

Sunnfjord Energi AS

# Jølstra kraftverk

## Fagrapport erosjon og sedimenttransport



F01	17.11.2013	Endelig rapport	K.J.Tuttle	E.Halvorsen	T.Isdahl
A01	7.3.2013	Førsteutkast	K.J.Tuttle	E.Halvorsen	T.Isdahl
Rev.	Dato:	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

# Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>5</b>
1.1	Bakgrunn	5
1.2	Innhold og avgrensning	5
<b>2</b>	<b>Metode og datagrunnlag</b>	<b>7</b>
2.1	Metode	7
2.2	Datagrunnlag	7
<b>3</b>	<b>Beskrivelse av tiltaket</b>	<b>8</b>
3.1	Kraftverket	8
3.2	Inntak	8
3.2.1	Terskel og minstevannføringsarrangement	8
3.2.2	Inntak	9
3.3	Vannveier, kraftstasjon, atkomst og nettilknytning	9
3.4	Massedeponi og anleggsveier	10
3.5	Hydrologiske konsekvenser	11
<b>4</b>	<b>Statusbeskrivelse og risikovurdering</b>	<b>13</b>
4.1	Generelt	13
4.2	Inntaksområdet	14
4.3	Berørt elvestrekning	16
4.4	Risikovurdering	16
<b>5</b>	<b>Omfang og konsekvenser</b>	<b>17</b>
5.1	Anleggsfasen	17
5.2	Driftsfasen	18
5.2.1	Generelt	18
5.2.2	Inntaksområdet	18
5.2.3	Berørt elvestrekning	21
5.2.4	Skred	22
5.2.5	Oppsummering og konklusjon	23
<b>6</b>	<b>Avbøtende tiltak</b>	<b>25</b>
<b>7</b>	<b>Referanser</b>	<b>26</b>

## Sammendrag

Sunnfjord Energi planlegger å bygge Jølstra Kraftverk i Jølster og Førde kommuner, Sogn og Fjordane fylke. Tiltaksområdet omfatter hovedløpet av Jølstra nedstrøms utløpet av Jølstravatnet, og berører strekningen fra Tongahølen til Movatnet.

Denne rapporten har som mål å utrede de konsekvensene bygging av kraftverket kan medføre for erosjon og sedimenttransport, samt skred i området og hvilke følger disse endringene kan ha for naturen og landskap.

Vannspeilet heves med ca. 0,5m i Tongahølen, som medfører en noe saktere elvevannstrømningshastighet en normalt i området oppstrøms terskelen. Det området som blir påvirket er begrenset til ca. 600m oppstrøms terskelen pga. elvas gradient. For å begrense økt erosjon, anbefales det å plastre elveskråningene ved innløpsområdet, samt elvebunnen innenfor innløpsområdet.

Nedstrøms terskelen vil elva ha en noe mindre vannføring enn normalt, men maksimums-vannføring vil være tilnærmet naturlig volum, og være med på å opprettholde en fortsatt transport av de fineste løsmassefraksjonene nedover elveløpet. Elveløpets steinete erosjonshud og berggrunn i dagen sikrer for å hindre økt erosjon i elveprofilen.

Ved utløpet vil det bli en lokal senkning av erosjonsbasis pga. dykket utløp. Utformingen av utløpet begrenser erosjonen av elveskråningene. Det anbefales at elveskråningene plastres mot erosjon, samt at elvebunnen omkring utløpet plastres for å sikre mot erosjon.

Det er stor sannsynlighet for at tunnelen til kraftverket ikke vil medføre økt grunnvanntrykk i områder som kan være skredutsatt. Anlegget, både under anleggsfasen og driftsfasen, vil sannsynligvis medføre et noe lavere grunnvannsnivå lokalt, med en mulig noe lavere poretrykk i løsmassene der grunnvannssiget fra fjell får kontakt med løsmasser i fjellskråningene, som igjen kan virke stabiliserende for løsmassene.

# 1 Innledning

## 1.1 BAKGRUNN

Sunnfjord Energi planlegger å bygge Jølstra Kraftverk i Jølster og Førde kommuner, Sogn og Fjordane fylke. Tiltaksområdet omfatter hovedløpet av Jølstra nedstrøms utløpet av Jølstravatnet, og berører strekningen fra Tongahølen til Movatnet. Inntak, vannvei og kraftstasjon vil ligge i Jølster, mens utløpet fra kraftstasjonen vil være i Førde. Jølstravassdraget er i dag utbygd med flere store kraftverk og en god del småkraft. I tillegg er Jølstravatnet regulert med 1,25 m. Det nye kraftverket vil utnytte den eksisterende reguleringen, og ha en midlere årsproduksjon på 215 GWh.

## 1.2 INNHOLD OG AVGRENSNING

Denne rapporten har som mål å utrede de konsekvensene bygging av kraftverket kan medføre for erosjon og sedimentasjon. Rapporten inneholder en beskrivelse og verdivurdering av berørte elveløp og skråninger, samt en vurdering av tiltakets omfang og mulige konsekvenser for disse områdene. I tillegg er forslag til avbøtende tiltak beskrevet.

Utredningen er gjennomført i henhold til plan- og bygningslovens krav om konsekvensutredninger, og dekker de kravene som er satt for fagtemaene i forslaget til Forhåndsmeldingen for tiltaket:

### Erosjon og sedimenttransport

Dagens erosjons- og sedimentasjonsforhold i dei aktuelle områda skal skildrast. Ein skal vurdere kva konsekvensar dei ulike alternativa kan få, både for anleggs- og driftsfasen. Førekost av eventuelle sidebækker med stor sedimentføring skal skildrast og vurderast. Det skal gjerast ei vurdering av kor sannsynleg det er at sedimenttransport og tilslamming av vassdraget under og etter anleggsperioden vil auke.

Opplysningane som er gitt om geofaglege forhold, spesielt lausmasseførekostar, skal danne ein del av grunnlaget for vurderingane rundt sedimenttransport og erosjon. Moglege avbøtande tiltak i forhold til dei negative konsekvensane som kan komme, skal vurderast, medrekna eventuelle justeringar av tiltaket.

### Skred

Det skal givast ei framstilling av dagens forhold. Både aktive prosessar og risiko for skred skal vurderast.

Eventuelle konsekvensar som følge av ei utbygging, skal vurderast for anleggs- og driftsperioden. Det skal særleg leggast vekt på risikoen for skred i område med framtidig anleggsarbeid, arealinngrep, vegar, bustader eller andre stader med ferdsel. Det skal givast ei kort vurdering av om anleggsarbeidet kan utløyse skred el.l. som kan lage flaumbølger i (namn på vatn eller magasin) med øydeleggjande verknad på natur eller eigedom.

Moglege avbøtande tiltak i forhold til dei negative konsekvensane som kan komme, skal vurderast, medrekna eventuelle justeringar av tiltaket.

#### Geofaglege forhold

Dei fysiske formene (geologi, kvartære former) i influensområdet skal skildrast. Lausmassar i nedbørfeltet skal også skildrast, spesielt lausmassar i tilknytning til elveløpet. Område med aktive prosessar som skred og andre skråningsprosessar, glasiale prosessar, frost og kjemisk forvitring skal omtalast kort. Framstillinga skal byggjast opp med kart, foto eller anna eigna illustrasjonsmateriale.

Konsekvensane av tiltaket for geofaglege forhold skal vurderast for anleggs- og driftsperioden. Skildringane under geofaglege forhold skal utgjere ein del av grunnlaget for vurderingane rundt skred og sedimenttransport og erosjon.

## 2 Metode og datagrunnlag

### 2.1 METODE

Det ble gjennomført en feltbefaring av elvestrekningen fra Jølstravatnet til Moneset 4.-5. juli 2012. Befaringsdata sammen med tidligere utredninger og geologisk kartgrunnlag sammenstilles og vurderes. Dagens situasjon beskrives, og en vurdering om konsekvenser ved fremtidig anlegg beskrives. Avbøtende tiltak for å begrense eventuelle negative konsekvenser er beskrevet.

