

FEBRUAR 2021
VIKEN FYLKESKOMMUNE

FLOMBEREGNING FOR FV 119 GS-VEG DILLING VANG KULVERT

RAPPORT



FEBRUAR 2021

VIKEN FYLKESKOMMUNE

FLOMBEREGNING FOR FV 119 GS-VEG DILLING VANG KULVERT

RAPPORT

OPPDAGSNR.

A116326

DOKUMENTNR.

A116326-RAP-HYD-001

VERSJON

1.0

UTGIVELSESDATO

08.02.2021

BESKRIVELSE

UTARBEIDET

Gunnar Berg

KONTROLLERT

Erik Mølmann

INNHold

1	Innledning	7
2	Feltbeskrivelse	8
3	Krav til flomberegninger	10
3.1	Dimensjonerende gjentakintervall for flom	10
4	Flomberegning	12
4.1	Rasjonal formel	12
4.2	NIFS	13
4.3	Valg av dimensjonerende flomstørrelse	14
5	Hydraulisk modellering	15
5.1	Resultater vannstander	15
5.2	Resultater vannhastigheter	18
6	Konklusjon	21
7	Kilder	22

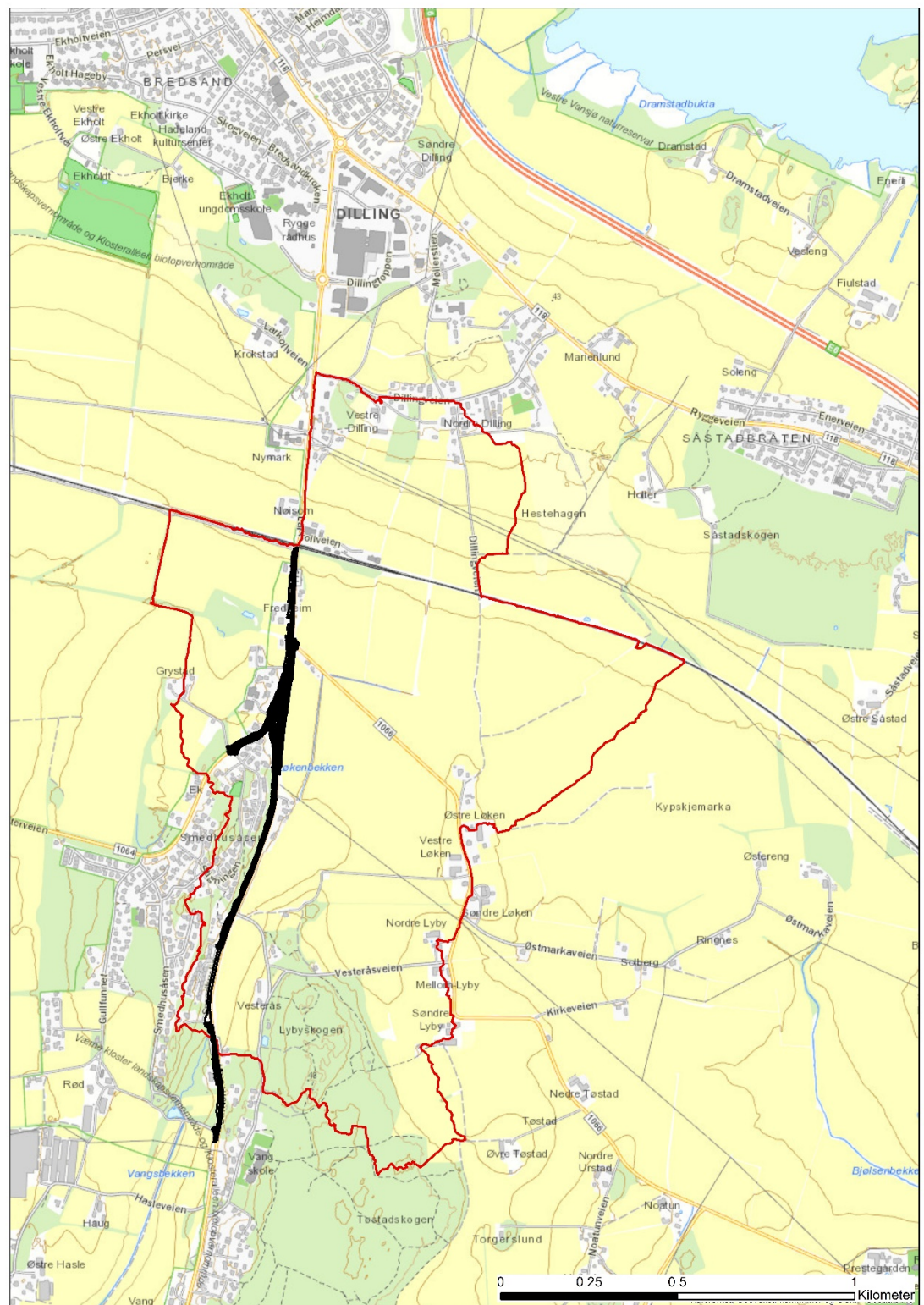
1 Innledning

I forbindelse med planlegging av ny gang/sykkelvei langs FV119 ved Dilling til Vang er det utført flomberegning og vurdering av erosjon. Området ligger innenfor flomfare fra aktsomhetskart og det er derfor utført en hydraulisk beregning av flomvannstander. Erosjonsfaren i området er vurdert i tillegg. Det er valgt å benytte en 200-års flom som dimensjonerende flomvannføring inkludert klimapåslag.

