



Statens vegvesen

Notat

Til: Elin Falck
Fra: Jonas Thu Olsen
Kopi til: Jan Steve Johansen, Ingvil Karlsen

Saksbehandler/telefon:
Jonas Thu Olsen/97797512
Vår dato: 16.08.2017
Vår referanse:

Flom- og vannlinjeberegning for Elverland bru under Fv. 861 i Lenvik

Det er utført flom- og vannlinjeberegning for Elverland under Fv. 861 bru i Lenvik kommune. Flomberegningen er utført ved nasjonalt formelverk for små nedbørsfelt og vannlinjeberegning er utført med Mannings formel. Bruk av Mannings formel forutsetter normalstrømning, noe som i realiteten aldri inntreffer. Følgelig vil resultatene være noe usikre, men fungerer godt for å få et første estimat og å se om det er nødvendig med videre beregninger for å dimensjonere lysåpning på bru.

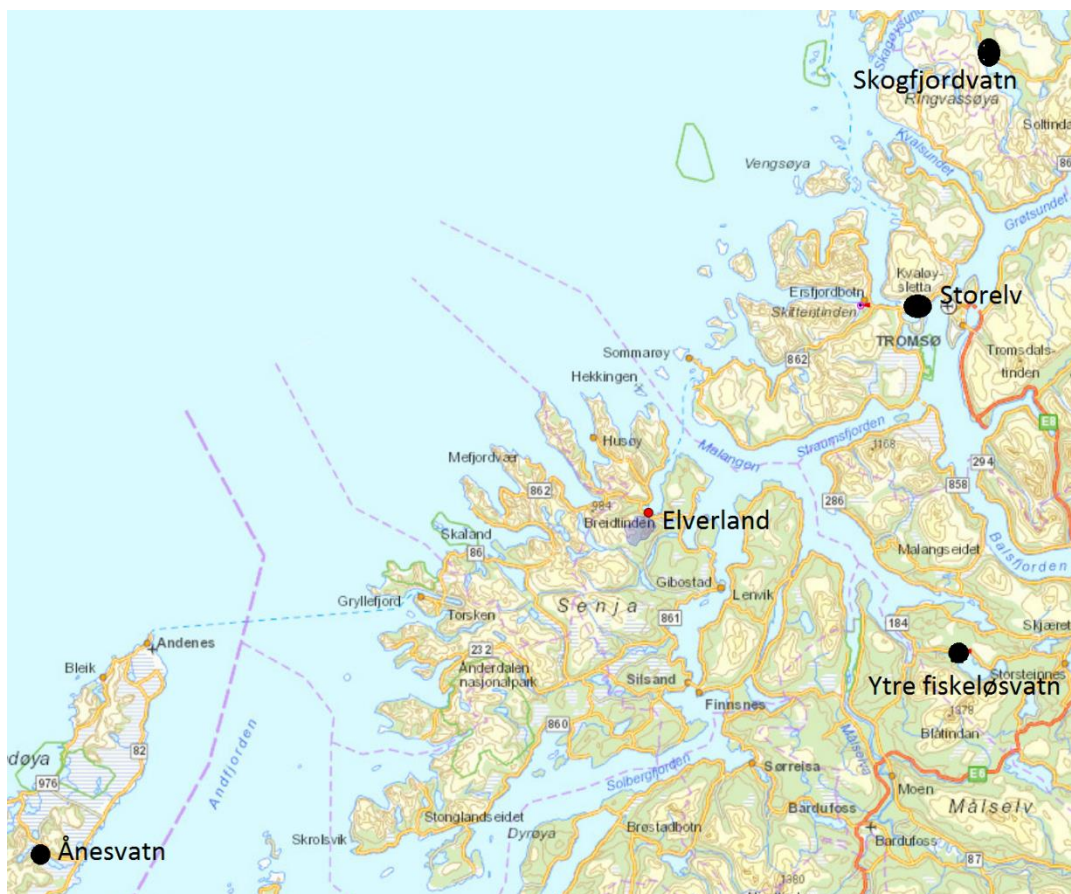
Flomberegning

For beregning av dimensjonerende flom er det benyttet nasjonalt formelverk for små nedbørsfelt. Formelverket består av et sett med ligninger som beregner middelflom (Q_M) og vekstkurven (Q_T/Q_M) direkte på kulminasjonsverdien (største vannføring). Den største usikkerheten ved bruk av formelverket ligger i normalavrenningen (Q_{61-90} , dvs. beregnet midlere avrenning for tidsperioden 1961 – 1990) som er hentet fra avrenningskartet med karttjenesten nevina.nve.no utarbeidet av NVE. For å redusere usikkerheten til parameteren er normalavrenningen for elva kalibrert mot vannføringsserier fra omkringliggende målestasjoner hentet fra NVEs database i Hydra II. Flomberegningen tar utgangspunkt i at den største flommen er forårsaket av regn og tar ikke hensyn til snøsmelting. Dette er gjort på grunn av den lille størrelsen på nedbørsfeltet som tilsier at de største flommene vil være forårsaket av intense perioder med regn.

Tabell 1. Målestasjoner brukt til kalibrering av normalavrenningen.

Stasjon	Areal	A_{SE}	Q_N (61–90)	Q_N (obs)
186.2.0 Ånesvatn	47,0	7,6	38,56	49,2
196.7.0 Ytre Fiskeløsvatn	54,5	15,61	29,72	28,0
197.4.0 Storelv	7,0	0	57,35	70,6
200.4.0 Skogfjordvatn	136	10,12	50,73	52,4
Elverland	10,9	0,8	66,4	74,9*

* Kalibrert verdi for normalavrenning