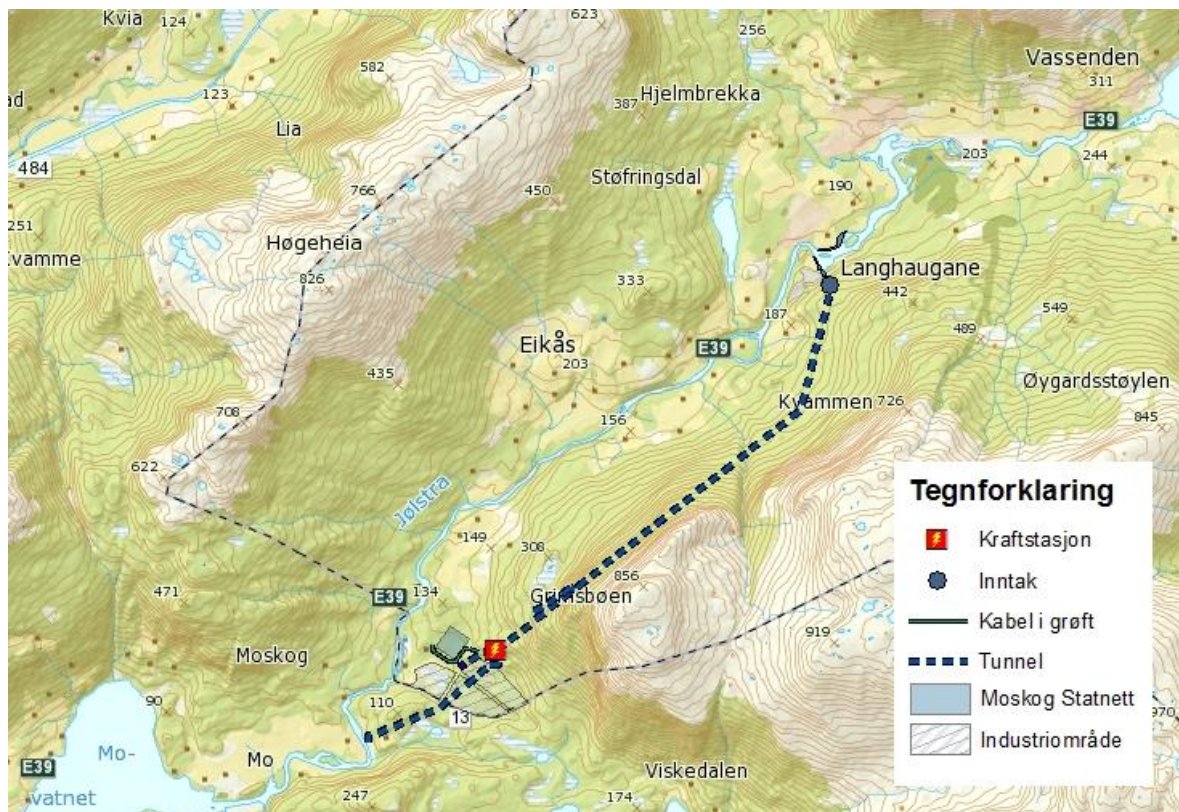
### 2.2 DATAGRUNNLAG

Vurderingen er basert på observasjoner fra feltbefaringen i juli 2012 samt bakgrunns materialet. Kart over løsmassegeologi (kvartærgeologi) fra NGU ([www.ngu.no](http://www.ngu.no)), ingeniørgeologisk rapport (Geo Bergen, 2004), samt Norconsults hydrologi fagrapport for Jølstra kraftverk (2013). Terrengkart og flyfoto er også benyttet i forkant og etterkant av befaringen. Modellering av endret vannspeil, vannføring og vannhastighet ved inntaksområdet (Multiconsult, 2013) er også benyttet i denne vurderingen.

# 3 Beskrivelse av tiltaket

## 3.1 KRAFTVERKET

Jølstra kraftverk vil utnytte fallet i Jølstra på en 5,6 km lang strekningen fra Tongahølen i Jølster kommune til Reinene i Førde kommune. Kraftverket vil utnytte et fall på 132 m og få en samlet installert effekt på 60 MW med midlere årsproduksjon 215 GWh. Maksimal slukeevne vil bli 55 m<sup>3</sup>/s og minste slukeevne 3,5 m<sup>3</sup>/s.



Figur 1. Utbyggingsplan for Jølstra kraftverk.

## 3.2 INNTAK

### 3.2.1 Terskel og minstevannføringsarrangement

Inntak til Jølstra kraftverk blir i Tongahølen, som er en naturlig lone i elva omtrent 3,5 km nedstrøms for utløpet av Jølstervatn. Ved utløpet av «hølen» bygges en lav terskel med høyde 1-2 m for å holde et stabilt vannspeil i inntaksbassenget. For å forhindre neddemte arealer ved flom, bygges det lave flomvoller på nordsiden og sørvestsiden av inntaksbassenget. Fra terskelen og til



inntaket innerst i lona vil denne flomvollen plastres med stein for å forhindre erosjon. Terskelen ved utløpet av Tongahølen vil gjøre at vannstanden i lona stiger med en halv meter sammenliknet med i dag. I den nordre delen av dammen vil det bli en lukekonstruksjon med glideluker for slipp av minstevannføring.

### 3.2.2 Inntak

Inntaket blir i fjell sør i Tongahølen, ved grustaket på Kvammen. Fram mot inntaket kanaliseres bunnen av inntaksmagasinet inn mot tunnelpåhugg. Inntakstunnelen etableres med et areal ca. 50 m<sup>2</sup> som fører inn til inntakskammeret 30 meter inn i fjellet. Inntaket vil være dykket til 3 meter så selve tunnelpåhugget vil ikke være synlig. Konstruksjoner i dagen vil kun være en bru over kanalen og en bjelkestengsel ved brua over inntakskanalen. Portal til inntakshallen vil være i grustaket ved inntaket.



Figur 2. Inntaksområdet før (venstre) og etter (høyre) utbygging.

### 3.3 VANNVEIER, KRAFTSTASJON, ATKOMST OG NETTILKNYTNING

Det planlegges en tilløpstunnel på 4260 meter inn til kraftverket som i helhet bygges i fjell. Tunnelen vil drives fra begge ender, men det meste av arbeidet vil foregå fra kraftstasjonsområdet hvor også hovedtippen anlegges. Det er ikke behov for ytterligere tverrslag eller massedeponier nedover Jølstradalen.

Det er planlagt en svingetunnel oppstrøms kraftstasjonen med lufting opp i dagen ved hjelp av et borehull med diameter 1,2 m. Dette borhullet vil få et påhugg med enkelt betongoverbygg ved Kyraklypet. Det går en traktorvei opp i området og det permanente inngrepet ved borhullet blir beskjedent ved at det bygges et overbygg med lufterister. Bygget vil bli ca. 5 m<sup>2</sup> og få en høyde på ca. 3 m.

Avløpstunnelen får en lengde på 1350 m. Utløpet blir i Jølstra på kote 42. Her blir det en betongkonstruksjon i dagen. For å redusere erosjon vinkles utløpet slik at vannet har mest mulig samme retning som strømmen i elva. Utløpet får en dykking på omtrent 1 meter.



*Figur 3. Utløpet ved Reinene.*

Kraftstasjonen legges i fjell. Utsprengt volum for kraftstasjonen er anslått til 20 000 m<sup>3</sup>. Stasjonen installeres med total slukeevne 55 m<sup>3</sup>/s fordelt på to Francisturbiner med effekt på henholdsvis ca. 20 MW og 40 MW.

Adkomsttunnel til kraftstasjonen blir en tunnel på 320 meter fra et påhugg tett ved Statnetts transformatorstasjon på Moskog. Ved påhugget til tunnelen blir det plassert et portalbygg med rom for utstyr og diesellaggregat.

Kraften fra Jølstra kraftverk planlegges ført ut fra kraftverket og frem til to nye utendørs 132 kV bryterfelt i Moskog transformatorstasjon som eies av SFE og Sunnfjord Energi AS. Kabelforbindelsen fra kraftstasjonen til transformatorstasjonen vil bli lagt i bakken.

### **3.4 MASSEDEPONI OG ANLEGGSSVEIER**

Deponi i inntaksområdet vil bli i det nedlagte grustaket rett ved inntaket. Her kan massen deponeres midlertidig for videre bruk, eller den kan brukes til å jevne ut og rydde opp området. Noe tunnelmasse vil også bli brukt til å legge opp nødvendige flomvoller ved inntaksbassenget. Det er anslått av massene her får et volum på omtrent 80 000 m<sup>3</sup>.

