

## NOTAT

OPPDRAAG	Lagerbygg Nordset	DOKUMENTKODE	10242296-01-RIVass-NOT-001
EMNE	Vannlinjeberegning Nidelva ved Nordset	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	<b>Nordset Industripark AS</b>	OPPDRAAGSLEDER	Martin Okstad
KONTAKTPERSON	<b>Øyvind Rånes</b>	SAKSBEHANDLER	Mulugeta B. Zelelew
		ANSVARLIG ENHET	10105070 Hydrologi Oslo

## SAMMENDRAG

Det skal reguleres for lagerbygg ved Nordset i Trondheim kommune. Som del av reguleringsarbeidet skal tomta og lagerbygget sikres mot 20-årsflom i Nidelva, både med tanke på flomvannstand og erosjon. Det er utført vannlinjeberegning i Nidelva for flommer med opp til 20 års returperiode for å vurdere flomfare for lagerbygget.

Vannlinjeberegningen er utført ved å bruke en 1-dimensjonal hydrauliskmodell utarbeidet ifm flomfarevurderinger ved bygging av Kambrua avløppspumpe-stasjon i 2018. Vannlinjeberegningene er oppsummert i tabellen nedenfor. Bratsberg kraftverk kan avlaste vannføringen i Nidelva med 105 m<sup>3</sup>/s i flomsituasjon.

*Vannlinjeberegning med overføring i tunneler mot Bratsberg kraftverk og ved 20 års returperiode.*

Returperiode (år)	Flomvannføring, Nidelva (m <sup>3</sup> /s)	Nordset vannstand <sup>1</sup> (NN2000)	Profil (Figur 4-1)
QM	175	72,56	Pr-3
20	335	73,46	Pr-3

<sup>1</sup> Energivå. 1 – 15 cm over beregnet vannstand ved reguleringsområdet

*Vannlinjeberegning uten overføring i tunneler mot Bratsberg kraftverk og ved 20 års returperiode.*

Returperiode (år)	Flomvannføring, Nidelva (m <sup>3</sup> /s)	Nordset vannstand <sup>1</sup> (NN2000)	Profil (Figur 4-1)
QM	265	73,07	Pr-3
20	440	74,03	Pr-3

<sup>1</sup> Energivå. 1 – 15 cm over beregnet vannstand ved reguleringsområdet

Reguleringsområdet ligger ved elvebredden. Vest for reguleringsområdet langs østsiden av elvebredden finnes et lavbrekk i terrenget på ca. 73,8. Ved 20-årsflommen og med overføring av flomvann i tunneler mot Bratsberg kraftverk ligger terrenget i lavbrekket langs vestsiden av reguleringsområdet ca. 0,4 m over den beregnede vannstanden. Flomvannet ved 20-års gjentaksintervall vil derfor ikke renne mot reguleringsområdet. Gulvnivået bør ligge over kote 74,30 ved dette scenariet.

20-årsflommen uten overføring av flomvann i tunneler mot Bratsberg kraftverk vil gå inn i det lave området grensende mot reguleringsområdet. Dersom gulvnivået i reguleringsområdet skal være sikret ved dette scenarioet bør gulv ligge over kote 74,50.

Vannstanden med overføring av flomvann i tunneler mot Bratsberg kraftverk er ca. 0,48-0,58 m lavere enn vannstanden beregnet uten overføring.

Anbefalte gulvnivåer inkluderer en sikkerhetsmargin på 0,5 m over den beregnede flomvannstanden.

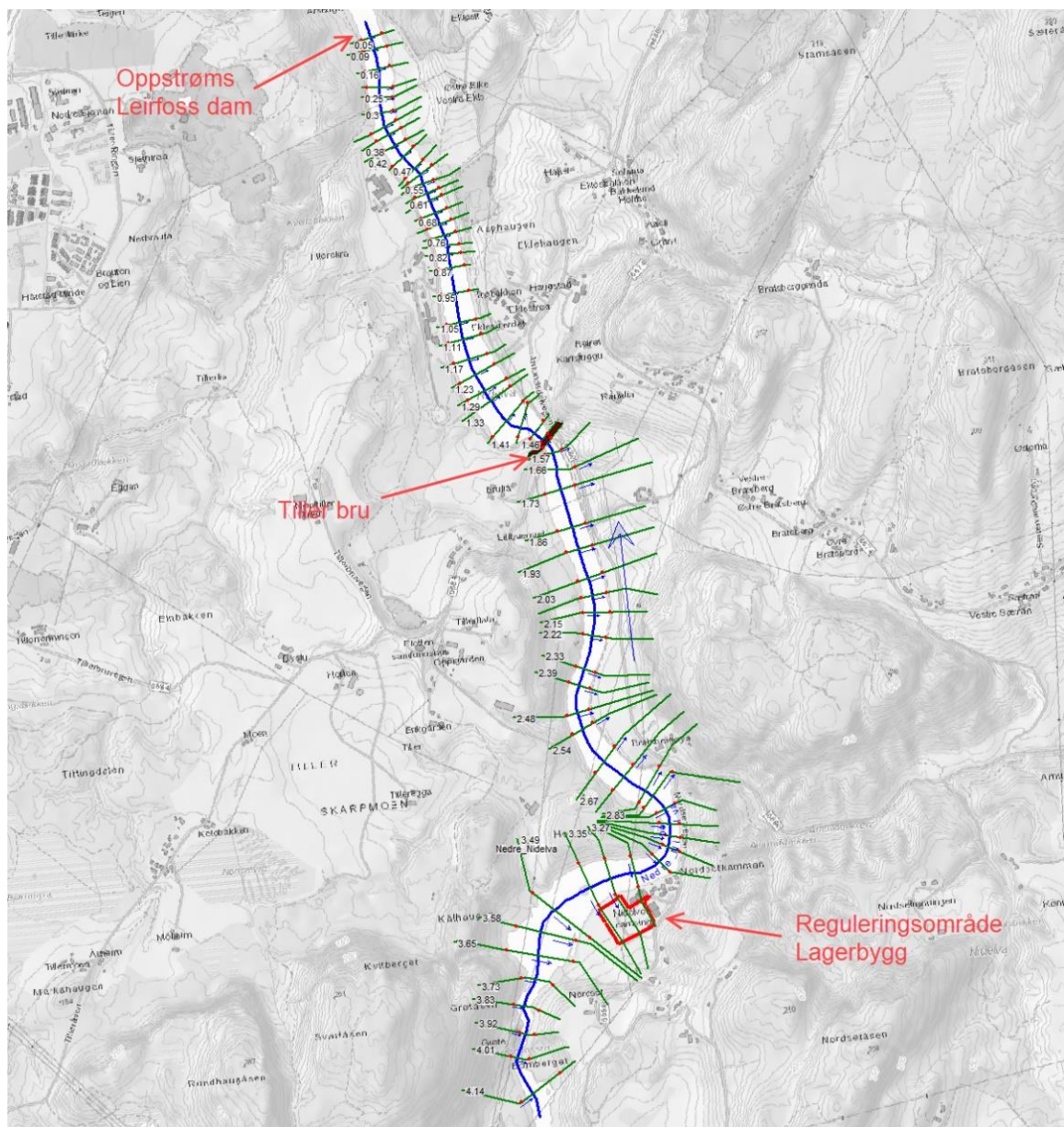
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
01	29.06.2022	Revidering etter kundens sine kommentarer	Mulugeta B. Zelelew	Lars Petter Risholt	Martin Okstad
00	12.05.2022	Vannlinjeberegning Nidelva ved Nordset	Mulugeta B. Zelelew	Lars Petter Risholt	Martin Okstad

