



Nordplan AS
E39 Kryssing av Hennaelva og Klettaelva

Utgave: Sluttrapport
Dato: 2012-02-17

DOKUMENTINFORMASJON

Oppdragsgiver: Nordplan AS
Rapportnavn: E39 Kryssing av Hennaelva og Klettaelva
Utgave/dato: Sluttrapport / 2012-02-17
Arkivreferanse: -

Oppdrag: 528624 – E 39 Valsøya / Klettelva Flomvurdering
Oppdragsbeskrivelse: Vurdering av flomfare for Klettelva og Hennaelva ved kryssing av E39
Oppdragsleder: Knotten Håvard
Fag: Utredning;VAR
Tema: Overvann
Leveranse: Rapport / utredning

Skrevet av: Håvard Knotten
Kvalitetskontroll: Øystein Tranvåg

Asplan Viak AS www.asplanviak.no

FORORD

Asplan Viak har vært engasjert av Nordplan AS for å utrede flomfare og påvirkning på vannmiljøet for E39 ved kryssing av Hennaelva og Klettaelva. Roger Holgersen har vært Nordplans kontaktperson for oppdraget.

Håvard Knotten har vært oppdragsleder for Asplan Viak. Han har også utført alt arbeidet.

Trondheim

Håvard Knotten
Oppdragsleder

Øystein Tranvåg
Kvalitetssikrer

INNHALDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
2	Hydrologiske beregninger.....	5
2.1	Valg av dimensjonerende flom	5
2.2	Grunnlag for hydrologiske beregninger	5
2.3	År- til år-variasjon	7
2.4	Variasjon gjennom året	8
2.5	Beregning av flomvannmengde.....	10
3	Valg av løsning for kryssing og utredning av konsekvenser.....	13
3.1	Klettaelva alt. 1.....	13
3.2	Klettaelva alt. 3.....	15
3.3	Hennaelva alt. 1	18
3.4	Hennaelva alt. 3	19

HENVISNINGER

/1/ Planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag. NVE Retningslinjer 2008. Sist revidert 05.03.2009

/2/ Retningslinjer for flomberegninger til § 5-7 i forskrift om sikkerhet ved vassdragsanlegg. NVE Høringsutkast 2009.

1 INNLEDNING

Det skal utarbeides kommunedelplan for ny E39 fra Valsøya til Klettaelva i Halså kommune. Flere alternativer skal utredes. Vegen vil krysse Hennaelva og Klettaelva. Dette er to små naboelver som begge har sitt utløp i sjøen.

Det skal undersøkes hvordan de nye kryssingene vil påvirke vannløpene. Dette gjelder både flomforhold og virkning for allmenne interesser. Som grunnlag for vurderingene blir det utført beregning av dimensjonerende vannføring. Denne beregningen vil også danne grunnlaget for videre arbeid med kryssingene i senere faser.

2 HYDROLOGISKE BEREGNINGER

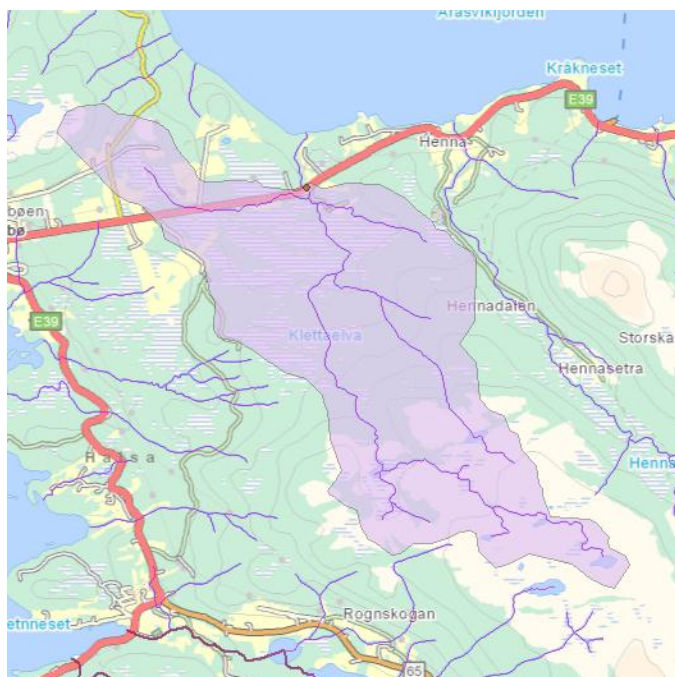
2.1 Valg av dimensjonerende flom

Retningslinjer fra NVE /1/ anbefaler at vanlig infrastruktur dimensjoneres for 200-årsflom. Under en slik hendelse kan det aksepteres mindre materielle skader, men ikke fare for liv og helse. Vegvesenets handbøker sier at vegger med omkjøringsmulighet skal dimensjoneres for en 100-årsflom, men 200-årsflom skal benyttes for vegger uten omkjøringsmulighet.

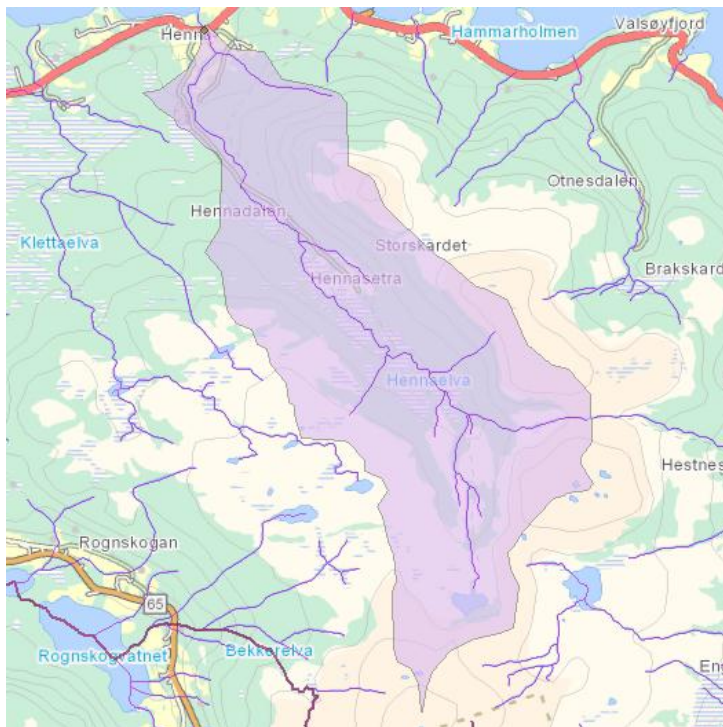
For Hennaelva og Klettaelva velges å dimensjonere for 200-årsflom. Begrunnelsen er at vegen har dårlig omkjøringsmulighet.

2.2 Grunnlag for hydrologiske beregninger

Hennaelva og Klettaelva er nabovassdrag og ligger på Nordmøre i vassdragsområde 113.3. Begge vassdrag har direkte utløp i sjøen. Oversikt over nedbørfeltene er vist i figur 2.1 og 2.2 og karakteristiske hydrologiske data er vist i tabell 2.1.



Figur 2.1 Klettaelva



Figur 2.2 Hennaelva

Felt	Vassdragsnr /Målestasjon nr.	Feltareal Km ²	Effektivt sjøareal %	Skog %	Myr %	Hmin/Hmaks	Snaufjell %	Middelvannføring (61-90) l/skm ²	Måleperiode
Klettaelva	113.3	9,9	0,1	52,0	18,8	61/501	7,3	46,8	
Hennaelva	113.3	10,7	0,0	50,9	5,3	15/730	32,0	58,5	
Myra	114.31Z/ 114.1	16,6	0,0	38,6	13,2	29/891	43,0	47,1	1988-dd
Hokfossen	123.2C/ 123.28	8,1	1,2	76,2	19,7	241/512	0,0	27,7	1969-dd
Nauståa	111.B0/ 111.10	24,5	0,3	5,5	0,9	217/1373	84,9	70,7	1978-dd

Tabell 2.1 Hydrologiske feltparametere

Feltparametere er beregnet med dataprogrammet lavvannskart fra NVE.