2 Feltbeskrivelse

Nedbørfeltet til Løkenbekken som krysser veien er vist i Figur 1. Nedbørfeltets avgrensing er utarbeidet ved hjelp av Gis analyser i ScalgoLive. Nedbørfeltets størrelse er ca. 1,73 km². Området er ikke befart og alle vurderinger baseres på kartanalyser. Nedbørfeltet har små høydeforskjeller (48-18 moh) og består for det meste av dyrket mark. Nedbørfeltet har en liten høydegradient og det vil av denne grunn kunne forventes moderate flomstørrelser.

Løken bekken er lagt i 1400mm rør over en lengre strekning og har utløp like nedenfor eksisterende FV 119.



Figur 1. Nedbørfelt til bekken (svart linje er planlagt GS-veg).

3 Krav til flomberegninger

Flomberegningen er gjennomført i samsvar med kravene gitt i retningslinjene fra Håndbok N200 (SVV 2018) og Håndbok V240 (SVV 2020). Det tillegges en klimafaktor på 1,3 og en sikkerhetsfaktor på 1,1. Krav til sikkerhet mot flom i Tek 17 er tilfredsstilt med krav fra håndbøkene.

$$Q_{dim} = Q_T * F_k * F_u$$

Q_{dim}- dimensjonerende flom

F_k- klimafaktor for store og små nedbørsfelt

F_u- sikkerhetsfaktor, bestemt etter sikkerhetsklasse

3.1 Dimensjonerende gjentakintervall for flom

Etter krav i kap. 403.22 i håndbok N200 skal returperiode for flomhendelser bestemmes ut fra veiens trafikkmengde (ÅDT) og omkjøringsmuligheter (SVV, 2018). Det er valgt å benytte en returperiode på 200-år som dimensjonerende flomstørrelse.

Tabell 1 Statens vegvesens krav til sikkerhetsklasser/gjentaksintervall for flom (Håndbok N200 Vegbygging, SVV, 2018a)

Sikkerhetsklasse	ÅDT	Returperiode for flomhendelse	
		Med omkjøringsmulighet	Uten omkjøringsmulighet
VI	0-500	50 år	100 år
V2	500-4000	100 år	200 år
V3	>4000	200 år	200 år

3.1.1 Klimafaktor

Etter krav i kap. 404.2 i håndbok N200 skal den dimensjonerende vannføringen ta høyde for klimaendringer og usikkerhet i beregningen. Klimafaktoren F_k ble bestemt ut fra tabell 404.1 i håndbok N200 som vist i Tabell 2. Tabellen er basert på klimaprofilene for norske fylker, utarbeidet av Norsk Klimaservicesenter, (2015 - 2017), og tilpasset kravene i håndbok N200. Det er valgt å benytte verdier for Oslo og Akershus. Benyttet klimafaktor er på 1,3 (30% påslag).

Tabell 2 Klimafaktor for norske fylker

	Små nedbørfelt $A_F < 10 \text{ km}^2$ Fk	Store nedbørfelt $A_F > 10 \text{ km}^2$ Fk
Oslo og Akershus	1.3	1.3
Vest-Agder	1.3	1.2
Aust-Agder	1.3	1.2
Finnmark	1.3	1.2
Hordaland	1.4	1.4
Møre og Romsdal	1.4	1.4
Nord-Trøndelag	1.3	1.3
Nordland	1.4	1.4
Oppland	1.2	1.2
Rogaland	1.3	1.3
Sogn og Fjordane	1.4	1.4
Sør-Trøndelag	1.2	1.2
Telemark	1.2	1.2
Troms	1.3	1.3
Vestfold	1.2	1.2

3.1.2 Sikkerhetsfaktor ved hydrologiske beregninger

Statens vegvesen sin håndbok «N200 Vegbygging» krever at det skal benyttes en sikkerhetsfaktor for usikkerheter ved de hydrologiske beregningene, F_u . Faktoren er avhengig av veiens sikkerhetsklasse. Veiene er plassert i sikkerhetsklasse V2, noe som tilsvarer en sikkerhetsfaktor på 1,1 (10% påslag) som vist i Tabell 3.

Tabell 3. Sikkerhetsfaktorer for hydrologiske beregninger (SVV 2018)

Sikkerhetsklasse	F_u
VI eller FI*	1.0
V2 eller F2*	1.1
V3 eller F3*	1.2

4 Flomberegning

Det eksisterer ingen målinger av vannføring i vassdraget og usikkerheten på estimerte flomverdier må derfor anses som store. Det er benyttet ulike metoder for flomberegningen. De benyttede metodene er rasjonal formel og nasjonalt formelverk (NIFS).