Tippmassene som tas ut i kraftstasjonsområdet er beregnet til omtrent 450 000 m<sup>3</sup>. Området ved påhugg til adkomsttunnelen er planlagt utviklet som et industriområde, og i forbindelse med dette vil det være behov for tunnelmassene for å bygge opp og planere området. Dersom planene om

Moskog industriområde skrinlegges, er grunneierne fortsatt interessert i at området skal bygges opp og planeres, slik at det kan brukes til jordbruksformål.

Begge massedeponiene er plassert i kort avstand fra påhuggene, og transport av masser blir derfor minimal. Transporten vil kun foregå på anleggsveier bortsett fra masser til oppbygging av flomvoller på nordsiden av inntaksbassenget

Utbyggingsstrekningen er lett tilgjengelig, og det trengs minimalt med veibygging. Adkomst til området skjer via E39 som følger nordsiden av Jølstra mellom Movatn og Jølstervatn. Fra Europaveien går det en rekke veier over på den andre siden av elva, og både inntaksområdet, kraftstasjonsområdet og utløpet er tilgjengelig fra disse eksisterende veiene. Det er altså ikke nødvendig å etablere nye avkjøringer fra E39.

Inntaket ligger ved et grustak, og hit går det anleggsvei. Denne kan det være nødvendig å oppgradere slik at den tåler noe tyngre transport. Deler av veien vil også bli påvirket av inntakskanalen, så i dette området er det planlagt å bygge en ny bru.

Kraftstasjonen ligger rett ved nye Moskog koblingsanlegg, og i forbindelse med dette anlegget er det også bygget ny vei. Det er derfor bare nødvendig å bygge en kort veistrekning noen hundre meter frem til påhugg for adkomsttunnel.

Avløpstunnelen kommer ut rett under en kommunal vei, og det vil i anleggsperioden være nødvendig å legge om denne veien. Når arbeidet med utløpet er ferdigstilt, legges veien tilbake i sin originale trasé.

### 3.5 HYDROLOGISKE KONSEKVENSER

Vannføringen i Jølstra karakteriseres av en høy vannføring under snøsmelting fra mai til juni. Den høye vannføringen holder seg relativt høy gjennom sommeren på grunn av store høyde i feltet, stor sjøprosent i Jølstravatnet og tilsig fra breområder. På høsten kommer det ofte igjen store flommer knyttet til nedbørsepisoder og snøsmelting i høyden før elva faller til en lav vintervannføring.

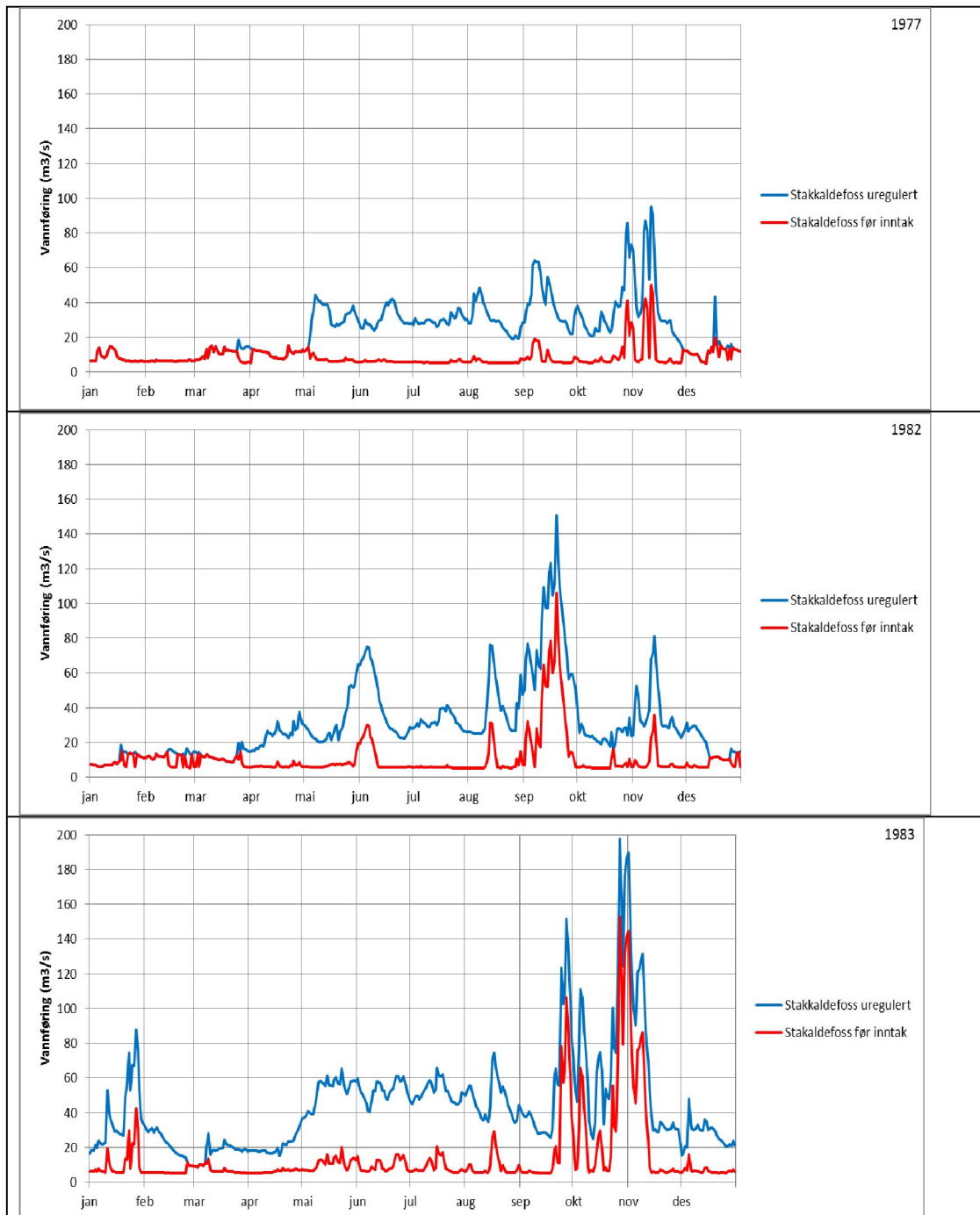
Anleggelsen av nye Jølstra kraftverk vil medføre en betydelig reduksjon i vannføring sommer og høst, mens vannføringen om vinteren og våren vil være mindre påvirket. I figur 4 vises **Feil! Fant ikke referanseilden.**vannføring ved Stakaldefoss før og etter bygging av Jølstra kraftverk for et tørt, normalt og vått år. Middelvannføringen vil reduseres til 30 % av dagens rett nedstrøms Tongahølen og til 35 % ved inntak Stakaldefoss.

To alternative minstevannføringer legges til grunn for denne utredningen:

- 5-persentil sommer tilsvarende 19,05 m<sup>3</sup>/sek (1/5 – 30/9) og 4,14 m<sup>3</sup>/sek vinter (1/10 – 30/4)
- Alternativ minstevannføring på 12 m<sup>3</sup>/sek sommer (1/5 – 30/9) og 4 m<sup>3</sup>/sek vinter (1/10 – 30/4)

Oppstrøms det planlagte Jølstra kraftverk er Jølstravatnet regulert med en nåledam ved utløpet på Vassenden. Konesjonsgitt reguleringshøyde er 1,25 meter. I praksis består reguleringen av at noe vann holdes igjen om høsten for å tappes senere om vinteren. I perioden fra 15. april til 15. september er det krav om at dammen skal stå helt åpen. Det er forutsatt at det nye kraftverket skal

kjøres innenfor gjeldende regulering av Jølstravatnet, og at tapperegimet ikke vil endres i forhold til dagens praksis.



Figur 4. Vannføringer før inntak Stakkaldefoss før og etter Jølstra kraftverk.



