

NOTAT

KUNDE / PROSJEKT Nye Veier AS E6 UV 4 felt --- E6 Ulsberg Vindåsliene -østlig trase 4 felt	PROSJEKTLEDER Jan Håvard Øverland	DATO 18.12.2018
PROSJEKTNUMMER 10200066-001	OPPRETTET AV Wolf Marchand	REV. DATO
UTARBEIDET AV NAVN Markus Först	SIGNATUR	KONTROLLERT AV NAVN Wolf Marchand
		SIGNATUR

DISTRIBUSJON: **FIRMA** **NAVN**
 TIL: Nye Veier AS
 KOPI TIL:

Hydrologiske og hydrauliske beregninger for dimensjonering av kulverter

Sammendrag

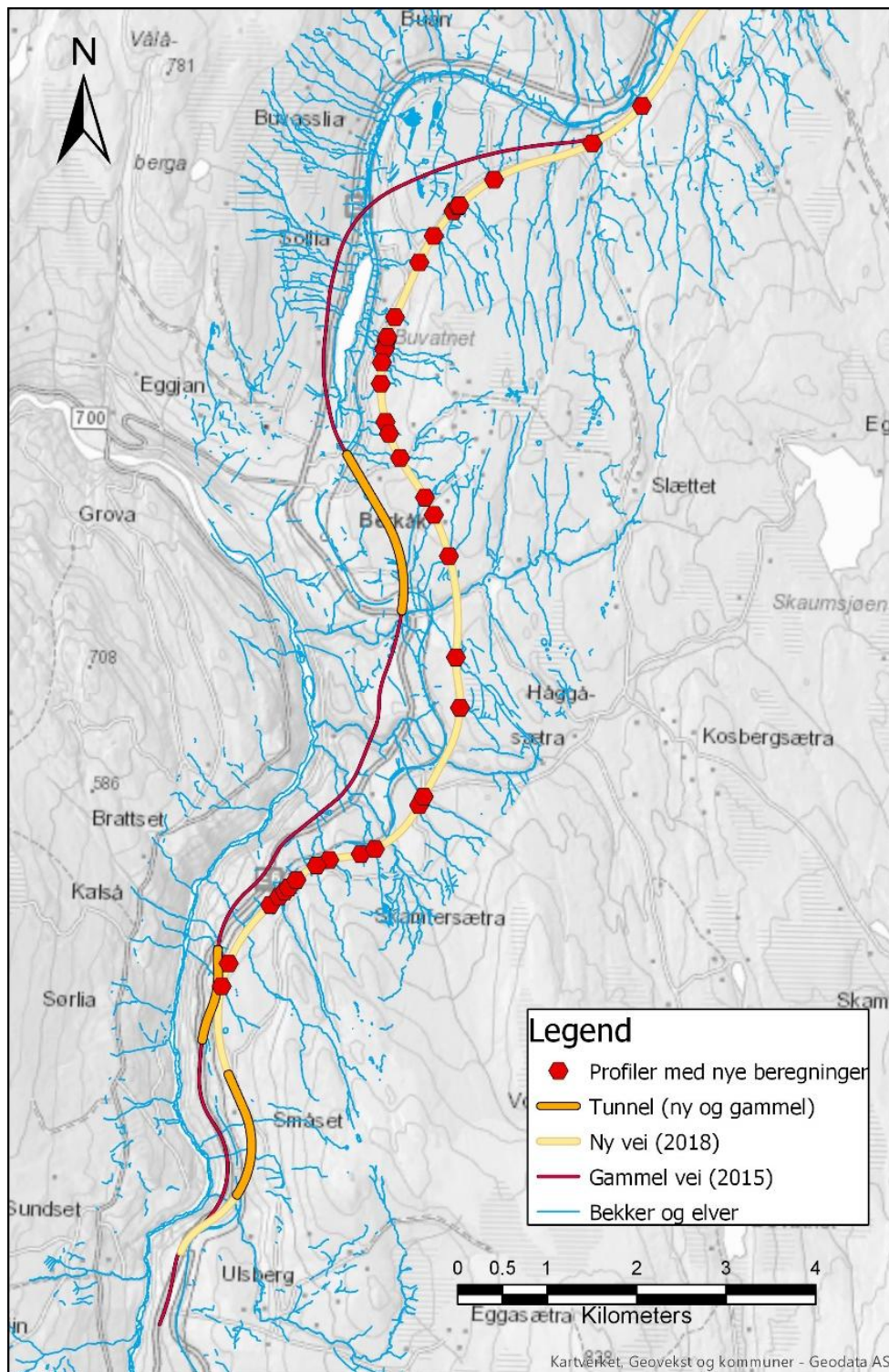
Rapporten dekker bekkekryssinger på strekningen Ulsberg i sør til Fossem i nord (E6 Ulsberg Vindåsliene østlig trase, 4 felt).

