

Sortland Kommune

# FLOM- OG VANNLINJEBEREGNINGER VESTMARKA NÆRINGSOMRÅDE

Dato: 22.06.2020  
Versjon: 01



## Dokumentinformasjon

<b>Oppdragsgiver:</b>	Sortland Kommune
<b>Tittel på rapport:</b>	Flom- og vannlinjeberegninger - Vestmarka Næringsområde
<b>Oppdragsnavn:</b>	Flom- og vannlinje beregninger - Vestmarka næringsområde
<b>Oppdragsnummer:</b>	628831-01
<b>Utarbeidet av:</b>	Hege Merete Kalnes
<b>Oppdragsleder:</b>	Åsta Gurandsrud Hestad
<b>Tilgjengelighet:</b>	Åpen

## Sammendrag

Det er gjennomført flomsonekartlegging for Vestmarka næringsområde i Sortland kommune. Kartleggingen er gjort for Selneselva og dens sideelv Litleelva, ved en 200-årsflom i fremtidig klima.

Flomberegninger er utført for Selneselva og Litleelva ved deres samløp, og for Selneselva ved utløp i sjø. Nedslagsfeltene er i størrelsesorden 2.4 – 8.6 km<sup>2</sup>, og består hovedsakelig av skog, men også en betydelig andel myr og snaufjell. Det er to dammer i vassdraget, dam Storavatnet og dam Presttjønna. Storvatnet er regulert til vannforsyning, og Presttjønna er en liten rekreasjonsdam. Det er valgt å se bort ifra effekten av disse reguleringene i beregning av 200-årsflom. Dette er en konservativ tilnærming. Flomvannføring er beregnet med flere metoder. Endelig estimat er satt til gjennomsnittet av resultatet fra flomfrekvensanalyse og NIFS-formelverk.

Det er valgt å benytte et klimapåslag på 40%, basert på egenskapene til feltene, og anbefalinger fra NVE og Norsk Klimaservicesenter. Det er også estimert økning i avrenning grunnet utbygging, basert på konservative antagelser om fremtidig arealutnyttelse. Økningen er relativt liten, da arealet til utbyggingsområdene er ganske små i forhold til størrelsen på de totale feltene, og siden utbyggingsområdene hovedsakelig erstatter myr. Dimensjonerende flomvannføring (inkludert klimapåslag og økning grunnet utbygging) er estimert til 11.2 m<sup>3</sup>/s for Litleelva, og 18.8 m<sup>3</sup>/s og 31.4 m<sup>3</sup>/s for Selneselva ved henholdsvis samløp, og ved sjø.

Det er foretatt vannlinjeberegning av Selneselva og Litleelva, for å estimere vannstand og utbredelse av 200-årsflom. Analysen er utført med en todimensjonal modell i programmet HEC-RAS. Modellen er satt opp på bakgrunn av en terrengmodell generert fra laserdata, og kjørt med beregnet flomvannføring. Resultatene viser at flommen brer seg utover i terrenget, spesielt i de flate myrområdene. Flommen holder seg stort sett unna utbyggingsområdene, med unntak av enkelte steder (hovedsakelig der flommen brer seg utover i små bekker/grøfter).

For å ta høyde for usikkerhet knyttet til kartleggingen, er det anbefalt å legge til en sikkerhetsmargin for vannstigning på 30 cm. Flomsikkert nivå for utbyggingsområdene, er gitt av modellert vannstand pluss sikkerhetsmargin. Generelt anbefales det å beholde dagens flomsletter i størst mulig grad, da disse har positiv betydning for både flomsikkerhet og biologisk mangfold i området. Ved utbygging innenfor flomsoneene, må det gjennomføres flomsikringstiltak. Det anbefales å utføre en ny og oppdatert kartlegging dersom dette planlegges, samt for ny kulvertsituasjon ved Markveien.

01	22.06.20	Flom- og vannlinjeberegninger – Vestmarka næringsområde	HMK	ÅGH
<b>VERSJON</b>	<b>DATO</b>	<b>BESKRIVELSE</b>	<b>UTARBEIDET AV</b>	<b>KS</b>

## Forord

---

Asplan Viak har vært engasjert av Sortland kommune for å gjennomføre flom- og vannlinjeberegninger for Vestmarka næringsområde. Hensikten med beregningene, er å etablere flomsoner og flomsikre nivåer, som kan benyttes til planlegging av videre utbygging i næringsområdet.

Åsta Gurandsrud Hestad har vært oppdragsleder og kvalitetssikrer, mens Hege Merete Kalnes har utført beregningene og utarbeidet rapporten. Mona Elisabeth Hansen har vært prosjektleder og kontaktperson i Sortland kommune.

Trondheim, 22.06.2020

Åsta Gurandsrud Hestad  
**Oppdragsleder og kvalitetssikrer**

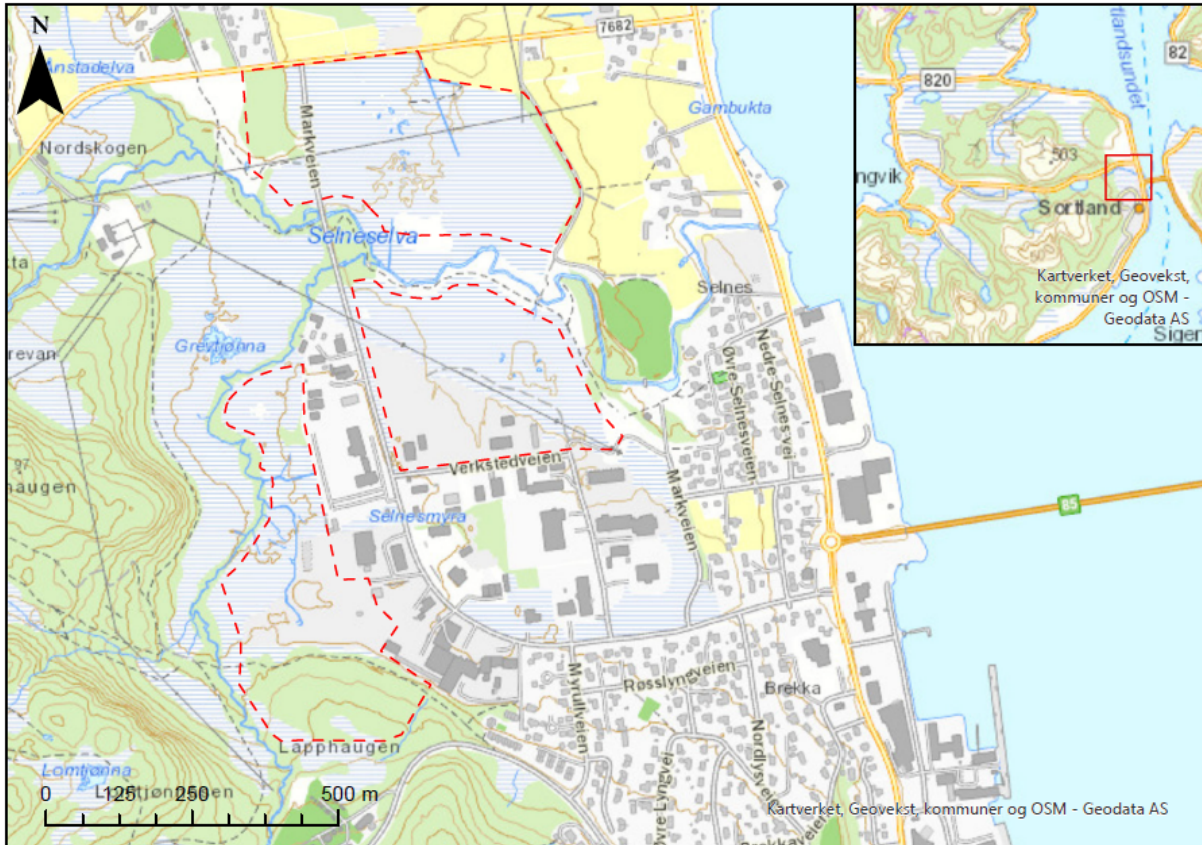
Hege Merete Kalnes  
**Utførende**

# Innhold

<b>1. INNLEDNING .....</b>	<b>5</b>
<b>2. FORUTSETNINGER .....</b>	<b>7</b>
2.1. Generelle forutsetninger .....	7
2.2. Sikkerhetsklasse for flom .....	7
2.3. Grunnlag .....	7
2.4. Flomberegning .....	7
2.5. Vannlinjeberegning .....	8
2.6. Flomsikkert nivå og flomsonekart .....	8
<b>3. FLOMBEREGNING .....</b>	<b>9</b>
3.1. Beskrivelse av nedbørfelt .....	9
3.1.1. Avgrensning av nedbørfelt .....	9
3.1.2. Feltegenskaper .....	9
3.1.3. Reguleringer .....	10
3.2. Tilgjengelige observerte data .....	11
3.2.1. Tilgjengelige vannføringsdata .....	11
3.2.2. Tilgjengelige nedbørsdata .....	13
3.3. Beregning av 200-årsflom .....	14
3.3.1. Flomfrekvensanalyse .....	14
3.3.2. Nasjonalt formelverk (NIFS formel) .....	15
3.3.3. Hydrologisk flommodell (PQRout) .....	15
3.3.4. Rasjonale formel .....	16
3.3.5. Endelig estimat .....	17
3.4. Dimensjonerende 200-årsflom .....	17
3.4.1. Klimapåslag .....	17
3.4.2. Økning i flomvannføring grunnet utbygging .....	18
3.4.3. Dimensjonerende flomvannføring .....	20
<b>4. VANNLINJEBEREGNING .....</b>	<b>21</b>
4.1. Oppsett av todimensjonal hydraulisk modell .....	21
4.1.1. Analyseområde .....	21
4.1.2. Terrengmodell .....	21
4.1.3. Friksjonsforhold .....	22
4.1.4. Grensebetingelser .....	23
4.1.5. Struktur på strømningsområdet .....	24
4.2. Resultater fra vannlinjeberegning .....	25
4.3. Følsomhetsanalyse .....	26
<b>5. FLOMSIKKERT NIVÅ OG FLOMSONEKART .....</b>	<b>27</b>
5.1. Sikkerhetsmargin .....	27
5.2. Flomsikkert nivå .....	28
5.3. Flomsonekart .....	28
<b>6. KONKLUSJON OG ANBEFALINGER .....</b>	<b>29</b>
<b>KILDER .....</b>	<b>30</b>
<b>VEDLEGG .....</b>	<b>31</b>

# 1. INNLEDNING

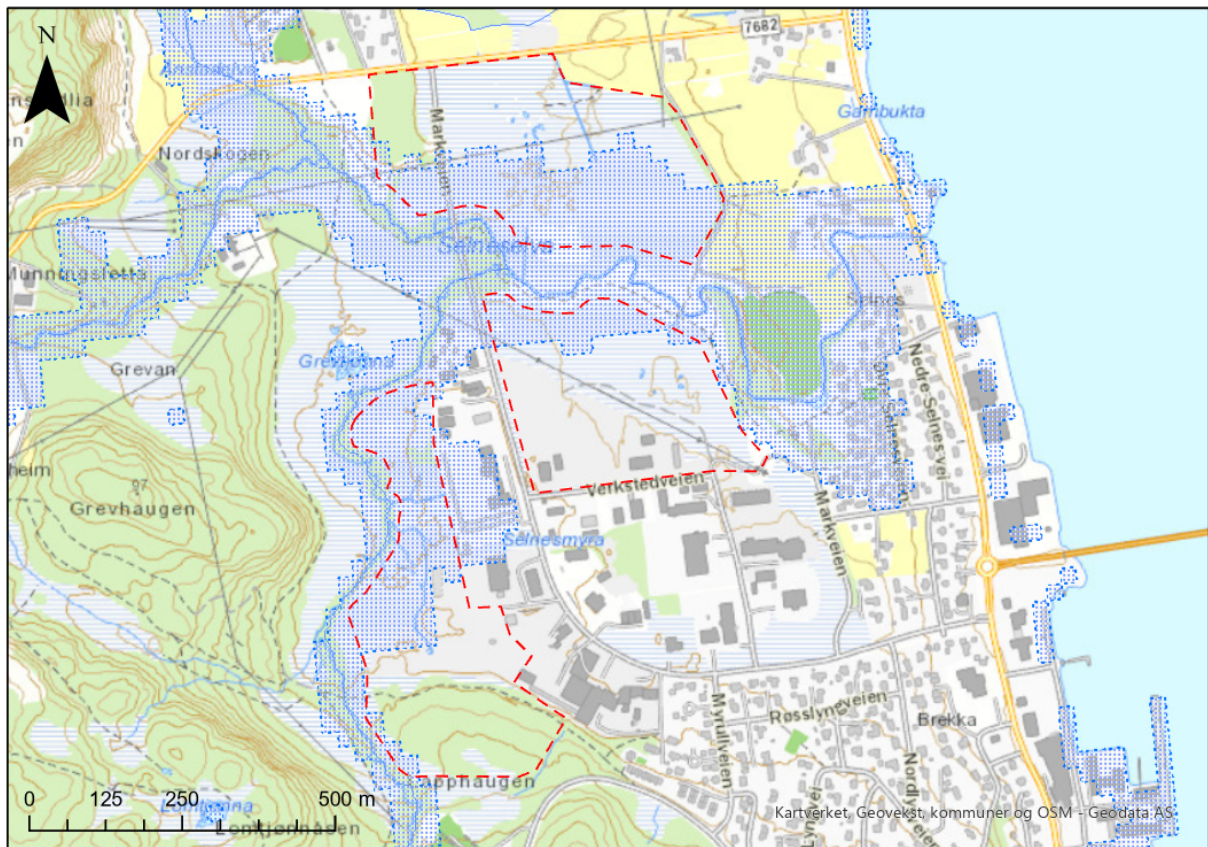
Sortland kommune planlegger videre utbygging av Vestmarka næringsområde. Figur 1-1 viser omtrentlig avgrensning av områdene hvor det planlegges å etablere nye næringsbygg. Nøyaktig planavgrensning, og utnyttelse av områdene, er ikke fastsatt på dette tidspunktet.



Figur 1-1 Kartutsnitt som viser omtrentlig avgrensning av områder hvor det er planlagt videre utbygging i Vestmarka næringsområde.

Selneselva og tilhørende sideelv Litleelva, går gjennom næringsområdet. NVEs aktsomhetsområde for flom, viser at større arealer er potensielt utsatt for oversvømmelse – se Figur 1-2.

For å avklare reell flomfare i området, er det behov for en detaljert flomsonekartlegging basert på flom- og vannlinjeberegninger. Kartleggingen som er beskrevet i denne rapporten, er kun utført for dagens terrengsituasjon, og tar ikke hensyn til eventuelle terrengendringer som følge av videre utbygging. Hensikten med kartleggingen, er at den skal benyttes som et kunnskapsgrunnlag i videre planlegging av næringsområdet, og til vurdering av eventuelle behov for flomsikring.



Figur 1-2 Kartutsnitt som viser NVE aksomhetsområder for flom ved Vestmarka nærområde.

## 2. FORUTSETNINGER

### 2.1. Generelle forutsetninger

Flom- og vannlinjeberegningene utføres for å finne vannstigning/oversvømmelse ved Vestmarka næringsområde, som følge av flom i Selneselva og sideelven Litleelva. Beregningene utføres for dagens terrengsituasjon, men hensyntar endringer i flomvannføring som følge av klima- og arealendringer. Det er forutsatt at elven ikke graver seg nye veier under flom, det vil si at det er ikke hensyntatt eventuelle endringer i elvegeometrien som følge av erosjon under flomsituasjonen.

Hensikten med kartleggingen er at den skal benyttes som et kunnskapsgrunnlag i planlegging av næringsområdet, og til vurdering av eventuelle behov for flomsikring.

### 2.2. Sikkerhetsklasse for flom

Nyetablerte bygg i næringsområdet, vil havne under sikkerhetsklasse F2 for flom i henhold til TEK 17 §7-2. Dette betyr at bygninger skal plasseres, dimensjoneres, eller sikres mot flom med en dimensjonerende returperiode på 200 år.

Følgelig er kartleggingen gjort for en 200-års flom, i fremtidig klima.

### 2.3. Grunnlag

Datagrunnlaget som er benyttet i flomsonekartleggingen, er fremskaffet/nedlastet fra offentlige kilder av Asplan Viak.

I flomberegningene er det benyttet hydrologiske data fra NVEs databaser og karttjenester (Hydra II, NVE Atlas, NEVINA), samt nedbørdata hentet fra Norsk Klimaservicesenters karttjenester, som grunnlag for beregning av 200-års flom.

Hovedgrunnlaget for vannlinjeberegningen er en terrengmodell. Terrengmodellen er primært basert på laserskanning av området foretatt i 2017 (prosjekt NDH Vesterålen vest 2pkt 2017). Laserdata kan gi unøyaktige høyder for terreng under tett vegetasjon. Terrengmodellen er derfor supplert med laserdata fra 2014 (prosjekt Sortland 2014), der disse gir mer nøyaktige data for elvebunn. Laserdataene som er benyttet i modellen er lastet ned fra Kartverkets forvaltningsløsning Høydedata. Det er også foretatt mindre manuelle redigeringer av selve elveløpene, der det er tydelig at vegetasjon har hindret at elvebunnen har blitt skannet. I oppbygging av selve den hydrauliske modellen, er det benyttet FKB-data.

### 2.4. Flomberegning

Kartleggingsområdet inkluderer både Selneselva og dens sideelv Litleelva. For å kunne simulere dimensjonerende flomsituasjon i alle delstrekninger, er det valgt å gjøre flomberegninger for både Selneselva og Litleelva ved deres samløp, og for Selneselva ved utløp i sjø. I vannlinjeberegningen, benyttes beregnet flomvannføring for Selneselva og Litleelva som øvre grensebetingelse i disse elvestrekningene, mens restvannføringen (differansen mellom flomvannføring ved utløp i sjø og summen av flomvannføring ved samløp) legges til som en indre grensebetingelse ved samløpet. Det er konservativt valgt å ikke utføre flomberegninger for flere del- og restfelt enn dette. Dette er grunnet at området er preget av myr med flere mindre, og ofte udefinerte, bekketilsig, og at det er usikkert akkurat hvor overvannet fra næringsområdet vil føres til elvene.

Nedbørfelt og feltparametere er generert ved å bruke en kombinasjon av overflatemodellen SCALGO Live og NVEs karttjeneste NEVINA. Feltavgrensing i SCALGO er basert på en terrengmodell med finere oppløsning enn NEVINA, samt muliggjør å legge inn kulvertoverføringer i feltet, og er derfor benyttet for å gi en mer nøyaktig avgrensning. Feltparametere er imidlertid hentet ut fra NEVINA, ved å redigere det automatisk avgrensede feltet til å sammenfalle med avgrensningen i SCALGO.

De aktuelle feltene vil havne i kategorien «små felt» (< 50 km<sup>2</sup>). Vassdraget er regulert, men det er konservativt valgt å se bort ifra effekten a reguleringene i flomberegningene, og heller behandle eventuelle flomdempende effekter gjennom effektiv sjøprosent (se kapittel 3.1.3). Følgelig er flomberegninger utført etter NVEs *Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt (07/2015)*, hvor beregningsmetoder er valgt basert på feltegenskaper, og tilgjengelige observerte data.

Klimaendringer vil føre til økt flomvannføring i små nedbørfelt i hele Norge. For å ta hensyn til disse endringene, er det lagt til et klimapåslag til de beregnede flomvannføringene. Klimapåslaget er valgt basert på anbefalinger fra NVE og Norsk Klimaservicesenter.

Videre utbygging av næringsområdet vil medføre etablering av tette overflater og overvannsledninger, noe som gir mindre infiltrasjon og raskere avrenning. For å vurdere og ta hensyn til disse endringene, er det estimert prosentvis økning i avrenning basert på endring i avrenningsfaktor. Plan for overvannshåndtering og arealutnyttelse er ikke fastsatt, og det er derfor gjort konservative antagelser i beregningene. Økningen legges til de beregnede flomvannføringene, i tillegg til klimapåslaget.

## 2.5. Vannlinjeberegning

I vannlinjeberegningen er det funnet vannstand, hastighet og utbredelse av flom, ved bruk av en todimensjonal hydraulisk modell i programmet HEC-RAS 5.0.7.

Det er definert to innløp i den hydrauliske modellen, ett for Selneselva og ett for Litleelva. Innløpene er plassert et stykke oppstrøms planområdene, og det er benyttet antagelse om normalstrømning sammen med konstruerte flomforløp som øvre grensebetingelse. Ved samløpet til Selneselva og Litleelva, er det definert en indre grensebetingelse med et konstruert flomforløp for restvannføringen som tilsvarer differansen mellom vannføring ved samløp og ved utløp i sjø. De konstruerte flomforløpene baseres på resultatene fra flomberegningen.

Utløpet til modellen er plassert i fjorden. Etter anbefaling gitt i NVEs rapport *Flom og stormflo (83/2015)*, er havnivå ved 1-års stormflo benyttet, og det er valgt å legge til fremtidig havnivåstigning. Nivåene er hentet fra Kartverkets tjeneste Se Havnivå.

Det er ikke tatt med konstruksjoner i elveløpene i den hydrauliske modellen. Det er kjent at kulvertene under Markveien har for dårlig kapasitet, og skal byttes ut i forbindelse med prosjektet. Følgelig er elvene «åpnet» opp ved kulvertene, og beregnet flomvannføring skal i en senere fase benyttes som dimensjoneringsgrunnlag. Broer over elvene er kun modellert som innsnevninger i terrenget; brodekker og evt. overtopping av disse er følgelig ikke simulert. Det er imidlertid ikke forventet at dette vil ha nevneverdig innvirkning på resultatene.

Det er foretatt følsomhetsanalyse, der ruheten i modellen er økt, for å tallfeste usikkerheten forbundet med vannlinjeberegningen.

## 2.6. Flomsikkert nivå og flomsonekart

I NVEs retningslinje *Flaum- og skredfare i arealplanar (2/2011)* er det anbefalt å legge til en sikkerhetsmargin for vannstigning i flomsonekartet for å dekke usikre momenter i beregningene. Det er foretatt en vurdering av usikkerhetene, blant annet basert på følsomhetsanalysen, til grunnlag for anbefalt sikkerhetsmargin.

Flomsikkert nivå er gitt av modellert vannstand pluss anbefalt sikkerhetsmargin. Dette nivået er gitt for utvalgte tverrprofiler langs planområdet, samt som flomsikre koter som er generert basert på resultatene fra vannlinjeberegningen.

Flomsonekart er utarbeidet i GIS, basert på resultatene fra vannlinjeberegningen.

Nivåhøyder i tabeller, profiler og kart er angitt i NN2000.



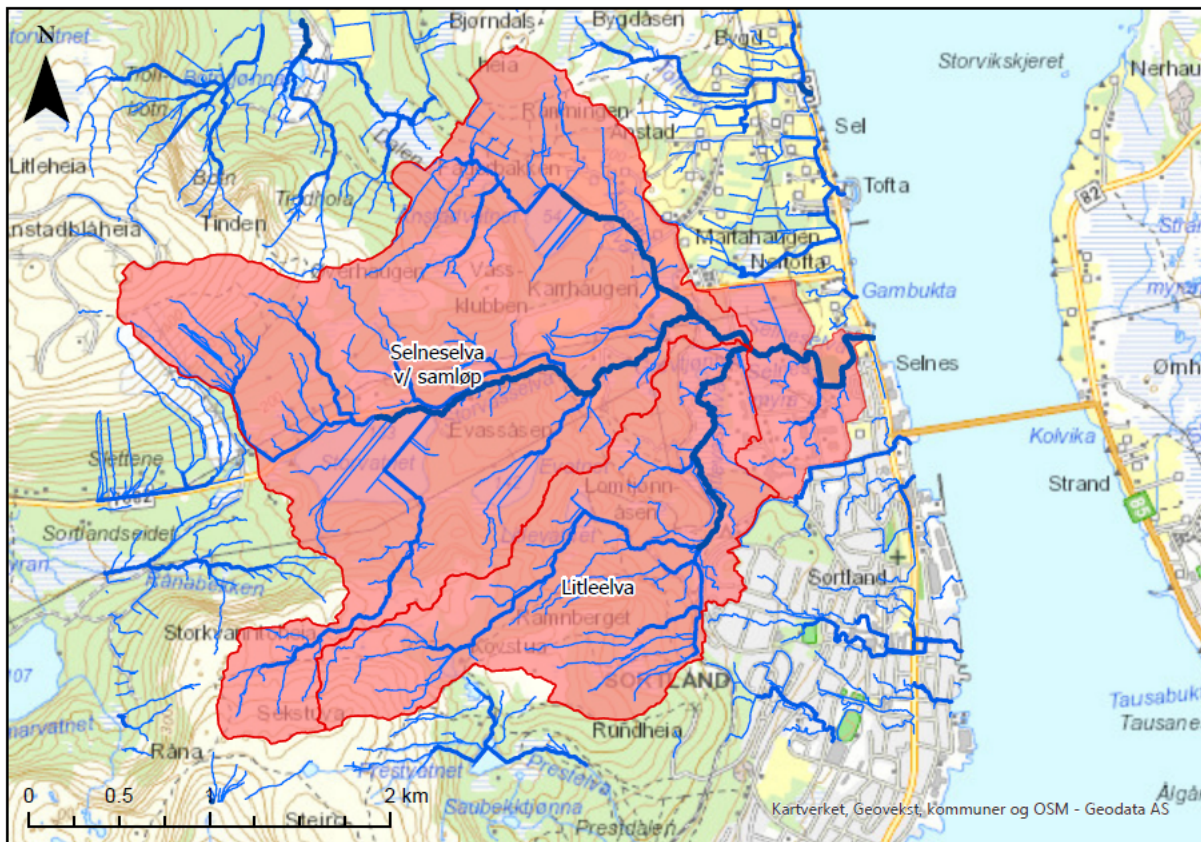
## 3. FLOMBEREGNING

### 3.1. Beskrivelse av nedbørfelt

Som grunnlag for beregninger og vurderinger av flomstørrelse, benyttes feltparametere som beskriver egenskapene til et nedbørfelt.

#### 3.1.1. Avgrensning av nedbørfelt

Nedbørfelt til Selneselva (ved samløp og ved utløp i sjø) og Litleelva er generert i overflatemodellen SCALGO Live. Det gjort vurderinger av kulvertoverføringer i feltene, basert på kart, og disse er tatt inn i overflatemodellen. De avgrensede feltene, og genererte dreneringslinjer, er vist i Figur 3-1.



Figur 3-1 Dreneringslinjer (blå linjer) og nedbørfelt til Selneselva (ved samløp og ved sjø) og til Litleelva, generert i SALGO Live.

#### 3.1.2. Feltegenskaper

Feltparametere er generert i NVEs karttjeneste NEVINA (rapporter gitt i Vedlegg 1), hvor den automatiske avgrensningen er redigert til å sammenfalle med den som er gjort i SCALGO Live. Et utvalg av parameterne er gitt i Tabell 3-1.

Feltene havner i kategorien små felt (< 50 km<sup>2</sup>). De består hovedsakelig av skog, men har også en betydelig andel myr og snaufjell.

Nedbørfeltet til Litleelva har egenskaper som indikerer at det vil ha høyere spesifikke flommer (flom delt på areal) enn det til Selneselva ved samløpet. Et mindre areal, brattere felt og lavere effektiv sjøprosent, er alle egenskaper som indikerer at Litleelva vil ha mindre selvregulering/dempning. Nedbørfeltet ved sjø har egenskaper som reflekterer de til begge feltene, med vekt mot det til Selneselva ved samløpet, da dette er større enn Litleelva.

Tabell 3-1 Feltparametere til Litleelva og Selneselva ved samløp, og ved utløp i sjø.

Navn på felt		Litleelva	Selneselva v/ samløp	Selneselva v/ sjø
Areal	km <sup>2</sup>	2.4	5.6	8.6
Effektiv sjøprosent	%	0.5	3.0	1.3
q <sub>N</sub> 61-90*	l/s·km <sup>2</sup>	62.8	62.2	61.7
Feltlengde	km	3.12	3.65	4.24
Relieff forhold	m/km	53.8	33.0	34.4
Hmin	moh	15	15	1
H50	moh	144	155	144
Hmaks	moh	441	502	502
Dyrket mark	%	0.0	7.3	5.2
Myr	%	10.6	7.0	9.3
Skog	%	64.5	56.2	55.7
Sjø	%	1.4	8.0	5.6
Snaufjell	%	8.2	11.8	10.1
Urban	%	2.0	0.0	1.1

\* Spesifikk middelavrenning i referanseperioden 1961-90 gitt av NVEs avrenningskart.

### 3.1.3. Reguleringer

Det er to dammer i det aktuelle vassdraget (se Figur 3-2) – dam Storvatnet og dam Presttjønna.



Figur 3-2 Kart som viser reguleringer i nedbørfeltet til Selneselva og Litleelva (Kilde: NVEs WMS tjenester).

Dam Presttjønna er en liten jordfyllingsdam med rekreasjonsformål. Dammen ligger nokså høyt oppe i nedbørfeltet til Litleelva, og tilhørende magasin er ikke regulert.

Avløpet fra dam Storvatnet renner nedover Storvasselva, som har tilløp til Selneselva før dets samløp med Litleelva. Magasinet er regulert til vannforsyning, og dammen eies og driftes av Sortland kommune. Dammen er en gammel jordfyllingsdam med maksimal høyde på 4.4 meter, plassert i konsekvensklasse 3. Den tilfredsstillende ikke dagens krav til damsikkerhet. Deler av dammen er gravd vekk for å utbedre en lekkasje i et gjennomgående rør. Det ble derfor i 2018, besluttet at det skal bygges en ny betongdam like nedstrøms dagens dam. I teknisk plan for den nye dammen, utarbeidet av Sweco i 2019, er det planlagt at den nye dammen skal være av typen massivdam med en total lengde på 80-90 meter og en overløpslengde på 5 meter. Foreløpige flomberegninger for dammen (ikke enda godkjent av NVE), viser at den har en tilløpsflom og avløpsflom på henholdsvis 17.8 m<sup>3</sup>/s og 9.2 m<sup>3</sup>/s ved dimensjonerende 1000-års flom (Sweco, 2019).

Det er valgt å se bort ifra disse reguleringene i beregning av 200-årsflom for Vestmarka næringsområde. Altså legges uregulert flomvannføring til grunn. Dette er en konservativ forenkling, da reguleringen av Storvatnet i realiteten vil bidra til flomdempning i feltet (som de foreløpige flomberegningene til Sweco viser). Det er imidlertid forventet at noe av flomdempningen hensyntas i form av effektiv sjøprosent.

### **3.2. Tilgjengelige observerte data**

Flere metoder benytter observerte data for beregning av flomvannføring. Det er derfor her gitt en beskrivelse av tilgjengelige observerte vannførings- og nedbørsdata.

#### **3.2.1. Tilgjengelige vannføringsdata**

Det beste grunnlaget for hydrologiske analyser er vannføringsmålinger over en lang periode fra det aktuelle feltet. Det foreligger ingen slike data for Selneselva.

Det kan alternativt benyttes vannføringsdata fra nærliggende målestasjoner (referansestasjoner), som skaleres til det aktuelle feltet. Dette forutsetter imidlertid at målestasjonene har sammenlignbare feltegenskaper og topografi som det aktuelle feltet, og en brukbar måleserie med kontrollerte data.

Det ble sett på aktuelle målestasjoner i området, ved bruk av NVEs database Hydra II. De fleste er utelukket, da de enten ligger for langt unna det aktuelle vassdraget, har for store felt og/eller for kort måleserie. Det er sett nærmere på fire målestasjoner, som alle har minst 30 år med data, og uregulerte felt som er mindre enn 50 km<sup>2</sup>. Feltegenskaper og informasjon om måledata hentet fra NVEs database Hydra II er gitt i Tabell 3-2, og hypsografiske kurver for feltene er vist i Figur 3-3. Lokasjonen til stasjonene er vist i Figur 3-4.

177.4 Sneisvatn har en svært lang måleserie, men har dårlig kvalitet på flomdata. Den har et noe større feltareal, men har ellers nokså like feltegenskaper.

178.1 Langvatn har en lang måleserie, med middels kvalitet på flomdata. Den ligger relativt nærme det aktuelle vassdraget (rundt 15 km). Den har en større effektiv sjøprosent, og strekker seg noe høyere, men har ellers noenlunde like feltegenskaper.

185.1 Gåslandsvatn har en lang måleserie, med middels kvalitet på flom. Den har en feltstørrelse som reflekterer det aktuelle vassdraget, men en svært stor effektiv sjøprosent, og et flatt og lavtliggende felt.

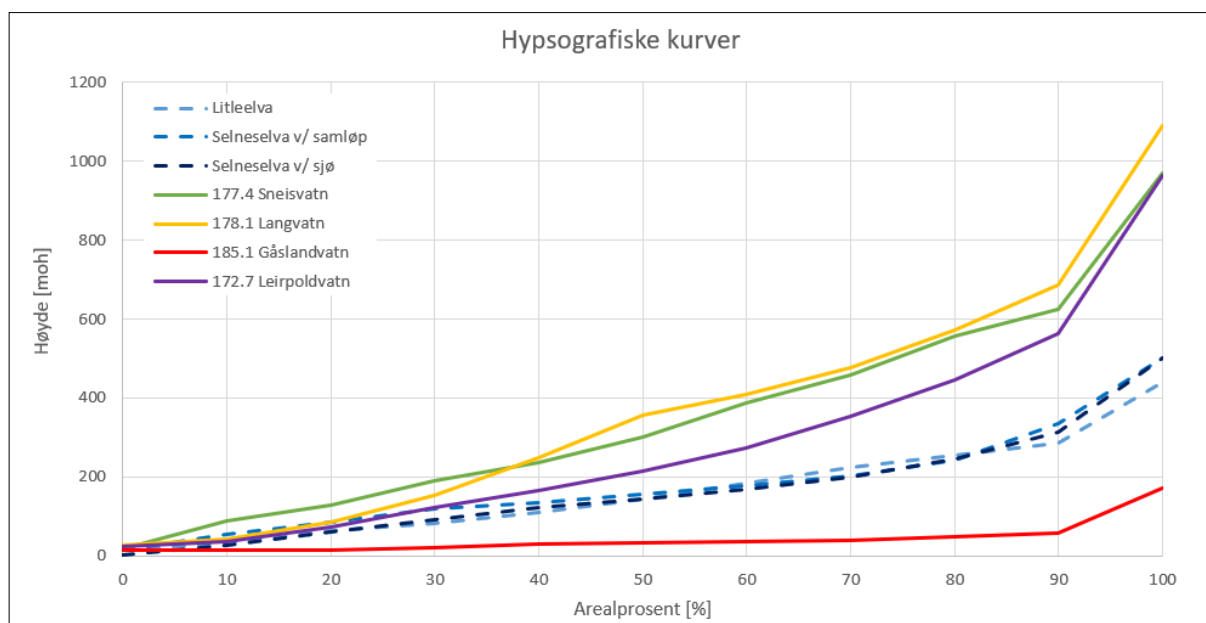
172.7 Leirpoldvatn har nokså lang måleserie, med middels kvalitet på flom. Det ligger noe langt fra det aktuelle vassdraget, men har feltegenskaper som sammenfaller bra (med unntak av en noe høyere effektiv sjøprosent).