## 1 Innledning

Det skal bygges lagerbygg ved Nordset i Trondheim kommune. Som del av reguleringsarbeidet skal lagerbygget sikres mot flom. Multiconsult har utført vannlinjeberegninger for Nidelva på strekningen fra Øvre Leirfoss til Nordset, en strekning på ca. 4,0 km. Beregningene danner grunnlag for vurdering av høydefastsettelse for gulvnivå for lagerbygget. Beregningsmodellen ble etablert i forbindelse med bygging av Kambrua avløpspumpestasjon i 2018.

I henhold til Byggteknisk forskrift § 7-2 (TEK17) er det i utgangspunktet sikkerhetsklasse F1 og 20-årsflom som skal benyttes i dette arbeidet (Teknisk regelverk, 2017). Sikkerhetsklasse F1 omfatter byggverk med lite personopphold og små økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Det planlagte lagerbygget ved Nordset vil ha lite personopphold, og dermed er Sikkerhetsklasse F1 benyttet for flomfarevurderingen.

Figur 1-1 viser modellert elvestrekning for det aktuelle området.



Figur 1-1. Kart over modellert strekning og elveprofiler for hydraulisk modellering. Tverrprofiler er vist i grønne linjer og reguleringsområdet i rødt polygon.

## 2 Flomvannføring

### 2.1 20-årsflom og midlere flom

Nedbørfeltet ligger i Nea- og Nidelvvasdraget, og det er et stort og regulert vassdrag. Vurderingene er basert på informasjon mottatt fra oppdragsgiver og flomberegningsrapporter fra NVE og Statkraft. NVE utførte i 2001 en flomberegning for Nea- og Nidelvvasdraget (NVE, 2001). I tillegg har Statkraft i 2020 utført en flomberegning for Nea- og Nidelvvasdraget (Norconsult/Statkraft, 2020), men flomberegningen inneholder ikke verdien for 20-årsflom. Forholdet mellom 20- og 500 årsflom, ved NVEs flomberegninger er benyttet for å nedskalere til 20-årsflom fra Statkraft sine flomberegninger. Det er forutsatt at forholdstallene mellom flommene ved ulike gjentakintervaller forblir de samme for flomverdier beregnet av både Statkraft og NVE. Vannstanden i Selbusjøen ved midlere flom og 20-årsflom beregnes under forutsetning av at det også går hhv. 90 m<sup>3</sup>/s og 105 m<sup>3</sup> i tunneler mot Bratsberg kraftverk (NVE, 2001).

### 2.2 Klimapåslag

Ifølge Rapporten Klimaendring og framtidige flommer i Norge (81/2016) forventes det ikke større flommer i store elver som i dag har snøsmelteflom som årets største flom (NVE, 2016). Snøsmelteflommene vil komme stadig tidligere på året og bli mindre mot slutten av århundret. Det er derfor anbefalt et klimapåslag på 0% for store nedbørfelt som Nea- og Nidelvvasdraget som er også dominert av snøsmelteflommer. Den nedskalerte 20-årsflommen og middelflommen (QM) beregnet av NVE fra 2001 med- og uten overføring i tunneler mot Bratsberg kraftverk er benyttet videre til grunnlag for vannlinjeberegningene ved reguleringsområdet for lagerbygg Nordset.

Flomverdier basert på nedskalering av flommer basert på Statkraft og NVE sine flomberegninger er vist i Tabell 2-1, og oppsummering av flommer benyttet for vannlinjeberegninger ved reguleringsområdet (dvs. ved Leirfoss/lagerbygg Nordset) er vist i Tabell 2-2.

Tabell 2-1: Nedskalering av flommer.

Beskrivelse	Forhold	Kilde	Flomverdi ved Nordset
500-årsflom/1000-årsflom	0,93	Statkraft (2020)	$Q_{500} = 0,93 * 992 = 923 \text{ m}^3/\text{s}$
20-årsflom/500-årsflom	0,48	NVE (2001)	$Q_{20} = 0,48 * 923 = 440 \text{ m}^3/\text{s}$

Tabell 2-2: Kulminasjonsflomverdier ved øvre Leirefoss / Nordset.