Det beste grunnlaget for vannføringsberegninger er vannføringsmåling over en lang periode i det aktuelle vassdraget. I Hennaelva og Klettaelva fins det ikke slike målinger. Beregning av flomvannføring må da baseres på enten en teoretiske beregning basert på nedbørsdata eller sammenligning med andre nærliggende felt med lignende hydrologiske egenskaper. I dette tilfellet er den siste metoden benyttet.

Sammenlignbare feltparametere for utvalgte referansefelt er vist i tabell 2.1. Etter en vurdering er det valgt å benytte data fra felt 114.31Z Myra. Myra ligger på Tustna ca 20 km nordvest for planområdet. Det er lagt vekt på geografisk nærhet, at referansefeltet ligger i samme flomregion (K1) og at feltstørrelsen er nokså lik. Det samme er effektivt sjøareal.

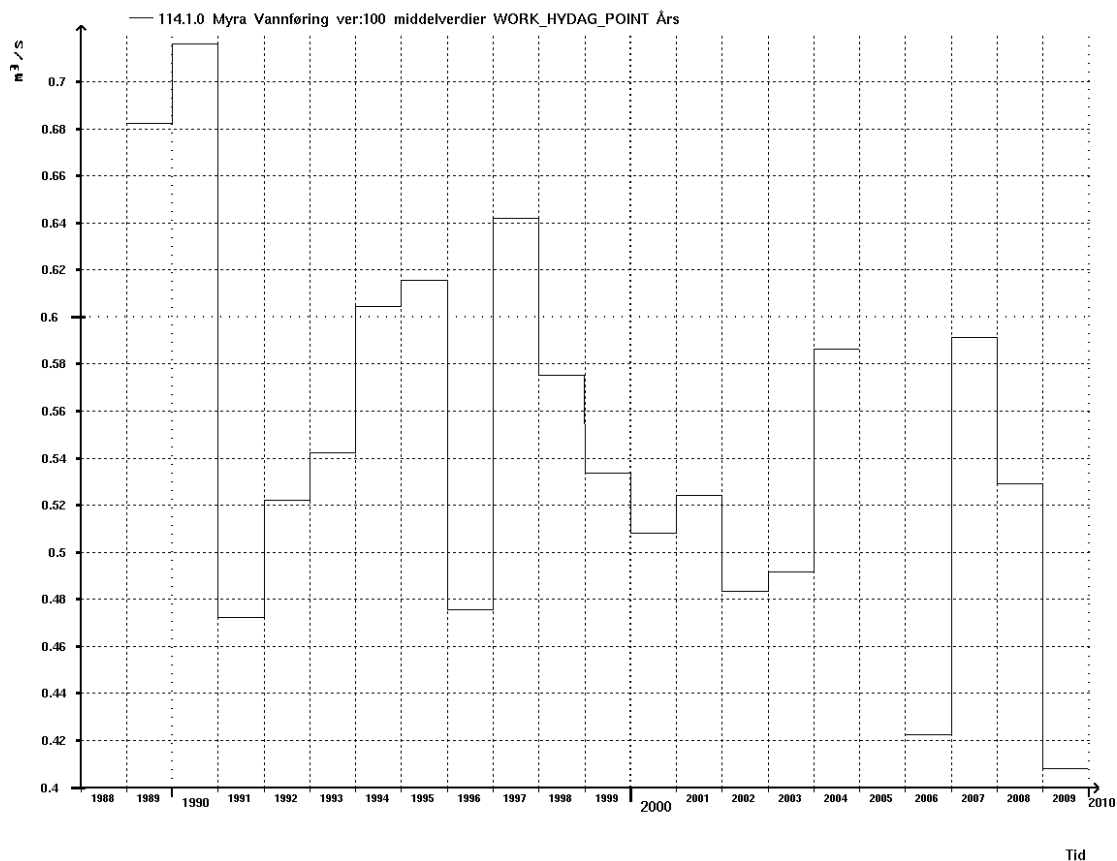
For skalering av måledata fra Myra til Klettaelva og Hennaelva benyttes følgende skalering:

For Klettaelva $9,9/16,6 \cdot 46,8/47,1 = 0,6$

For Hennaelva $10,7/16,6 \cdot 58,5/47,1 = 0,8$

2.3 År- til år-variasjon

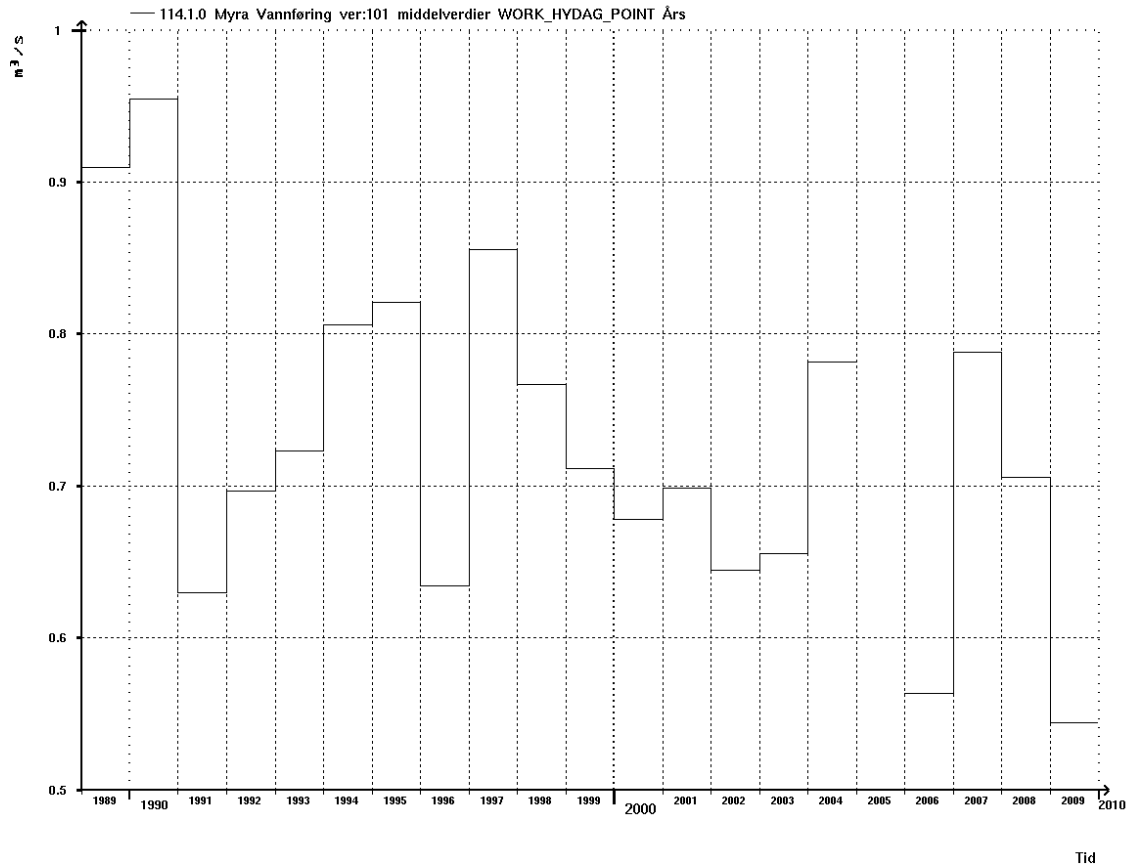
For å få en grov oversikt over avrenningsforholdene er det beregnet en kurve som viser gjennomsnittlig årsavløp for perioden 1989 -2009 for begge vassdragene. Kurvene er basert på analyse av skalerte måleserier fra målestasjon 114.1 Myra.



