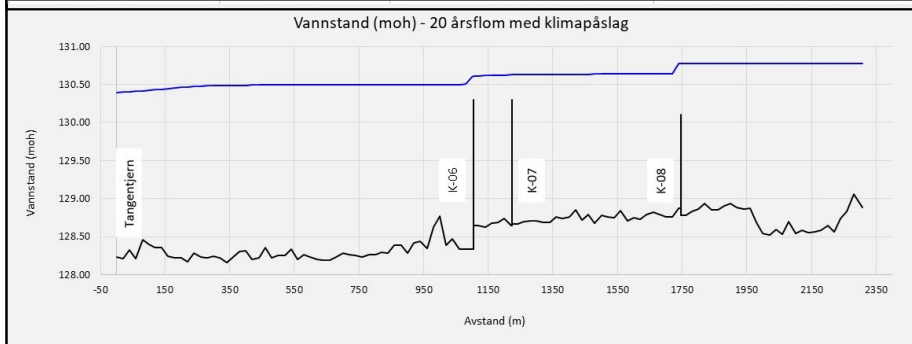
Oppdragsgiver:
Ski kommune

Multiconsult

Multiconsult AS
Pb. 6230 Sluppen
7486 Trondheim



Vannstand (moh) - 20 årsflom med klimapåslag			
Tverrprofil	T (År)	Høyde, bekkebunn (moh)	Beregnet vannstand (moh)
0.00	20	128.23	130.39
0.24	20	128.28	130.48
0.39	20	128.35	130.49
0.56	20	128.21	130.49
0.93	20	128.39	130.49
1.04	20	128.47	130.50
1.13	20	128.69	130.62
1.25	20	128.63	130.63
1.51	20	128.73	130.64
1.71	20	128.74	130.64
1.77	20	128.77	130.77
2.05	20	128.52	130.78
2.14	20	128.55	130.78
2.28	20	129.06	130.78



Tegnforklaring

- Hovedbekk
- Tverrprofiler
- ▨ 20-årsflom med 50 % klimapåslag

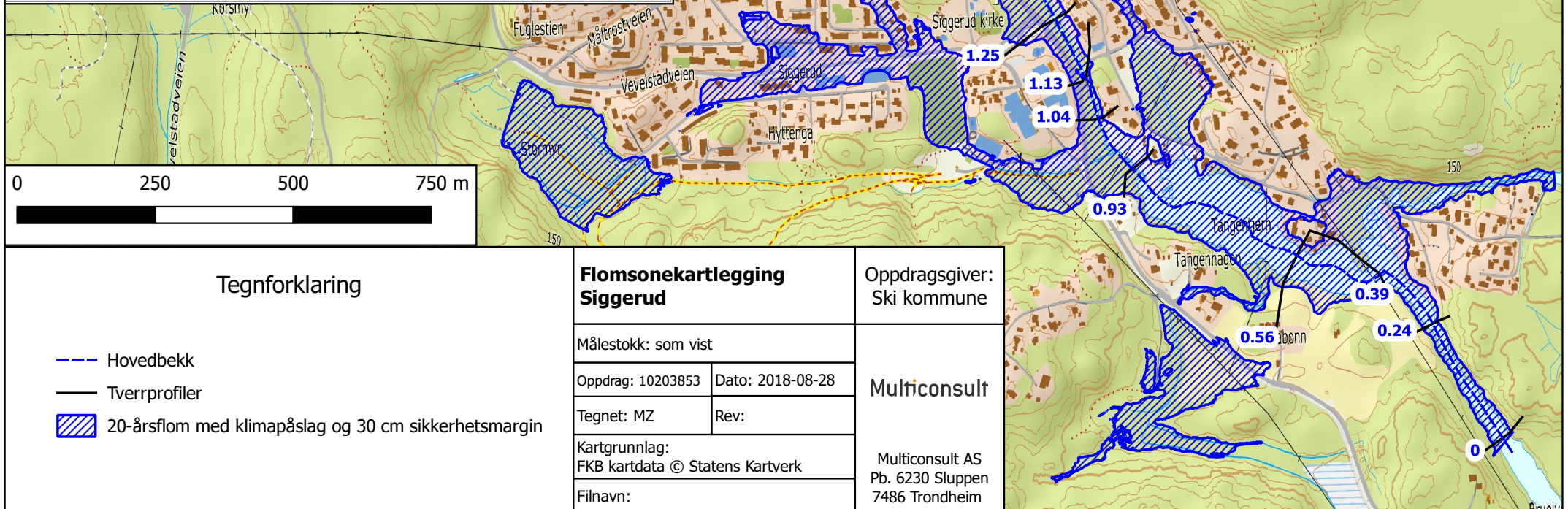
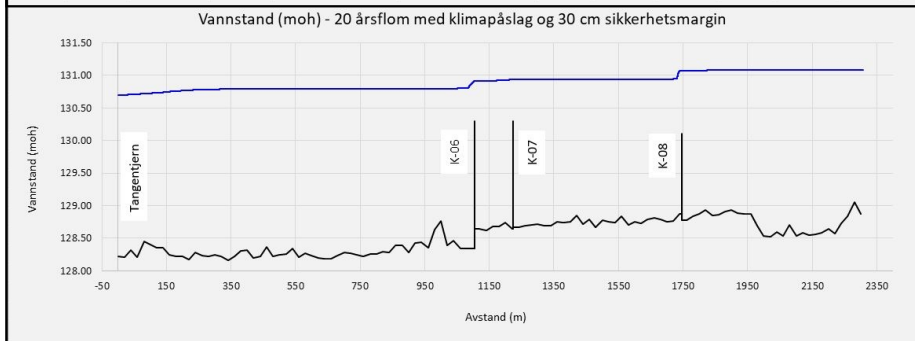
Flomsonekartlegging Siggerud