Returperiode [år]	Flomvannføring ved Nordset uten overføring mot Bratsberg kraftverk (m <sup>3</sup> /s)	Flomvannføring ved Nordset med overføring mot Bratsberg kraftverk (m <sup>3</sup> /s)
QM	265	175
20	440	335

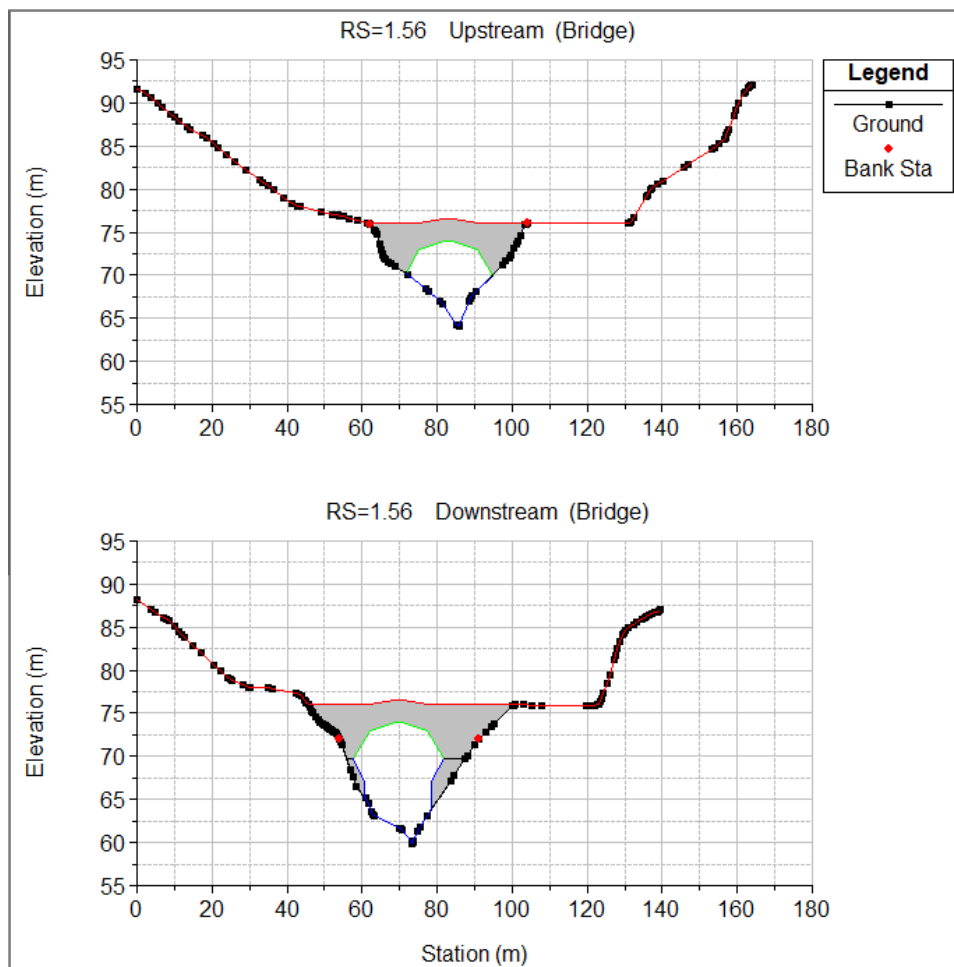
### 3 Datagrunnlag og hydraulisk modellering og modelloppsett

Beregning av tverrprofiler og vannstand ble utført med en en-dimensjonal hydraulisk modell for strømningsanalyse, HEC-RAS (Version 6.1) (US Army Corps of Engineers, 2020). Laserscannet terrengmodell med cellestørrelse på 0,5 m X 0,5 m ble benyttet som grunnlag for elvas sideområde. Det er gjort bunnkartlegging av en strekning på 800 m nedstrøms Tillerbrua og fra Nordset ned forbi utløpet av Amundsbekken, en strekning på 750 m. I tillegg er det målt opp fire tverrprofiler ved Tillerbrua (Multiconsult, 2018). All terrengdata benyttet i modellen har en høydereferanse med NN2000.

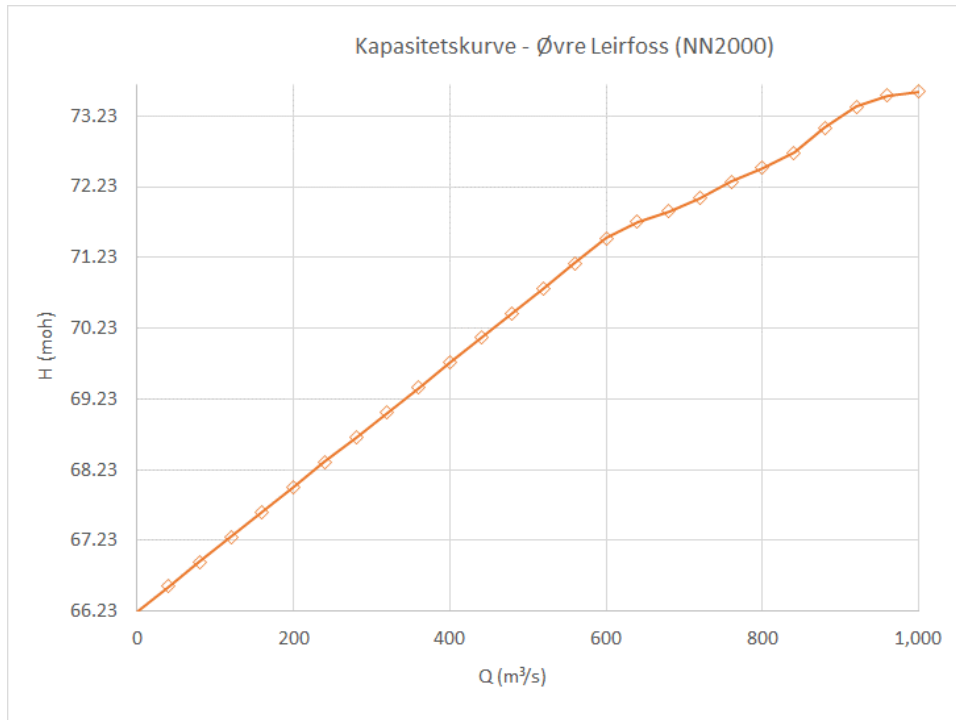
Strømningen under Tiller bru vil påvirke vannstanden ved Nordset, og brua er inkludert i modellen med utgangspunkt i tegninger mottatt fra SVV i 2018 (Figur 3-1).