Figur 2.3 Klettaelva variasjon av årsavløpet

Gjennomsnittlig årsavløp for Klettaelva vist på figur 2.3 varierer fra 0,41 m³/s til 0,72 m³/s i perioden 1989 – 2009. For hele perioden er middelavløpet målt til 0,55 m³/s.

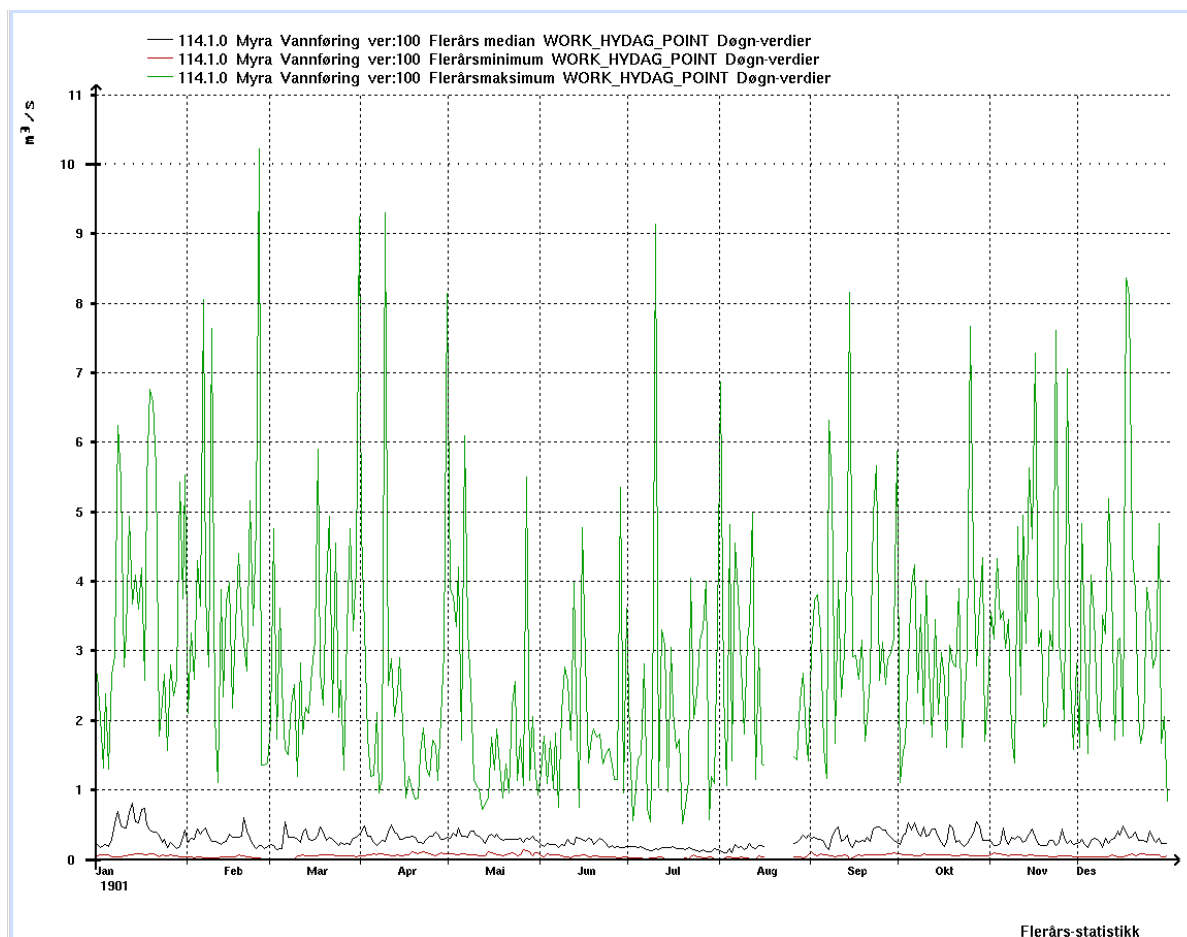
Gjennomsnittlig årsavløp for Hennaelva vist på figur 2.4 varierer fra 0,55 m³/s til 0,95 m³/s i perioden 1989 – 2009. For hele perioden er middelavløpet målt til 0,73 m³/s.



Figur 2.4 Hennaelva variasjon av årsavløpet

2.4 Variasjon gjennom året

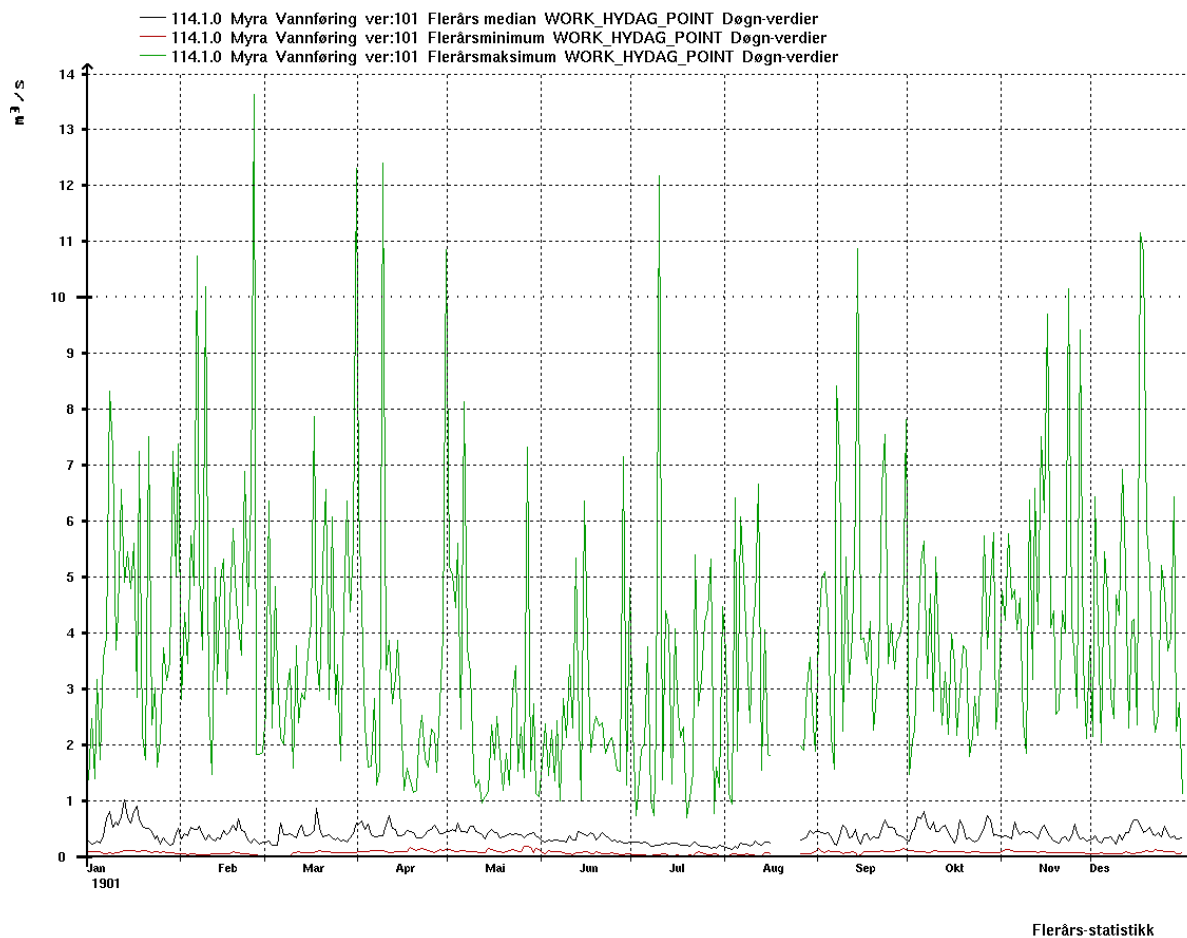
For å se hvordan avløpet varierer gjennom året er det utarbeidet kurver som viser flerårsmiddel for perioden 1989 -2009 for begge vassdragene. Kurvene er basert på analyse av skalerte måleserier fra målestasjon 114.1 Myra.