Figur 1. Oversiktskart over plassering av målestasjoner

I området rundt Elverland bru finnes det 4 målestasjoner med tilgjengelig vannføringsmålinger (figur 1). For å vurdere normalavrenningen til elva under Elverland bru er den observerte normalavrenningen til de 4 målestasjonene vurdert opp mot normalavrenningen beregnet fra avrenningskartet for avvik (tabell 1). Av de 4 målestasjonene er alle utenom Ytre Fiskeløsvatn plassert kystnært, og sistnevnte kan derav vurderes som mindre sammenlignbar og man kan se bort fra denne. De tre andre målestasjonene har alle en stor andel effektiv sjø, noe som skiller seg i fra Elverland. Dette kan resultere i den høyere observert normalavrenning enn det som er beregnet fra avrenningskartet, som varierer fra ca. 2 l/s/km² ved Skogfjordvatn til ca. 13 l/s/km² ved Storelv. Høyere normalavrenning vil resultere i større estimert 200 års flom, så det er valgt å justeres normalavrenningen for Elverland bru med det gjennomsnittlige avviket fra de tre stasjonene. Normalavrenningen for Elverland blir da 74,9 l/s/km².

Videre benyttes formelverket for å estimere 200 års flom ved å legge inn nødvendig feltparametere og den kalibrerte normalavrenningen. Vannføring ved 200 års flom blir da estimert til 32,3 m³/s. For å dimensjoneres for framtidig klima legges det på et klimapåslag på 40 % for å ta hensyn til økt nedbør. Vannføring ved 200 års flom blir da 45,3 m³/s.

Det er utført flomberegning for interimsveg for 5 års flom. Vannføringen er beregnet til 15,4 m³/s ved bruk av de regionale flomformlene omtalt ovenfor. Det er ønsket å benytte

midlertidig kulvert under interimsvegen, så det er utført en hydraulisk analyse av kulvert for å beregne nødvendige dimensjoner.

Hydraulisk analyse

Bru

I beregning av nødvendig lysåpning for brua er det benyttet Mannings formel. Mannings formel (formel 1) gjelder for uniform strømning, og det vil derfor være usikkerhet tilknyttet beregningen.

$$Q = MAR^{2/3}I^{1/2} \quad (1)$$

Hvor M er Mannings tall, A er strømningsarealet, R er hydraulisk radius og I er helningen på elva.