I den hydrauliske modellen må det legges inn initialbetingelser og grensebetingelser. Disse beskriver bl.a. vannføring eller vannstand ved oppstrøms og nedstrøms ende av modellen. Utløpet i nedre delen av modellert elva er kontrollert av Øvre Leirfoss dam, og avløpskapasiteten av dammen er benyttet som en nedre grensebetingelse. Avløpskapasiteten av Leirfosdammen er vist i Figur 3-2.

For å ta hensyn til steiner, gress, trær og andre større eller mindre hindringer i vannveien defineres Mannings friksjonsfaktor for ulike deler av profilet/arealet. Friksjonen vurderes ut fra bilder og observasjoner gjort under befaring og angis i modellen som Mannings tall. Manningstall M på 33 og 25 er vurdert å være fornuftige friksjonsfaktorer for den brede elva og flomslettearealene.



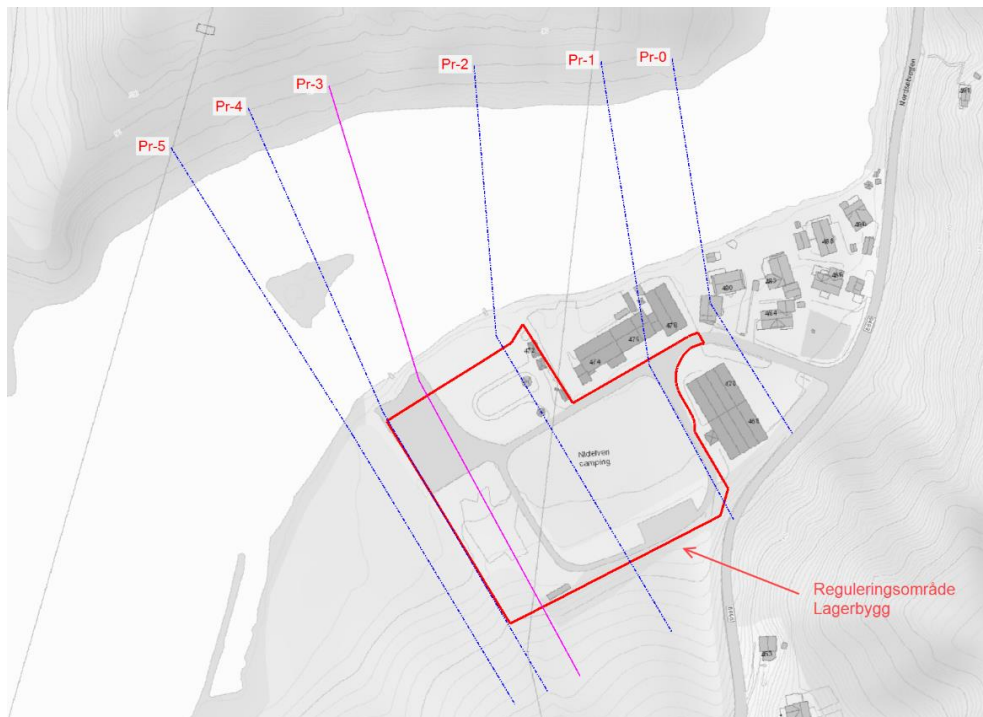
Figur 3-1. Bru geometri ved Tiller bru.



Figur 3-2. Avløpskapasitet – Øvre Leirfossen dam, med NN2000 høydereferanse.

#### 4 Resultater og vurderinger

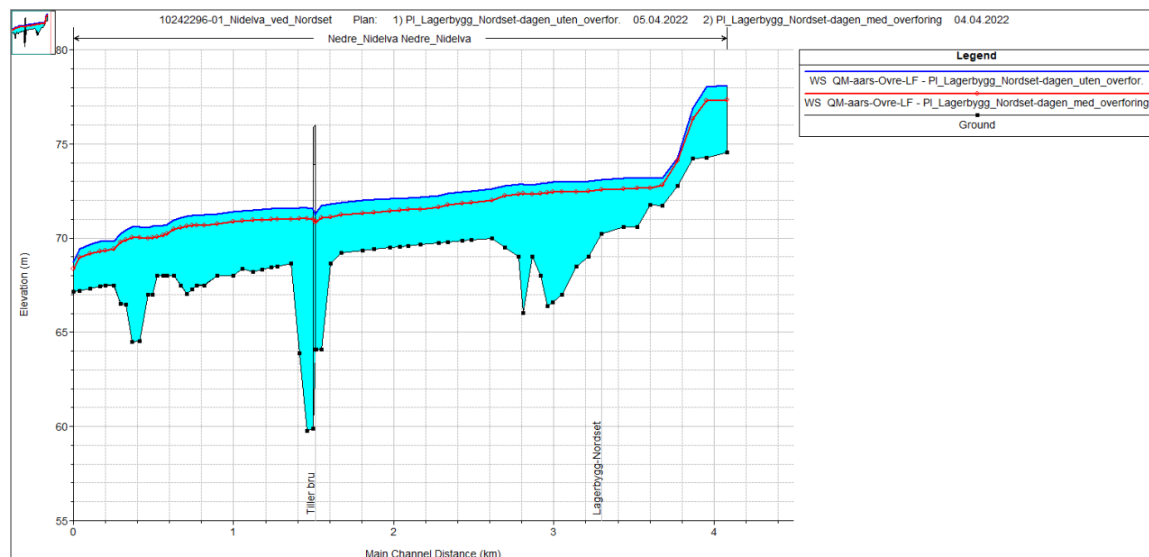
Resultater fra de hydrauliske simuleringene er presentert under. Tverrsnittene vist i Figur 4-1 er benyttet for å hente ut resultater for de ulike simuleringsscenarioene. Profil 3 (Pr-3) ligger ved reguleringsområdet, og vannstanden i elva ved dette tverrsnittet er benyttet for vurdering av høydefastsettelse for gulvnivå for lagerbygget.