Figur 2.5 Klettaelva Flerårsmiddel for maksimalt, median og minimalt døgnavløp

Figur 2.5 viser hvordan avløpet i Klettaelva varierer over året. Tørre perioder med vannføring mindre enn 50 l/s kan opptre hele året. De alle laveste vannføringene opptrer februar - mars og juli - august.

De aller største flommene kan opptre hele året. Minst sjanse for storflom er mai-juni. Feltet har ingen tydelig vårfloppriode. Det er mer vanlig med stor vannføring om vinteren og om høsten enn om våren og sommeren.



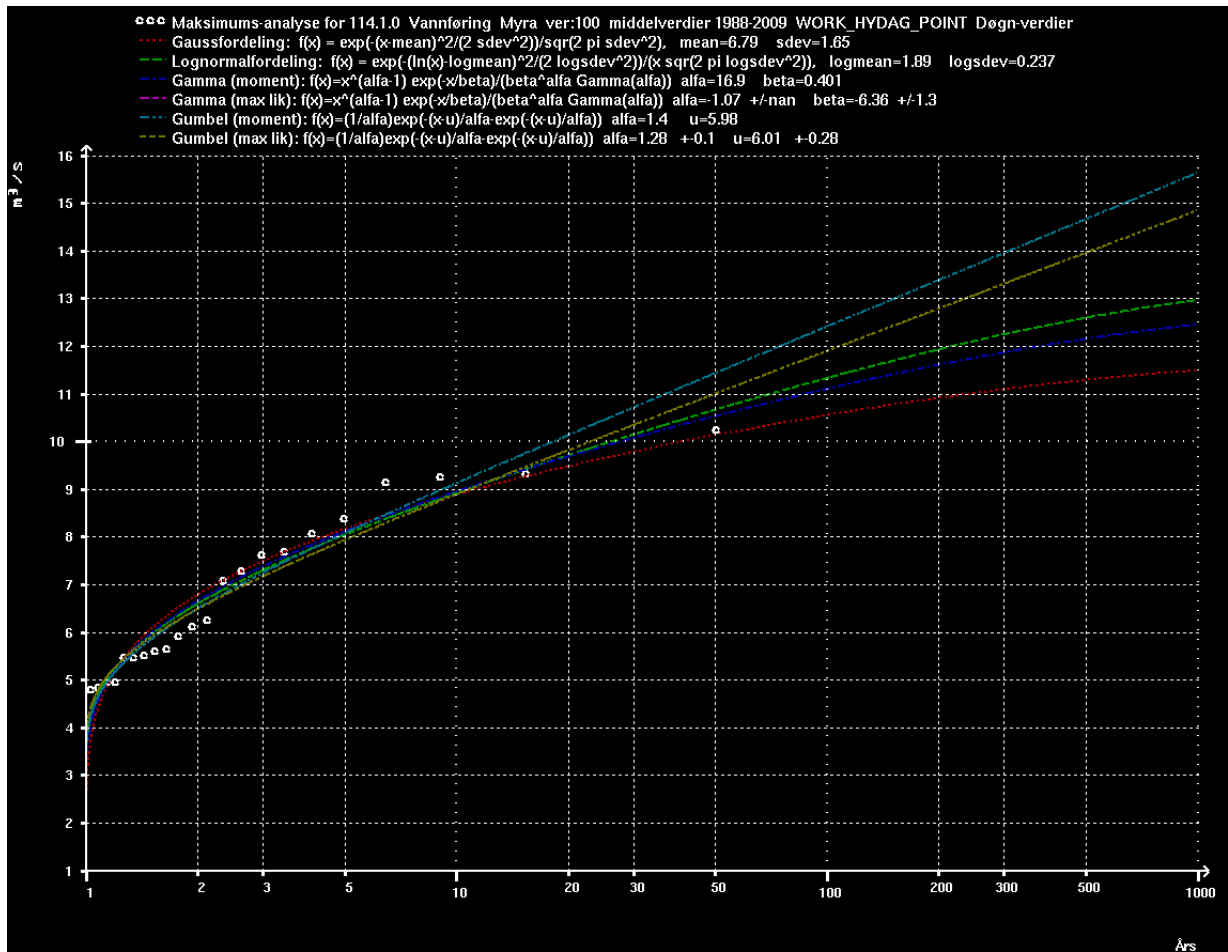
Figur 2.6 Hennaelva Flerårsmiddel for maksimalt, median og minimalt døgnavløp

Figur 2.6 viser hvordan avløpet i Hennaelva varierer over året. Variasjonen viser samme trekk som for Klettaelva.