4.1 Rasjonal formel

Siden datagrunnlaget for flomberegninger for små felt er dårlig benyttes ofte den rasjonelle formel som baseres på IVF-kurver fra en valgt nedbørstasjon. Det er valgt å benytte nedbørstasjon 17260 Moss Trollidalen.

Anbefalt øvre feltstørrelse for formelen varierer betydelig fra 0,2-0,5 km² (Lindholm 2008) til 2-5 km² (SVV, 2014). Formelen baseres på feltets areal, nedbørintensitet og avrenningskoeffisient. Avrenningskoeffisienten har stor betydning og det er knyttet stor usikkerhet til valg av denne. Koeffisienten er i stor grad en subjektiv vurdering. Konsentrasjonstiden er med på å bestemme valg av nedbørintensitet og denne er utregnet med formel;

$$T_C = 0,6 * L * H^{-0,5} + 3000 * A_{SE}$$

Vannføring beregnet med rasjonale formel er basert på følgende;

$$Q = C \cdot i \cdot A$$

hvor C: avrenningsfaktor [dimensjonsløs]

i: dimensjonerende nedbørintensitet fra IVF kurver [l/s/ha]

A: feltareal [ha], (100 ha = 1 km²)

Avrenningsfaktor C er bestemt til 0,325, nedbørintensitet fra IVF-kurver er på 58,4 l/s*ha og arealet er 173 ha. Konsentrasjonstiden er beregnet til 3 timer.

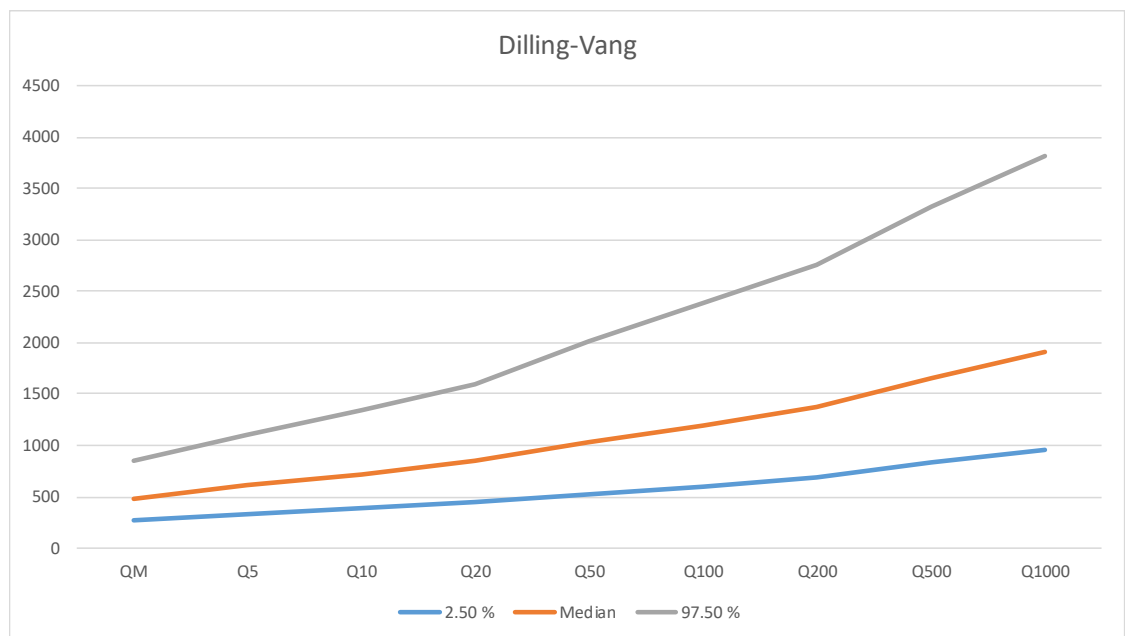
$$Q_{200} = 0,325 * 173 \text{ ha} * 58,4 \text{ l/s/ha} = 3280 \text{ l/s}$$

Dimensjonerende flom (Q₂₀₀) blir med dette på 3,28 m³/s (1898 l/s*km²). Med klimafaktor blir dimensjonerende flom **4,7 m³/s** (2714 l/s*km²).

