

# Beinhelleren pumpe

## - Overføringer til Evanger kraftverk



Foto: Beinhellervatnet

## Konsekvensutredning hydrologi

Rapportnavn:

## Beinhelleren pumpe - Overføringer til Evanger kraftverk

### Konsekvensutredning hydrologi

<b>Kunde:</b> <b>BKK Produksjon AS</b>		<b>Dokument-ID:</b> 11268466	<b>Prosjekt nr.:</b> P0421
<b>Utarbeidet av:</b> Louise Andersen & Torbjørn Kirkhorn	<b>Godkjent av:</b> Ingri Birkeland	<b>Dato:</b> 29.01.2013	<b>Versjon:</b> 3

**Fordeling:**

BKK Produksjon AS

NVE - Konesjonsavdelingen

#### Sammendrag

BKK Produksjon AS ønsker å nytte vannet fra Beinhellervatnet og omkringliggende nedbørfelter til energiproduksjon i Evanger kraftverk. Det er her gjort konsekvensutredning for overflatehydrologien i Eksingedalsvassdraget som følge av disse utbyggingsplanene.

Det vil bli bygd en pumpestasjon ved Beinhellervatnet i Norddalen, som vil pumpe vannet inn på driftstunnelen fra Askjelldalsvatnet reguleringsmagasin til Evanger kraftverk. Ved å pumpe vannet opp fra Beinhellervatnet vil vannet kunne magasineres i Askjelldalsvatnet og nyttes til regulert kraftproduksjon i Evanger kraftverk.

Konesjonsøknaden beskriver fem ulike utbyggingsalternativer for å nytte vannet innen prosjektområdet. Avhengig av utbyggingsalternativet vil det bli pumpet vann fra Beinhellervatnet og et eller flere av de omkringliggende nedbørfelter. Vannet fra disse feltene vil bli overført til Beinhellervatnet gjennom nye tunneler. Utenom Beinhelleren pumpe vil i tillegg to bekker i henholdsvis Kvanndalen og Urdadalen kunne overføres direkte til driftstunnelen.

BKK Produksjon AS har alternativ E som sitt prioriterte utbyggingsalternativ. Det vil bli bygd en pumpestasjon ved Beinhellervatnet (kote 705), og vannet vil bli pumpet inn på driftstunnelen til Evanger kraftverk. Vannet fra Kvanndalselvi overføres til Beinhellervatnet, som vil bli regulert. Utenom Beinhelleren pumpe vil bekken i Urdadalen overføres direkte til driftstunnelen til Evanger kraftverk.

Det er i denne rapporten sett på virkningene for vannføringsforholdene ved relevante referansepunkter på de berørte elvestrekninger i Eksingedalsvassdraget og Vossovassdraget.

Restvannføring ved utvalgte referansepunkter for utbyggingsalternativ E går frem av tabellen nedenfor. For magasinutfyllingen i Askjelldalsvatnet og flomforholdene i Eksingedalsvassdraget vil endringene bli marginale. Endringene i Vosso er ventet å bli ubetydelige.

Referansepunkt	Gjennomsnittlig restvannføring (alternativ E)
Kvanndalselvi rett oppstrøms samløp med Norddalselvi	11,8 %
Norddalselvi rett oppstrøms samløp med Ekso	28,4 %
Urdadalen ved Trefallstølen	46,4 %
Ekso ved innløpet til Nesheimsvatnet	76,7 %
Ekso rett nedstrøms samløp med Fagerdalselvi	89,0 %
Ekso ved utløpet i Eidsfjorden	94,4 %

Produksjonssimuleringene viser at med gjeldende forslag til minstevannføring kan produksjonen øke med ca. 38 GWh for BKKs prioriterte utbyggingsalternativ.

Ingri Birkeland

Louise Andersen & Torbjørn Kirkhorn

## INNHold

<b>1</b>	<b>INNLEDNING</b>	<b>1</b>
1.1	Konsekvensutredningsprogram	1
1.2	Vassdragene	2
1.2.1	Eksingedalsvassdraget	2
1.2.2	Vossovassdraget	2
1.3	Eksisterende kraftverk og reguleringer	2
1.4	Flomhistorikk	4
1.5	Utbyggingsplaner for utbygging av Beinhelleren pumpe	4
1.5.1	Generelt	4
1.5.2	Alternative utbyggingsplaner	5
<b>2</b>	<b>METODIKK</b>	<b>7</b>
2.1	Produksjonssimulering i VANSIMTAP	7
2.2	Hydrologiske data	7
2.2.1	Nedbør	8
2.2.2	Feltkarakteristikk	9
2.2.3	Hydrometriske målestasjoner i Eksingedalsvassdraget	11
2.2.4	Valg av referanseserie	11
2.3	Referansepunkter for vannføring	12
2.4	Karakteristiske vannføringer	12
2.4.1	Lavvannføring	12
2.4.2	Flomstørrelser	14
<b>3</b>	<b>PRODUKSJONSSIMULERINGER</b>	<b>15</b>
3.1	Forutsetninger for produksjonssimuleringene	15
3.2	Resultat fra produksjonssimuleringene	15
<b>4</b>	<b>VIRKNINGER AV TILTAKET</b>	<b>17</b>
4.1	Minstevannføring	17
4.2	Restvannføringer	17
4.3	Beinhellervatnet	17
4.4	Nedre Blåvatnet	18
4.5	Askjeldalsvatnet	18
4.6	Vosso	18
4.6.1	Historisk vurdering av vannføringsforholdene i Vosso	18
4.6.2	Vosso etter utbygging av Beinhelleren pumpe	19
4.7	Sumvirkninger i forhold til andre kraftverksprosjekter	21
4.7.1	Evanger kraftverk	21
4.7.2	Eksingedalen	22
4.8	Flomforhold	23
4.9	Oppfølgende undersøkelser	23
<b>5</b>	<b>REFERANSER</b>	<b>24</b>
<b>6</b>	<b>VEDLEGG</b>	<b>25</b>

# 1 INNLEDNING

I denne rapporten blir konsekvensene for overflatehydrologi ved utbygging av Beinhelleren pumpe og tilleggsoverføringene fra Kvanndalen og Urdadalen i Eksingedalsvassdraget vurdert. Prosjektområdet ligger nordøst i Vaksdal kommune i Hordaland fylke, jf. oversiktskart i vedlegg 1.

Omfanget av den hydrologiske konsekvensutredningen er bestemt av konsekvensutredningsprogrammet (KU-programmet) som er fastsatt av NVE [2] (jf. avsnitt 1.1).

## 1.1 Konsekvensutredningsprogram

Nedenfor vises et utdrag av konsekvensutredningsprogrammet fastsatt av NVE den 9. september 2011 [2].

### Hydrologi

De hydrologiske temaene som omtales nedenfor skal ligge til grunn for de øvrige fagutredningene som skal gjennomføres som et ledd i konsekvensutredningsprosessen.

#### *Overflatehydrologi (grunnlagsdata, vannførings- og vannstandsendringer, restvannføringer)*

Grunnlagsdata vannførings- og vannstandsendringer restvannføringer flomforhold m.m. skal utredes og presenteres i samsvar med NVEs veileder 3/2010 "Konsesjonshandsaminga av vasskraftsaker", så langt det er relevant, jf. veilederens del IV, punkt 3.7.

Det skal utarbeides vannføringskurver over året for Norddalselvi, elva fra Nedre Blåvatnet, Fjellangerelva og Ekso.

For Fjellangerelva analyseres vannføringen ved samløpet med Ekso og ved inntaket til det øverste minikraftverket ved Fjellanger. Alle berørte elver analyseres ved innløpet til Nesheimsvatnet. Norddalselvi analyseres ved utløpet til Ekso. Ekso analyseres etter samløpet med Norddalselvi, ved utløpet fra Nesheimsvatnet og etter samløpet med Fjellangerelva. Andre referansesteder velges etter hva som er nødvendig for å belyse aktuelle temaer i utredningsprogrammet, blant annet forholdene for anadrom fisk.

Utredningen gjennomføres vha. driftssimuleringer av Beinhelleren pumpe, de berørte kraftverkene Myster og Evanger, og de tilgjengelige hydrologiske data. Vannføringen før og etter utbygging skal fremstilles på kurveform for "reelle år" ("vått", "middels" og "tørt") på relevante punkter for alle alternativene. Det er viktig at det fremkommer av KU hvor mye dagens laveste vannføring blir redusert og om periodene med lav vannføring blir forlenget.

Det skal redegjøres for alminnelig lavvannføring, samt 5-persentilverdien for sommer (1/5-30/9) og vinter (1/10-30/4) på de berørte strekninger som grunnlag for å kunne fastsette minstevannføring.

#### *Minstevannføring*

Vurderingene bak eventuelle forslag til minstevannføring skal fremgå av KU. Det skal også begrunnes dersom det ikke foreslås å slippe minstevannføring.

Forslag til minstevannføring skal tas inn i alle relevante hydrologiske beregninger og kurver og legges til grunn for vurderingene av konsekvenser for de øvrige fagtemaene. Dette gjelder også beregninger i forbindelse med produksjon og prosjektets økonomi som inngår i prosjektbeskrivelsen. Samtidig skal det gå fram av beregningene hva minstevannføringen ville ha gitt dersom vannet hadde vært nytt til produksjon.

Det skal tas bilder av de ulike berørte elvestrekninger på ulike tallfestede vannføringer.

#### *Driftsvannføring*

Det skal gis en beskrivelse av forventede hydrologiske konsekvenser (vannføringsforhold med mer) ut fra det planlagte driftsopplegget (tappestrategi, ev. effektkjøring) for Beinhelleren pumpe og kraftverkene Myster og Evanger.

For Bolstadelvi utføres en enkel analyse over endring i vannføringen på grunn av tilleggsoverføringene fra Eksingedalsvassdraget.

## Flommer

Flomforholdene skal vurderes basert på beregnede og/eller observerte flommer og det skal gis en vurdering av om skadeflommer øker eller minker i forhold til dagens situasjon. Skadeflomvurderingene kan knyttes opp mot en flom med gjentaksintervall på 10 år (Q10) dersom det reelle nivået for skadeflom i vassdraget er ukjent. Flomvurderingene skal også inneholde en beregning av middelflommen.

## 1.2 Vassdragene

### 1.2.1 Eksingedalsvassdraget

Eksingedalsvassdraget har sitt utspring i fjellområdene i Stølsheimen grensende mot Vikafjell. Vassdraget har et nedbørfelt på 415 km<sup>2</sup>, og renner vestover og munner ut i Eidsfjorden innerst i Osterfjorden.

I fjellområdene ligger noen større vann, blant annet Skjerjevatnet, Askjelldalsvatnet og Grøndalsvatnet. Hovedelven kalles Ekso og i dalbunnen finnes flere vann – Trefallvatnet, Nesheimsvatnet, Bergavatnet og Nesevatnet. Norddalselvi og Fagerdalselvi er begge sidevassdrag til Ekso. Beinhellervatnet ligger i Norddalen. Vassdraget grenser til Modalsvassdraget i nord og Vossovassdraget i sør.

De øvre delene (ca. 130 km<sup>2</sup>) av vassdraget er regulert til vannkraft og overført til Evanger kraftverk med avløp til Evangervatnet i Vossovassdraget. Deler av restfeltet til Ekso (ca. 205 km<sup>2</sup>) utnyttes i Myster kraftverk, et elvekraftverk med inntak i Nesevatnet, jf. avsnitt 1.3.

### 1.2.2 Vossovassdraget

Vossovassdraget ligger mellom indre del av Sognefjorden og Hardangerfjorden, og har utløp til Bolstadfjorden og videre til Veafjorden, nordøst for Bergen (nedbørfelt 1647 km<sup>2</sup>). Vossovassdraget er vernet ovenfor Vangsvatnet og omfatter Strondaelvi i nord, Raundalselvi i øst og Bordalselvi i sør. Vosso renner gjennom Vangsvatnet og Evangervatnet før den munner ut i Bolstadfjorden ved Bolstadøyri (på strekningen fra Evangervatnet til Bolstadfjorden heter elven Bolstadelvi). Vosso har et nedbørfelt på 1497 km<sup>2</sup>. Vosso er et nasjonalt laksevassdrag.

## 1.3 Eksisterende kraftverk og reguleringer

BKK nytter de øvre delene av Eksingedalsvassdraget for kraftproduksjon i Evanger kraftverk. Evanger kraftverk er BKK sitt største kraftverk og var ferdig bygd i 1977. Evanger kraftverk har inntaksmagasin i Askjelldalsvatnet og utløp i Evangervatnet (Vossovassdraget).