Denne rapporten erstatter Sweco rapporten fra 2015 (revidert 2016), «Ny E6 Ulsberg-Vindåsliene-Korporalsbrua-Støren, KAPASITETSBEREGNING FOR BRU OG KULVERT TIL ELV OG BEKKEKRYSSING». Beregningene er oppdatert i områder hvor den nå gjeldene 4-felt traseen avviker fra «2016 traseen».

Nødvendig kulvertstørrelse for bekkekryssing er beregnet. Vannlinjeberegninger for bruer (kryssing av større bekker/elver) er ikke utført. Dette arbeidet er usatt til detaljprosjektering.

1. Bakgrunn

I forbindelse med arbeidet med reguleringsplanen har Sweco Norge fått i oppdrag fra Nye Veier å vurdere bekke- og elvekryssing for ny E6 fra Ulsberg til Støren. Denne rapporten beskriver flomberegning og kapasitetsberegning for 61 bekke- og elvekryssing. Kartet under viser plassering av kryssingene.



Oversiktskart med trase 2015 og 2018 (4 felt, østlig trase)

2 (6)

NOTAT
18.12.2018

2. Flomberegning

Det ble beregnet 200-årsflom som er dimensjonerende flom for ny stor veginfrastruktur i Norge. For små bekker med små nedbørfelt (opp til 5 km²) er rasjonale metode mest egnet.

For kulverter har sikkerhetsfaktor 1,3 blitt benyttet for avrenning og 1,5 for klimapåslag, i henhold til vegvesen sin håndbok N200.

Metoder er beskrevet i følgende avsnitt, og resultatene er oppsummert i tabellen i kapittel 4.

2.1. Flomberegning med den rasjonale metoden

Flomberegning med den rasjonale metoden gjelder for felt mindre enn 2-5 km². I den presenterte beregningen er fem stikkrenner/kulverter med feltstørrelse mellom 5 og 10 km². Det har blitt valgt å beregne også disse med den rasjonale metoden, selv om dette gir litt for store flomverdier for disse feltene (det vil si at beregningen er konservativ).

Rasjonal formel:

$$Q = K \times c \times i \times A$$

Hvor	Q [m ³ /s] K [-]	avrenning sikkerhetsfaktor avrenning og klima
		K ₂₀₀ = 1,3 x 1,5 (fra SVV N200)
	c [-]	avrenningsfaktor, 0 < c < 1. Skogsområdet og dyrket mark, c < 0,5
	A [km ²] i [m ³ /s.km ²]	Avrenningsfelt area fra NVE atlas Dimensjonerende (200-års) nedbørintensitet

$$i = 0.278 \frac{n}{60 \cdot T_c} = 16,67 \frac{n}{T_c}$$

Hvor n [mm] er nedbørintensitet i konsentrasjonstid T_c [min], og 1mm/time er lik 278 l/s.km²

$$T_c = 0,6 \times L \times H^{-0.5} + 3000 \times Ase$$

Hvor	L [m] er feltlengde H[m] er høydeforskjell i felt Ase [%] er effektivt innsjø areal i feltet i andel, 0 < Ase < 1.
------	---

Referanser:

NVE	Vassdragshandsboka	2010	(side 52)
	Flomberegning rapport	1991	
	Retningslinje Flomberegning	2011	
SVV	Handbok N200	2014	(side 140)

2.2. Valg av nedbørdata

Feltareal og feltkarakteristikk er hentet fra NVE Atlas, eller direkte fra GIS kart for de mindre felt (under 0,1 km²). Nedbørsdata (IVF kurve) er hentet fra met.no. Valg av representativ stasjon er basert på NVE-veileder 007/2015 (Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt). Soknedal stasjon ligger i prosjektområdet, men har ikke minutt måling og kan derfor ikke brukes direkte på grunn av små størrelse ved de aktuelle feltene. Høyeste registrert nedbør fra stasjonene Soknedal, Sunndalsøra III og Kvikne ble sammenlignet. Det viste seg at Sunndalsøra, selv om ikke den geografisk nærmeste stasjon, var den mest representative stasjonen med sammenlignbare nedbørverdier. Derfor ble nedbørsverdier fra IVF kurven fra Sunndalsøra III stasjon brukt i den videre beregningen.