# 4 Statusbeskrivelse og risikovurdering

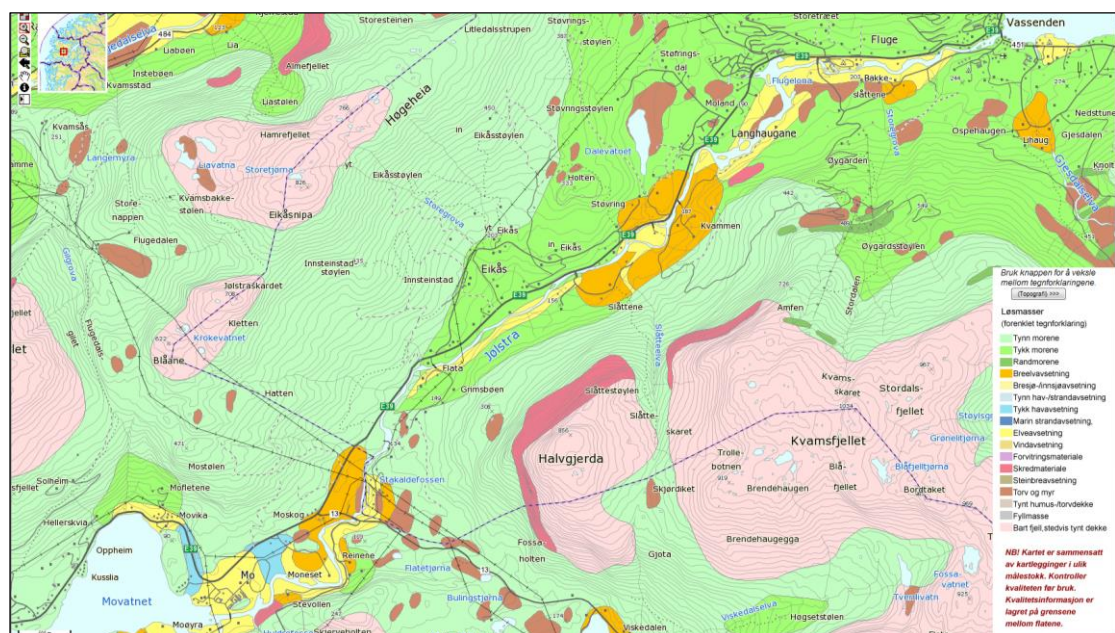
## 4.1 GENERELT

Jølstra elvevannspeil har en forholdsvis slak gradient fram til terskelen, men lengre nedstrøms er elva preget av flere lengre partier med en større gradient med stryk. Elveløpet er godt definert, særlig nedstrøms terskelen, og i mindre partier er elveløpet definert med grunne gjel-formasjoner i berggrunnen. Dette samsvarer nok med berggrunnens svakhetszone i dalføret (Geo Bergen, 2004).

Den kvartærgeologiske kartet i Figur 5 viser at Jølstra strømmer gjennom postglasiale fluviale avsetninger, breelvavsetninger og morene, der elveløpet ikke er i kontakt med berggrunnen.

Elveløpet er preget av store elvestein som erosjonshud. Noen steder er den erodert ned til berggrunnen (strykpartier). Steinmassene har kommet fra nærliggende utvaskede morene- og breelvavsetninger. I de roligere partiene langs elva, er substratet i elvebunnen bestående for en stor del av grusholdig sandige masser.

Under befaring 4. – 5. juli 2012 var vannføringen over middels stor (40-50 m<sup>3</sup>/s), og vannet var klart langs hele elvestrekningen. Det er nevnt fra lokalbefolkningen at vannet kan være partikkelholdig ved stor vannføring, samt at det kan høres bevegelser i steinmassene i elva.



Figur 5. Kvartærgeologisk kart over traseen ([www.ngu.no](http://www.ngu.no)).



## 4.2 INNTAKSOMRÅDET

Inntaksområdet er preget av et rolig parti i elveleiet under normal vannføring (se Figur 6). Dette partiet ligger nedstrøms en øy med et grunt område mellom øya og fastlandet øst for øya (se Figur 7).



Figur 6. Inntaksområdet, sett mot terskel-området, mot nordvest (Foto: K.J.Tuttle).



Figur 7. Flyfoto av inntaksområdet (kart.finn.no).

Oppstrøms øya i inntaksområdet er elvas gradient noe steilere, med tydelige strømningkrusninger i vannoverflaten (se Figur 8).

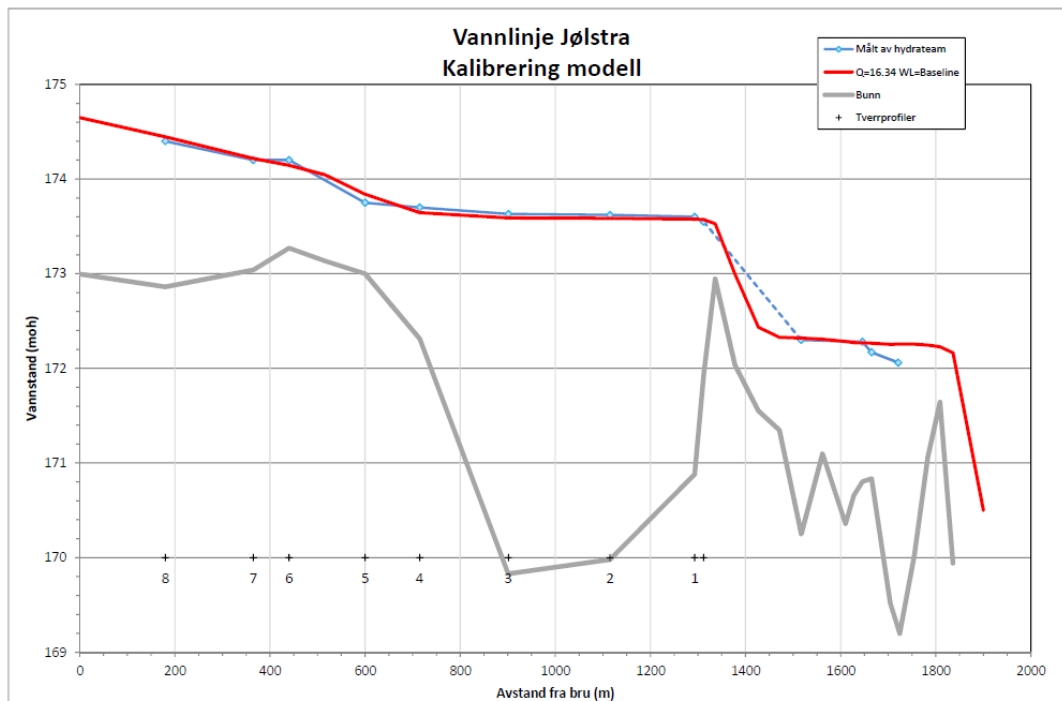


*Figur 8. Elveleiet like oppstrøms øya ved inntaksområdet. Merk strømningkrusninger i vannoverflaten (Foto:K.J.Tuttle)*

Profilen under (Figur 9) viser elvebunnstopografi, samt målt og modellert vannspeil ved lavvannføring ( $16,34\text{m}^3/\text{s}$ ).

I de områdene der det er lav vannføringshastighet, er elvesubstratet bestående av sandige masser, mens i de strekkene der elvevannføringen er raskere, er elvebunnen bestående av et steinig substrat. Elveskråningene er gresskledd eller dekket med store stein. Åkeren nordøst for inntaksbassenget, sett i Figur 8, viser et lavtliggende parti som kan bli delvis oversvømmet ved høye vannstander. Dette området vurderes som sårbart.





Figur 9. Bunn-lengdeprofil og vannspeil (målt og modellert) fra oppstrøms Flugelona til like nedstrøms terskelen (figur fra Multiconsult, 2013). Inntaksområdet er ved ca. 1450m – 1800m.

### 4.3 BERØRT ELVESTREKNING

Nedstrøms terskelen går elva gjennom lange partier med strykende vannføring og få og små rolige partier. Elva ser ut til å være grunn. Elveleiet er godt begrenset lateralt pga. de flere meter høye skråningene på hver side, til dels i berggrunn. Den lengste elvestrekning som ikke har strykende vannføring er ved utløpsenden av anlegget, ved Reinene.

Ved Reinene er elveskråningene nedstrøms utløpspunkt bestående av løsmasser på begge sider. Utforming og orientering av utløpet må derfor ha til hensikt å begrense erosjon ved utløpsområdet.

