

**Oppdragsnavn:** Rammeavtale Tromsø kommune Flomvurdering Storelva  
**Oppdragsnummer:** 607113-59  
**Utarbeidet av:** Hege Merete Kalnes  
**Kontrollert av:** Åsta Gurandsrud Hestad  
**Dato:** 30.01.2019  
**Tilgjengelighet:** Åpen

## NOTAT Flomvurdering Storelva

<b>1. INTRODUKSJON .....</b>	<b>3</b>
<b>2. FORUTSETNINGER.....</b>	<b>5</b>
<b>3. FLOMBEREGNING .....</b>	<b>6</b>
3.1. Grunnlag for beregning.....	6
3.2. Beskrivelse av nedslagsfelt .....	6
3.3. Flomfrekvensanalyse .....	7
3.4. Nasjonalt formelverk (NIFS-formel).....	8
3.5. Hydrologisk flommodell - PQFLOM .....	9
3.6. Klimapåslag .....	10
3.7. Oppsummering og endelig estimat .....	10
<b>4. VANNLINJEBEREGNING .....</b>	<b>11</b>
4.1. Oppsett av endimensjonal vannlinjemodell .....	11
4.2. Resultater.....	12
4.3. Kalibrering og følsomhetsanalyse.....	14
4.4. Sikkerhetsmargin .....	15
<b>5. FLOMSIKKERT NIVÅ OG SIKRINGSTILTAK .....</b>	<b>16</b>
5.1. Vannlinjeberegning med flomverk .....	16
5.2. Anbefalt minimum byggehøyde og flomverk .....	17
<b>6. REFERANSER .....</b>	<b>19</b>
<b>7. VEDLEGG .....</b>	<b>20</b>

## SAMMENDRAG

Det er beregnet flomsener for 200-årsflom med 40% klimapåslag for Storelva i Tromsø, ved planområdet for ny ungdomsskole i Nedre Storvollen 5.

Nedbørsfeltet til Storelva har en størrelse på 7 km<sup>2</sup> ved utløp i sjøen. Feltet består i hovedsak av snaufjell med noe skog. Det er benyttet flere metoder for å beregne dimensjonerende flom; flomfrekvensanalyse, NIFS-formel og PQFLOM. Endelig beregnet 200-årsflom med 40% klimapåslag er 36.79 m<sup>3</sup>/s.

Det er satt opp en endimensjonal vannlinjemodell i HEC-RAS 5.0.5 på bakgrunn av en terrengmodell generert fra laserdata. Modellen er kjørt med beregnet flomvannføring, og resultatene viser at planområdet havner innenfor 200-årsflomseneren. Det er derfor anbefalt at det bygges flomverk, i form av en flomvoll, eller ved heving av terrenget. Vannlinjeberegning med et fiktivt flomverk ved planområdet viser at flomvannstanden påvirkes lite av endringen.

For å ta høyde for usikkerhet i beregningene, legges det til en sikkerhetsmargin for vannstigning på 30 cm. Anbefalt minimum byggehøyde er gitt av modellert vannlinje i nærmeste tverrprofil pluss sikkerhetsmargin, som vist i tabellen under. Det er valgt å ta utgangspunkt i den høyeste modellerte vannstanden fra vannlinjeberegningene, med og uten flomverk.

Fra og med profil 1052 til 574, ligger terrenget ved plangrensen lavere enn anbefalt minimum byggehøyde (unntatt rundt profil 642), og det burde bygges flomverk på denne ca. 170 meter lange strekningen. Høyden på flomverket vil variere, men grovt estimert må den være opptil 70 cm, for at planområdet skal ligge utenfor 200-årsflomseneren med sikkerhetsmargin.

Profil	Høyeste modellerte vannlinje [moh]	Sikkerhetsmargin [m]	Anbefalt minimum byggehøyde [moh]
1140	17.10	0.30	17.40
1052	16.53	0.30	16.83
986	16.25	0.30	16.55
913	15.72	0.30	16.02
836	15.15	0.30	15.45
778	14.84	0.30	15.14
722	14.33	0.30	14.63
642	13.92	0.30	14.22
584	13.36	0.30	13.66
527	12.78	0.30	13.08
427	11.68	0.30	11.98

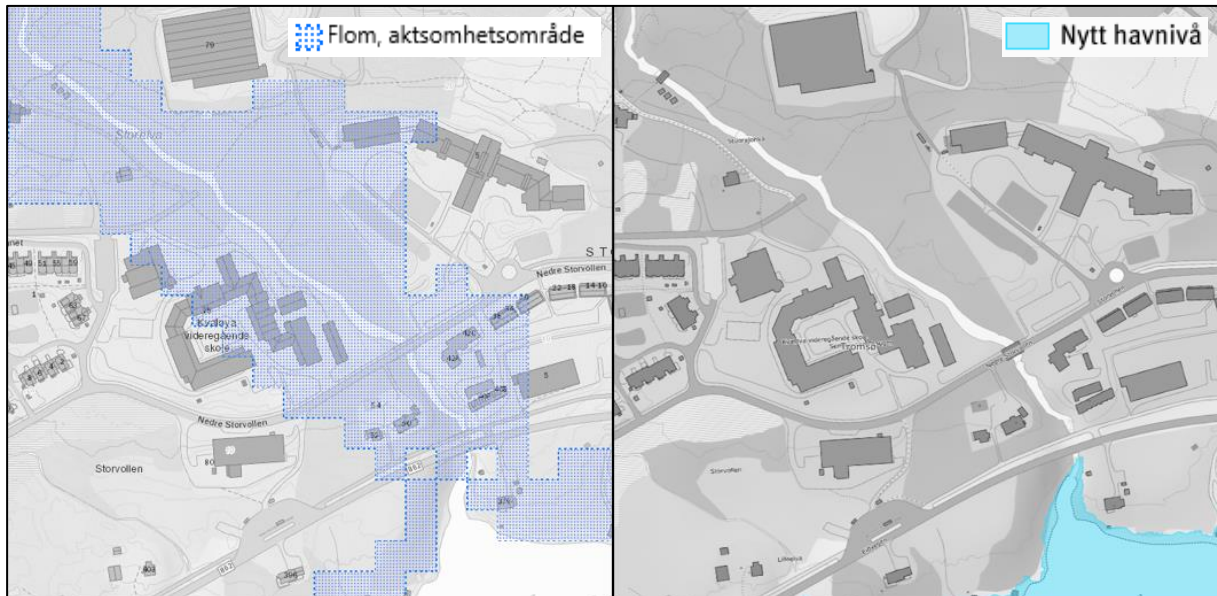
## 1. INTRODUKSJON

I forbindelse med bygging av ny ungdomsskole i Nedre Storvollen 5 i Tromsø, har Asplan Viak AS på oppdrag fra Tromsø kommune foretatt vurdering av flomfare knyttet til Storelva. Planområdet ligger på østsiden av Storelva, og sørlige grense ligger ca. 170 m oppstrøms elvas utløp i sjøen. Kartutsnitt med plassering av planområdet er vist i Figur 1-1.



Figur 1-1 Oversiktskart med utsnitt av planområde (omtrentlig grense i rødt) som viser eksisterende situasjon.

I henhold til TEK17 §7-2, har eiendommen en sikkerhetsklasse F2 for flom og stormflo. Dette tilsvarer at nye byggverk ikke skal oversvømmes oftere enn med et gjentaksintervall på 200 år. Store deler av eiendommen er berørt i NVEs aktsomhetskart for flom. Det er derfor foretatt flom- og vannlinjeberegning for Storelva ved en 200-årsflom. Risikokart for stormflo fra Kartverkets tjeneste Se havnivå, viser at eiendommen ikke vil bli oversvømt ved 200-års stormflo med havnivåstigning.



Figur 1-2 Aktsomhetsområde for flom (hentet fra NVE Atlas) og sone for 200-års stormflo med havnivåstigning (hentet fra Kartverkets Se havnivå).

## 2. FORUTSETNINGER

Følgende forutsetninger ligger til grunn for vurderingen:

- Hva som vurderes
  - Vannstigning/oversvømmelse som følge av flom i Storelva, forutsatt at elven ikke graver seg nye vegger.
  - Forslag til sikringstiltak for å unngå oversvømmelse.
  - Erosjonsfare og ras- og skredfare er ikke vurdert.
- Flomberegning
  - 200-årsflom er beregnet for nedslagsfeltet til Storelva ved dets utløp i sjøen, som er generert i NVEs karttjeneste Nevina.
  - Beregningen er utført etter veiledning gitt i NVEs *Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt (7/2015)*, hvor flere metoder er benyttet.
  - Klimapåslag et valgt basert på anbefalinger gitt i Klimaprofil for Troms og NVEs veileder.
- Vannlinjeberegning
  - Flomsoneer er generert med en endimensjonal vannlinjemodell.
  - Til terrengmodell er det benyttet data fra Kartverkets laserinnsyntjeneste.
  - Grunnet mye snø har det ikke vært mulig å foreta innmålinger av innsnevninger ved brokryssinger. Dimensjoner på bruer i modellen er derfor estimert fra terrenget. Dersom ønskelig kan det foretas befaring i mai/juni, og en ny beregning foretas, men resultatene for planområdet vil trolig være lite påvirket av endrede dimensjoner (for forklaring se kapittel 4.2).
  - Etter anbefaling gitt i NVEs rapport *Flom og stormflo (83/2015)* er havnivå ved 1-års stormflo brukt som nedre grensebetingelse for utløpet i sjøen. Det er videre valgt å legge til fremtidig havnivåstigning. Etter anbefaling i DSBs veileder *Havnivåstigning og stormflo (2016)*, er det brukt øvre del (95-presentilen) fra utslippsscenario RPC8.5 for årene 2081-2100 som klimapåslag for havnivåstigning. Nivået ved 1-års stormflo/høyvann og havnivåstigning ved Storelva er hentet fra Kartverkets tjeneste Se havnivå.
  - 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 moment i beregningene. Det foretas en følsomhetsanalyse for å finne passende sikkerhetsmargin, hvor minimum vannstigning er satt til 30 cm i henhold til retningslinjen.
  - Nivåhøyder er angitt i NN2000.
- Flomsikkert nivå og sikringstiltak
  - Forslag til sikringstiltak er basert på resultater av vannlinjeberegning.
  - Det er foretatt ny vannlinjeberegning med flomverk, hvor endelig anbefalt minimum byggehøyde (flomsikkert nivå) er basert på resultater fra begge vannlinjeberegningene og bestemt sikkerhetsmargin.
  - Nivåhøyder er angitt i NN2000.

### 3. FLOMBEREGNING

#### 3.1. Grunnlag for beregning

For beregning av kulminasjonsvannføring for 200-årsflom er følgende metoder benyttet:

- Flomfrekvensanalyse
- Nasjonalt formelverk for små nedslagsfelt (NIFS-formel)
- Hydrologisk flommodell – PQFLOM

Det henvises til NVEs *Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt* (7/2015) for utdypende beskrivelse av metodene. Det er valgt å benytte PQFLOM framfor den rasjonale formel, da Storelva har et feltareal som er større enn det som er anbefalt for bruk av den rasjonale formel (NVE, 2015).

Metodene bruker forskjellige feltparametere til grunnlag for beregninger og vurderinger, og det er derfor først gitt en beskrivelse av Storelvas nedslagsfelt. For mer detaljert informasjon om beregningsgrunnlag bak resultater av flomberegningen, vises det til regnearket i vedlegg 4.

#### 3.2. Beskrivelse av nedslagsfelt

Nedslagsfeltet til Storelva er generert i NVEs karttjeneste Nevina (rapport gitt i vedlegg 1). Det avgrensede feltet er vist i Figur 3-1.



Figur 3-1 Nedslagsfeltet til Storelva ved utløp i sjø – generert i NVEs karttjeneste Nevina.