Tabell under viser nedbørverdier for stasjonene Soknedal, Sunndalsøra III og Kvikne.

NEDBØR VERDI FOR E6 FRA ULSBERG TIL STØREN:				AKTUELLE KONSENTRASJONSTID													
år	år	St Nr	Retur period	10 min.	15 min.	20 min.	30 min.	45 min.	60 min.	90 min.	120 min.	180 min.	360 min.	720 min.	1440 min.		
2007-	7	67280	Soknedal	høyeste målt					9		14.2	24.5	32.2	49.7	59.8	mm	
			Sunndalsøra III	høyeste målt					10.8		14.6	21.2	30.2	39.4	61.6	mm	
1968-1984	15	66830	Kvikne	høyeste målt					25.9		27.7	28.3	28.9	33	43.2	mm	
1978-1987	10	63420	Sunndalsøra III	100år	9,2	10,2	10,6	11,3	12,2	13,2	15,4	18,4	25,8	36,3	48,4	84,7	mm
			Sunndalsøra III	200år	10,1	11,1	11,5	12,2	13,0	14,1	16,4	19,5	27,8	38,7	51,8	91,6	mm
			Kvikne	100år	9,2	13,2	16,0	21,4	30,9	37,0	37,3	37,5	37,9	38,8	40,2	55,3	mm
			Kvikne	200år	9,6	14,0	17,1	23,1	33,8	40,6	40,7	40,8	41,3	41,7	42,8	58,8	mm
			Sunndalsøra III	100år	154,0	113,1	88,0	62,6	45,0	36,7	28,6	25,5	23,9	16,8	11,2	9,8	l/s/ha
			Sunndalsøra III	200år	168,0	123,0	95,5	67,5	48,2	39,1	30,4	27,1	25,7	17,9	12,0	10,6	l/s/ha
			Kvikne	100år	153,1	146,6	133,2	119,0	114,5	102,7	69,1	52,1	35,1	18,0	9,3	6,4	l/s/ha
			Kvikne	200år	159,8	155,1	142,2	128,4	125,0	112,7	75,4	56,7	38,3	19,3	9,9	6,8	l/s/ha

2.3. Valg av feltkarakteristika

Feltkarakteristika er avgjørende ved hydrologiske beregninger. Der det var mulig å hente data fra NVE sin lavvannskart (NEVINA), ble det gjort.

Mange bekker er for små for at de er oppført i NVE sine databaser. Disse bekkene ble vurdert fra kart.

Alle nedbørfelt som drenerer til bekkene er hovedsakelig preget av skog og myrområde. Som avrenningsfaktor (c) ble 0,5 valgt.

3. Hydraulisk beregning

Kulverter kan benyttes opp til rundt 20 m³/s vannføring, mens vassdrag med større (flom-) vannføring krever konstruksjon av bruer. De følgende avsnitt presenterer beregningsmetode for nødvendig kulvertstørrelse og for bestemmelse av nødvendig høyde for underkant bru i en flomsituasjon.

3.1. Kulvertkapasitet

Kulvertene beregnes enkelt og konservativt, med valg av maksimal nødvendig størrelse basert på beregning av både innløps- eller utløpskontroll. Resultatene skal gi en grov oversikt over nødvendig størrelse av kulvertene. Detaljert prosjektering er ikke mål i denne rapporten, for eksempel kan innløp/utløpsforhold forbedres ved gunstig hydraulisk utforming, for å øke kulvertkapasiteten. Det gjøres oppmerksom på at godt vedlikehold er nødvendig for å

opprettholde den beregnede kapasiteten. Det beregnes kapasitet for sirkulære betongkulverter. Rektangulær utforming av kulvertene kan gi større kapasitet. Det henvises til NVE vassdragshandboka, SVV håndbok N200 og SINTEF rapport Flomberegning og Kulvertdimensjonering (1992).

Resultatene fra kulvertberegningen er oppgitt i oversiktstabellen i kapittel 4.

3.2. Vannlinjeberegning for bruene

Vannlinjeberegning for bruene blir utsatt til detaljprosjektering. Det antas foreløpig at alle bruer har en høy nok lysåpning og god nok kapasitet. Nærmere beregning er nødvendig for vannhastigheten og erosjonssikring rund fundamenter.