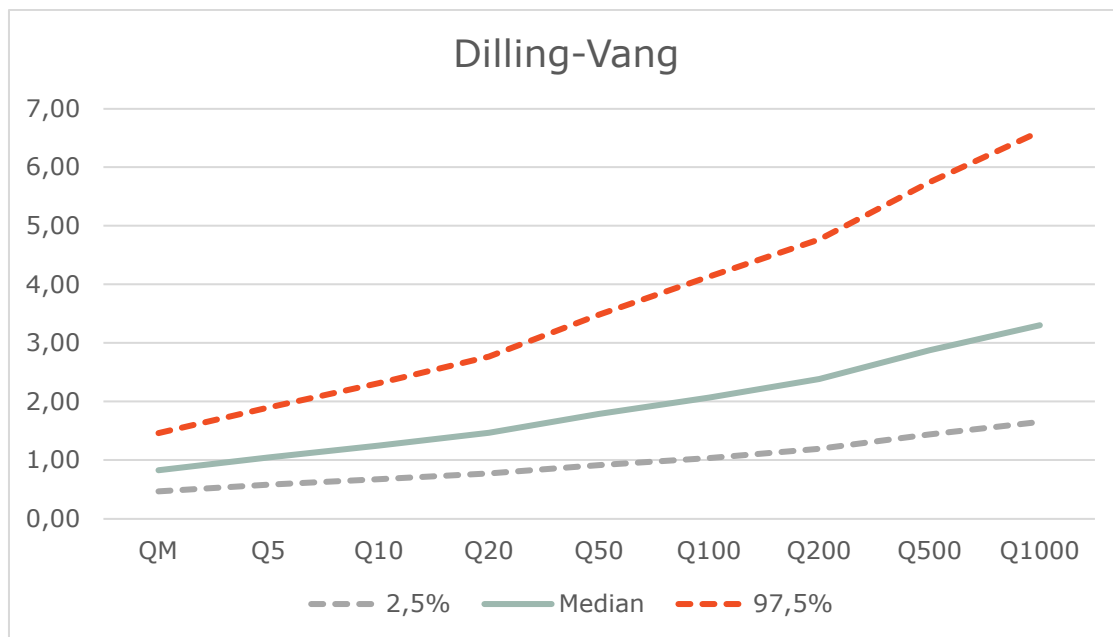
4.2 NIFS

Ved å benytte en metode som baserer seg på nasjonalt formelverk med normalavrenning, sjøprosent og feltstørrelse som inngangsparametere, gir dette et resultat som vist under i Figur 3. Formelverket har et gyldighetsintervall for nedbørfelter med størrelse 0,2-53 km².

Metoden viser et stort spenn i verdier for de ulike intervallene. Beregnet 200-års flom varierer mellom 1,19-4,77 m³/s (689-2756 l/s*km²) med median estimat på 2,38 m³/s (1378 l/s*km²). Metoden er ytterligere beskrevet i veileder for flomberegninger i små uregulerte felt (NVE 7,2015).



Figur 2. Resultater fra NIFS, l/s*km².



Figur 3. Resultater fra NIFS, m³/s.

4.3 Valg av dimensjonerende flomstørrelse

Resultat av flomberegning ved rasjonal formel gir et resultat noe over median-estimatet fra NIFS. Det benyttes derfor resultatet fra rasjonal formel. Benyttet flomstørrelse inkludert klimafaktor blir på 4,7 m³/s. Flomverdien er vurdert til å være konservativ.

5 Hydraulisk modellering

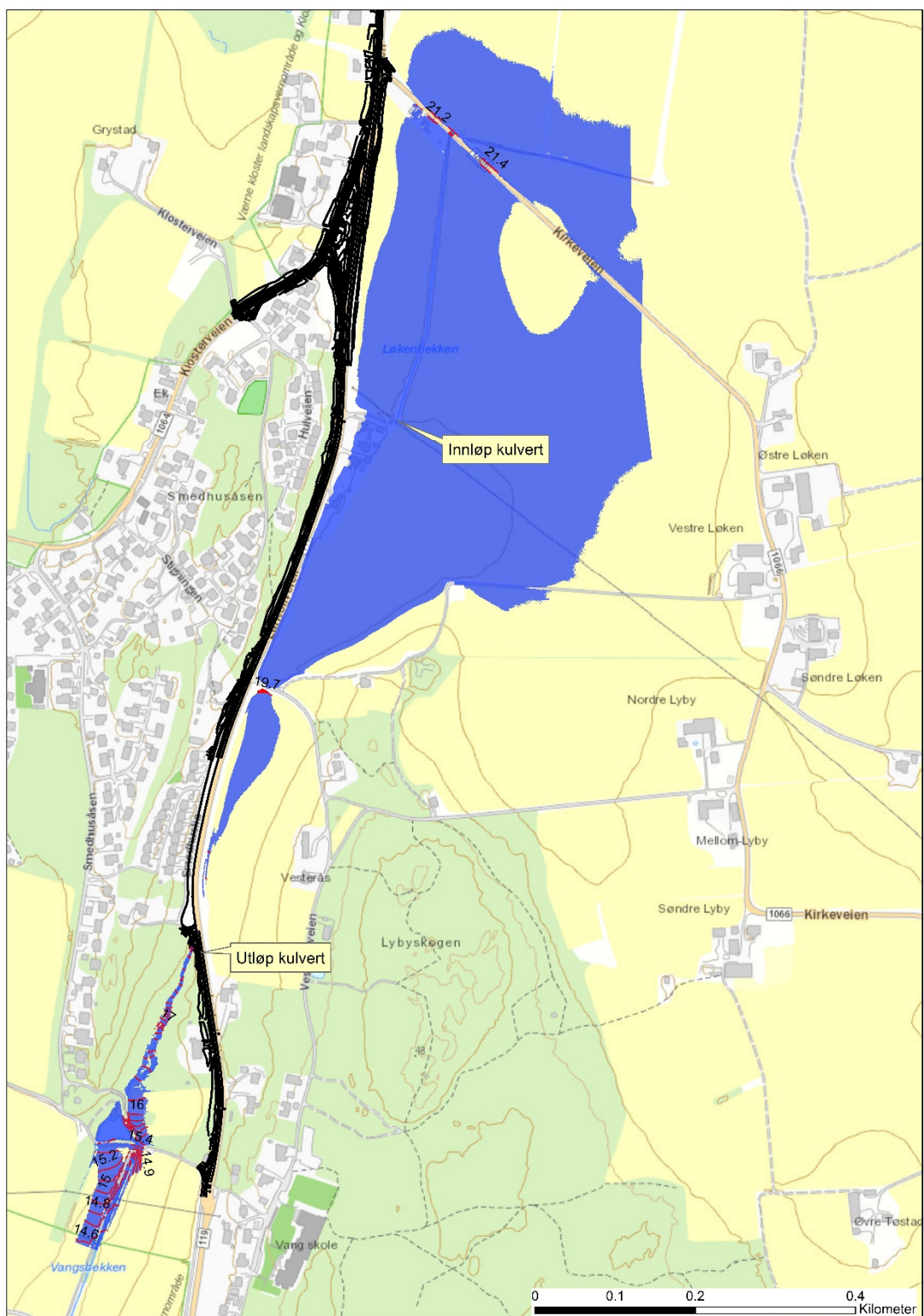
Det er benyttet det hydrauliske dataprogrammet Hecras 5.0.7 for beregning av vannstander og vannhastigheter. Det er benyttet en 2-dimensjonal-metodikk.

