

NOTAT

OPPDRAAG	Vanvikan	DOKUMENTKODE	10215235-01-RIVA-NOT- 001
EMNE	Flom-, hydraulikk og erosjonsberegninger	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Indre Fosen kommune	OPPDRAAGSLEDER	Sissel Enodd
KONTAKTPERSON	Knut Solberg, Prosjektstyring AS	SAKSBEHANDLER	Frøydis Sjøvold
KOPI		ANSVARLIG ENHET	Region Midt, Multiconsult Norge AS

SAMMENDRAG

I forbindelse med reguleringsplan for ny barnehage i Vanvikan er det utført flom-, hydraulisk og erosjonsberegning for vassdrag som berører området. Det er to kulverter som krysser veien oppstrøms området. Bekk som ligger vest i området er beregnet med ved hjelp av PQROUT, NIFS (formelverk for små felt) og rasjonell metode. Kulverten i øst er beregnet ved hjelp av NIFS og rasjonell metode.

Middelflom og flom med gjentakintervall 200 år er beregnet ved hjelp av nærliggende stasjoner for sammenligning. Flomverdiene justert i forhold til ventede klimaendringer.

Resultatet ble (kulminasjonsverdier):

Tabell 1: Beregnet 200årsflom for kulverter i Vanvikan, kulminasjonsverdier. Q200K er 200-årsflommen med klimaframskrivning på 25%.

Sted	Areal	QM		Q200	Q200K
	km ²	l/s·km ²	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Kulvert vest (bekk)	0.9	955	0.9	2.5	3.2
Kulvert øst (ved barnehage)	0.16	955	0.2	0.5	0.7

Det er gjort hydrauliske beregninger og vurdering av overvannshåndtering og erosjonssikring knyttet til området. Anbefalinger og mulige løsninger er foreslått.

00	28.04.2020	Notat flom- hydraulikk og erosjonsberegning utarbeidet	Frøydis Sjøvold	Kjartan Orvedal	Sissel Enodd
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