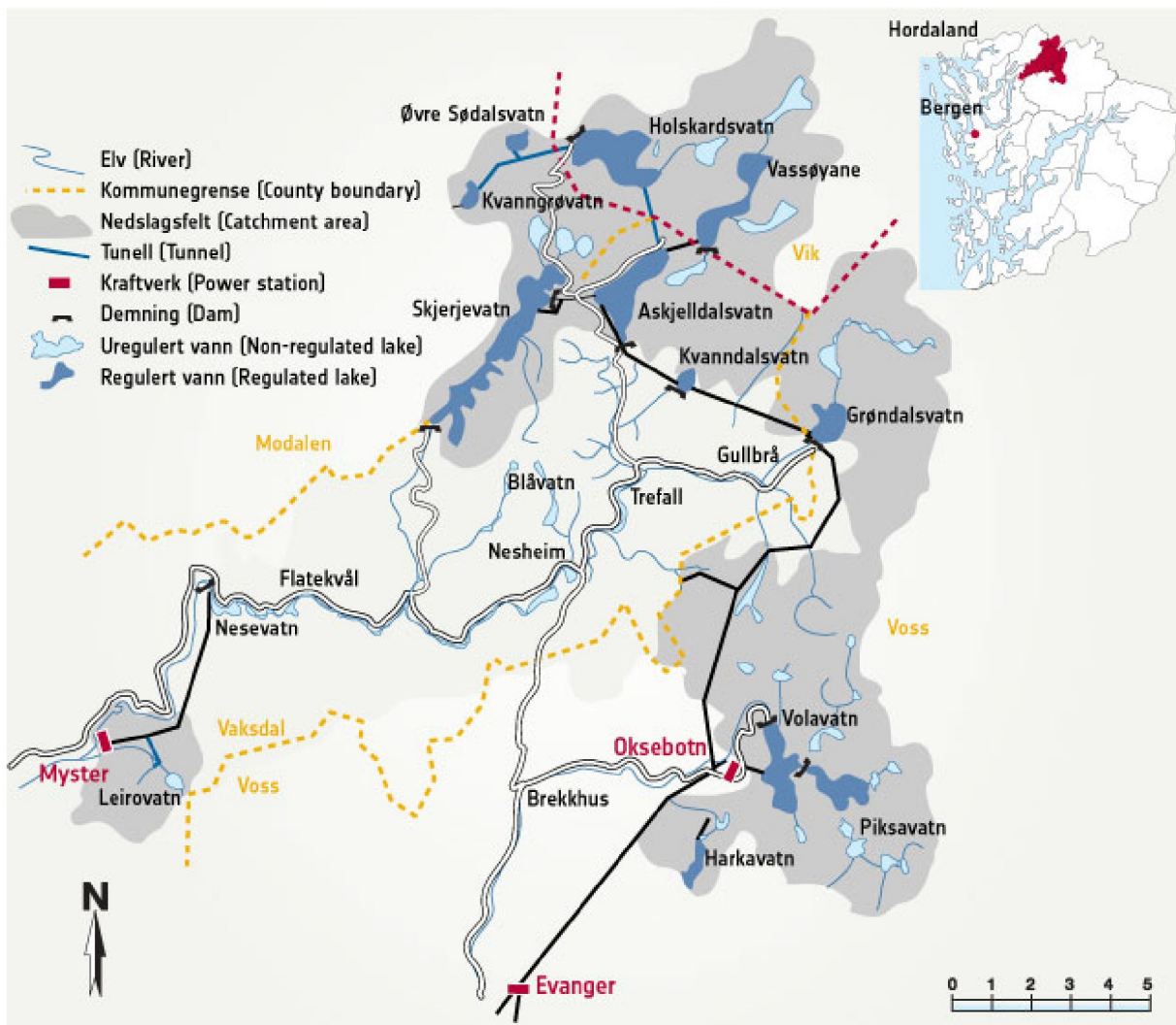
Evangerutbyggingen omfatter, i tillegg til Evanger kraftverk, Oksebotn kraftverk (Teigdalsvassdraget) en rekke reguleringsmagasiner samt overføringer. Fra Modalsvassdraget er det overført vann fra Holskarvatnet, Øvre Sødalsvatnet og Kvanngrovvatnet til Askjelldalsvatnet i Eksingedalsvassdraget. Vassøyane i Eksingedalsvassdraget er overført til Holskarvatnet, som fungerer som reguleringsmagasin og tappes til Askjelldalsvatnet. Askjelldalsvatnet er som nevnt inntaksmagasin til Evanger kraftverk. Kvanndalsvatnet og Grøndalsvatnet i Eksingedalsvassdraget fungerer som mindre reguleringsmagasiner til Evanger kraftverk. Mellom Askjelldalsvatnet og Evanger kraftverk tas en rekke bekker, både i Eksingedalsvassdraget og Teigdalsvassdraget, direkte inn på driftstunnelen. Etter ferdigstillingen av Nygard pumpekraftverk i 2005 ble Skjerjevatnet ført fra Eksingedalsvassdraget til Modalsvassdraget.

Piksvatnet og Volavatnet, som ligger i Teigdalsvassdraget, blir tappet gjennom Oksebotn kraftverk til inntaket i til Evanger kraftverk i Eide-Fannadalen. Harkavatnet som ligger i Tverrelvi (Vossovassdraget) er overført til Grasdalen i Teigdalsvassdraget.

Myster kraftverk i Eksingedalen, et elvekraft med inntak i Nesevatnet, utnytter restfeltet i Ekso. Dette kraftverket var ferdigstilt i 1987. Fra Nesevatnet slippes det minstevannføring forbi Nesedammen. Kravet til minstevannføring her er 2 m<sup>3</sup>/s om sommeren og 1 m<sup>3</sup>/s om vinteren.

Evanger kraftverk utnytter et nedbørfelt på totalt ca. 233 km<sup>2</sup> inklusiv nedbørfeltet til Oksebotn kraftverk (ca. 43 km<sup>2</sup>). Myster kraftverk utnytter et felt på ca. 209 km<sup>2</sup> (jf. vedlegg 2). Kraftutbyggingen i Eksingedals- og Teigdalsvassdraget er vist på figur 1 og tekniske data for de omtalte kraftverkene og reguleringsmagasinene går frem av tabell 1 og

tabell 2.



Figur 1 Nedbørfeltene som benyttes til i kraftproduksjon i Evanger, Oksebotn og Myste kraftverk. Kilde: <http://www.bkk.no/>

Tabell 1 BKKs eksisterende kraftverk i Eksingedals- og Teigdalsvassdraget. Kilde: <http://www.bkk.no/>.

Kraftverk	Midlere fallhøyde [m]	Slukeevne [m <sup>3</sup> /s]	Installert effekt [MW]	Midlere årsproduksjon [GWh]	Ferdig utbygd
Evanger kraftverk	770	53,8	3 x 110	1267	1969/1977
Oksebotn kraftverk	125	10,5	11	44	1988/1989
Myste kraftverk	240	50,0	107	307	1987

Tabell 2 BKKs eksisterende reguleringer i tilknytning til Evanger, Oksebotn og Myster kraftverk [3].

Magasin	HRV [moh]	LRV [moh]	Volum [mill. m <sup>3</sup> ]
Kvanngrovvatnet	865,5	854,0	4,4
Holskarvatnet	865,5	796,0	236,7
Vassøyane <sup>*</sup>	865,5	(851,0)	(20,1)
Askjeldalsvatnet	805,0	750,0	86,7
Kvanndalsvatnet	805,0	790,0	4,0
Grøndalsvatnet	782,0	749,0	26,8
Piksvatn	960,0	948,0	12,7
Volavatnet	934,0	902,0	56,6
Nesevatnet	257,3	255,0	0,5

<sup>\*</sup>Vassøyane er permanent oppdemt.

I Fagerdalen (sidevassdrag til Ekso) utnytter Fagerdalen minikraftverk fallet fra ca. kote 345 til Fagerdalselvi sitt utløp i Ekso (ca. kote 295). Kraftverket har en midlere årlig produksjon på 3,5 GWh og ble i drift satt i 2007.

I en sidedal til Fagerdalen ligger Fjellanger minikraftverk som utnytter et fall på 100 meter i denne elven. Kraftverket var ferdigstilt i 2006 og har en midlere årlig produksjon på 3,2 GWh. Elven rennen sammen med Fagerdalselvi ca. på kote 350.

## 1.4 Flomhistorikk

Følgende er hentet fra BKKs intern kontroll system.

### 1971

*Novemberflommen i 1971 fikk ikke samme skadeomfang som i Teigdalen, selv om de naturlige flomforhold var noenlunde de samme. Maksimal vannføring ved Brakestad ble målt til 260 m<sup>3</sup>/s, tidligere maks registrering var 13/11-38, med 250 m<sup>3</sup>/s, men da var anslagsvis 50 m<sup>3</sup>/s holdt tilbake i Grøndalsvatnet som var ferdig regulert men ikke oppfylt da flommen startet. Med denne tilleggsvannføringen må det antas at skadene også i Eksingedalen kunne blitt betydelige.*

### 1990

*Liten flom medio juli. Årsak: Store snømengder i fjellet, sen snøsmelting, mildvær og kraftig nedbør. Skader på nysådd jorde på Trefall som ble oversvømt.*

### 1995

*Liten flom 27. oktober. Årsak: Nedbør med høy intensitet og mettet grunn førte til hurtig avrenning. Skader: Anleggsvei ved Gullbrå skadet ved gjeitefjøs på Gullbrå. Veien farbar med traktor etter flommen men ikke med bil. Bruen ved gjeitefjøs var truet. Jordbruksland på Ekse oversvømmes. Kjøring av Evanger kraftverk og reguleringen i Askjeldalsvatn reduserte antagelig flomforholdene videre nedover i vassdraget.*

### 2005

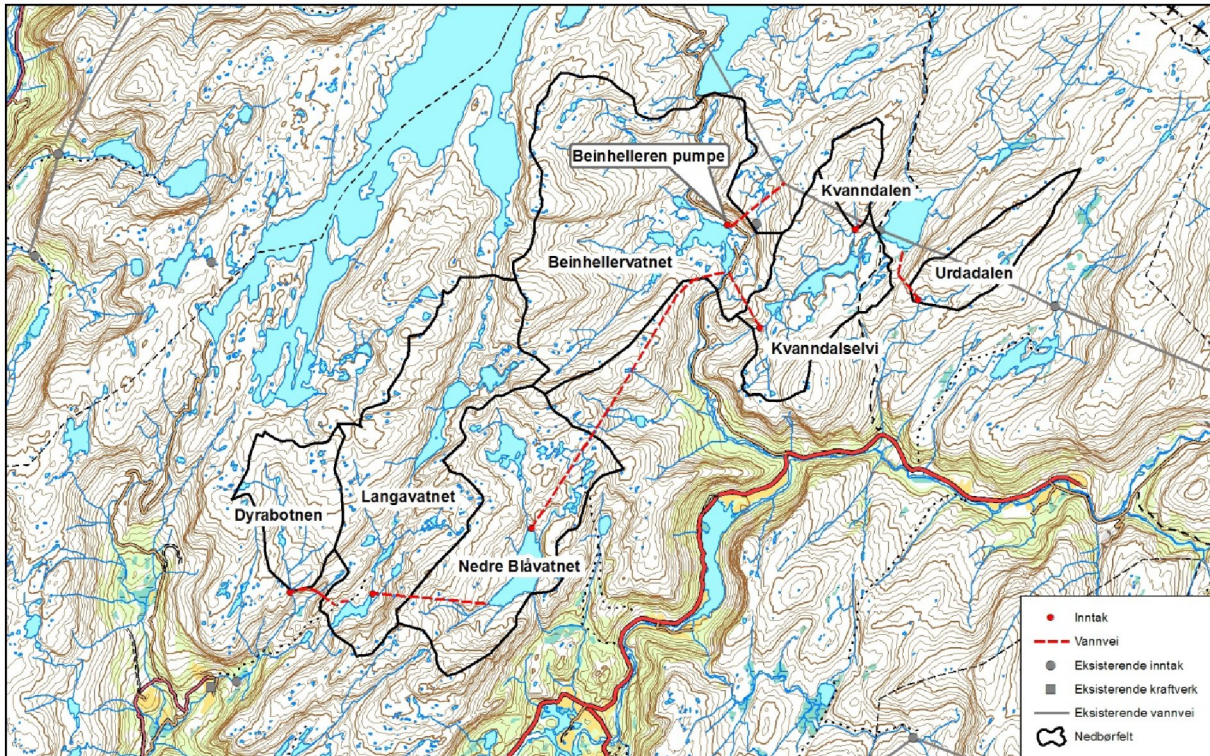
*Den 14. november flom på grunn av ekstreme nedbørmengder.*

## 1.5 Utbyggingsplaner for utbygging av Beinhelleren pumpe

For detaljert omtale av utbyggingsplanene vises det til konsesjonssøknaden for Beinhelleren pumpe [4]. BKK har utbyggingsalternativ E som sitt prioriterte alternativ (jf. avsnitt 1.5.2).

### 1.5.1 Generelt

BKK Produksjon AS ønsker å nytte vannet fra Beinhellervatnet og omkringliggende nedbørfelter til energiproduksjon i Evanger kraftverk (figur 2).



Figur 2 Kartutsnitt som viser tiltaksområdet. De inntegnede planene omfatter alternativ A.

Det vil bli bygd en pumpestasjon ved Beinhellervatnet i Norddalen, som vil pumpe vannet inn på driftstunnelen fra Askjeldalsvatnet reguleringsmagasin til Evanger kraftverk. Pumpehøyden vil være 50-100 høydemeter avhengig av reguleringshøyden i Askjeldalsvatnet. Ved å pumpe vannet opp fra Beinhellervatnet vil vannet kunne magasineres i Askjeldalsvatnet og nyttes til regulert kraftproduksjon i Evanger kraftverk.

### 1.5.2 Alternative utbyggingsplaner

Konsesjonssøknaden [4] beskriver fem ulike utbyggingsalternativer for å nytte vannet innenfor prosjektområdet, jf. tabell 3. Utbyggingsalternativene beskrives nedenfor og er vist på kart i vedlegg 3. Beinhellervatnet og Beinhelleren pumpe vil, avhengig av utbyggingsalternativet, få overført vann fra et eller flere av de omkringliggende nedbørfelter. Disse feltene blir omtalt Kvanndalselvi, Nedre Blåvatnet, Langavatnet og Dyrabotnen og vil gjennom nye overføringstunneler kunne overføres til Beinhellervatnet. Beinhellervatnet (kote 704) og Nedre Blåvatnet (kote 736) er planlagt regulert. Utenom Beinhelleren pumpe vil i tillegg to bekker i henholdsvis Kvanndalen og Urdadalen kunne overføres direkte til driftstunnelen. Sidebekken til Heimsta Kvanndalsvatnet i Kvanndalen vil kunne tas direkte inn på driftstunnelen gjennom et bekkeinntak, mens bekken i Urdadalen overføres gjennom en tunnel til Kvanndalsvatnet, som fra tidligere er overført til driftstunnelen. Alle de omtalte delfeltene drenerer naturlig til Ekso.

*Alternativ A: Beinhelleren pumpe med overføring fra Kvanndalselvi, Nedre Blåvatnet, Langavatnet og Dyrabotnen samt tilleggsoverføring fra Kvanndalen og Urdadalen.*

Det vil bli bygd en pumpestasjon ved Beinhellervatnet. Vatnet vil bli pumpet fra Beinhellervatnet opp på driftstunnelen til Evanger kraftverk. Vatnet fra de fire feltene Kvanndalselvi, Nedre Blåvatnet, Langavatnet og Dyrabotnen overføres til Beinhellervatnet. Beinhellervatnet og Nedre Blåvatnet vil bli regulert.

Utenom Beinhelleren pumpe vil de to bekkene i henholdsvis Kvanndalen og Urdadalen overføres direkte til driftstunnelen til Evanger kraftverk.