Det er valgt å vektlegge stasjonen 172.7 Leirpoldvatn mest, da denne har mest sammenlignbare feltegenskaper. Stasjon 178.1 Langvatn vektlegges også høyt, grunnet nær plassering, og en mer

sammenfallende effektiv sjøprosent. Stasjon 177.4 Sneisvatn er også tatt med grunnet svært lang måleserie, men vektlegges lavt da den har en dårlig datakvalitet for flom. Det er valgt å ikke benytte data fra 185.1 Gåslandsvatn; denne stasjonen har egenskaper (stor effektiv sjøprosent og svært flatt felt) som indikerer at det vil underestimere flomvannføring i det aktuelle vassdraget.

Tabell 3-2 Stasjonsdata og feltparametere for aktuelle målestasjoner, hentet fra NVEs database Hydra II.

Stasjonsnummer		Selneselva	177.4	178.1	185.1	172.7
Stasjonsnavn		v/ sjø	Sneisvatn	Langvatn	Gåslandsvatn	Leirpoldvatn
Areal	[km <sup>2</sup> ]	8.6	29.3	18.4	7.7	18.7
Eff. sjøprosent	[%]	1.3	2.3	6.3	19.7	4.3
Feltlengde	[km]	4.2	7.3	5.9	4.6	5.4
Bre	[%]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Dyrket mark	[%]	5.2	0.0	0.5	2.4	0.0
Myr	[%]	9.3	1.7	4.6	33.6	4.7
Sjø	[%]	5.6	10.5	8.4	22.1	4.5
Skog	[%]	55.7	20.0	31.9	27.4	36.1
Snaufjell	[%]	10.1	54.5	50.1	0.3	26.2
Urban	[%]	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Hmin	[moh]	1	18	27	16	25
H25	[moh]	77	165	120	19	97
H50	[moh]	144	302	356	34	216
H75	[moh]	223	507	524	44	400
Hmaks	[moh]	502	907	1091	171	964
Relieff forhold	[m/km]	34.4	47.0	68.6	5.4	56.5
q <sub>N</sub> 1961-90	[l/s·km <sup>2</sup> ]	61.7	62.8	73.6	50.1	52.2
q <sub>N</sub> E-tabell	[l/s·km <sup>2</sup> ]		86.7	64.9	46.1	54.3
Antall år med data			101	66	85	48
Datakvalitet for flom			Dårlig	Middels	Middels	Middels



Figur 3-3 Hypsografiske kurver som viser høydefordeling for felt tilhørende aktuelle målestasjoner.

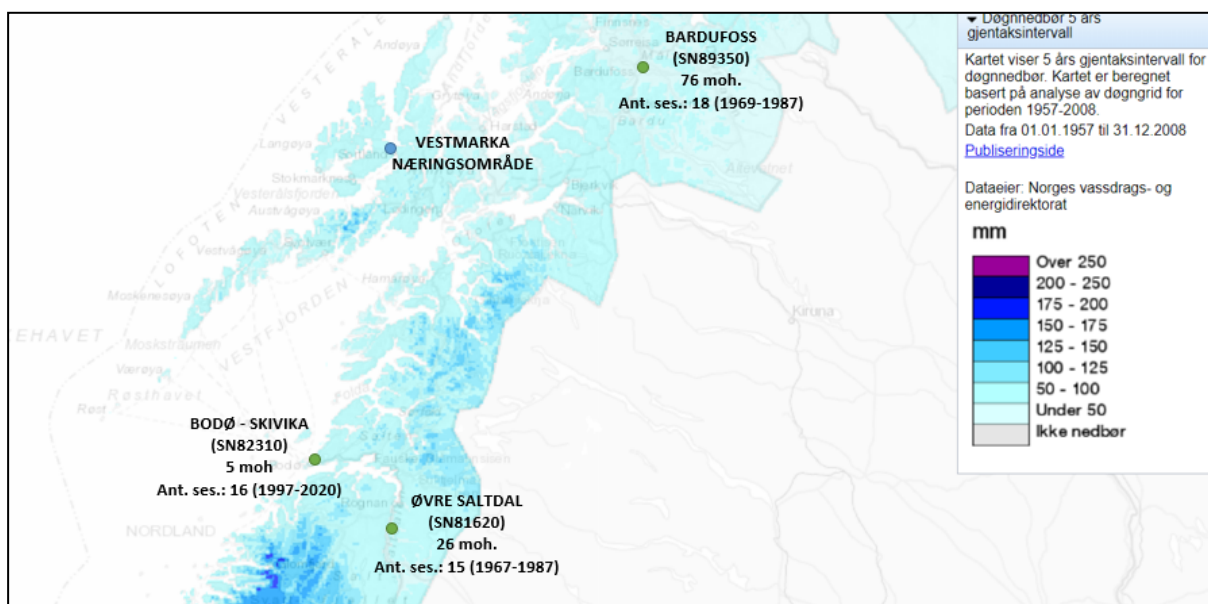


Figur 3-4 Kartutsnitt som viser aktuelle målestasjoner i området, og tilhørende nedbørfelt (Kilde: NVE).

### 3.2.2. Tilgjengelige nedbørsdata

Som grunnlag for nedbør-avløpsmodeller, benyttes nedbørsdata for beregning av flomvannføring.

Karttjenesten til Norsk Klimaservicesenter viser at det er generelt sparsomt med meteorologiske målestasjoner i området som har tilstrekkelig serielende for nedbør. En oversikt over de nærmeste målestasjonene med IVF-kurver (dimensjonerende nedbørsverdier) basert på minst 10 sesonger med data, er vist i Figur 3-5.



Figur 3-5 Kartutsnitt fra seNorge som viser døgnedbør med 5 års gjentaksintervall. Lokasjon av planområdet og meteorologiske målestasjoner i området (med stasjonsdata hentet fra Norsk Klimaservicesenter) er markert.

Både nærhet, serielengde og oppdaterte målinger, er viktig i bruk av nedbørsdata. Målestasjon Bodø – Skivika (stasjonsnr. 82310) er den eneste aktive målestasjonen. De øvrige målestasjonene har kun data frem til 1987. Det er derfor valgt å benytte nedbørsdata fra stasjon Bodø – Skivika. Videre viser kart over døgnnedbør med 5-års gjentaksintervall (se Figur 3-5), hentet fra karttjenesten seNorge, at stasjonen ligger i samme nedbørsintervall som Vestmarka Næringsområde. Den ligger i tillegg nærme kysten. De to stedene har derfor trolig noenlunde sammenfallende ekstremnedbørstatistikk.

### 3.3. Beregning av 200-årsflom

For beregning av 200-årsflom, er følgende metoder benyttet:

- Flomfrekvensanalyse på observerte data
- Nasjonalt formelverk for små nedslagsfelt (NIFS-formel)
- Den rasjonale formel
- Hydrologisk flommodell – PQRout

Det henvises til NVEs *Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt (7/2015)* for utdypende beskrivelse av metodene. For mer detaljert informasjon om beregningsgrunnlag bak resultater av flomberegningene, vises det til regnearket i Vedlegg 2.

#### 3.3.1. Flomfrekvensanalyse

Flomfrekvensanalysen utføres på vannføringsdata fra de utvalgte målestasjonene beskrevet i kapittel 3.2.1. Fra flomfrekvensanalysen estimeres middelflom og vekstkurve for målestasjonene. Middelflom ( $Q_M$ ) referer til gjennomsnittet av den største vannføringen hvert år, mens vekstkurven ( $Q_T/Q_M$ ) er forholdet mellom middelflom og en flom med et vilkårlig gjentaksintervall T.

Døgnverdi for middelflom og vekstkurve for 200-årsflom, er hentet fra NVEs database Hydra II ved bruk av programmet Ekstremver dianalyse. Analysen er gjort for års-verdier, da det er forventet at flomvannføringer som følge av nedbør kan opptre over hele året i slike små felt. Middelflommen skaleres med hensyn til areal, slik at en får en spesifikk middelflom ( $q_M$ ) som kan benyttes for de aktuelle feltene. Parameterfordelingen som er brukt til å finne vekstkurven ( $Q_{200}/Q_M$ ), er valgt i henhold til anbefalinger i NVEs veileder. For målestasjonene som har mer enn 50 år med data, er det benyttet en tre-parameterfordeling (GEV med L-moment). For målestasjonen som har mindre enn 50 år med data, er det benyttet en to-parameterfordeling (Gumbel med L-moment). Endelige verdier er funnet ved å vekte estimatene fra de utvalgte målestasjonene – se Tabell 3-3. Det er valgt å benytte det samme vektete gjennomsnittet for alle de aktuelle nedbørfeltene.

Tabell 3-3 Flomfrekvensanalyse på utvalgte målestasjoner (døgnverdier), og vektet snitt som benyttes i videre beregning.

Referansefelt	Middelflom [l/s·km <sup>2</sup> ]	Q200/QM [-]	200-årsflom [l/s·km <sup>2</sup> ]	Vekting
177.4 Sneisvatn	690	1.588	1096	10%
178.1 Langvatn	442	2.100	929	40%
185.1 Gåslandvatn	255	2.182	557	0%
172.7 Leirpoldvatn	867	2.486	2156	50%
<b>Vektet snitt:</b>	680	2.242	1559	-

For å finne kulminasjonsverdi, som er den reelle toppverdien av en flomhendelse, må det beregnes forholdstall mellom døgn- og kulminasjonsverdi. I NVEs veileder er det gitt regresjonsligninger for forholdet  $Q_{mom}/Q_{døgn}$  for vår- og høstsesong, som benytter feltparameterne feltareal og effektiv sjøprosent. Det er valgt å benytte det største beregnede forholdstallet.

Beregnete forholdstall og estimert kulminasjonsverdi for 200-årsflom med flomfrekvensanalyse er gitt i Tabell 3-4.

Tabell 3-4 Beregnede forholdstall mellom døgn- og kulminasjonsverdier, og beregnet kulminasjonsverdi ved bruk av flomfrekvensanalyse.

Felt	$Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}} [-]$			Middelflom [m <sup>3</sup> /s]	200-årsflom [m <sup>3</sup> /s]
	vår	høst	valgt		
Litleelva	1.565	1.985	1.985	3.29	7.38
Selneselva v/ samløp	1.379	1.610	1.610	6.07	13.62
Selneselva v/ sjø	1.419	1.713	1.713	9.97	22.36

### 3.3.2. Nasjonalt formelverk (NIFS formel)

Nasjonalt formelverk for små nedslagsfelt (også kalt NIFS-formel) er utarbeidet for naturlige uregulerte felt. Formelverket består av to regresjonsligninger for beregning av flom, som bruker inngangsparameterne feltareal, spesifikk middelavrenning og effektiv sjøprosent. Den første ligningen er for estimat av kulminasjon av middelflom, som generelt har usikkerhet knyttet til seg. Den andre ligningen er for vekstkurven, som ansees som svært robust for små felt (NVE, 2015).

Estimert middelflom, vekstkurveforhold og 200-årsflom med NIFS-formel er gitt i Tabell 3-5.

Tabell 3-5 Estimert av middelflom, vekstkurveforhold og 200-årsflom (kulminasjonsverdier) med NIFS-formel.

Felt	Middelflom [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{200}/Q_M$ [-]	200-årsflom [m <sup>3</sup> /s]
Litleelva	3.14	2.57	8.06
Selneselva v/ samløp	4.92	2.66	13.08
Selneselva v/ sjø	8.23	2.60	21.39

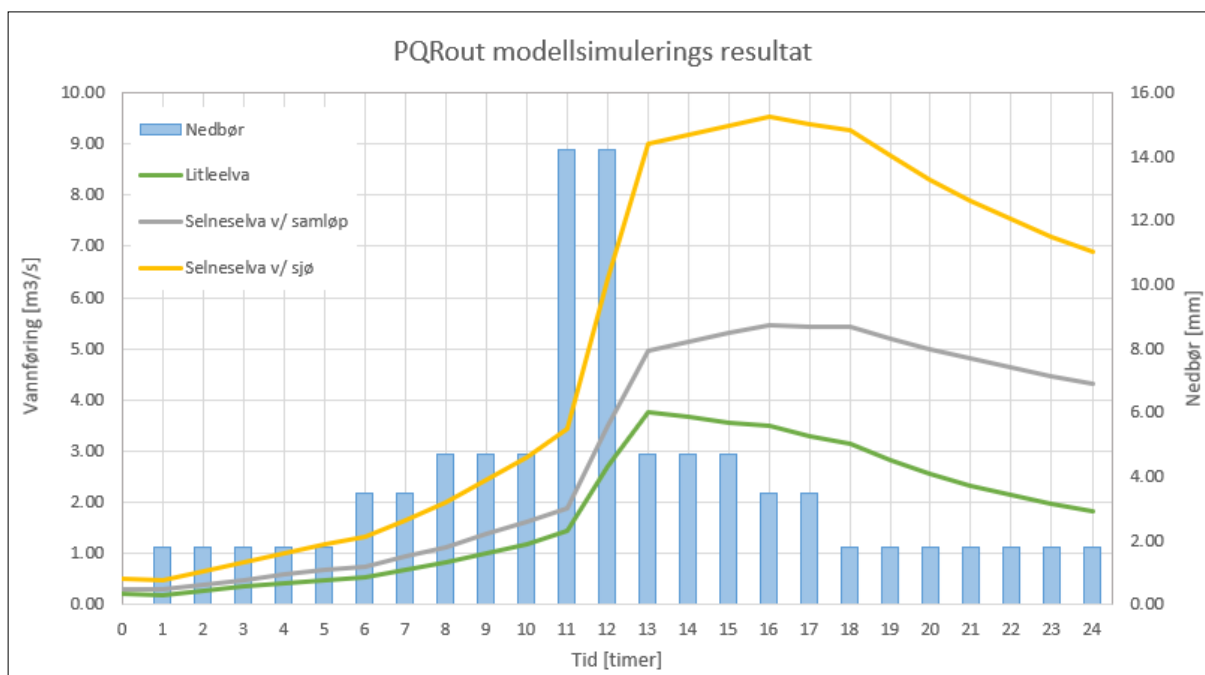
### 3.3.3. Hydrologisk flommodell (PQRout)

PQRout er en nedbør-avløpsmodell som beregner avrenning på grunnlag av nedbørdata, og ved hjelp av feltparametere for det aktuelle feltet. I disse beregningene, er det benyttet NVEs nett-versjon av modellen.

Parameterne til den hydrologiske flommodellen bør helst bestemmes ved kalibrering mot observerte vannføringer. Siden det ikke finnes måleserier i vassdraget, er modellparameterne bestemt ut fra ligninger gitt i NVEs veileder. Disse bruker inngangsparameterne relieff forhold (beregnet fra høydeforskjell og feltlengde), og effektiv sjøprosent. Nedre tømmekonstant (K2) er korrigert på grunn av lav verdi (K2 er satt til 0.5·K1).

Nedbørforløp konstrueres med utgangspunkt i IVF-data for nedbørmålestasjon Bodø – Skivika (se kapittel 3.2.2). Forløpet er konstruert etter anbefalinger gitt i NVEs veileder; varighet på 24 timer (anbefales for felt < 10-20 km<sup>2</sup>), en symmetrisk fordeling omkring høyeste nedbørintensitet (anbefalt for varigheter ≤ 2 døgn) og tidsskritt på en time (anbefales for felt > 2 km<sup>2</sup>). Det er videre tatt utgangspunkt i nedbørsforløpet som gir størst kulminasjonsvannføring.

Konstruert nedbørforløp og estimert flomforløp for 200-årsflom, er vist i Figur 3-6. Beregningene gir en raskere og spissere topp for Litleelva, noe som reflekterer at den har feltegenskaper som gir en raskere reaksjon på nedbør, enn de andre feltene. Flomtoppen for Selneselva, både ved samløp og ved utløp i sjø, opptrer rundt 3 timer senere enn flomtoppen til Litleelva, og er noe slakere.



Figur 3-6 Konstruert nedbørforløp og beregnet flomvannføring med PQRout ved 200-årsflom.

### 3.3.4. Rasjonale formel

Den rasjonale formel består av en ligning som beregner flomvannføring som en direkte funksjon av avrenningsfaktor og regnintensitet. I NVEs veileder, anbefales det å benytte metoden for felt som er mindre enn 5 km<sup>2</sup>, og med liten flomdemping. Selneselvas felt ved utløp i sjø er noe større enn dette, men det er likevel valgt å benytte metoden for å få et overslag i tillegg til de andre metodene.

Avrenningsfaktorer (C) er valgt basert på anbefalte verdier i NVEs veileder, og endelig verdi er arealvektet gjennomsnitt. Det er videre lagt til en økning på 30%, for å ta høyde for økt metningsgrad i bakken, i henhold til anbefaling for 200-årsflom. Regnintensitet (I) er hentet fra IVF-data for nedbørmålestasjon Bodø – Skivika (se kapittel 3.2.2), hvor varigheten på regnet er satt til konsentrasjonstiden til feltene.

Feltenes konsentrasjonstid ( $T_C$ ) kan beregnes med formler gitt i NVEs veileder, som bruker inngangsparameterne høydeforskjell, feltlengde og effektiv sjøprosent. Det er en ligning for urbane felt, og en for naturlige felt. De aktuelle feltene består i hovedsak av skog, men har også en betydelig andel snaufjell og myr og til dels urbane områder, noe som gir raskere avrenning. Det er derfor valgt å benytte en konsentrasjonstid som er noe mindre enn det som er gitt fra formelen for naturlige felt.

Benyttet konsentrasjonstid, avrenningskonstant og regnintensitet til beregning av 200-årsflom, samt beregnet vannføring med den rasjonale formel, er vist i Tabell 3-6.

Tabell 3-6 Benyttede verdier og beregnet 200-årsflom med den rasjonale formel.

Felt	Konsentrasjonstid [min]	C-verdi (+30%) [-]	Regnintensitet [l/s·ha]	200-årsflom [m <sup>3</sup> /s]
Litleelva	60	0.50	57.8	7.00
Selneselva v/ samløp	90	0.50	46.7	12.91
Selneselva v/ sjø	90	0.52	46.7	20.69



### 3.3.5. Endelig estimat

Beregnet flomvannføring med alle metoder, er vist i Tabell 3-7. Med unntak av estimatet gitt av PQRout, er det relativt lite avvik mellom verdiene. Felles for metodene, er at spesifikk flomverdi ( $l/s \cdot km^2$ ) for Litleelva er høyere enn for de andre feltene. Dette reflekterer at Litleelva har et nedbørfelt som har lavere selvregulering/flomdemping (ref. kapittel 3.1.2).

Det er valgt å ikke benytte estimatet gitt av PQRout, da denne mest sannsynlig gir et for lavt estimat av 200-års flomvannføringen. Dette stemmer overens med generelle erfaringer med metoden; den har en tendens til å underestimere flomvannføring i mindre felt (Stenius og Glad, 2015). Den benytter i tillegg nedbørdata fra en stasjon som er langt unna det aktuelle vassdraget, hvor lokalklimaet kan være betydelig annerledes, og det er mulig at ekstremnedbørverdiene fra stasjonen er for lav. Dette reflekteres også i estimatet fra den rasjonale formel. Selv med en nokså kort varighet/konsentrasjonstid (i forhold til estimat fra regresjonsligninger), gir den rasjonale formel et lavere estimat enn flomfrekvensanalyse og NIFS-formel. De aktuelle feltene (spesielt Selneselva ved utløp i sjø), er i tillegg noe større enn hva som anbefales for bruk av denne metoden. Det er derfor valgt å ikke benytte estimatet gitt av den rasjonale formel i endelig estimat.

Av de øvrige metodene, er det ikke grunnlag for å velge en fremfor noen andre, da begge har usikkerhet knyttet til seg. Estimat med flomfrekvensanalyse, er basert på data fra målestasjoner som har noe ulike feltegenskaper sammenlignet med de aktuelle feltene, og flomdataene har kun middels kvalitet på flom. NIFS-formel er kun basert på regresjonsligninger, hvor spesielt estimat av middelflom har usikkerhet knyttet til seg.

Med bakgrunn i dette er det valgt å benytte gjennomsnittet av flomvannføring beregnet med flomfrekvensanalyse og NIFS-formelverk til endelig estimat av 200-årsflom.

Tabell 3-7 Beregnede flomverdier fra alle metoder, og endelig estimat av 200-årsflom (ikke inkludert klimapåslag og økning grunnet utbygging).

Felt	Litleelva		Selneselva v/ samløp		Selneselva v/ sjø	
	[ $l/s \cdot km^2$ ]	[ $m^3/s$ ]	[ $l/s \cdot km^2$ ]	[ $m^3/s$ ]	[ $l/s \cdot km^2$ ]	[ $m^3/s$ ]
Flomfrekvensanalyse	3024	7.4	2453	13.6	2609	22.4
NIFS-formelverk	3301	8.1	2356	13.1	2496	21.4
<i>Rasjonale formel</i>	<i>2870</i>	<i>7.0</i>	<i>2326</i>	<i>12.9</i>	<i>2414</i>	<i>20.7</i>
<i>PQRout</i>	<i>1542</i>	<i>3.8</i>	<i>981</i>	<i>5.4</i>	<i>1111</i>	<i>9.5</i>
<b>Endelig estimat</b>	<b>3163</b>	<b>7.7</b>	<b>2405</b>	<b>13.3</b>	<b>2552</b>	<b>21.9</b>

### 3.4. Dimensjonerende 200-årsflom

Dimensjonerende 200-årsflom er den verdien som tar hensyn til fremtidige klimaendringer, samt endringer i avrenningsforhold som følge av utbyggingen. Det er her sett på disse elementene, og gitt dimensjonerende 200-års flomvannføring.

#### 3.4.1. Klimapåslag

Økt regnintensitet som følge av klimaendringer vil føre til større flommer i små vassdrag over hele landet. I NVEs rapport *Klimaendring og framtidige flommer i Norge* (81/2016) er det anbefalt å benytte et klimapåslag på minst 20% for alle nedslagsfelt med areal mindre enn 100  $km^2$ . Generelt vil økt regnintensitet som følge av klimaendringer få større effekt i vassdrag som reagerer raskt på nedbør.

Norsk Klimaservicesenter gir også anbefalinger til klimapåslag. I Klimaprofil for Nordland står det at en kan forventete minst 20% økning i flomvannføring i mindre elver og bekker, og det er anbefalt at det benyttes et klimapåslag på minst 40% for regnskyll som er kortere enn 3 timer. Det er gitt oppdaterte

tall i rapporten *Klimapåslag for korttidsnedbør* (5/2019), som gir anbefalinger i forhold til gjentakintervallet og varigheten på regnet, og om området klassifiseres som tørt eller nedbørrikt. Basert på nedbørdata fra Bodø – Skivika, klassifiseres området som tørt («lav M5»). For gjentakintervall større enn 50 år, og varighet rundt 2 timer, anbefales da et klimapåslag på 40% i rapporten.

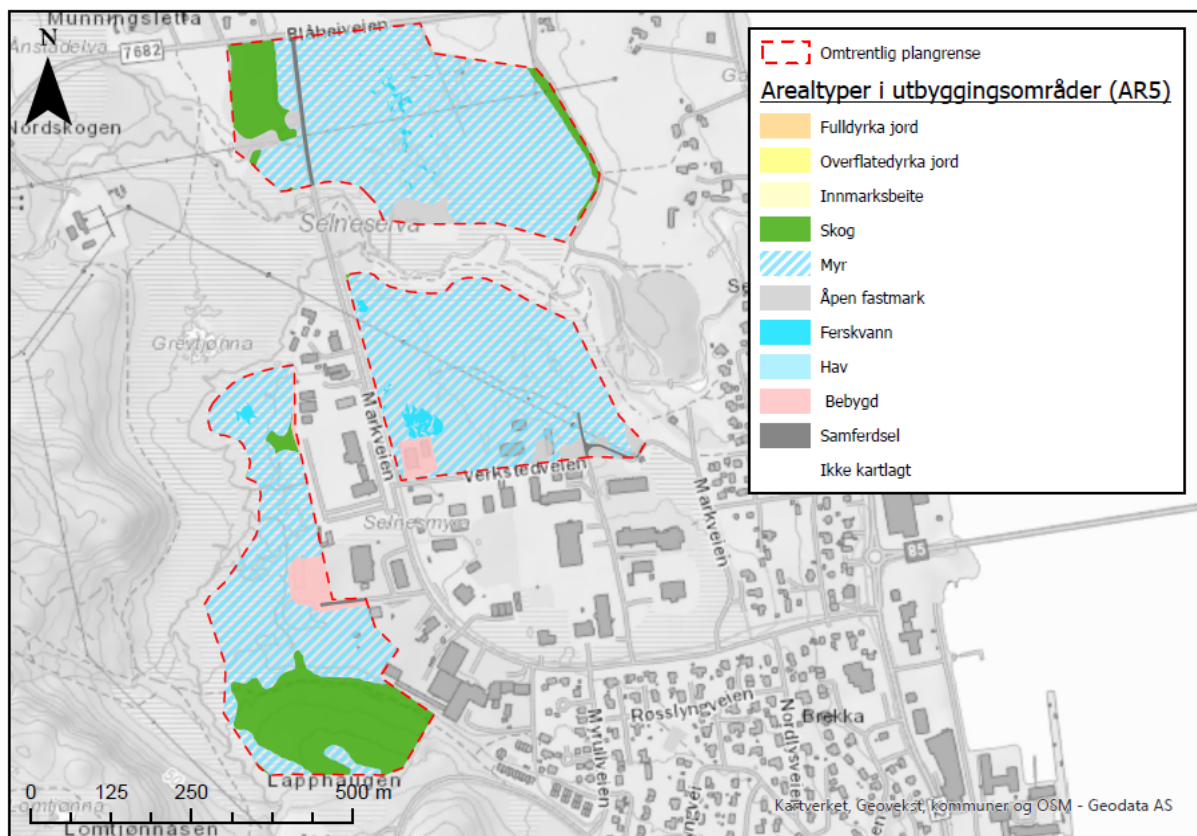
De aktuelle feltene, har egenskaper som indikerer at de vil reagere raskt på nedbør (lite areal, bratt og nokså stor andel myr og snaufjell), men de har også en betydelig andel innsjøareal og skog. Det er videre forventet at de største vannføringene vil opptre for regnskyll med varighet på rundt 1-2 timer (se kapittel 3.3.4).

Med bakgrunn i de overnevnte anbefalingene, og feltegenskapene til elven(e), er det følgelig valgt å benytte klimapåslag på **40%**.

### 3.4.2. Økning i flomvannføring grunnet utbygging

Utbyggingsområdene består i dag av skog og myr, men etter utbygging vil de hovedsakelig bestå av tette overflater (tak, asfalterte vegger og parkeringsplasser). Etablering av tette overflater fører til at mindre vann infiltreres i bakken, og at vannet føres raskere til bekken over de tette overflatene (og eventuelt gjennom rør). Altså vil overvannsmengden fra utbyggingsområdene øke, noe som kan føre til økt flomvannføring i Selneselva og Litleelva.

Økningen i flomvannføring er her estimert med endring i avrenningsfaktor, som er arealvektet gjennomsnitt for hele feltet. Plan for overvannshåndtering og arealutnyttelse er ikke fastsatt, og det er derfor gjort konservative antagelser i beregningene. Det er antatt alt overvann føres til Selneselva og Litleelva, og at områdene får en nokså høy avrenningskoeffisient på 0,8 etter utbygging. Dagens areal typer i utbyggingsområdene er kartlagt ved bruk av NIBIOs arealressurskart (AR5) – se Figur 3-7. Noen av arealene er allerede delvis omformet som følge av pågående inngrep, men det er konservativt valgt å se bort i fra dette.



Figur 3-7 Kartsnitt som viser dagens areal typer i utbyggingsområdene, basert på informasjon i AR5.

Dagens og forventet fremtidig arealutnyttelse i utbyggingsområdene, inndelt etter nedbørfelt, er gitt i Tabell 3-8. Grunnlag og estimert avrenningsfaktor for situasjon før og etter utbygging, er gitt i henholdsvis Tabell 3-9 og Tabell 3-10. Fordeling av areal typer i nedbørfeltene (før utbygging) er generert i overfalte modellen SCALGO, som også benytter NIBIOs arealressurskart (AR5 supplert med AR50).

Tabell 3-8 Dagens (FØR) og forventet fremtidig (ETTER) arealutnyttelse i utbyggingsområdene, inndelt i henhold til nedbørfelt.

Arealtype	Arealutnyttelse i utbyggingsområder [ha]					
	Litleelva		Selneselva v/ samløp		Selneselva v/ sjø	
	FØR	ETTER	FØR	ETTER	FØR	ETTER
Skog	3.8	0	1.2	0	5.2	0
Dyrket mark	0.0	0	0.0	0	0.0	0
Myr og ferskvann	6.9	0	0.8	0	27.6	0
Åpen fastmark	0.0	0	0.3	0	0.9	0
Urban - industriområde	0.7	11.4	0.0	2.3	1.1	34.8
<b>Totalt</b>	<b>11.4</b>	<b>11.4</b>	<b>2.3</b>	<b>2.3</b>	<b>34.8</b>	<b>34.8</b>

Tabell 3-9 Beregning av avrenningsfaktor for situasjon før utbygging.

Arealtype	C-faktor [-]	Areal [ha]		
		Litleelva	Selneselva v/ samløp	Selneselva v/ sjø
Skog	0.30	161.7	302.3	468.2
Dyrket mark	0.40	0.0	32.7	35.4
Myr og ferskvann	0.60	37.3	95.6	159.8
Åpen fastmark	0.40	34.2	120.2	161.5
Urban - industriområde	0.80	10.8	4.2	32.1
Totalt		244.0	555.1	856.9
<b>Avrenningsfaktor før utbygging [-]</b>		<b>0.38</b>	<b>0.38</b>	<b>0.40</b>

Tabell 3-10 Beregning av avrenningsfaktor for situasjon etter utbygging.

Arealtype	C-faktor [-]	Areal [ha]		
		Litleelva	Selneselva v/ samløp	Selneselva v/ sjø
Skog	0.30	157.9	301.1	463.0
Dyrket mark	0.40	0.0	32.7	35.4
Myr og ferskvann	0.60	30.3	94.8	132.3
Åpen fastmark	0.40	34.2	119.9	160.5
Urban - industriområde	0.80	21.5	6.5	65.8
Totalt		244.0	555.1	856.9
<b>Avrenningsfaktor etter utbygging [-]</b>		<b>0.40</b>	<b>0.38</b>	<b>0.41</b>

Estimert økning i avrenning grunnet utbygging, basert på endring i avrenningsfaktor, er gitt i Tabell 3-10. Generelt er endringen liten, da arealet til utbyggingsområdene er små i forhold til størrelsen på de totale feltene. I tillegg erstatter utbyggingsområdene hovedsakelig myr, som har en nokså høy avrenningsfaktor siden grunnen i stor grad vil være mettet under en flomsituasjon. Endringen er størst for Litleelva, da den største relative endringen opptrer her.

Tabell 3-11 Estimert økning i avrenning, basert på endring i avrenningsfaktor for situasjon før og etter utbygging.

Felt	Litleelva	Selneselva v/ samløp	Selneselva v/ sjø
Økning grunnet utbygging [%]	3.5	0.4	2.5

### 3.4.3. Dimensjonerende flomvannføring

En oppsummering av verdier som benyttes og endelig estimat av dimensjonerende flomvannføring er gitt i Tabell 3-12.

Tabell 3-12 Dimensjonerende flomvannføring ved 200-årsflom, inkludert klimapåslag og økning grunnet utbygging.

Felt	Litleelva	Selneselva v/ samløp	Selneselva v/ sjø
Estimert 200-årsflom [m <sup>3</sup> /s]	7.7	13.3	21.9
Klimapåslag [%]	40		
Økning grunnet utbygging [%]	3.5	0.4	2.5
<b>Dimensjonerende flomvannføring [m<sup>3</sup>/s]</b>	<b>11.2</b>	<b>18.8</b>	<b>31.4</b>

## 4. VANNLINJEBEREGNING

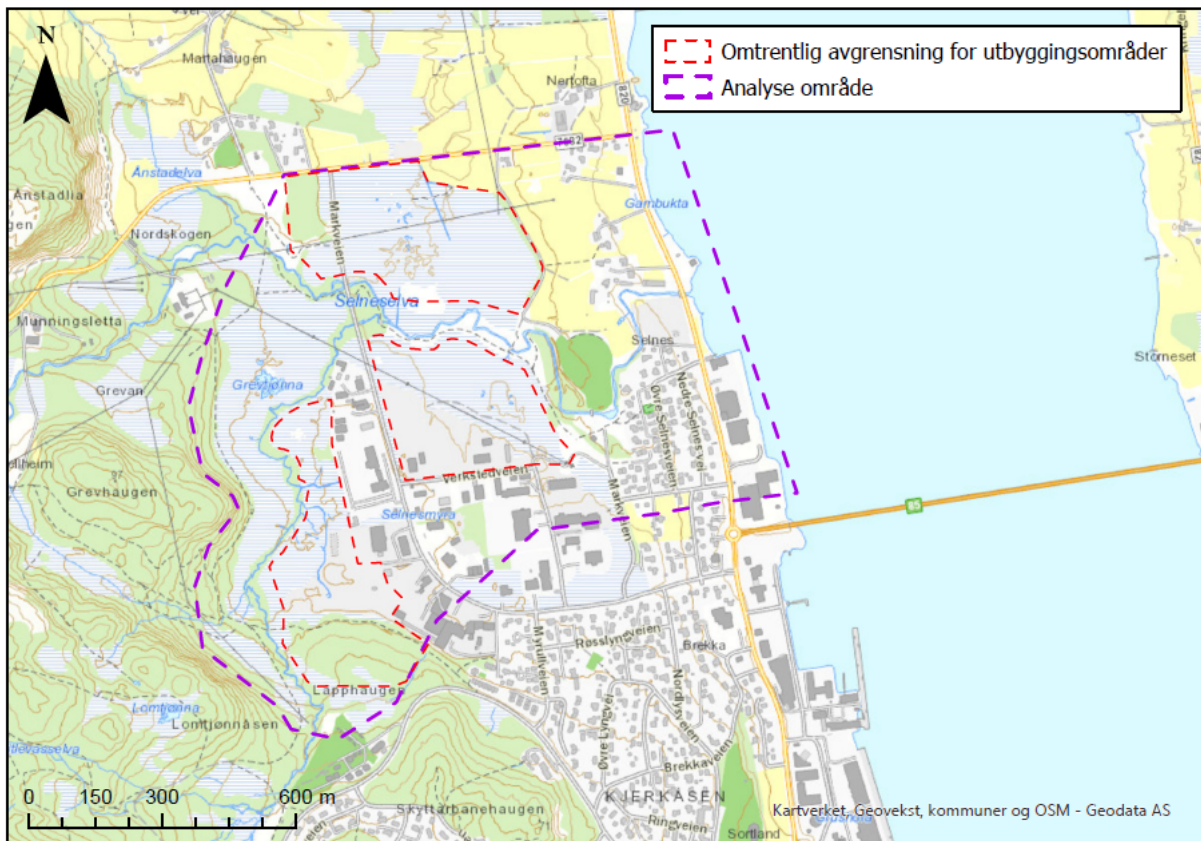
Det er benyttet en todimensjonal hydraulisk modell i programmet HEC-RAS 5.0.7 for å simulere dimensjonerende 200-årsflom i Litleelva og Selneselva ved Vestmarka næringsområde. Simuleringen er kun gjort for dagens terrengsituasjon. Oppsett av den hydrauliske modellen er først omtalt, så dens resultater. Det er også gjort en sensitivitetsanalyse, for vurdering av usikkerhet.