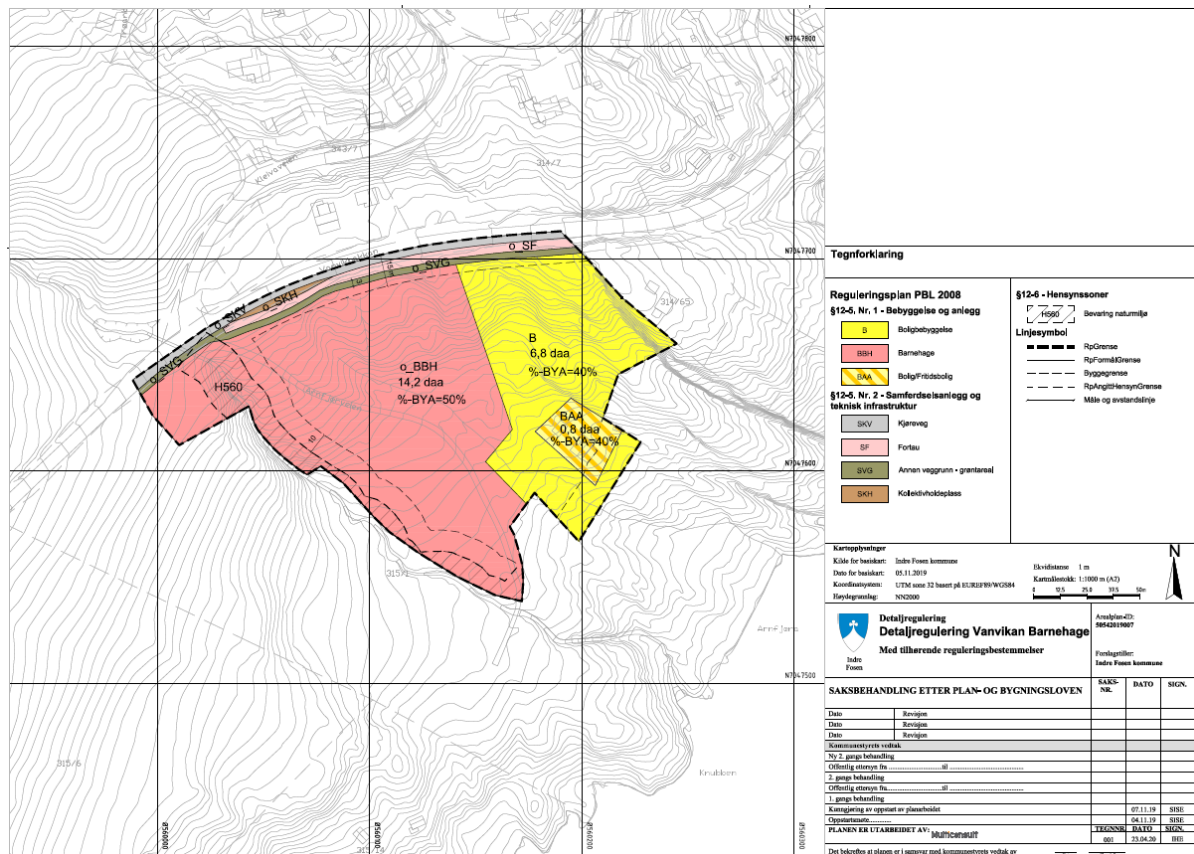
1 Innledning

Multiconsult AS er engasjert av Indre Fosen kommune for å utføre en flom-, hydraulikk- og erosjonsberegning i forbindelse med reguleringsplan for ny barnehage i Vanvikan. Flomberegningene er utført iht. NVEs veileder nr. 7 – 2015 «Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt». 200-årsflommen med klimaframskrivning skal beregnes.

Det ble utført befarings med oppdragsgiver i november 2019.



Figur 1: Kart over området. Aktuelt reguleringsområder ligger i Arnfjæra ved Vanvikan.



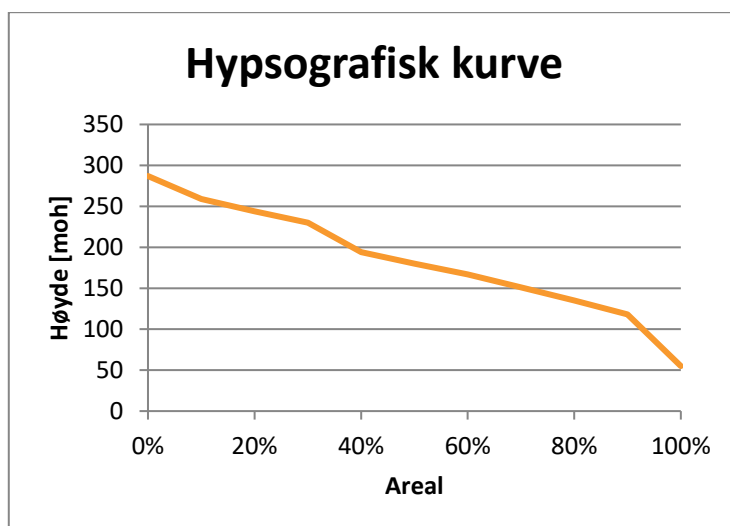
Figur 2: Planavgrensning for området, detaljregulering Vanvikan Barnehage.

2 Flomberegning

Flom og overvannssituasjon skal vurderes for området som skal reguleres, samt for bekken på vestsiden av området. På befaring ble det oppdaget en kulvert oppstrøms det aktuelle området for barnehagen. Det er derfor også utført beregning dette feltet, omtalt som kulvert øst.

2.1 Nedbørsfeltet

Vanvikan ligger på Fosen ved Trondheimsfjorden. Det er gjort beregning for to felt. Bekken for kulvert vest har et lite nedbørsfelt på 0,9 km². Feltet har en jevn høydefordeling mellom 55 og 287 moh., se hypsografisk kurve i figur 3.



Figur 3: Hypsografisk kurve for beregnet nedbørsfelt Vanvikan (vest).