*Alternativ B: Beinhelleren pumpe med overføring fra Kvanndalselvi, Nedre Blåvatnet, Langavatnet og Dyrabotnen.*

Som alternativ A men uten overføringen av bekkene i Kvanndalen og Urdadalen.



*Alternativ C: Beinhelleren pumpe med overføring fra Kvanndalselvi og Nedre Blåvatnet samt tilleggsoverføring fra Kvanndalen og Urdadalen.*

Som alternativ A men uten overføringen av vann fra feltene Langavatnet og Dyrabotnen.

*Alternativ D: Tilleggsoverføring fra Kvanndalen og Urdadalen.*

Gjelder kun de to overføringer fra Kvanndalen og Urdadalen direkte inn på driftstunnelen.

*Alternativ E: Beinhelleren pumpe med overføring fra Kvanndalselvi samt tilleggsoverføring fra Urdadalen.*

Som alternativ A men uten overføring av vann fra feltene Nedre Blåvatnet, Langavatnet og Dyrabotnen. Bekken øverst i Kvanndalen vil ikke bli tatt inn på driftstunnelen.

**Tabell 3** Oversikt over utbyggingsalternativene.

Utbyggingsalternativ	Beskrivelse
A	Beinhelleren pumpe inkl. feltene i Fjellangerelva og bekkeinntak i Kvanndalen og Urdadalen
B	Beinhelleren pumpe inkl. feltene i Fjellangerelva
C	Beinhelleren pumpe ekskl. feltene til Fjellangerelva
D	Bekkeinntak i Kvanndalen og Urdadalen
E	Beinhelleren pumpe inklusiv bekkeinntak i Urdadalen, men uten overføring av Fjellanger og Nedre Blåvatn

## 2 METODIKK

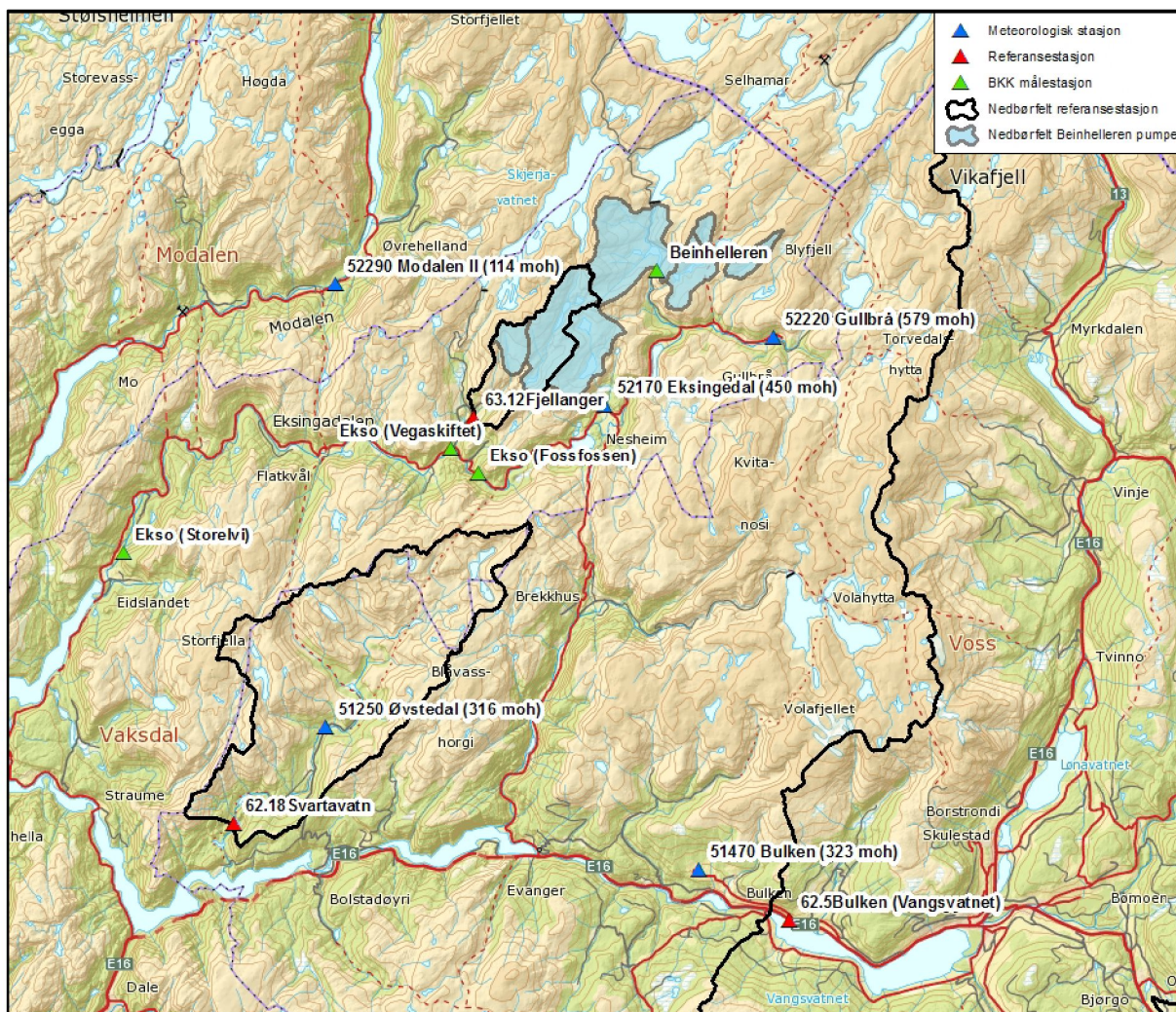
### 2.1 Produksjonssimulering i VANSIMTAP

Produksjonssimuleringer er gjennomført i programmet VANSIMTAP, som er utviklet av Sintef Energiforskning. Programmet er et modulbasert simuleringsverktøy for optimalisering av energiproduksjon i forhold til verdi av magasinering av vatn (vannverdi-simulering). Som input til programmet inngår fysiske parametre for vassdraget samt effektkurver for kraftverk, fallhøyder, magasinkurver mv. Kjente restriksjoner og forslag til manøvreringsreglement inngår også i modellen. For å representere tilsiget til de enkelte modulene i modellen er det nytted historiske dataserier for uregulerte vassdrag. Ved valg av dataserier er det tatt omsyn til at dataseriene skal ha mest mulig sammenfallende feltegenskaper som de nedbørfelter som modulen representerer.

Fordelen med modellen er at den er markedsbasert og tar hensyn til eventuelle faste kontrakter på kjøp/salg av elektrisk kraft. Ulempen med modellen er at den simulerer med ukesverdier, og dette medfører at flom og lavvannsperioder ikke nødvendigvis blir modellert godt nok. En modell tilsvarende modellene som er nytted i dette prosjektet blir også nytted til langsiktig produksjonsplanlegging i BKK. Modellen viser seg å simulere faktisk oppnådd produksjon i kraftverkene ganske godt. Det kan derfor forventes at simuleringene i VANSIMTAP gir et godt estimat på produksjon ved forskjellige situasjoner. Simuleringsresultatene for de enkelte modulene som inngår i Eksingedalsvassdraget er analysert i regneark. Det er sett på produksjonsresultat, vannføring gjennom modulene, flomtap/forbitapping og magasin vannstander.

### 2.2 Hydrologiske data

For å kunne vurdere vannføringsforholdene på de berørte elvestrekningene før og etter utbygging er det brukt historiske dataserier for vannføring. Dataseriene er valgt ved å sammenligne feltkarakteristikk for de berørte nedbørfeltene med egenskaper for nedbørfelter med lengre tids registrering av vannføring. Videre har BKK etablert flere hydrometriske målestasjoner i Eksingedalsvassdraget, heriblant en ny stasjon innenfor prosjektområdet.



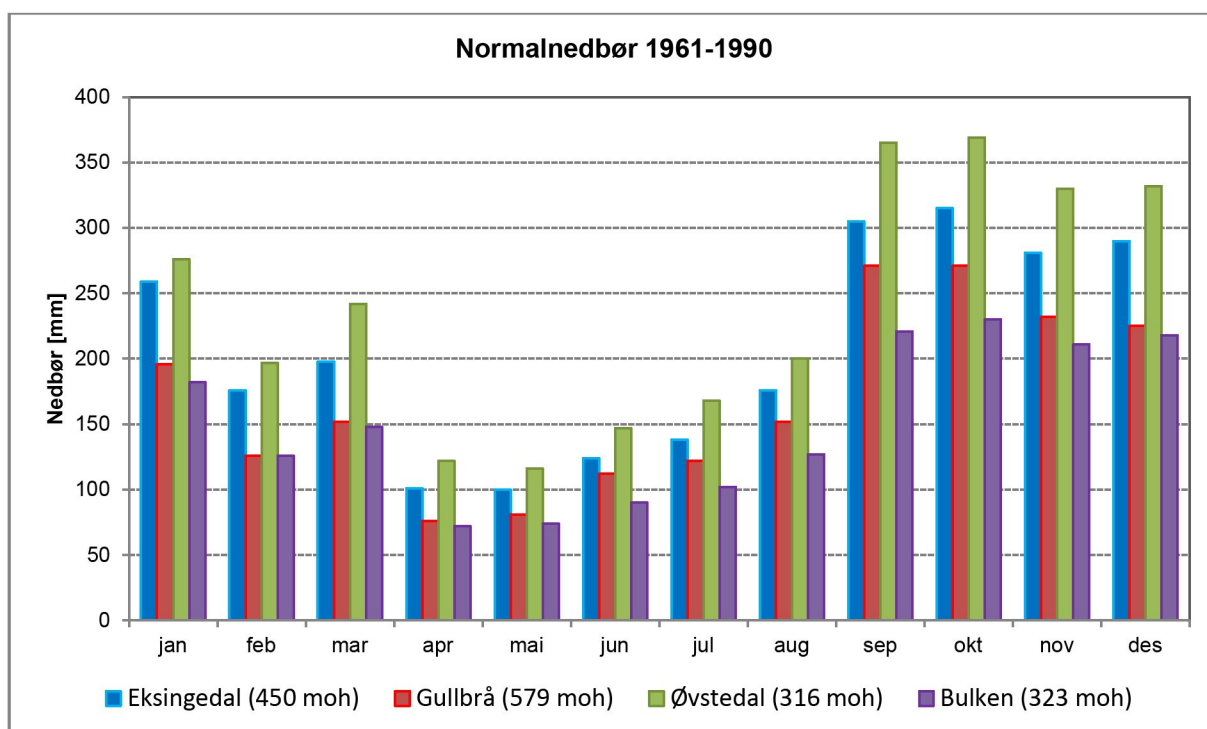
Figur 3 På kartet er de historiske dataseriene VM 62.5 Bulken, 62.18 Svartavatn og 63.12 Fjellanger, som er benyttet i vurderingene markert (rød). BKKs nyetablerte målestasjoner i Eksingedalsvassdraget, jf. avsnitt 2.2.3 er markert med grønn. De meteorologiske stasjonene 51250 Øvstedal, 51470 Bulken, 52170 Eksingedal, 52220 Gullbrå og 52290 Modalen II for registrering av nedbør er vist med blå markering.

## 2.2.1 Nedbør

I tabell 4 listes normal årsnedbør for perioden 1961-1990 for utvalgte meteorologiske stasjoner beliggende i regionen rundt Eksingedalen. Mens det av tabellen fremgår at det er stor variasjon i årsnedbør ved stasjonene, viser figur 4 omvendt at fordelingen over året er ganske lik. Samtidig fremgår det at høstmånedene er de mest nedbørrike.

Tabell 4 Normal årsnedbør (1961-1990) ved utvalgte meteorologiske stasjoner i regionen rundt Eksingedalsvassdraget.

Meteorologisk stasjon	Vassdrag	Normal årsnedbør (1961-1990)
51250 Øvstedal (316 moh)	Øvstedalselvi (Tysseelvi)	2864 mm
51470 Bulken (323 moh)	Vossovassdraget	1801 mm
52170 Eksingedal (450 moh)	Eksingedalsvassdraget	2463 mm
52220 Gullbrå (579 moh)	Eksingedalsvassdraget	2016 mm
52290 Modalen II (114 moh)	Modalsvassdraget	2880 mm



Figur 4 Normal månedsnedbør ved de meteorologiske stasjonene 52170 Eksingedal, 5220 Gullbrå og 51250 Øvstedal. Kilde: eKlima (Meteorologisk Institutt).

De hydrologiske virkningene av tiltaket er vurdert for reelle år, som representerer henholdsvis et tørt, middels og vått år (jf. avsnitt 4.2). Disse reelle årene er valgt ut på grunnlag av observasjonene gjort ved referansestasjonene VM 62.18 Svartavatn og VM 63.12 Fjellanger (jf. avsnitt 2.2.4). Ved nedbørstasjonen 52170 Eksingedal er årsnedbøren i de utvalgte årene sammenlignet med normalnedbøren perioden 1961-1990, jf. tabell 5.

Tabell 5 Normalårsnedbøren (1961-1990) ved stasjonen 52170 Eksingedal er sammenlignet med årsnedbøren i utvalgte år. I vurderingene av de hydrologiske virkningene representerer disse henholdsvis et tørt (1996), middels (2004) og vått år (2005), jf. avsnitt 4.2. Kilde: eKlima (Meteorologisk Institutt).

Stasjon: 52170 Eksingedal	1961-1990 (normalperioden)	1996 (tørt år)	2004 (middels år)	2005 (vått år)
Årsnedbør	2463 mm	1559 mm	2661 mm	3174 mm
Prosent av årnormalen	---	63 %	108 %	129 %

## 2.2.2 Feltkarakteristikk

For å beskrive tilsigsvariasjonene i tiltaksområdet er det brukt historiske dataserier for uregulerte vassdrag som har sammenfallende feltegenskaper med de modellerte nedbørfelter. Karakteristiske feltparametre for delfeltene som planlegges overført til Evanger kraftverk, er vist i tabell 6. Referansestasjonene VM 62.5 Bulken i Vossovassdraget, VM 62.18 Svartavatn i Øvstedalselvi (Tysseelvi) og VM 63.12 Fjellanger i Eksingedalsvassdraget er vurdert til å representere vannføringsforholdene i tiltaksområdet. Plasseringene og nedbørfeltene til disse stasjonene er vist på figur 3, og feltkarakteristikk går frem av tabell 7.