Et utvalgt av feltparametere generert i Nevina er gitt i Tabell 3-1. Feltet har en størrelse på 7 km<sup>2</sup>, og havner derfor under kategorien små felt (mindre enn 50 km<sup>2</sup>). Feltet består i hovedsak av snaufjell, samt en god del skog.

Tabell 3-1 Feltparametere for Storelva generert i NVEs karttjeneste Nevina.

Felt	Areal [km <sup>2</sup> ]	Eff. Sjø [%]	Høyde [moh]		Skog [%]	Dyrket mark [%]	Myr [%]	Sjø [%]	Snaufjell [%]	Urban [%]
			Hmin	Hmaks						
Storelva	7.0	0.0	0	770	10.0	0.0	3.2	0.0	83.2	0.1

### 3.3. Flomfrekvensanalyse

Det beste grunnlaget for hydrologiske beregninger er vannføringsmålinger over en lang periode fra det aktuelle feltet. Det ble foretatt vannføringsmålinger i perioden 1963 til 1977 ved den nedlagte målestasjonen 197.4.0 Storelv, som ligger ved Storelvas utløp i sjøen. Det finnes altså en dataserie med en lengde på 15 år for det aktuelle feltet.

I NVEs veileder anbefales det å ikke direkte estimere flomvannføring for høyere returperioder fra dataserier som er kortere enn 30 år, men heller ved å bruke estimert middelflom og vekstkurve. 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  $T$ . Veilederen anbefaler å estimere middelflom fra dataserien for det aktuelle feltet dersom serien er lengre enn 10 år, og vekstkurve fra andre lengre serier i området dersom den er kortere enn 30 år (NVE 2015).

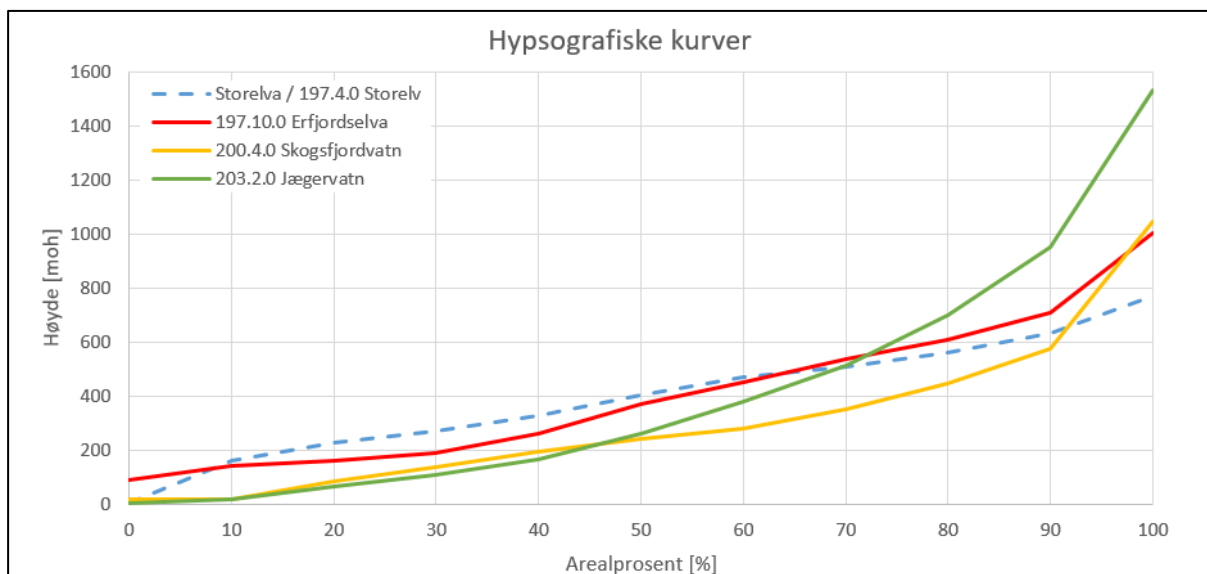
Med bakgrunn i dette er det valgt å estimere 200-årsflom for Storelva ved å bruke middelflom estimert fra data fra målestasjon 197.4.0 Storelv, og vekstkurve estimert fra en valgt referansestasjon.

Tre målestasjoner i området er vurdert som referansestasjon. Karakteristiske felldata hentet fra NVE Atlas og informasjon om måledata hentet fra NVEs database Hydra II, er gitt i Tabell 3-2. Hypsografiske kurver for feltene er vist i Figur 3-2. Målestasjon 197.10.0 Erfjordselva er valgt ut som referansestasjon, på grunnlag av nærhet, lignende topografi og sammenlignbare feltparametere. Den har en noe kort måleserie sammenlignet med de andre målestasjonene, men velges til tross for dette, da feltegenskapene til de andre stasjonene avviker såpass mye fra Storelva.

Tabell 3-2 Stasjonsdata og feltparametere for aktuelle målestasjoner.

Målestasjon	Serie- lengde [år]	Flom kurve- kvalitet	Avstand		Areal [km <sup>2</sup> ]	Eff. Sjø [%]	Skog [%]	Myr [%]	Snaufjell [%]	qN* [l/s·km <sup>2</sup> ]	
			km	retning						målt	61-90
Storelva / 197.4.0 Storelv	15	?	0	-	7.0	0.0	10.0	3.2	83.2	71.6	58.0
197.10.0 Erfjordselva	33	middels	8	vest	18.6	1.0	15.0	7.5	63.4	82.4	63.8
200.4.0 Skogsfjordvatn	60	bra	35	nord	136.0	10.1	21.3	1.3	49.7	52.4	53.4
203.2.0 Jægervatn	62	meget bra	42	nord- øst	93.8	7.7	28.8	5.3	44.8	50.7	56.0

\*Spesifikk middelavrenning – målt er estimert fra vannføringsdata, og 61-90 referer til estimat fra NVEs avrenningskart i normalperioden 1961-90.



Figur 3-2 Hypsografiske kurver for felt tilhørende målestasjoner.

Døgnverdi for middelflom for Storelva fra måleserie til 197.4.0 Storelv og vekstkurve fra måleserie til 197.10.0 Erfjordselva er funnet ved bruk av Hydra II programmet Ekstremverdi-analyse. For å finne vekstkurven er det brukt en toparameterfordeling (Gumbel med L-moment), da serielengden er noe kort (30-50 år), i henhold til anbefalinger i NVEs veileder. Døgnverdi for middelflom, forholdet mellom 200-årsflom og middelflom, og døgnverdi for 200-årsflom er gitt i Tabell 3-3.

Tabell 3-3 Estimert av døgnverdi for middelflom ( $Q_M$ ), vekstkurveforhold for 200-årsflom ( $Q_{200}/Q_M$ ) og estimert døgnverdi for 200-årsflom ( $Q_{200}$ ) basert på ekstremverdi-analyse i Hydra II.

Felt	Døgnverdi $Q_M$ [ $m^3/s$ ] (fra 197.4.0 Storelv)	$Q_{200}/Q_M$ (fra 197.10.0 Erfjordselva)	Døgnverdi $Q_{200}$ [ $m^3/s$ ] ( $Q_{200} = Q_M \cdot Q_{200}/Q_M$ )
Storelva	5.08	2.17	11.02

For å finne kulminasjonsverdi, som er den reelle topp-verdien av en flomhendelse, må det beregnes forholdstall mellom døgn- og kulminasjonsverdi. I NVEs veileder presenteres regresjonsligninger for forholdet  $Q_{mom}/Q_{døgn}$  for vår- og høstsesong, beregnet med utgangspunkt i feltparametere (feltareal og effektiv sjøprosent). Det er valgt å bruke det største forholdstallet for å beregne endelig kulminasjonsverdi for flom, som er gitt i Tabell 3-4.

Tabell 3-4 Beregnet forhold mellom døgn- og kulminasjonsverdi og estimert kulminasjonsvannføring.

Felt	$Q_{mom}/Q_{døgn}$		Kulminasjon flomvannføring [ $m^3/s$ ]	
	Vår	Høst	Middelflom	200-årsflom
Storelva	1.58	2.05	10.39	22.54

### 3.4. Nasjonalt formelverk (NIFS-formel)

Nasjonalt formelverk for små nedslagsfelt er utarbeidet for naturlige uregulerte felt. Da feltet til Storelva har liten urbaniseringsgrad og ikke er regulert, er dette en passende metode.

Formelverket består av to regresjonsligninger for beregning av flom, som bruker inngangsparameterne feltareal, spesifikk middelavrenning og effektiv sjøprosent. Verdiene for disse parameterne for Storelva er gitt i Tabell 3-2. Spesifikk middelavrenning gitt av NVEs avrenningskart har en usikkerhet på rundt  $\pm 20\%$ , og en kan se at avrenningskartet gir lavere verdier enn det som er målt både for 197.4.0



Storelv og 197.10.0 Erfjordselva. Med bakgrunn i dette er det valgt å bruke en spesifikk middelavrenning på  $70 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$  i NIFS-formel, som er tilnærmet lik den som er målt for Storelva.

Den første ligningen i formelverket er for estimat av kulminasjon middelflom, som generelt har stor usikkerhet knyttet til seg. Den andre ligningen er for vekstkurven, som ansees som svært robust for små felt (NVE, 2015). Med bakgrunn i dette er det valgt å estimere 200-årsflom med middelestimat både fra NIFS-formel og frekvensanalyse. Estimater er gitt i Tabell 3-5.

Tabell 3-5 Estimater av middelflom fra NIFS-formel og frekvensanalyse, og estimat av 200-årsflom med vekstkurve fra NIFS-formel.

Felt	Middelflom [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]		Q200/QM NIFS	200-årsflom [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]	
	NIFS	Frekvensanalyse		NIFS	Frekv. m/NIFS
Storelva	10.24	10.39	2.53	25.90	26.28

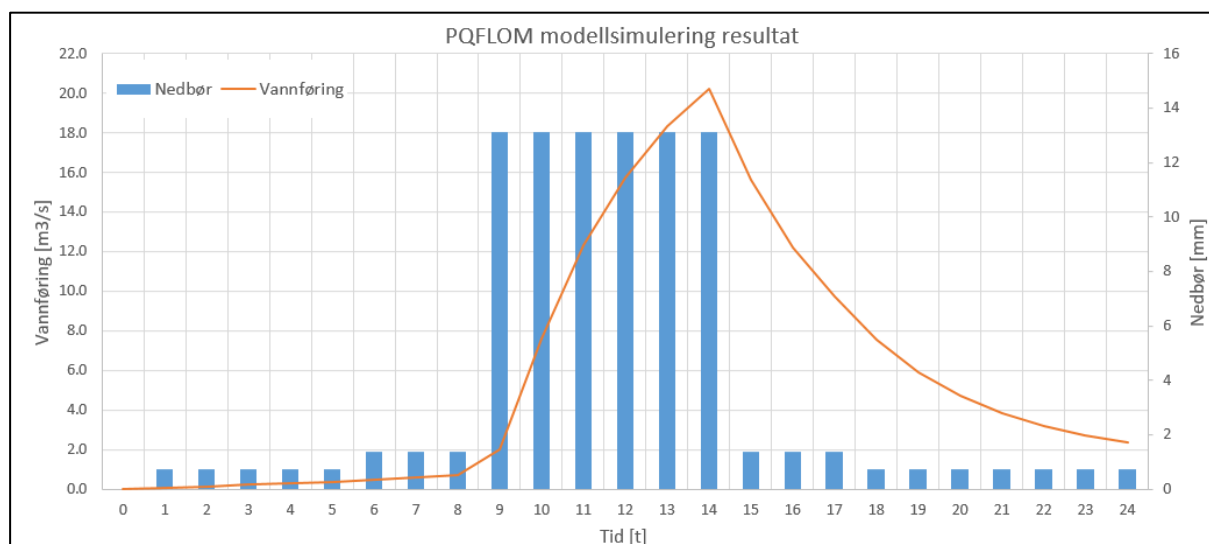
### 3.5. Hydrologisk flommodell - PQFLOM

PQFLOM er en nedbørs/avløpsmodell som beregner avrenning på grunnlag av nedbørdata, og ved hjelp av feltparametere for det aktuelle feltet. I denne beregningen er det benyttet modellen PQFLOM, som er en regnearkversjon av modellen PQRUT beskrevet i NVEs veileder.