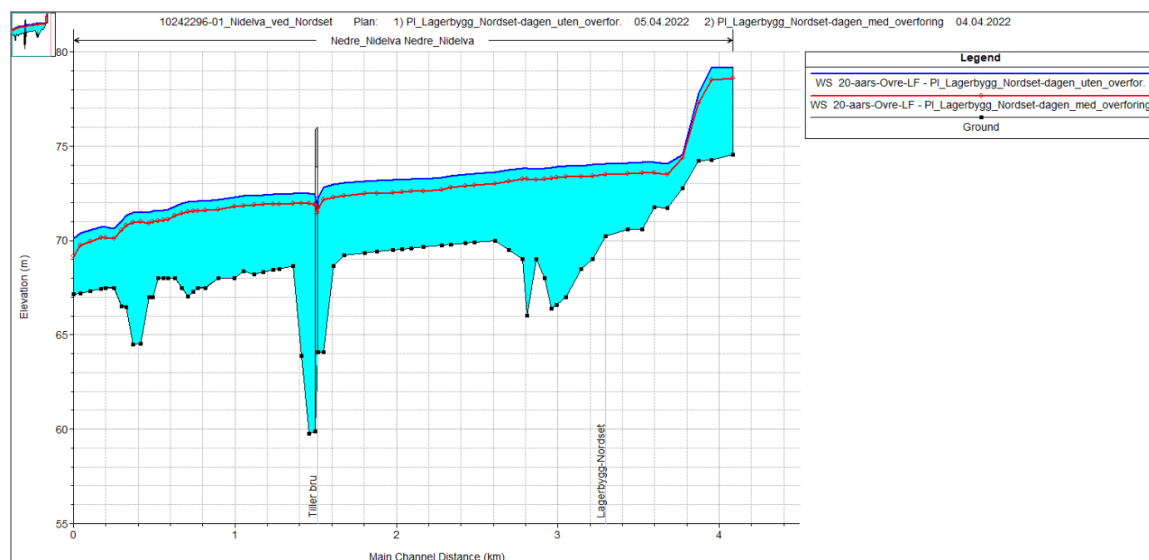
Figur 4-1. Plassering av profiler benyttet for å beskrive hydrauliske vurderinger.

### 4.1 Flomvannstand ved dagens situasjon

Vannstandsprofilene beregnet med den hydrauliske modellen med og uten overføring i tunneler mot Bratsberg kraftverk og ved dagens situasjon er vist i Figur 4-2 og Figur 4-3.



Figur 4-2. Beregnet vannstandsprofil langs strekningen, fargelagt profil viser nivået for midlere flom uten overføring til Bratsberg kraftverk, mens linjene under angir vannstanden ved midlere flom med overføring.



Figur 4-3. Beregnet vannstandsprofil langs strekningen, fargelagt profil viser nivået for 20-årsflom uten overføring til Bratsberg kraftverk, mens linjene under angir vannstanden ved 20-årsflom med overføring.

Vannstands nivået i elva med og uten overføring av flomvann i tunneler mot Bratsberg kraftverk ved dagens situasjon er oppsummert i Tabell 4-1. Vannstanden med overføring av flomvann i tunneler mot Bratsberg kraftverk er 0,53-0,58 m lavere enn vannstanden beregnet uten flomvannsoverføring (se Tabell 4-1).

Tabell 4-1. Beregnede vannstand ved dagens situasjon ved NN2000 høydesystem.

Tverrsnitt ved reguleringsområde	Vannstand ved QM <sup>1</sup> (moh)		Vannstand ved 20-årsflom <sup>1</sup> (moh)	
	Uten overføring	Med overføring	Uten overføring	Med overføring
Pr-0	72,98	72,44	73,95	73,38
Pr-1	72,98	72,44	73,95	73,38
Pr-2	73,03	72,49	74,01	73,43
<b>Pr-3</b>	<b>73,08</b>	<b>72,55</b>	<b>74,05</b>	<b>73,48</b>
Pr-4	73,10	72,57	74,07	73,50
Pr-5	73,12	72,58	74,09	73,51

<sup>1</sup> Energinivå. 2 – 9 cm over beregnet vannstand ved reguleringsområdet.

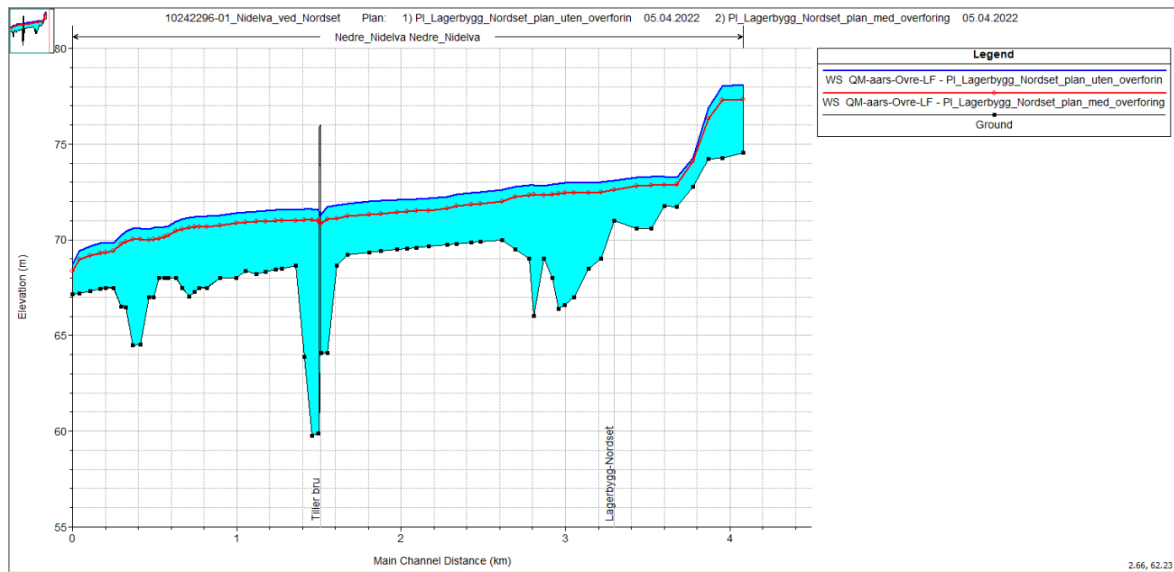
#### 4.2 Terrengutfylling ved reguleringsområdet