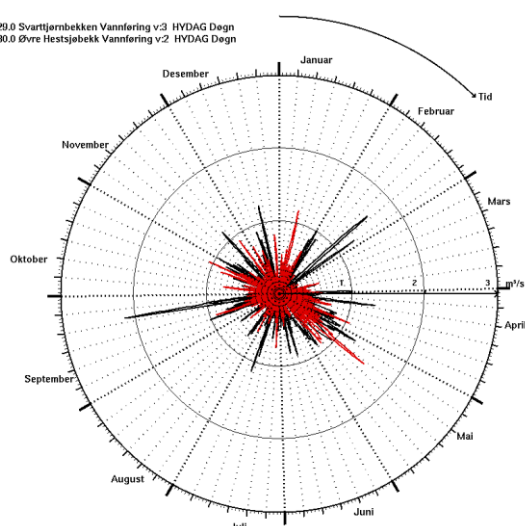
Nedbørsfeltet består av 64.4 % skog og 26,5% dyrkamark, og har ikke snaufjell eller effektiv sjøprosent, se Tabell 2.

Tabell 2: Oversikt over feltkarakteristika for Vanvikan, kulvert vest.

Sted	Feltareal, A	q_N	Eff.sjø, A_{SE}	Snaufjell, A_{SF}	Myr	Elvegradient, S_T	Feltlengde, L_F	Høydeintervall (m.o.h.)
	km ²	l/s/km ²	%	%	%	m/km	km	
Vanvikan	0.9	37,4	0	0	3.8	90.2	2.1	55-287

I tillegg er det utført beregning for feltet øst i området. Kulvert øst har et lite feltareal på 0,16 km² og består av ca. 50/50 boligområde og skog/dyrket mark.

Den dominerende flomtypen er helårsflommer, se Figur 4: Årsplott fra de mest representative målestasjonene som viser at flommer kan inntreffe hele året.



Figur 4: Årsplott fra de mest representative målestasjonene som viser at flommer kan inntreffe hele året.

2.2 Metode

I «Veileder for flomberegninger for små uregulerte felt»¹ er det anbefalt å bruke flere ulike metoder. Beregninger er gjort med rasjonell metode, PQROUT og NIFS (formelverk for små felt).

Flomverdiene er sammenlignet med nærliggende vannføringsstasjoner for middelflom og vekstkurver. For det minste feltet (kulvert øst) er rasjonell metode og NIFS benyttet.

2.2.1 NEVINA

NEVINA er brukt for å sammenligne verdiene og for å bestemme feltparameterne til feltet, se Vedlegg 1. Nedbørsfeltet er manuelt korrigert.