Parameterne til den hydrologiske modellen bør helst bestemmes ved kalibrering. Dette forutsetter at det finnes samtidig nedbør- og avløpsdata med tilstrekkelig fin oppløsning for det aktuelle feltet. Tidsoppløsningen på vannføringsdata fra målestasjon 197.4.0 Storelv er nokså grov, og det finnes ikke nedbørsdata for feltet. Modellparameterne er derfor bestemt ut fra ligninger gitt i NVEs veileder, framfor kalibrering, som bruker inngangsparameterne reliefforhold (beregnet fra høydeforskjell og feltlengde) og effektiv sjøprosent.

Nedbørforløp konstrueres med utgangspunkt i IVF-kurven gitt i Tromsø kommunes VA-norm. Denne IVF-kurven har ikke data for 200-årsnedbør, og heller ikke for regnvarigheter lengre enn 6 timer. De manglende verdiene er estimert ved å bruke forholdstall fra Bardufoss målestasjon (89350), som er den nærmeste stasjonen med komplett IVF-kurve, sammen med verdier i IVF-kurven fra Tromsøs VA-norm. Regnhyetogrammet er videre konstruert etter anbefalinger i NVEs veileder; varighet på 24 timer, og et slakt forløp som anbefales for regioner med lav timesnedbør og høy døgnsnedbør slik som Troms.

Konstruert nedbørforløp og estimert flomforløp for 200-årsflom er vist i Figur 3-3. Beregningen gir en nokså spiss topp etter ca. 14 timer, hvor kulminert vannføring er **20.21  $\text{m}^3/\text{s}$** .



Figur 3-3 Konstruert nedbørforløp (stolpediagram) og beregnet vannføring med PQFLOM (linje) for 200-årsflom.

### 3.6. Klimapåslag

I NVEs veileder anbefales det å bruke minimum 20% klimapåslag i flomberegninger for 200-årsflom i små vassdrag, og det skal vurderes om opp mot 40% skal brukes. Dette stemmer overens med anbefalinger gitt i klimaprofilen for Troms; anbefalt klimapåslag er minst 20% for mindre nedbørfelt og vassdrag i kysten og minst 40% for regnskyll med varighet under 3 timer.

Feltet til Storelva består i stor grad av snaufjell, noe som gir feltet liten selvreguleringsevne, og dermed et raskt og spisst flomforløp (NVE, 2015). Altså består feltet av nokså tette overflater, og slik som et urbant felt, vil økt regnintensitet som følge av klimaendringer ha en større effekt enn i felt som består i hovedsak av skog.

Med bakgrunn i dette er det valgt å bruke et klimapåslag på **40%**.

### 3.7. Oppsummering og endelig estimat

Beregnet flomvannføring med alle metoder er vist i Tabell 3-6. Det er valgt å kun bruke verdien beregnet med middelflom fra frekvensanalyse på 197.4.0 Storelv, og vekstkurve fra NIFS-formel som endelig estimat.

Bakgrunnen for dette valget er at en 15-års serielengde gir godt grunnlag for estimat av middelflom, og vekstkurve fra NIFS-formelverk er generelt robust for små felt. I tillegg brukes målt spesifikk middelavrenning til grunnlag for vekstkurven, som følgelig øker nøyaktigheten. Ren frekvensanalyse velges bort, da feltet tilhørende referansestasjon 197.10.0 Erfjordselva er noe større, og har en høyere effektiv sjøprosent. Dette gir mer flomdemping, og da potensielt mindre flomtopp enn det som i realiteten vil oppstå. Serielengden til referansestasjonen er også noe kort. NIFS-formelverk velges bort, da det er generelt stor usikkerhet knyttet til estimatet av middelflom. Den estimerte IVF-kurven brukt i PQFLOM er potensielt feilaktig for Storelva, og metoden velges derfor bort. Metoden har i tillegg en tendens til å underestimere flomvannføring i mindre felt (Stenius og Glad, 2015).

Dimensjonerende flomvannføring for Storelva er altså beregnet til **36.79 m<sup>3</sup>/s**, tilsvarende en 200-årsflom med 40% klimapåslag.

Tabell 3-6 Beregnede flomverdier fra alle metoder og endelig estimat med klimapåslag for Storelva.

Metode	Q <sub>200</sub> /Q <sub>M</sub>	Kulminert vannføring [m <sup>3</sup> /s]	
		Middelflom	200-årsflom
Frekvensanalyse	2.17	10.39	22.54
NIFS-formelverk	2.53	10.24	25.90
QM fra frekv. og QT/QM fra NIFS	2.53	10.39	26.28
PQFLOM	-	-	20.21
<b>Endelig estimat</b>		26.28	
<b>Med klimapåslag 40%</b>		36.79	

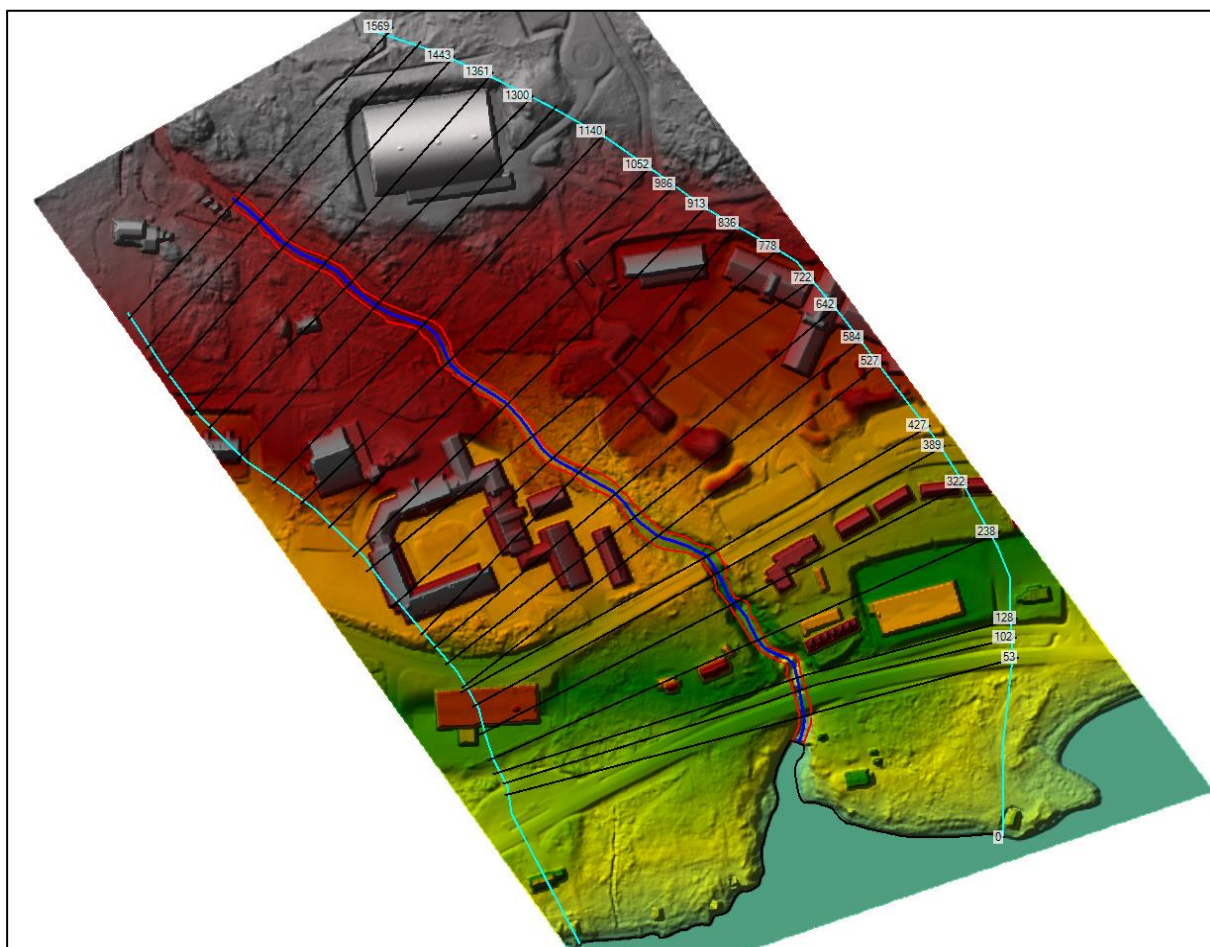
## 4. VANNLINJEBEREGNING

### 4.1. Oppsett av endimensjonal vannlinjemodell

Det er satt opp en endimensjonal vannlinjemodell i HEC-RAS 5.0.5, vist i Figur 4-1, på bakgrunn av en terrengmodell generert i ArcMap 10.6. Terrengmodellen er basert på laserdata med 0.25 meters oppløsning hentet fra Kartverkets forvaltningsløsning Høydedata. Bygninger er lagt inn i terrengmodellen, men ikke andre oppstikkende detaljer som trær. Storelva krysser tre broer i modellen, og i mangel på innmålte data, er dimensjonene på disse broene estimert ut ifra terrenget.

Normalstrømning er brukt som øvre grensebetingelse i modellen, og innløpet (profil 1569) er derfor plassert et stykke oppstrøms planområdet, slik at faktisk strømningsforhold blir modellert ved planområdet. Ved utløpet i sjøen er vannstand ved 1-års stormflo med havnivåstigning brukt som nedre grensebetingelse, etter anbefaling i NVEs rapport *Flom og stormflo* (83/2015) og DSBs veileder *Havnivåstigning og stormflo* (2016). Nivåene er hentet fra Kartverkets tjeneste Se havnivå, hvor havnivå ved 1-års stormflo/høyvann er **157 cm** (se vedlegg 2) og havnivåstigning lik øvre del av utslippsscenario RPC8.5 for årene 1081-2100 er **55 cm** (se vedlegg 3). Modellprofil mellom innløp og utløp er plassert ved veg/bro kryssinger, og ellers med rundt 25 meters avstand.

Ruhetsverdier benyttet i modellen er basert på standardverdier i *Vassdragshåndboka* (Fergus m.fl., 2010). Som basisverdier benyttes  $n = 0.035$  for elveløp (naturlig vassdrag med stein) og  $n = 0.055$  for sideareal (buskelandskap med trær).