Terrengmodellen er etablert ved bruk av laserdata (LIDAR). Terrengmodellens oppløsning er på 0,20m*0,20m med høydereferanse NN2000. Benyttet ruhet i modellen (Manning's n) er på 0,06 og nedstrøms grensebetingelse er satt lik normaldybde og tilstrekkelig langt nedstrøms slik at denne ikke påvirker resultatet.

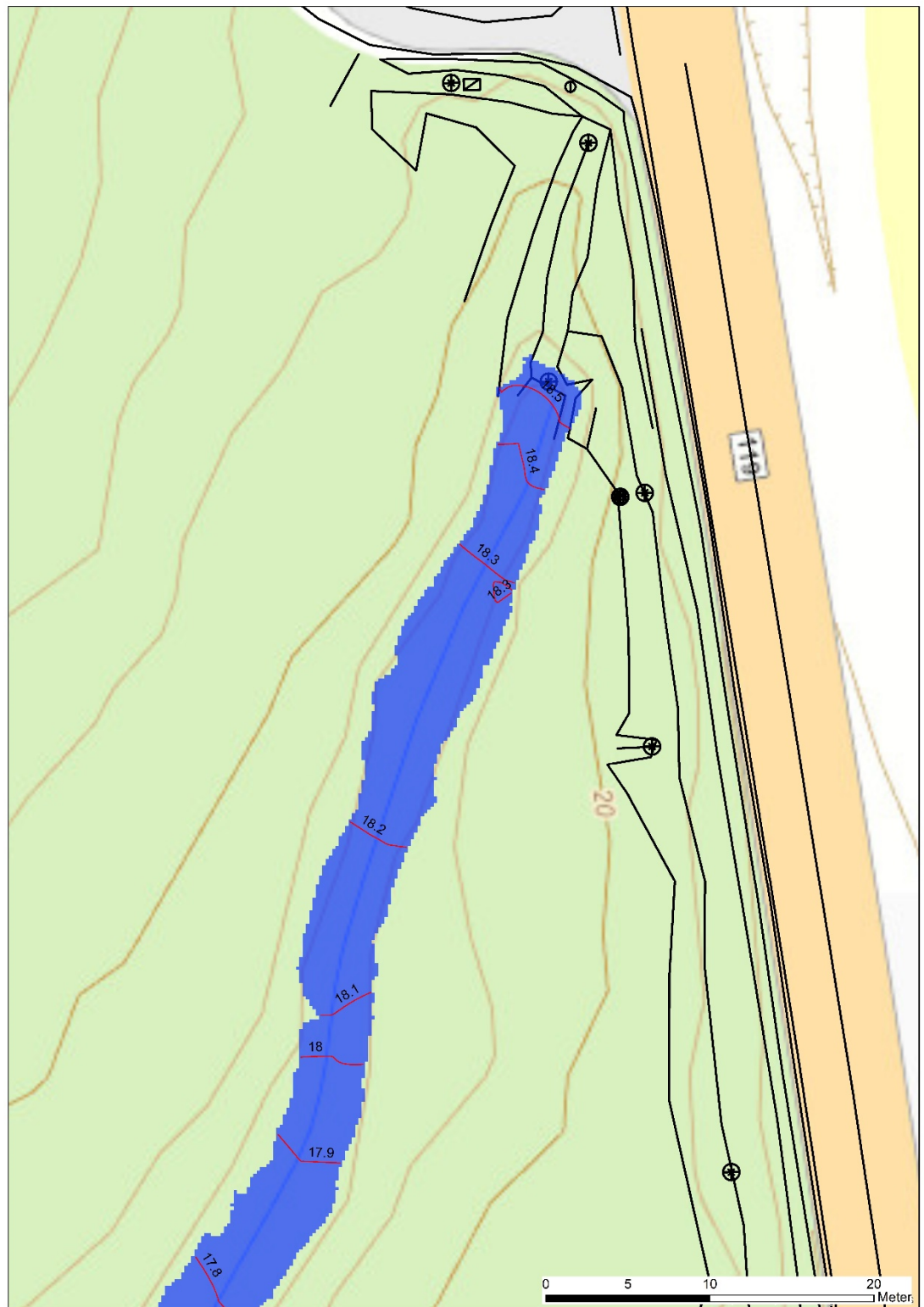
5.1 Resultater vannstander

Beregnet flomsone med koteangivelser er vist i Figur 4 og Figur 5. Beregningene viser at eksisterende kulvert med rørdimensjon 1400 mm ikke har kapasitet til 4,7 m³/s.