### 4.4 RISIKOVURDERING

Elveleiene er stabile begrunnet gradienten og svakhetssonen i berggrunn eller blokker som vil hindre erosjon langs mesteparten av elva. Det er små og få partier av elvestrekningen der det er mulig for sedimentasjon. Det anses at elva ikke vil bli nevneverdig påvirket ved begrensede variasjoner i vannføring.

Økt is-stuvning vil heller ikke ha en nevneverdig påvirkning på elveskråninger eller elvebunn.



# 5 Omfang og konsekvenser

## 5.1 ANLEGGSSFASEN

Under anleggsfasen vil det ved inntaksområdet være anleggsarbeid i elvebunnen og i elveskråningen. Det er planlagt en inntakskanal som blir maksimalt 10m dyp ved påhugget. Denne skrånner opp til ca. 3m dyp, og vil være ca. 100-150m lang, etablert fra terskelen til tunnelpåhugget. Bredden på inntakskanalen vil være ca. 10m ved tunnelpåhugget. Kanalen vil være plastret med sprengstein. Anleggsarbeidet vil føre til oppvirvling av massene som igjen vil medføre transport av finpartikler nedstrøms, og bryte den erosjonshuden som er tilstede ved inngrepsområdet. Dette vil medføre videre erosjon dersom tiltak ikke blir implementert. Den videre erosjonen kan undergrave erosjonshud som er svekket under anleggsfasen, slik at det påvirkede området kan utvides til store deler av bassenget mellom inntakskanalen og øya ved inntaksområdet. Utenfor dette området består erosjonshuden av grovere masser, og vil bremse erosjonsutviklingen.

Det er planlagt plastring av elveskråningen ved inntaksområdet langs inntakskanalen på sørvestskråningen av inntaksbassenget, samt langs landbruksarealet på nordsiden av inntaksbassenget. Dette vil beskytte mot erosjon under driftsfasen i disse skrånningene. Det anbefales at det vurderes sikring av den lille åkeren på nordøst-enden av inntaksbassenget. Dette blir tatt opp under vurdering av tiltak.



Figur 10. Visualisering av inntaksbassenget etter utbygging ved middelsvannføring (30 m<sup>3</sup>/s).

Under anleggsfasen vil utbygging av utløpsområdet ved Reinene også medføre oppvirvling av finkornige løsmasser (finsand og silt-fraksjon). Her skal utløpskulverten være dykket ca. 1m under vann. Inngrep i elva vil omfatte graving i elvebunn både oppstrøms og nedstrøms utløpskulverten for å få til et dykket utløp., Utløpskulverten vil være vinklet for å begrense erosjon i elveskråningene (se Figur 11).



*Figur 11. Utløpet ved Reinene. Utløpet er prosjektert med dykket utløp, slik at vannføringen ut vil bli oppbremset av motstanden til vannmassene i elva.*

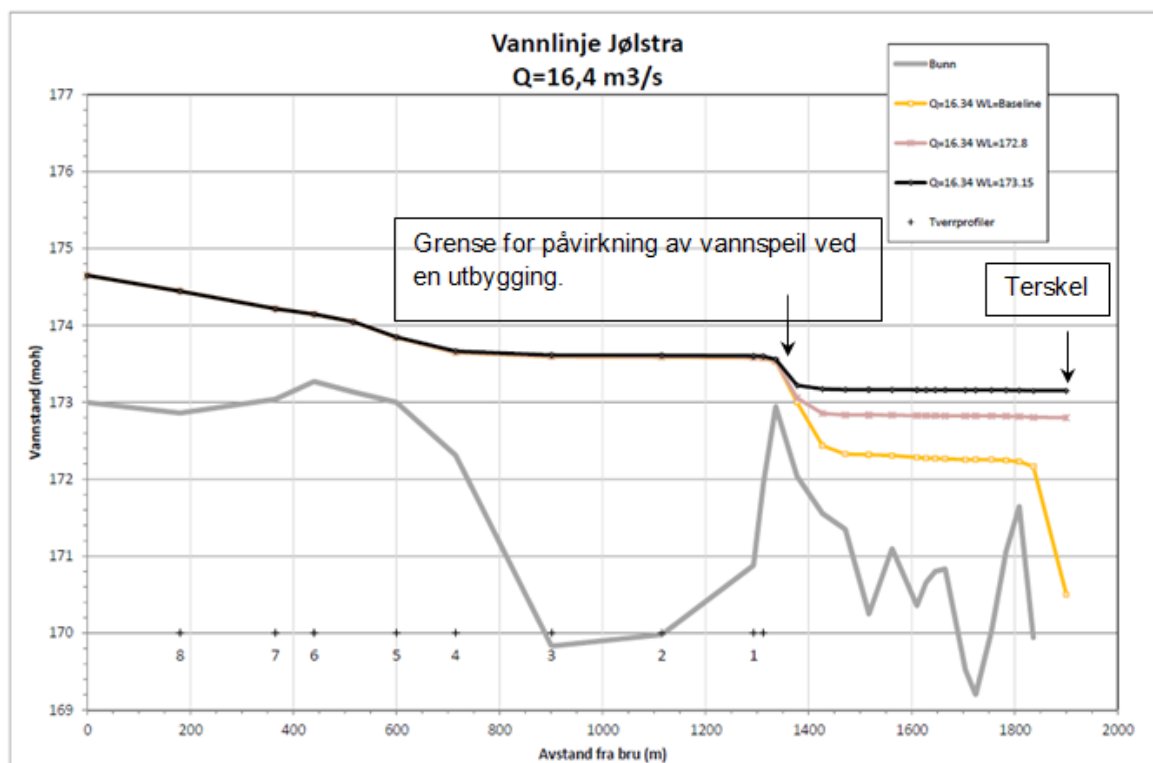
## 5.2 DRIFTSFASEN

### 5.2.1 Generelt

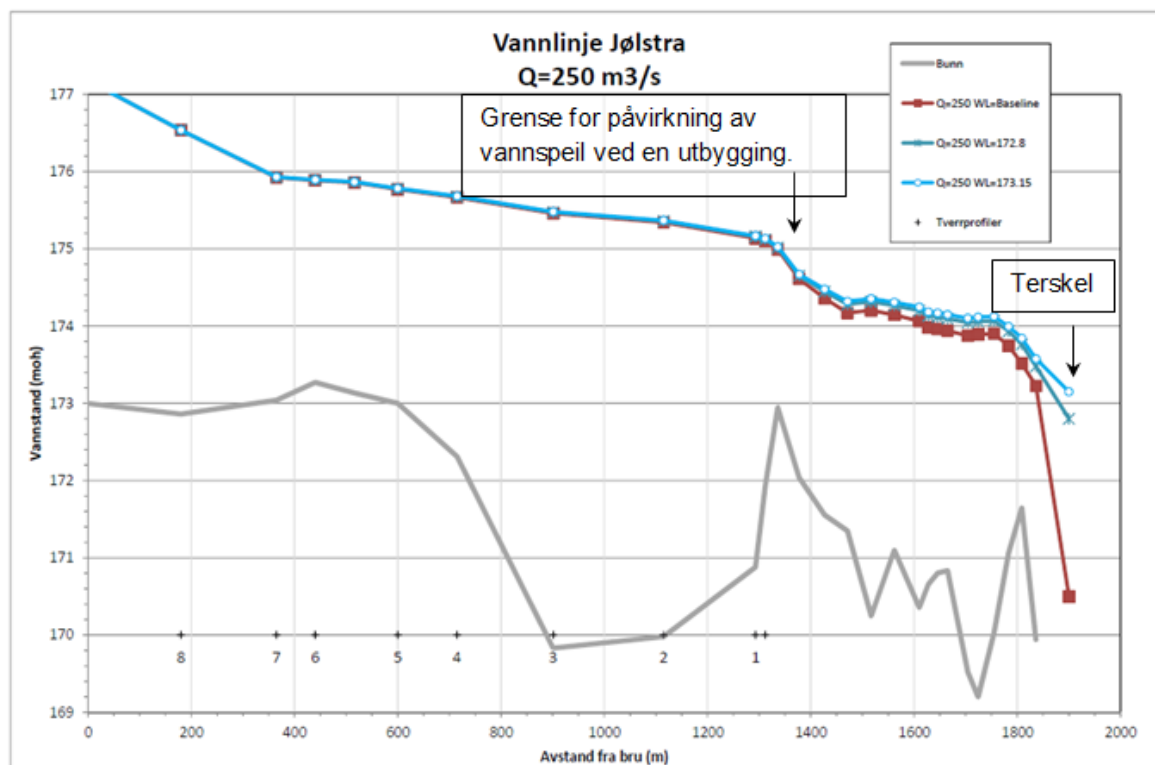
Under driftsfasen, vil anlegget bety en heving i vannstanden ved inntaksområdet. Det vil bli en senkning av vannstanden og vannføringen nedstrøms terskelen, og et nytt påslipp ved utløpspunktet. Disse endringene kan gi uønskede konsekvenser for elveleiet, slik at tiltak må vurderes for å hindre/begrense negative konsekvenser.