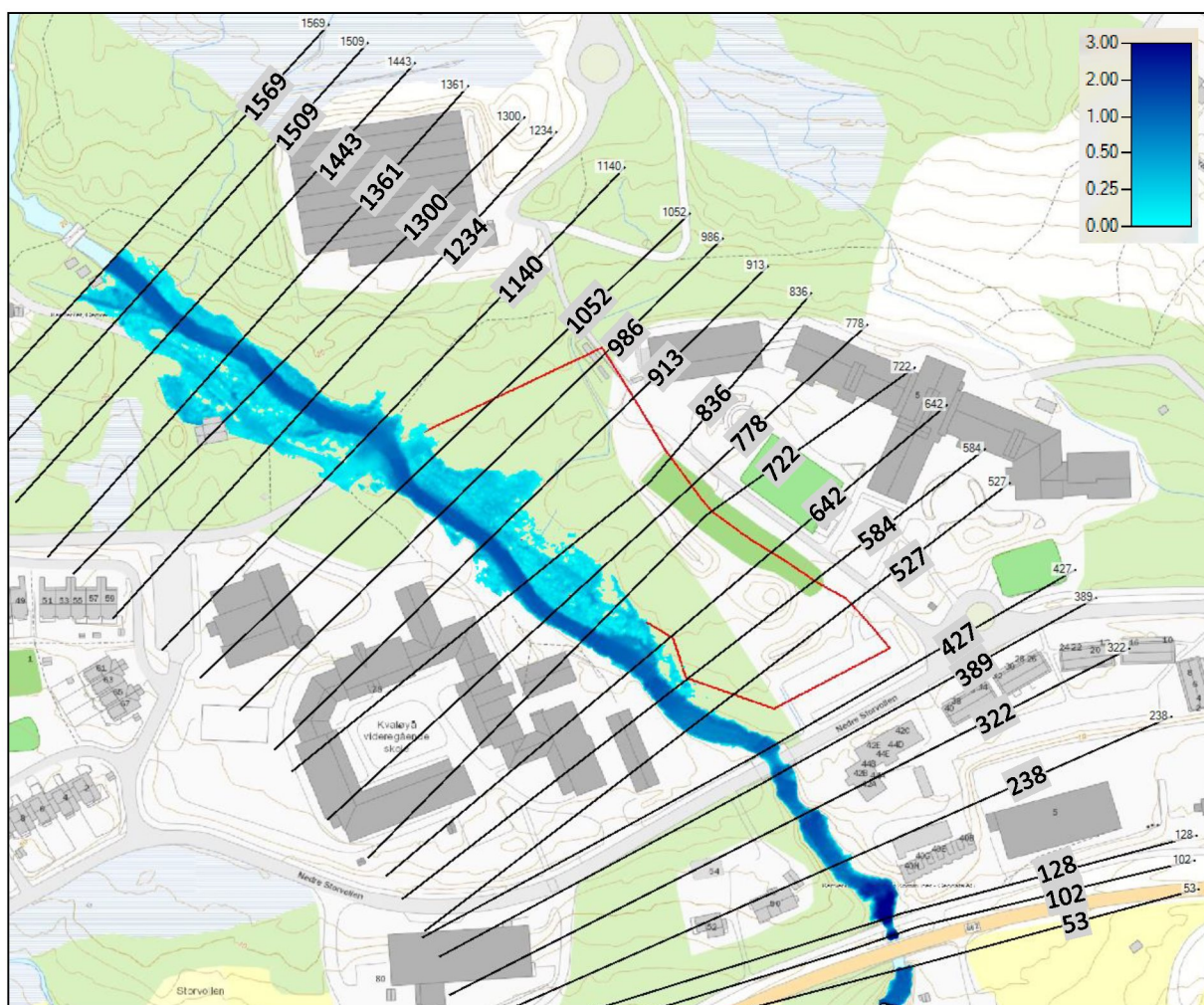


Figur 4-1 Oppsett for endimensjonal vannlinjemodell i HEC-RAS 5.0.5.

## 4.2. Resultater

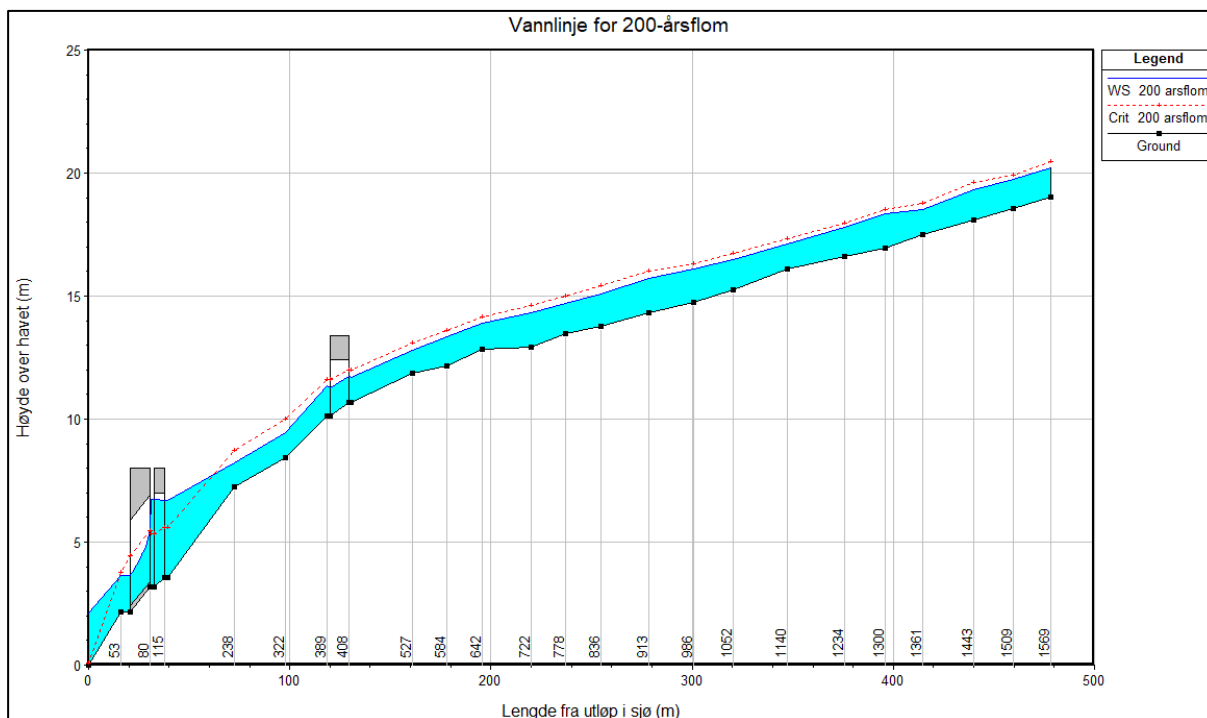
Modellen kjøres for en vannføring på  $36.79 \text{ m}^3/\text{s}$ , tilsvarende en 200-årsflom med 40% klimapåslag (se beregning kapittel 3). For utfyllende resultater for alle profiler og detaljert lengdeprofil med vannlinje, se henholdsvis vedlegg 5 og 6.

Beregnet flomsone er vist i Figur 4-2. Utbredelsen av flomsone er moderat, og vannet tar ikke alternative veier. I oppstrøms del av elveløpet brer flomsone seg delvis utover sideareal der terrenget ligger noe lavt. Flomsone brer seg ikke utover høyre side av elveløpet ved Kvaløya videregående skole ligger, men marginen for dette er nokså liten. Ved profil 836 og 642 ligger terrenget mot den videregående skolen kun få centimeter høyere enn flomsone.



Figur 4-2 Beregnet flomsone i HEC-RAS ved 200-årsflom med 40% klimapåslag. Fargeforklaring viser beregnet vannstand i meter.

Lengdeprofil av Storelva med inntegnet vannlinje og beregnet kritisk vannstand er vist i Figur 4-3. Der vannlinjen er under kritisk vannstand, vil det være overkritisk strømming med høy vannhastighet. Ved overkritisk strømming, vil flomvannstanden være uavhengig av forhold nedstrøms. Storelva er nokså bratt, og overkritisk strømming opptrer derfor i nesten hele det modellerte elveløpet, med unntak ved broene nærmest utløpet i sjøen.



Figur 4-3 Lengdeprofil av Storelva med inntegnet vannlinje og kritisk vannstand for 200-årsflom med 40% klimapåslag.

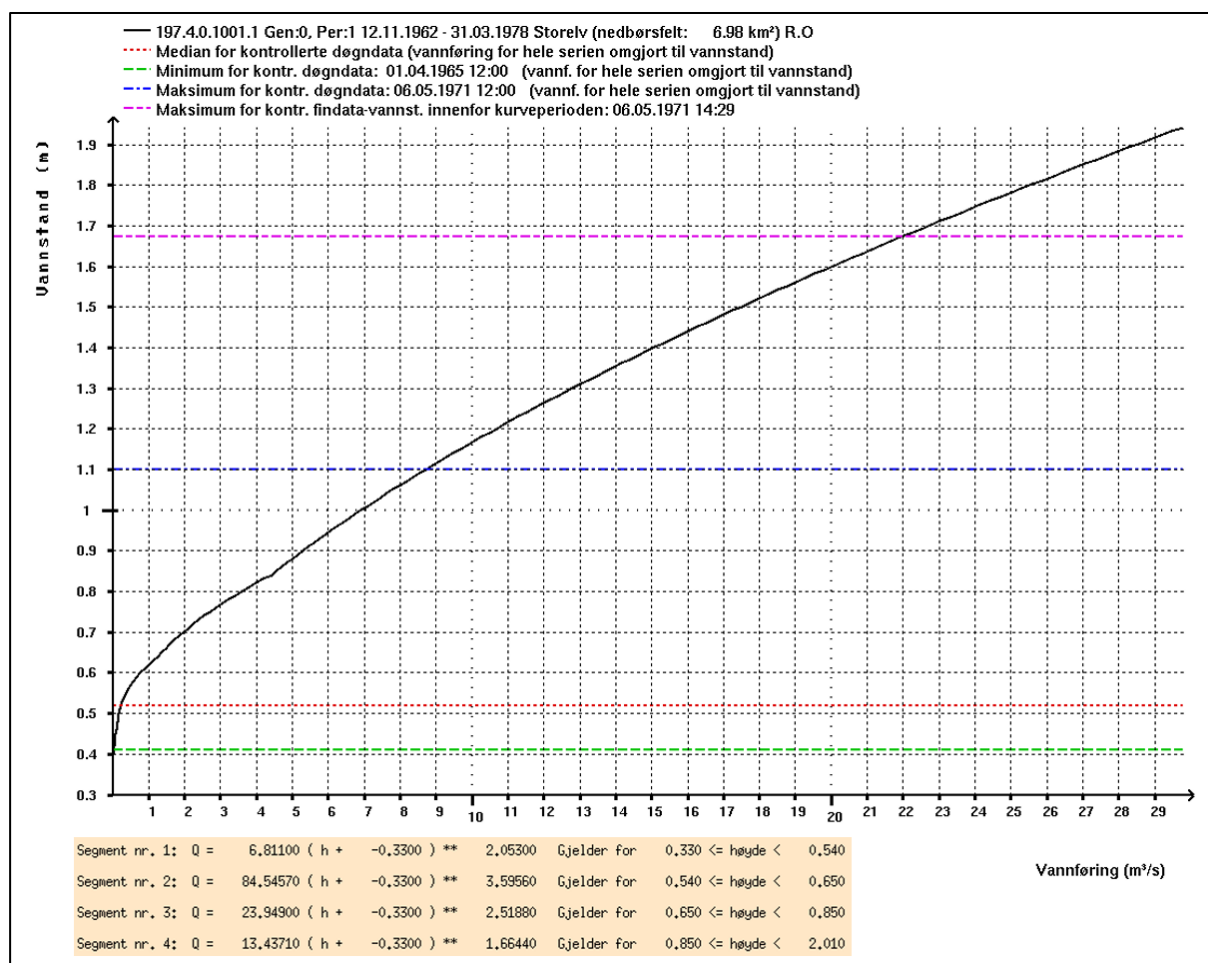
Planområdet ligger mellom profil 1140 og 427, og vil bli delvis oversvømt. Sonen brer seg ca. 36 meter fra elvas midtlinje på det lengste (mellom profil 986 og 931), som tilsvarer ca. 21 meter inn i planområdet. Strømningen er overkritisk ved planområdet, og et godt stykke nedstrøms, noe som tilsier at strømningen her ikke er påvirket av forhold ved broene. Det er derfor lite sannsynlig at innmålte dimensjoner på broene vil gi endringer i beregnet flomvannstand. Beregnet vannstand for profiler innenfor planområdet er gitt i Tabell 4-2.