### 4.1. Oppsett av todimensjonal hydraulisk modell

#### 4.1.1. Analyseområde

Innløpene i modellen (Selneselva og Litleelva) er plassert et stykke oppstrøms utbyggingsområdene, slik at korrekt strømningsforhold blir modellert ved selve utbyggingsområdene. Utløpet i modellen er plassert i sjøen, slik at strømningsforhold ut fra næringsområdet blir modellert.

Det todimensjonale strømningsområdet er romslig avgrenset mellom innløpene og utløpet, slik at eventuell strømming utenfor elveløpene blir modellert. Kartutsnitt som viser analyseområdet er gitt i Figur 4-1.



Figur 4-1 Kartutsnitt som viser avgrensning av analyseområde for vannlinjeberegning.

#### 4.1.2. Terrengmodell

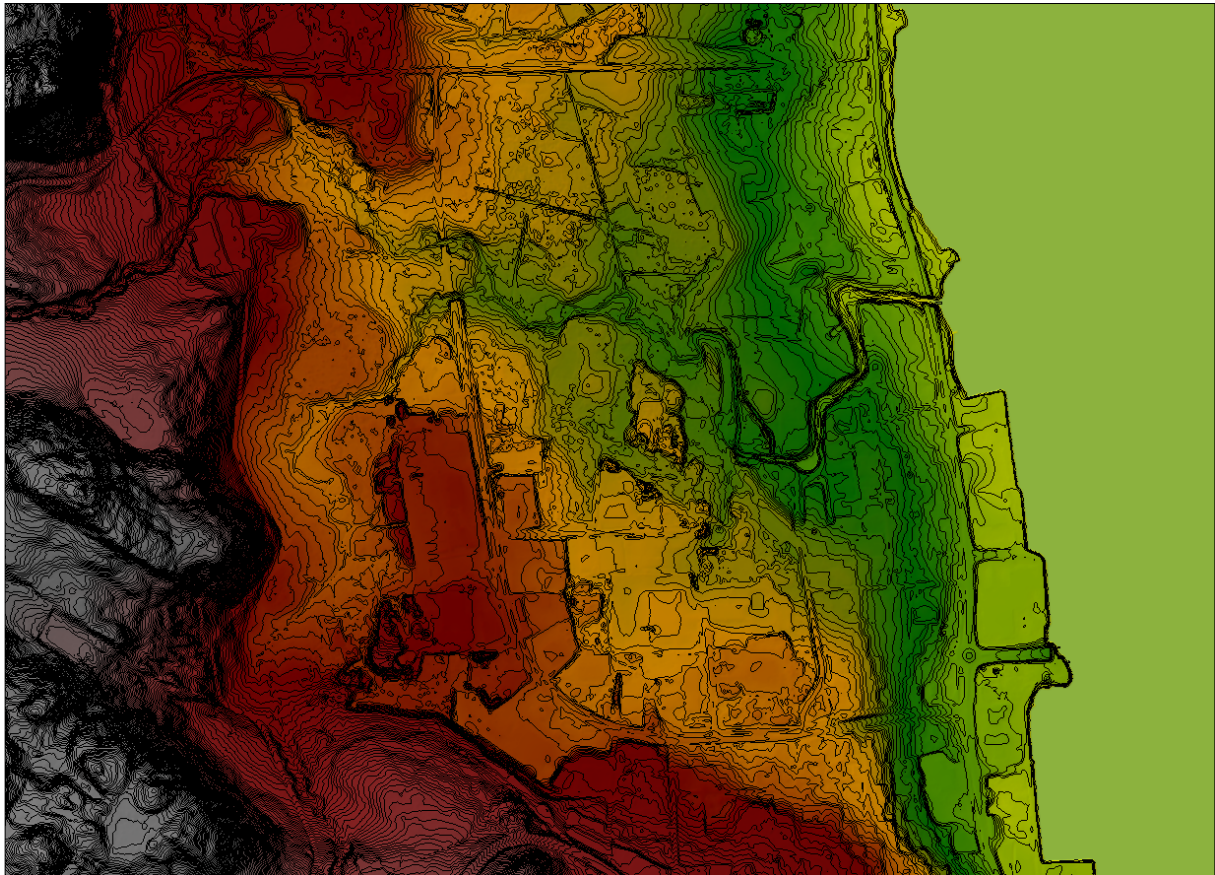
Det er satt opp en terrengmodell, som er hovedgrunnlaget for vannlinjeberegningen – se Figur 4-2.

Terrengmodellen er primært basert på laserskanning av området foretatt i 2017 (prosjekt NDH Vesterålen vest 2 pkt. 2017), da dette er de mest oppdaterte laserdataene for området. Laserdata kan ha unøyaktige høyder for terreng under tett vegetasjon. Terrengmodellen er derfor supplert med

laserdata fra 2014 (prosjekt Sortland 2014), der disse gir mer nøyaktige data for elvebunn. Laserdataene som er benyttet i modellen er lastet ned fra Kartverkets forvaltningsløsning Høydedata.

Det er også foretatt mindre manuelle redigeringer. Der det er tydelig at vegetasjon har hindret at elvebunnen har blitt skannet, er elvebunnen estimert basert på interpolering mellom tverrsnitt. Den automatiske fjerningen av brodekker i laserdataene fra Høydedata er også ofte unøyaktig, og det er derfor gjort redigeringer for å få korrekt innsnevring av elveløp ved broer.

I terrengmodellen er elvene «åpnet» opp ved kulvertene under Markveien. Bakgrunnen for dette er at det er kjent at kulvertene har for dårlig kapasitet, og skal byttes ut i forbindelse med prosjektet.



Figur 4-2 Terrengmodell som er benyttet i vannlinjeberegningen.

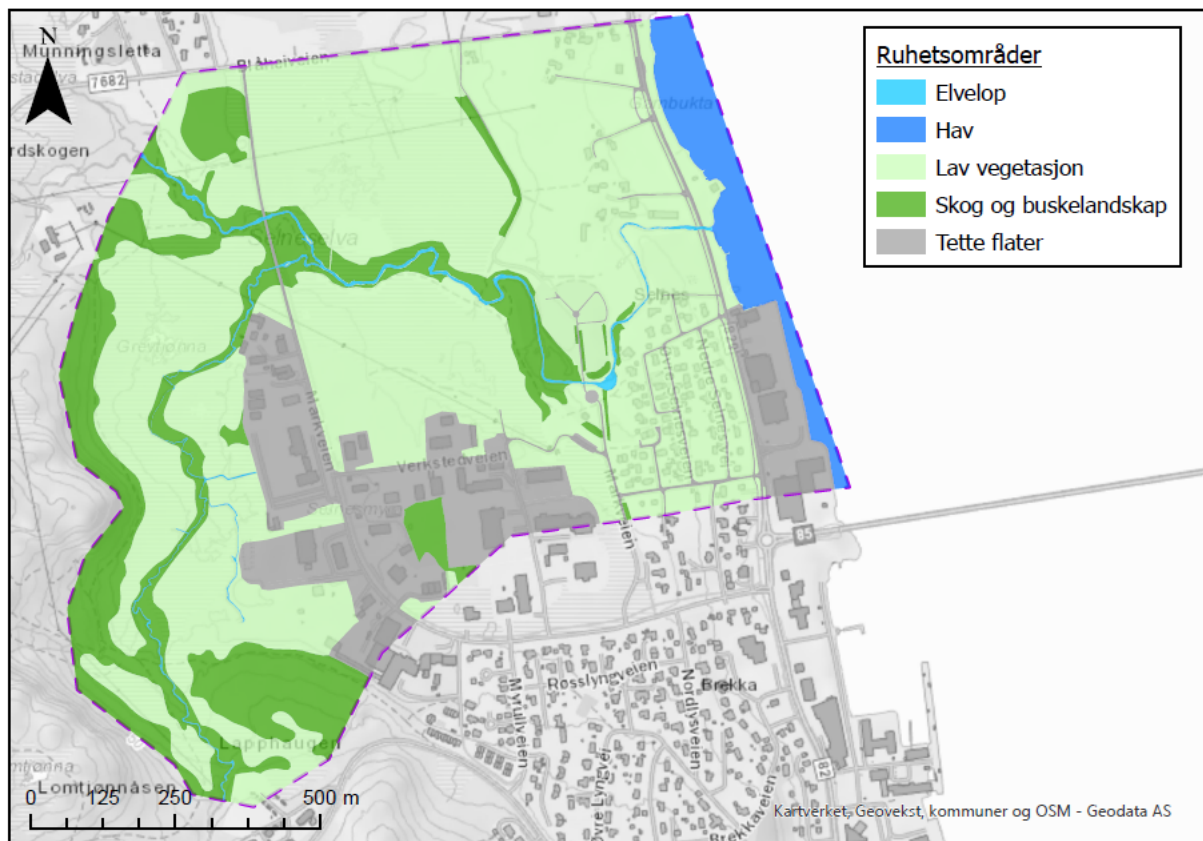
#### 4.1.3. Friksjonsforhold

Vannets hastighet påvirkes av friksjonsforhold, det vil si ruheten til overflaten det strømmer over. Dette varierer etter type underlag, og utforming av bekkeløpet. Ruheten i modellen er gitt som Mannings tall ( $n$ ), hvor et høyt  $n$ -tall betyr høyere ruhet.

Analyseområdet er delt inn i ruhetsområder i henhold til type overflate (se Figur 4-3), basert på NIBIOs arealressurskart (AR5) og flyfoto. Benyttede ruhetsverdier i modellen er gitt i Tabell 4-1, og er basert på standardverdier i *Vassdragshåndboka* (Fergus m.fl., 2010).

Tabell 4-1 Benyttede ruhetsverdier for ulike typer overflater.

Type overflate	n	M (=1/n)
Elveløp (meandrerende, bunn av grus og stein)	0.040	25
Lav vegetasjon (myr, fastmark, plen, dyrket mark)	0.035	29
Skog- og buskelandskap	0.060	17
Tette flater (asfalt)	0.020	50



Figur 4-3 Kartutsnitt som viser inndeling av ruhetsområder i den hydrauliske modellen.

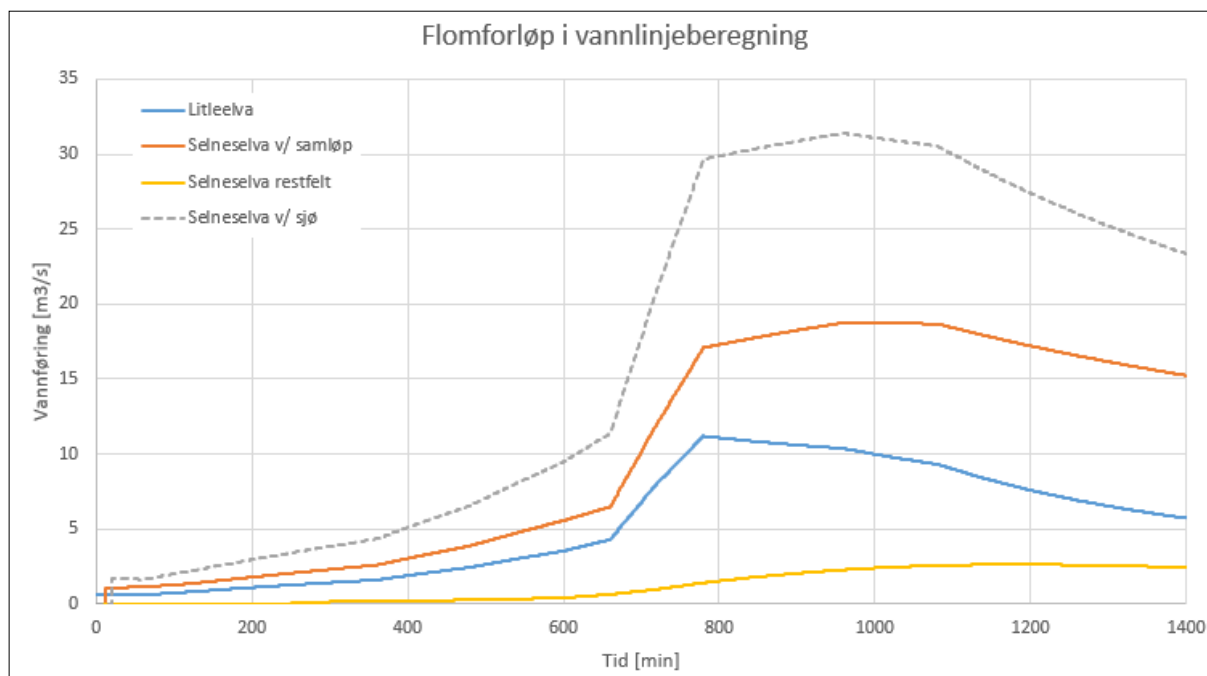
#### 4.1.4. Grensebetingelser

Det er definert to innløp i den hydrauliske modellen, ett for Selneselva og ett for Litleelva. For disse er antagelse om normalstrømning, sammen med konstruerte flomforløp, brukt som øvre grensebetingelse. Ved samløpet til Selneselva og Litleelva, er det definert en indre grensebetingelse, med et konstruert flomforløp for restvannføringen som tilsvarer differansen mellom vannføring ved , og vannføring ved utløp i sjø.

Flomforløpene er konstruert med utgangspunkt i modelleringsresultater fra PQROUT (se kapittel 3.3.3). Resultatene fra PQROUT skaleres med hensyn til endelig estimat av dimensjonerende vannføring ved 200-årsflom (se kapittel 3.4.3), slik at «formen» på forløpene beholdes, men korrekt flomstørrelse benyttes.

Det er videre lagt inn en forsinkelse i flomforløpene, slik at dimensjonerende kulminasjonsvannføring blir modellert i den nedre delen av Selneselva. Med en antatt vannhastighet på 1 m/s, vil kulminasjonsvannføringen i Litleelva nå samløpet etter 20 minutter, og kulminasjonsvannføringen i Selneselva (før samløp) etter 8 minutter.

De konstruerte flomforløpene er vist i Figur 4-4. Merk at forløp for Selneselva ved utløp i sjø ikke er gitt som en direkte grensebetingelse i den hydrauliske modellen. Forløpet tilsvarer imidlertid vannføringen som opptrer i den nedre delen av Selneselva (etter samløp med Litleelva), med de øvrige forløpene som øvre og indre grensebetingelser.



Figur 4-4 Flomforløp for 200-årsflom inkludert klimapåslag brukt i vannlinjeberegning. Forløpet for Selneselva v/sjø (stiplet linje) gis ikke direkte som input, men tilsvarer vannføringen i den nedre delen av Selneselva som opptrer med de øvrige grensebetingelsene.

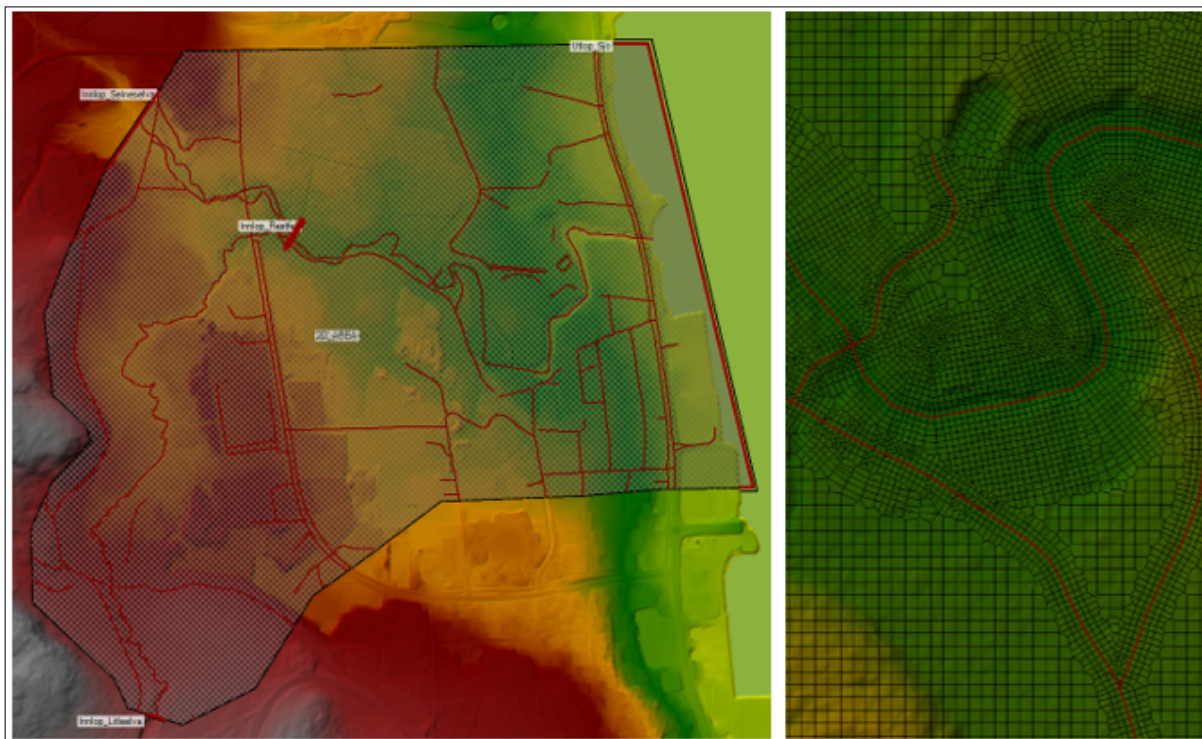
Utløpet til modellen er plassert i fjorden. Etter anbefalinger gitt i NVEs rapport *Flom og stormflo* (83/2015) og DSBs veileder *Havnivåstigning og stormflo* (2016), er havnivå ved 1-års stormflo med havnivåstigning brukt som nedre grensebetingelse for utløpet. Nivåene for Vestmarka næringsområde (ved Gambukta) er hentet fra Kartverkets tjeneste Se havnivå. Havnivå ved 1-års stormflo/høyvann er 134 cm og havnivåstigning lik øvre del av utslippsscenario RPC 8.5 i årene 2081-2100 er 74 cm (se Vedlegg 3). Det er videre avrundet til nærmeste 10 cm, i henhold til anbefaling i DSBs veileder, slik at endelig benyttet havnivå er 210 cm.

#### 4.1.5. Struktur på strømningsområdet

Avstand mellom beregningspunkt i det todimensjonale strømningsområdet er satt til 2 meter i sideterreng, og 1 meter i og rundt elveløpene. Elveløp og veier er satt inn som såkalte «breaklines», slik at beregningsrutene blir orientert i riktig retning, og strømmingen blir mer nøyaktig modellert.

Oppsett av strømningsområdet i HEC-RAS, og plassering av grensebetingelser, er vist i Figur 4-5.





Figur 4-5 Oppsett av strømningsområdet i HEC-RAS.

#### 4.2. Resultater fra vannlinjeberegning

Den hydrauliske modellen kjøres med grensebetingelsene beskrevet i kapittel 4.1.4, og et beregningsintervall på 1 sekund.

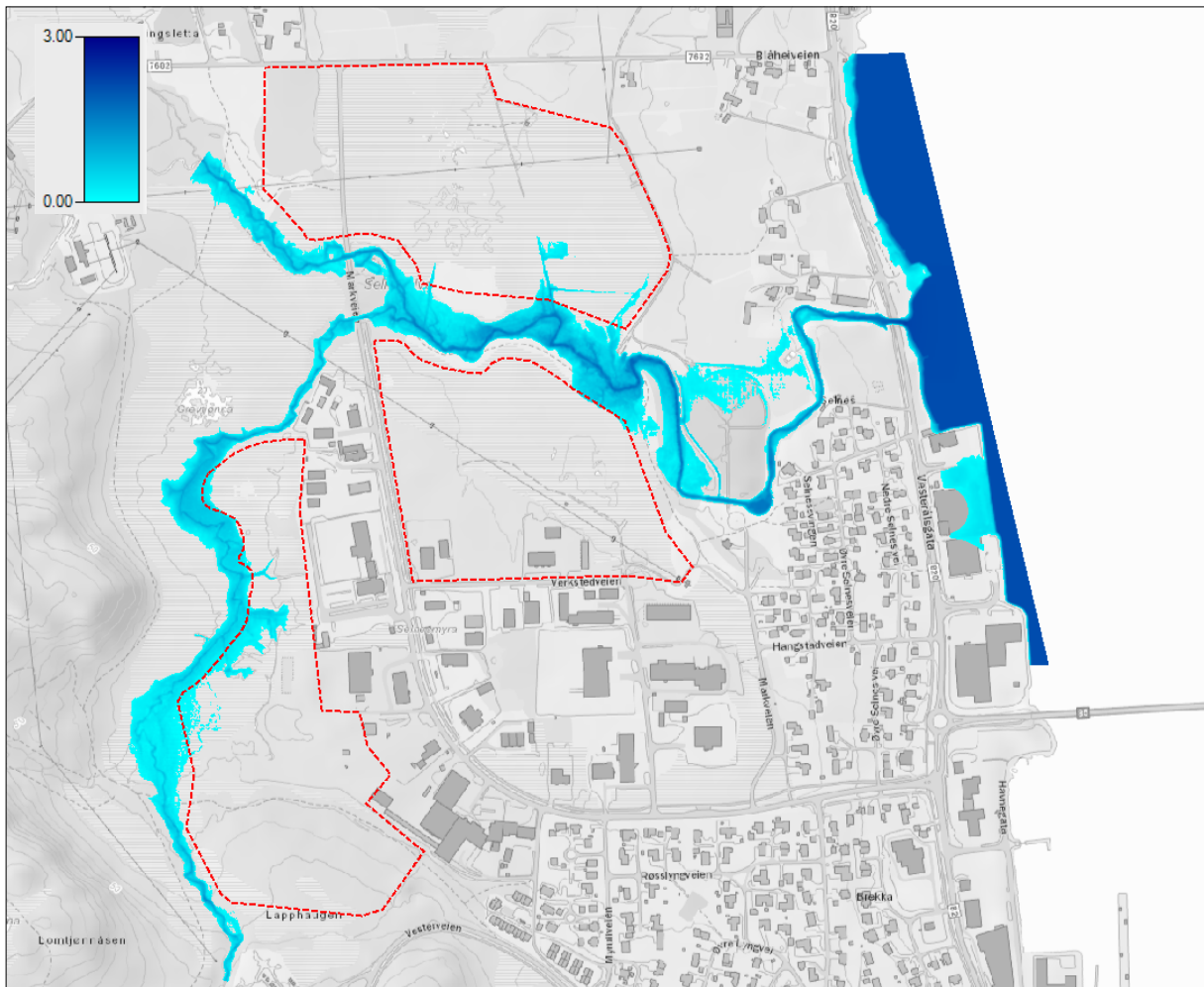
Figur 4-6 viser beregnede vanndybder og utbredelse av 200-årsflom fra vannlinjeberegningen. En kan se at flommen brer seg utover i terrenget, spesielt i de flate myrområdene. Flommen holder seg stort sett unna utbyggingsområdene, med unntak av enkelte steder. Dette er hovedsakelig der flommen brer seg utover i små bekker/grøfter. Ved Selnes kirkegård, går Selneselva over sine bredder i et lavpunkt. Flomvannet tar veien videre hovedsakelig via grøften langs kirkegården, men en betydelig andel strømmer også over selve kirkegården.

Det er tatt ut totalt 54 tverrprofiler av de modellerte elveløpene. Det er rundt 50 meters avstand mellom profilene. Profilene er inndelt i henhold til hvilken elvestrekning de tilhører; 24 stykker for Litleelva, 7 stykker for Selneselva før samløp, og 23 stykker for nedre del av Selneselva (etter samløp). Modellerte vannstander, -dybder og -hastigheter for disse profilene er gitt i henholdsvis Vedlegg 5, Vedlegg 6 og Vedlegg 7.

Tabell 4-2 angir gjennomsnittlig modellert vanndybde og vannhastighet for profilene. Variasjoner i disse verdiene, som følge av variasjoner i helning og/eller utbredelse av flom, er også estimert. Generelt opptrer de største vannhastighetene der elveløpet er bratt og/eller der utbredelsen av flommen er liten grunnet innsnevringer i terrenget. Dette gjelder spesielt i den øvre delen av elveløpet til Litleelva.

Tabell 4-2 Gjennomsnittlig modellert vanndybde og vannhastighet, samt omtrentlig variasjon i disse verdiene. For fullstendige resultater for profiler, vises det til Vedlegg 5, Vedlegg 6 og Vedlegg 7.

Resultater vannlinjeberegning	Vanndybde [m]	Hastighet [m/s]
Gjennomsnitt:	1.3	2.7
Omtrentlig variasjon ( $\pm$ )	0.8	2.4



Figur 4-6 Beregnede vanddybder og utbredelse av flom i HEC-RAS ved 200-årsflom med 40% klimapåslag. Fargeforklaring viser modellert vanddybde i meter.

### 4.3. Følsomhetsanalyse

For å kunne kalibrere en hydraulisk modell, må det finnes samtidige målinger av vannstand og vannføring. Dette finnes ikke for Selneselva og Litleelva. Uten kalibrering vil det være usikkerhet knyttet til benyttede ruheverdier i den hydrauliske modellen. Det er derfor foretatt en følsomhetsanalyse, der ruheten til modellen er økt med 25%, for å gi et tall på usikkerheten.

Resultatene fra analysen for utvalgte profiler er gitt i Vedlegg 5, Vedlegg 6 og Vedlegg 7. Gjennomsnittlig og maksimal økning i flomvannstand er gitt i Tabell 4-3. En kan se at økningen i ruhet, kun gir en liten økning flomvannstand (rundt 10 cm). Økningen i flomvannstand gir også en minimal endring i utbredelsen av flomsonen.

Tabell 4-3 Resultater fra følsomhetsanalyse, der ruheten i modellen er økt med 25%. For fullstendige resultater for profiler, vises det til Vedlegg 5, Vedlegg 6 og Vedlegg 7.

Resultater følsomhetsanalyse	Økning vannstand [m]
Gjennomsnitt:	0.07
Maksimal:	0.12

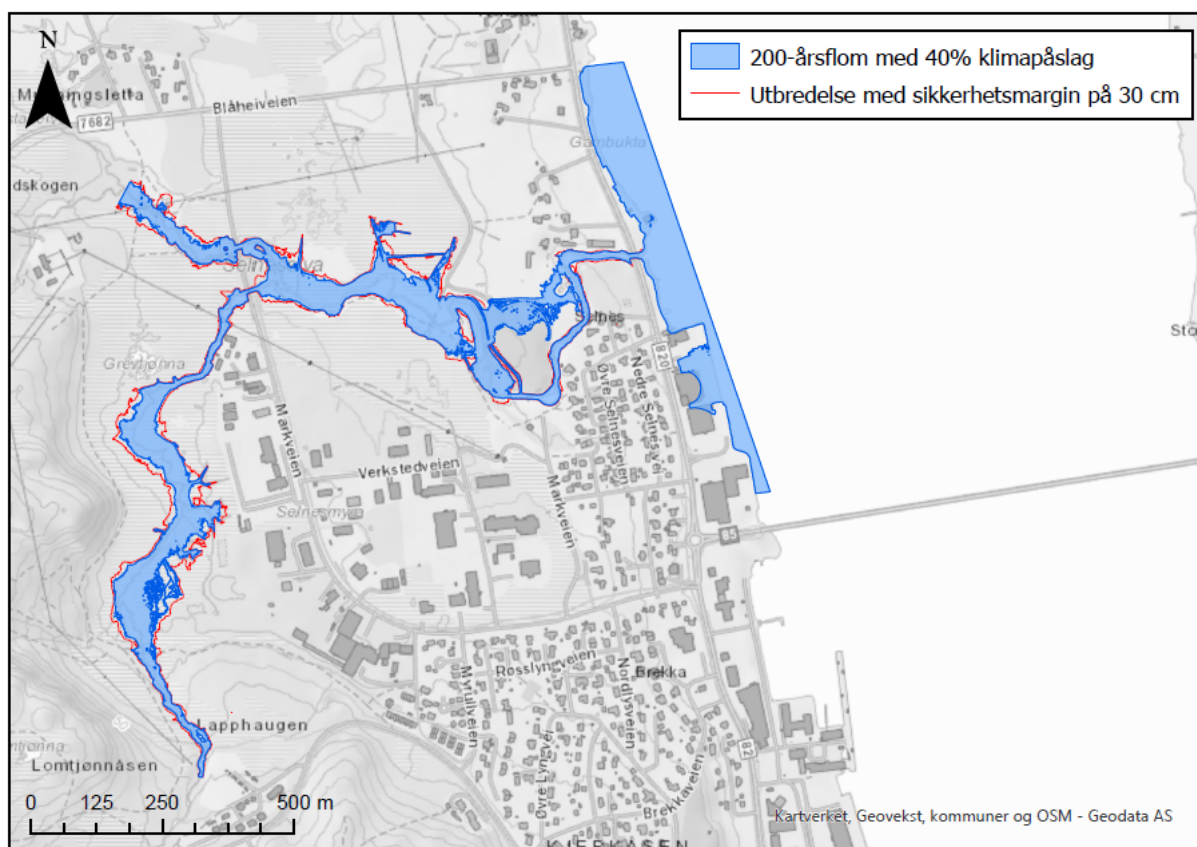
## 5. FLOMSIKKERT NIVÅ OG FLOMSONEKART

### 5.1. Sikkerhetsmargin

I vannlinjeberegninger vil det være usikkerhet knyttet til flomverdi, ruhet og terrengdata. Det er benyttet en nokså konservativt flomverdi, da det ikke er hensyntatt reguleringer i vassdraget, og usikkerheten knyttet til flomverdien ansees derfor som liten. Følsomhetsanalysen (se kapittel 4.3), viste at økt ruhet (+25 %) gir ikke gir en betydelig endring i flomvannstand (rundt 10 cm). For terrengmodellen er det kun benyttet laserdata, som kan ha unøyaktige data for terreng under tett vegetasjon. Videre er overdekninger på broer ikke lagt inn i modellen, og kulverter er åpnet da disse skal byttes ut. Slike konstruksjoner kan gi utslag i økte vannstander og/eller at vannet tar nye veier.

I NVEs retningslinje *Flaum- og skredfare i arealplanar (2/2011)* er det anbefalt å bruke en sikkerhetsmargin for vannstigning på rundt 30 til 50 cm i flomsonekart. På bakgrunn av dette, og overnevnte usikkerheter, er det valgt å benytte en sikkerhetsmargin for vannstigning på **30 cm**.

Økning i vannstand vil gi utslag i en større utbredelse av flomsone. For å estimere utbredelsen av flomsone med en sikkerhetsmargin på 30 cm, er det foretatt analyser i GIS på den genererte terrengmodellen sammen med resultater for vannstand fra vannlinjeberegningen. Utvidelsen er kun estimert for selve elveløpene, og kan inneholde usikkerheter da analysen er basert på interpoleringer. Utbredelse av flomsone inkludert sikkerhetsmargin er vist i Figur 5-1, og er også inntegnet i vedlagte flomsonekart. En kan se at endringen i utbredelsen er størst i de flate myrområdene.

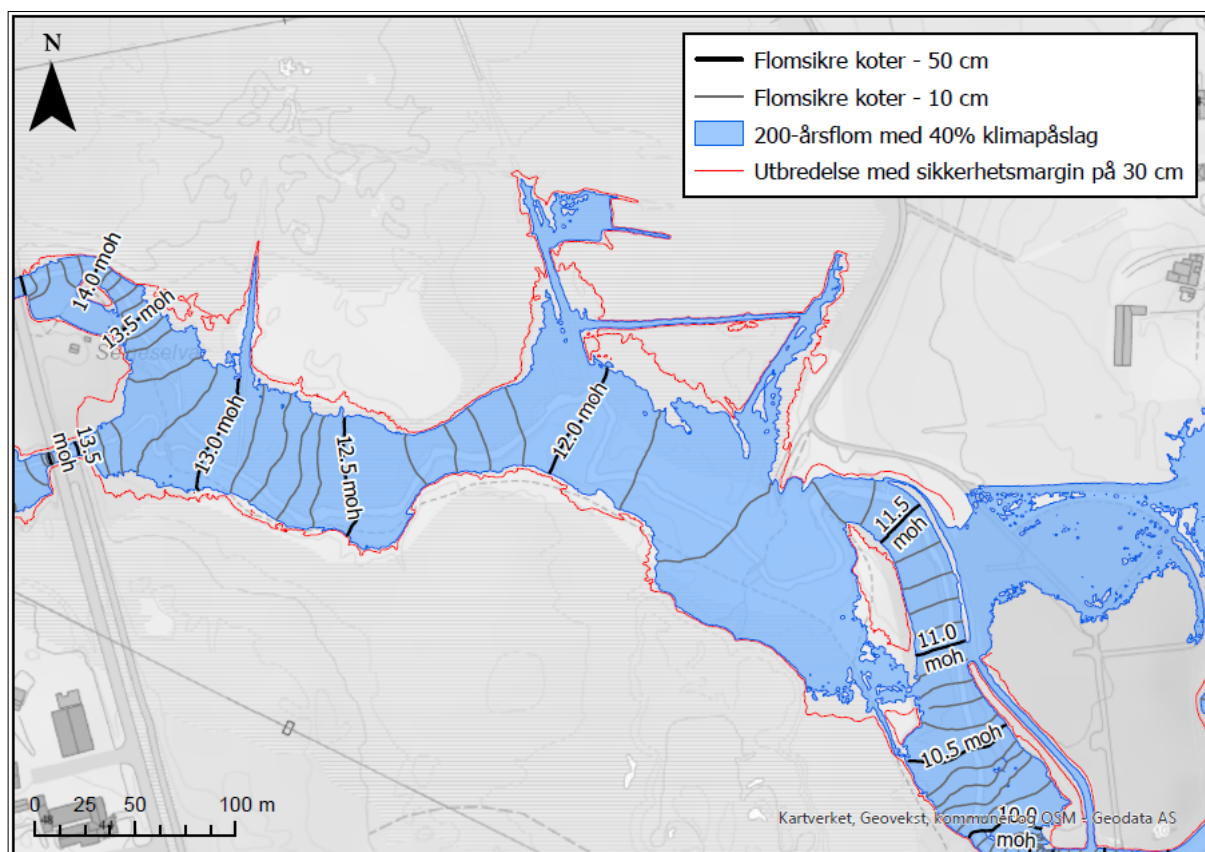


Figur 5-1 Kartutsnitt som viser flomsone for 200-årsflom med 40% klimapåslag, samt estimert utvidelse av flomsone dersom det legges på en sikkerhetsmargin på 30 cm.