Konsekvensene av dette er at vannstanden etter hvert går ut av bekkeløpet og oversvømmer større arealer. Det er benyttet en stasjonær vannføring over mange timer og dette medfører at oversvømmelsen som er vist er meget konservativ. Mens nedbørshendelsen som er brukt kun varer 3 timer, er vannføringen fra denne strekt over et mye lengre tidsrom. Vannstanden når ikke dagens FV 119. Ny GS anses derfor ikke som utsatt for flom fra bekken.



Figur 4. Flomsone med koteangivelser.

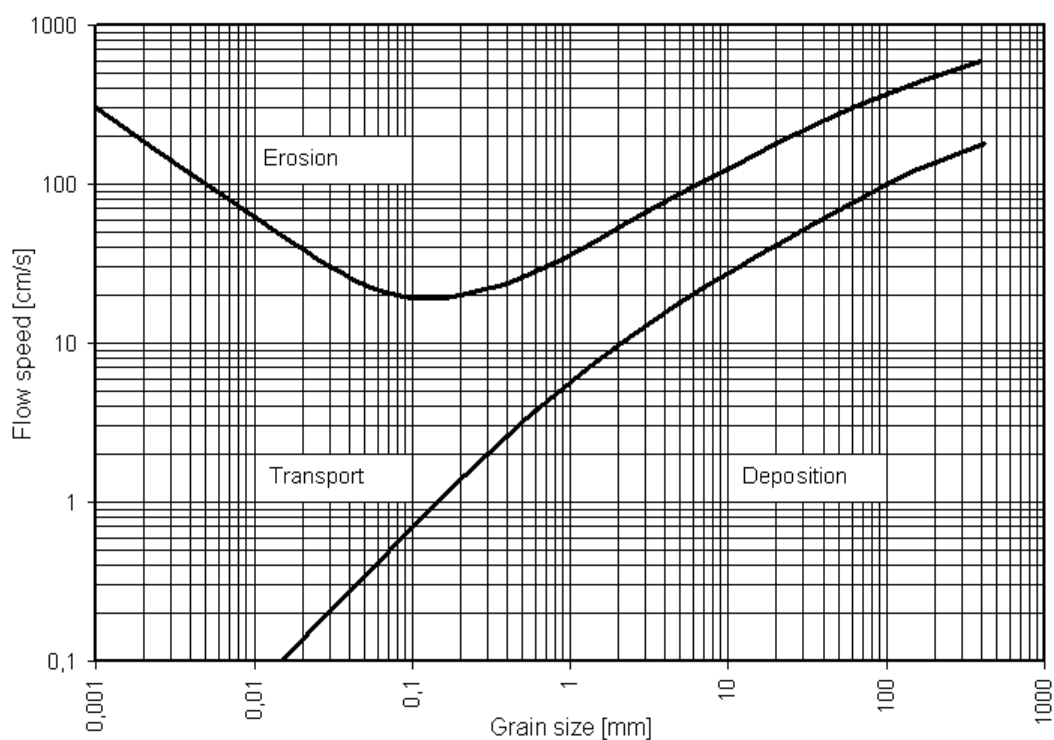


Figur 5. Flomsone ved utløp av kulvert med koteangivelser.