**Tabell 6** Karakteristiske feltparametere for delfeltene for dagens situasjon. Parameterne er bestemt i ArcGIS ved hjelp av digitalt N50 kart og NVEs avrenningskart for Norge perioden 1961-1990.

Parameter \ Delfelt	Norddalselvi ved utløp Beinheller-vatnet	Ved bekkeinntak i Kvanndalselvi	Ved bekkeinntak i sideelv til Heimsta Kvanndalsvatnet	Urdadalen ved bekkeinntak	Utløp Nedre Blåvatnet	Langa-vatnet	Dyra-botnen
Feltareal [km <sup>2</sup> ]	9,26	3,85	0,73	1,38	5,33	6,77	2,00
Tilsig [mill. m <sup>3</sup> /år]	27,42	11,16	2,34	3,99	14,57	20,14	6,28
Middelvannføring [m <sup>3</sup> /s]	0,87	0,35	0,07	0,13	0,46	0,64	0,20
Spesifikk avrenning (kilde: avrenningskart 1961-1990) [l/s·km <sup>2</sup> ]	93,90	91,92	101,65	91,68	86,68	94,33	99,57
Snaufjell [%]	97,1	94,8	99,7	98,0	88,9	93,2	98,1
Sjøprosent	2,9	5,2	0,1	1,5	10,4	6,7	1,7
Effektiv sjøprosent	---	---	0,0	0,5	6,4	2,8	0,3
Breandel [%]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
H <sub>min</sub> [moh]	704	730	805	805	736	740	740
H <sub>50</sub> [moh]	---	---	1015	986	864	957	985
H <sub>maks</sub> [moh]	1160	1060	1112	1107	1062	1212	1118

**Tabell 7** Felldata for referansestasjoner benyttet til å beskrive uregulert vannføring på de berørte elvestrekningene. Dataene er hentet fra HYSOPP i NVEs databasesystem Hydra II. Spesifikk avrenning er bestemt ved hjelp av NVEs avrenningskart for Norge perioden 1961-1990 og observerte data fra målestasjonen. En ser at avrenningskartet gir marginalt høyere verdier enn det som er observert på stasjonene.

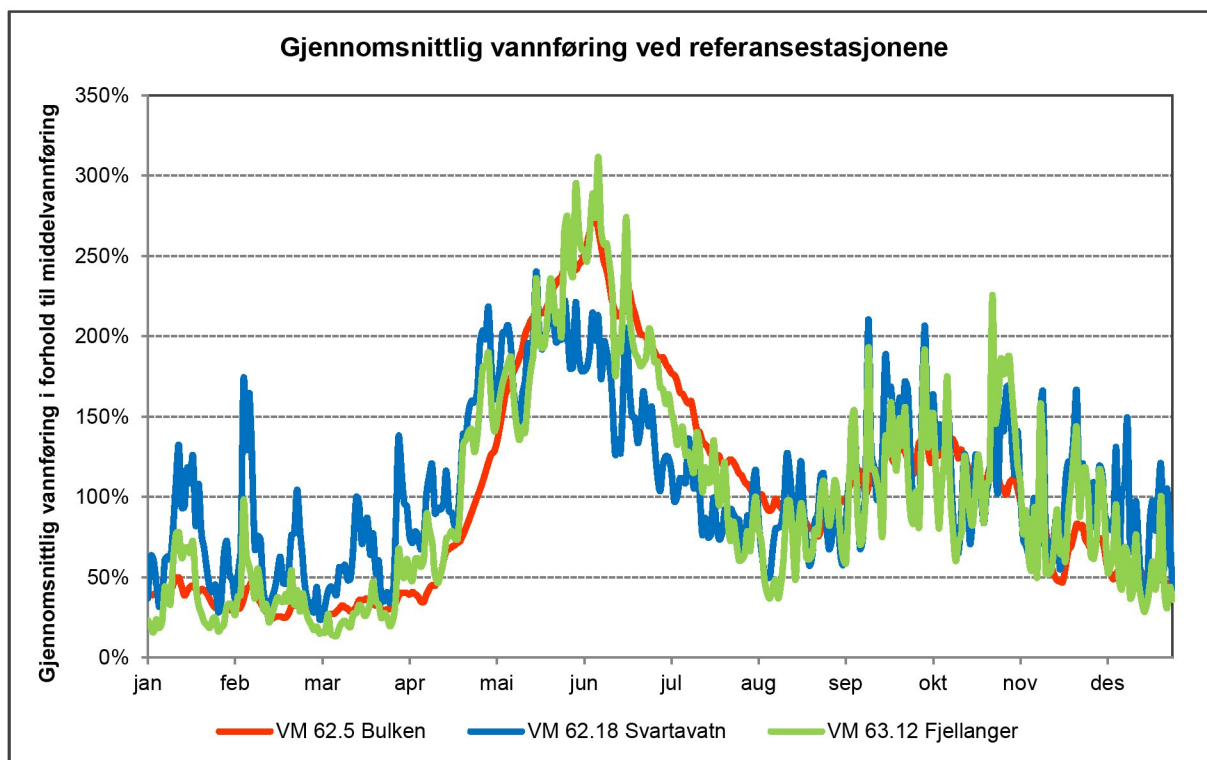
Parameter \ Stasjon	VM 62.5 Bulken	VM 62.18 Svartavatn	VM 63.12 Fjellanger
Periode benyttet til vurderingene	1930 - 2010	1988 - 2011	1995 - 2011
Feltareal [km <sup>2</sup> ]	1092,0	72,3	12,8
Spesifikk avrenning (kilde: avrenningskart 1961-1990) [l/s·km <sup>2</sup> ]	65	112,4	95,4
Spesifikk avrenning (kilde: observert) [l/s·km <sup>2</sup> ]	61 (63 <sup>*</sup> )	110,9	93,9
Snaufjell [%]	54	65	86
Sjøprosent [%]	3,5	3,1	4,6
Effektiv sjøprosent [%]	0,9	0,3	---
Breandel [%]	0,4	0,0	0,0
H <sub>min</sub> [moh]	47	219	401
H <sub>50</sub> [moh]	867	754	913
H <sub>maks</sub> [moh]	1602	1109	1206

\* Observert perioden 1961-1990.

Figur 5 viser gjennomsnittlig vannføring for de referanseseriene som er benyttet til å beskrive tilsigsvariasjonene i prosjektområdet (jf. tabell 7).

Av figuren fremgår det at den gjennomsnittlige vannføringen ved referansestasjonene utviser noenlunde lik variasjon over året. Det er stor vannføring i forbindelse med snøsmeltingen på våren, og høy vannføring på høsten som følge av store nedbørmengder, som hovedsakelig kommer som regn.

Stasjonene ligger i en region der høstflommene er dominerende (jf. avsnitt 2.4.2). Lavvannsperioden er som regel på vinteren og sensommeren etter snøsmeltingen er ferdig og før høststormene starter. Samtidig ser en at vannføringerne i de små feltene har raskere respons og variasjoner enn vannføringen ved stasjonen Bulken. Karakteristiske vannføringer ved stasjonene er vist i vedlegg 13.



Figur 5 Gjennomsnittlig vannføring ved referansestasjonene (jf. tabell 7). Vannføringen er vist som prosent av midlere vannføring ved stasjonene.

### 2.2.3 Hydrometriske målestasjoner i Eksingedalsvassdraget

BKK eier målestasjonen VM 63.12 Fjellanger i Fagerdalen i Eksingedalsvassdraget. Målestasjonen ble etablert i 1994 og det foreligger således 18 år med data. Stasjonen driftes av NVE.

I tillegg til VM 63.12 Fjellanger har BKK i løpet av de siste årene og i forbindelse med ulike prosjekter, etablert flere hydrometriske målestasjoner i Eksingedalsvassdraget.

Den 28. november 2007 ble det etablert en målestasjon i restfeltet til Myster kraftverk. Den 15. juni 2011 ble det i forbindelse med dette utbyggingsprosjektet etablert en stasjon i utløpet av Beinhellervatnet (Norddalselvi). Den 22. november 2011 ble det etablert en stasjon i Ekso ved Vegaskiftet rett nedstrøms samløpet med Fagerdalselvi. I tillegg logges vannstanden ved en stasjon ovenfor Fossfossen i Ekso, som ligger litt oppstrøms samløpet fra Fagerdalselvi. Målestasjonene og en foreløpig analyse av tilgjengelige data er beskrevet i en egen rapport (vedlegg 4). Plasseringene til målestasjonene går frem av kartutsnittet på figur 3.

Formålet med målestasjonene er å kunne dokumentere det hydrologiske regimet i Eksingedalsvassdraget og kontrollere korrelasjonene mellom vannføringsforholdene i vassdraget og utvalgte referanseserier, som vil anvendes i vurderingene her.

Det er relativt korte dataserier som foreligger per oktober 2012, likevel viser de foreløpige analysene perioder med god korrelasjon til både VM 62.18 Svartavatn og VM 63.12 Fjellanger. Men driften av målestasjonene bør fortsette for å av- eller bekrefte disse korrelasjonene.

### 2.2.4 Valg av referanseserie

Inntil det foreligger tilstrekkelig med data fra de nyetablerte hydrometriske målestasjonene i Eksingedalsvassdraget vil det være naturlig å bruke VM 63.12 Fjellanger til å representere vannføringsvariasjonene, da denne målestasjonen er beliggende i Fagerdalen i Eksingedalsvassdraget. Målestasjonen representerer imidlertid et lite, høytliggende felt med rask respons og vil nok i mindre grad være representativ for vannføringsvariasjonene i hovedelven Ekso.

Ut fra ovenstående vil VM 63.12 Fjellanger bli brukt til å beskrive variasjonene i de høyereliggende sidefeltene til Ekso og til å beskrive variasjonene i hovedelven Ekso vurderes det heller at en sammensatt serie av 62.18 Svartavatn og 63.12 Fjellanger vil være mer representativ (jf. vedlegg 4 der data fra målestasjonen ved Vegaskiftet er sammenlignet med den sammensatte serien). For å vurdere endringene i Vosso (Bolstadelvi) er vannmerket VM 62.5 Bulken, som ligger lengre oppstrøms i Vossovassdraget, benyttet for den uregulerte delen av Vossovassdraget.

## 2.3 Referansepunkter for vannføring

I henhold til konsekvensutredningsprogrammet skal vannføringsforholdene før og etter utbygging vises for relevante punkter i vassdraget. De referansepunkter som er valgt ut for analyse er listet i tabell 8, og vist på kartet i vedlegg 5.

**Tabell 8 Utvalgte referansepunkter for vannføring. Parameterne er bestemt for dagens situasjon med eksisterende kraftverk og overføringer. Av kolonnen "Gjelder alternativ" går det frem for hvilket utbyggingsalternativ referansepunktet vil bli fullstendig utredet, jf. vedlegg 6 til vedlegg 10.**

Referansepunkt	Areal [km <sup>2</sup> ]	Tilsig [mill. m <sup>3</sup> /år]	Middelvannføring [m <sup>3</sup> /s]	Gjelder alternativ
Norrdalselvi rett nedstrøms utløp fra Beinhellervatnet	9,26	27,42	0,87	A, B, C, E
Ved bekkeinntaket i sideelv til Heimsta Kvanndalsvatnet	0,73	2,34	0,07	---
Kvanndalselvi ved bekkeinntaket	3,85	11,16	0,35	---
Kvanndalselvi rett oppstrøms samløp med Norrdalselvi	4,20	11,64	0,37	Alle
Norrdalselvi rett oppstrøms samløp med Ekso	18,15	50,24	1,59	Alle
Urdadalen ved bekkeinntaket	1,38	3,99	0,13	---
Trefallstølen i Urdadalen	2,59	6,92	0,22	A, C, D, E
Ekso rett nedstrøms samløp med Norrdalselvi	50,7	130,6	4,14	Alle
Ekso ved innløpet til Nesheimsvatnet	66,4	170,1	5,39	Alle
Blågrovi rett nedstrøms utløp fra Nedre Blåvatnet	5,33	14,57	0,46	---
Blågrovi rett oppstrøms utløpet i Nesheimsvatnet (Ekso)	8,00	21,40	0,68	A, B, C
Ekso ved utløpet fra Nesheimsvatnet	86,1	223,8	7,10	Alle
Fjellanger ved utløpet fra Langavatnet	6,77	20,14	0,64	---
Fjellanger ved bekkeinntaket Dyrabotn	2,00	6,28	0,20	---
Fjellangerelva ved inntaket til Fjellanger minikraftverk	11,63	34,76	1,10	A, B
Fagerdalselvi rett oppstrøms samløp med Ekso	26,84	76,05	2,41	A, B
Ekso rett nedstrøms samløp med Fagerdalselvi	134,3	359,6	11,40	Alle
Ekso ved Nesevatnet (inntaket til Myster kraftverk)	190,5	523,5	16,60	Alle
Ekso ved utløpet til Eidsfjorden	254,3	710,7	22,54	Alle

## 2.4 Karakteristiske vannføringer

### 2.4.1 Lavvannføring

De karakteristiske lavvannføringene alminnelig lavvannføring og 5-persentilene for henholdsvis sommer- og vinterperioden er for de uregulerte feltene beregnet ved hjelp av Lavvannapplikasjonen i NVE Atlas, jf. tabell 9. Lavvannapplikasjonen beregner nedbørfeltet til et punkt i elva, og beregner derpå feltparametrene til feltet og estimerer lavvannsindeksene [7].

**Tabell 9 Karakteristiske lavvannføringer for de uregulerte feltene som planlegges overført til Askjeldalsvatnet. Verdiene er bestemt ved hjelp av Lavvannapplikasjonen i NVE Atlas. Lavvannføringene er ikke bestemt for de regulerte feltene.**

Delfelt	ALV [m <sup>3</sup> /s]	5-persentil sommer [m <sup>3</sup> /s]	5-persentil vinter [m <sup>3</sup> /s]
Norddalselvi ved utløpet fra Beinhellervatnet	---	---	---
Ved bekkeinntaket i sideelv til Heimsta Kvanndalsvatnet	0,001	0,009	0,001
Kvanndalselvi ved bekkeinntaket	---	---	---
Urdadalen ved bekkeinntaket	0,003	0,009	0,002
Blågrovi ved utløpet fra Nedre Blåvatnet	0,019	0,045	0,017
Langavatnet ved bekkeinntaket	0,023	0,070	0,019
Dyrabotnen ved bekkeinntaket	0,005	0,019	0,004

Lavvannføringene er for de uregulerte feltene samt for de øvrige referansepunktene listet i tabell 8 også bestemt ved skalering av dataseriene VM 62.18 Svartavatn og VM 63.12 Fjellanger, jf. tabell 10.