## 5.2. Flomsikkert nivå

Anbefalt minimum byggehøyde (flomsikkert nivå) ved Vestmarka næringsområde er gitt av modellert vannstand ved 200-årsflom (inkludert 40% klimapåslag), pluss sikkerhetsmargin på 30 cm. Flomsikkert nivå for utvalgte profiler er gitt i Vedlegg 5, Vedlegg 6 og Vedlegg 7.

Det er også generert flomsikre koter, basert på resultatene fra vannlinjeberegningene – se Figur 5-2. Disse angir mer nøyaktig hvordan vannstanden varierer i elveløpene, og er presentert som et digitalt vedlegg.



Figur 5-2 Kartutsnitt som viser flomsikre koter (inkludert sikkerhetsmargin på 30 cm), generert i GIS basert på resultater fra vannlinjeberegning.

## 5.3. Flomsonekart

Det er utarbeidet flomsonekart i GIS, basert på resultatene av vannlinjeberegningen beskrevet i kapittel 4. I flomsonekartene er det vist modellert utbredelse av flom, samt estimert utbredelse med sikkerhetsmargin på 30 cm.

## 6. KONKLUSJON OG ANBEFALINGER

Flomsonekartleggingen for Vestmarka næringsområdet, viser at utbyggingsområdene er delvis utsatt for flom. Kartleggingen er gjort for en returperiode på 200 år, i fremtidig klima.

Ved utbygging innenfor flomsonene, må det gjennomføres flomsikringstiltak. Det må også gjøres en vurdering av behov for erosjonssikring. Utbygging innenfor flomsonene vil endre flomsituasjonen, og det anbefales å foreta en ny og oppdatert kartlegging dersom dette planlegges. Generelt anbefales det å beholde dagens flomsletter i størst mulig grad, da disse har positiv betydning for både flomsikkerhet og biologisk mangfold i området.

Kartleggingen forutsetter at eksisterende kulverter under Markeveien byttes ut. Nye kulverter må dimensjoneres slik at det ikke opptrer fare for oppstuvning, og flomvann på avveie. Det anbefales å benytte beregnede flomvannføringer som dimensjoneringsgrunnlag, og at det foretas en supplerende kartlegging for ny kulvertsituasjon.

## KILDER

---

- **Direktoratet for byggkvalitet** (2017). Byggteknisk forskrift. TEK17.
- **DSB** (2016). Havnivåstigning og stormflo. DSB-veileder.
- **Fergus, T., Hoseth K.A., Sæterbø, E.** (2010). Vassdragshåndboka. Tapir akademisk forlag.
- **Lawrence, D.** (2016). Klimaendring og framtidige flommer i Norge. NVE rapport 81/2016.
- **Norsk Klimaservicesenter** (2017). Klimaprofil Nordland.
- **Norsk Klimaservicesenter** (2019). Klimapåslag for korttidsnedbør - Anbefalte verdier for Norge.
- **NVE** (2014). Flaum- og skredfare i arealplanar. Revidert 22. mai 2014. NVE retningslinje 2/2011.
- **NVE** (2015). Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt. NVE-veileder 7/2015.
- **Stenius, S og Glad, P. A** (2015) Anbefale metoder for flomberegninger i små uregulerte felt. NVE rapport 97/2015.
- **Sweco** (2019). Teknisk plan dam Storvatnet, 2019.
- **Ryalen, P. C., Orvedal, K. (red)** (2015). Flom og stormflo. NVE rapport 83/2015.

## VEDLEGG

---

**Vedlegg 1** NEVINA rapporter.

**Vedlegg 2** Flomberegninger.

**Vedlegg 3** Stormflo og havnivåstigning, hentet fra Se havnivå.

**Vedlegg 4** Flomsonekart for hele analyseområdet.

**Vedlegg 5** Flomsonekart og resultater Litleelva

**Vedlegg 6** Flomsonekart og resultater Selneselva før samløp

**Vedlegg 7** Flomsonekart og resultater Selneselva nedre (etter samløp)

## Selneselva v/ sjø Nedbørfeltparametere

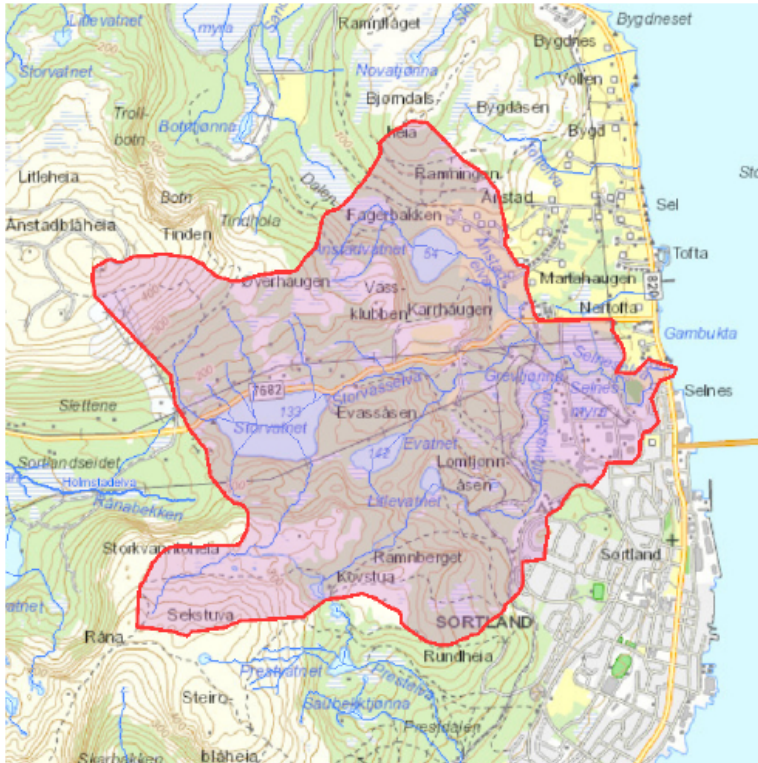
**Vassdragsnr.:** 185.25  
**Kommune.:** Sortland  
**Fylke.:** Nordland  
**Vassdrag.:** KYSTFELT

Feltparametere	
Areal (A)	8.6 km <sup>2</sup>
Effektiv sjø (A <sub>SE</sub> )	1.29 %
Elvleengde (E <sub>L</sub> )	6.2 km
Elvegradient (E <sub>G</sub> )	66.6 m/km
Elvegradient <sub>1085</sub> (E <sub>G,1085</sub> )	64.0 m/km
Helning	10.8 °
Dreneringstetthet (D <sub>T</sub> )	2.3 km <sup>-1</sup>
Feltleengde (F <sub>L</sub> )	4.2 km

Arealklasse	
Bre (A <sub>BRE</sub> )	0 %
Dyrket mark (A <sub>JORD</sub> )	5.2 %
MYR (A <sub>MYR</sub> )	9.3 %
Leire (A <sub>LEIRE</sub> )	0 %
Skog (A <sub>SKOG</sub> )	55.7 %
Sjø (A <sub>SJØ</sub> )	5.6 %
Snauffjell (A <sub>SF</sub> )	10.1 %
Urban (A <sub>U</sub> )	1.1 %
Uklassifisert areal (A <sub>REST</sub> )	13.0 %

Hypsografisk kurve	
Høyde <sub>MIN</sub>	1 m
Høyde <sub>10</sub>	27 m
Høyde <sub>20</sub>	62 m
Høyde <sub>30</sub>	92 m
Høyde <sub>40</sub>	123 m
Høyde <sub>50</sub>	144 m
Høyde <sub>60</sub>	170 m
Høyde <sub>70</sub>	201 m
Høyde <sub>80</sub>	245 m
Høyde <sub>90</sub>	313 m
Høyde <sub>MAX</sub>	502 m

Klima- /hydrologiske parametere	
Avrenning 1961-90 (Q <sub>N</sub> )	61.7 l/s*km <sup>2</sup>
Sommernedbør	445 mm
Vinternedbør	936 mm
Årstemperatur	3.7 °C
Sommertemperatur	9.1 °C
Vintertemperatur	-0.2 °C



Norges  
vassdrags- og  
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk  
 Kartdatum: EUREF89 WGS84  
 Prosjeksjon: UTM 33N  
 Beregn.punkt: 516684 E  
 7622212 N

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



## Selneselva v/ samløp

### Nedbørfeltparametere

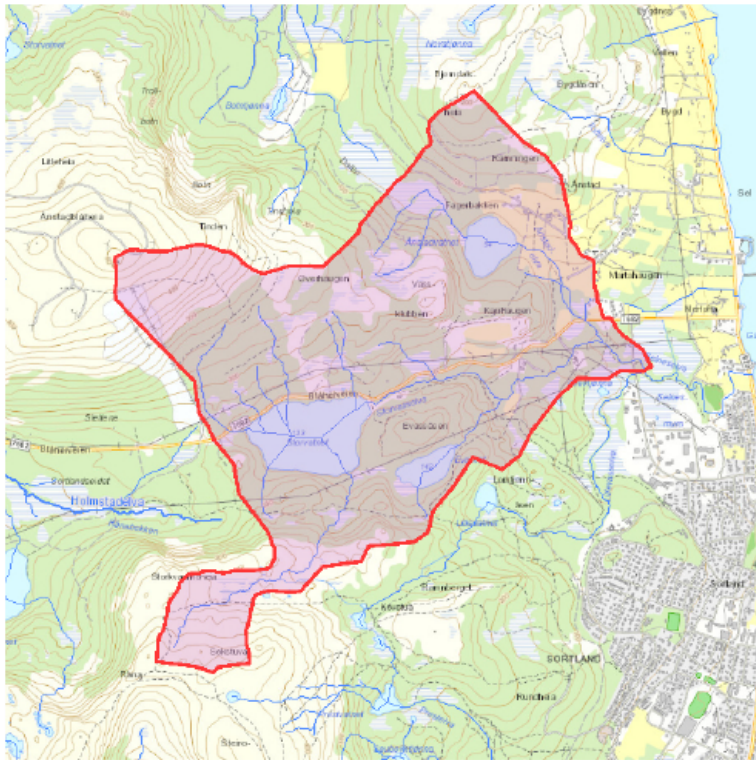
**Vassdragsnr.:** 185.25  
**Kommune.:** Sortland  
**Fylke.:** Nordland  
**Vassdrag.:** KYSTFELT

Feltparametere	
Areal (A)	5.6 km <sup>2</sup>
Effektiv sjø (A <sub>SE</sub> )	2.95 %
Elvlengde (E <sub>L</sub> )	4.9 km
Elvegradient (E <sub>G</sub> )	81.2 m/km
Elvegradient <sub>1085</sub> (E <sub>G,1085</sub> )	82.2 m/km
Helning	11.7 °
Dreneringstetthet (D <sub>T</sub> )	2.6 km <sup>-1</sup>
Feltlengde (F <sub>L</sub> )	3.6 km

Arealklasse	
Bre (A <sub>BRE</sub> )	0 %
Dyrket mark (A <sub>JORD</sub> )	7.3 %
Myr (A <sub>MYR</sub> )	7.0 %
Leire (A <sub>LEIRE</sub> )	0 %
Skog (A <sub>SKOG</sub> )	56.2 %
Sjø (A <sub>SJO</sub> )	8.0 %
Snau fjell (A <sub>SF</sub> )	11.8 %
Urban (A <sub>U</sub> )	0 %
Uklassifisert areal (A <sub>REST</sub> )	9.8 %

Hypsografisk kurve	
Høyde <sub>MIN</sub>	15 m
Høyde <sub>10</sub>	56 m
Høyde <sub>20</sub>	86 m
Høyde <sub>30</sub>	120 m
Høyde <sub>40</sub>	136 m
Høyde <sub>50</sub>	155 m
Høyde <sub>60</sub>	177 m
Høyde <sub>70</sub>	203 m
Høyde <sub>80</sub>	244 m
Høyde <sub>90</sub>	334 m
Høyde <sub>MAX</sub>	502 m

Klima- /hydrologiske parametere	
Avrenning 1961-90 (Q <sub>N</sub> )	62.2 l/s*km <sup>2</sup>
Sommernedbør	451 mm
Vinternedbør	942 mm
Årstemperatur	3.6 °C
Sommertemperatur	9.0 °C
Vintertemperatur	-0.2 °C



Norges  
vassdrags- og  
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk  
 Kartdatum: EUREF89 WGS84  
 Prosjeksjon: UTM 33N  
 Beregn.punkt: 515997 E  
 7622234 N

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

## Litleelva

### Nedbørfeltparametere

**Vassdragsnr.:** 185.25  
**Kommune.:** Sortland  
**Fylke.:** Nordland  
**Vassdrag.:** KYSTFELT

#### Feltparametere

Areal (A)	2.4	km <sup>2</sup>
Effektiv sjø (A <sub>SE</sub> )	0.51	%
Elvleengde (E <sub>L</sub> )	3.5	km
Elvegradient (E <sub>G</sub> )	69.1	m/km
Elvegradient <sub>1085</sub> (E <sub>G,1085</sub> )	80.6	m/km
Helning	10.9	°
Dreneringstetthet (D <sub>T</sub> )	1.5	km <sup>-1</sup>
Feltlengde (F <sub>L</sub> )	3.0	km

#### Arealklasse

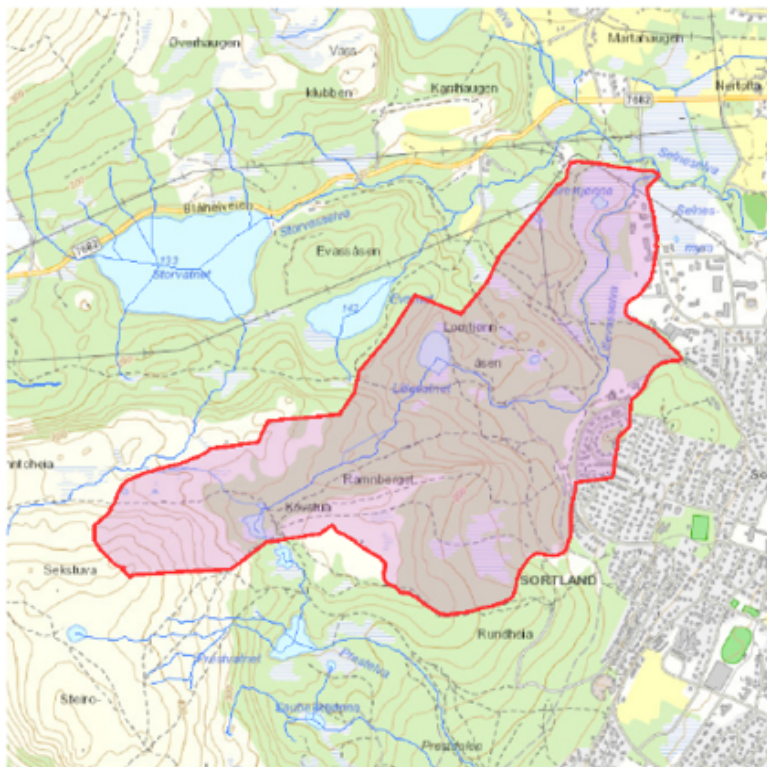
Bre (A <sub>BRE</sub> )	0	%
Dyrket mark (A <sub>JORD</sub> )	0	%
Myr (A <sub>MYR</sub> )	10.6	%
Leire (A <sub>LEIRE</sub> )	0	%
Skog (A <sub>SKOG</sub> )	64.5	%
Sjø (A <sub>SJØ</sub> )	1.4	%
Snauffell (A <sub>SF</sub> )	8.2	%
Urban (A <sub>U</sub> )	2.0	%
Uklassifisert areal (A <sub>REST</sub> )	13.3	%

#### Hypsografisk kurve

Høyde <sub>MIN</sub>	15	m
Høyde <sub>10</sub>	34	m
Høyde <sub>20</sub>	63	m
Høyde <sub>30</sub>	82	m
Høyde <sub>40</sub>	109	m
Høyde <sub>50</sub>	144	m
Høyde <sub>60</sub>	183	m
Høyde <sub>70</sub>	225	m
Høyde <sub>80</sub>	256	m
Høyde <sub>90</sub>	286	m
Høyde <sub>MAX</sub>	441	m

#### Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q <sub>N</sub> )	62.8	l/s*km <sup>2</sup>
Sommernedbør	430	mm
Vinternedbør	923	mm
Årstemperatur	3.8	°C
Sommertemperatur	9.3	°C
Vintertemperatur	-0.1	°C



Kartbakgrunn: Statens Kartverk  
 Kartdatum: EUREF89 WGS84  
 Projeksjon: UTM 33N  
 Beregn.punkt: 515946 E  
 7622221 N

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

## VEDLEGG 2 – FLOMBEREGNINGER

### Flomberegninger

#### Input til flomberegninger

#### Feltdata

Navn på felt		Littleelva	Selneselva v/ samløp	Selneselva v/ sjø
Areal	km <sup>2</sup>	2.4	5.6	8.6
Effektiv sjøprosent	%	0.5	3.0	1.3
Midlere avrenning	l/s·km <sup>2</sup>	62.8	62.2	61.7
Lengde	km	3.12	3.65	4.24
Relieff forhold	m/km	53.8	33.0	34.4
Hmin	moh	15	15	1
H10	moh	34	56	27
H20	moh	63	86	62
H30	moh	82	120	92
H40	moh	109	136	123
H50	moh	144	155	144
H60	moh	183	177	170
H70	moh	225	203	201
H80	moh	256	244	245
H90	moh	286	334	313
Hmaks	moh	441	502	502
Bre	%	0.0	0.0	0.0
Dyrket mark	%	0.0	7.3	5.2
Myr	%	10.6	7.0	9.3
Leire	%	0.0	0.0	0.0
Skog	%	64.5	56.2	55.7
Sjø	%	1.4	8.0	5.6
Snaufjell	%	8.2	11.8	10.1
Urban	%	2.0	0.0	1.1
Uklassifisert	%	13.3	9.8	13

#### Resultater av flomberegninger

#### Bestemmelse av dimensjonerende flom

Dim returperiode 200 år

#### Estimat av 200-årsflom

Felt	Littleelva		Selneselva v/ samløp		Selneselva v/ sjø	
	[l/s·km <sup>2</sup> ]	[m <sup>3</sup> /s]	[l/s·km <sup>2</sup> ]	[m <sup>3</sup> /s]	[l/s·km <sup>2</sup> ]	[m <sup>3</sup> /s]
Flomfrekvensanalyse	3024	7.4	2453	13.6	2609	22.4
NIFS-formelverk	3301	8.1	2356	13.1	2496	21.4
Rasjonale formel	2870	7.0	2326	12.9	2414	20.7
PQRout	1542	3.8	981	5.4	1111	9.5

<b>Endelig estimat Q200</b>	<b>3163</b>	<b>7.7</b>	<b>2405</b>	<b>13.3</b>	<b>2552</b>	<b>21.9</b>
-----------------------------	-------------	------------	-------------	-------------	-------------	-------------

#### Dimensjonerende flomvannføring

Felt	Littleelva	Selneselva v/ samløp	Selneselva v/ sjø
Klimapåslag		40%	
Økning grunnet utbygging	3.5%	0.4%	2.5%
Dimensjonerende Q <sub>200</sub> [m <sup>3</sup> /s]	<b>11.2</b>	<b>18.8</b>	<b>31.4</b>

#### Gjennomsnitt, median og relativt standardavvik metoder

Gjennomsnitt:	6.55	11.26	18.49
Median:	7.19	12.99	21.04
Relativt standardavvik i %:	25	30	28

## VEDLEGG 2 – FLOMBEREGNINGER

### Beregning av flom med frekvensanalyse

#### Nødvendige feltdata:

Felt	Areal [km <sup>2</sup> ]	Eff. Sjø [%]
Litleelva	2.44	0.51
Selneselva v/ samløp	5.55	2.95
Selneselva v/ sjø	8.57	1.29

#### Vekstkurve og spesifikke flomverdier (døgn) fra frekvensanalyse i Hydra II på observerte data

Referansefelt	Parameter- fordeling	Middelflom [l/s·km <sup>2</sup> ]	Q200/QM [-]	200-årsflom [l/s·km <sup>2</sup> ]	Vekting
177.4 Sneisvatn	Tre	690	1.588	1096	10%
178.1 Langvatn	Tre	442	2.100	929	40%
185.1 Gåslandvatn	Tre	255	2.182	557	0%
172.7 Leirpoldvatn	To	867	2.486	2156	50%

Valgte verdier:		680	2.242	1559	-
-----------------	--	-----	-------	------	---

#### Estimat av kulminasjonsverdi

Felt	Qmom/Qdøgn [-]			Middelflom [m <sup>3</sup> /s]	200-årsflom [m <sup>3</sup> /s]
	vår	høst	valgt		
Litleelva	1.565	1.985	1.985	3.29	7.38
Selneselva v/ samløp	1.379	1.610	1.610	6.07	13.62
Selneselva v/ sjø	1.419	1.713	1.713	9.97	22.36

#### Ligninger brukt i frekvensanalyse (NVE, 2015)

Kulminasjon vårflom:	$Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}} = 1,72 - 0,17 \cdot \log A - 0,125 \cdot A_{\text{SE}}^{0,5}$
Kulminasjon høstflom:	$Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}} = 2,29 - 0,29 \cdot \log A - 0,270 \cdot A_{\text{SE}}^{0,5}$

## VEDLEGG 2 – FLOMBEREGNINGER

### Beregning av flom med NIFS-formelverket

#### Nødvendige feltdata:

Felt	Areal [km <sup>2</sup> ]	Eff. Sjø [%]	qN [l/s·km <sup>2</sup> ]
Litleelva	2.44	0.51	62.8
Selneselva v/ samløp	5.55	2.95	62.2
Selneselva v/ sjø	8.57	1.29	61.7

#### Estimat av flomvannføring

Felt	Konstant k [-]	Middelflom [m <sup>3</sup> /s]	Q200/QM [-]	200-årsflom [m <sup>3</sup> /s]
Litleelva	-0.197	3.14	2.57	8.06
Selneselva v/ samløp	-0.215	4.92	2.66	13.08
Selneselva v/ sjø	-0.203	8.23	2.60	21.39

#### Ligninger fra NIFS-formelverket (NVE, 2015)

Middelflom:	$Q_M = 18.97 Q_N^{0.864} e^{-0.251 \sqrt{A_{SE}}}$
Konstant:	$k = -1 + 2 / [1 + e^{0.391 + 1.54 \cdot A_{SE} / 100}]$
Vekstkurve:	$\frac{Q_T}{Q_M} = 1 + 0.308 \cdot q_N^{-0.137} [\Gamma(1+k) \Gamma(1-k) - (T-1)^{-k}] / k$

## VEDLEGG 2 – FLOMBEREGNINGER

### Beregning av flom med PQRout

#### Nødvendige felt data:

Felt	Areal [km <sup>2</sup> ]	q <sub>N</sub> [l/s·km <sup>2</sup> ]	Eff.sjø [%]	Relieff [m/km]	Myr [%]	Snaufjell [%]	Qstart [m <sup>3</sup> /s]
Litleelva	2.44	62.8	0.51	54	10.6	8.2	0.2
Selneselva v/ samløp	5.55	62.2	2.95	33	7.0	11.8	0.3
Selneselva v/ sjø	8.57	61.7	1.29	34	9.3	10.1	0.5

#### Nødvendige nedbørdata (IVF-kurve i mm) – hentet fra Norsk Klimaservicesenter:

		BODØ - SKIVIKA (SN82310)						
		Antall sesonger: 16 (1997-2020)						
		Regnvarighet [min]						
		60	90	120	180	360	720	1440
Gjentaksintervall [år]	2	8.9	11.2	13.0	15.7	22.0	30.7	41.5
	5	11.6	14.4	16.5	19.3	26.8	39.7	53.6
	10	13.4	16.5	18.9	21.7	29.8	45.8	60.5
	20	15.2	18.6	21.1	24.1	32.8	51.4	68.3
	25	15.7	19.2	21.9	24.8	33.7	53.6	70.8
	50	17.4	21.2	24.1	27.1	36.5	59.2	77.8
	100	19.1	23.2	26.3	29.3	39.5	64.8	84.7
	200	20.8	25.2	28.4	31.6	42.3	70.4	91.6

#### Beregning av modellparametere

Felt	K1 [1/h]	K2* [1/h]	T [mm]	H** [mm]
Litleelva	0.1690	0.0845	21.3687	21.3687
Selneselva v/ samløp	0.0840	0.0420	27.8694	27.8694
Selneselva v/ sjø	0.1015	0.0508	25.6325	25.6325

\*Korrigert til 0,5·K1 grunnet lav K1 verdi

\*\* Full metning som initialtilstand

#### Ligninger brukt for PQFLOM (NVE,2015)

##### Modellparametere

$$K1 = 0,0135 + 0,00268 \cdot H_L - 0,01665 \cdot \ln(A_{SE})$$

$$K2 = 0,009 + 0,21 \cdot K1 - 0,00021 \cdot H_L$$

$$T = -9,0 + 4,4 \cdot K1^{-0,6} + 0,28 \cdot q_N$$

## VEDLEGG 2 – FLOMBEREGNINGER

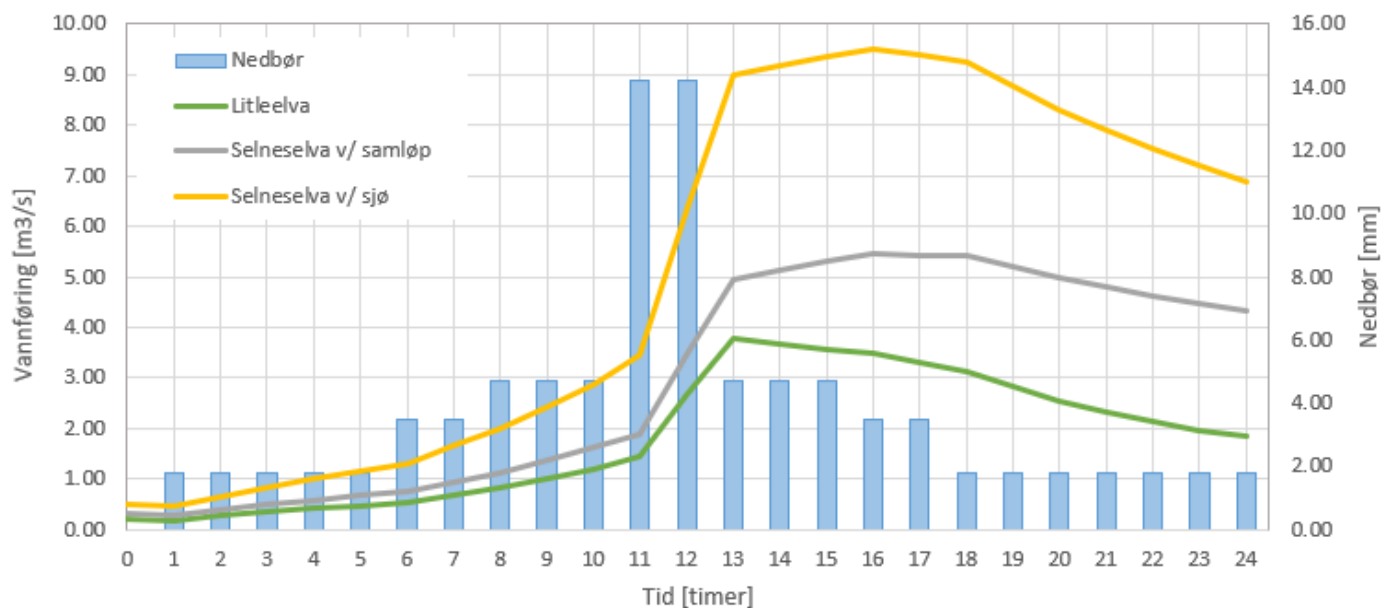
### Flomberegning med PQRoute

Tid [t]	P [mm]	Q [m <sup>3</sup> /s]		
		Litleelva	Selneselva v/ samløp	Selneselva v/ sjø
0	0.00	0.20	0.30	0.50
1	1.77	0.18	0.29	0.48
2	1.77	0.27	0.39	0.66
3	1.77	0.34	0.48	0.84
4	1.77	0.41	0.58	1.00
5	1.77	0.48	0.67	1.16
6	3.48	0.53	0.75	1.31
7	3.48	0.68	0.94	1.66
8	4.68	0.82	1.12	1.99
9	4.68	1.01	1.37	2.44
10	4.68	1.18	1.61	2.87
11	14.20	1.44	1.88	3.45
12	14.20	2.70	3.48	6.37
13	4.68	3.76	4.96	9.00
14	4.68	3.66	5.14	9.19
15	4.68	3.56	5.30	9.37
16	3.48	3.49	5.45	9.52
17	3.48	3.29	5.43	9.39
18	1.77	3.13	5.42	9.27
19	1.77	2.82	5.20	8.76
20	1.77	2.55	4.99	8.31
21	1.77	2.32	4.81	7.90
22	1.77	2.13	4.63	7.53
23	1.77	1.97	4.47	7.19
24	1.77	1.83	4.33	6.89

<b>Maks</b>	14.20	3.76	5.45	9.52
-------------	-------	------	------	------

[Link PQRoute simulering](#) [Link PQRoute simulering](#) [Link PQRoute simulering](#)

### PQRoute modellsimulerings resultat



## VEDLEGG 2 – FLOMBEREGNINGER

### Beregning av flom med den rasjonale formel

#### Nødvendige feltdata:

Felt	Areal [ha]	Eff.sjø [%]	Høyde [m]	Lengde [m]
Litleelva	244	0.51	426	3120
Selneselva v/ samløp	555	2.95	487	3650
Selneselva v/ sjø	857	1.29	501	4240

#### Nøvendige nedbørdata (IVF-kurve i l/s-ha) - hentet fra Norsk Klimaservicesenter:

BODØ - SKIVIKA (SN82310)																	
Antall sesonger: 16 (1997-2020)																	
		Regnvarighet [min]															
		1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
Gjentaksintervall [år]	2	200.0	158.3	127.8	106.7	73.3	57.8	50.0	40.0	29.3	24.7	20.7	18.1	14.5	10.2	7.1	4.8
	5	266.7	200.0	161.1	123.3	90.0	74.4	65.8	51.1	37.8	32.2	26.7	22.9	17.9	12.4	9.2	6.2
	10	316.7	233.3	177.8	136.7	101.7	84.4	75.8	58.3	43.3	37.2	30.6	26.3	20.1	13.8	10.6	7.0
	20	366.7	258.3	200.0	146.7	111.7	94.4	85.8	65.6	48.9	42.2	34.4	29.3	22.3	15.2	11.9	7.9
	25	383.3	266.7	205.6	153.3	115.0	97.8	89.2	67.8	50.7	43.6	35.6	30.4	23.0	15.6	12.4	8.2
	50	416.7	300.0	222.2	163.3	125.0	107.8	99.2	74.4	55.9	48.3	39.3	33.5	25.1	16.9	13.7	9.0
	100	466.7	325.0	238.9	173.3	135.0	117.8	109.2	81.7	61.1	53.1	43.0	36.5	27.1	18.3	15.0	9.8
	200	516.7	350.0	261.1	186.7	145.0	127.8	118.3	88.3	66.3	57.8	46.7	39.4	29.3	19.6	16.3	10.6

#### Bestemmelse av avrenningsfaktor

Arealtype	C-faktor [-]	Areal [%]		
		Litleelva	Selneselva v/ samløp	Selneselva v/ sjø
Skog	0.30	66.3	54.5	54.6
Dyrket mark	0.40	0.0	5.9	4.1
Myr og ferskvann	0.60	15.3	17.2	18.7
Åpen fastmark	0.40	14.0	21.7	18.8
Urban - industriområde	0.80	4.4	0.8	3.7

Endelig avrenningsfaktor: **0.38**      **0.38**      **0.40**

#### Benyttede verdier og estimat av flomvannføring

Felt	Konsentrasjonstid [min]			C-verdi		Regn-intensitet [l/s/ha]	200-årsflom [m3/s]
	Naturlig	Urbant	Valgt	Basis	+30%		
Litleelva	106	20	60	0.38	0.50	57.8	7.00
Selneselva v/ samløp	188	22	90	0.38	0.50	46.7	12.91
Selneselva v/ sjø	152	26	90	0.40	0.52	46.7	20.69

#### Ligninger brukt i den Rasjonale formel (NVE, 2015)

Rasjonale formel:	$Q = C \cdot i \cdot A$
Konsentrasjonstid, naturlig felt:	$T_c = 0,6 \cdot L \cdot H^{-0,5} + 3000 \cdot A_{SE}$
Konsentrasjonstid, urbant felt:	$T_c = 0,02 \cdot L^{1,15} \cdot H^{-0,39}$



# VEDLEGG 3 – STORMFLONIVÅER OG HAVNIVÅSTIGNING

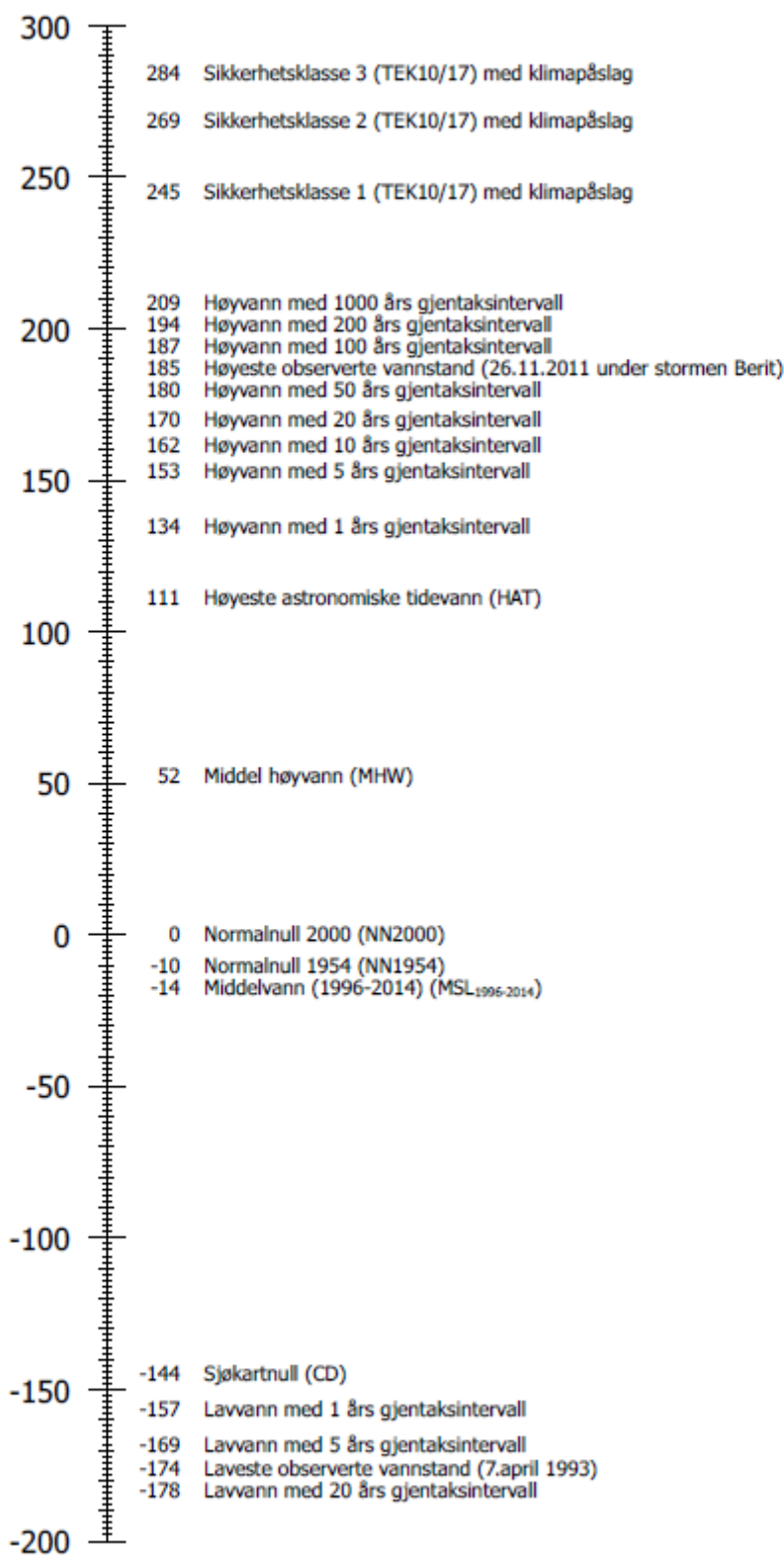


Kartverket

25. mai 2020

## Gambukta

Nivåskisse med de viktigste vannstands nivåene og ekstremverdier



Høyder er i cm over Normalnull 2000 som er nullnivå i det norske offisielle høydesystemet NN2000.