2.2.2 Formelverk for små nedbørsfelt (NIFS)

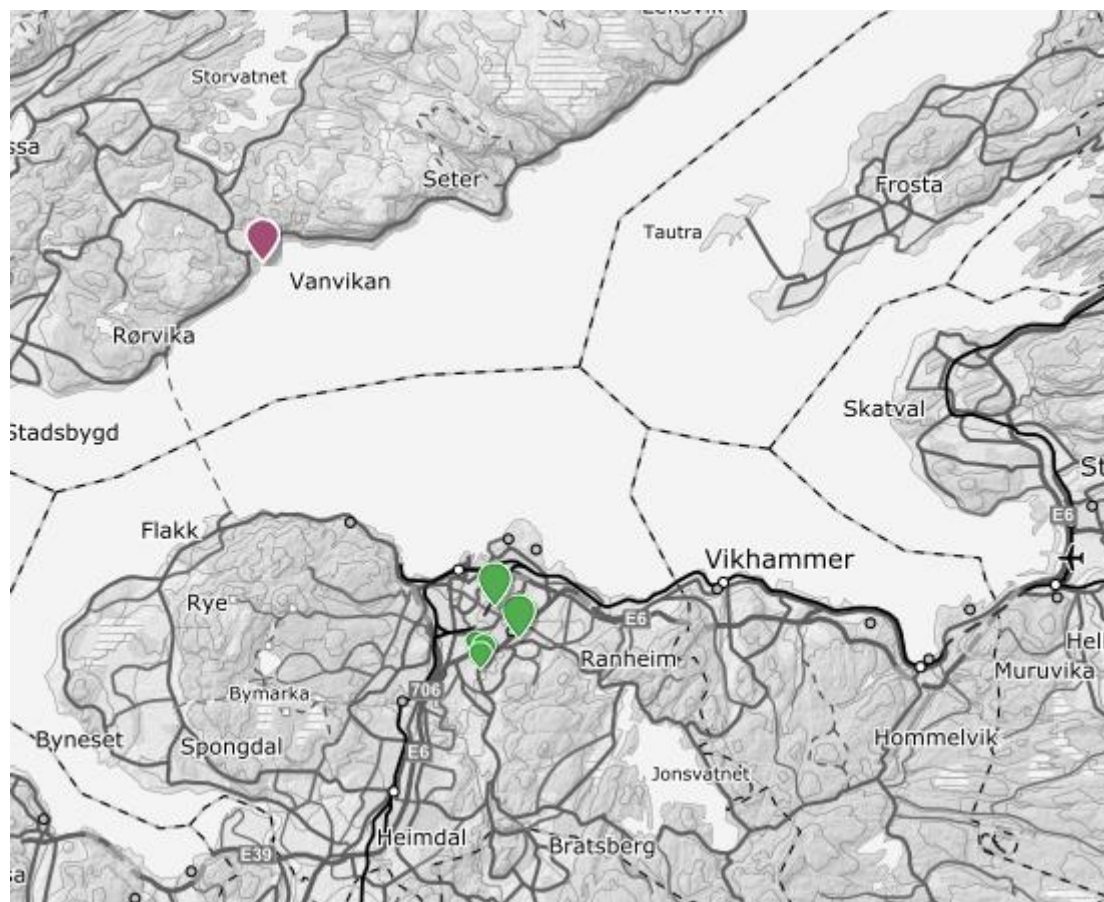
Flomstørrelsene er beregnet med formelverket oppgitt «Nasjonalt formelverk for flomberegning i små nedbørsfelt»², se Vedlegg 2. Resultatene er sammenstilt i Tabell 5 Sammenligningsfelt: Flomberegning for Vanvikan

2.2.3 Rasjonell metode

Ettersom det her er snakk om små felt er den rasjonale formel er benyttet i beregningen. Det er lagt til et påslag på C-verdi for metning på 30 %. Nedbørsdata her hentet fra Trondheim - Tyholt. Beregning av avrenningsfaktor er vist i vedlegg 3.