**Tabell 10 Karakteristiske lavvannføringer ved utvalgte referansepunktene bestemt ved skalering av referanseserier. Vannføringene ved referansepunktene i Ekso er skalert fra en sammensatt serie av VM 62.18 Svartavatn og VM 63.12 Fjellanger, de øvrige punktene er skalert fra VM 63.12 Fjellanger.**

Referansepunkt	ALV [m <sup>3</sup> /s]	5-persentil sommer [m <sup>3</sup> /s]	5-persentil vinter [m <sup>3</sup> /s]
Norddalselvi nedstrøms Beinhellervatnet	0,054	0,091	0,040
Ved bekkeinntaket i sideelv til Heimsta Kvanndalsvatnet	0,005	0,008	0,003
Kvanndalselvi ved bekkeinntaket	0,022	0,037	0,016
Kvanndalselvi ved samløp med Norddalselvi	0,023	0,039	0,017
Norddalselvi ved samløp med Ekso	0,099	0,168	0,074
Urdadalen ved bekkeinntaket	0,008	0,013	0,006
Urdadalen ved Trefallstølen	0,014	0,023	0,010
Ekso ved Trefall rett nedstrøms samløp med Norddalselvi	0,219	0,371	0,144
Ekso ved innløpet til Nesheimsvatnet	0,275	0,467	0,176
Blågrovi rett nedstrøms Nedre Blåvatnet	0,029	0,049	0,021
Blågrovi rett oppstrøms utløpet i Nesheimsvatnet (Ekso)	0,042	0,071	0,031
Ekso ved utløpet fra Nesheimsvatnet	0,362	0,617	0,233
Langavatnet ved bekkeinntaket	0,040	0,067	0,030
Dyrabotnen ved bekkeinntaket	0,012	0,021	0,009
Fjellangerelva ved inntaket til Fjellanger minikraftverk	0,069	0,116	0,051
Fagerdalselvi rett oppstrøms samløp med Ekso	0,150	0,254	0,112
Ekso rett nedstrøms samløp med Fagerdalselvi	0,597	1,016	0,393
Ekso ved Nesevatnet	0,830	1,414	0,524
Ekso ved utløpet i Eidsfjorden	1,096	1,869	0,675

Som det fremgår av tabellene kan det være betydelig forskjell på lavvannføringene bestemt ved de ovenfor nevnte metodene. I Lavvannapplikasjonen gjøres det oppmerksom på at resultatene må kvalitetssikres og verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner, videre fastslås det at denne regionen generelt gir gode estimater på lavvannsindeksene.



Målestasjonen VM 63.12 Fjellanger ligger i samme dalføret som Langavatnet og Dyrabotnen i Fagerdalen. Det er gjort en enkelt vurdering av kvaliteten på vannføringskurven (som er grunnlaget for beregning av referanseserien) i Hydra II [6], og denne indikerer at lavvannføringene er svært usikre. Tabell 11 viser en sammenligning av de karakteristiske lavvannføringene for denne stasjonen basert på observasjoner fra 1995-2011 og bestemt ved hjelp av Lavvannapplikasjonen. Av tabellen går det frem at det kan være oppmot 40 % avvik i verdiene, men det synes naturlig å bruke de observerte dataene til bestemmelse av de karakteristiske lavvannføringene og videre i de hydrologiske vurderingene. Når det foreligger tilstrekkelig med data, fra de hydrometriske målestasjonene i Beinhellervatnet og Ekso, vil størrelsene på lavvannføringene kunne vurderes og av- eller bekrefte dette valget.

**Tabell 11 Karakteristiske lavvannføringer observert ved målestasjonen VM 63.12 Fjellanger og bestemt ved hjelp av Lavvannapplikasjonen i NVE Atlas.**

VM 63.12 Fjellanger	ALV	5-persentil sommer	5-persentil vinter
Lavuansapplikasjonen (feltareal 12,8 km <sup>2</sup> )	3,4 l/s km <sup>2</sup>	10,6 l/s	2,7 l/s km <sup>2</sup>
	0,043 m <sup>3</sup> /s	0,136 m <sup>3</sup> /s	0,035 m <sup>3</sup> /s
Observert (1995-2011)	0,074 m <sup>3</sup> /s	0,125 m <sup>3</sup> /s	0,055 m <sup>3</sup> /s

## 2.4.2 Flomstørrelser

Eksingedalsvassdraget ligger i en region der høstflommer er vurdert å være dominerende, dette er basert på erfaringer, nedbørstatistikk (jf. nedbørsfordelingen avsnitt 2.2.1), beliggenhet og flomfrekvensanalyse [8].

Ved flomfrekvensanalyse av referanseriene 62.18 Svartavatn og 63.12 Fjellanger for høstsesongen, ved hjelp av dataprogrammet EKSTREM i Hydra II [6], er middelflommen ( $Q_M$ ) beregnet å være mellom 750-975 l/s·km<sup>2</sup>. Forholdstallet mellom middelflommen ( $Q_M$ ) og skadeflommen ( $Q_{10}$ ) er i størrelsesordenen 1,56, jf. tabell 12. Dette gir en skadeflom mellom 1160-1525 l/s·km<sup>2</sup>.

**Tabell 12 Flomfrekvensanalyse av høstflommer for utvalgte dataserier for uregulerte vassdrag. Analysen er gjort i dataprogrammet EKSTREM i NVEs databasesystem Hydra II [6].**

Referanseserie	Middelflom ( $Q_M$ ) [l/s·km <sup>2</sup> ]	Forholdstall mellom skadeflom ( $Q_{10}$ ) og middelflom ( $Q_M$ ) [l/s·km <sup>2</sup> ]	Skadeflom ( $Q_{10}$ ) [l/s·km <sup>2</sup> ]
VM 62.18 Svartavatn	976	1,562	1525
VM 63.12 Fjellanger	744	1,559	1160

Resultater for flomberegninger gjort for noen av dammene i Eksingedalsvassdraget er vist i tabell 13.

**Tabell 13 Flomstørrelser for dimensjonerende flom for utvalgte dammer i Eksingedalsvassdraget. Opplysningene er tatt fra flomberegninger gjort av BKK i 2010.**

Dam	Gjentaksintervall [år]	Tilløpsflom [m <sup>3</sup> /s]	Avløpsflom [m <sup>3</sup> /s]	Flomvannstigning [m]
Askjeldalsvatnet	1000	217,0	208,0	1,20
Grøndalsvatnet	1000	162,1	129,9	1,03

## 3 PRODUKSJONSSIMULERINGER

### 3.1 Forutsetninger for produksjonssimuleringene

Pumpingen/tilleggsoverføringen til Askjeldalsvatnet og Evanger kraftverk er simulert i VANSIMTAP, jf. avsnitt 2.1.

Det etableres et nytt magasin i Beinhellervatnet (gjelder alternativ A, B, C og E) og Nedre Blåvatnet (gjelder alternativ A, B og C). Ved simulering opprettes magasinene med hver sin modul i VANSIMTAP.

Beinhellervatnet får et lite reguleringsvolum, som vil nyttes ved oppstart av pumpene og regulerings høyden er satt til 1,5 m. Reguleringsvolumet er for lite til å inngå i simuleringene og i VANSIMTAP blir Beinhellervatnet derfor modellert uten regulering.

Fra magasinet i Nedre Blåvatnet blir det overføring til Beinhellervatnet. Volumet i simuleringene satt til 3,2 mill. m<sup>3</sup> og det forutsettes at vatnet skal demmes opp 5 meter og senkes 2 meter. Overføringen fra Nedre Blåvatnet til Beinhellervatnet vil i modelleringene ha kapasitet til å overføre alt tilsiget.

Det tillates at det pumpes fra Beinhellervatnet til Askjeldalsvatnet inntil magasinutfyllingen i Askjeldalsvatnet er 95 % (tilsvarende til ca. kote 803 i Askjeldalsvatnet).

Avhengig av det valgte utbyggingsalternativet er det i forutsetningene lagt følgende forslag til minstevannføring til grunn for simuleringene:

- i. Norddalselvi ved utløpet av Beinhellervatnet: 0,054 m<sup>3</sup>/s (ALV) hele året.
- ii. Bekkeinntak i sideelv til Heimsta Kvanndalsvatnet: 0,015 m<sup>3</sup>/s i sommerperioden (1.mai – 30. september) og 0,005 m<sup>3</sup>/s i vinterperioden (1. oktober – 30. april), dette tilsvarer henholdsvis to ganger 5-persentilen sommer og vinter.
- iii. Bekkeinntak i Kvanndalselvi: 0,040 m<sup>3</sup>/s i sommerperioden (1. mai – 30. september) og 0,020 m<sup>3</sup>/s i vinterperioden (1. oktober – 30. april), dette tilsvarer henholdsvis 5-persentilen sommer og vinter.
- iv. Bekkeinntak i Urdadalen: 0,013 m<sup>3</sup>/s i sommerperioden (1. mai – 30. september) og 0,006 m<sup>3</sup>/s i vinterperioden (1. oktober – 30. april), dette tilsvarer henholdsvis 5-persentilen sommer og vinter.
- v. Utløpet av Nedre Blåvatnet: 0,029 m<sup>3</sup>/s (ALV) i sommerperioden (1. mai – 30. september).
- vi. Bekkeinntak ved Langavatnet (Fjellanger): 0,040 m<sup>3</sup>/s (ALV) hele året.
- vii. Bekkeinntak i Dyrabotnen (Fjellanger): 0,012 m<sup>3</sup>/s (ALV) i sommerperioden (1. mai – 30. september).

I forutsetningene for simuleringene ligger inne gjeldende krav til slipp av minstevannføring forbi Nosedammen, inntaket til Myster kraftverk. Kravet til minstevannføring er henholdsvis 2 m<sup>3</sup>/s i sommersesongen og 1 m<sup>3</sup>/s i vintersesongen.

Tilsigsvolumet som er lagt til modulene i VANSIMTAP er hentet fra NVE sitt avrenningskart for perioden 1961-1990. Usikkerheten i avrenningskartet antas å være i størrelsesordenen ± 5-20 %, og generelt vil usikkerheten være større for mindre arealer [10]. Denne usikkerheten vil avspeile seg i resultatet av produksjonssimuleringene.

### 3.2 Resultat fra produksjonssimuleringene

Resultatet av produksjonssimuleringene i VANSIMTAP går frem av tabell 14. Produksjonsestimatene i tabellen er uttrykk for maksimal ny energiproduksjon og tar således ikke høyde for tapt produksjon som følge av minstevannføring.

Som det fremgår av tabellen vil størrelsen på netto ny produksjon være svært avhengig av det valgte utbyggingsalternativet. For BKKs prioriterte alternativ (alternativ E) vil en utbygging kunne gi en midlere økt produksjon på ca. 42 GWh, og med foreslåtte slipp til minstevannføring blir det en økning på ca. 38 GWh, jf. tabell 15.

**Tabell 14 Resultat av produksjonssimulering i VANSIMTAP (perioden 1961-1990). I simuleringene er det ikke tatt hensyn til tap av vann i flomsituasjoner og til slipp av minstevannføring.**

Prosjekt		Basis <sup>*</sup>	Alt. A	Alt. B	Alt. C	Alt. D	Alt. E
Produksjon og forbruk	Evanger kraftverk [GWh]	1330,4	1456,7	1435,2	1422,2	1340,7	1401,2
	Myster kraftverk [GWh]	321,4	284,0	291,0	295,4	318,7	302,1
	Beinhelleren pumpe [GWh]	---	-19,5	-17,7	-13,7	---	-9,9
	Sum <sup>**</sup> [GWh]	1695,5	1764,8	1752,2	1747,6	1703,1	1737,0
	Endring <sup>***</sup> [GWh]	---	<b>69,3</b>	<b>56,7</b>	<b>52,1</b>	<b>7,6</b>	<b>41,5</b>
	- Endring sommer [GWh]	---	48,7	41,8	37,9	2,0	29,5
	- Endring vinter [GWh]	---	20,6	14,9	14,2	5,6	12,0
Flomtap	Askjeldalsvatn [mill. m <sup>3</sup> /år]	3,6	4,5	4,0	4,5	3,8	3,9
	Nesevatn [mill. m <sup>3</sup> /år]	79,5	68,8	69,5	69,8	78,2	71,0
	Beinhellervatn [mill. m <sup>3</sup> /år]	---	10,3	7,6	4,0	---	2,0
	Nedre Blåvatn [mill. m <sup>3</sup> /år]	---	0,0	0,0	0,0	---	---

<sup>\*</sup> Basis er simulering med dagens system.

<sup>\*\*</sup> Sum utgjør den samlede produksjon i alle BKKs kraftverk i Eksingedals- og Teigdalsvassdraget (Evanger kraftverk, Myster kraftverk, Grøndalen pumpe, evt. Beinhelleren pumpe og Oksebotn kraftverk).

<sup>\*\*\*</sup> Endring i produksjon er netto ny produksjon i BKKs kraftverk i forhold til dagens situasjon uten pumping/tilleggsoverføring til Askjeldalsvatnet.

### Verdien av minstevannføring

Minstevannføring fra de nye reguleringsmagasinene Beinhellervatnet og Nedre Blåvatnet vurderes ved å legge inn forslaget i modulene for disse i VANSIMTAP.

Tilsiget til feltene Langavatnet og Dyrabotnen er lagt til modulen for Nedre Blåvatnet. Summen av minstevannføring fra Nedre Blåvatnet, Langavatnet og Dyrabotnen er lagt inn som restriksjon i modulen for Nedre Blåvatnet.

Tilsiget til bekkeinntakene i Kvanndalen og Urdadalen er lagt til modulen for Askjeldalsvatnet, og på grunn av dette er det ikke mulig å legge inn differensiert slipp av minstevannføring fra disse feltene. Vurdering av minstevannføring fra disse bekkeinntakene er gjort ved hjelp av energiekvivalentene for Evanger og Myster kraftverk.