Tall som presenteres her er basert på rapporten «Sea Level Change for Norway - Past and Present Observations and Projections to 2100», bestilt av Miljødirektoratet. Rapporten inneholder de offisielle tallene.

Hvordan havnivåendringen blir, avhenger av hvor stort utslipp av klimagasser vi kommer til å ha fremover. Ulike utslippsscenarioer for klimagasser er beskrevet i den femte hovedrapporten til FNs klimapanel (IPCC), og tre av disse er vurdert her.

RCP2.6 innebærer drastiske utslippskutt allerede fra 2020

RCP4.5 innebærer små endringer av utslipp fram til 2050 og deretter utslippskutt

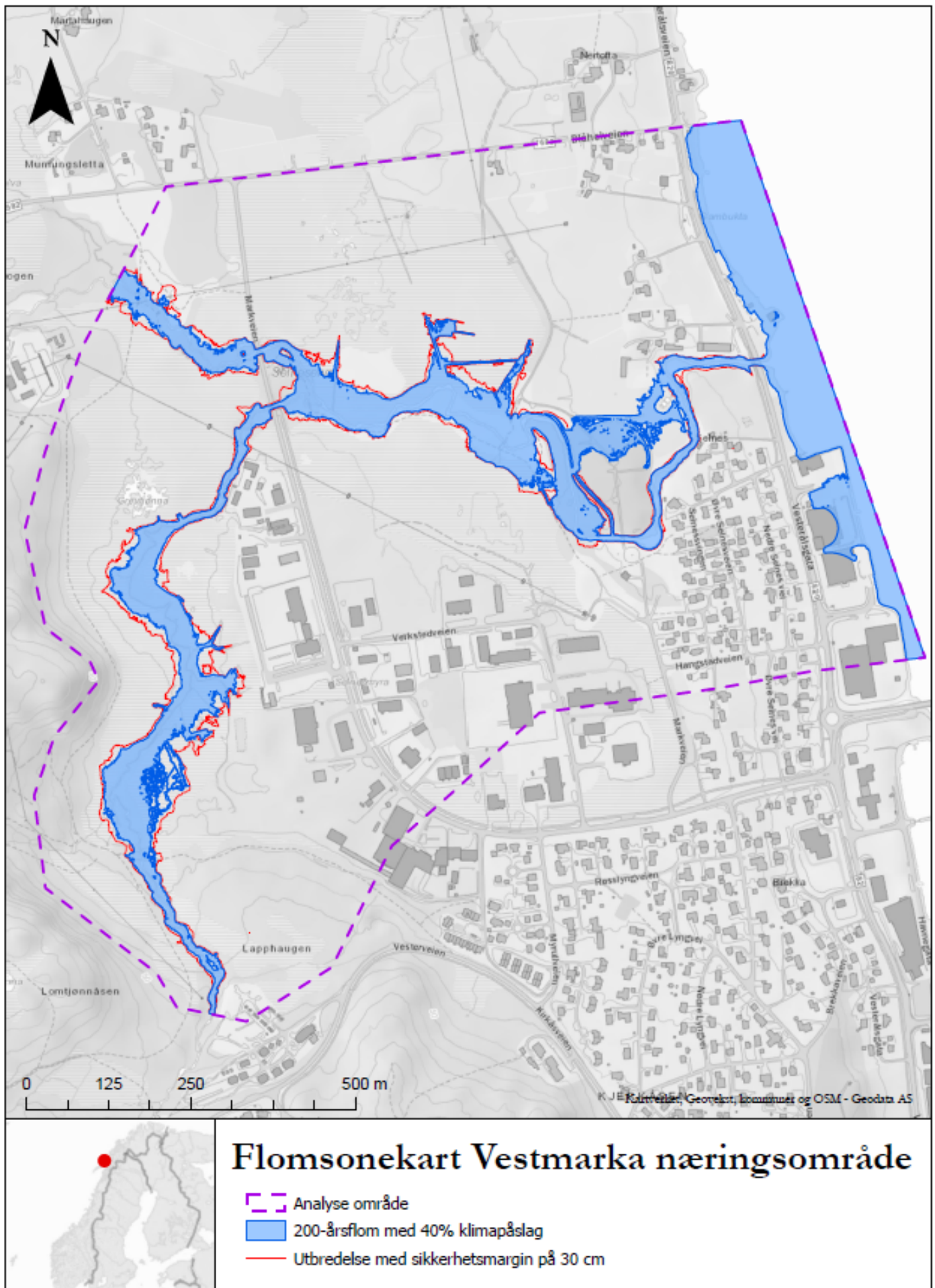
RCP8.5 innebærer at utslippene av klimagasser fortsetter å øke i dagens tempo

Tallene gjelder for Sortland kommune. Utgangspunktet for modellene er Sortland.

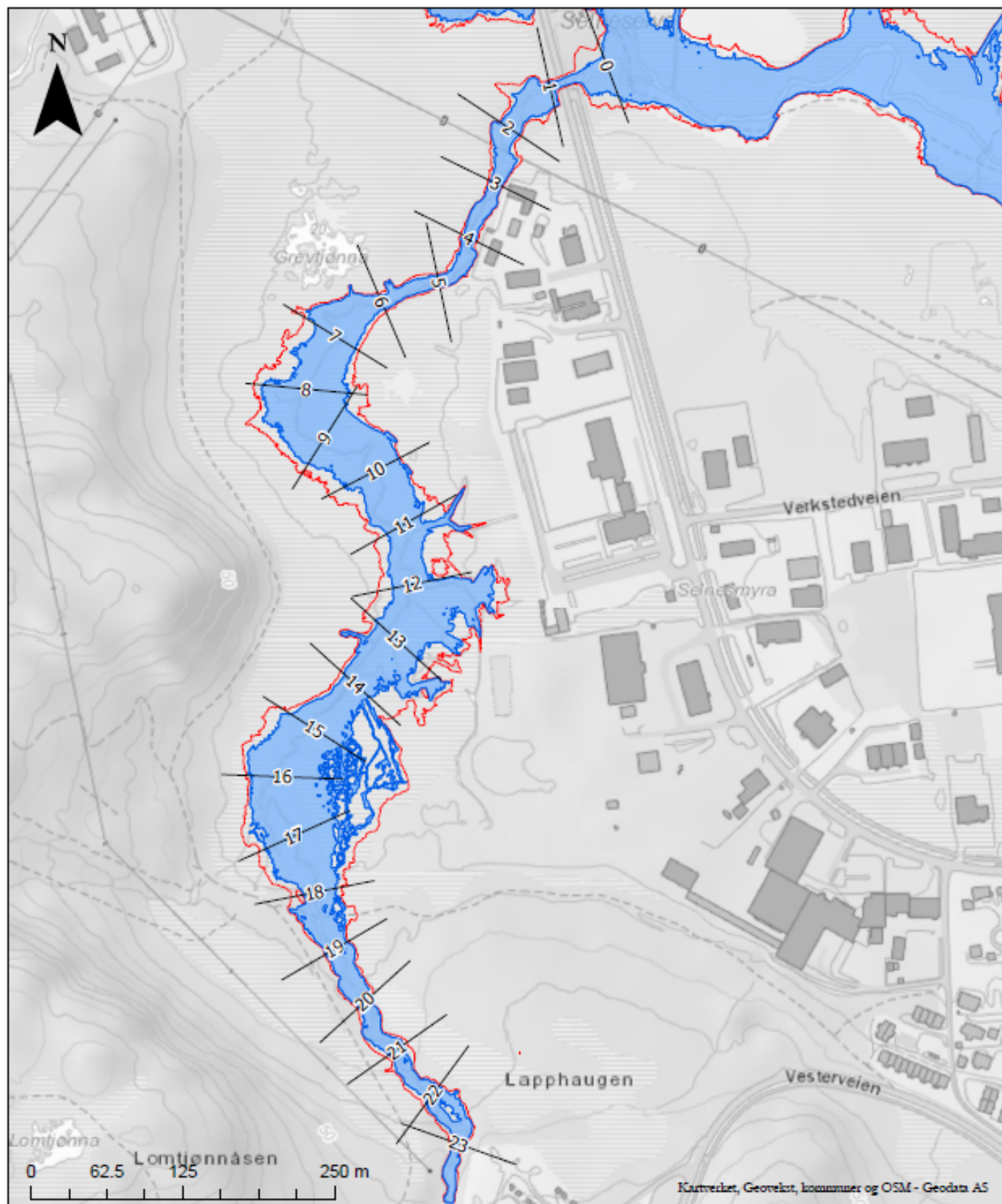
	2041-2060	2081-2100	2100
Lavt utslipp (RCP2.6)	13 cm (-1 – 27 cm)	19 cm (-8 – 46 cm)	22 cm (-8 – 52 cm)
Redusert utslipp (RCP4.5)	14 cm (0 – 27 cm)	26 cm (-1 – 53 cm)	27 cm (-3 – 58 cm)
Høyt utslipp (RCP8.5)	18 cm (3 – 33 cm)	41 cm (10 – 74 cm)	46 cm (10 – 84 cm)

Tabellen presenterer framskrivinger for framtidig havnivå for årene fram til 2100 sammenlignet med perioden 1996-2005. Tabellen viser framskrivingenes middelerverdier samt nedre og øvre grense for det sannsynlige intervallet for havnivåendringene.

# VEDLEGG 4 – FLOMSONEKART FOR HELE ANALYSEOMRÅDET



## VEDLEGG 5 – FLOMSONEKART OG RESULTATER LITLEELVA



### Flomsonekart Litleelva, $Q_{200} = 11.2 \text{ m}^3/\text{s}$

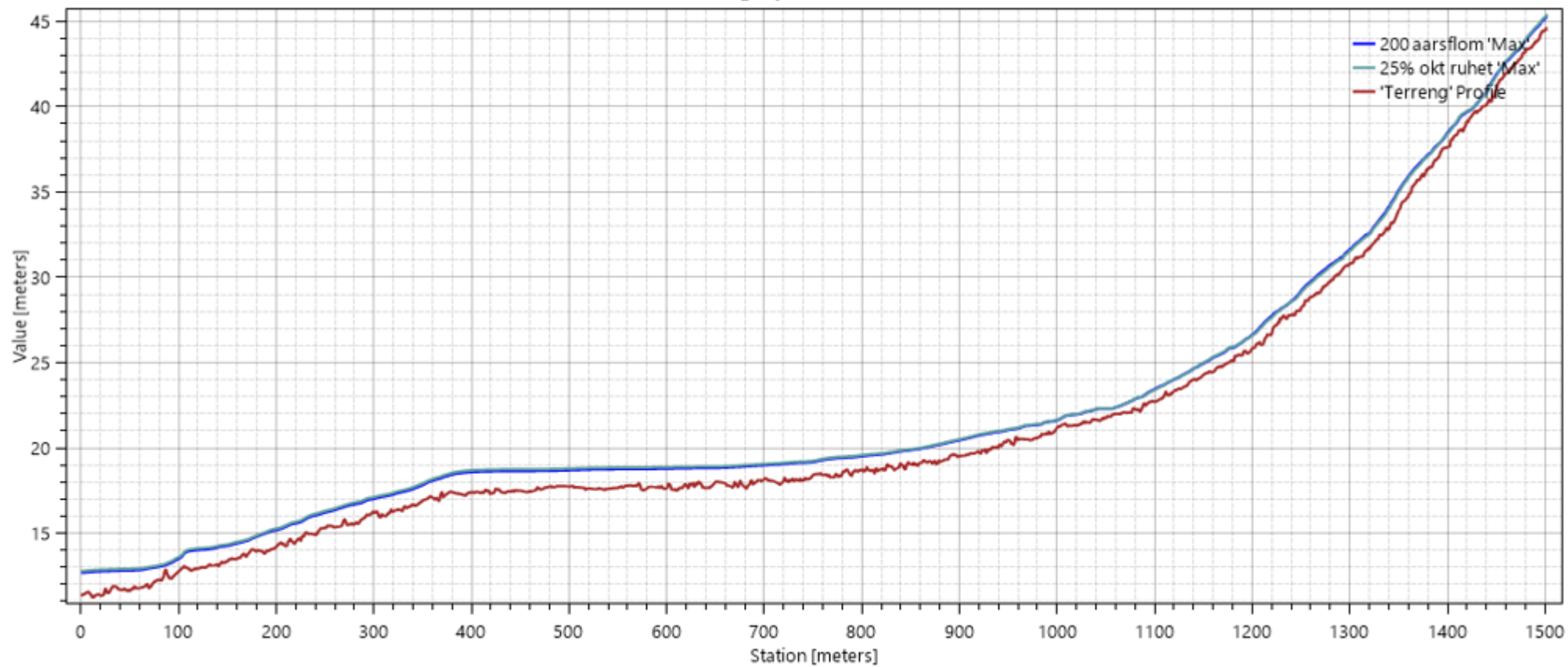
- Litleelva - Tverrprofiler
- 200-årsflom med 40% klimapåslag
- Utbredelse med sikkerhetsmargin på 30 cm

## VEDLEGG 5 – FLOMSONEKART OG RESULTATER LITLEELVA

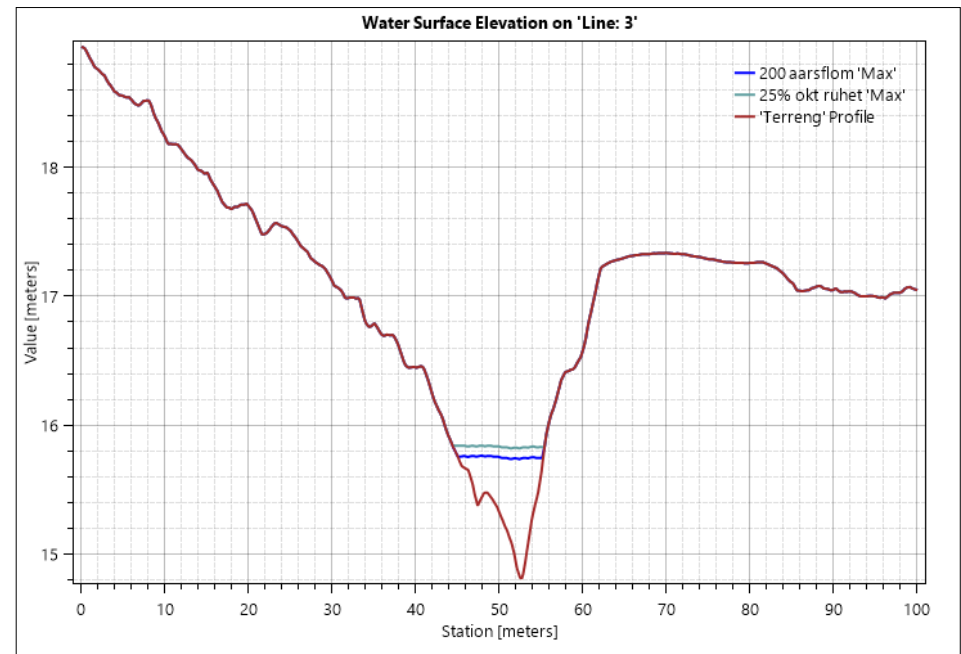
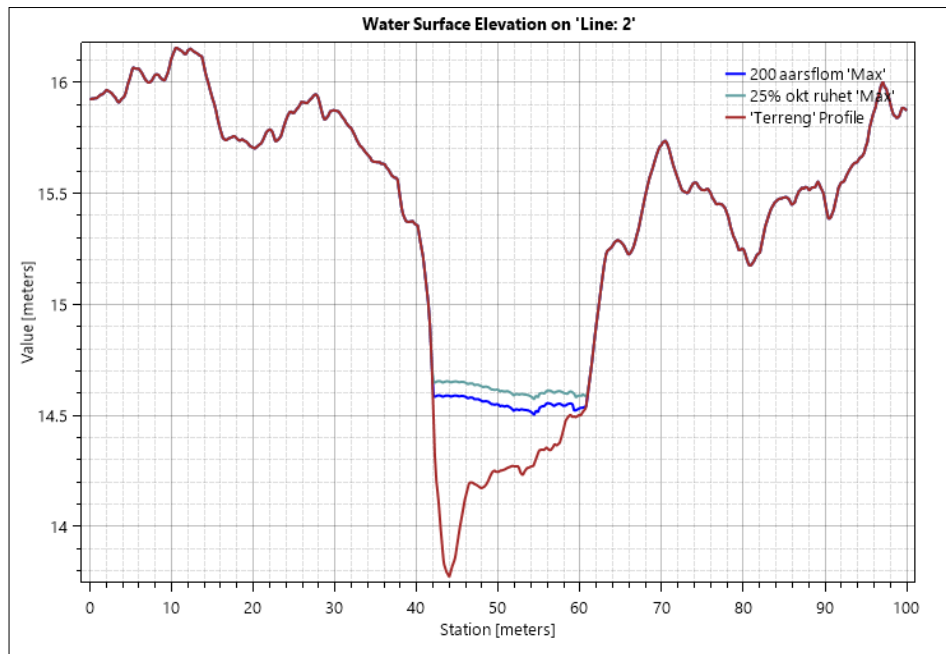
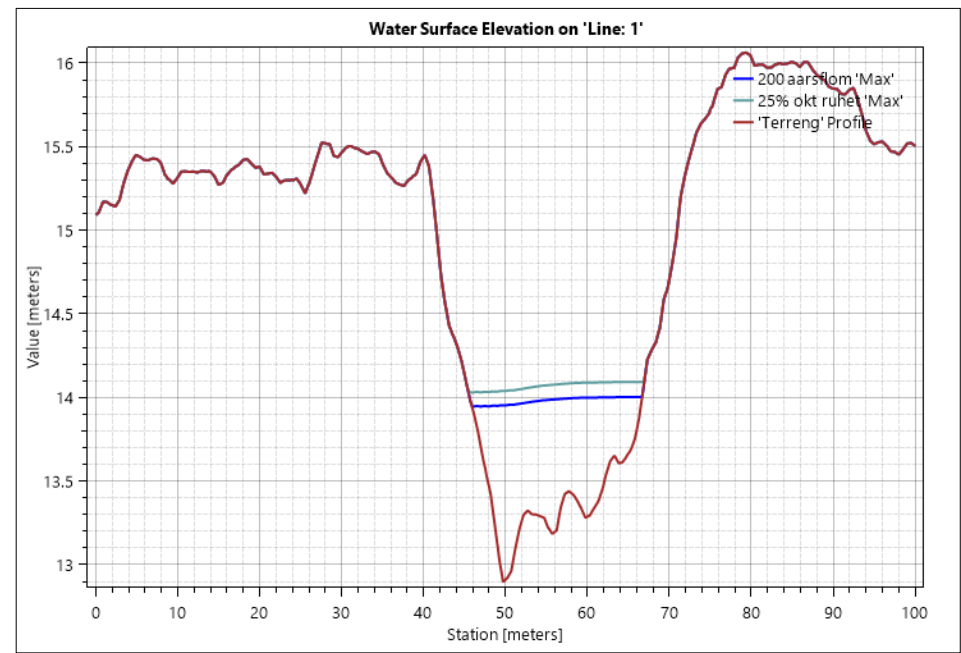
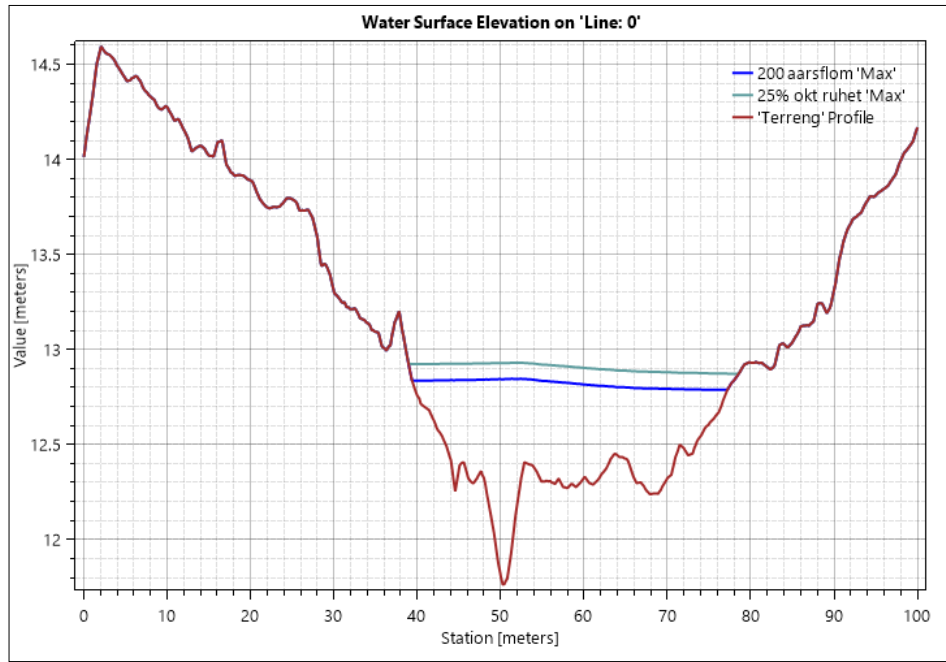
Profil nr.	Elvebunn [moh]	Vannlinjeberegning Litleelva, Qmaks = 11.2 m <sup>3</sup> /s			Følsomhetsanalyse +25% ruhet		Flomsikkert nivå (inkl. sikkerhetsmargin) [moh]
		Vannstand [moh]	Vanndybde (maks) [m]	Hastighet (maks) [m/s]	Vannstand [moh]	Økning [m]	
0 (rett oppstrøms samløp)	11.76	12.85	1.09	2.01	12.93	0.08	13.15
1 (rett oppstrøms kulvert)	12.90	14.00	1.10	2.80	14.09	0.09	14.30
2	13.77	14.59	0.82	3.03	14.65	0.06	14.89
3	14.81	15.76	0.95	4.07	15.84	0.08	16.06
4	15.55	16.72	1.17	2.89	16.81	0.09	17.02
5	16.52	17.57	1.05	3.29	17.66	0.09	17.87
6	17.27	18.55	1.28	2.16	18.64	0.09	18.85
7	17.69	18.67	0.98	0.80	18.76	0.09	18.97
8	17.60	18.75	1.15	0.78	18.84	0.09	19.05
9	17.72	18.78	1.06	0.68	18.87	0.09	19.08
10	17.76	18.87	1.11	1.17	18.95	0.08	19.17
11	18.10	19.14	1.04	1.37	19.20	0.06	19.44
12	18.71	19.53	0.82	1.41	19.60	0.07	19.83
13	18.75	19.86	1.11	1.09	19.90	0.04	20.16
14	19.41	20.42	1.01	1.89	20.47	0.05	20.72
15	20.30	21.06	0.76	1.75	21.11	0.05	21.36
16	21.34	21.88	0.54	1.92	21.91	0.03	22.18
17	22.74	23.37	0.63	3.50	23.33	-0.04	23.67
18	24.39	25.09	0.70	3.10	25.13	0.04	25.39
19	26.15	27.02	0.87	3.53	26.93	-0.09	27.32
20	28.83	29.75	0.92	4.47	29.65	-0.10	30.05
21	32.13	33.22	1.09	4.56	33.10	-0.12	33.52
22	36.27	37.13	0.86	4.68	37.04	-0.09	37.43
23	40.55	41.57	1.02	5.13	41.50	-0.07	41.87

## VEDLEGG 5 – FLOMSONEKART OG RESULTATER LITLEELVA

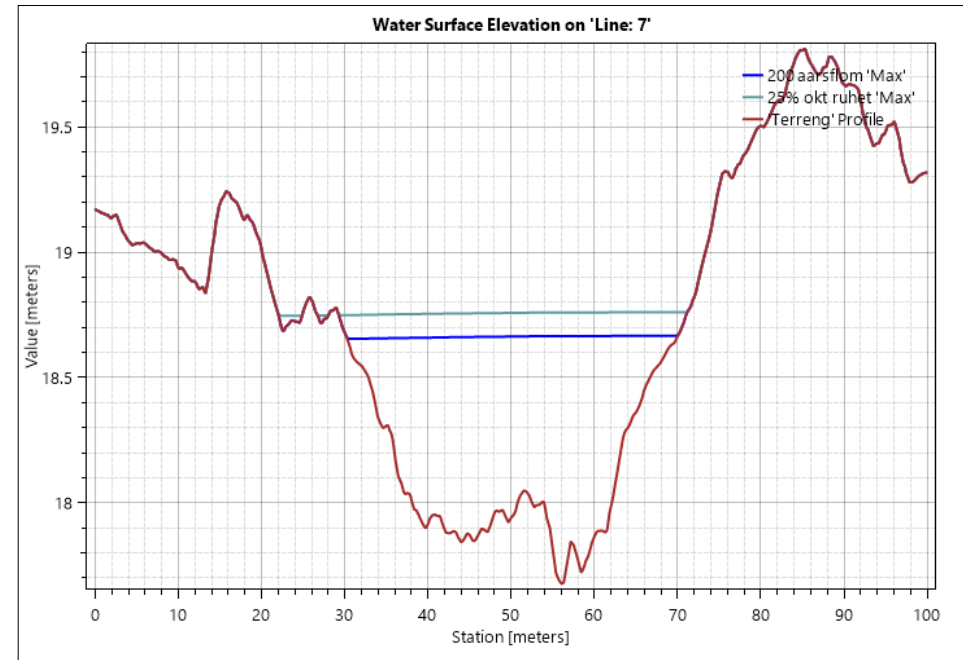
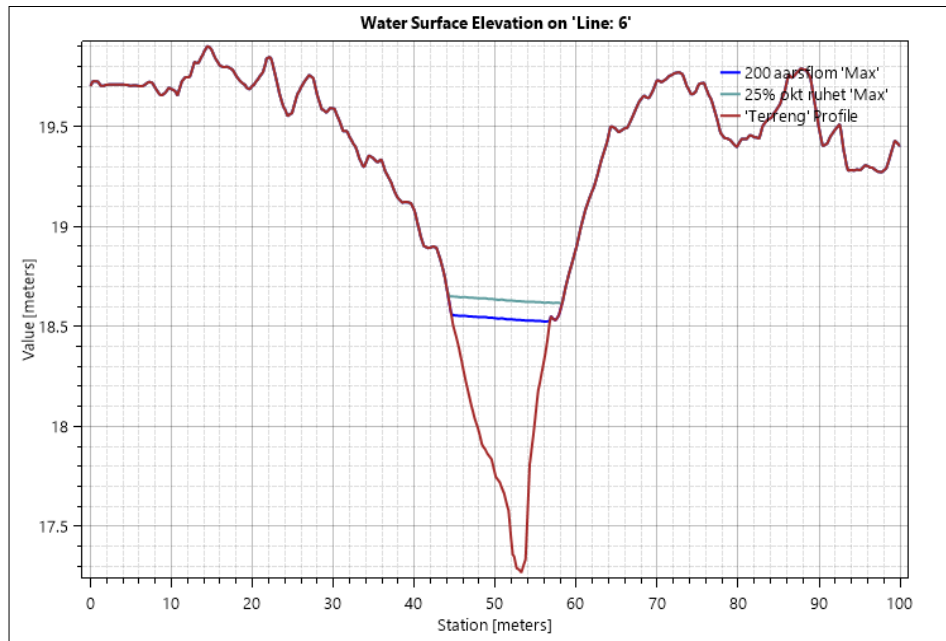
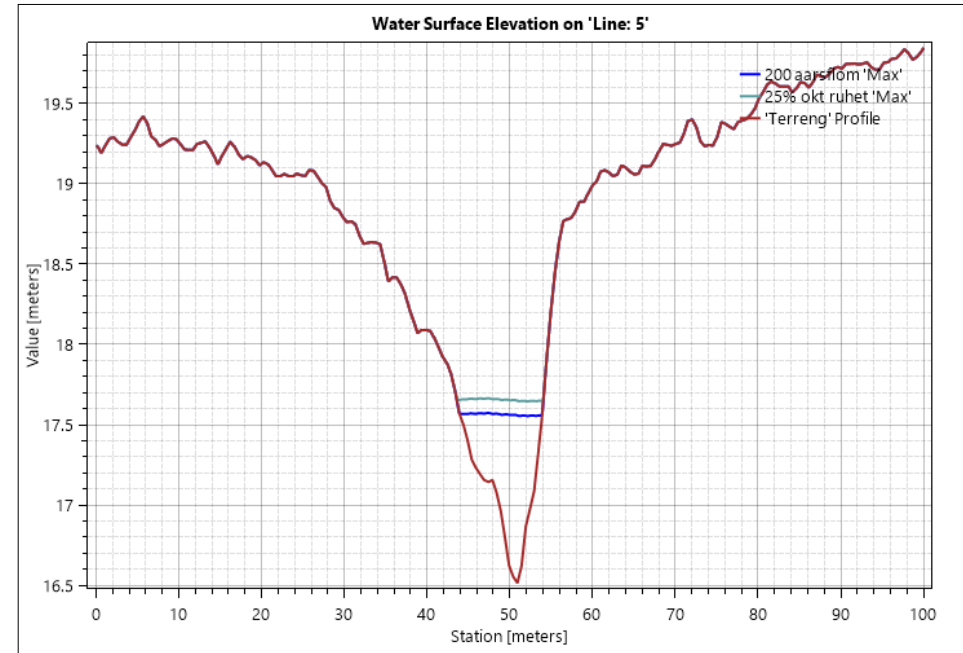
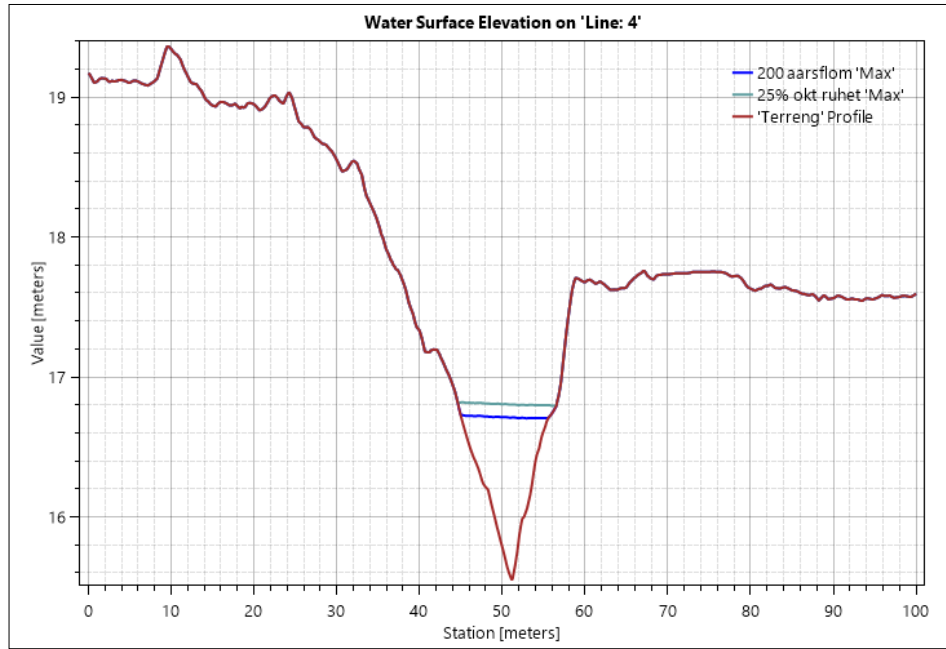
Lengdeprofil Litleelva