Tabell 4-1 Resultater fra vannlinjeberegning for profiler ved planområdet.

Profil	200-årsflom med 40% klimapåslag	
	Vannlinje [moh]	Vannstand mht. elvebunn [m]
1140	17.10	0.99
1052	16.50	1.25
986	16.09	1.35
913	15.72	1.40
836	15.09	1.33
778	14.72	1.24
722	14.33	1.39
642	13.92	1.09
584	13.33	1.16
527	12.78	0.91
427	11.68	1.00

### 4.3. Kalibrering og følsomhetsanalyse

Det finnes samtidige målinger av vannstand og vannføring i Storelva fra målestasjon 197.4.0 Storelv, som er en forutsetning for at en vannlinjemodell kan kalibreres. Figur 4-4 viser graf og regresjonsligninger for vannstand og vannføring ved 197.4.0 Storelv, hentet fra NVEs database Hydra II. Det er valgt å **ikke** bruke vannstandsmålingene til kalibrering av vannlinjemodellen for Storelva. Bakgrunnen for dette er at vannstand ved dimensjonerende flomvannføring ( $36.79 \text{ m}^3/\text{s}$ ) i stor grad vil være ekstrapolert med tilhørende usikkerhet, da største registrerte vannføring er på  $22 \text{ m}^3/\text{s}$ . Videre var stasjonen plassert svært nærme utløpet i sjøen, og registret vannstand vil da være påvirket av havnivå/stormflo. Stasjonen er også såpass gammel (nedlagt i 1978), og det er usikkert om det etter nedleggelsen er gjort tiltak i vassdraget som kan ha endret strømningsforholdene.



Figur 4-4 Graf og regresjonsligninger for vannstand og vannføring ved målestasjon 197.4.0 Storelv, hentet fra NVEs database Hydra II.

I stedet for kalibrering, er det kjørt følsomhetsanalyse med økt ruhet og vannføring, for å gi et tall på usikkerheten i beregningene og gi grunnlag for bestemmelse av sikkerhetsmargin. Resultater for profiler innenfor planområdet er vist i Tabell 4-3. Økt ruhet gir den største økningen i vannstand, på **21 cm**.

Selv om vannstandsmålingene fra 197.4.0 Storelv ikke er brukt til kalibrering, kan det gi en indikasjon på usikkerhet i vannlinjeberegningen i tillegg til følsomhetsanalysen. Med vannføring lik  $36.79 \text{ m}^3/\text{s}$  er

estimert vannstand ved bruk av regresjonsligning i segment nr. 4 (se Figur 4-4) 1.98 m. Modellert vannstand ved stasjonen for samme vannføring er 1.85 m, altså **13 cm** lavere.

Tabell 4-2 Resultater fra følsomhetsanalyse på ruhet og vannføring for profiler innenfor planområde.

Profil nr.	Ruhet +25%		Vannføring +20%	
	Vannlinje [moh]	Differanse [m]	Vannlinje [moh]	Differanse [m]
1140	17.18	0.08	17.18	0.08
1052	16.65	0.15	16.6	0.10
986	16.17	0.08	16.16	0.07
913	15.88	0.16	15.84	0.12
836	15.16	0.07	15.18	0.09
778	14.82	0.10	14.78	0.06
722	14.54	0.21	14.47	0.14
642	14.02	0.10	14.01	0.09
584	13.45	0.12	13.45	0.12
527	12.89	0.11	12.88	0.10
427	11.81	0.13	11.79	0.11

Gjennomsnitt differanse [m]	0.12	0.10
Maks differanse [m]	0.21	0.14

#### 4.4. Sikkerhetsmargin

For å ta høyde for usikkerhet i flomverdi, ruhet og terrengdata, er det anbefalt å legge til en sikkerhetsmargin for vannstigning i flomsonekart. Resultatene viser at strømningsforholdene ved planområdet ikke vil være påvirket av broer nedstrøms, men unøyaktighet i dimensjoner kan potensielt være en kilde til usikkerhet. Det er her antatt at denne usikkerheten dekkes med sikkerhetsmarginen.

Følsomhetsanalysen gir en maksimal vannstigning på 21 cm for planområdet. Estimert vannstand ved målestasjon 197.4.0 Storelv ligger 13 cm høyere enn modellert. I NVEs retningslinje *Flaum- og skredfare i arealplanar (2/2011)* er det anbefalt å bruke en sikkerhetsmargin på minimum 30 cm. På bakgrunn av dette settes endelig sikkerhetsmargin til **30 cm**.

## 5. FLOMSIKKERT NIVÅ OG SIKRINGSTILTAK

Vannlinjeberegningen viser at planområdet er innenfor sonen for 200-årsflom. I henhold til TEK17 §7-2, må det gjennomføres risikoreducerende tiltak dersom byggverk skal plasseres innenfor sonen, slik at sikkerhetskravene oppfylles. Flomsikring i form av å heve byggegrunnen, bygge uten kjeller eller bygge flomvoller, skal gjennomføres som risikoreducerende tiltak dersom det praktisk mulig, eller så må byggverket dimensjoneres slik at det tåler oversvømmelse.

For planområdet er det mest relevante tiltaket å bygge flomverk. Flomverk kan bygges som en flomvoll, ved heving av byggegrunn, eller som en kombinasjon av de to. Da utbredelsen av flomsonen innenfor planområdet er moderat, og flomvannstanden nokså lav, vil ikke tiltaket innebære store endringer av eksisterende terreng.

### 5.1. Vannlinjeberegning med flomverk

Det er foretatt vannlinjeberegning med et fiktivt flomverk langs plangrensen. Dette er for å bestemme nødvendig byggehøyde på flomverket, og gjøres i tillegg til vannlinjeberegningen med eksisterende terreng, da introduksjon av flomverk kan endre flomsituasjonen og resulterende vannstigning.

Vannlinjemodellen beskrevet i kapittel 4, er brukt sammen med grovt plassert flomverk uten spesifikk høyde, og kjøres for samme vannføring (200-årsflom med 40% klimapåslag). For utfyllende resultater for alle profiler og detaljert lengdeprofil med vannlinje, se henholdsvis vedlegg 5 og 6. Beregnet flomsone og vannstand med flomverk for profiler innenfor planområdet er gitt i henholdsvis Figur 5-1 og Tabell 5-1.



Figur 5-1 Beregnet flomsone med flomverk for Storelva ved planområde ved 200-årsflom med 40% klimapåslag.



Introduksjon av flomverk gir ikke store endringer i flomvannstand, og fører heller ikke til en konsekvent økning eller senkning av vannstanden. Flomsonen er følgelig tilnærmet uendret for andre tilstøtende områder.

Tabell 5-1 Resultater fra vannlinjeberegning med flomverk for profiler ved planområdet, og sammenligning av vannstand med og uten flomverk.

Profil	200-årsflom med flomverk		
	Vannlinje [moh]	Vannstand [m]	Differanse: med ÷ uten flomverk [m]
1140	17.10	0.99	0.00
1052	16.53	1.28	0.03
986	16.25	1.51	0.16
913	15.67	1.35	-0.05
836	15.15	1.39	0.06
778	14.84	1.36	0.12
722	14.26	1.32	-0.07
642	13.92	1.09	0.00
584	13.36	1.19	0.03
527	12.78	0.91	0.00
427	11.68	1.00	0.00

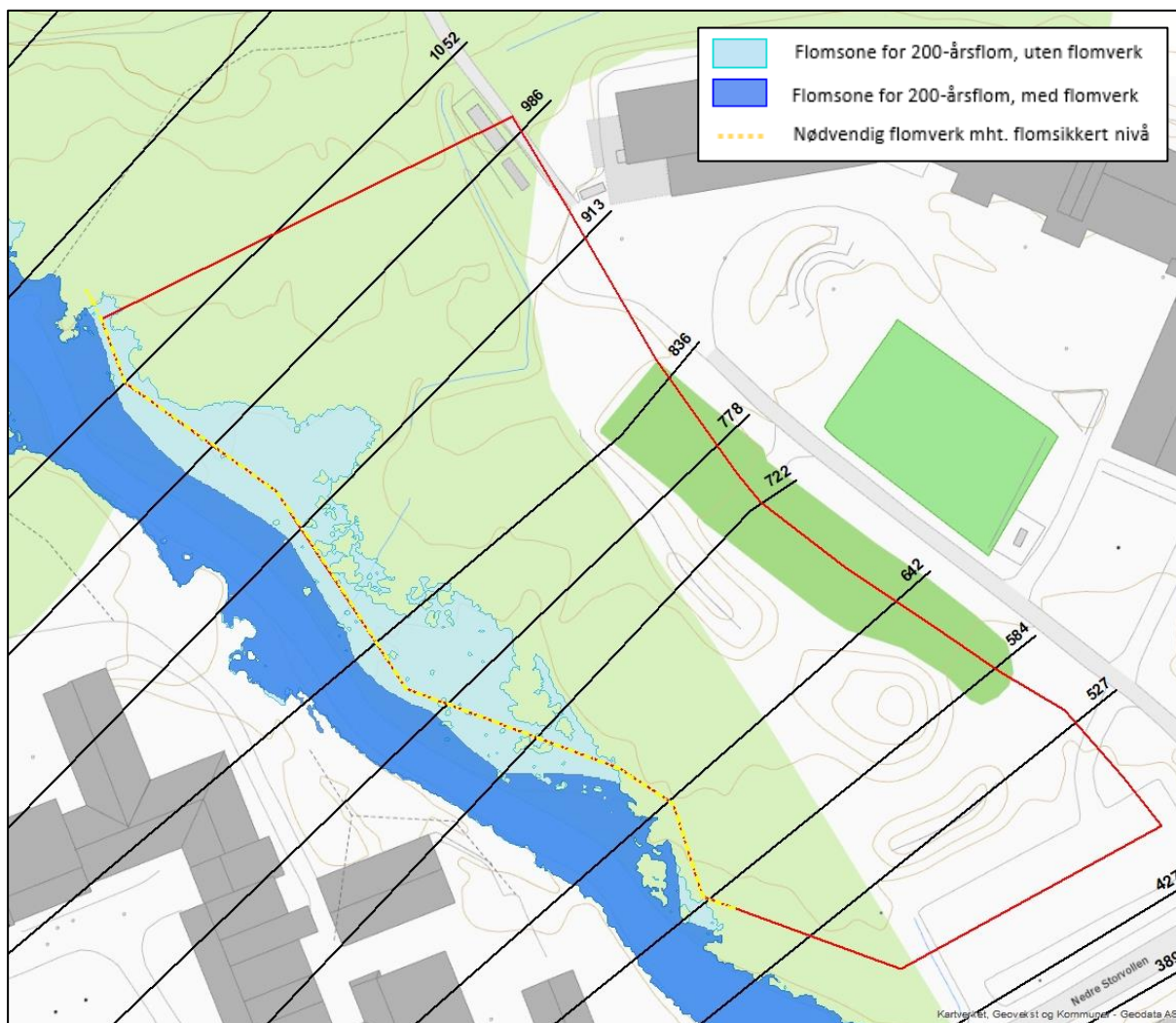
## 5.2. Anbefalt minimum byggehøyde og flomverk

Anbefalt minimum byggehøyde er gitt av modellert vannlinje i nærmeste tverrprofil pluss sikkerhetsmargin på 30 cm, som vist i Tabell 5-2. Det er valgt å ta utgangspunkt i den høyeste modellerte vannstanden fra vannlinjeberegningene med og uten flomverk.

Tabell 5-2 Anbefalt minimum byggehøyde (flomsikkert nivå) for 200-årsflom, inkludert klimapåslag og sikkerhetsmargin.