Tabell 15 oppsummerer energitapet for de ulike utbyggingsalternativer som følge av foreslått slipp av minstevannføring som omtalt i avsnitt 3.1

**Tabell 15 Vurdering av energitap som følge av slipp av minstevannføring fra delfeltene.**

	Alt. A	Alt. B	Alt. C	Alt. D	Alt. E
Produksjonsøkning <sup>*</sup> [GWh]	69,3	56,7	52,1	7,6	41,5
Tapt produksjon <sup>**</sup> [GWh]	4,4	3,3	3,7	0,7	3,3
Redusert produksjonsøkning <sup>***</sup> [GWh]	<b>64,9</b>	<b>53,4</b>	<b>48,4</b>	<b>6,9</b>	<b>38,2</b>

<sup>\*</sup> Produksjonsøkning uten forbehold for slipp av minstevannføring, jf. tabell 14.

<sup>\*\*</sup> Energitap som følge av tap av vann til minstevannføring.

<sup>\*\*\*</sup> Økning i produksjon der det er tatt forbehold for tap av vann til å opprettholde forslaget til minstevannføring.

## 4 VIRKNINGER AV TILTAKET

### 4.1 Minstevannføring

I samråd med konsulentene som har utarbeidet konsekvensutredningene på landskap, natur og miljø er det kommet frem at det bør slippes minstevannføring fra de delfeltene som planlegges overført. Forslaget til minstevannføring er beskrevet i avsnitt 3.1, og avhengig av det valgte utbyggingsalternativet tatt med i forutsetningene for vurderingene på overflatehydrologien.

Vannføringsforholdene er visualisert ved at det er tatt bilder på flere av de berørte elvestrekninger ved ulike vannføringer, jf. vedlegg 11.

### 4.2 Restvannføringer

Rett nedstrøms bekkeinntakene vil det bli den foreslåtte minstevannføringen som vil dominere restvannføringen etter utbygging. I perioder der det ikke er planlagt å slippe minstevannføring fra bekkeinntakene, vil det etter utbygging bare være sporadiske overløp når enten vannføringen er større enn kapasiteten til bekkeinntaket eller når det er overløp fra Askjeldalsvatnet. Volumet som vil renne forbi bekkeinntakene er totalt sett vurdert å være lite.

For de fem ulike utbyggingsalternativer er restvannføringene for de aktuelle referansepunktene vurdert (jf. tabell 8). Forutsetningene for disse vurderingene er:

- at restvannføringene er vurdert i forhold til dagens situasjon.
- at restvannføringen er vurdert med gjeldende forslag til slipp av minstevannføring.
- at det foreløpig ikke er tatt hensyn til avgrenset kapasitet i bekkeinntakene.
- at vannføringen nedstrøms Nasedammen (inntaksmagasinet til Myster kraftverk) er styrt av minstevannføringsregimet og kapasiteten til Myster kraftverk. Kravet til minstevannføring er 2 m<sup>3</sup>/s på sommeren (1. mai – 30. september) og 1 m<sup>3</sup>/s på vinteren (1. oktober – 30. april).

Vannføringsforholdene er for hvert utbyggingsalternativ vurdert før og etter utbygging for reelle år – et tørt (1996), et middels (2004) og et vått (2005) år – se vedlegg 6 til vedlegg 10. Grunnlaget for disse vurderingene er videre vist som varighetskurver og oppsummert i tabeller der det skilles mellom gjennomsnittet over hele året, sommeren og vinteren. Et utdrag av denne tabellen for alternativ E er vist under (tabell 16).

Tabell 16 Restvannføring ved utvalgte referansepunkter for utbyggingsalternativ E (utsnitt av oppsummeringstabellen i vedlegg 10).

Referansepunkt	Gjennomsnittlig restvannføring (alternativ E) - gjelder perioden 1995-2011		
	År	Sommer	Vinter
Kvanndalselvi rett oppstrøms samløp med Norddalselvi	11,8 %	11,6 %	12,1 %
Norddalselvi rett oppstrøms samløp med Ekso	28,4 %	27,3 %	30,1 %
Urdadalen ved Trefallstølen	46,4 %	46,4 %	46,4 %
Ekso ved innløpet til Nesheimsvatnet	76,7 %	73,6 %	80,3 %
Ekso rett nedstrøms samløp med Fagerdalselvi	89,0 %	87,7 %	90,5 %
Ekso ved utløpet i Eidsfjorden	94,4 %	93,5 %	95,4 %

### 4.3 Beinhellervatnet

Beinhellervatnet vil bli regulert med 1,5 meter. Reguleringen vil bli benyttet til å sikre nødvendig dykking av pumpene og bidra til at pumpene vil fungere tilfredsstillende. Vannstanden og pådraget på pumpene vil bli styrt av tilsiget til Beinhellervatnet.

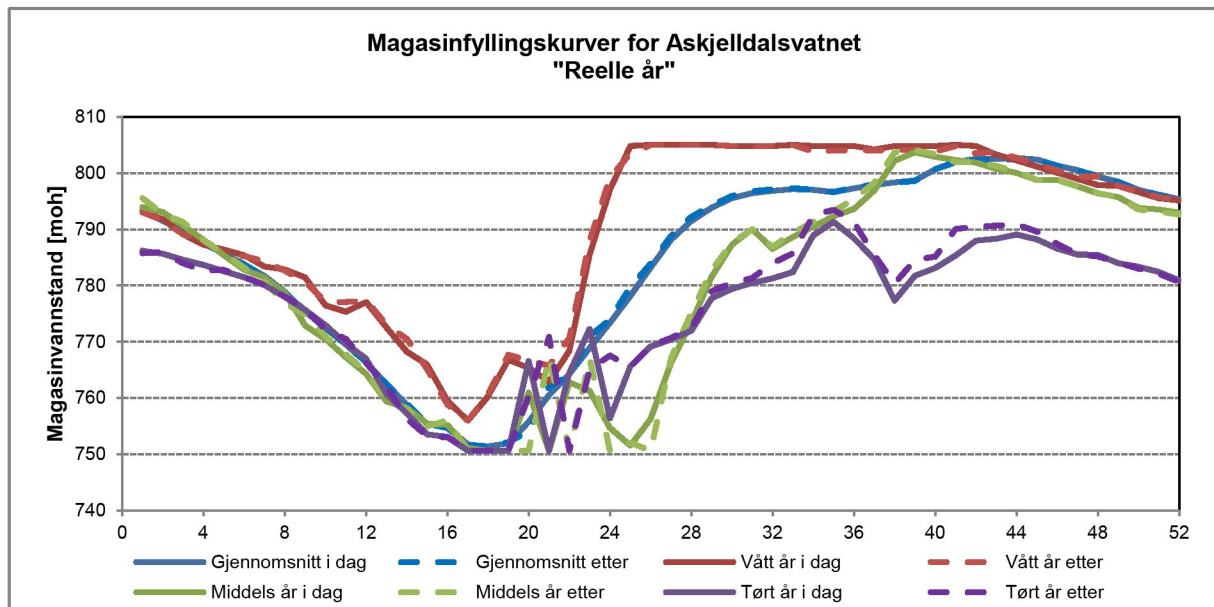
#### 4.4 Nedre Blåvatnet

Nedre Blåvatnet er planlagt med en 7 meter regulering, og vil bli demmet opp 5 meter og senket 2 meter. Vatnet er planlagt brukt som reguleringsmagasin og vil utjevne tilsiget. Da tilsiget er størst om våren og tidlig sommer vil vatnet fylles i denne perioden og tappes ned i løpet av vinteren.

#### 4.5 Askjeldalsvatnet

Pumping av vann fra Beinhellervatnet og tilleggsoverføringene fra Kvanndalen og Urdadalen til driftstunnelen til Evanger kraftverk vil medføre at magasinutfyllingen av Askjeldalsvatnet vil endres noe. Tilsiget til Beinhellervatnet og de øvrige delfelter som planlegges overført vil bidra til en raskere oppfylling av Askjeldalsvatnet.

Simulerte magasinutfyllingskurver for Askjeldalsvatnet før og etter utbygging, både som persentilkurver og for reelle år, er vist i vedlegg 11. Magasinutfyllingskurver for alternativ E er vist på figur 6.



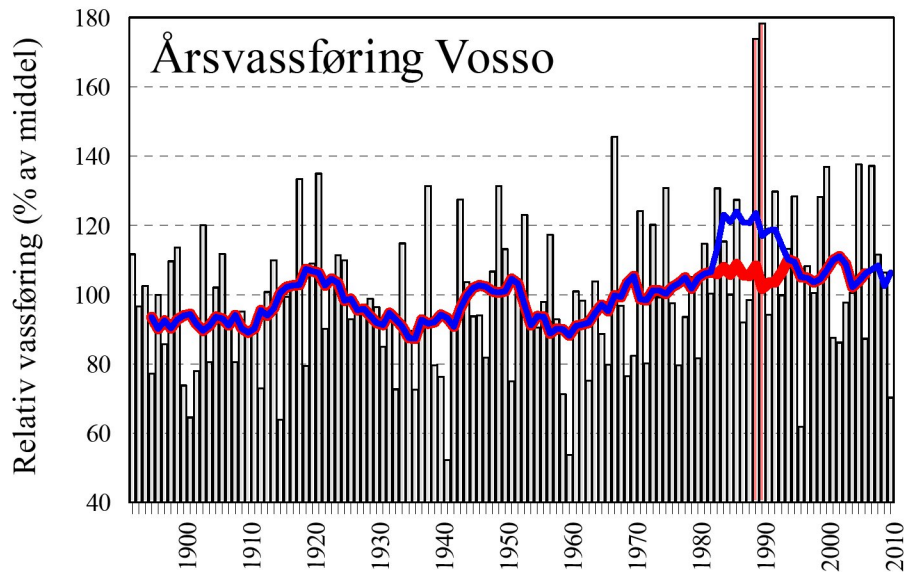
Figur 6 Magasinutfyllingskurve for Askjeldalsvatnet, "reelle år" før og etter utbygging av alternativ E.

#### 4.6 Vosso

##### 4.6.1 Historisk vurdering av vannføringsforholdene i Vosso

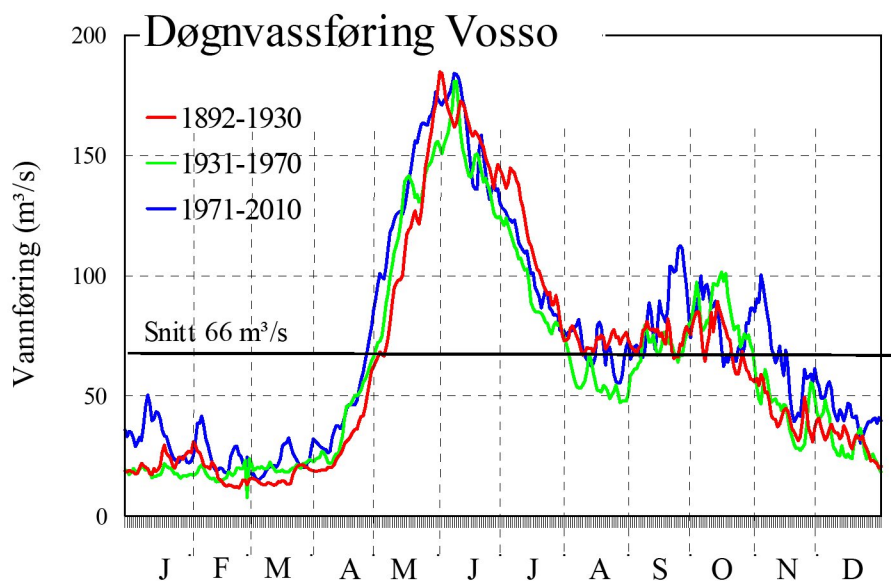
Rådgivende Biologer AS har i forbindelse med konsekvensutredningene for prosjektet "Tilleggsoverføring til Evanger kraftverk og utbygging av Tverrelvi og Muggåselvi" gjort en vurdering av langtidsvariasjonene av den uregulerte vannføring i Vosso. Det refereres i det følgende til denne rapporten [11].

Vannføringsforholdene i Vosso har de siste 120 årene blitt registrert ved Bulken (VM 62.5 Bulken), figur 7. Vannføringen har variert en god del i løpet av denne perioden, men gjennomsnittlig vært ca. 66 m<sup>3</sup>/s. Flytende 10-årsmiddel viser fluktuasjoner med perioder over og under gjennomsnittet for denne refererte observasjonsperioden, men etter 1973 har den flytende 10-årsmiddel ikke vært under. Derav kan det umiddelbart synes at den gjennomsnittlige vannføringen har økt noe de siste 40 årene i forhold de foregående år med observasjoner. Men for hele perioden gjelder at det har vært år med svært lave og svært høye vannføringer. Bortsett fra de ekstreme årene 1989 og 1990 har det jevnlig vært år der vannføringen har vært rundt 60 % og 130 % av midlere vannføring, og som det ses på figur 7 har det svingt mye fra år til år i hele perioden.



Figur 7 Årlig vannføring for Vosso ved målested Bulken, for årene 1892-2010 (grå søyler). Flytende 10-årsmiddel er vist med blått. De to ekstreme årene 1989 og 1990 er markert med rødt, og det er vist hvordan 10-årsmiddelet ville vært uten disse (rød strek). Kilde: Rådgivende Biologer AS [11].

Variasjonen over året synes imidlertid å være ganske lik (jf. figur 8), og styres i hovedsak av at vassdraget har et høytliggende nedbørfelt der nedbør kommer som snø på vinteren.



Figur 8 Gjennomsnittlig døgnvannføring i Vosso ved Bulken for de tre siste 40-årsperiodene. Kilde: Rådgivende Biologer AS [11].