3.3. NVE flomsoner og aktsomhetsområder

Det foreligger ingen flomsonekart fra NVE i det aktuelle området. Det betyr ikke at det ikke er flomfare, kun at det har ikke vært noen beregninger i området. Ny E6 skal bygges langt over hovedelvene Orkla og Ila (50 - 200 meter høyere). Derfor er ny E6 ikke berørt av flommen fra disse elvene.

Alle bekker av en viss størrelse med bratte sideskråninger ligger i aktsomhetsområder for flom, utarbeidet av NVE. Dette betyr at der den nye E6en krysser disse bekkene går veien også gjennom aktsomhetsområder. Disse områdene indikerer at det er potensiale for problemer, men ikke at det må foreligge problemer. Kartene er generert grovt, basert på en automatisk analyse. Det forutsettes at flommer er generelt ivaretatt med de viste beregningene av kulverter og stikkrenner som inkluderer sikkerhetsfaktorer for avrenning og klimapåslag. Under mer detaljert planlegging senere må man vurdere stedlige forhold i nærheten av kulvertene.

3.4. Endring av vannføring/flomforhold for jernbanen

Etablering av ny E6 i nærheten av jernbanelinjen skal ikke forverre flomsituasjonen for jernbanen. I områder der to bekker føres sammen ovenfor E6, for å føre disse bekkene samlet under E6, kan potensiell en eksisterende stikkrenne/kulvert under jernbanen, nedenfor E6, blir for liten. Dersom bekker som skal krysse både E6 og jernbanen etter hverandre skal føres samlet under E6 må det sikres at kapasiteten for flomavledning under jernbanen er tilstrekkelig stor.

Dersom avstand mellom bekkene som krysser E6 er stor anbefales det å legge inn ekstra stikkrenner mellom bekkene, for å unngå at for mye vann overføres til enkelte stikkrenner.

4. Tabellarisk oversikt over resultatene for stikkrenner og bruer

Tabellen nedenfor viser de viktigste resultatene fra beregningen, med dimensjonerende flomvannføring og nødvendig diameter for kulverter.

Det er oppgitt profilnummer for både traseen fra 2016 og 2018 (østlig trase, 4 felt). Kommentaren «estimert fra kart» i tabellen har følgende betydning: Feltareal, feltlengde og høyde er basert på målinger som ble gjennomført på kart i ArcGIS pro. Dette berører bekker som ikke finnes i NVE sine databaser. Det anbefales å ha befaringer for disse

bekkekrysningene i en senere fase i prosjektet for å verifisere dataene som er estimert fra kart, siden usikkerheten i de teoretiske beregningene er stor.