##### 1) Uten flomvann overføring i tunneler mot Bratsberg kraftverk

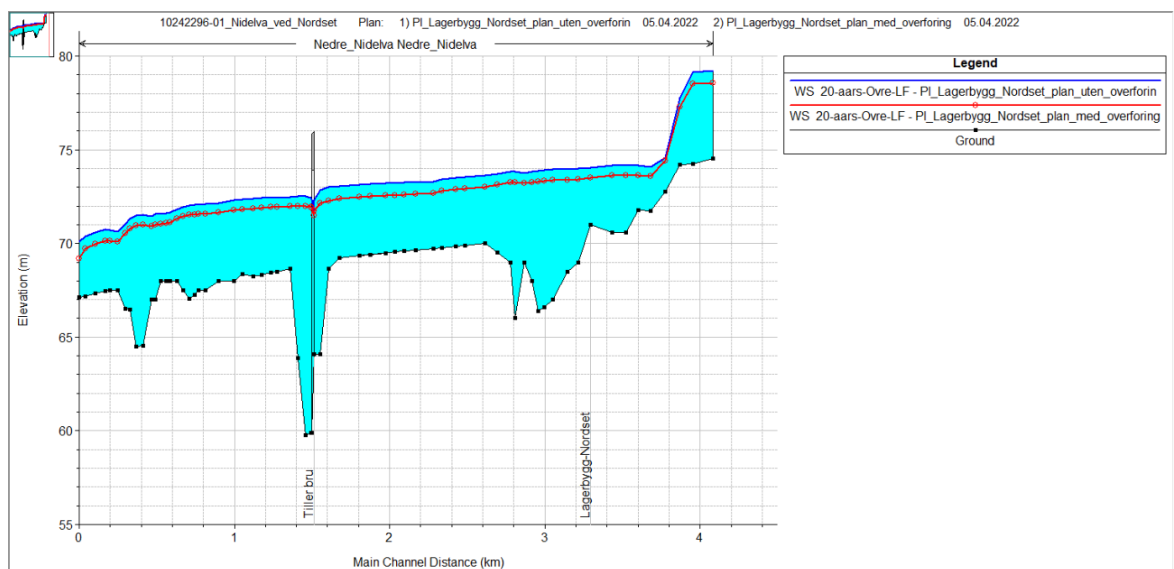
Den maksimale vannstanden ved oppstrøms ende av reguleringsområdet ved 20-årsflom og uten flomvannsoverføring i tunneler mot Bratsberg kraftverk ligger på kote **74,07** (Pr-4 i Figur 4-1 og Tabell 4-1). Vest for reguleringsområdet for lagerbyggene og langs østsiden av elvebredden finnes et lavbrekk i terrenget med høyde på **73,84** moh. Den maksimale vannstanden beregnet ved 20-årsflommen ligger ca. 0,2 m over terrenget, og flomvannet ved 20-års gjentaksintervall vil derfor renne mot reguleringsområdet. For å beskytte reguleringsområdet mot 20-årsflommen og uten flomvann overføring i tunneler mot Bratsberg kraftverk er terrenget ved reguleringsområdet hevet med ca. **0,5** m, og påvirkning av utfylling i terrenget på vannstanden ved reguleringsområdet er vurdert med nye hydrauliske simuleringer. Dette vil si at gulvnivået ved reguleringsområdet settes på minimum kote **74,50** ved de nye hydrauliske simuleringene.

Vannstandprofilene beregnet med og uten flomvann overføring i tunneler mot Bratsberg kraftverk og ved den planlagte situasjonen er vist i Figur 4-4 og Figur 4-5.

## Vannlinjeberegninger



Figur 4-4. Beregnet vannstandsprofil langs strekningen, fargelagt profil viser nivået for midlere flom og uten overføring mens linjene under angir vannstanden ved midlere flom med overføring.



Figur 4-5. Beregnet vannstandsprofil langs strekningen, fargelagt profil viser nivået for 20-årsflom og uten overføring mens linjene under angir vannstanden ved 20-årsflom og med overføring.

## 2) Med flomvann overføring i tunneler mot Bratsberg kraftverk

Den maksimale vannstanden ved oppstrøms ende av reguleringsområdet ved 20-årsflom og med flomvann overføring i tunneler mot Bratsberg kraftverk ligger på kote **73,50** (Pr-4 i Figur 4-1 og Tabell 4-1). Vest for reguleringsområdet for lagerbygg og langs østsiden av elvebredden finnes et lavbrekk i terrenget med høyde på **73,84** moh. Terrenget ved lavbrekket ligger ca. **0,36** m over beregnede vannstanden, og flomvannet ved 20-års gjentakintervall vil derfor ikke renne mot reguleringsområdet. Gulvnivået ved reguleringsområdet bør være sikret mot 20-årsflom og med flomvann overføring i tunneler mot Bratsberg kraftverk bør terrenget ved planlagt plassering av lagerbygget Nordset ligge over kote **74,00**. Dette gulvnivået inneholder en sikkerhetsmargin på **0,5** m over den beregnede flomvannstanden. Imidlertid ligger terrenget ved elvebredden ved Pr-3 på ca. kote **74,30**, og det anbefales å sette gulvnivået på kote **74,30**.