#### 4.6.2 Vosso etter utbygging av Beinhelleren pumpe

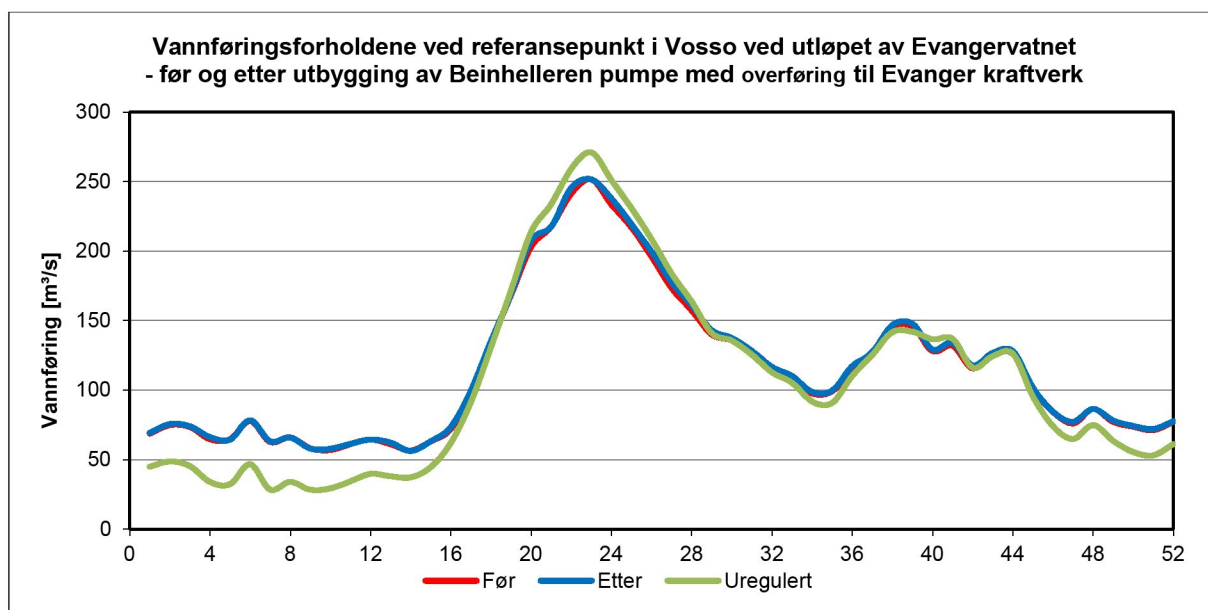
Vannføringen i Vosso på strekningen fra Evangervatnet til utløpet i fjorden (Bolstadelvi) vil endres noe idet det vil tilføres vann fra Eksingedalen. Volumet som tilføres gjennom Evanger kraftverk vil være avhengig av det valgte utbyggingsalternativet, men vil være inntil ca. 2 %, jf. tabell 17. Dette er marginale endringer sammenlignet med de ellers store variasjonene i vannføring som i dag, jf. avsnitt 4.6.1.

**Tabell 17 Prosentvis endring gjennom Evanger kraftverk og i tilsiget til Vosso ved utløpet av Evangervatnet. I Vosso ved utløpet av Evangervatnet er det midlere årlige uregulerte tilsiget 2897 mill. m<sup>3</sup> og det regulerte tilsiget som tilføres gjennom Evanger kraftverk er ca. 740 mill. m<sup>3</sup>/år.**

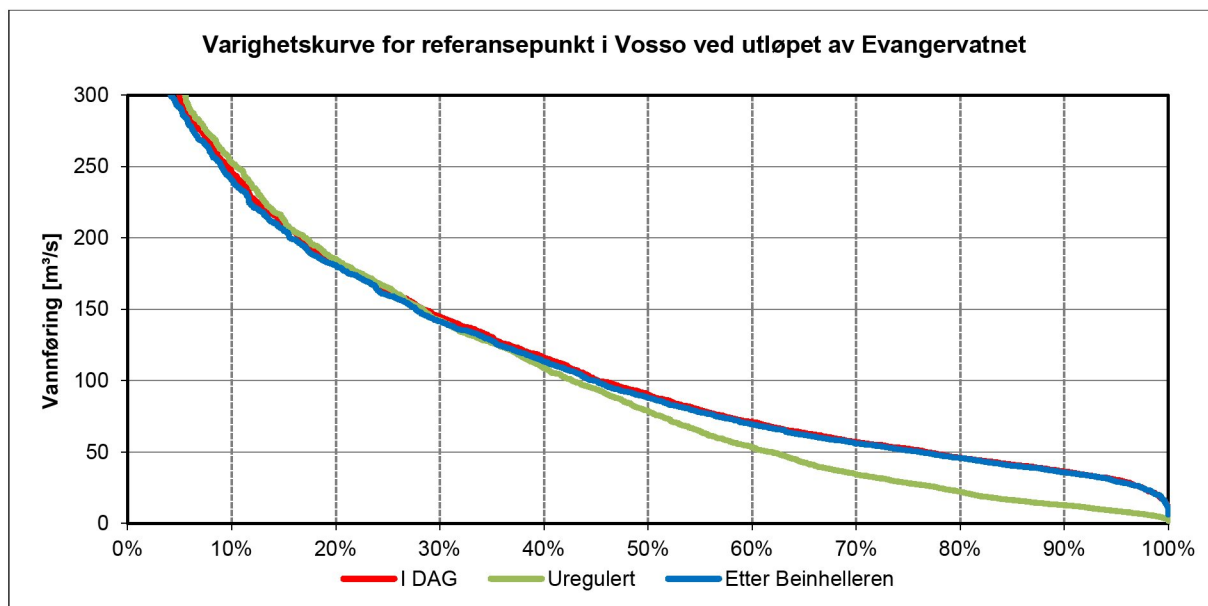
	Alt. A	Alt. B	Alt. C	Alt. D	Alt. E
Tilføres [mill. m <sup>3</sup> /år]	69,2	57,3	50,1	5,9	38,8
Endring gjennom Evanger kraftverk	+ 9,4 %	+ 7,7 %	+ 6,8 %	+ 0,8 %	+ 5,2 %
Endring til Vosso <sup>*</sup>	+ 1,9 %	+ 1,6 %	+ 1,4 %	+ 0,2 %	+ 1,1 %

<sup>\*</sup> Ved utløpet av Evangervatnet

Den gjennomsnittlige vannføring i Vosso ved utløpet fra Evangervatnet før og etter utbygging av Beinhelleren pumpe (alternativ E) er simulert og vist på figur 9, mens varighetskurven er vist på figur 10.

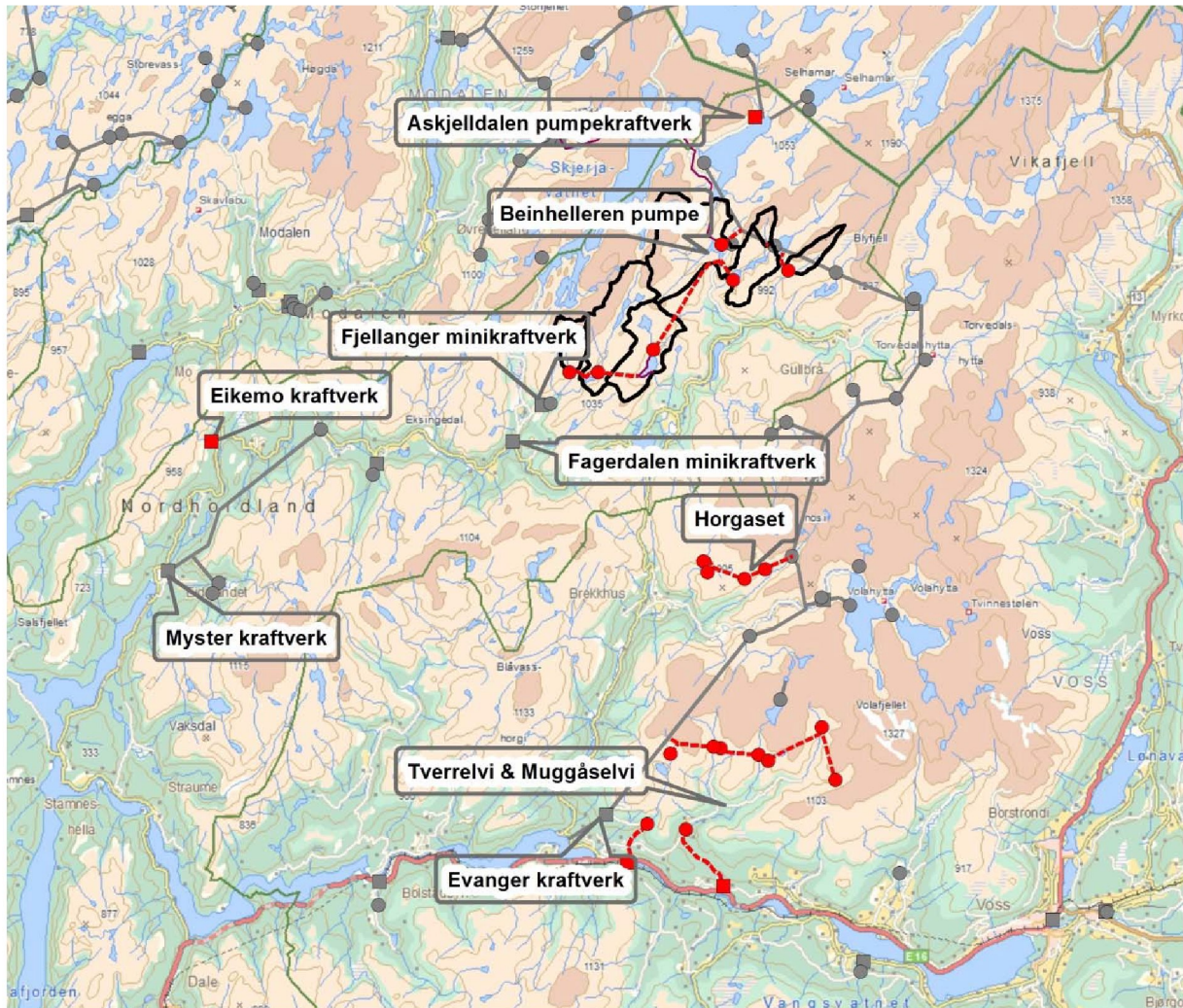


**Figur 9 Vannføringsforholdene i Vosso ved utløpet av Evangervatnet. Gjennomsnittsverdier for den uregulerte situasjonen samt før og etter utbygging av alternativ E (perioden 1961-1990).**



**Figur 10 Varighetskurve for referansepunkt i Vosso ved utløpet av Evangervatnet (simulert for perioden 1961-1990).**

## 4.7 Sumvirkninger i forhold til andre kraftverksprosjekter



Figur 11 Eksisterende anlegg og planlagte kraftverksprosjekter i influensområdet (nye prosjekter er markert med rødt).

### 4.7.1 Evanger kraftverk

Utover Beinhelleren pumpe har BKK andre prosjekter, i ulike faser, for å øke produksjonen i Evanger kraftverk og nytte de eksisterende reguleringsanlegg bedre. Etter ferdigstillingen av Nygard pumpekraftverk (2005), som bruker Skjerjevotnet (Eksingedalsvassdraget) til reguleringsmagasin, er det frigjort kapasitet i Evanger kraftverk og tilhørende reguleringsanlegg. Grunnen til dette er at Skjerjevotnet tidligere ble tappet til Askjeldalsvatnet, mens det altså nå blir benyttet i kraftverkene i Modalsvassdraget.

#### Askjeldalen pumpekraftverk

BKK har sendt inn konsesjonssøknad for Askjeldalen pumpekraftverk. Askjeldalen pumpekraftverk skal pumpe vann fra Askjeldalsvatnet til Holskarvatnet og produsere på fallet mellom de to magasinene [15]. Askjeldalen pumpekraftverk vil netto kunne produsere 20 GWh (brutto vil kraftverket kunne produsere 28 GWh, mens det vil forbruke 8 GWh til å pumpe vann opp i Holskarvatnet). I henhold til driftsopplegget vil kraftverket hovedsakelig pumpe vann fra Askjeldalsvatnet på sensommeren / tidlig høst og som i dag vil Holskarvatnet tappes til Askjeldalsvatnet på vinteren.

Det blir ikke tilført mer vann til systemet som følge av prosjektet Askjeldalen pumpekraftverk, men det vil endre noe på magasinutfyllingen i reguleringsmagasinene. Vann som vil bli tilført fra Beinhellervatnet vil således også kunne bli pumpet opp til Holskarvatnet og kan da bidra til litt høyere produksjon i Askjeldalen pumpekraftverk. Bygging av Askjeldalen pumpekraftverk vil ellers ikke få noen konsekvens for overflatehydrologien på elvestrekningene i Eksingedalen som berøres av Beinhellerprosjektet.



Simuleringsresultat for Askjellidalen pumpekraftverk viser at det blir en marginal endring i vannføring gjennom Evanger kraftverk. Evanger kraftverk har en samlet slukeevne på 54 m<sup>3</sup>/s, mens simuleringene viser at vannføringen gjennom kraftverket gjennomsnittlig vil være 22 m<sup>3</sup>/s. På strekningen fra Evangervatnet til utløpet i Bolstadfjorden vil endringene forårsaket av Askjellidalen pumpekraftverk være små til ubetydelige.

#### Utbygging av Tverrelvi og Muggåselvi

BKK har sendt inn konsesjonssøknad for tilleggsoverføringer fra Tverrelvi og Muggåselvi til Evanger kraftverk [12]. Tverrelvi og Muggåselvi er begge sideelver til Vosso, og har samløp med Vosso på strekningen mellom Bulken og Evangervatnet. En overføring av de øvre deler av nedbørfeltene til disse elvene vil redusere tilsiget til Vosso på strekningen til Evangervatnet. På strekningen fra Evangervatnet til utløpet i fjorden vil en få liten forskjell før og etter utbygging, som skyldes regulering av vannet [13].

Overføring fra Tverrelvi og Muggåselvi vil, som Beinhellerprosjektet, føre til en raskere magasinoppfylling av Askjellalsvatnet. Ellers vil ikke tilleggsoverføringen ha noen konsekvens for overflatehydrologien på de elvestrekninger i Eksingedalsvassdraget som berøres av Beinhellerutbyggingen.

#### Overføring av Horgaset m.fl. til Evanger kraftverk

BKK har sendt inn konsesjonssøknad for overføring av flere bekker ved Horgaset i Teigdalsvassdraget [14]. Disse bekkene drenerer naturlig til Teigdalselva og ut i Evangervatnet, men vil ved gjennomføring av prosjektet bli overført til Evanger kraftverk. Bekkene vil gjennom en ny tunnel bli overført til driftstunnelen fra Askjellalsvatnet til Evanger kraftverk.