### 5.2.2 Inntaksområdet

Innstrømningsområdet vil få et høyere vannspeil etter utbyggingen. Terskelen skal heve vannspeilet til 172,8 moh. Ved middel-lavvannføring (16,34 m<sup>3</sup>/s) vil en heving av terskelen til 172,8 moh. eller til 173,15 moh. (se Figur 12) medføre en heving av vannspeilet i inntaksbassenget ca. 560m oppstrøms terskelen, dvs. ca.30m oppstrøms for Gravøyna. Ved 1000-års flom (ca. 250 m<sup>3</sup>/s) vil vannspeilet bli påvirket omtrent like langt oppstrøms (ca. 600m) sammenliknet med vannstanden dersom terskelen ikke var bygget (se Figur 13).

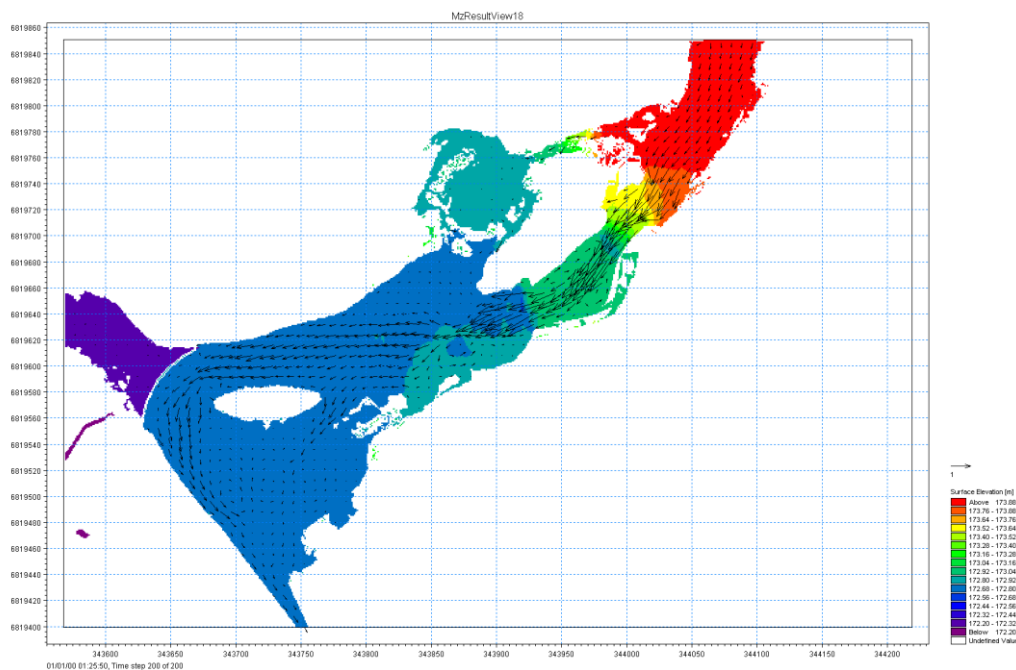


Figur 12. Nivå vannspeil over elvebunn ved før-tersekelen (baseline), etter terskel på 172,8 moh. og etter terskel på 173,15 moh., ved en middel-lavvannføring på 16,34 m<sup>3</sup>/s.



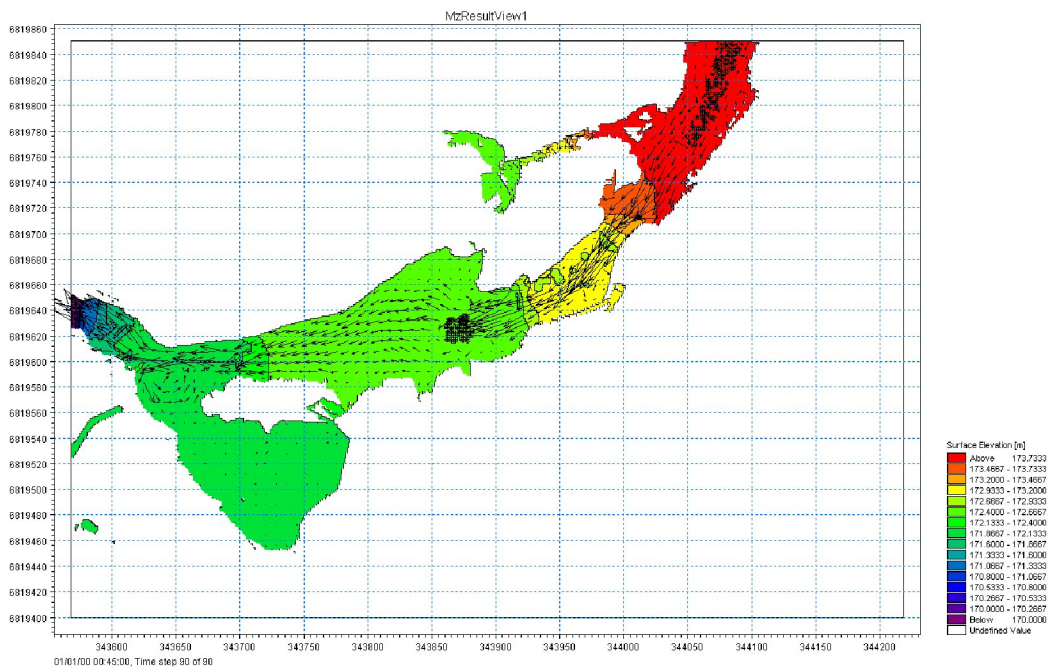
Figur 13. Nivå vannspeil over elvebunn ved før-tersekelen (baseline), etter terskel på 172,8 moh. og etter terskel på 173,15 moh., ved 1000-års flom på 250 m<sup>3</sup>/s.

Beregningene viser at endringen i vannspeilets nivå sammenlignet med dagens forhold skjer fra ca. Gravøyna og lengre nedstrøms. Dette vil også være tilfelle for endringer i strømningshastighet også. Ved middelvannføring (30 m<sup>3</sup>/s) vil vannstanden være ca. 0,5m høyere i inntaksbassenget enn før utbyggingen og vannføringen vil strømme raskere langs inntakskanalen, samt øst for øya i inntaksbassenget (se Figur 14, Figur 14 og Figur 15). Dette vil sannsynligvis bety erosjon i området mellom øya og fastlandet i øst og ved inntakskanalen i sørvest. Spesielt elveskråningen ved åkeren øst for øya, på fastlandet vil erosjonen sannsynligvis øke. Dette begrunnes med at dagens elveløp fører vannet mer direkte mot hovedløpet enn det som vil være tilfellet etter terskelen er etablert.



Figur 14. Simulering av inntaksbasseng etter utbygging ved middelvannføring (30 m<sup>3</sup>/s). Vannoverflate (moh.) og hastighetsvektorer (m/s). Strømningsforholdene oppstrøms Gravøyna er identiske som før utbygging (Multiconsult, 2013).