Profil	Høyeste modellerte vannlinje [moh]	Sikkerhetsmargin [m]	Anbefalt minimum byggehøyde [moh]
1140	17.10	0.30	17.40
1052	16.53	0.30	16.83
986	16.25	0.30	16.55
913	15.72	0.30	16.02
836	15.15	0.30	15.45
778	14.84	0.30	15.14
722	14.33	0.30	14.63
642	13.92	0.30	14.22
584	13.36	0.30	13.66
527	12.78	0.30	13.08
427	11.68	0.30	11.98

Fra og med profil 1052 til 574 ligger terrenget ved plangrensen lavere enn anbefalt minimum byggehøyde (unntatt rundt profil 642). Det anbefales derfor at det lages flomverk ved denne strekningen, som skissert i Figur 5-2. Flomverket kan være i form av heving av terreng eller flomvoll, eller en kombinasjon av de to, og høyden på flomverket settes til minimum anbefalt byggehøyde. Grovt estimert vil flomverket ha en lengde på 170 meter, og en høyde fra eksisterende terreng opp til 70 cm.



Figur 5-2 Kartutsnitt som viser strekning der det er nødvendig med flomverk med hensyn til flomsikkert nivå, og flomsone med og uten flomverk for 200-års flom med 40% klimapåslag.

Det påpekes at terrenget mot Kvaløya videregående skole ligger under flomsikkert nivå ved profil 642 og 836. Som nevnt i resultatene ligger terrenget kun få centimeter høyere enn modellert vannstand ved disse profilene. Ved en vannstigning lik sikkerhetsmarginen på 30 cm, vil den videregående skolen bli oversvømt med mindre det bygges en flomvoll.

## 6. REFERANSER

Direktoratet for byggkvalitet (2017) «Byggteknisk forskrift». TEK17.

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB). 2016. «Havnivåstigning og stormflo – samfunnssikkerhet i kommunal planlegging». DSB-veileder.

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE). 2011. «Flaum- og skredfare i arealplanar». NVE-retningslinje 02-2011.

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE). 2015. «Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt». NVE-veileder 7-2015.

Norsk Klimaservicesenter. 2016. «Klimaprofil Troms».

Pål Christie Ryalen, Kjartan Orvedal (red). 2015. «Flom og stormflo». NVE-rapport 83-2015.

Selja Stenius, Per Alve Glad. 2015. «Anbefalte metoder for flomberegninger i små uregulerte felt». NIFS-rapport 97-2015.

Tromsø kommune. 2018. «Veileder overvann». Vedlegg til VA-norm.

## 7. VEDLEGG

Vedlegg 1: Nevina rapport for Storelva.

Vedlegg 2: Havnivå for Storelva ved høyvann, hentet fra Se havnivå.

Vedlegg 3: Havnivåstigning for Storelva, hentet fra Se havnivå.

Vedlegg 4: Flomberegninger i Excel.

Vedlegg 5: Resultater fra vannlinjeberegning.

Vedlegg 6: Lengdeprofil fra vannlinjeberegning.

Vedlegg 7: Flomsonekart for Storelva.

## VEDLEGG 1



### Lavvannskart

Vassdragsnr.: 197.2  
 Kommune: Tromsø  
 Fylke: Troms  
 Vassdrag: KYSTFELT

#### Feltparametere

Areal (A)	7,0 km <sup>2</sup>
Effektiv sjø (S <sub>eff</sub> )	0,0 %
Elvelengde (E <sub>L</sub> )	5,4 km
Elvegradient (E <sub>G</sub> )	110,3 m/km
Elvegradient <sub>1085</sub> (G <sub>1085</sub> )	106,9 m/km
Feltlengde(F <sub>L</sub> )	5,7 km
H <sub>min</sub>	6 moh.
H <sub>10</sub>	162 moh.
H <sub>20</sub>	230 moh.
H <sub>30</sub>	273 moh.
H <sub>40</sub>	331 moh.
H <sub>50</sub>	406 moh.
H <sub>60</sub>	470 moh.
H <sub>70</sub>	511 moh.
H <sub>80</sub>	563 moh.
H <sub>90</sub>	633 moh.
H <sub>max</sub>	770 moh.
Bre	0,0 %
Dyrket mark	0,0 %
Myr	3,2 %
Sjø	0,0 %
Skog	10,0 %
Snaufjell	83,2 %
Urban	0,1 %

#### Vannføringsindeks, se merknader

Middelvannføring (61-90)	58,0 l/(s*km <sup>2</sup> )
Alminnelig lavvannføring	8,8 l/(s*km <sup>2</sup> )
5-persentil (hele året)	7,2 l/(s*km <sup>2</sup> )
5-persentil (1/5-30/9)	14,4 l/(s*km <sup>2</sup> )
5-persentil (1/10-30/4)	5,6 l/(s*km <sup>2</sup> )
Base flow	34,8 l/(s*km <sup>2</sup> )
BFI	0,6

#### Klima

Klimaregion	Nord
Årsnedbør	1299 mm
Sommernedbør	457 mm
Vinternedbør	842 mm
Årstemperatur	1,4 °C
Sommertemperatur	6,5 °C
Vintertemperatur	-2,3 °C
Temperatur Juli	9,4 °C
Temperatur August	8,8 °C

1) Verdien er editert



Norges  
vassdrags- og  
energidirektorat

NVE

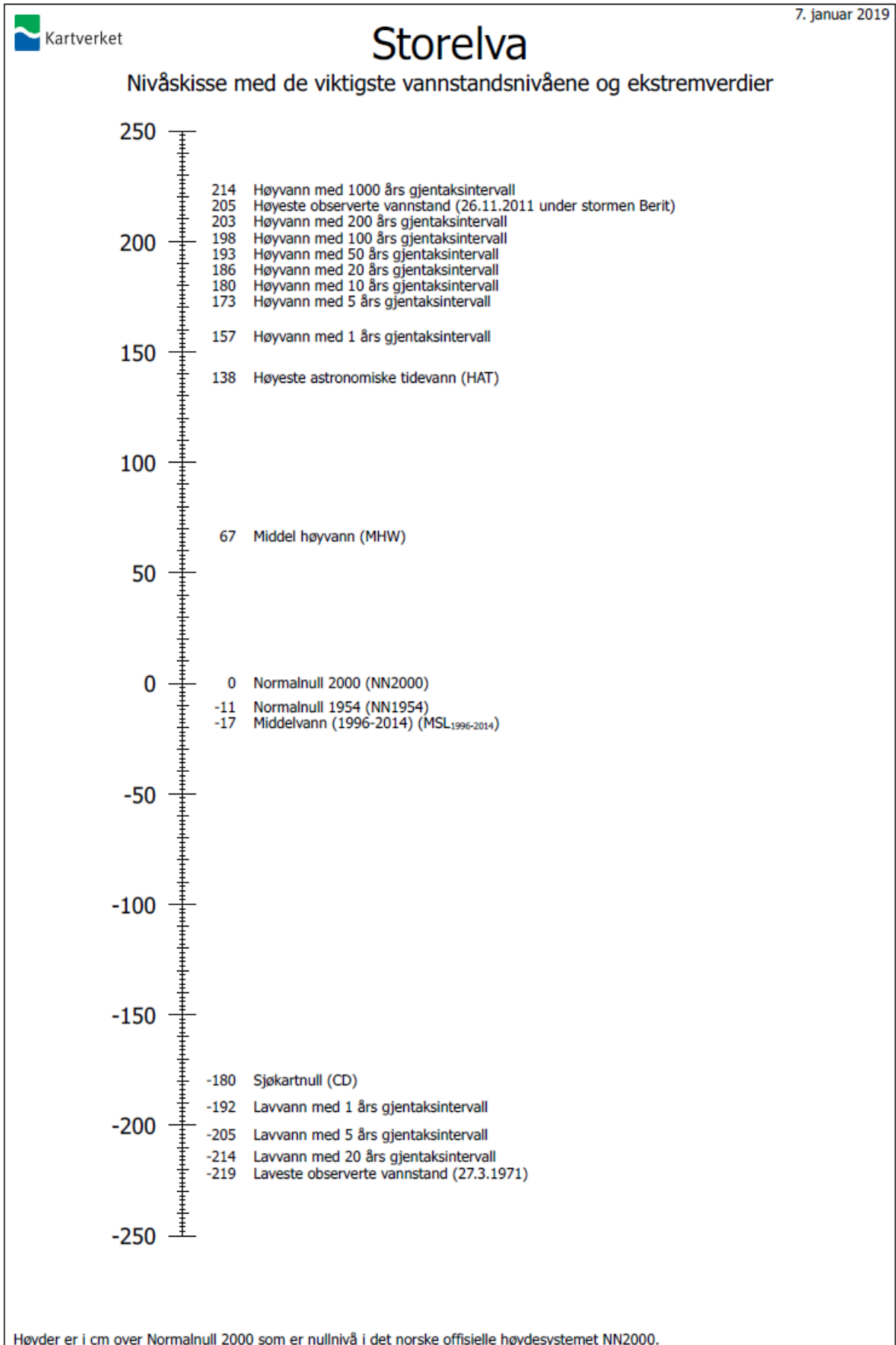
Kartbakgrunn: Statens Kartverk  
 Kartdatum: EUREF89 WGS84  
 Prosjeksjon: UTM 33N

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

Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindeks. 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.

## VEDLEGG 2



## VEDLEGG 3

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 Tromsø kommune sør for Tromsøybrua og øst for Kvaløya. Utgangspunktet for modellene er Tromsø.

	2041-2060	2081-2100	2100
Lavt utslipp (RCP2.6)	7 cm (-3 – 17 cm)	6 cm (-10 – 23 cm)	8 cm (-11 – 27 cm)
Redusert utslipp (RCP4.5)	9 cm (-1 – 19 cm)	15 cm (-3 – 34 cm)	15 cm (-5 – 35 cm)
Høyt utslipp (RCP8.5)	12 cm (1 – 23 cm)	29 cm (5 – 55 cm)	32 cm (3 – 63 cm)

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

## VEDLEGG 4

### Flomberegninger

#### Input til flomberegninger

##### Feltdata

Navn på felt	Storelva
--------------	----------

Areal	7.0 km <sup>2</sup>
Effektiv sjøprosent	0.0 %
qN 1961- 90	58.0 l/s·km <sup>2</sup>
qN målt	71.6 l/s·km <sup>2</sup>
Valgt midl. avrenning	70.0 l/s·km <sup>2</sup>

Lengde	5700 m
Hmin	0 moh
H10	162 moh
H20	230 moh
H30	273 moh
H40	331 moh
H50	406 moh
H60	470 moh
H70	511 moh
H80	563 moh
H90	633 moh
Hmaks	770 moh

Skog	10.0 %
Dyrket mark	0.0 %
Myr	3.2 %
Sjø	0.0 %
Snaufjell	83.2 %
Urban	0.1 %

#### Bestemmelse av dimensjonerende flom

Dim returperiode	200 år
Klimapåslag	40 %

#### Kommentarer:

Feltparametere er generert i NVE Nevina. Middelvannføring er valgt ut ifra måleserie for Storelva i perioden 1963-77. Klimapåslag på 40% er valgt, da feltet er lite, ved kysten og består i hovedsak av snaufjell (tett overflate som gir større effekt av mer intens nedbør).