Profil nr. 04.05.2016	Profil nr. 23.11.2018	Ny beregning utført	Navn/Kommentar	Type	Q200 inkl. *1.3 avrenning *1.5 klima (store bruer er beregnet separat)	Tverrsnitt form (r eller s)	Material	Diameter (ved sirkulært tverrsnitt)	kapasitet tilfredst.	
	1010	790	nei	Jønnåa, ved Ulsberg	Bru	18.8	s	Betong	2.8	ok
	2730	2620	nei	Bekk sør for Tjønnyra	Stikkrenne	0.9	s	Betong	1.0	ok
		3340	ja	Nevina	Stikkrenne	2.8	s	Betong	1.5	ok
		3600	ja	estimert fra kart	Stikkrenne	2.4	s	Betong	1.5	ok
	4366	4020	nei	Bekk Tosetberget	Stikkrenne	3.6	s	Betong	1.5	ok
	4840	4415	ja	estimert fra kart	Stikkrenne	0.2	s	Betong	0.7	ok
		4550	ja	Nevina	Stikkrenne	2.0	s	Betong	1.2	ok
		4640	ja	estimert fra kart	Stikkrenne	0.2	s	Betong	0.7	ok
		4700	ja	estimert fra kart	Stikkrenne	0.4	s	Betong	1.0	ok
		4820	ja	estimert fra kart	Stikkrenne	0.1	s	Betong	0.7	ok
		4995	ja	estimert fra kart	Stikkrenne	0.3	s	Betong	0.7	ok
		5100	ja	Nevina	Stikkrenne	1.9	s	Betong	1.2	ok
		5250	ja	estimert fra kart	Stikkrenne	1.0	s	Betong	1.0	ok
		5610	ja	estimert fra kart	Stikkrenne	0.5	s	Betong	1.0	ok
		5780	ja	estimert fra kart	Stikkrenne	1.2	s	Betong	1.2	ok
	6250	5950	høy bru	Ea	Bru	19.2	s	Betong	2.8	ok
		6490	ja	Nevina	Stikkrenne	2.6	s	Betong	1.5	ok
		6600	ja	Nevina	Stikkrenne	1.4	s	Betong	1.2	ok
		7060	høy bru	ikke beregnet	Bru					
		7680	ja	Nevina	Stikkrenne	1.5	s	Betong	1.2	ok
		8260	ja	estimert fra kart	Stikkrenne	0.6	s	Betong	1.0	ok
	8240	8950	nei	Skauma	Bru	18.0	s	Betong	2.8	ok
		9400	ja	estimert fra kart	Stikkrenne	1.2	s	Betong	1.0	ok
		9890	ja	estimert fra kart	Stikkrenne	0.1	s	Betong	0.7	ok
		10110	ja	Nevina	Stikkrenne	1.0	s	Betong	1.0	ok
		10630	ja	estimert fra kart	Stikkrenne	0.8	s	Betong	1.0	ok
		10925	ja	estimert fra kart	Stikkrenne	0.2	s	Betong	0.7	ok
		11070	ja	estimert fra kart	Stikkrenne	0.1	s	Betong	0.7	ok
		11500	ja	estimert fra kart	Stikkrenne	0.2	s	Betong	0.7	ok
		11730	ja	samme som 11985	Stikkrenne	0.8	s	Betong	1.0	ok
		11880	ja	estimert fra kart	Stikkrenne	0.1	s	Betong	0.7	ok
		11910	ja	samme som 11985	Stikkrenne	0.8	s	Betong	1.0	ok
		11985	ja	Nevina	Stikkrenne	0.8	s	Betong	1.0	ok
		12025	ja	estimert fra kart	Stikkrenne	0.4	s	Betong	0.7	ok
		12260	ja	estimert fra kart	Stikkrenne	0.4	s	Betong	0.7	ok
		12930	ja	estimert fra kart	Stikkrenne	0.9	s	Betong	1.0	ok
		13270	ja	Nevina	Stikkrenne	0.4	s	Betong	0.7	ok
		13625	ja	estimert fra kart	Stikkrenne	1.5	s	Betong	1.2	ok
		13700	ja	legg sammen med 13720	Stikkrenne					
		13720	ja	legg sammen med 13700	Stikkrenne	1.5	s	Betong	1.2	ok
	14550	14065	nei		Stikkrenne	1.0	s	Betong	1.0	ok
	14820	14200	finnes ikke fra før	estimert fra kart	Stikkrenne	0.8	s	Betong	1.0	ok
	15000	14500	nei		Stikkrenne	0.8	s	Betong	1.0	ok
	15480	14920	nei	Hammerbekken	Stikkrenne	4.0	s	Betong	1.9	ok
	15840	15375	finnes ikke fra før	estimert fra kart	Stikkrenne	0.1	s	Betong	1.0	ok
	15960	15510	nei	Vadløkkjebekken	Bru	12.7	s	Betong	2.5	ok
	16520	16070	finnes ikke fra før	Nevina	Stikkrenne	1.6	s	Betong	1.2	ok
	17270	16830	nei	Øyabekken	Stikkrenne	1.5	s	Betong	1.1	ok
	18830	18390	nei	Kvernåa	Bru	21.3	s	Betong	3.0	ok
	18960	18530	nei	ca.	Bru samlet	1.6	s	Betong	1.1	ok
	19180	18740	nei		Stikkrenne	2.3	s	Betong	1.3	ok
	19450	19000	nei		Stikkrenne	1.0	s	Betong	1.0	ok
	20200	19750	nei		Stikkrenne	1.0	s	Betong	1.0	ok
	21580	21140	nei		Stikkrenne	1.0	s	Betong	1.0	ok
	samlet 21820	21380	nei		Bru samlet					
	21820	21380	nei	lengde 37m krysse svingen	Bru	15.8	s	Betong	2.8	ok
	22340	21900	nei		Bru	5.5	s	Betong	1.9	ok
	23310	22860	nei		Stikkrenne	1.0	s	Betong	1.0	ok
	25540	25090	nei		Stikkrenne	1.5	s	Betong	1.1	ok

6 (6)

NOTAT
18.12.2018