Landinnmålinger fra området viser at elva har en helning på ca. 3,3 % og det antas at bredden av brua er 6 meter. Det er alltid knyttet mye usikkerhet til mannings tallet, og det lar seg ikke beregne på noen lett måte. Det er heller ikke gjort noen vurderinga v elvas ruhet (dvs. Mannings tallet) i felt, så det velges derfor en konservativ verdi på 30 som tilsvarer typisk verdi for grus, sand og større steiner. Ved å benytte de nevnte verdiene i Mannings ligningen blir estimert vannlinje ved 200 års flom 1,4 meter. Dette tilsvarer et tversnittareal på 8,8 meter og at vannhastigheten er 5,1 m/s.

Kulvert

Kulvert dimensjoneres for innløpskontroll i henhold til Hb. N200 – Vegbygging. Hydraulisk analyse er gjort i henhold til veiledningen beskrevet i «NIFS – Overvannshåndtering og drenering for veg og jernbane».

Energien som driver vannet gjennom kulverten er en kombinasjon av vanddybden (potensiell energi) og vannhastigheten (kinetisk energi) ved innløpet. I henhold til N200 skal kulverter i hovedsak utformes for å ha innløpskontroll ved dimensjonerende flom. Innløpskontroll innebærer at kulvertens kapasitet bestemmes av innløpets utforming og størrelse og vannstanden ved innløpet. Krav for vanddybden, y_i , ved innløpet er $y_i \leq D_{kulvert}$. Dette forhindrer overtopping av innløpet og sikrer fritt vannspeil ved $y_i = D_{kulvert}$. Ved innløpskontroll er strømningen ved innløpet svært komplisert og kan ikke beregnes på en enkel måte. Beregningen gjøres derfor med dimensjonsløs beregning via kapasitetsdiagrammer som er skalert fra modellforsøk. Prosedyren er da:

1. Finn Q^* (dimensjonsløs vannføring) ut fra Q_{dim} (dvs. Q_5) og innløpets tversnitt
 - a. $Q^* = Q_{dim}/AD^{0,5}$
2. Finn korresponderende dimensjonsløse energihøyde (E_i) ved innløpet fra kapasitetsdiagrammer og bestem vanddybden ved innløpet:
 - a. Hvis vannhastighet neglisjeres: $y_i = E_i$
 - b. Hvis vannhastigheten ikke neglisjeres trekkes denne fra ($V^2/2g$)
3. Kontroller vanddybde ved innløpet:
 - a. Hvis $y_i < D$ er kulvert OK

b. Hvis $y_i > D$ må det velges ny utforming

Det er for beregningen benyttet diagram for sirkulært tilskåret innløp (vedlegg 2). Det er antatt at kulvertene utformes for innløpskontroll. Dette innebærer generelt et fall større enn 5 ‰ og at de er hydraulisk korte. Elvegradient er 3.3 ‰, og det er antatt at kulverten vil ha en lengden på ca. 20 m. Vassdragshåndbokas diagrammer for bestemmelse av innløpskontroll tilsier at kulverten derav vil være dimensjonert for innløpskontroll.

Det er tatt utgangspunkt i utstikkende sirkulær innløp med diameter på 2,4 m (vedlegg ??). Ved å benytte kapasitetsdiagrammet og trekke fra energien fra vannhastigheten (~ 3 m/s fra Mannings formel) er vannstanden ved innløpet beregnet til 2.25 m ved 5 års flom. Siden $y_i < D$ vil kulverten være tilstrekkelig ved 5 års flom.

Sammendrag

De utførte flom- og vannlinjeberegningene viser at vannføring ved 200 års flom vil være på 45 m³/s med en klimafaktor på 1,4. Om antatt bredde på brua er 6 meter viser beregningene ved Mannings formel at vannlinjen (høyden av vannet når det passerer under brua) vil være på 1,4 meter.

5 års flom for Elverland bru er beregnet til 15,4 m³/s. Kulvertanalysen viser at det vil være nødvendig med rør på 2,4 m for interimsveg for å håndtere vannmengdene ved en eventuell 5 års flom.