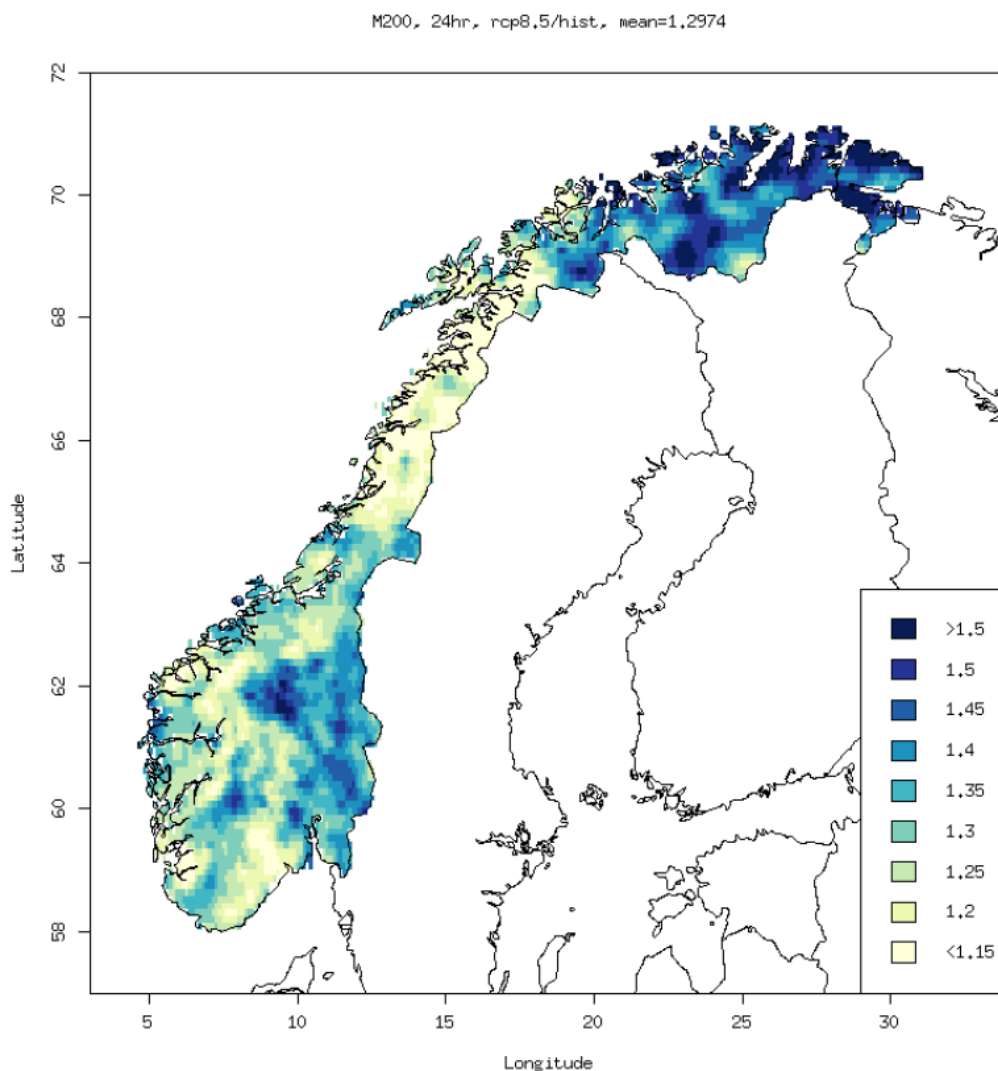
2.2.4 PQRROUT

Flomverdiene er beregnet med PQRROUT med data for nedbør fra klimaservicesenter.no. Nærmeste nedbørsmålere ligger i Trondheim (Voll/Tyholt). Se Figur 5 under. Nedbørsverdiene er vurdert som gode.



Figur 5: Kart som viser nærmeste nedbørsmålere for Vanvikan. Data fra Trondheim - Voll er antatt mest representativt. Kilde: Norsk Klimaservicesenter³.

Norsk klimaservicesenter har i rapport nr.5-2019 «Klimapåslag for korttidsnedbør – Anbefalte verdier for Norge» kommet med nye anbefalinger for klimapåslag. For Vanvikan er anbefalt påslag 1,25 for 200-års nedbørsverdier med 24h varighet. se Figur 6 under.



Figur 6: Norsk klimaservicesenter³ sine anbefalte påslag for korttidsnedbør.

Beregningene ligger i Vedlegg 4.

2.2.5 Sammenligningsverdier

Stasjoner som har sammenlignbare karakteristika. I tillegg har vi Krinsvatn og Storvatnet som nærmere, men har veldig store felt. Feltekarakteristika for de undersøkte målestasjonene er vist i Tabell 3 under. Plasseringen med nedbørsfelt er vist i Figur 7.

Tabell 3: Feltkarakteristika for aktuelle sammenligningsstasjoner og feltet i Vanvikan

Navn	Periode	Antall år	Feltareal km ²	Spesifikk avrenning l/s/km ²	Snaufjell %	Eff. Sjø %	Høyde min-maks
132.4	Storvatnet	1916-1959	43	148	44,5	9,17	129-598
133.7	Krinsvatn	1969-2014	45	205,9	63,77	57,01	87-627
123.29	Svartjernbekken	1971-2005	42	3,42	27,8	0,85	280-512
123.30	Øvre Hestsjøbekk	1972-1993	26	1,85	29,98	0,001	306-512
124.15	Børstad	1992-2017	17	48,5	25,21	0,17	13-438
126.2	Engstad	1992-2007	16	20,1	17,46	0,0001	13-286
	Vanvikan			0,9	37,4	0	55-287

Q_N årsmiddelavrenningen i perioden 1961-90 beregnet fra NVEs avrenningskart.