# VEDLEGG 5 – FLOMSONEKART OG RESULTATER LITLLELVA

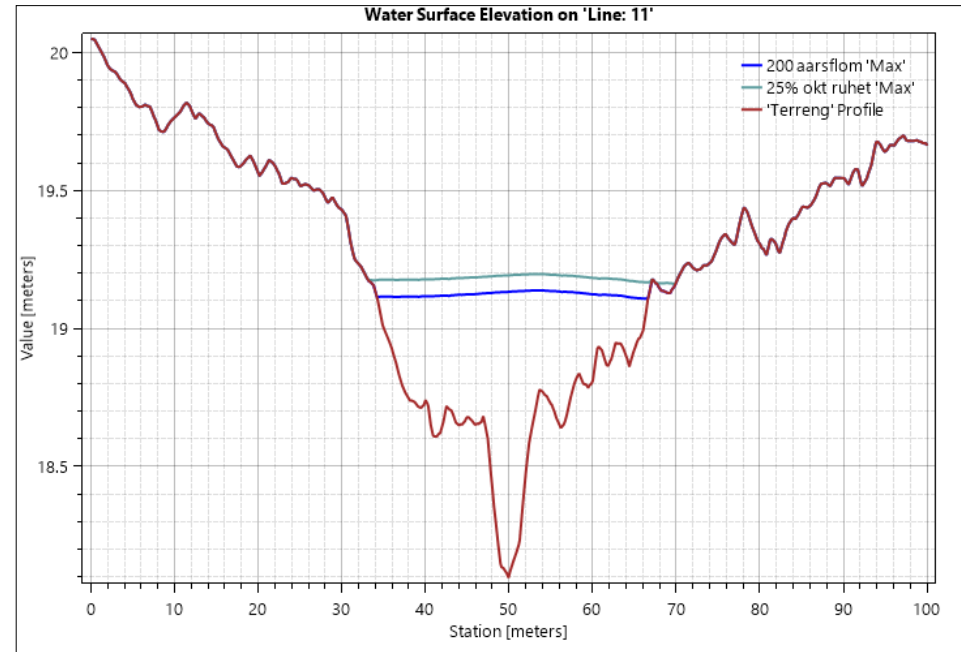
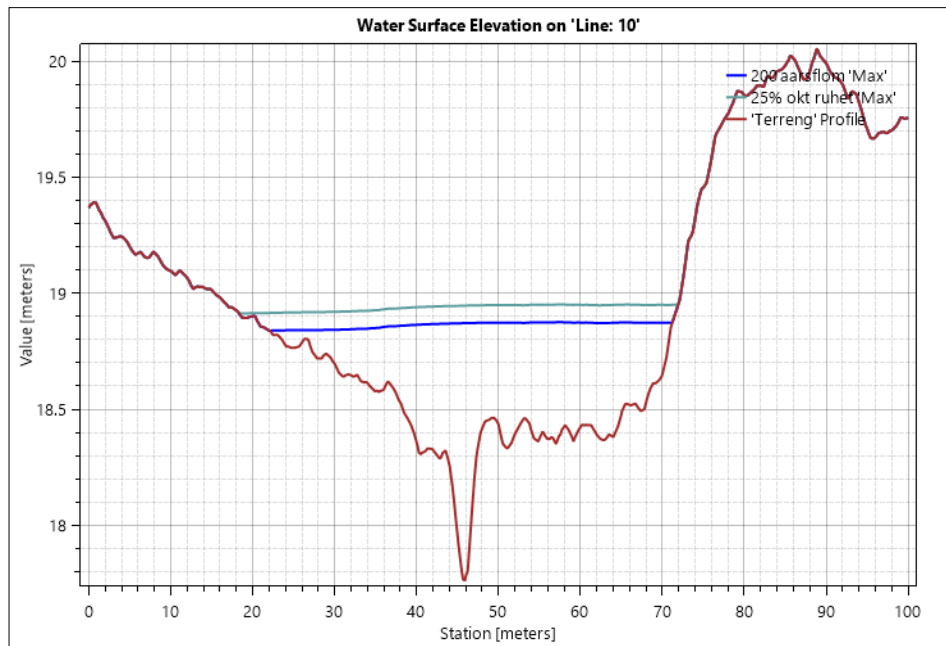
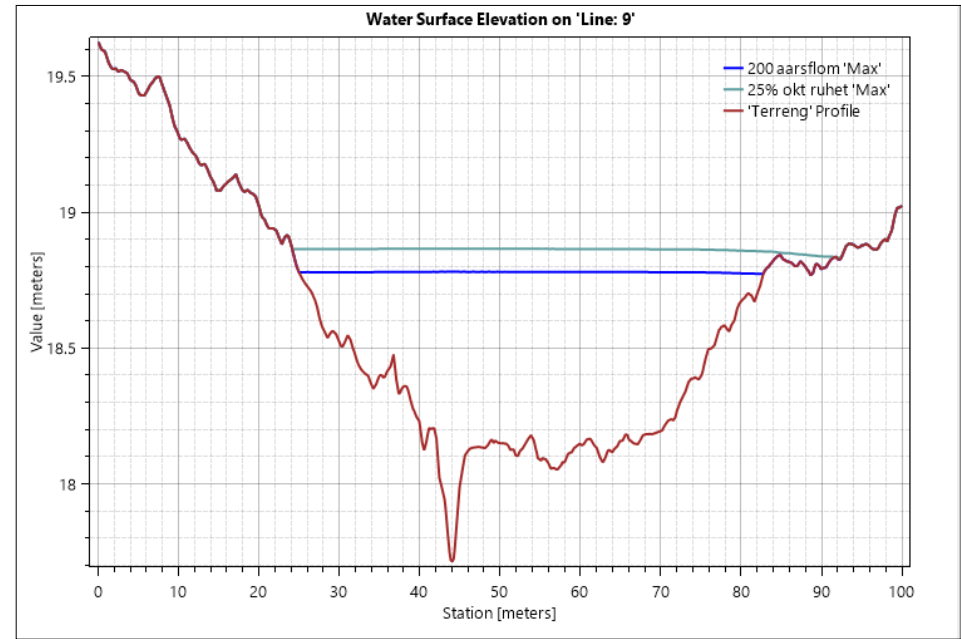
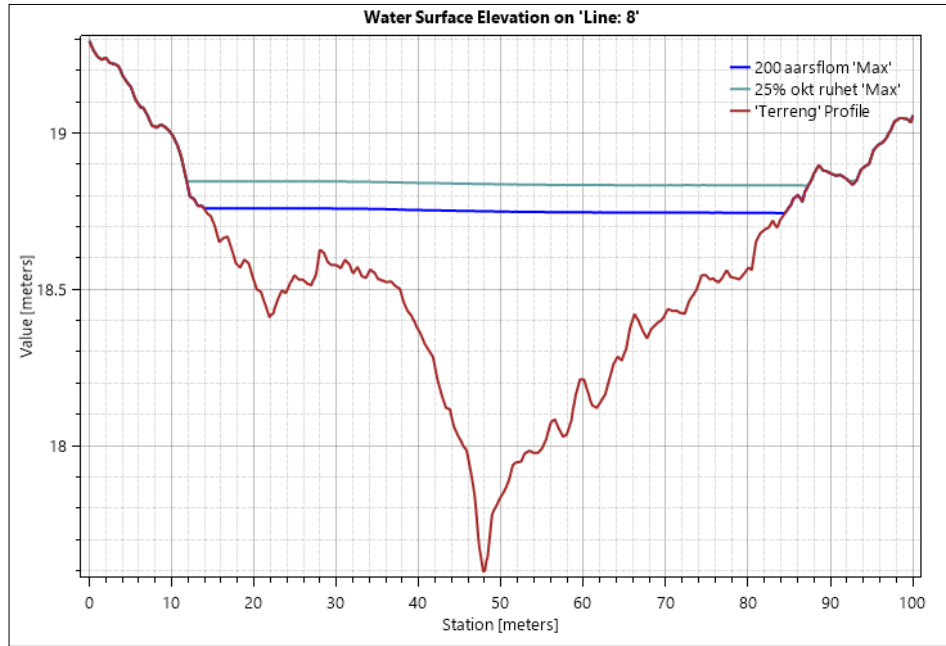


# VEDLEGG 5 – FLOMSONEKART OG RESULTATER LITTELVA

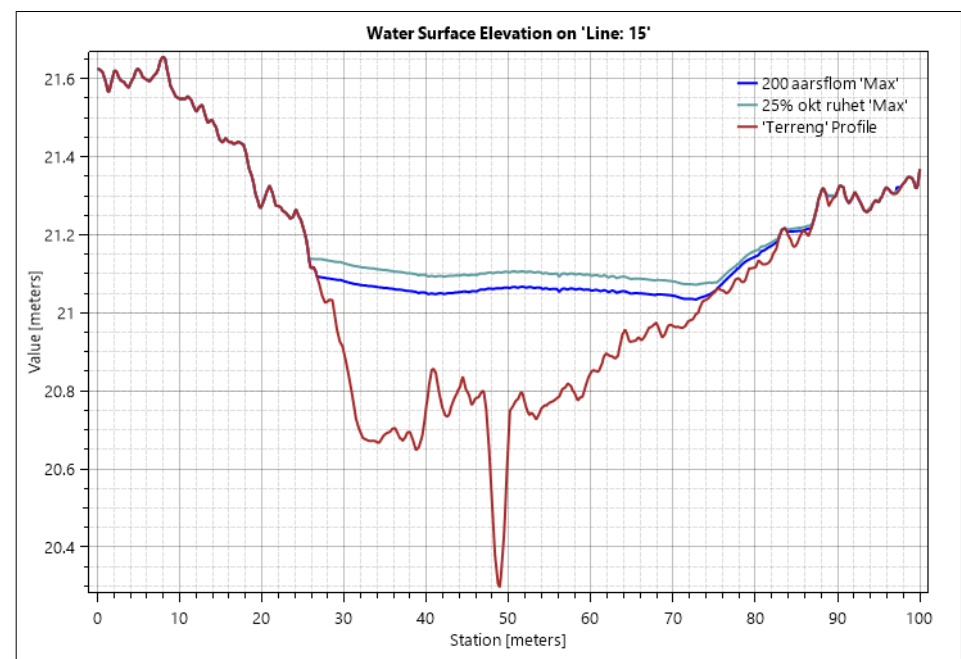
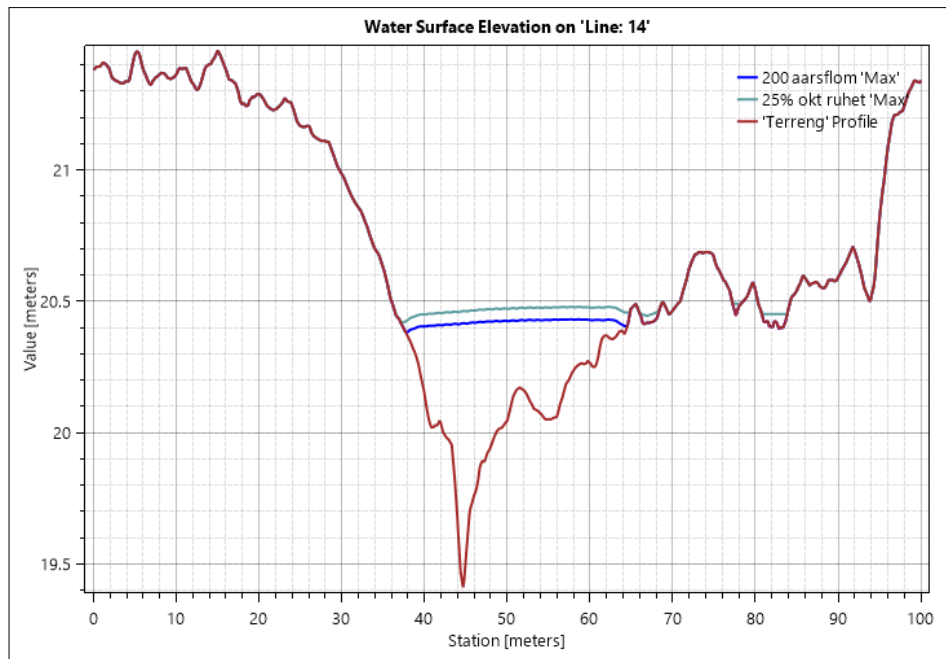
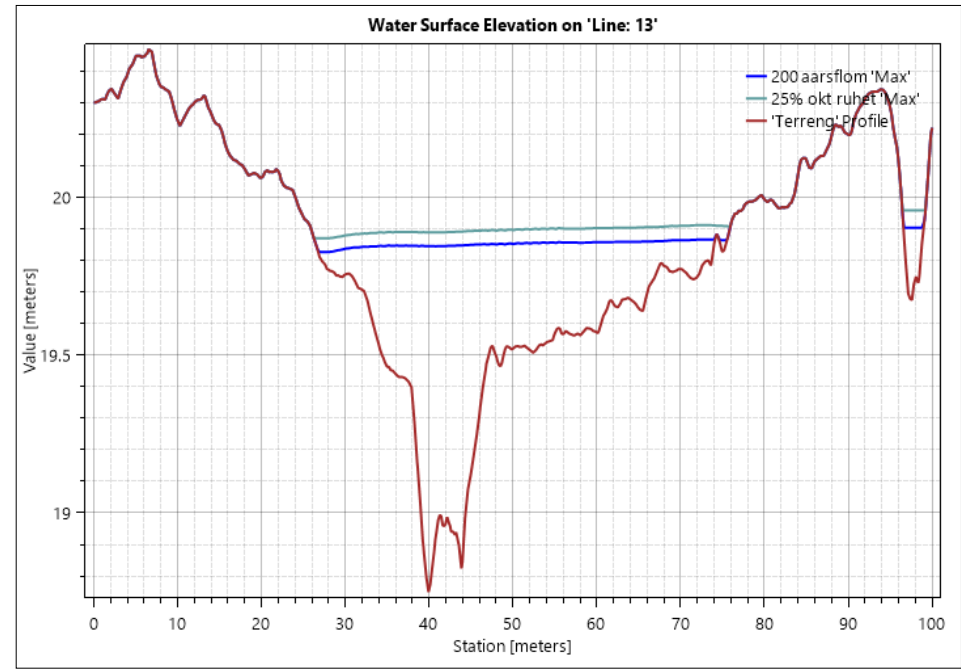
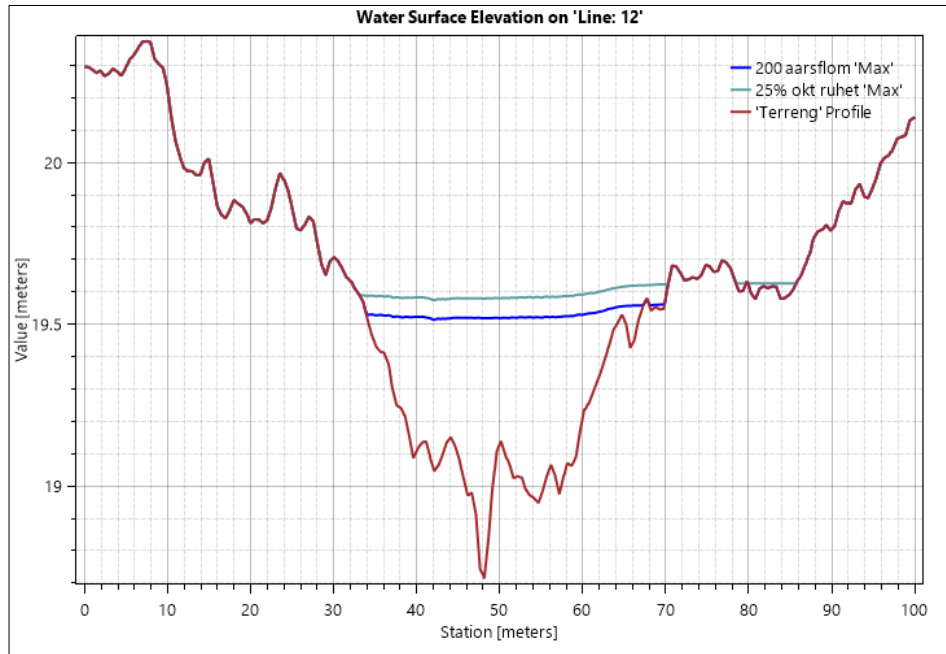




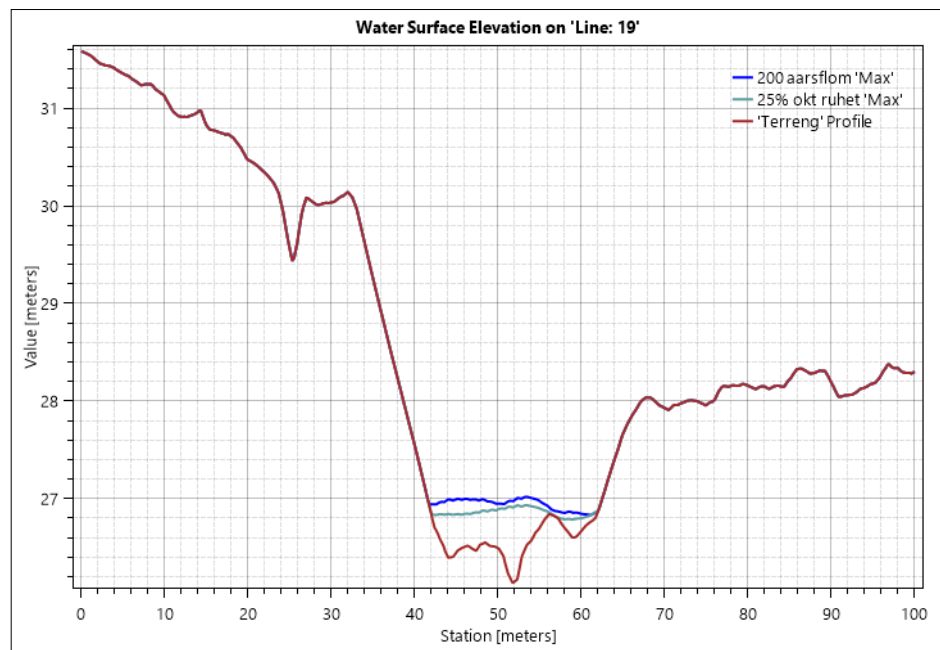
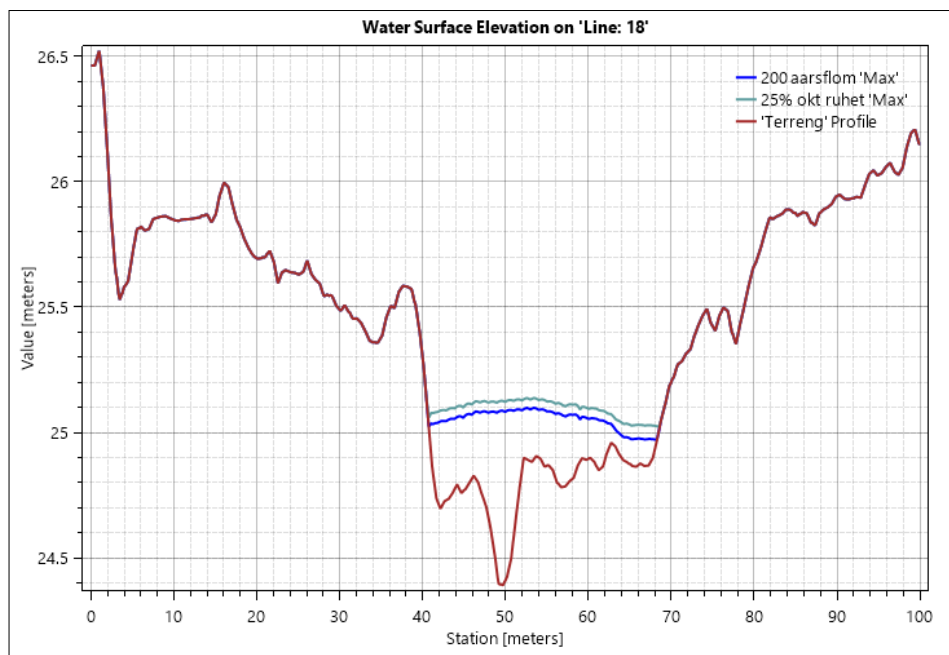
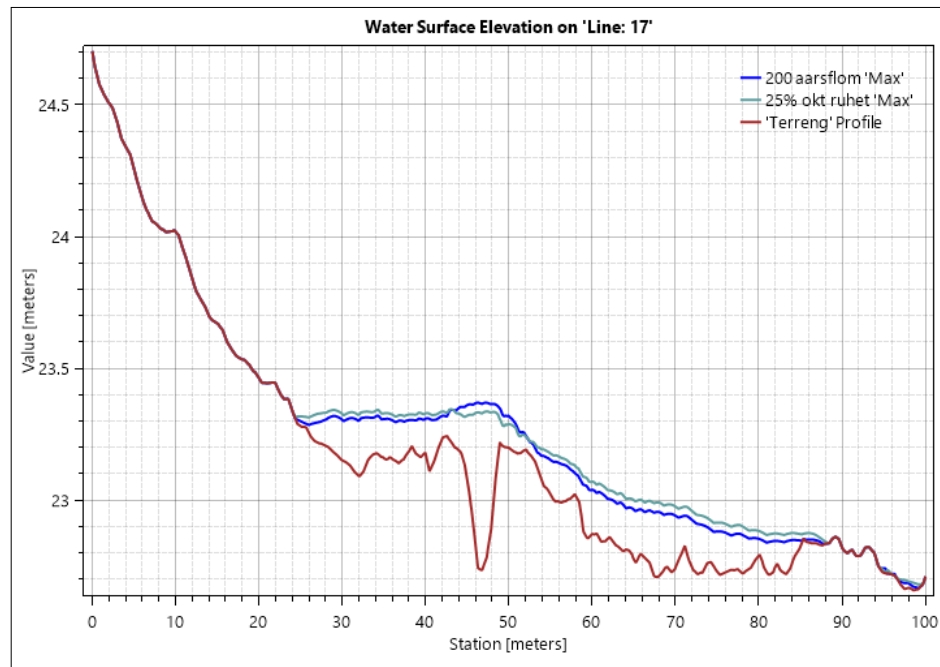
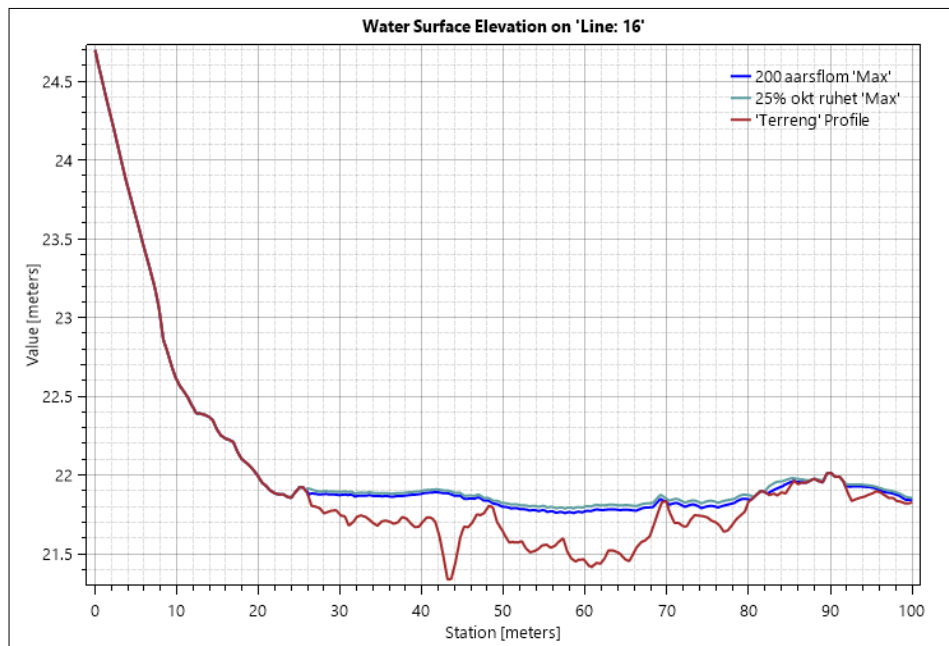
# VEDLEGG 5 – FLOMSONEKART OG RESULTATER LITLLELVA



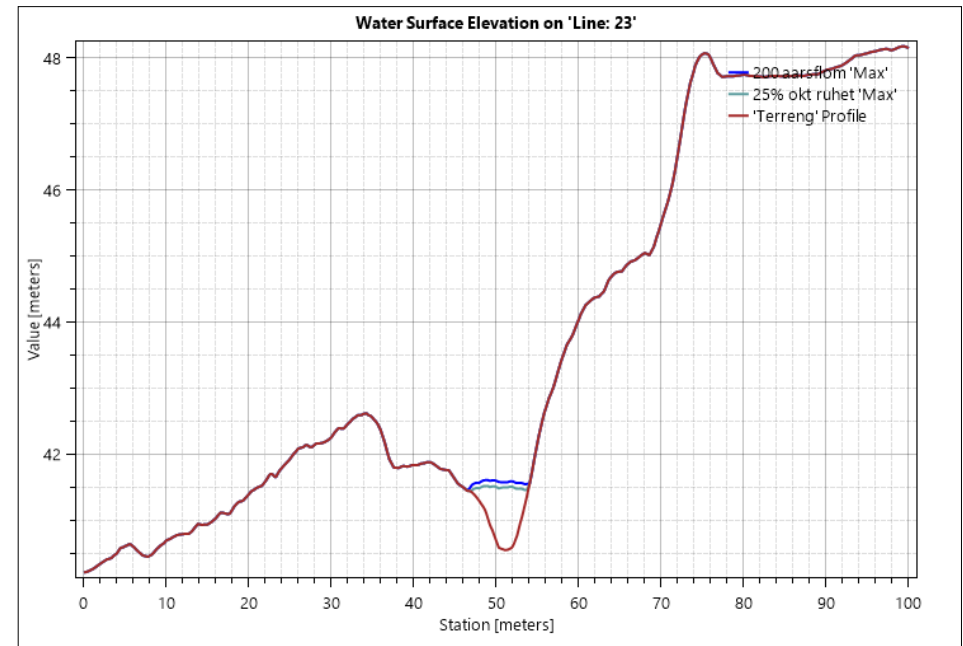
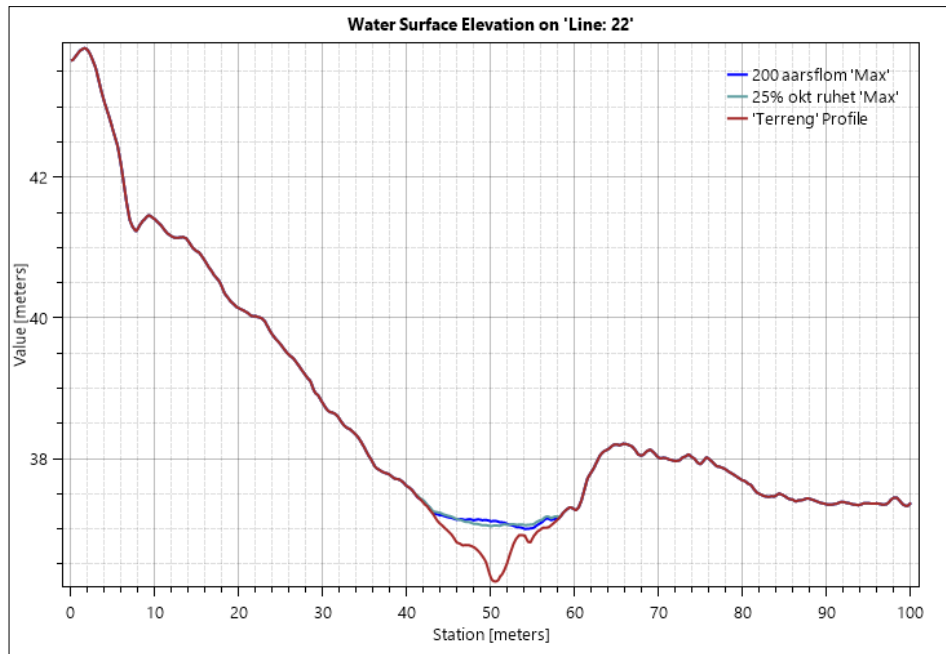
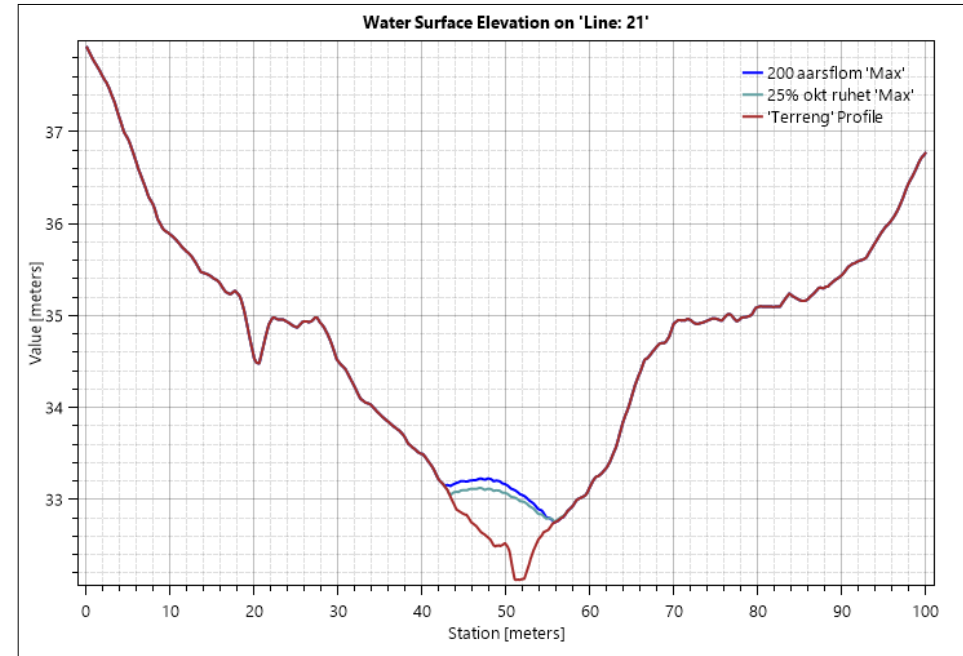
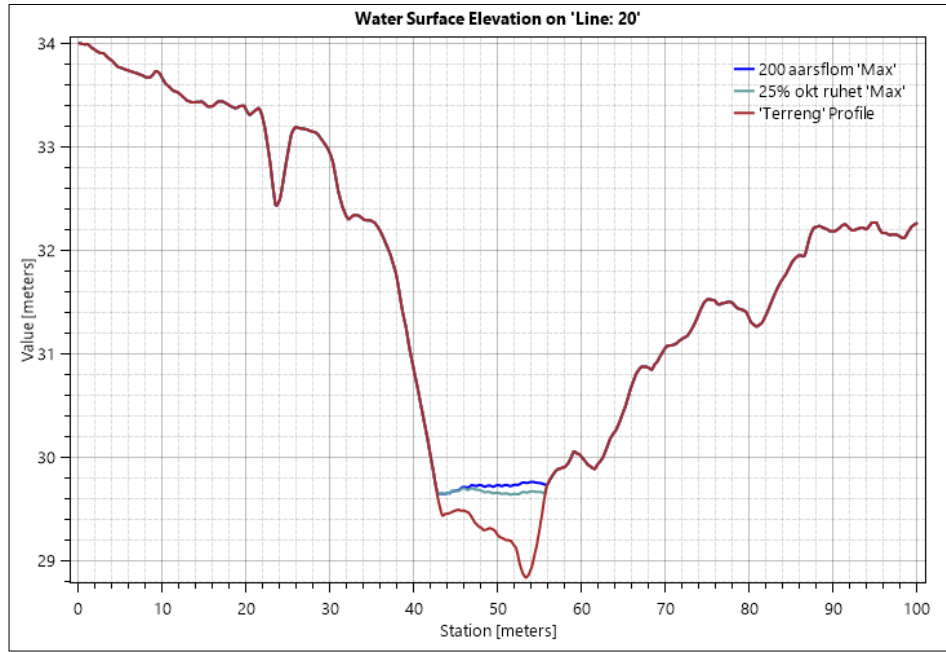
# VEDLEGG 5 – FLOMSONEKART OG RESULTATER LITLLELVA



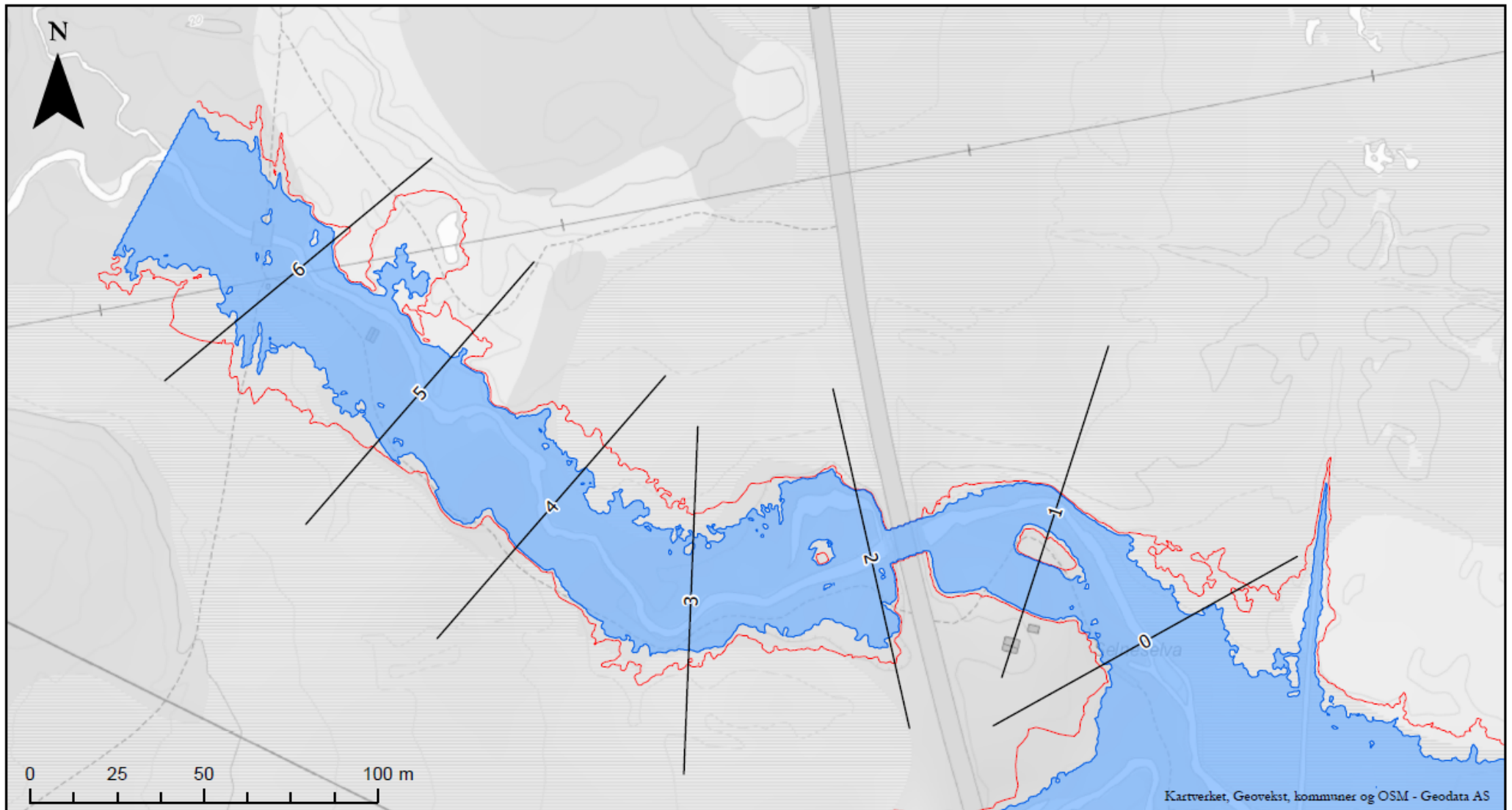
# VEDLEGG 5 – FLOMSONEKART OG RESULTATER LITLLELVA



# VEDLEGG 5 – FLOMSONEKART OG RESULTATER LITLLELVA



## VEDLEGG 6 – FLOMSONEKART OG RESULTATER SELNESELVA FØR SAMLØP



### Flomsonekart Selneselva før samløp, $Q_{200} = 18.8 \text{ m}^3/\text{s}$

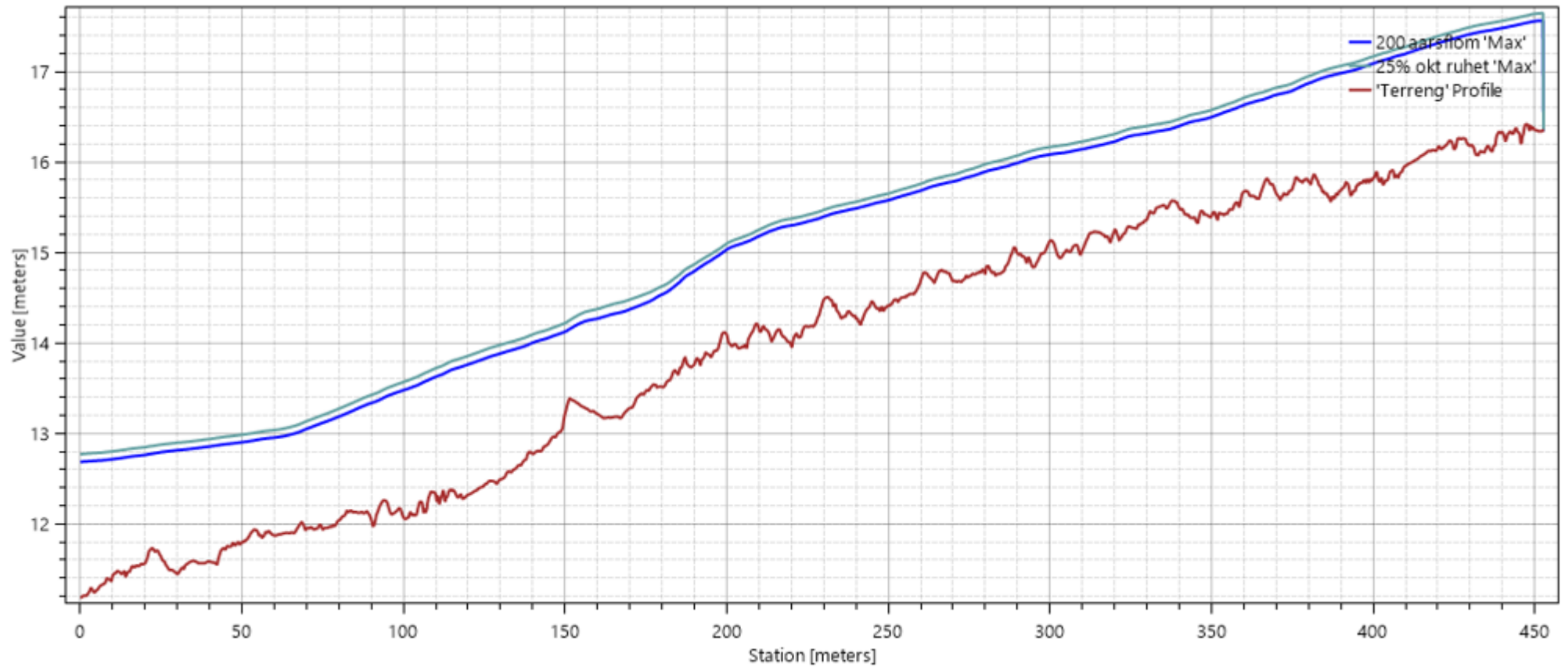
- Selneselva før samløp - Tverrprofiler
- 200-årsflom med 40% klimapåslag
- Utbredelse med sikkerhetsmargin på 30 cm