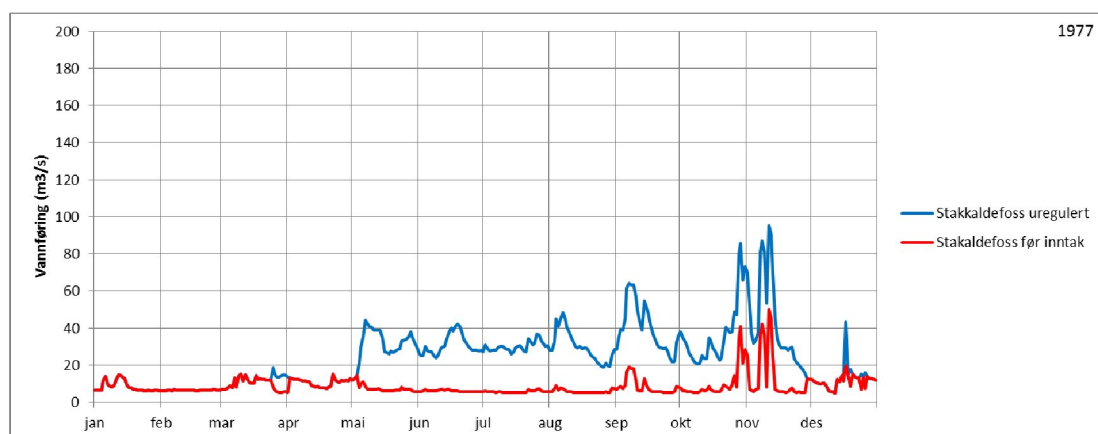


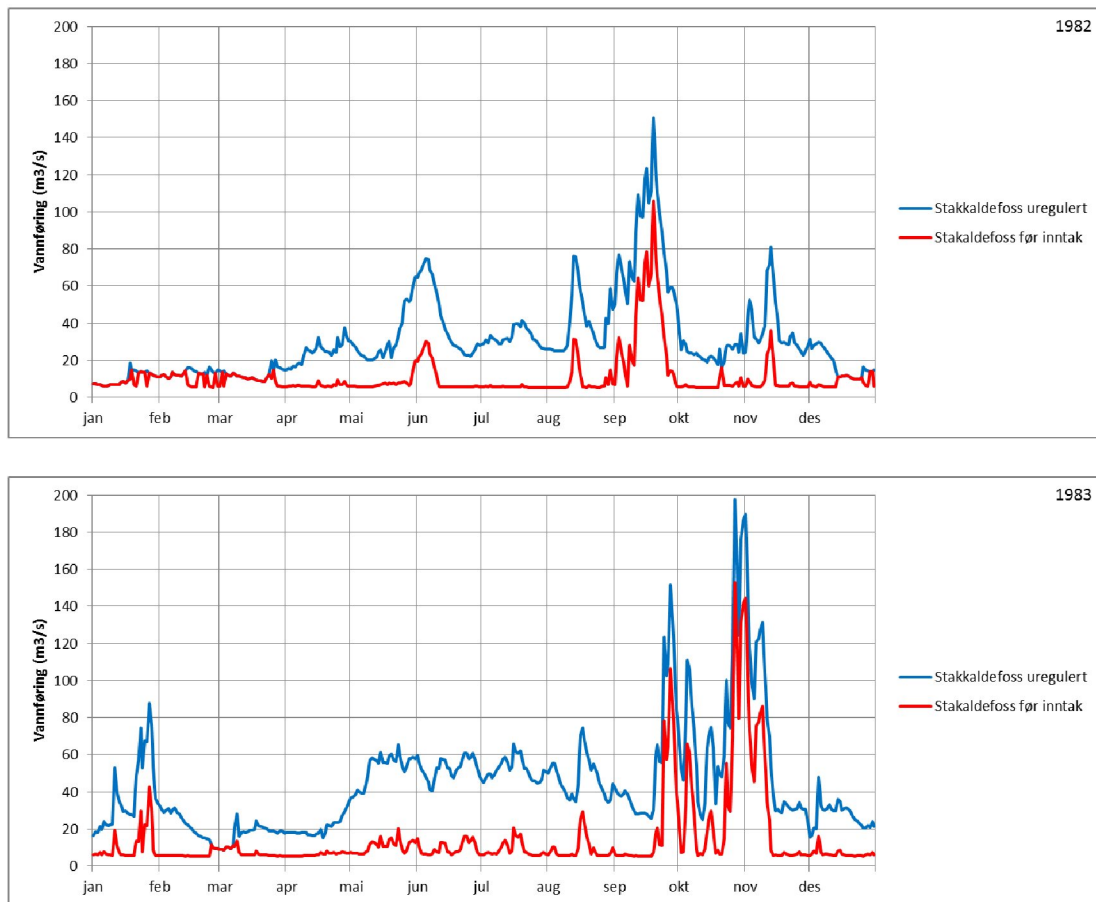
Figur 15. Simulering av inntaksbasseng før utbygging ved middelvannføring ( $30 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Vannoverflate (moh.) og hastighet (m/s) (Multiconsult, 2013).

### 5.2.3 Berørt elvestrekning

Berørt elvestrekning vil få en lavere vannføring etter utbygging, med en minstevannføring på  $3 \text{ m}^3/\text{s}$  om vinteren og  $12 \text{ m}^3/\text{s}$  om sommeren, sammenlignet med dagens alminnelig lavvannføring på  $3,8 \text{ m}^3/\text{s}$ . De få partier i elva som i dag har en rolig vannføringshastighet kan bli endret ved en noe lavere vannføringshastighet. Tatt i betraktning strømningsvariasjonen som elva har i dag, vil den fremtidige vannføringen ikke ha nevneverdig betydning for erosjon eller sedimenttransport nedstrøms terskelen og oppstrøms utløpsområdet.

Figur 16 viser at vannføringen i Jølstra vil ligge lavere enn før utbyggingen, men at toppene vil nå nesten like høye vannføringer som før. Dette betyr at det er liten sannsynlighet for nevneverdig endring i erosjon og sedimenttransport etter utbygging.



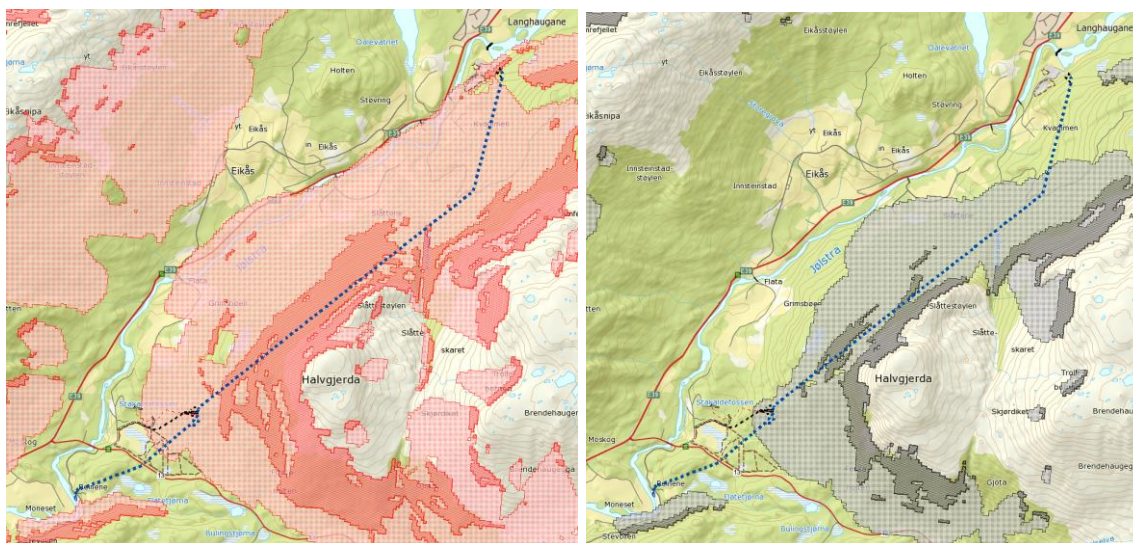


Figur 16. Vannføring før inntak Stakkaldefoss før og etter bygging av Jølstra kraftverk for henholdsvis et tørt, normalt og vått år (Norconsult-Hydrologi fagrapport, 2013).

Utstrømningsområdet vil få et utslipp på mellom 3,5 og 55 m<sup>3</sup>/s, som er minimum og maksimumsverdier for kraftverkets slukeevne. Denne vannføringen vil treffe elvevannet minimum 1m under elvas vannspeil. Dette vil bidra til å redusere strømningshastigheten ut i elva. Ved tilstrekkelig erosjonsplastring i elvebunnen ved utløpskulverten, samt i elveskråningen i nærheten av utløpskulverten vil området ikke ha nevneverdig endring i erosjon og sedimenttransport.