#### Resultater av flomberegninger

##### Dimensjonerende flom

Endelig estimat av flomvannføring	26.28 m <sup>3</sup> /s
Dimensjonerende flom med klimapåslag	36.79 m <sup>3</sup> /s
Spesifikk dimensjonerende flom:	5256 l/s·km <sup>2</sup>

##### Middelflom og vekstkurver

Metode	Middelflom [m <sup>3</sup> /s]	Vekstkurve							
		Q5/QM	Q10/QM	Q20/QM	Q50/QM	Q100/QM	Q200/QM	Q500/QM	Q1000/QM
NIFS-formelverk	10.24	1.22	1.41	1.63	1.94	2.22	2.53	3.01	3.43
Frekvensanalyse	10.39	1.23	1.41	1.59	1.82	2.00	2.17	2.39	2.57

##### Flomvannføringer fra forskjellige metoder

Metode	Kulminert flomvannføring [m <sup>3</sup> /s]								
	QM	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100	Q200	Q500	Q1000
Frekvensanalyse	10.39	12.76	14.71	16.55	18.94	20.74	22.54	24.89	26.69
NIFS-formelverk	10.24	12.46	14.48	16.65	19.88	22.70	25.90	30.82	35.17
QM fra frekv. og QT/QM fra NIFS	10.39	12.64	14.70	16.89	20.18	23.03	26.28	31.28	35.69
PQFLOM		8.97	10.14	12.74	15.13	18.40	20.21		

##### Endelig estimat av vannføring

Fremgangsmåte	Kulminert flomvannføring [m <sup>3</sup> /s]								
	1	5	10	20	50	100	200	500	1000
QM fra frekv. og QT/QM fra NIFS	10.39	12.64	14.70	16.89	20.18	23.03	26.28	31.28	35.69

##### Metoder som er valgt (passende metoder)

QM fra frekv. og QT/QM fra NIFS

Begrunnelse  
NIFS-vekstkure svært robust. QM er basert på måldata > 10 år, og derfor antatt nokså nøyaktig.

##### Metoder som ikke er valgt

Frekvensanalyse

Begrunnelse  
Vekstkurve fra referansefelt som er større og med høyere eff. sjøprosent - gir mer dempning og da mindre flomtopp enn det som i realiteten kan oppstå. Serielengde til ref.stasjon også noe kort.

NIFS-formelverk

Begrunnelse  
Middelflom fra NIFS har stor usikkerhet knyttet til seg.

PQFLOM

Begrunnelse  
Har en tendens til å underestimere for mindre felt (som prosjektfeltet). Også usikkerhet ifm. estimert IVF-kurve for 200-årsflom.



## VEDLEGG 4

### Beregning av flom med frekvensanalyse

Anbefalt feltstrørrelse: > 1 km<sup>2</sup> (NVE, 2015)

#### Nødvendige felldata og faktorer

Felt/målestasjon	Areal [km <sup>2</sup> ]	Eff. Sjø [%]	Q <sub>mom</sub> /Q <sub>døgn</sub> vår	Q <sub>mom</sub> /Q <sub>døgn</sub> høst
Storelva / 197.4.0 Storelv	7.0	0.0	1.58	2.05
197.10.0 Erfjordselva	18.6	1.0	1.38	1.65

#### Døgnverdier hentet fra ekstremverdi-analyse i Hydra II

Målestasjon	QM [m <sup>3</sup> /s]	Q5 [m <sup>3</sup> /s]	Q10 [m <sup>3</sup> /s]	Q20 [m <sup>3</sup> /s]	Q50 [m <sup>3</sup> /s]	Q100 [m <sup>3</sup> /s]	Q200 [m <sup>3</sup> /s]	Q500 [m <sup>3</sup> /s]	Q1000 [m <sup>3</sup> /s]
Storelva / 197.4.0 Storelv	5.082	6.240	7.190	8.090	9.260	10.140	11.020	12.170	13.050
197.10.0 Erfjordselva	11.195	13.240	14.910	16.510	18.570	20.120	21.670	23.710	25.250

#### Estimat av middelflom kulminasjonsverdi

Døgnmiddelflom:	5.082 m <sup>3</sup> /s
Middelflom kulminasjon:	10.394 m <sup>3</sup> /s (Bruker største forholdstall Q <sub>mom</sub> /Q <sub>døgn</sub> av vår og høst)

#### Estimat av flomvannføring (kulminasjonsverdi) i m<sup>3</sup>/s fra frekvensanalyse

Gjentaksintervall:	1	5	10	20	50	100	200	500	1000
QT/QM fra 197.10 (referanse)	1.00	1.23	1.41	1.59	1.82	2.00	2.17	2.39	2.57
QM fra 197.4 (prosjektfelt)	10.39	12.76	14.71	16.55	18.94	20.74	22.54	24.89	26.69

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

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

## VEDLEGG 4

### Beregning av flom med NIFS-formelverket

Anbefalt feltstørrelse:  (NVE, 2015)

#### Nødvendige felldata:

Felt	Areal [km <sup>2</sup> ]	Eff. Sjø [%]	qN [l/s·km <sup>2</sup> ]
Storelva	7	0	70

#### Estimat av middelflom:

NIFS-formel	10.24 m <sup>3</sup> /s	(på måldata for Storelva)
Frekvensanalyse	10.39 m <sup>3</sup> /s	

#### Estimat av flomvannføring i m<sup>3</sup>/s med vekstkurve fra NIFS-formelverket:

Konstant NIFS-formelverk

Gjentaksintervall:	1	5	10	20	50	100	200	500	1000
QT/QM	1.00	1.22	1.41	1.63	1.94	2.22	2.53	3.01	3.43
QM fra NIFS-formelverk	10.24	12.46	14.48	16.65	19.88	22.70	25.90	30.82	35.17
QM fra frekvensanalyse	10.39	12.64	14.70	16.89	20.18	23.03	26.28	31.28	35.69

#### 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	$\frac{Q_T}{Q_M} = 1 + 0.308 \cdot q_N^{-0.137} [\Gamma(1+k)\Gamma(1-k) - (T-1)^{-k}] / k$

#### Kilder:

NVE (2015). Veileder for flomberegninger i små uregulert felt (Veileder 7-2015)

## VEDLEGG 4

### Beregning av flom med PQFLOM

<b>Tendenser (NVE, 2015b):</b>	PQFLOM underestimerer for de mindre nedbørfeltene og overestimerer for de større feltene.
	PQFLOM gir lavere flomverdier for felt med høy middelvannføring (>100-120 l/s-km2)

#### Nødvendige felt- og nedbør data:

Felt	Areal [km2]	qN [l/s-km2]	Eff.sjø [%]	Lengde [m]	Høyde [m]	H20 [moh]	H30 [moh]	H70 [moh]	H80 [moh]
Storelva	7.00	70.0	0.001	5700	764	230	273	511	563

#### Symmetrisk nedbørsforløp

Type nedbørsforløp som velges	Slak
-------------------------------	------

#### Begrunnelse for type nedbørsforløp:

Ligger i Troms - noe lav timeverdi og noe høy døgnverdi -> slak brukes (NVE, 2015)

#### Nedbørdata i mm (IVF-kurver)

DN89350 Bardufoss - hentet fra Norsk Klimaservicesenter								
Avstand fra prosjektfelt: ca. 73 km								
Antall sesonger: 18								
		Regnvarighet [min]						
		60	90	120	180	360	720	1440
Gjentaksintervall [år]	2	7.8	7.9	8.8	10.4	12.7	16.8	19.9
	5	11.3	11.4	12.7	15.1	16.8	20.7	24.2
	10	13.7	13.8	15.2	18.3	19.7	23.8	26.8
	20	16.0	16.1	17.7	21.2	22.5	26.4	29.4
	25	16.7	16.8	18.4	22.1	23.3	26.8	30.2
	50	18.9	19.0	20.9	25.1	25.9	29.4	32.8
	100	21.1	21.2	23.3	28.0	28.7	32.0	35.4
	200	23.3	23.4	25.6	30.9	31.3	34.6	38.0

Estimert IVF-kurve fra VA-norm (oransje) og Bardufoss (gul)								
		Regnvarighet [min]						
		60	90	120	180	360	720	1440
Gjentaksintervall [år]	2	10.0	12.7	15.1	19.3	29.6	39.1	46.4
	5	13.1	16.5	19.5	24.8	38.4	47.4	55.4
	10	15.2	19.0	22.3	28.2	42.8	51.7	58.2
	20	18.5	23.2	27.2	34.2	51.8	60.8	67.7
	25							
	50	21.8	27.1	31.8	40.0	60.5	68.7	76.6
	100	24.2	30.5	36.1	46.2	72.1	80.4	89.0
	200	26.7	33.7	39.7	51.0	78.7	87.0	95.5

## VEDLEGG 4

Tid [t]	Nedbør [mm] for forskjellige gjentakintervall								Q200 [m <sup>3</sup> /s]
	2	5	10	20	25	50	100	200	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
1	0.60	0.67	0.54	0.58	0.00	0.66	0.71	0.71	0.07
2	0.60	0.67	0.54	0.58	0.00	0.66	0.71	0.71	0.14
3	0.60	0.67	0.54	0.58	0.00	0.66	0.71	0.71	0.21
4	0.60	0.67	0.54	0.58	0.00	0.66	0.71	0.71	0.27
5	0.60	0.67	0.54	0.58	0.00	0.66	0.71	0.71	0.33
6	1.59	1.49	1.48	1.50	0.00	1.36	1.38	1.38	0.46
7	1.59	1.49	1.48	1.50	0.00	1.36	1.38	1.38	0.58
8	1.59	1.49	1.48	1.50	0.00	1.36	1.38	1.38	0.69
9	4.93	6.41	7.13	8.64	0.00	10.08	12.02	13.11	2.02
10	4.93	6.41	7.13	8.64	0.00	10.08	12.02	13.11	7.60
11	4.93	6.41	7.13	8.64	0.00	10.08	12.02	13.11	12.30
12	4.93	6.41	7.13	8.64	0.00	10.08	12.02	13.11	15.77
13	4.93	6.41	7.13	8.64	0.00	10.08	12.02	13.11	18.32
14	4.93	6.41	7.13	8.64	0.00	10.08	12.02	13.11	20.21
15	1.59	1.49	1.48	1.50	0.00	1.36	1.38	1.38	15.61
16	1.59	1.49	1.48	1.50	0.00	1.36	1.38	1.38	12.21
17	1.59	1.49	1.48	1.50	0.00	1.36	1.38	1.38	9.71
18	0.60	0.67	0.54	0.58	0.00	0.66	0.71	0.71	7.52
19	0.60	0.67	0.54	0.58	0.00	0.66	0.71	0.71	5.91
20	0.60	0.67	0.54	0.58	0.00	0.66	0.71	0.71	4.72
21	0.60	0.67	0.54	0.58	0.00	0.66	0.71	0.71	3.84
22	0.60	0.67	0.54	0.58	0.00	0.66	0.71	0.71	3.20
23	0.60	0.67	0.54	0.58	0.00	0.66	0.71	0.71	2.72
24	0.60	0.67	0.54	0.58	0.00	0.66	0.71	0.71	2.37

### Beregning av modellparametere

Beregnete feltparametere:

Feltparameter	Verdi
H25	251.5 moh
H75	537 moh
H75-H25 (H50)	285.5 m
Relieff forhold (HL)	50.1 m/km

Beregnete modellparametere (NVE, 2015):

Modellparam.	Verdi
K1	0.2627 1/h
K2	0.0537 1/h
T	20.4 mm
H	20.4 mm

(full metning som initialtilstand)

## VEDLEGG 4

Estimat av (peak) vannføring med PQFLOM									
Gjentaksinter	1	5	10	20	50	100	200	500	1000
Flomvannføri	-	8.97	10.14	12.74	15.13	18.40	20.21	-	-

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

#### Modellparametere

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

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

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

#### Kilder:

NVE (2015). Veileder for flomberegninger i små uregulert felt (Veileder 7-2015)

NVE (2015b). Anbefale metoder for flomberegninger i små uregulerte felt (Rapport 97-2015)