## VEDLEGG 6 – FLOMSONEKART OG RESULTATER SELNESELVA FØR SAMLØP

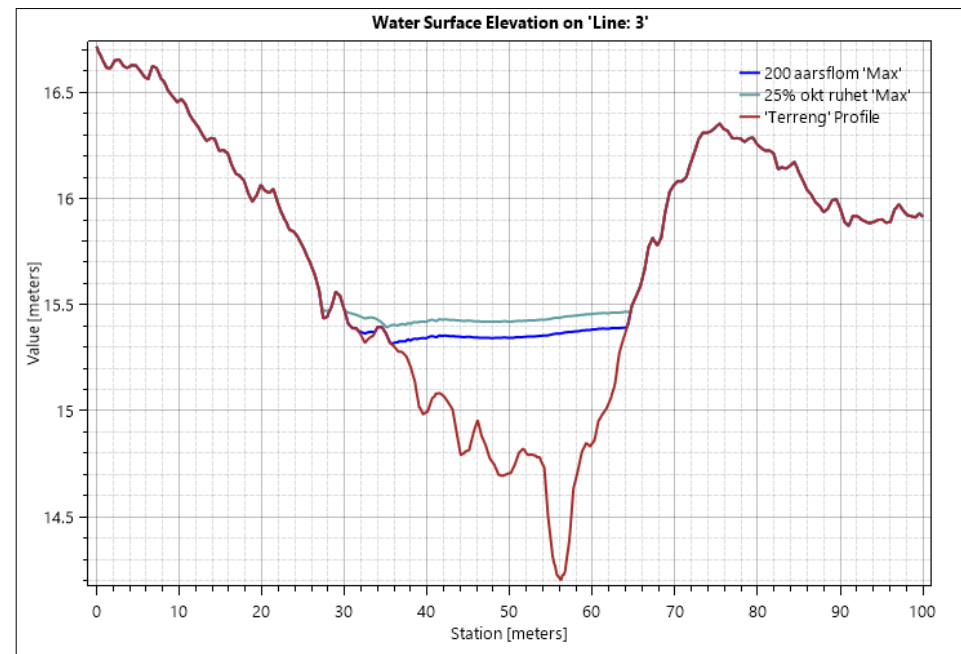
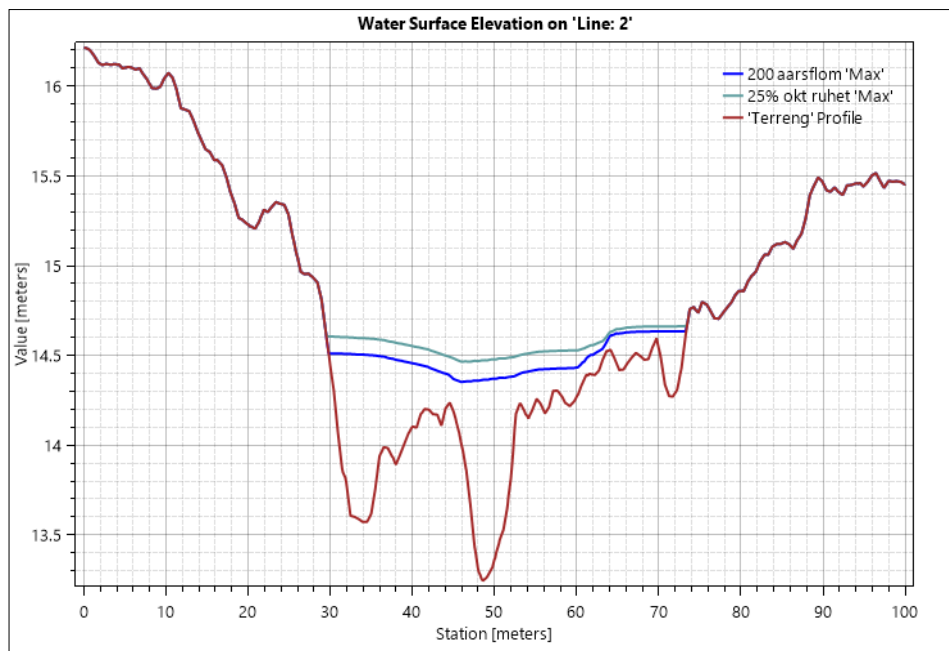
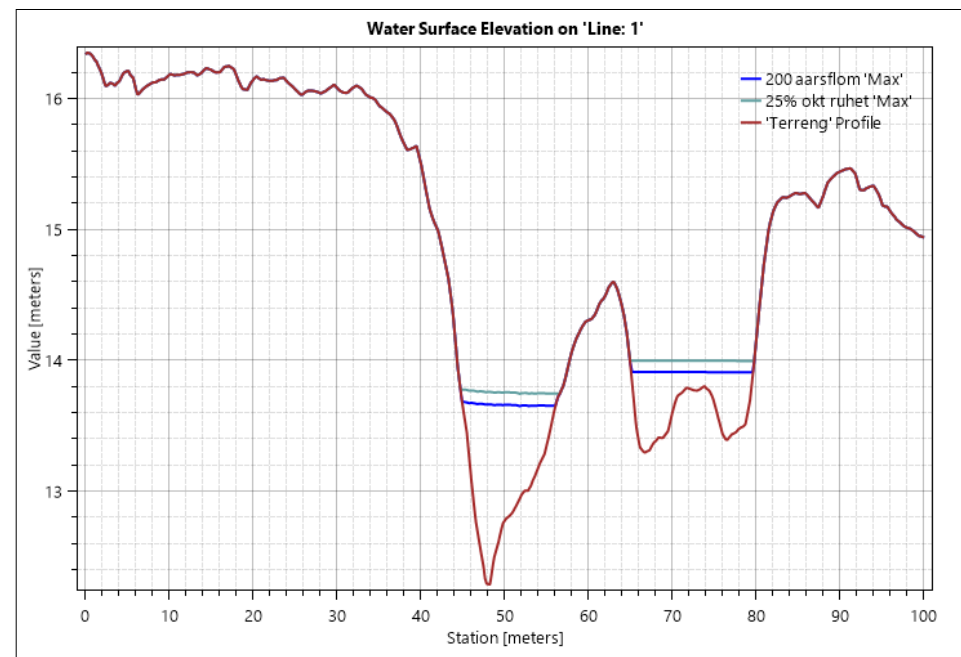
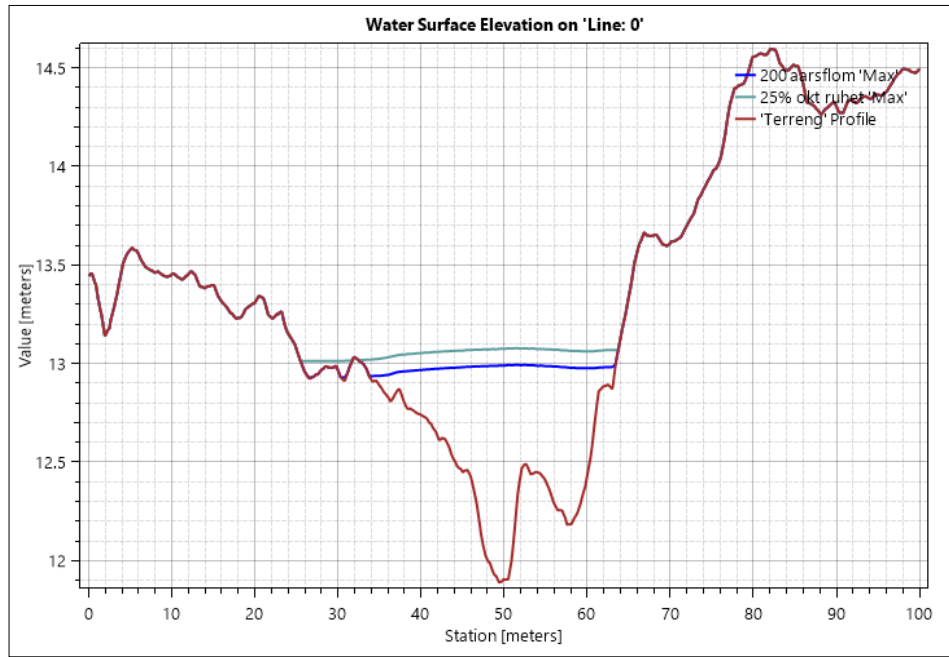
Profil nr.	Elvebunn [moh]	Vannlinjeberegning Selneselva før samløp, Qmaks = 18.8 m <sup>3</sup> /s			Følsomhetsanalyse +25% ruhet		Flomsikkert nivå (inkl. sikkerhetsmargin) [moh]
		Vannstand [moh]	Vanndybde (maks) [m]	Hastighet (maks) [m/s]	Vannstand [moh]	Økning [m]	
0 (rett oppstrøms samløp)	11.89	12.99	1.10	2.64	13.08	0.09	13.29
1	12.29	13.66	1.37	3.52	13.76	0.10	13.96
2 (rett oppstrøms kulvert)	13.25	14.45	1.20	3.04	14.55	0.10	14.75
3	14.22	15.37	1.15	2.55	15.45	0.08	15.67
4	14.84	15.98	1.14	2.62	16.06	0.08	16.28
5	15.34	16.47	1.13	2.18	16.55	0.08	16.77
6	15.78	17.08	1.30	3.02	17.16	0.08	17.38

## VEDLEGG 6 – FLOMSONEKART OG RESULTATER SELNESELVA FØR SAMLØP

Lengdeprofil Selneselva før samløp

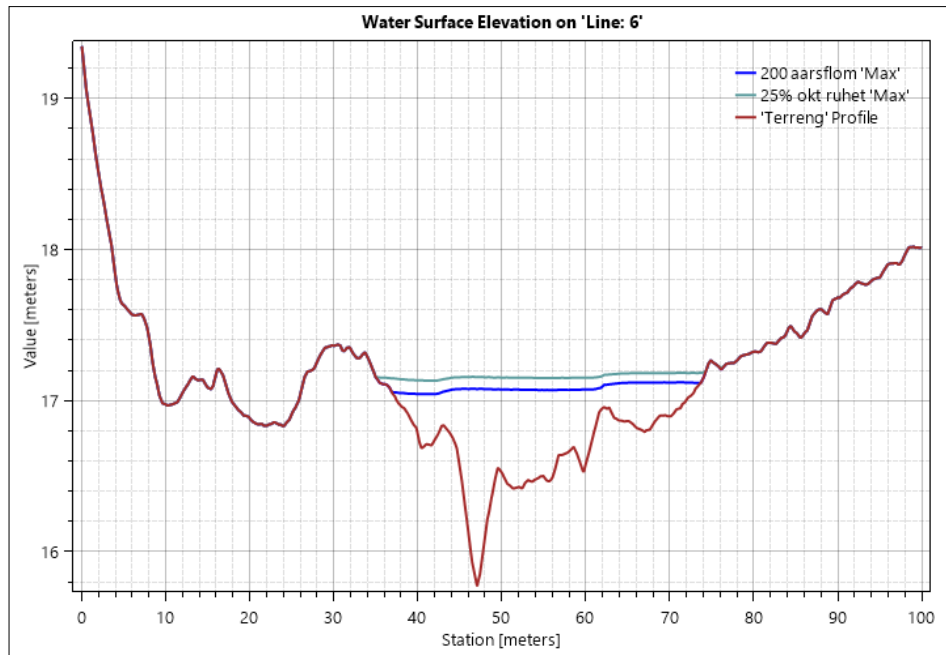
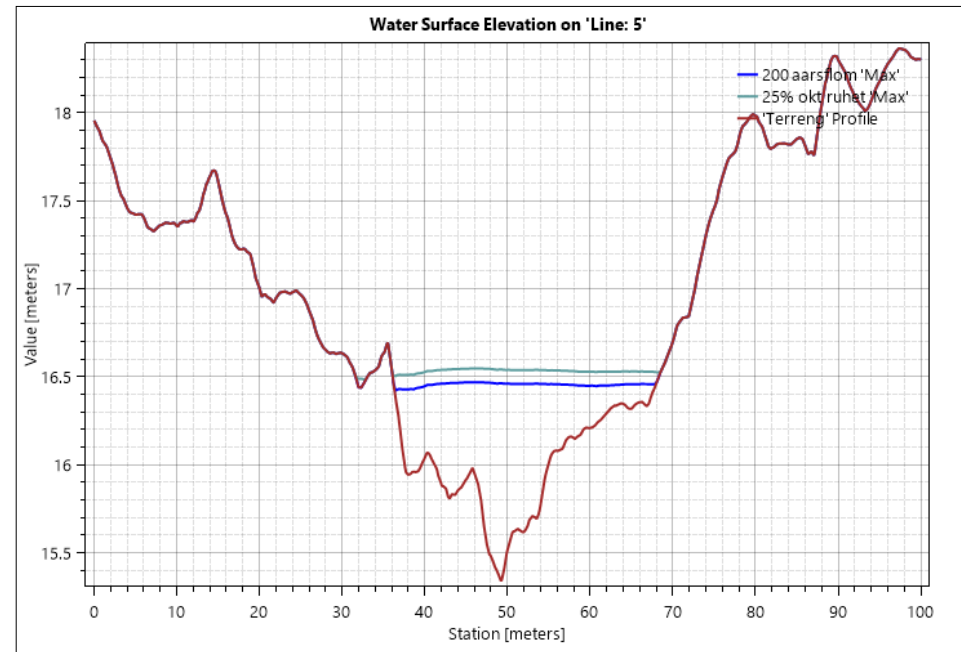
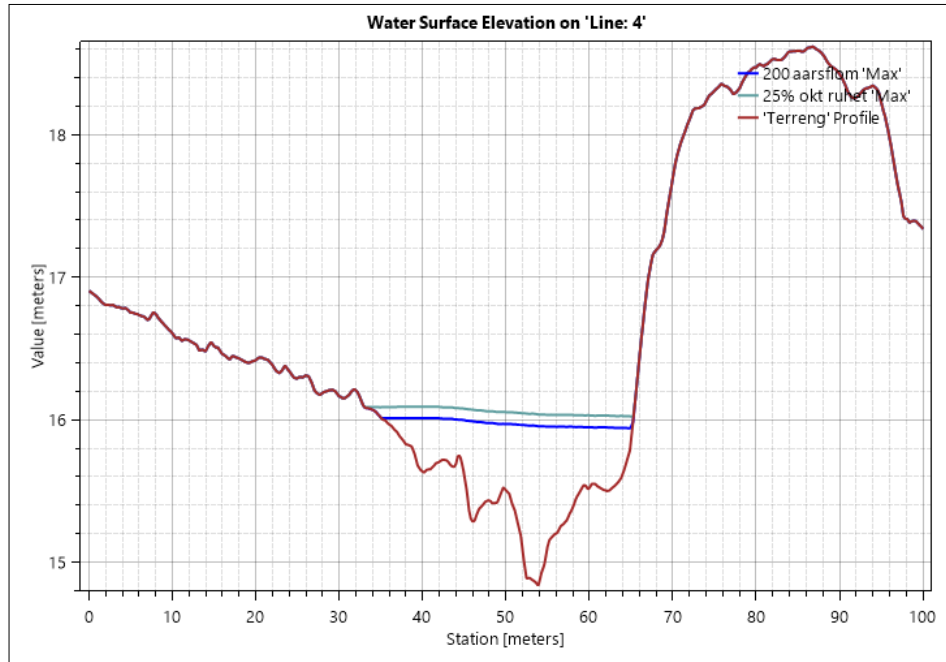


# VEDLEGG 6 – FLOMSONEKART OG RESULTATER SELNESELVA FØR SAMLØP

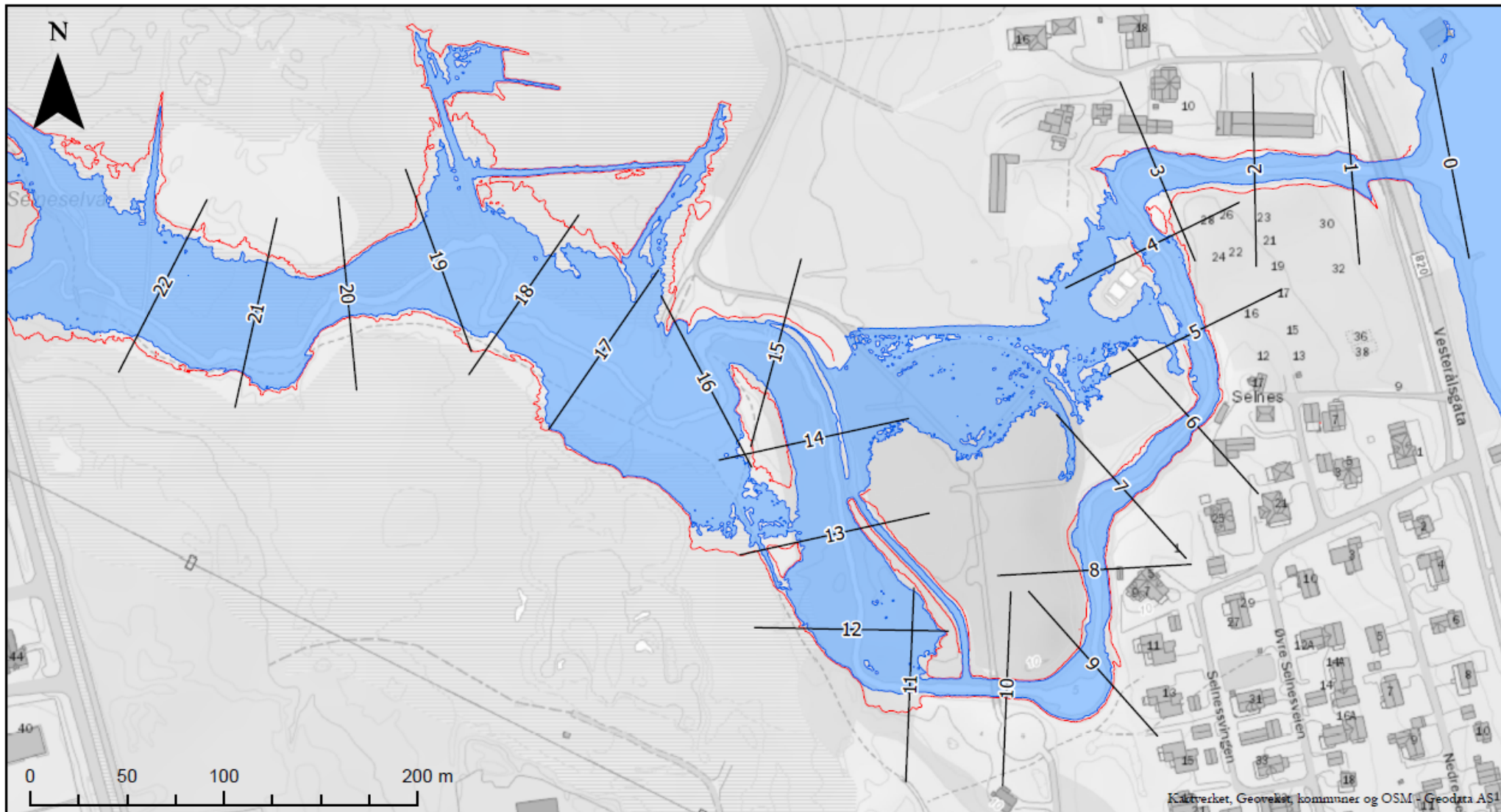




# VEDLEGG 6 – FLOMSONEKART OG RESULTATER SELNESELVA FØR SAMLØP



## VEDLEGG 7 – FLOMSONEKART OG RESULTATER SELNESELVA NEDRE (ETTER SAMLØP)



Kartverket, Geovekst, kommuner og OSM - Geodata AS12

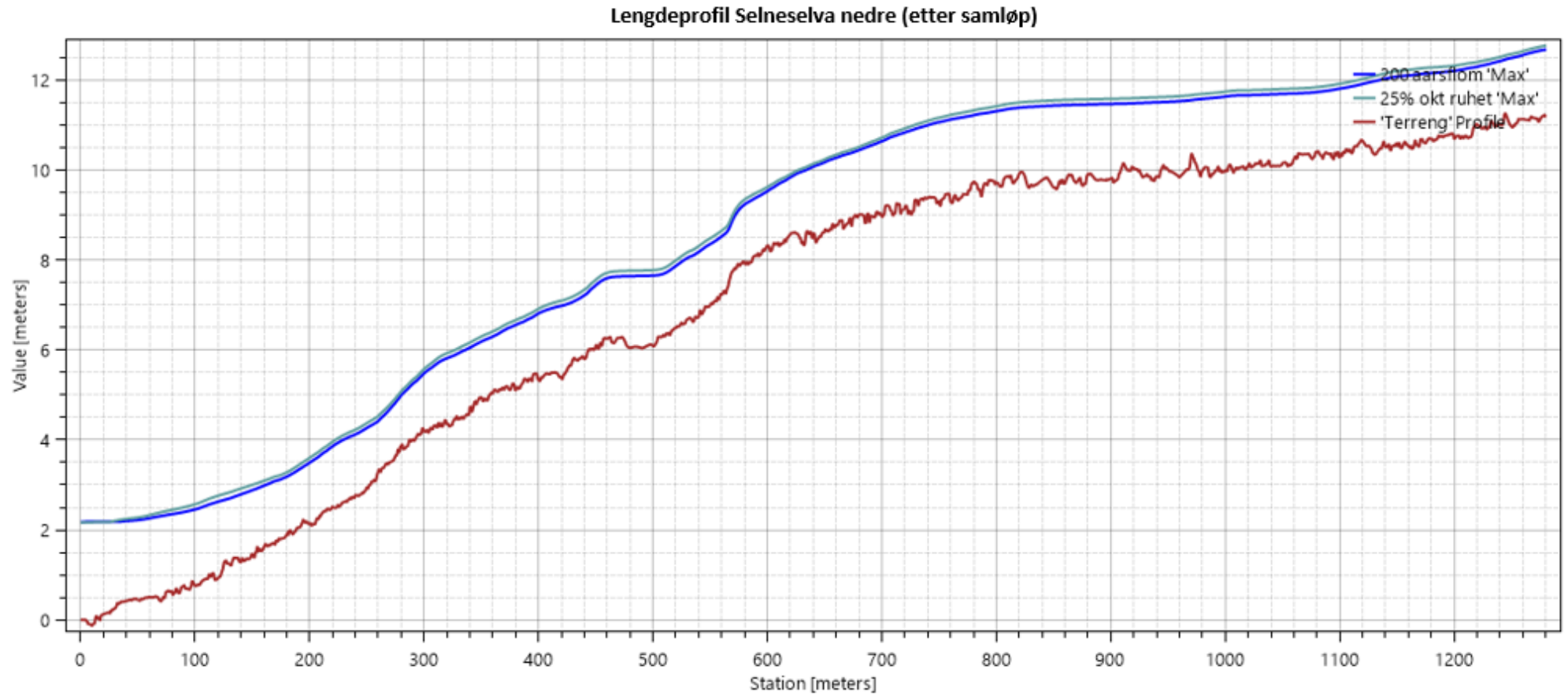
### Flomsonekart Selneselva nedre (etter samløp), $Q_{200} = 31.4 \text{ m}^3/\text{s}$

- Selneselva nedre (etter samløp) - Tverrprofiler
- 200-årsflom med 40% klimapåslag
- Utbredelse med sikkerhetsmargin på 30 cm

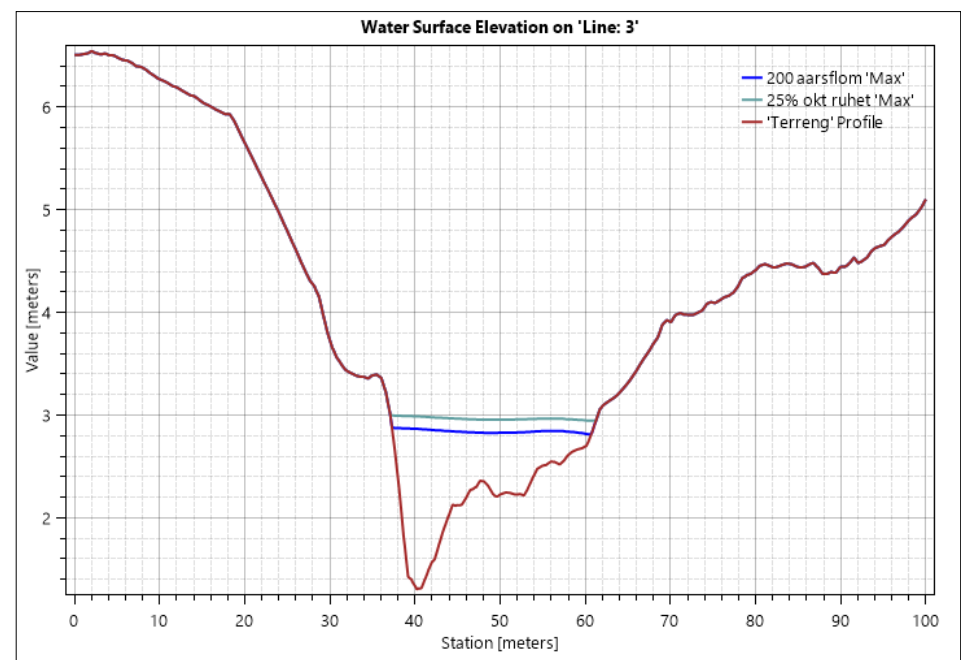
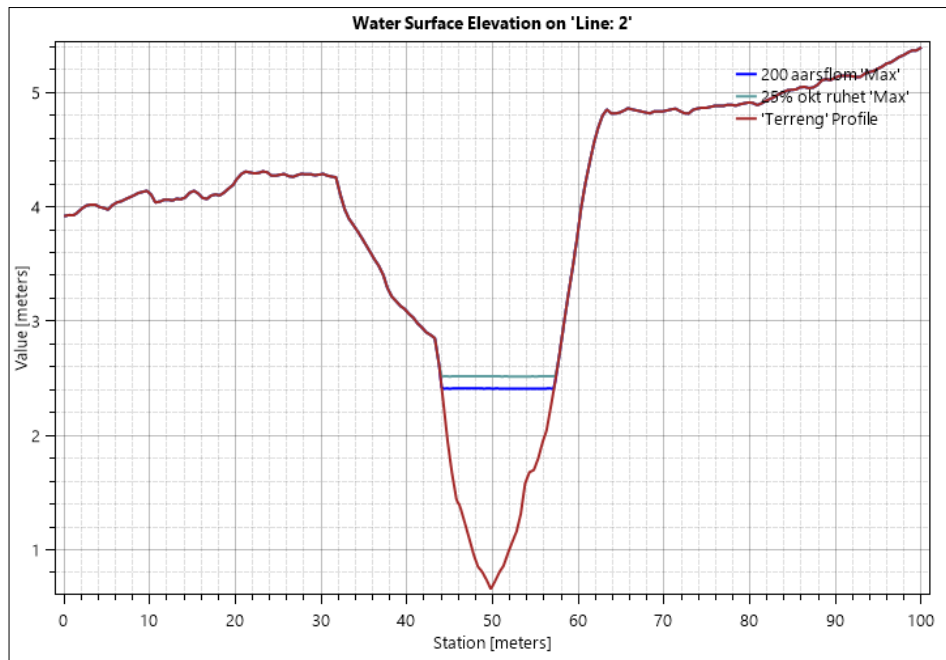
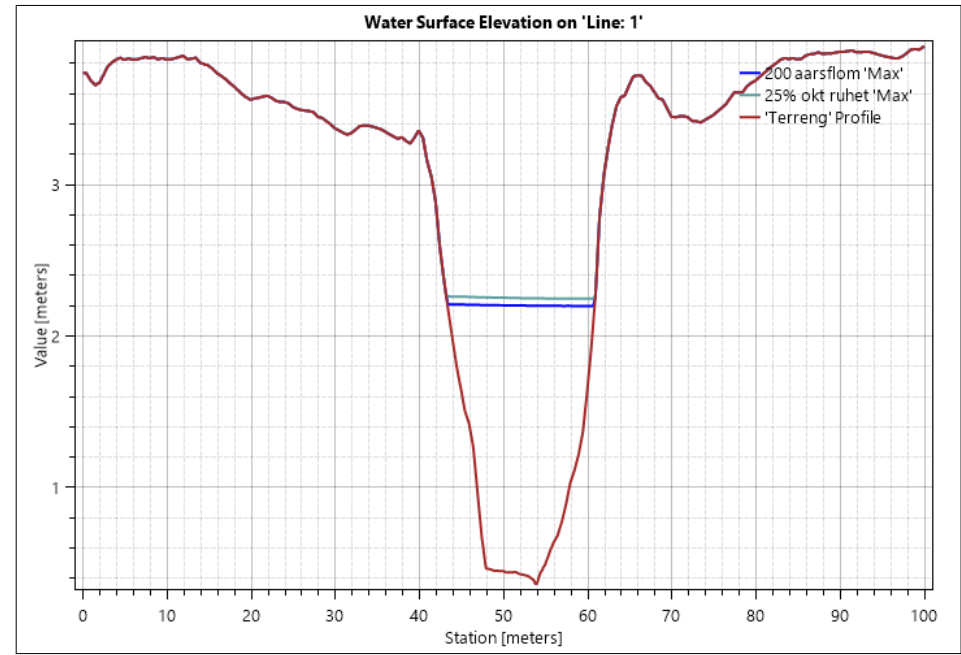
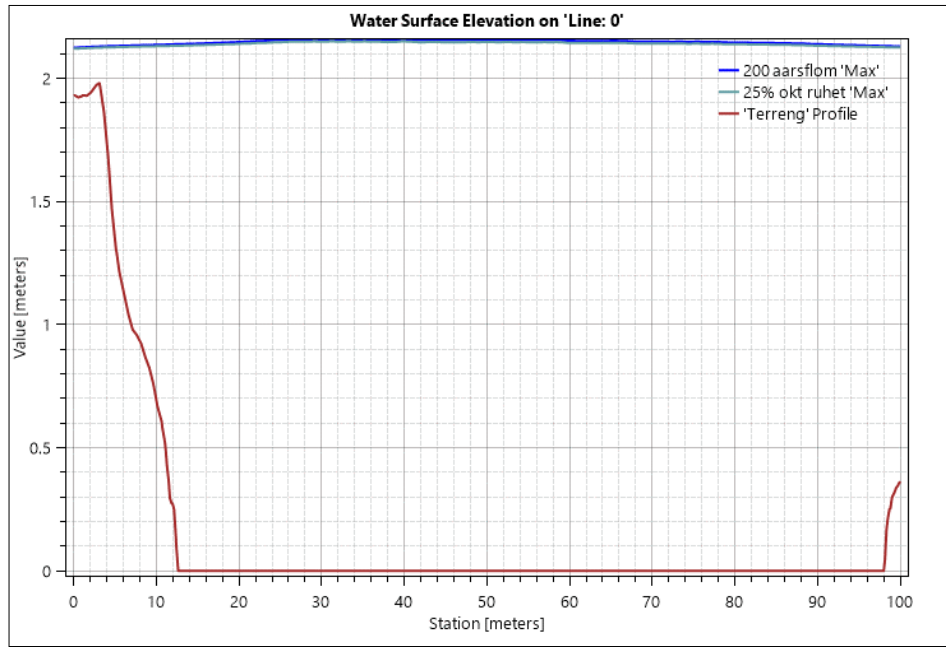
## VEDLEGG 7 – FLOMSONEKART OG RESULTATER SELNESELVA NEDRE (ETTER SAMLØP)