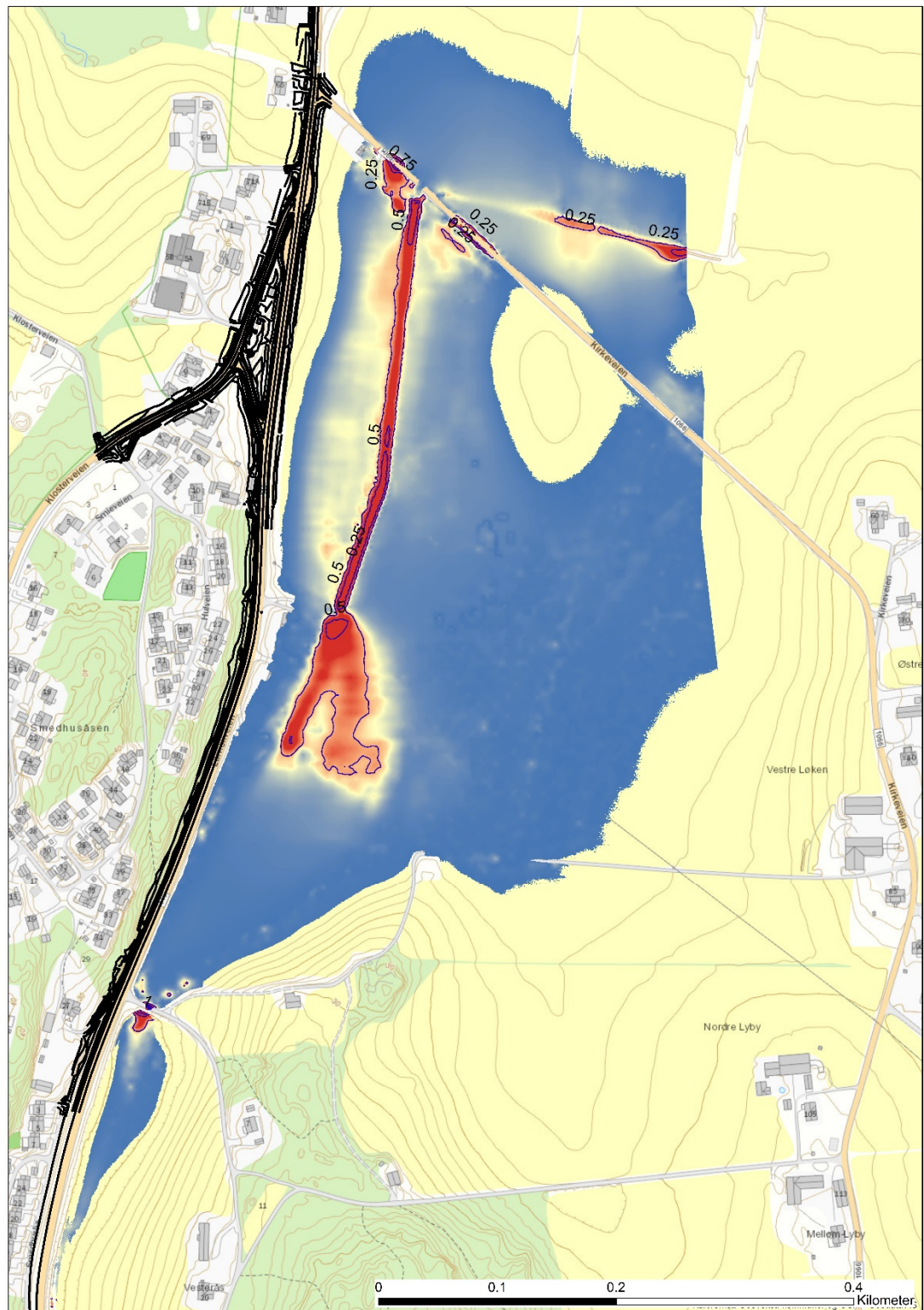
5.2 Resultater vannhastigheter

Vannhastigheter er en viktig utløsende faktor for erosjon og det er utarbeidet kart som viser beregnede vannhastigheter i Figur 7 og Figur 8. Vannhastighetene er generelt lave pga. liten helning på terrenget. I øvre del ved innløpet til kulverten er vannhastigheten rundt 0,5 m/s i selve bekkeløpet og nær 0 langs med FV119.