Målestokk: som vist	
Oppdrag: 10203853	Dato: 2018-08-24
Tegnet: MZ	Rev:
Kartgrunnlag: FKB kartdata © Statens Kartverk	
Filnavn:	

Oppdragsgiver: Ski kommune

Multiconsult
Multiconsult AS
Pb. 6230 Sluppen
7486 Trondheim

Vannstand (moh) - 20 årsflom med klimapåslag og 30 cm sikkerhetsmargin			
Tverrprofil	T (År)	Høyde, bekkebunn (moh)	Beregnet vannstand (moh)
0.00	200	128.23	130.69
0.24	200	128.28	130.78
0.39	200	128.35	130.79
0.56	200	128.21	130.79
0.93	200	128.39	130.79
1.04	200	128.47	130.80
1.13	200	128.69	130.92
1.25	200	128.63	130.93
1.51	200	128.73	130.94
1.71	200	128.74	130.94
1.77	200	128.77	131.07
2.05	200	128.52	131.08
2.14	200	128.55	131.08
2.28	200	129.06	131.08



Tegnforklaring

- Hovedbekk
- Tverrprofiler
- 20-årsflom med klimapåslag og 30 cm sikkerhetsmargin

Flomsonekartlegging Siggerud

Målestokk: som vist

Oppdrag: 10203853	Dato: 2018-08-28
Tegnet: MZ	Rev:

Kartgrunnlag:
FKB kartdata © Statens Kartverk

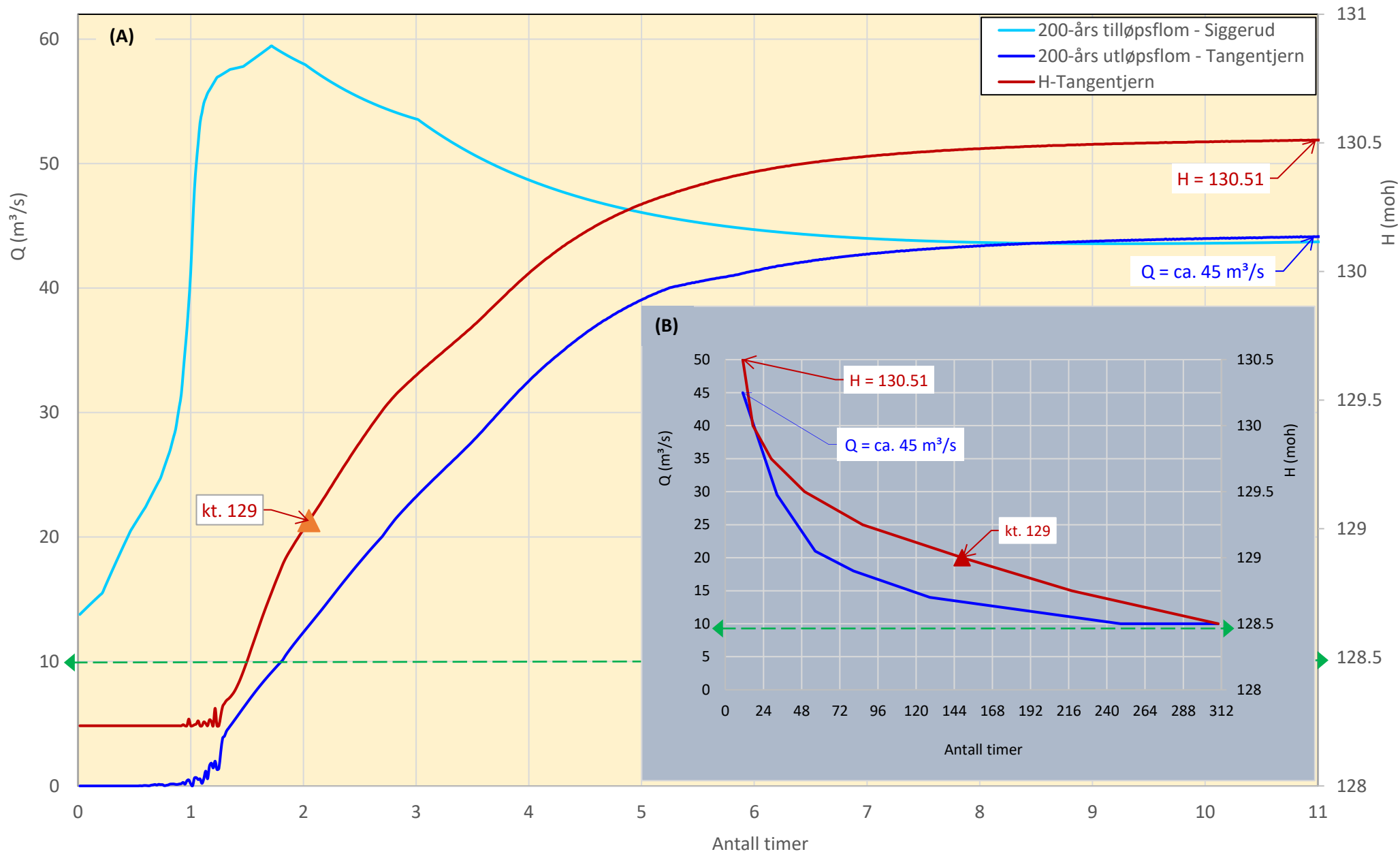
Filnavn:

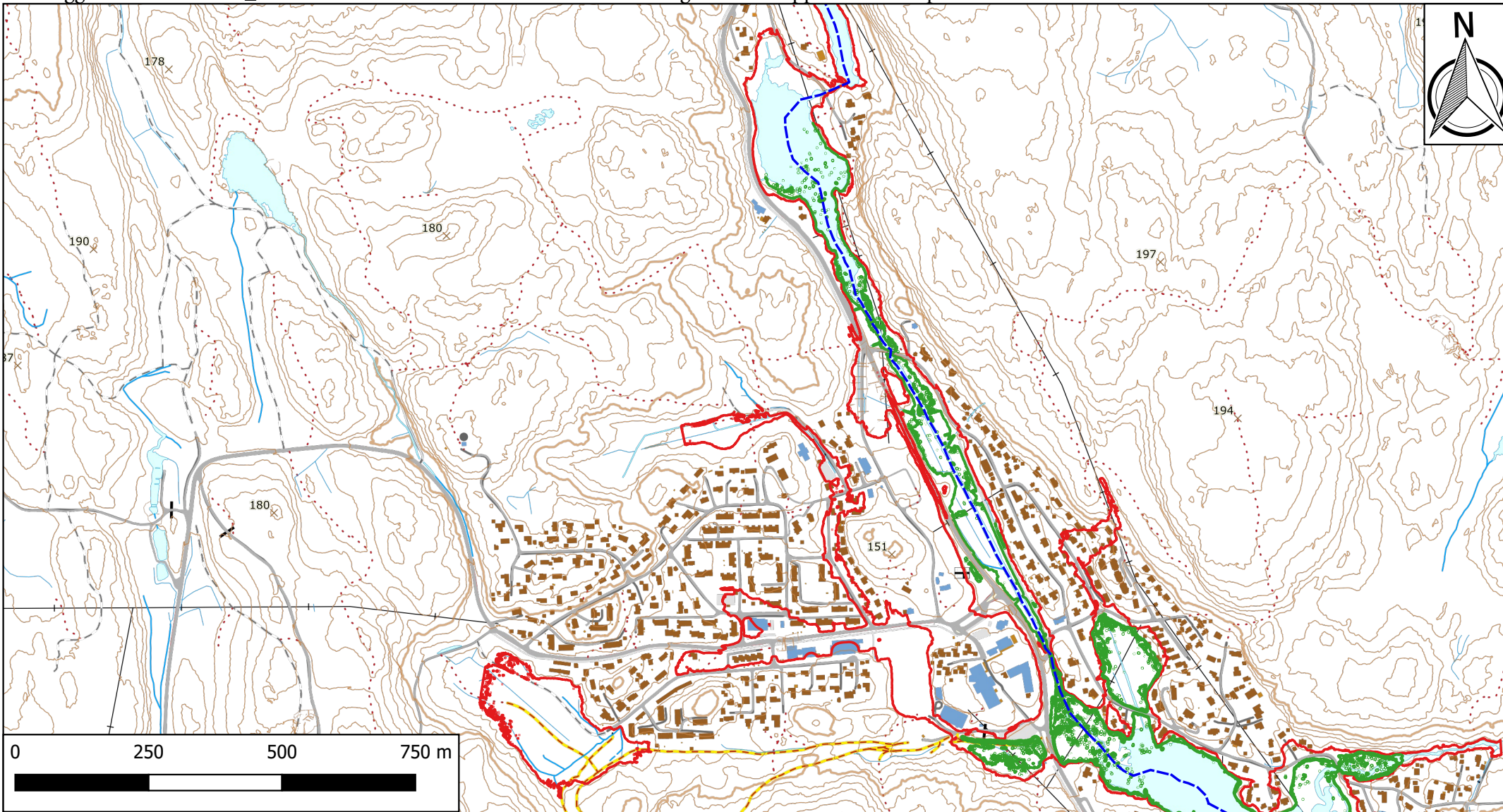
Oppdragsgiver:
Ski kommune




Multiconsult

Multiconsult AS
Pb. 6230 Sluppen
7486 Trondheim

Varighet, flomvst. Tangentjern. 200-års flom





Tegnforklaring	
	Hovedbekk
	Høydekoter 128.5 - 129
	200-årsflom uten klimapåslag

Flomvannstanders varigheter	
Målestokk: som vist	
Oppdrag: 10203853	Dato: 2018-09-19
Tegnet: MZ	Rev:
Kartgrunnlag: FKB kartdata © Statens Kartverk	
Filnavn:	

Oppdragsgiver: Ski kommune
Multiconsult
Multiconsult AS Pb. 6230 Sluppen 7486 Trondheim