Profil nr.	Elvebunn [moh]	Vannlinjeberegning Selneselva nedre, Qmaks = 31.4 m <sup>3</sup> /s			Følsomhetsanalyse +25% ruhet		Flomsikkert nivå (inkl. sikkerhetsmargin) [moh]
		Vannstand [moh]	Vanndybde (maks) [m]	Hastighet (maks) [m/s]	Vannstand [moh]	Økning [m]	
0 (sjø)	0.00	2.14	2.14	0.35	2.14	0.00	2.44
1	0.44	2.20	1.76	1.70	2.25	0.05	2.50
2	0.68	2.41	1.73	2.61	2.52	0.11	2.71
3	1.32	2.86	1.54	3.10	2.98	0.12	3.16
4	2.32	3.68	1.36	4.34	3.78	0.10	3.98
5	3.18	4.43	1.25	4.11	4.54	0.11	4.73
6	4.27	5.69	1.42	4.40	5.80	0.11	5.99
7	4.97	6.33	1.36	3.22	6.45	0.12	6.63
8	5.43	6.97	1.54	2.59	7.08	0.11	7.27
9	6.10	7.64	1.54	2.03	7.76	0.12	7.94
10	6.58	7.99	1.41	4.12	8.11	0.12	8.29
11	7.89	9.16	1.27	4.75	9.27	0.11	9.46
12	8.52	9.94	1.42	3.35	10.00	0.06	10.24
13	8.85	10.43	1.58	3.10	10.50	0.07	10.73
14	9.07	10.92	1.85	3.32	11.01	0.09	11.22
15	9.55	11.25	1.70	2.35	11.36	0.11	11.55
16	9.74	11.45	1.71	1.22	11.57	0.12	11.75
17	10.00	11.51	1.51	1.18	11.63	0.12	11.81
18	9.95	11.63	1.68	1.91	11.74	0.11	11.93
19	10.32	11.75	1.43	1.79	11.85	0.10	12.05
20	10.40	12.02	1.62	2.51	12.13	0.11	12.32
21	10.75	12.22	1.47	2.17	12.33	0.11	12.52
22 (rett nedstrøms samløp)	11.12	12.59	1.47	2.65	12.67	0.08	12.89

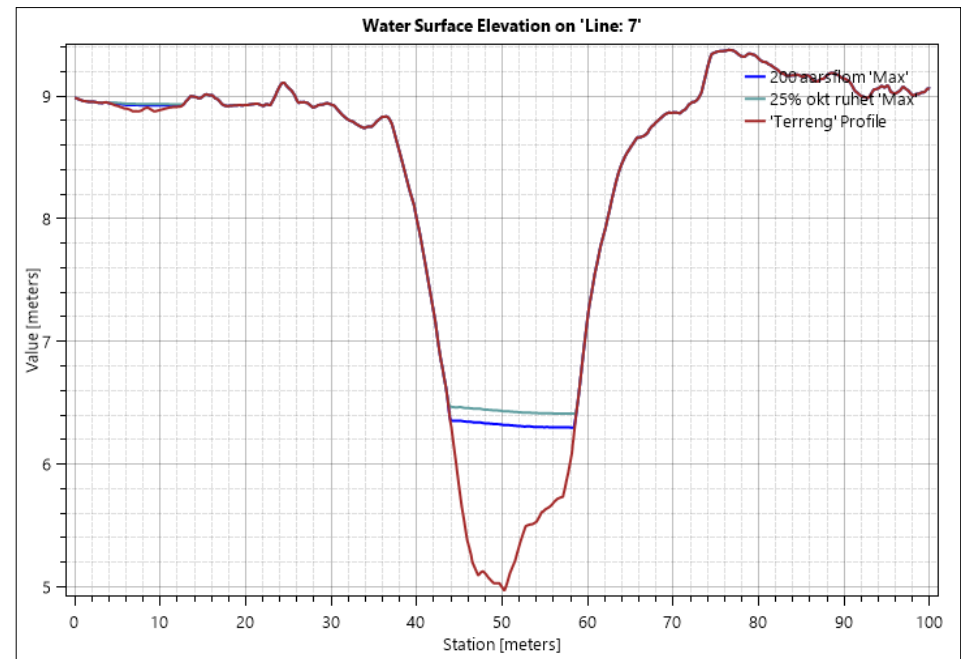
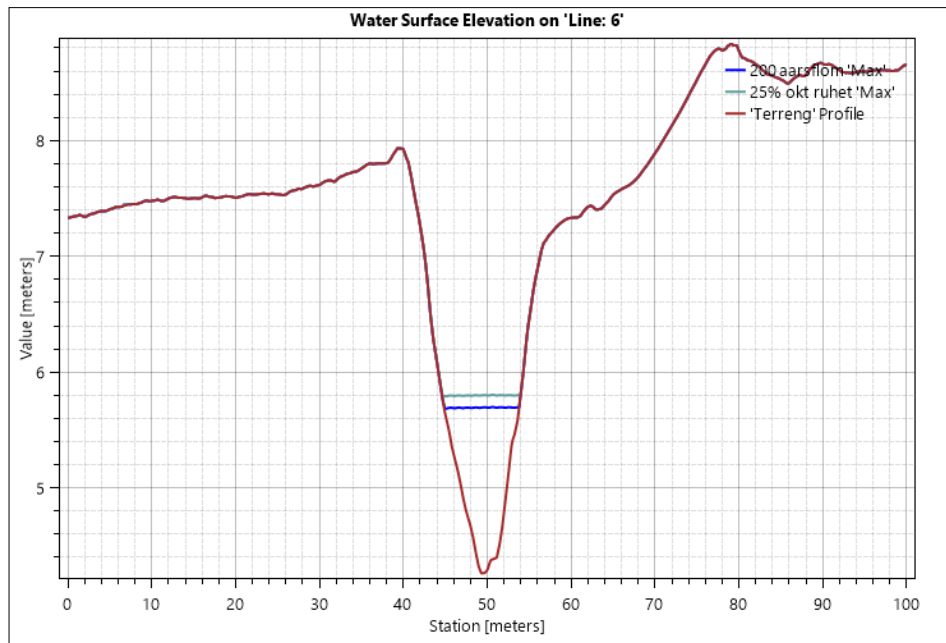
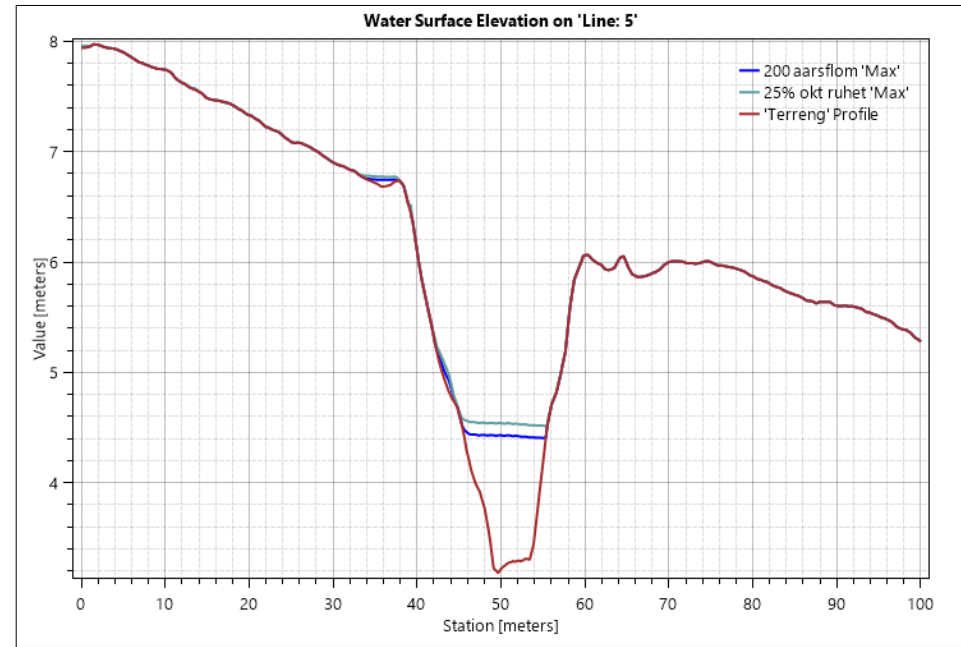
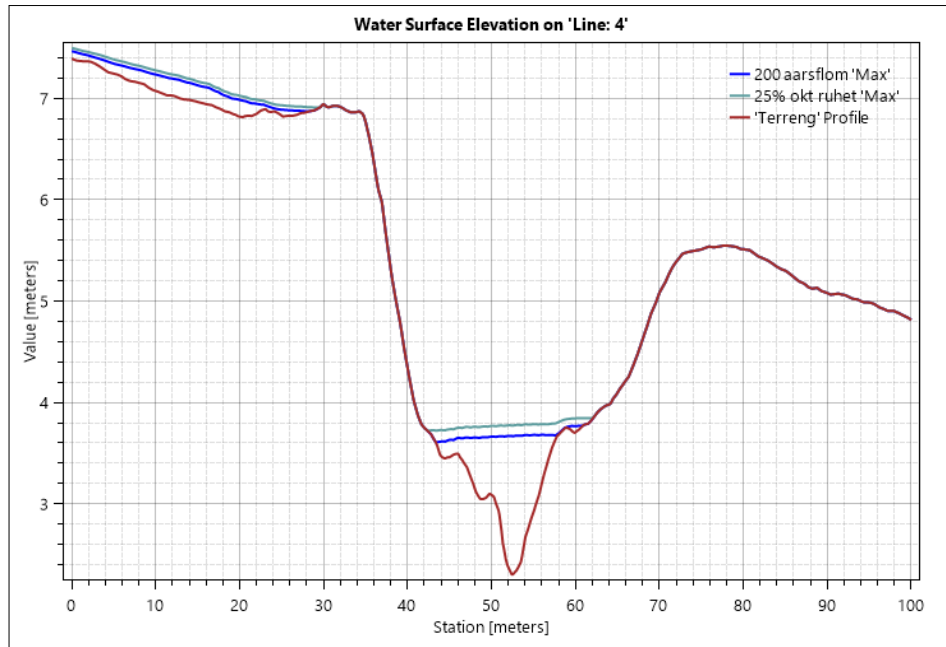
## VEDLEGG 7 – FLOMSONEKART OG RESULTATER SELNESELVA NEDRE (ETTER SAMLØP)



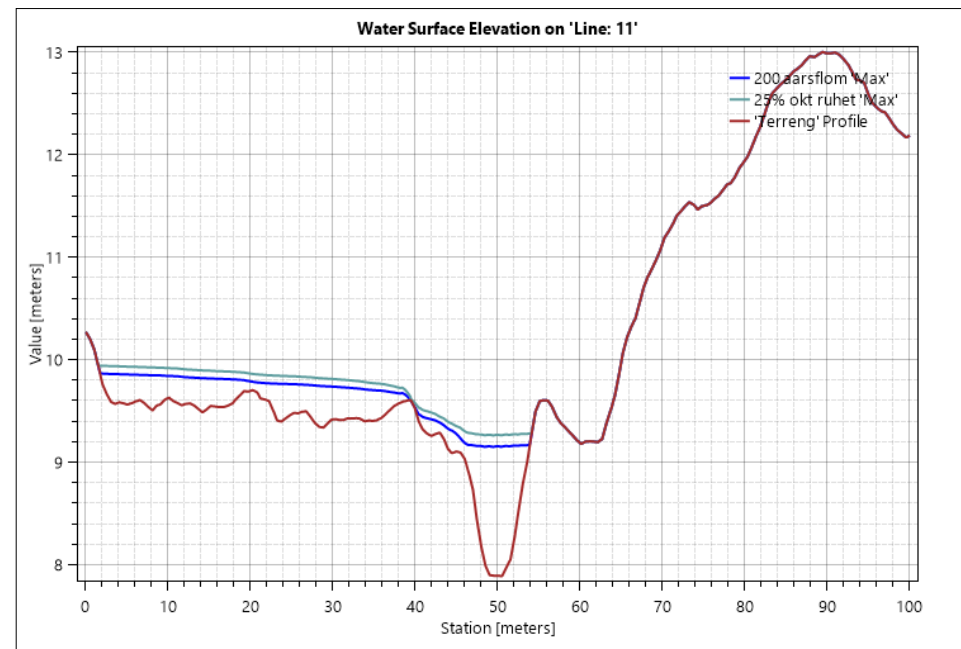
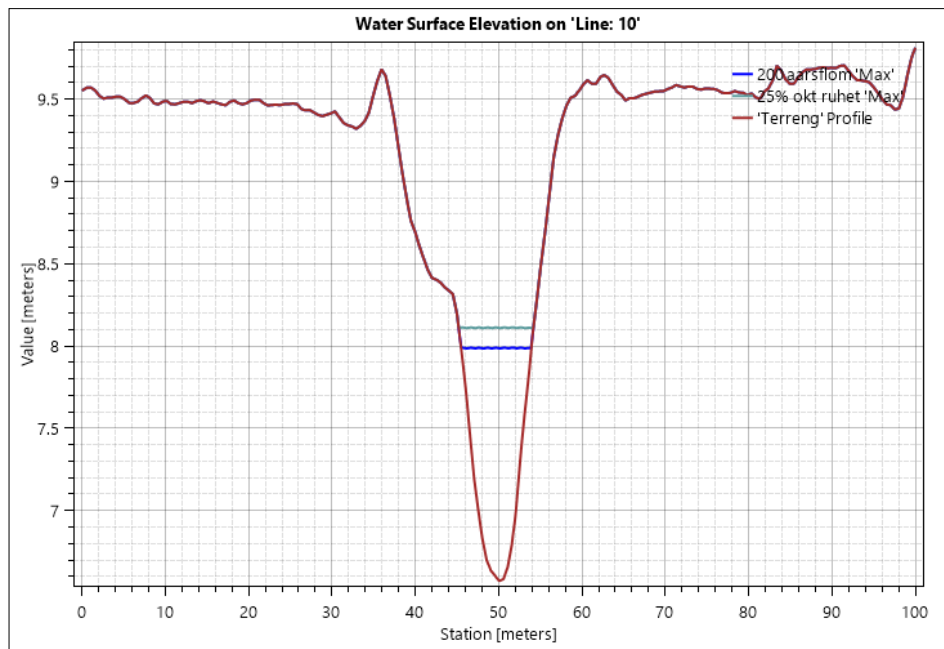
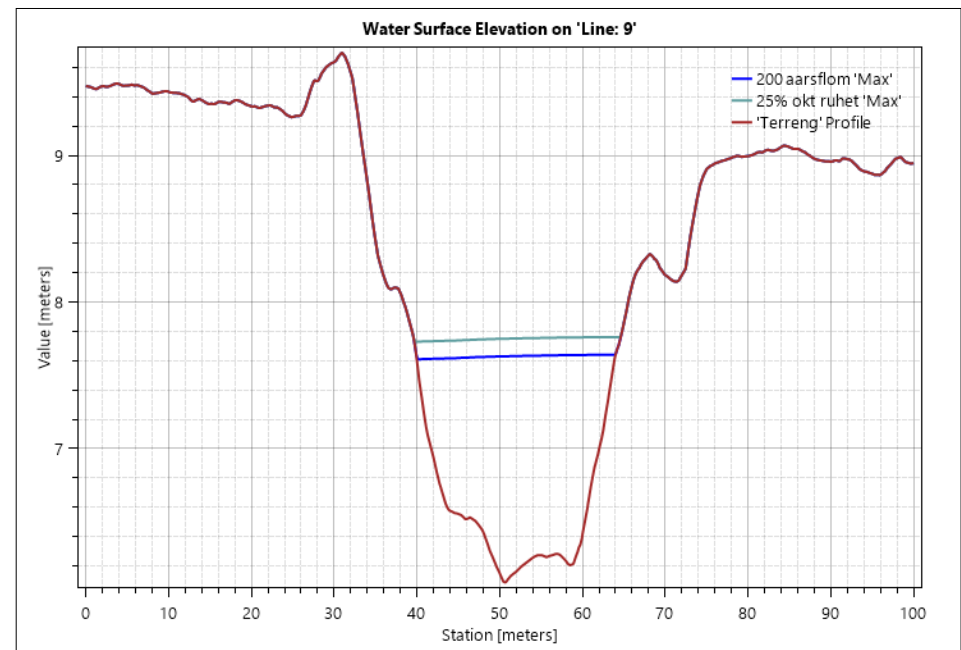
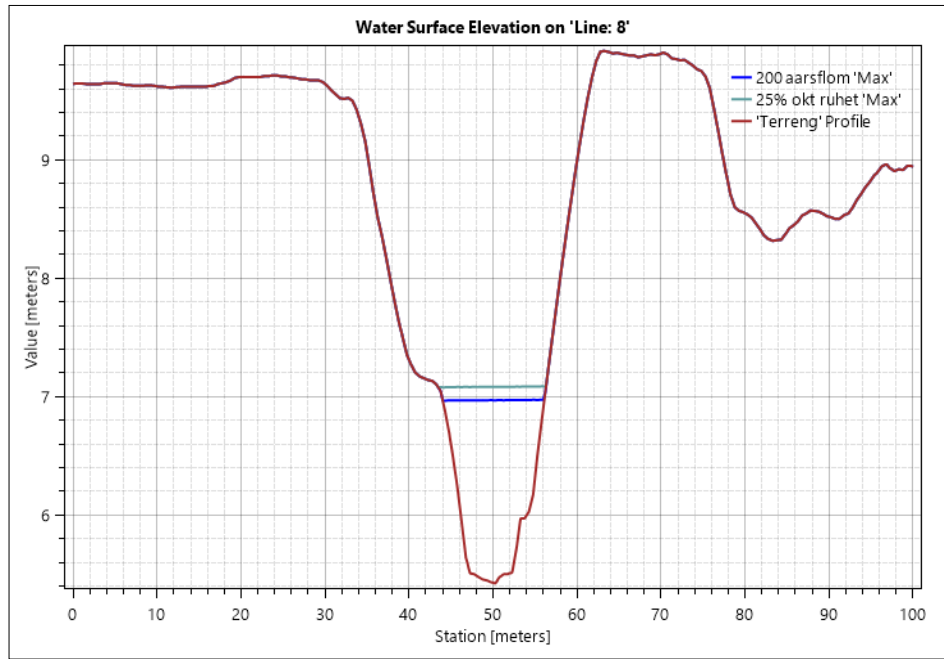
# VEDLEGG 7 – FLOMSONEKART OG RESULTATER SELNESELVA NEDRE (ETTER SAMLØP)



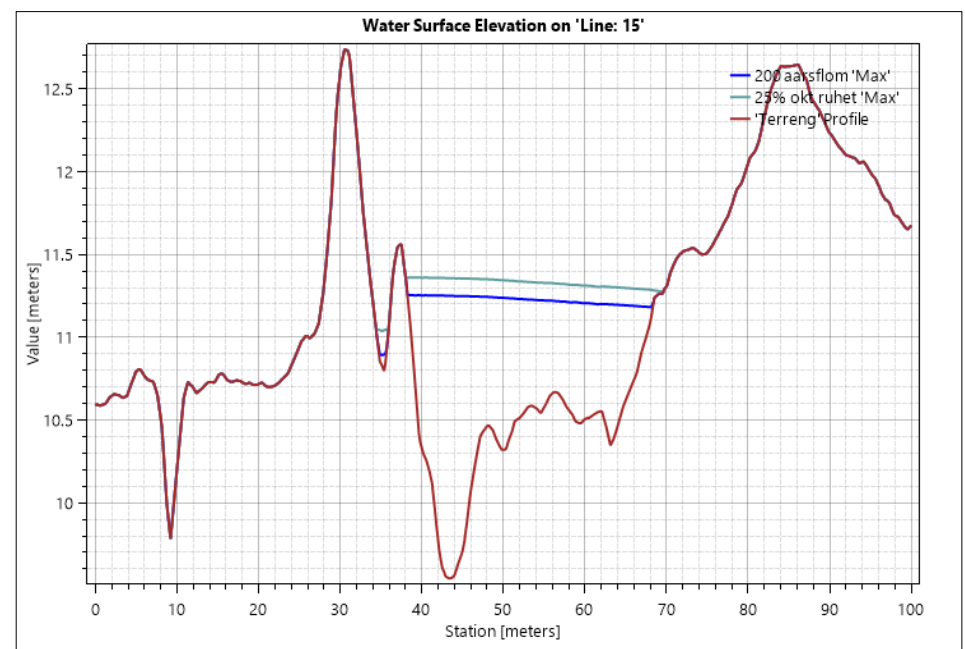
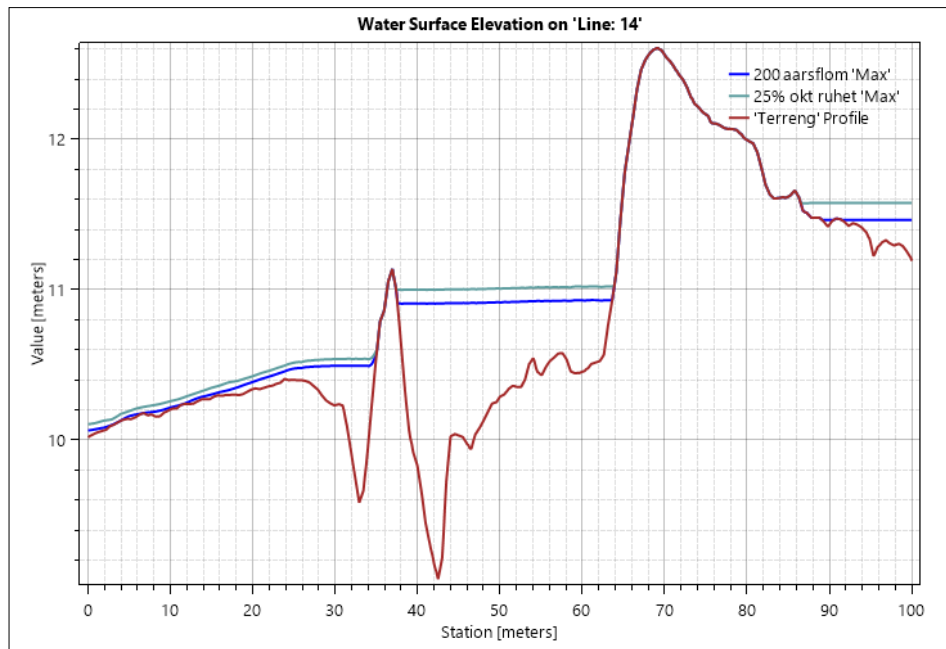
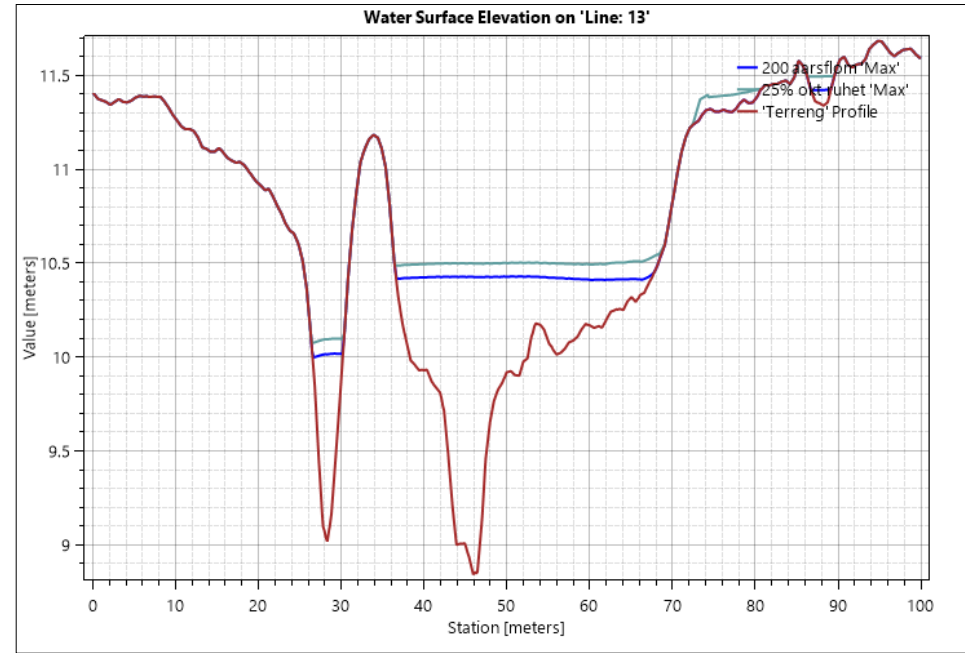
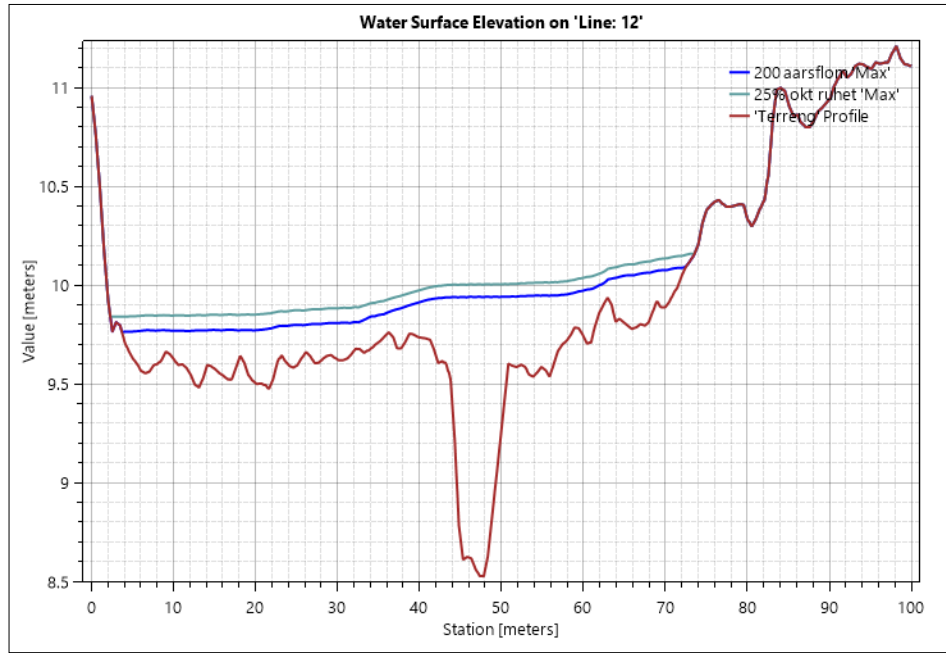
# VEDLEGG 7 – FLOMSONEKART OG RESULTATER SELNESELVA NEDRE (ETTER SAMLØP)



# VEDLEGG 7 – FLOMSONEKART OG RESULTATER SELNESELVA NEDRE (ETTER SAMLØP)

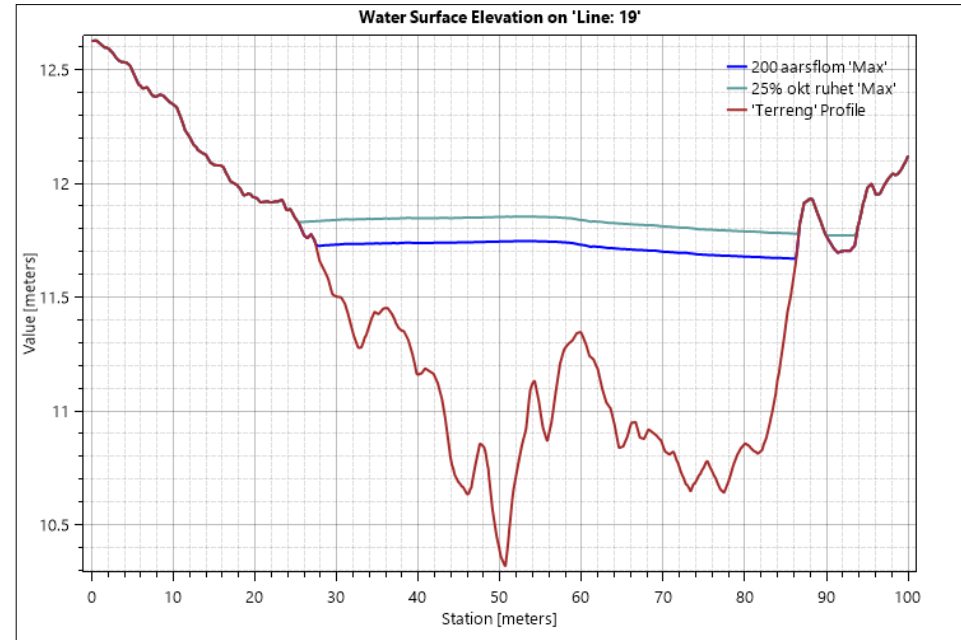
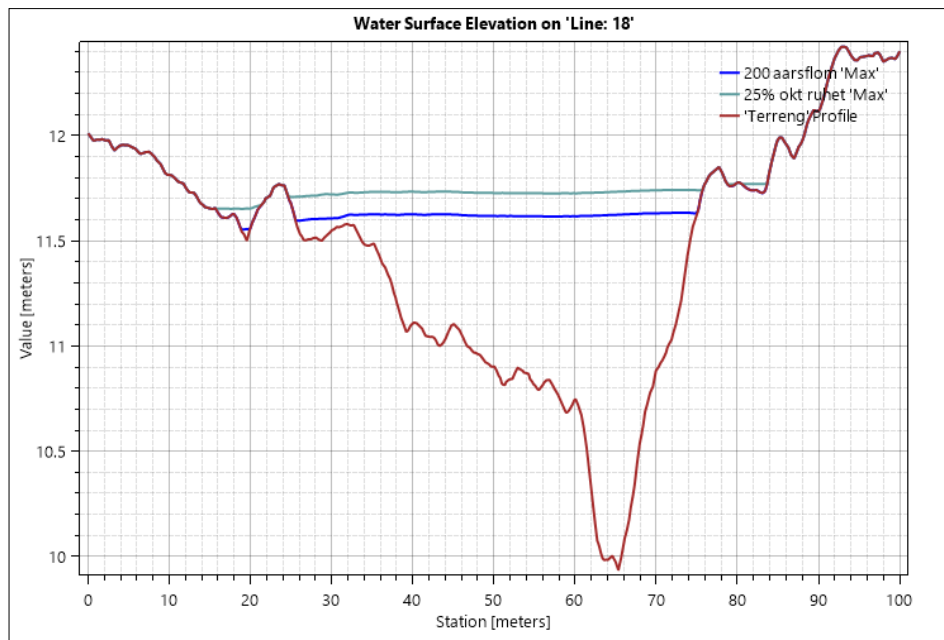
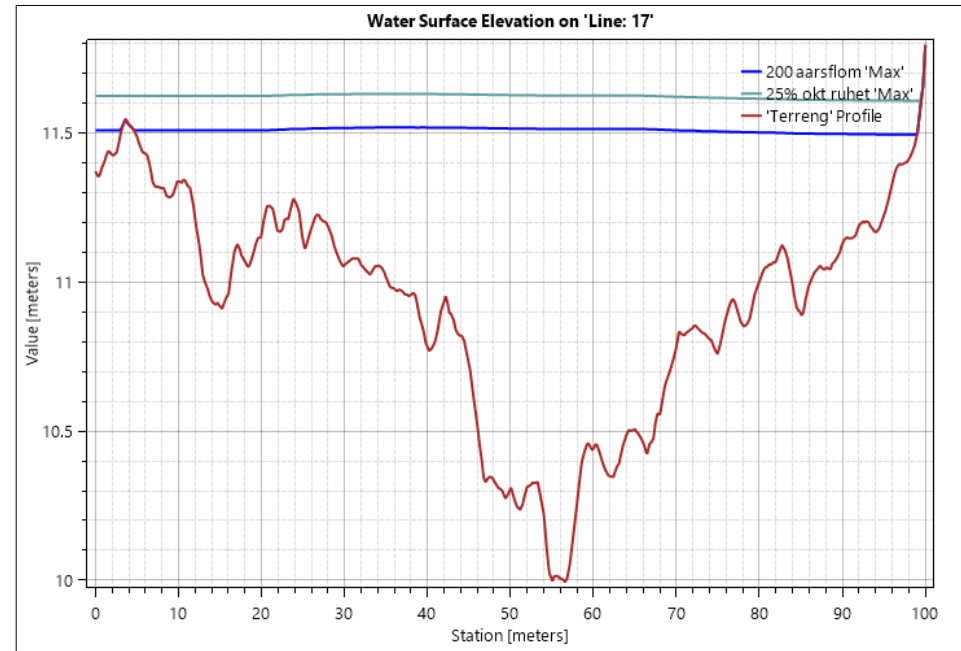
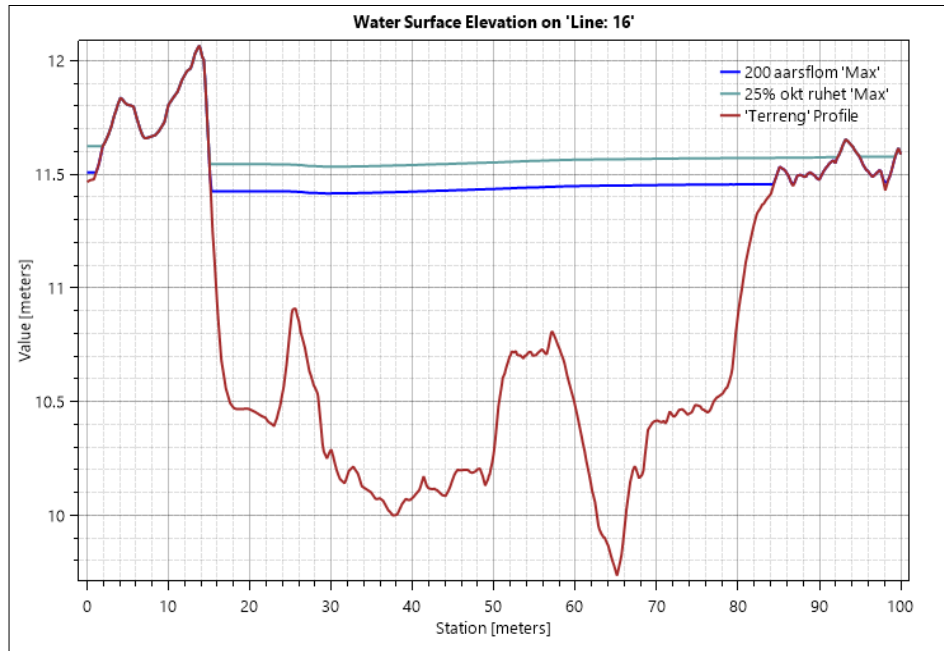


# VEDLEGG 7 – FLOMSONEKART OG RESULTATER SELNESELVA NEDRE (ETTER SAMLØP)





# VEDLEGG 7 – FLOMSONEKART OG RESULTATER SELNESELVA NEDRE (ETTER SAMLØP)



# VEDLEGG 7 – FLOMSONEKART OG RESULTATER SELNESELVA NEDRE (ETTER SAMLØP)