#### 5.2.4 Skred

Det er ikke registrert tidligere skredhendelser i området, men det er større områder sørøst langs traseen, i fjellskråning, som er avmerket som aktsomhetsområder for steinsprang og aktsomhetsområde for snøskred (GISLINK.no; NGU). Da kraftverket er lagt i fjell vil ikke dette være utsatt for skred. Demningen i Tongahølen og koblingsfeltet ved Moskog ligger utenfor aktsomhetssonene.



Figur 17. I kartene vises aktsomhetssoner for snøskred (rødt) og steinsprang (grå) for tiltaksområdet. Mørk farge angir utløsningsområde og lys farge utløpsområde.

Under anleggsperioden vil tunnelene medføre en mulig lokal drenering av grunnvann (Norconsult, Hydrogeologi fagrapport, 2013). Tunnelanlegget vil i driftsfasen sannsynligvis ikke medføre til økte grunnvannstrykk ut mot dalsidene, hvor oppsprukket berg og løsmasser kunne blitt påvirket.

Med en sannsynlig redusert grunnvannstrykk i influensområdet langs tunneltraseene, vil tiltaket trolig medføre en redusert sannsynlighet for skred pga. redusert poretrykk og et senket nivå for frostsprengning ved grunnvannsutsigsområder.

### 5.2.5 Oppsummering og konklusjon

Utbyggingen ved inntaksområdet vil skje i et basseng som generelt har lav strømningshastighet, oftest med tilnærmet stillestående vann. Dette området vil bli omgjort til tilstrømningsområdet for kraftverkets inntak. Inntaksdesign vil kreve en lokal senkning av erosjonsbasis til 10m under dagens vannstand inn mot tunnelpåhugg.

Hevet vannstand og endret strømningsmønster i inntaksbassenget vil medføre økt erosjon og en begrenset økning i risiko for oversvømmelse dersom tiltak ikke blir implementert.

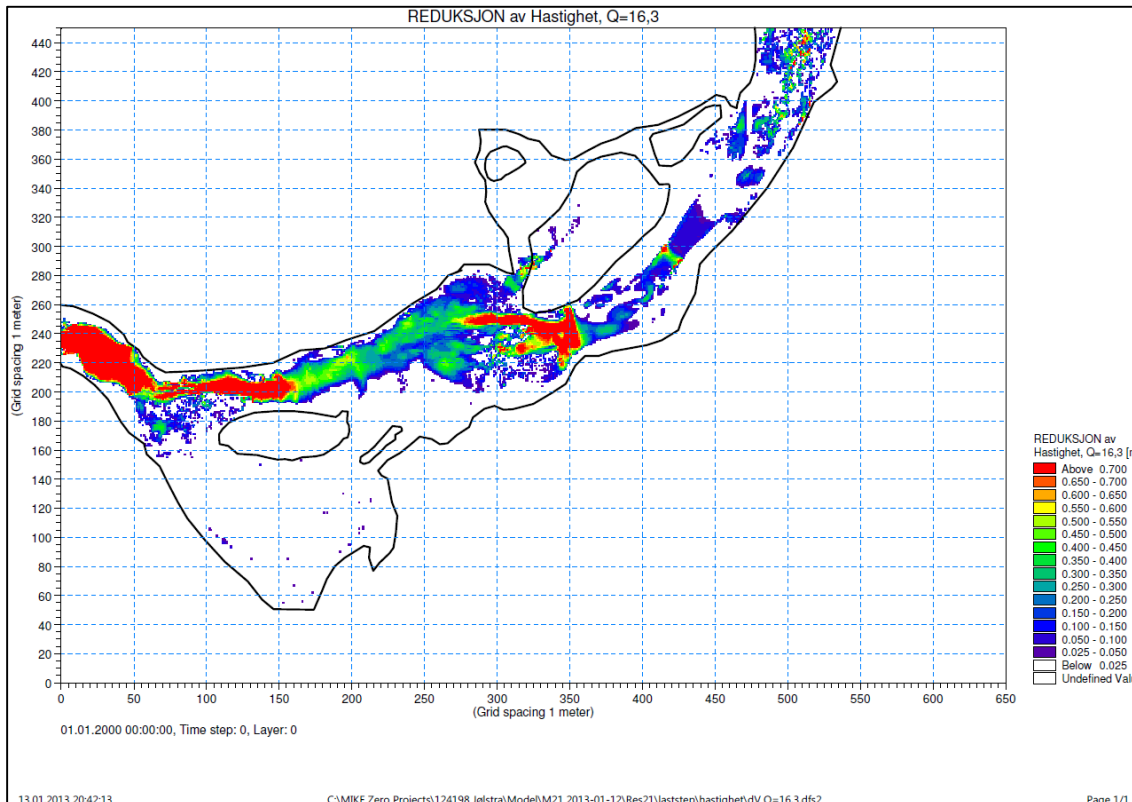
Endringene i inntaksområdet vil ikke ha nevneverdig effekt oppstrøms Gravøyna, sammenlignet med dagens forhold. Ved Gravøyna vil det bli en noe forhøyet vannspeil, sammenlignet med før utbyggingen, men denne lille økningen i vannstand pga. terskelen vil gi en redusert strømningshastighet sammenlignet med den samme vannføringen under naturlige forhold, pga. den reduserte vannspeil-gradienten begrunnet terskelen (se Figur 18). Dette antyder en sannsynlig redusert erosjonsrate i forhold til en naturlig situasjon. Det bør det nevnes at under selv en naturlig situasjon, så er det en erosjonsprosess som pågår i en elv over tid.

Elveløpets karakter nedstrøms terskelen er preget av sterk vannføring, med erosjonshud av store stein eller ren berggrunn. Det er ikke oppdaget partier langs elva som vil bli nevneverdig påvirket av redusert vannføring.



Utløpsområdet vil undergå lokalt inngrep som vil destabilisere erosjonshuden. Et begrenset område ved utløpet vil få senket erosjonsbasis da vannet slippes ut lavere enn opprinnelig elvebunn. Utløpskulverten blir orientert slik at det ikke medfører unødig økt erosjon i elveskråningene nedstrøms utløpet. Det blir viktig at elvebunnen omkring utløpet plastres slik at den lavere erosjonsbasis ikke medfører nevneverdig erosjon i elven.

Det er svært lav sannsynlighet for løsmasseskred forårsaket av anleggsfasen eller driftsfasen til kraftverket.



Figur 18. Reduksjon av strømningshastighet, beregnet fra forskjellen mellom modellert naturlig strømningshastighet og endret strømningshastighet med terskel. Denne beregningen er basert på forhold med en vannføring på 16,3 m<sup>3</sup>/s under begge scenarier (Multiconsult, 2013). Ved høyere vannføring er reduksjonen i strømningshastigheten mindre pga. den relative lavere forskjell i vannspeil-gradienter.



## 6 Avbøtende tiltak

Under anleggsfasen er det anbefalt å utføre arbeid i elva i perioder med lav vannføring. Dette for å begrense erosjon, samt for å begrense sedimenttransport fra anleggsområdet.

Det anbefales erosjonsplastring i inntaksbassenget, både langs elveskråningene samt i elvebunnen. Elveskråningen på nordsiden og sørsiden av terskelen bør plastres, og skråningen fra terskelen til tunnelpåhugget bør plastres hele veien. Det bør vurderes å heve landpartiene langs nord og sørsiden av elva nedstrøms Gravøyna pga. fare for oversvømmelse (se Figur 19).

Det anbefales at utløpskulverten, elveskråningene og elvebunnen ved utløpet plastres mot erosjon.



Figur 19. Anbefalt plastring av elveskråninger (rødt) og elvebunn (gult).

# 7 Referanser

Geo Bergen, 2004 (foreløpig): Ingeniørgeologiske forhold, Jølstra kraftverk. Sunnfjord Energi AS.

Multiconsult AS, 2013: Strømningsforhold i inntaksbasseng, Jølstra kraftverk. Sunnfjord Energi AS.

Norconsult AS, 2013: Jølstra frå Tongahølen til Reinene, Hydrologi fagrapport. Sunnfjord Energi AS.

Norconsult AS, 2013: Jølstra kraftverk, Fagrapport hydrogeologi. Sunnfjord Energi AS.