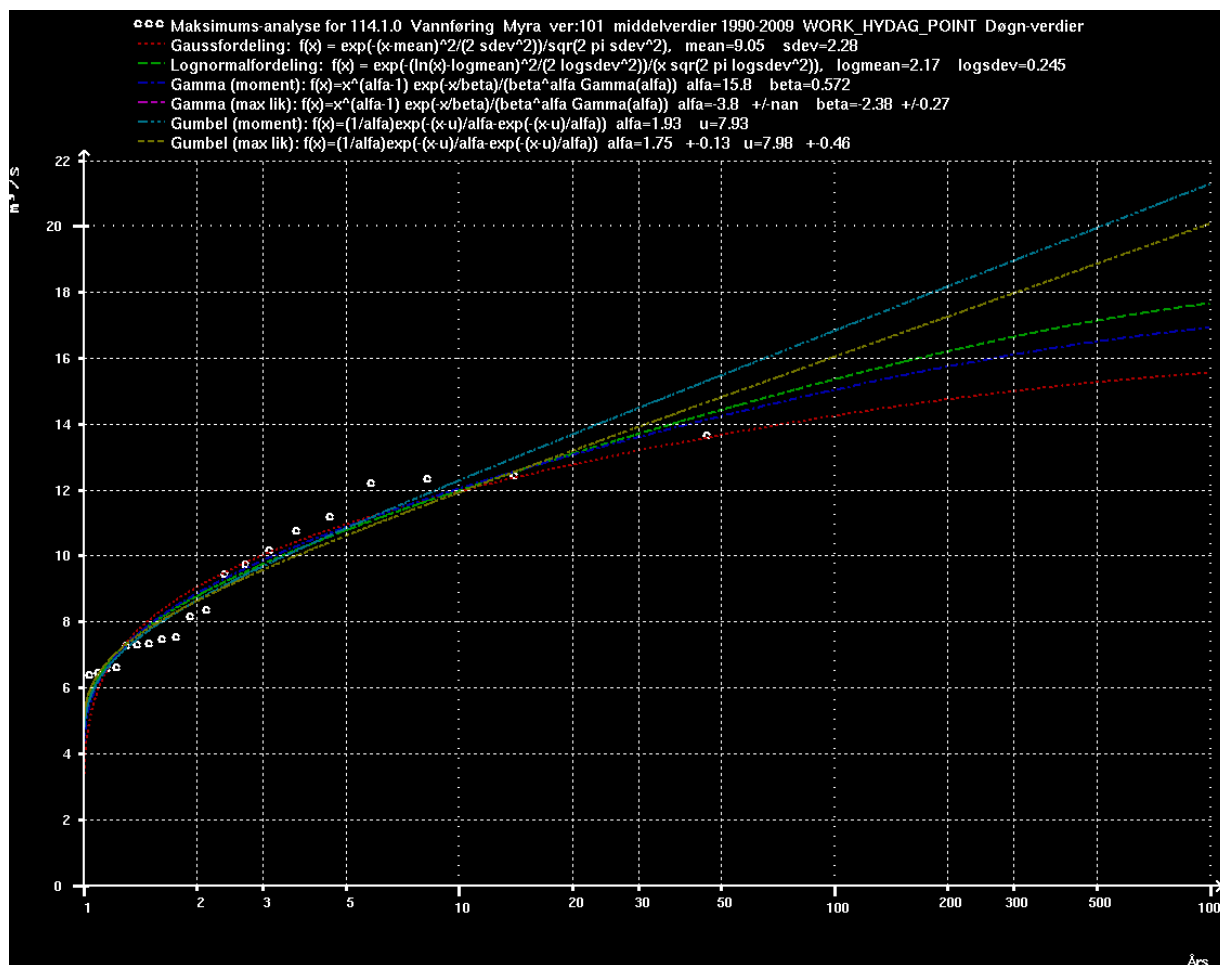
2.5 Beregning av flomvannmengde

Flomvannmengder beregnes ved frekvensanalyse av skalerte måleserier fra målestasjon 114.1 Myra. Analysen er utført på grunnlag av data for døgnmiddel. Resultatet av analysen er vist i figur 2.7 for Klettaelva og figur 2.8 for Hennaelva. Den anvendte måleserien er 21 år. Etter som serien er såpass kort vil usikkerheten i beregningsresultatet øke for sjeldne flommer.

Flomfrekvenskurver er beregnet for flere fordelingsfunksjoner. Gausfordeling gir best tilpassing til målte data. For å kompensere noe for økende usikkerhet ved sjeldne flommer velges Gamma momentfordeling som også gir bra tilpassing for flommer i området 2 – 20 år, men som ligger noe høyere for flommer med returperiode over 100 år.



Figur 2.7 Klettaelva Resultat av flomfrekvensanalyse



Figur 2.8 Hennaelva Resultat av flomfrekvensanalyse

Flomfrekvensanalysen, som er utført på grunnlag av gjennomsnittlig døgnverdier, gir følgende resultat for en 200-årsflom:

Klettaelva 11,7 m³/s
 Hennaelva 15,8 m³/s

For å finne vannføring ved flommens kulminasjon må det finnes forholdstall mellom gjennomsnittlig døgnverdi og kulminasjonsverdien som i dette tilfellet velges som timesverdi. Dette forholdstallet finnes best ved analyse av findata fra målinger i det aktuelle vassdraget, men etter som slike ikke finnes benyttes tilsvarende data fra analyse av findata fra målte flommer i et referansevassdrag. I /2/ er det gjengitt resultatet av en slik analyse for et utvalg av norske vassdrag. Fra dette arbeidet er det valgt ut data fra målestasjon 97.4 Skjåstad. Denne måleserien har feltareal 9,68 og effektiv sjøprosent 0. Dette samsvarer bra med Klettaelva og Hennaelva. Etter som begge felt er dominert av regnflommer velges å benytte data for høstflommer. Forholdstallet mellom kulminasjonsverdi og døgnmiddel er i /2/ beregnet til **1,73**. Resultatet av beregning av kulminasjonsverdier for flommer er vist i tabell 2.2.

Vassdrag	Middelflom	20 år	100 år	200 år	500 år
Klettaelva	11,2	16,6	19,2	20,2	20,9
Hennaelva	15,2	22,5	26,1	27,3	28,4

Tabell 2.2 Flomvannføring for flommer med angitt returperiode. Tabellen viser kulminasjonsverdier i m³/s.

3 VALG AV LØSNING FOR KRYSSING OG UTREDNING AV KONSEKVENSER

3.1 Klettaelva alt. 1

I dette alternativet føres vegen over elva på nåværende fylling. Ut fra foreslått plan og lengdeprofil ser det ut til at den nye vegen vil kreve noe utvidelse av fyllinga på oppstrømsida. Det er ikke utført befarings på stedet, og tegninger som viser eksisterende kulvert er heller ikke kjent. Etterfølgende beskrivelser og vurderinger baseres på opplysninger som er tilgjengelig på kart, flybilder og foto fra Google Streetview.

3.1.1 Utforming av vegkryssing

Ut fra dagens forhold på stedet vil det være mest aktuelt å forlenge dagens kulvert med anslagsvis 2 – 5 m. Kulverten bør utformes slik at innløpet ikke er dykket under 200-årsflommen. Med en slik forutsetning vil flytende gjenstander lettere bli transportert gjennom kulverten under flom og ikke hope seg opp ved innløpet. Dette reduserer faren for at innløpet tettes helt under flom. Samtidig vil kulverten ha en viss reserve for vannføringer som er større enn 200-årsflommen. Slike flommer bør i dette tilfellet med en høy vegfylling også kunne ledes gjennom kulverten uten at oppstivingen blir så høy at det dannes en innløpsdam med stor vanndybde.

Det er gjort en prøveberegning for en firkantkulvert av betong med bredde 4,0 m og høyde 2,0 m. Dersom innløpet utstyres med vangemurer med en vinkel (i forhold til senterlinja) på 30 – 75 grader vil innløpsvannstanden under 200-årsflommen bli 2,2 m. Dette betyr at kulvertens innløp ikke er dykket. Grensen for at innløpet lukker seg vil være en innløpsvannstand på 2,4 m.

3.1.2 Strømningsforhold i kulverten

Det forutsettes at kulverten har naturlig bunn. Ut fra kartet kan kulvertens fall anslås til ca. 5 %. Med de øvrige forutsetninger gitt foran er det gjort overslagsmessige strømningsberegninger med følgende resultat. Beregningen er gjort på normalstrømningsbasis og gir en grov indikasjon på forholdene.

	Vannføring m ³ /s	Vanndybde m	Vannhastighet m/s	Merknad
200-årsflom	20,2	1,0	5,2	Gjelder ved utløpet
Typisk vannføring om sommeren	0,2	0,06	0,8	Vannet vil strømme mellom steinene på bunnen og hastighet og vanndybde vil variere mye

Typisk vannføring om høsten	0,3	0,08	1,0	Som foran
-----------------------------	-----	------	-----	-----------

Tabell 3. 1 Klettaelva Alt. 1 Strømningsforhold i kulvert

3.1.3 Virkning på flomsikkerhet

Dersom kulverten utformes som beskrevet under avsnitt 3.1 eller med tilsvarende kapasitet vil sikkerheten mot flom være god. Ved de aller største flommene (returperiode lenger enn 200 år) vil vannet stuve seg noe opp ved innløpet men vanndybden vil være mindre enn 3 m. En slik oppstuvning ser ikke ut til å skape problemer eller vesentlige ulemper på oppstrømsida.

Den største faren for flomskader eller ulemper er dersom kulvertinnløpet tettes av drivende gjenstander, sedimenter eller isgang under flom. Faren for at dette skal skje er vanskelig å vurdere objektivt. Med en bredde på 4 m og en høyde på 2 m anses faren for en gjentetting normalt å være liten. Gjentetting med sedimenter vil kunne skje som et resultat av et flomskred. Ut fra en vurdering av flybilder og kvartærgeologisk kart anses faren for flomskred til å være liten.

Hovedkonklusjonen er at flomsikkerheten med en kulvert vil være tilfredsstillende.