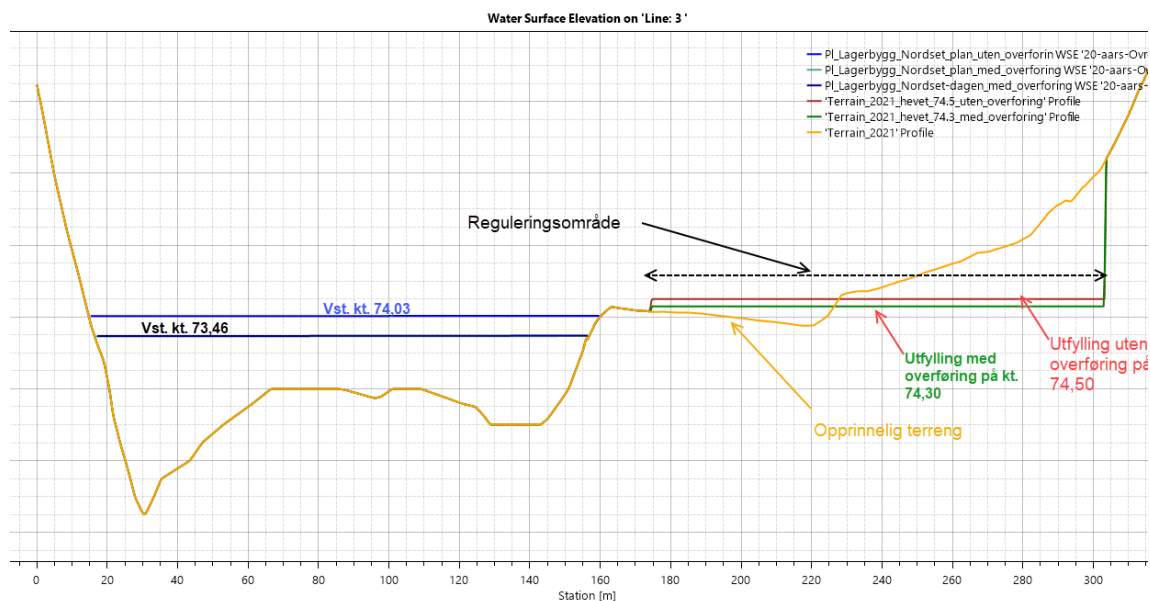
Vannstandsni vået i elva ved reguleringsområdet for lagerbygget ved Nordset med og uten flomvann overføring i tunneler mot Bratsberg kraftverk og for den planlagte situasjonen er oppsummert i Tabell 4-2. Vannstanden med overføring av flomvann i tunneler mot Bratsberg kraftverk er 0,48-0,58 m lavere enn vannstanden beregnet uten flomvann overføring (se Tabell 4-2).

Tabell 4-2. Beregnede vannstand ved den planlagte situasjonen ved NN2000 høydesystem.

Tverrsnitt ved reguleringsområde	Vannstand ved QM <sup>1</sup> (moh)		Vannstand ved 20-årsflom <sup>1</sup> (moh)	
	Uten overføring	Med overføring	Uten overføring	Med overføring
Pr-0	72,98	72,45	73,95	73,38
Pr-1	72,98	72,44	73,95	73,38
Pr-2	73,02	72,48	74,00	73,42
<b>Pr-3</b>	<b>73,07</b>	<b>72,56</b>	<b>74,03</b>	<b>73,46</b>
Pr-4	73,11	72,62	74,06	73,49
Pr-5	73,15	72,67	74,08	73,52

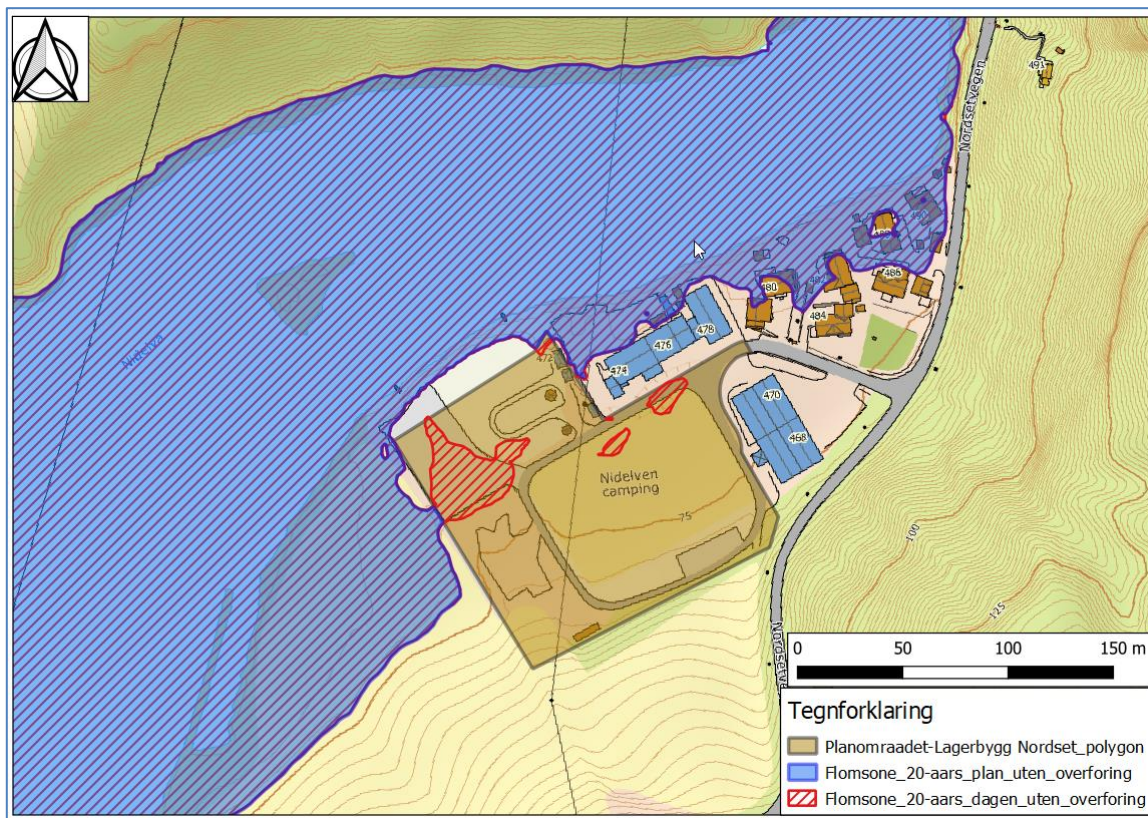
<sup>1</sup> Energini vå. 1 – 15 cm over beregnet vannstand ved reguleringsområdet.

Et forslag for utforming av den planlagte utfyllingen ved tverrsprofil Pr-3 (Figur 4-1) og ved reguleringsområdet for lagerbygg Nordset er vist i Figur 4-6.