I Vosso på strekninger fra Evangervatnet til utløpet i Bolstadfjorden vil det være små til ubetydelige endringer som skyldes av vannet fra bekkene kan bli regulert. Prosjektet vil ikke ha noen konsekvens for overflatehydrologien i Ekso.

### **4.7.2 Eksingedalen**

#### Minikraftverk i Fagerdalen

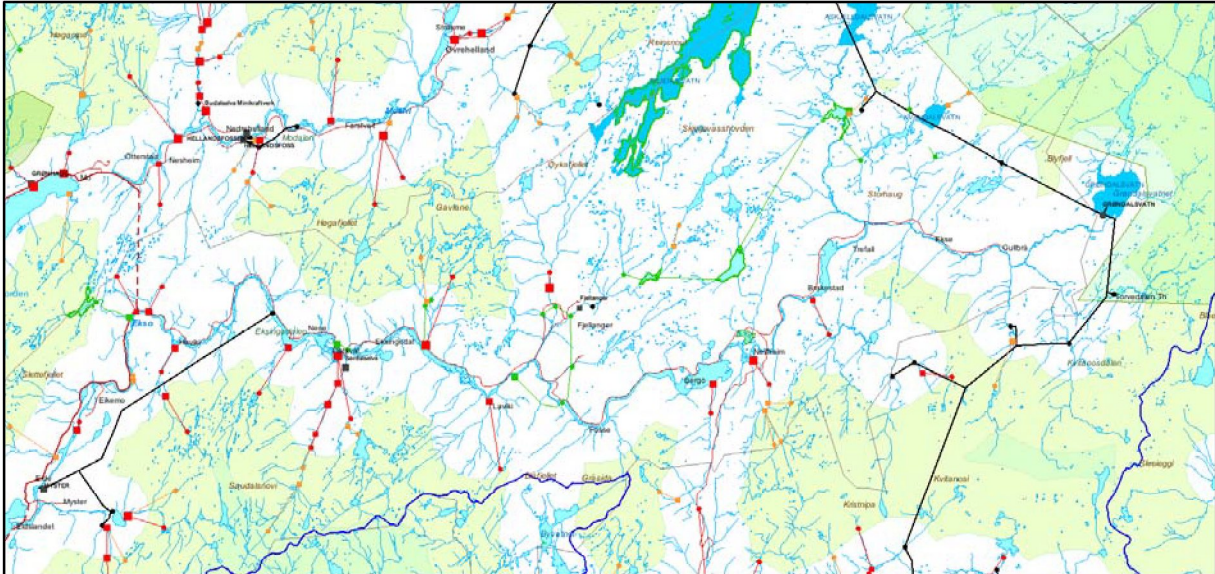
Utbygging av alternativ A og B vil berøre de eksisterende minikraftverkene i Fagerdalen. Tilsigsvolumet til Fjellanger minikraftverk vil reduseres med ca. 75 %, mens det til Fagerdalen minikraftverk vil reduseres med ca. 35 %.

#### Myster kraftverk

Produksjonen i Myster kraftverk vil bli redusert som følge av mindre tilsig til inntaket. Denne reduksjonen vil være i størrelsesordenen ca. 3-37 GWh avhengig av det valgte utbyggingsalternativ, jf. tabell 14. Av tabellen går det også frem at flomtapet fra Nesevatnet vil reduseres med 10-15 %.

#### Potensielle prosjekter

I NVE Atlas er det identifisert to mulige prosjekter i Ekso (jf. figur 12), henholdsvis Lavik og Flatekval. Prosjektene er tidligere behandlet i Samla Plan og plassert i kategori I og kan dermed konsesjonssøkes. En utbygging av Beinhelleren pumpe vil resultere i at tilsigsvolumet til disse prosjektene vil reduseres.



Figur 12 Utsnitt av Eksingedalen fra NVE Atlas med kartlegging av potensialet for små kraftverk. Kilde: <http://www.nve.no/>.

#### 4.8 Flomforhold

Eksingedalsvassdraget ligger i et område der store flommer som oftest forekommer på høsten. Flomepisodene er vanligvis forårsaket av intens nedbør og kan være kombinert med snøsmelting, da en del av nedbørfeltet er høytliggende.

Basert på flomfrekvensanalyse er middelflommen beregnet til å være mellom 750-975 l/s·km<sup>2</sup> og skadeflommen (Q<sub>10</sub>) til 1160-1525 l/s·km<sup>2</sup>, jf. avsnitt 2.4.2.

Det er vurdert at tiltaket marginalt vil endre på flomforholdene (flomfrekvens og -størrelse) i flomsituasjoner der pumpingen og overføringene er operative.

I situasjoner der Askjellaldalsvatnet har kapasitet til å motta flomvann fra de omtalte delfeltene (Beinhellervatnet m.fl.), vil de mindre og årlige flommene i Eksingedalsvassdraget reduseres tilsvarende pumpekapasiteten/overføringskapasiteten.

Utbyggingen vil ikke endre flomforholdene i Eksingedalsvassdraget i perioder der det samtidig er overløp fra Askjellaldalsvatnet. Ved overløp vil overføringene stenges for å søke å unngå skadevirkninger i Eksingedalsvassdraget. I de mest ekstreme flomsituasjoner er det rimelig å anta at Askjellaldalsvatnet er fullt, overføringene stenges og flommene vil bli som før utbygging.

#### 4.9 Oppfølgende undersøkelser

Driften av de hydrometriske målestasjonene i Beinhellervatnet (Norddalselvi) og Ekso bør fortsette.

## 5 REFERANSER

- [1] Konesjonshandsaming av vasskraftsaker – Rettleiar for utarbeiding av meldingar, konsekvensutgreiingar og søknader. NVE rettleiar nr. 3/2010.
- [2] BKK Produksjon AS – Fastsetting av utredningsprogram for planlagt utbygging av Beinhelleren pumpe og to bekkeinntak ved Kvanndalen – tilleggsoverføringer til Evanger kraftverk, Vaksdal kommune i Hordaland.
- [3] Teigdals- og Eksingedalsvassdraget – Systemoversikt. BKK Produksjon AS, tegning nr. 27070.
- [4] Beinhelleren pumpe og to tilleggsoverføringer frå Urdadalen og Kvanndalen. Konesjonssøknad. BKK Produksjon AS, 2012.
- [5] NVEs avrenningskart for Norge, perioden 1961-1990.
- [6] NVEs databasesystem Hydra II.
- [7] Lavvannapplikasjonen i NVE Atlas (<http://www.nve.no/no/vann-og-vassdrag/databaser-og-karttjenester/>).
- [8] Flaumfrekvensanalyse for utvalde serier på Vestlandet. BKK Produksjon AS 2008 (internrapport).
- [9] Regional flomfrekvensanalyse for norske vassdrag. NVE 1978.
- [10] Avrenningskart for Norge – Årsmiddelverdier for avrenning 1961-1990. Norges vassdrags- og energidirektorat 2002.
- [11] Tilleggsoverføringer Tverrelvi til Evanger kraftverk og utbygging av Tverrelvi og Muggåselvi – KU for vannkvalitet og for fisk og ferskvannsbiologi. Rådgivende Biologer AS 2011. Rapport nr. 1472.
- [12] Tilleggsoverføring til Evanger kraftverk og utbygging av Tverrelvi og Muggåselvi – Konesjonssøknad. BKK Produksjon AS 2012.
- [13] Tilleggsoverføring til Evanger kraftverk og utbygging av Tverrelva og Muggåselva – Konsekvensutredning hydrologi. BKK Produksjon AS 2012.
- [14] Overføring av Horgaset m.fl. til Evanger kraftverk. BKK Produksjon AS 2011.
- [15] Askjelldalen pumpekraftverk Konesjonssøknad. BKK Produksjon AS 2012.

## 6 VEDLEGG

Vedlegg 1 Oversiktskart

Vedlegg 2 Oversikt over nedbørfeltene i Eksingedals- og Teigdalsvassdraget som blir benyttet til kraftproduksjon i BKK Produksjon sine kraftverk

Vedlegg 3 Kart som viser de fem utbyggingsalternativer

Vedlegg 4 Rapport om målestasjoner i Eksingedalsvassdraget

Vedlegg 5 Kart med referansepunkter for vannføring

Vedlegg 6 Vannføringsforholdene ved referansepunkter før og etter utbygging av alternativ A

- A. Oppsummeringstabell
- B. Norddalselvi rett nedstrøms Beinhellervatnet
- C. Kvanndalselvi rett oppstrøms samløp med Norddalselvi
- D. Norddalselvi rett oppstrøms samløp med Ekso
- E. Urdadalen ved Trefallstølen
- F. Ekso ved Trefall (rett nedstrøms samløp med Norddalselvi)
- G. Ekso ved innløpet til Nesheimsvatnet
- H. Blågrovi rett oppstrøms innløpet til Nesheimsvatnet
- I. Ekso ved utløpet fra Nesheimsvatnet
- J. Fjellangerelva ved inntaket til Fjellanger minikraftverk
- K. Fagerdalselvi rett oppstrøms samløp med Ekso
- L. Ekso rett nedstrøms samløp med Fagerdalselvi
- M. Ekso ved Nesevatnet (inntaket til Myster kraftverk)
- N. Ekso rett nedstrøms nese dammen (inntaket til Myster kraftverk)
- O. Ekso ved utløpet til Eidsfjorden
- P. Varighetskurver

Vedlegg 7 Vannføringsforholdene ved referansepunkter før og etter utbygging av alternativ B

- A. Oppsummeringstabell
- B. Norddalselvi rett nedstrøms Beinhellervatnet
- C. Kvanndalselvi rett oppstrøms samløp med Norddalselvi
- D. Norddalselvi rett oppstrøms samløp med Ekso
- E. Ekso ved Trefall (rett nedstrøms samløp med Norddalselvi)
- F. Ekso ved innløpet til Nesheimsvatnet
- G. Blågrovi rett oppstrøms innløpet til Nesheimsvatnet
- H. Ekso ved utløpet fra Nesheimsvatnet
- I. Fjellangerelva ved inntaket til Fjellanger minikraftverk
- J. Fagerdalselvi rett oppstrøms samløp med Ekso
- K. Ekso rett nedstrøms samløp med Fagerdalselvi
- L. Ekso ved Nesevatnet (inntaket til Myster kraftverk)
- M. Ekso rett nedstrøms nese dammen (inntaket til Myster kraftverk)
- N. Ekso ved utløpet til Eidsfjorden
- O. Varighetskurver

Vedlegg 8 Vannføringsforholdene ved referansepunkter før og etter utbygging av alternativ C

- A. Oppsummeringstabell
- B. Norddalselvi rett nedstrøms Beinhellervatnet
- C. Kvanndalselvi rett oppstrøms samløp med Norddalselvi
- D. Norddalselvi rett oppstrøms samløp med Ekso

- E. Urdadalen ved Trefallstølen
- F. Ekso ved Trefall (rett nedstrøms samløp med Norddalselvi)
- G. Ekso ved innløpet til Nesheimsvatnet
- H. Blågrovi rett oppstrøms innløpet til Nesheimsvatnet
- I. Ekso ved utløpet fra Nesheimsvatnet
- J. Ekso rett nedstrøms samløp med Fagerdalselvi
- K. Ekso ved Nesevatnet (inntaket til Myster kraftverk)
- L. Ekso rett nedstrøms nese dammen (inntaket til Myster kraftverk)
- M. Ekso ved utløpet til Eidsfjorden
- N. Varighetskurver

Vedlegg 9 Vannføringsforholdene ved referansepunkter før og etter utbygging av alternativ D

- A. Oppsummeringstabell
- B. Kvanndalselvi rett oppstrøms samløp med Norddalselvi
- C. Norddalselvi rett oppstrøms samløp med Ekso
- D. Urdadalen ved Trefallstølen
- E. Ekso ved Trefall (rett nedstrøms samløp med Norddalselvi)
- F. Ekso ved innløpet til Nesheimsvatnet
- G. Ekso ved utløpet fra Nesheimsvatnet
- H. Ekso rett nedstrøms samløp med Fagerdalselvi
- I. Ekso ved Nesevatnet (inntaket til Myster kraftverk)
- J. Ekso rett nedstrøms nese dammen (inntaket til Myster kraftverk)
- K. Ekso ved utløpet til Eidsfjorden
- L. Varighetskurver

Vedlegg 10 Vannføringsforholdene ved referansepunkter før og etter utbygging av alternativ E

- A. Oppsummeringstabell
- B. Norddalselvi rett nedstrøms Beinhellervatnet
- C. Kvanndalselvi rett oppstrøms samløp med Norddalselvi
- D. Norddalselvi rett oppstrøms samløp med Ekso
- E. Urdadalen ved Trefallstølen
- F. Ekso ved Trefall (rett nedstrøms samløp med Norddalselvi)
- G. Ekso ved innløpet til Nesheimsvatnet
- H. Ekso ved utløpet fra Nesheimsvatnet
- I. Ekso rett nedstrøms samløp med Fagerdalselvi
- J. Ekso ved Nesevatnet (inntaket til Myster kraftverk)
- K. Ekso rett nedstrøms nese dammen (inntaket til Myster kraftverk)
- L. Ekso Esko ved utløpet til Eidsfjorden
- M. Varighetskurver

Vedlegg 11 Fotografier av berørte elvestrekninger ved forskjellige vannføringer

Vedlegg 12 Magasinfylingskurver for Askjelldalsvatnet

- A. Magasinfylingskurver for Askjelldalsvatnet – Dagens situasjon
- B. Magasinfylingskurver for Askjelldalsvatnet – Alternativ A
- C. Magasinfylingskurver for Askjelldalsvatnet – Alternativ B
- D. Magasinfylingskurver for Askjelldalsvatnet – Alternativ C
- E. Magasinfylingskurver for Askjelldalsvatnet – Alternativ D
- F. Magasinfylingskurver for Askjelldalsvatnet – Alternativ E
- G. Magasinfylingskurver for Askjelldalsvatnet – Før og etter utbygging "reelle år"

Vedlegg 13 Karakteristiske vannføringsdata for utvalgte referanseserier

- A. VM 62.5 Bulken
- B. VM 62.18 Svartavatn
- C. VM 63.12 Fjellanger