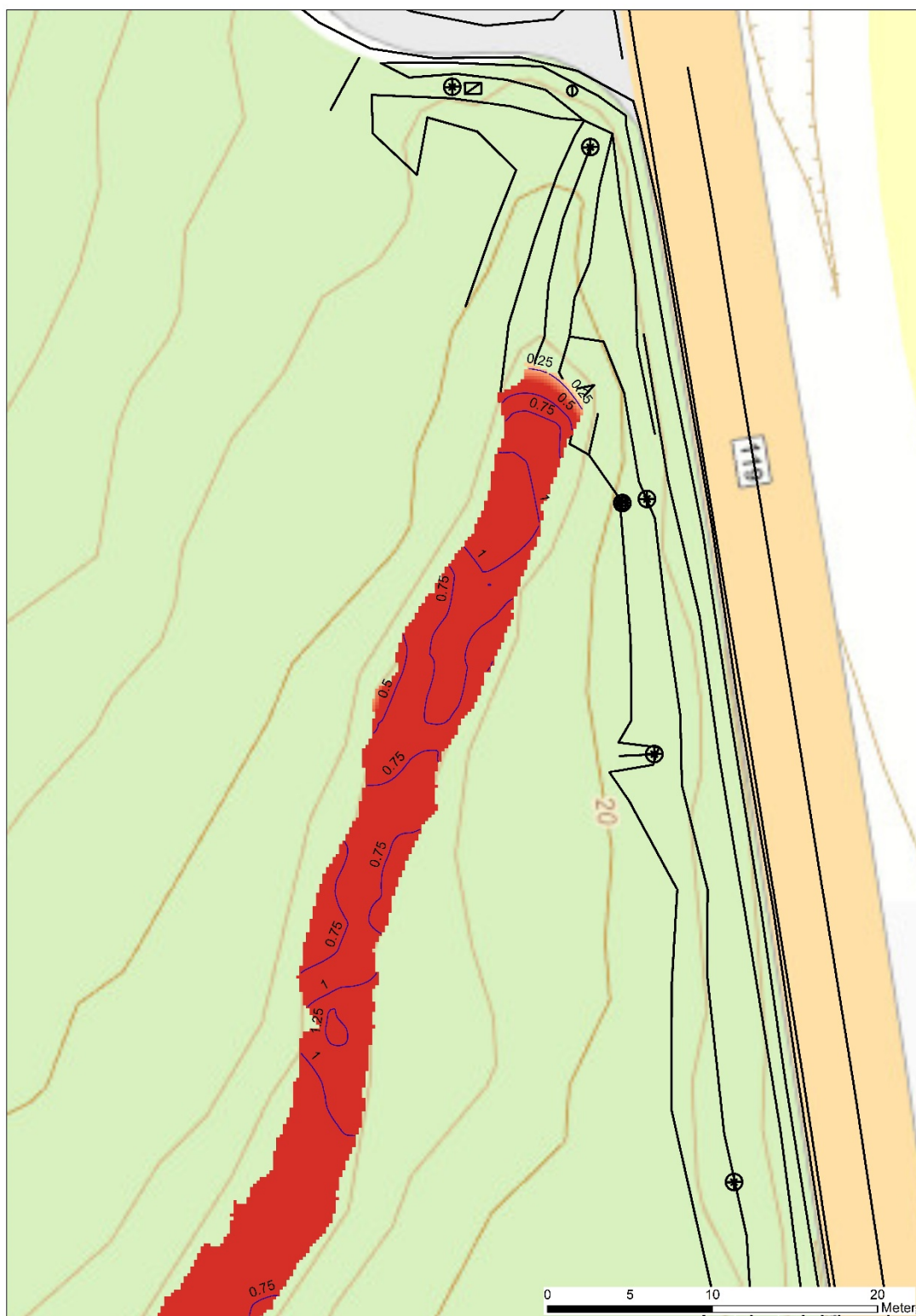
Vannhastigheter ved utløpet av kulverten er noe høyere. Hastighetene ligger stort sett mellom 0,75-1 m/s. Leire ligger helt til venstre av diagrammet og grensen for erosjon ligger litt over 1 m/s. Siden dette ligger i grenseland så anbefales det derfor at utløpet av kulverten sikres mot erosjon. Området oppstrøms har så lave vannhastigheter at muligheter for erosjon vurderes som små.



Figur 6. Hjulstrøms diagram for sedimenttransport, erosjon og sedimentasjon.



Figur 7. Vannhastigheter øver del.



Figur 8. Vannhastigheter ved utløp av kulvert.

6 Konklusjon

Flomberegning i umålte felt har generelt en stor usikkerhet og spesielt ved høye gjentaksintervall som en 200-års flom. En vannføring for en 200-års flom (inkludert klimafaktor og sikkerhetsfaktor) på $4,7 \text{ m}^3/\text{s}$ ($2714 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$) vurderes til å være konservativt. Eksisterende kulvert har ikke kapasitet til denne vannføringen og det vil bli større oversvømte områder. Utbredelsen av vann er konservativ pga. metodikken (stasjonær). Vannføringen ut av kulverten er på ca. $2,2 \text{ m}^3/\text{s}$.

Høydemessig ligger FV 119 sikkert mot flom fra bekken. Vannhastigheter er generelt lave og ovenfor veien vurderes erosjonsfaren som liten. Hastighetene er høyest ved utløpet av kulverten og det bør her etableres en sikring mot erosjon i bekkeløpet. Eksisterende vegetasjon bør ivaretas i størst mulig grad.

Etablering av GS-vei vurderes til å gi ubetydelige endringer i flomvannføring i bekken. Det vil bli noe mer tette flater i nedbørfeltet som følge av tiltaket med en teoretisk hurtigere avrenning til bekken.

Overvann fra ny GS-vei bør håndteres slik at ikke flomvannføringen i bekken øker. Det planlegges derfor for at overvann infiltreres i grøft langs GS-vei slik at avrenningen til bekken ikke øker som følge av tiltaket.

7 Kilder

- [1] NVE Retningslinjer 04-2011: Retningslinjer for flomberegninger til §i forskrift om sikkerhet ved vassdragsanlegg.
- [2] Lawrence, Deborah 2016. Klimaendring og framtidige flommer i Norge. NVErapport 81 2016.
- [3] HEC-USACE, 2016: HEC-RAS River Analysis System, Hydraulic Reference Manual, US, Army Corps of Engineers, Hydraulic Engineering Center (HEC), Davis, CA, USA.
- [4] Statens vegvesen: Bruprosjektering. Håndbok N400. Vegdirektoratet, Oslo 2015
- [5] Statens vegvesen: Vegbygging. Håndbok N200. Vegdirektoratet, Oslo 2018
- [6] Statens vegvesen: Vannhåndtering. Håndbok V240. Vegdirektoratet, Oslo 2020