3.1.4 Erosjonsforhold

Erosjonstilstanden ved eksisterende kulvert er ikke kontrollert. For øvrig vil det være enkelt å sikre en forlengelse av kulverten mot erosjon selv om denne lages med naturlig bunn. Dette må følges opp under detaljprosjektering

3.1.5 Isforhold

Noen vassdrag har forhold som gjør at det kan dannes store mengder is. Under spesielle værforhold kan ismassene løsne og bli ført nedover vassdraget med strømmen. Denne ismassen kan henge seg opp ved innsnevninger i strømningstverrsnittet og danne store isdemninger. Slike demninger kan medføre høy vannstand uten at dette henger sammen med høy vannføring. Når isdammer går til brudd kan det også i sjeldne tilfeller dannes en bruddbølge nedover i vassdraget som kan forårsake skader.

Innsnevninger ved bruer og spesielt ved kulverter kan danne problematiske isdemninger.

Isforholdene i dette vassdraget er ikke spesielt undersøkt. Forekomsten av isganger er vanskelig å beregne på teoretisk basis, og det beste vil være å bygge på historiske erfaringer. Før detaljprosjektering må det innhentes lokale erfaringer om isforholdene og spesielt om faren for isgang. Ved fare for isgang må kulverter unngås og brutverrsnitt må utformes med tanke på god plass for ispassasje både sidevegs og i høyden og det må kontrolleres at en vannstandsstigning ikke gir skadelig flomnivå. I tillegg må det etableres tilfredsstillende rutiner for maskinell fjerning av eventuelle ispropper.

3.1.6 Virkning på drukningsfare

Det er lite bebyggelse i området, og avstanden til nærmeste bolighus er ca 250 m målt i luftlinje. Dette gjør at det er liten sannsynlighet for at små barn vil oppholde seg ved kulverten alene.

Forlengelse av eksisterende kulvert vil ikke medføre noen endring av drukningsfaren i kulverten. Murer ved inn- og utløp må i alle fall sikres med gjerde som hindrer fall i vannet fra toppen av muren. Forutsatt at kulverten dimensjoneres som angitt foran vil en person som trekkes inn i kulverten under flom ha stort sett samme sjanse for å bli berget som ved fall i vannet på øvrige strekninger av elva.

Rist ved innløpet frarådes da denne vil kunne gå tett under flom.

3.1.7 Virkning på hydromorfologi

Forutsatt at eksisterende kulvert er utformet med naturlig bunn vil kulverten påvirke hastighet, turbulens og vanddybde lite under vanlige vannføringer. Ved flom vil det dannes en dam med vanddybde 1 – 2 m og lengde 20 – 40 m. Dette fører til økt vanddybde og redusert vannhastighet ved innløpet og redusert vanddybde og økt vannhastighet i kulverten, alt sett i forhold til naturlig vassdrag.

3.1.8 Virkning på vannlevende organismer

Vannlevende organismer vil ikke bli påvirket av en forlengelse av kulverten. Forutsatt at eksisterende kulvert er utformet med naturlig bunn vil virkningen fra denne sett i forhold til naturlig vassdrag å være liten. Kulverten har et fall på ca 5 %, og dette vil normalt ikke være en hindring for at fisk kan passere både opp og ned gjennom kulverten.

3.1.9 Fugl og dyreliv

Beskrivelse av konsekvenser for dette området inngår ikke i oppdraget.

For øvrig må det nevnes at eksisterende kulvert kan være en hindring for at fugl og smådyr kan passere langs vassdraget. Det bør eventuelt vurderes tiltak som kan lette passasjen for slike organismer.

3.1.10 Landskapsmessige forhold

Beskrivelse av konsekvenser på dette området inngår i andre rapporter.

3.1.11 Virkning på friluftsliv

Beskrivelse av konsekvenser på dette området inngår i andre rapporter .

3.2 Klettaelva alt. 3

I dette alternativet føres vegen over elva ved en ny kryssing ca 110 m oppstrøms nåværende kryssing. Ved denne løsningen vil det i dette området bli tre kryssinger av elva innenfor en lengde på 110 m. Den videre beskrivelse og analyse forutsetter at alle tre kryssingene vil bestå i framtida. Med riktig utforming av den nye kryssingen kan disse tre bli stående som typiske eksempler fra tre forskjellige tidsepoker i vegbygging.

Det er ikke utført befaring på stedet. Etterfølgende beskrivelser og vurderinger baseres på opplysninger som er tilgjengelig på kart, flybilder og foto fra Google Streetview.

3.2.1 Utforming av vegkryssing

Det foreslås at den nye kryssingen utføres som en bruløsning. Ut fra plan og lengdeprofil ser det ut til at den nye brua vil få en høyde på 5 – 6 m over elva. Brua kan gjøres så lang at nåværende adkomstveg også kan krysse under den samme brua. Landkarene bør i alle fall trekkes så langt bort fra elveløpet at litt av sideterrenget ved vanlig vannføring beholdes urørt. Dette vil gi min ca 10 m mellom landkarene dersom det ikke gis plass til adkomstvegen. Dersom landkarene trekkes lenger tilbake og brua utstyres med søyler bør søyler plasseres utenfor vannløpet ved normal vannføring. Dette krever min ca 7 – 8 m mellom søylene. Både søyler og landkar bør orienteres på skrå i forhold til vegens lengdeakse slik at denne del av brukonstruksjonen ligger langs elvas lengdeakse.

Strømningsforhold i elva

Med eksisterende kulvert og den gamle hvelvbrua slik de ligger i dag uendret og den nye brua bygd etter de prinsipper som er angitt under 3.2.1 vil strømningsforholdene i elva ikke endre seg i forhold til i dag.

I forhold til naturtilstanden vil den eksisterende kulverten ha stor påvirkning på strømningstilstanden i elva. Det henvises til avsnitt 3.1.2 som beskriver dette.

Den gamle brua er ikke beregnet, men ut fra en skjønsmessig vurdering på bakgrunn av bilder fra Google Streetview antas det at strømmingen blir upåvirket under normale vannføringer. Ved store flommer kan det bli en liten oppstuvning.

Forutsatt at den nye brua blir bygd i samsvar med prinsipper angitt i avsnitt 3.2.1 vil den ikke påvirke strømningsforholdene i det hele tatt verken under normale vannføringer eller under de største flommer.

3.2.2 Virkning på flomsikkerhet

Eksisterende kulvert vil stuve opp vannstanden under flom. For øvrig vises til avsnitt 3.1.3.

Den gamle brua vil danne noe oppstuvning under flom. Oppstuvning er ikke beregnet. Ut fra tilgjengelige opplysninger ser dette ikke ut til å representere noen flomfare, men det henvises til lokale erfaringer for eventuelle ulemper knyttet til dette.

Forutsatt at den nye brua blir bygd i samsvar med prinsipper angitt i avsnitt 3.2.1 vil den ha god sikkerhet mot flomskader.

3.2.3 Erosjonsforhold

Forutsatt at den nye brua blir bygd i samsvar med prinsipper angitt i avsnitt 3.2.1 vil den ikke påvirke erosjonsstatus i elva. Dersom det blir aktuelt å plassere landkar eller søyler i, eller i nærheten av, vanntverrsnittet under storflom må det etableres tilfredsstillende erosjonssikring.

3.2.4 Isforhold

Noen vassdrag har forhold som gjør at det kan dannes store mengder is. Under spesielle værforhold kan ismassene løsne og bli ført nedover vassdraget med strømmen. Denne ismassen kan henge seg opp ved innsnevringer i strømningsstverrsnittet og danne store isdemninger. Slike demninger kan medføre høy vannstand uten at dette henger sammen med høy vannføring. Når isdammer går til brudd kan det også i sjeldne tilfeller dannes en bruddbølge nedover i vassdraget som kan forårsake skader.