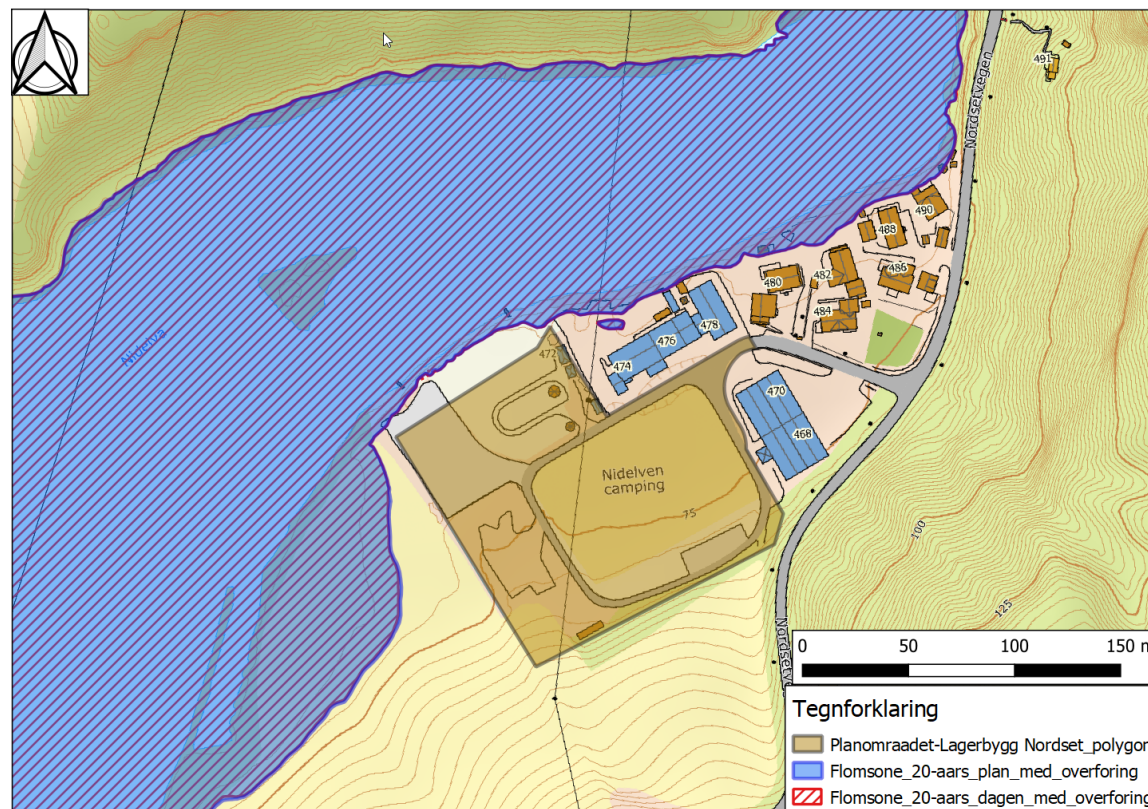


Figur 4-6. Planlagt utfylling ved reguleringsområdet er vist i røde/grønne linjer og opprinnelig terreng er vist i gul linje for profil 3 på Figur 4-1. Beregnet vannstand i elva viser nivået for 20-årsflom med og uten overføring av flomvann til Bratsberg kraftverk.

Det regulerte arealet for lagerbyggene bør fylles opp til kote 74,30 for at byggene skal være beskyttet mot 20-årsflom når det går 105 m<sup>3</sup>/s i tunneler til Bratsberg kraftverk. Det kan regnes med at denne vannmengden til Bratsberg kraftverk ved 20-årsflom. Beregning uten overføring til Bratsberg kraftverk angir oppfyllingen til kote 74,50. (se Figur 4-6). Simuleringene viser at 20-årsflommen ikke renner mot reguleringsområdet (se Figur 4-7 og Figur 4-8). Endringene i vannstand ved 20-årsflom på grunn av oppfylling av terrenget og langs elvebredden ved reguleringsområdet er 1-7 cm (Tabell 4-2), og dette medfører ikke oversvømmelser ved reguleringsområdet eller endrede strømningsforhold i elva sammenlignet med dagens situasjon (Tabell 4-1).



Figur 4-7. Oversvømmelseskart ved 20-årsflom uten overføring av flomvann i tunneler mot Bratsberg kraftverk ved dagens- og planlagt terreng ved reguleringsområdet.



Figur 4-8. Oversvømmelseskart ved 20-årsflom og med overføring av flomvann i tunneler mot Bratsberg kraftverk ved dagens- og planlagt terreng ved reguleringsområdet.

Det er ikke vannstandsmålinger på strekningen som kan brukes til å kalibrere beregningsmodellen.

Oversvømmelseskartet ved 20-årsflom med og uten overføring av flomvann i tunneler mot Bratsberg kraftverk påvirker ikke reguleringsområdet. Dette scenarioet berører imidlertid enkelte eksisterende bygninger (se Figur 4-7 og Figur 4-8).

Dersom gulvnivået ved reguleringsområdet skal være sikret mot 20-årsflom uten overføring av flomvann i tunneler mot Bratsberg kraftverk bør terrenget ved planlagt plassering av lagerbygg heves og gulvnivået bør ligge over kote 74,50. Dersom gulvnivået ved reguleringsområdet skal være sikret mot 20-årsflom med overføring av flomvann til Bratsberg kraftverk bør terrenget ved planlagt plassering av lagerbygg heves og gulvnivået bør ligge over kote 74,30.

## Referanser

Multiconsult. (2018). *Vannlinjeberegning Nidelva Øvre Leirfoss til Nordset*. Multiconsult.

Norconsult/Statkraft. (2020). *Flomberegning Nea / Nidelva*. Norconsult/Statkraft.

NVE. (2001). *Flomberegning for Nea- Nidelvassdraget (123.Z)*. NVE.

NVE. (2016). *Klimaendring og framtidige flommer i Norge*. NVE.

(2017). *Teknisk regelverk*. Bane NOR.

US Army Corps of Engineers. (2020). *HEC-RAS- River Analysis System, User's Manual*. US Army Corps of Engineers.