## VEDLEGG 5

### Resultater for 200-årsflom med 40% klimapåslag, UTEN flomverk

Profil nr.	Vannføring [m <sup>3</sup> /s]	Vannhast. [m/s]	Bekkebunn [moh]	Kritisk vannlj. [moh]	Vannlinje [moh]	Vannstand [m]
1569	36.79	4.16	19.03	20.48	20.23	1.20
1509	36.79	4.48	18.55	19.90	19.73	1.18
1443	36.79	4.35	18.09	19.60	19.31	1.22
1361	36.79	4.74	17.49	18.76	18.50	1.01
1300	36.79	3.71	16.96	18.51	18.33	1.37
1234	36.79	4.14	16.62	17.95	17.78	1.16
1140	36.79	4.20	16.11	17.35	17.10	0.99
1052	36.79	3.92	15.25	16.75	16.50	1.25
986	36.79	4.17	14.74	16.32	16.09	1.35
913	36.79	3.96	14.32	16.03	15.72	1.40
836	36.79	4.39	13.76	15.42	15.09	1.33
778	36.79	4.33	13.48	14.98	14.72	1.24
722	36.79	4.10	12.94	14.62	14.33	1.39
642	36.79	4.17	12.83	14.13	13.92	1.09
584	36.79	4.20	12.17	13.61	13.33	1.16
527	36.79	4.34	11.87	13.08	12.78	0.91
427	36.79	4.47	10.68	11.97	11.68	1.00
408	<i>Bridge</i>					
389	36.79	4.22	10.12	11.59	11.35	1.23
322	36.79	6.11	8.44	10.00	9.45	1.01
238	36.79	5.66	7.23	8.71	8.24	1.01
128	36.79	2.50	3.54	5.58	6.71	3.17
115	<i>Bridge</i>					
102	36.79	2.30	3.17	5.35	6.72	3.55
80	<i>Culvert</i>					
53	36.79	4.08	2.18	3.77	3.65	1.47
0	36.79	0.07	0.00	0.10	2.12	2.12

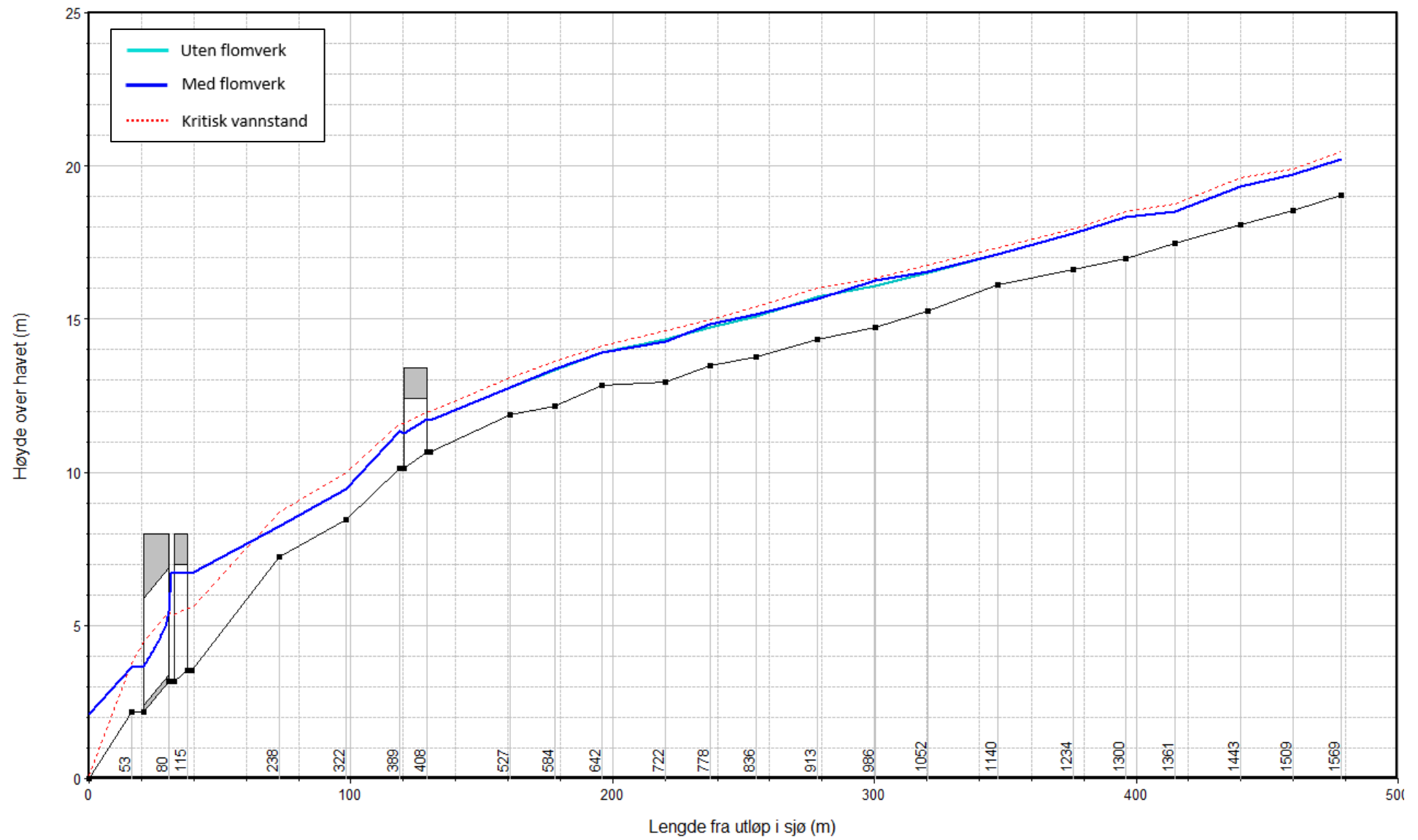
## VEDLEGG 5

### Resultater for 200-årsflom med 40% klimapåslag, MED flomverk

Profil nr.	Vannføring [m <sup>3</sup> /s]	Vannhast. [m/s]	Bekkebunn [moh]	Kritisk vannlj. [moh]	Vannlinje [moh]	Vannstand [m]
1569	36.79	4.16	19.03	20.48	20.23	1.20
1509	36.79	4.48	18.55	19.90	19.73	1.18
1443	36.79	4.35	18.09	19.60	19.31	1.22
1361	36.79	4.74	17.49	18.76	18.50	1.01
1300	36.79	3.71	16.96	18.51	18.33	1.37
1234	36.79	4.14	16.62	17.95	17.78	1.16
1140	36.79	4.20	16.11	17.35	17.10	0.99
1052	36.79	3.86	15.25	16.72	16.53	1.28
986	36.79	3.85	14.74	16.37	16.25	1.51
913	36.79	4.28	14.32	15.95	15.67	1.35
836	36.79	4.34	13.76	15.44	15.15	1.39
778	36.79	4.22	13.48	15.08	14.84	1.36
722	36.79	4.50	12.94	14.55	14.26	1.32
642	36.79	4.18	12.83	14.13	13.92	1.09
584	36.79	4.13	12.17	13.58	13.36	1.19
527	36.79	4.40	11.87	13.08	12.78	0.91
427	36.79	4.47	10.68	11.97	11.68	1.00
408	<i>Bridge</i>					
389	36.79	4.22	10.12	11.59	11.35	1.23
322	36.79	6.11	8.44	10.00	9.45	1.01
238	36.79	5.66	7.23	8.71	8.24	1.01
128	36.79	2.50	3.54	5.58	6.71	3.17
115	<i>Bridge</i>					
102	36.79	2.30	3.17	5.35	6.72	3.55
80	<i>Culvert</i>					
53	36.79	4.08	2.18	3.77	3.65	1.47
0	36.79	0.07	0.00	0.10	2.12	2.12

# VEDLEGG 6

## Vannlinje for 200-årsflom

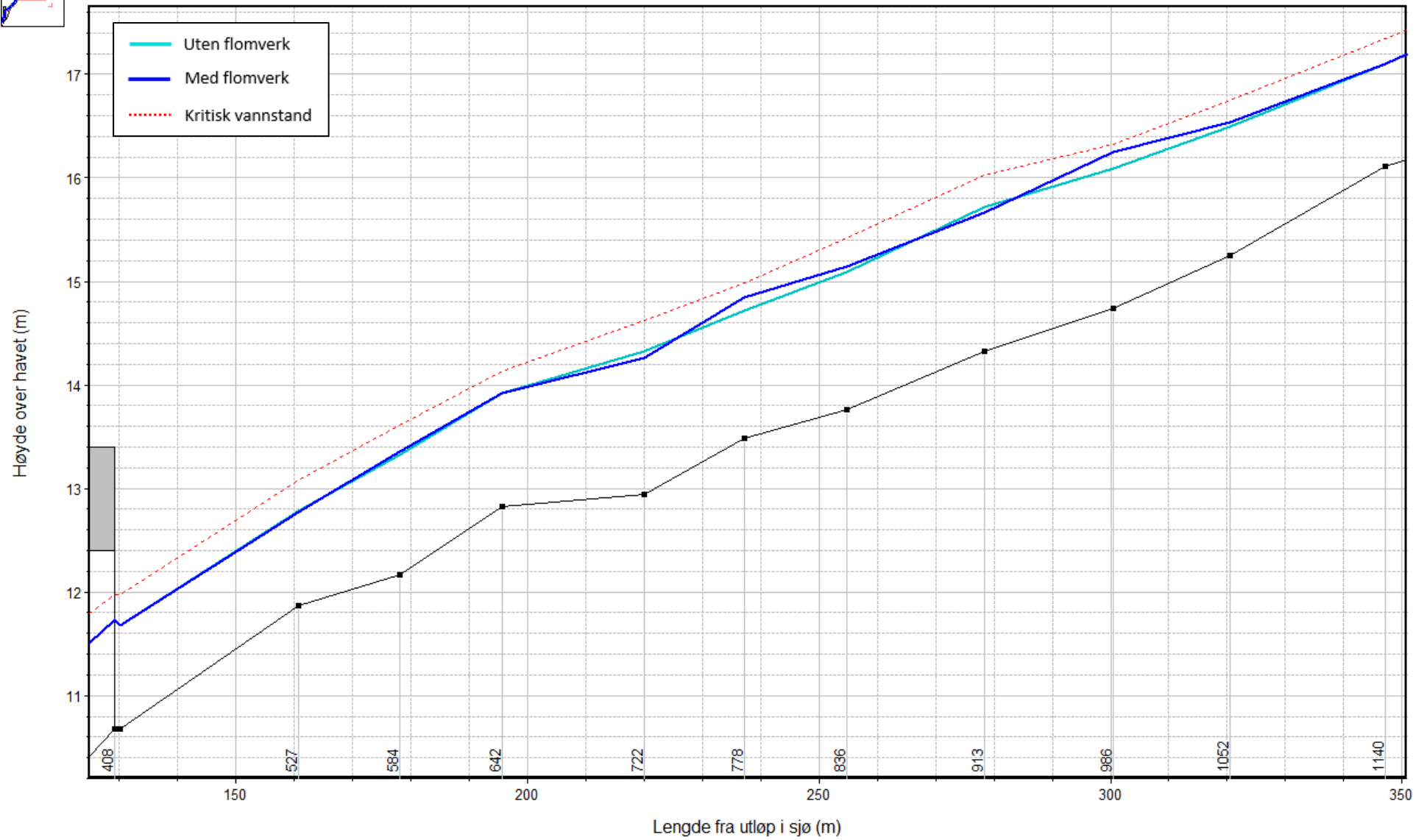




# VEDLEGG 6



Vannlinje for 200-årsflom ved planområdet



# VEDLEGG 7



**Flomsonekart for Storelva ved Nedre Stovollen 5**

-  Plangrense for ny ungdomsskole
-  Tverrprofil
-  Flomsone for 200-årsflom med 40% klimapåslag, med flomverk
-  Flomsone for 200-årsflom med 40% klimapåslag, uten flomverk