Innsnevringer ved bruer og spesielt ved kulverter kan danne problematiske isdemninger.

Isforholdene i dette vassdraget er ikke spesielt undersøkt. Forekomsten av isganger er vanskelig å beregne på teoretisk basis, og det beste vil være å bygge på historiske erfaringer. Før detaljprosjektering må det innhentes lokale erfaringer om isforholdene og spesielt om faren for isgang. Ved fare for isgang må kulverter unngås og brutverrsnitt må utformes med tanke på god plass for ispassasje både sidevegs og i høyden og det må kontrolleres at en vannstandsstigning ikke gir skadelig flomnivå. I tillegg må det etableres tilfredsstillende rutiner for maskinell fjerning av eventuelle ispropper. Eventuelle søyler eller landkar som blir liggende nær vannstverrsnittet under storflom må kontrolleres spesielt for iskrefter og iserosjon. I tillegg må det vurderes faren for at konstruksjonen kan danne isdam.

3.2.5 Virkning på drukningsfare

Forutsatt at den nye brua blir bygd i samsvar med prinsipper angitt i avsnitt 3.2.1 vil den ikke påvirke drukningsfaren i vassdraget ved brua.

3.2.6 Virkning på hydromorfologi

Forutsatt at den nye brua blir bygd i samsvar med prinsipper angitt i avsnitt 3.2.1 vil den ikke påvirke hydromorfologien i elva. Eventuelle søyler plassert i vannløpet vil påvirke vannhastighet, turbulens og vanddybde noe lokalt, men dette vil normalt ikke være til ulempe for levende organismer.

3.2.7 Virkning på vannlevende organismer

Forutsatt at den nye brua blir bygd i samsvar med prinsipper angitt i avsnitt 3.2.1 vil vannlevende organismer ikke bli nevneverdig påvirket. Det tas her forbehold om at brustedet ikke i utgangspunktet er biotop for spesielt sårbare arter. Dette er ikke undersøkt.

3.2.8 Fugl og dyreliv

Beskrivelse av konsekvenser for dette området inngår ikke i oppdraget.

3.2.9 Landskapsmessige forhold

Beskrivelse av konsekvenser på dette området inngår i andre rapporter.

3.2.10 Virkning på friluftsliv

Beskrivelse av konsekvenser på dette området inngår i andre rapporter.

3.3 Hennaelva alt. 1

I dette alternativet flyttes veggen ca 20 m nord for nåværende kryssing. Det forutsettes at nåværende kryssing beholdes som lokalveg. Det er ikke utført befaring på stedet, og tegninger som viser eksisterende bru er heller ikke kjent. Etterfølgende beskrivelser og vurderinger baseres på opplysninger som er tilgjengelig på kart, flybilder og foto fra Google Streetview.

3.3.1 Utforming av vegkryssing

I forhold til elva er planlagt kryssing noe ugunstig. Det blir fyllingsutslag som delvis går på langs av elva og fyller hele elveløpet i en lengde på 20 – 30 m. Konsekvensene av denne kryssingen vil være svært avhengig av hvordan dette utformes. Som grunnlag for utredning av konsekvenser er det valgt å ta utgangspunkt i en utforming som er gunstig for elva, og som gir få negative konsekvenser. Det vil bli gitt en beskrivelse av konsekvenser både av den foreslåtte utførelse og av enkelte andre aktuelle utførelser.

Ca 10 m nedstrøms for nordre vegkant deler elva seg i dag i to løp. Denne delingen danner ei øy som i stor grad bidrar til økning av biologisk mangfold på stedet. Det dannes også to mindre vannfall med fallhøyde 4 – 5 m.

For å unngå ødelegging av dette spesielle vannløpet anbefales det å bygge en støttemur fra ca pr. nr. 3190 og fram til landkar som plasseres på ca. 3230. Denne muren blir 0 – ca. 5 m høy. Landkar plasseres med ca 30 m avstand. Eventuelle søyler bør plasseres utenfor vannløpet ved normal vannføring. Dette krever min ca 10 m mellom søylene. Både søyler og landkar bør orienteres på skrå i forhold til vegens lengdeakse slik at denne del av brukonstruksjonen ligger langs elvas lengdeakse.

3.3.2 Gjennomgang av konsekvenser

Forutsatt at den nye brua blir bygd i samsvar med prinsipper angitt i avsnitt 3.3.1 vil den ikke påvirke strømningsforholdene i det hele tatt verken under normale vannføringer eller under de største flommer.

Flomsikkerheten vil være god forutsatt at søyler ikke plasseres slik at de kan samle opp drivgods under storflom.

Ved plassering av søyler må isforholdene vurderes spesielt dersom det er fare for isgang i vassdraget. Her må lokale erfaringer undersøkes.

Landkar eller eventuelle søyler som plasseres i nærheten av vannverrsnittet under storflom må sikres mot erosjon med passende tiltak. Enten må konstruksjonen fundamenteres på fjell eller så må fundamentdybden være større enn maksimal erosjonsdybde. Erosjonsdybden kan eventuelt reduseres med bruk av grov stein som plastring på overflata.

Drukningssfare i vassdraget vil ikke bli påvirket av brua.

Hydromorfologien i elva vil ikke bli vesentlig påvirket av den nye brua. Eventuelle søyler plassert i vannløpet vil påvirke vannhastighet, turbulens og vanndybde noe lokalt, men dette vil normalt ikke være til ulempe for levende organismer.

Forutsatt at den nye brua blir bygd i samsvar med prinsipper angitt i avsnitt 3.3.1 vil vannlevende organismer ikke bli nevneverdig påvirket. Det tas her forbehold om at brustedet ikke i utgangspunktet er biotop for spesielt sårbare arter. Dette er ikke undersøkt.

Utredning av konsekvenser for fugl og dyreliv, landskapsmessige forhold og virkning på friluftsliv inngår ikke i dette oppdraget.

3.3.3 Konsekvenser av kryssing med kulvert

Istedenfor bru kan elva krysses med kulvert. Anslagsvis tverrsnitt for en kulvert vil være B/H lik 4-6/2,5-3 m. Lengden på en slik kulvert vil være ca 25 m. På nedsida må det bygges anslagsvis 30 m støttemur for å hindre at vannløpet stenges av vegfyllingen. Kulverten må utføres med naturlig bunn som må sikres mot erosjon med tilstrekkelig stor stein dersom den ikke fundamenteres direkte på fjell.

For å gi sikkerhet mot flom må kulvertinnløpet og eksisterende bru sees i sammenheng og utformes og dimensjoneres slik at det oppnås god sikkerhet mot gjentetting av kulvert og eller bru pga is, drivende gjenstander og sedimenter. Med optimal utforming vil sikkerheten mot flom kunne bli tilfredsstillende, men ikke så god som for bru.

Vassdraget vil generelt få en noe høyere drukningsfare med kulvert enn ved bru, men med god utforming av kulvert med inn- og utløp og passende inngjerding kan sikkerheten bli god nok.

Forutsatt god høyde over vannspeilet og god bredde med naturlig bunn vil kulverten ikke bli til noen vesentlig hindring for at fugl og smådyr kan passere langs vassdraget. Passasje for fisk er lite aktuelt i dette området pga fossen som ligger på nedsida.

3.4 Hennaelva alt. 3

I dette alternativet føres vegen over elva ved en ny kryssing ca 800 m oppstrøms nåværende kryssing. Denne kryssing ligger i et ubebygde område. Elva har stort fall på dette partiet.

Det er ikke utført befaring på stedet. Etterfølgende beskrivelser og vurderinger baseres på opplysninger som er tilgjengelig på kart og flybilder.

3.4.1 Utforming av vegkryssing

Kryssingen kan utføres både som bru og kulvert. En utførelse med bru vil kreve ei bru med 5 – 7 m mellom landkarene. Landkarene bør orienteres parallelt med elvas lengdeakse.

En eventuell kulvert bør utformes slik at innløpet ikke er dykket under 200-årsflommen. Med en slik forutsetning vil flytende gjenstander lettere bli transportert gjennom kulverten under flom og ikke hope seg opp ved innløpet. Dette kan føre til at innløpet tettes helt under flom. Samtidig vil kulverten ha en viss reserve for vannføringer som er større enn 200-årsflommen.

Det er gjort en prøveberegning for en firkantkulvert av betong med bredde 5,0 m og høyde 2,5 m. Dersom innløpet utstyres med vangemurer med en vinkel (i forhold til senterlinja) på 30 – 75 grader vil innløpsvannstanden under 200-årsflommen bli 2,25 m. Dette betyr at kulvertens innløp ikke er dykket. Grensen for at innløpet lukker seg vil være en innløpsvannstand på 3,0 m.

3.4.2 Strømningsforhold i kulverten

Det forutsettes at kulverten har naturlig bunn. Ut fra kartet ser det ut til at kulverten vil få et fall på 7,0 – 15 %. Med de øvrige forutsetninger gitt foran er det gjort overslagsmessige strømningsberegninger med følgende resultat. Beregningen er gjort på normalstrømningsbasis og gir en grov indikasjon på forholdene.

	Vannføring m ³ /s	Vanddybde m	Vannhastighet m/s	Merknad
200-årsflom	27,3	0,8 – 1,05	5,2 – 6,0	Gjelder ved utløpet
Typisk vannføring om sommeren	0,3	0,06 -0,07	0,9	Vannet vil strømme mellom steinene på bunnen og hastighet og vanddybde vil variere mye
Typisk vannføring om høsten	0,4	0,09	1,0-1,1	Som foran

Tabell 3. 1 Hennaelva Alt. 3 Strømningsforhold i kulvert

Ved bruløsning vil strømningsforholdene i elva bli upåvirket i forhold til naturtilstanden.

3.4.3 Virkning på flomsikkerhet

Dersom kulverten utformes som beskrevet under avsnitt 3.1 eller med tilsvarende kapasitet vil sikkerheten mot flom være god. Ved de aller største flommene (returperiode lenger enn 200 år) vil vannet stuve seg noe opp ved innløpet, men vanddybden vil være mindre enn 2,5 m. En slik oppstuvning ser ikke ut til å skape problemer eller vesentlige ulemper på oppstrømsida.

Den største faren for flomskader eller ulemper er dersom kulvertinnløpet tettes av drivende gjenstander, sedimenter eller isgang under flom. Faren for at dette skal skje er vanskelig å vurdere objektivt. Med en bredde på 5 m og en høyde på 2,5 m anses faren for en gjentetting normalt å være liten. Gjentetting med sedimenter vil kunne skje som et resultat av et flomskred. Ut fra en vurdering av flybilder og kvartærgeologisk kart anses faren for flomskred til å være liten.

Hovedkonklusjonen er at flomsikkerheten med en kulvert vil være tilfredsstillende.

Ved bruløsning vil flomsikkerheten i elva bli upåvirket i forhold til naturtilstanden.

3.4.4 Erosjonsforhold

Dersom kulverten kan fundamenteres direkte på fjell vil erosjon ikke være noe vanskelig problem. Ved løsmasse i elvebunnen vil det kreve svært kraftig plastring dersom kulverten skal utføres med naturlig bunn. Ved løsmasse i grunnen bør det vurderes å bygge kulverten med betongbunn. I så fall bør det bygges en egen kulvert for smådyrpassasje på et passende nivå over normal vannstand.

Dersom det blir aktuelt å plassere landkar eller søyler i, eller i nærheten av vanntverrsnittet under storflom må det etableres tilfredsstillende erosjonssikring.

3.4.5 Isforhold

Noen vassdrag har forhold som gjør at det kan dannes store mengder is. Under spesielle værforhold kan ismassene løsne og bli ført nedover vassdraget med strømmen. Denne ismassen kan henge seg opp ved innsnevring i strømningsstverrsnittet og danne store isdemninger. Slike demninger kan medføre høy vannstand uten at dette henger sammen med høy vannføring. Når isdammer går til brudd kan det også i sjeldne tilfeller dannes en bruddbølge nedover i vassdraget som kan forårsake skader.

Innsnevring ved bruer og spesielt ved kulverter kan danne problematiske isdemninger.

Isforholdene i dette vassdraget er ikke spesielt undersøkt. Forekomsten av isganger er vanskelig å beregne på teoretisk basis, og det beste vil være å bygge på historiske erfaringer. Før detaljprosjektering må det innhentes lokale erfaringer om isforholdene og spesielt om faren for isgang. Ved fare for isgang må kulverter unngås og brutverrsnitt må utformes med tanke på god plass for ispassasje både sidevegs og i høyden og det må kontrolleres at en vannstandsstigning ikke gir skadelig flomnivå. I tillegg må det etableres tilfredsstillende rutiner for maskinell fjerning av eventuelle ispropper. Isforholdene i vassdraget er ikke undersøkt. Før detaljprosjektering må det innhentes lokale erfaringer om isforholdene og spesielt om faren for isgang. Eventuelle søyler eller landkar som blir liggende nær vannstverrsnittet under storflom må kontrolleres spesielt for iskrefter og iserosjon. I tillegg må det vurderes faren for at konstruksjonen kan danne isdam.

Ved fare for isgang med dannelse av isdam må det eventuelt etableres tilfredsstillende rutiner for maskinell fjerning av eventuelle ispropper.

3.4.6 Virkning på drukningsfare

Det er lite bebyggelse i området, og avstanden til nærmeste bolighus er ca 350 m målt i luftlinje. Dette gjør at det er liten sannsynlighet for at små barn vil oppholde seg ved kulverten alene.

Murer ved inn- og utløp må i alle fall sikres med gjerde som hindrer fall i vannet fra toppen av muren. Forutsatt at kulverten dimensjoneres som angitt foran vil en person som trekkes inn i kulverten under flom ha stort sett samme sjanse for å bli berget som ved fall i vannet på øvrige strekninger av elva.

Rist ved innløpet frarådes da denne vil kunne gå tett under flom.

Drukningssfare ved kulvert vil være noe større ved kulvertløsning enn ved bruløsning. Grunnen til dette er at det ved kulvertinnløpet vil dannes en innløpsdam med stor vanddybde under storflom.

3.4.7 Virkning på hydromorfologi

En bruløsning vil ikke påvirke hydromorfologien i det hele tatt. En kulvert vil påvirke hastighet, turbulens og vanddybde lite under vanlige vannføringer. Ved flom vil det dannes en dam med vanddybde 1 – 2 m og lengde 20 – 40 m. Dette fører til økt vanddybde og redusert vannhastighet ved innløpet og redusert vanddybde og økt vannhastighet i kulverten, alt sett i forhold til naturlig vassdrag.

3.4.8 Virkning på vannlevende organismer

Vannlevende organismer vil bli lite påvirket av kulverten forutsatt at den bygges med naturlig bunn. På grunn av stort fall på strekningen er det lite aktuelt for fisk å passere.

3.4.9 Fugl og dyreliv

Beskrivelse av konsekvenser for dette området inngår ikke i oppdraget.

For øvrig må det nevnes at en kulvert kan være en hindring for at fugl og smådyr kan passere langs vassdraget. Det bør eventuelt vurderes tiltak som kan lette passasjen for slike organismer.

3.4.10 Landskapsmessige forhold

Beskrivelse av konsekvenser på dette området inngår i andre rapporter.

3.4.11 Virkning på friluftsliv

Beskrivelse av konsekvenser på dette området inngår i andre rapporter.