Figur 7: Nedbørsfelt til sammenligningsstasjoner i området (i orange) og nedbørsfeltet til analysefeltet (rødt).

123.29 Svartjernbekken og 123.30 Øvre Hestsjøbekk er vurdert som mest representative med sammenlignbare karakteristika. Disse har små feltareal og lav/ingen snaufjell % og Eff.sjø %. Det er også aktuelt å se på Krinsvatn som ligger nærmere, selv om feltet egentlig er for stort til sammenligning. Spesifikk middelflom for disse er 319-686 l/s/km².

Navn	Feltareal km ²	Spesifikk avrenning l/s/km ²	Snaufjell %	Eff. Sjø %	Høyde min-maks	Q _M m ³ /s	q _M l/s/km ²	Q ₂₀₀ /Q _M	q ₂₀₀ l/s/km ²	Valgt fordeling
132.4	Storvatnet	148	44,5	9,17	129-598					mangler
133.7	Krinsvatn	205,9	63,77	57,01	87-627	141	686	2,5	1745	GEV max lik
123.29	Svartjernbekken	3,42	27,8	0,85	280-512	1,1	319	2,7	670	GEV max lik
123.30	Øvre Hestsjøbekk	1,85	29,98	0,001	306-512	0,9	486	2,0	989	GEV max lik

Tabell 4: Frekvensanalyse for Vanvikan, døgnverdier.

2.3 Resultat flomberegning

Resultatet fra de ulike metodene for å beregne flomverdiene er oppsummert i Tabell 5 under. Flomfrekvensanalysen for målestasjonene 123.30 Øvre Hestsjøbekk og 123.29 Svartjernbekken gir for lave verdier for spesifikk middelflom og er derfor ikke vektlagt. Spesifikk middelflom for 133.7

Flom- hydraulikk og erosjonsberegninger

Krinsvatn samsvarer med resultatet fra NIFS-formelverket og PQRUT. Flomfrekvensanalysen viser at vekstfaktoren er på 2.5 for 133.7 Krinsvatn. Stasjonen har 45år med data og har god kvalitet på vannføringskurven. Da flomfrekvensanalysen er gjort på døgnverdier må en korrigere med en kulminasjonsfaktor for å finne momentanverdien. Kulminasjonsfaktoren er satt til 1.91. (Vedlegg 5). 200-årsflommen fra flomfrekvensanalysen blir da 2.95m³/s uten klimapåslag og 3.5m³/s med 20% klimapåslag.

Tabell 5 Sammenligningsfelt: Flomberegning for Vanvikan

	Navn	Feltareal	Spesifikk	Middelflom	Spesifikk	Q200/Q	Q200	Q200K
		km ²	l/s/km ²	m ³ /s	l/s/km ²			m ³ /s
123.29	Svartjernbekken	3.42	27.8	1.1	319	2.7		
123.30	Øvre Hestsjøbekk	1.85	29.98	0.9	486	2.0		
vanvikan vest	fra NIFS			0.9	1110	2.5	2.50	3.00

Tabell 6: Resultat beregninger: Kulminasjonsverdier for Vanvikan for 200årsflom. Q200K er klimaframskrivning med 25 % påslag.

Metode	Navn	Q200	Q200K
PQRUT	kulvert vest	2.5	3.2
Rasjonell metode	kulvert vest	2.0	2.5
	kulvert øst	0.5	0.7
NIFS	kulvert vest	2.7	3.4
	kulvert øst	0.6	0.8

Flomfrekvensanalysen og NIFS-metoden gir de høyeste flomverdiene mens rasjonell metode gir de laveste verdiene. PQRUT er bare beregnet for det største feltet og ligger mellom de to andre. Ut fra en samlet vurdering er det valgt å benytte følgende flomverdier for videre beregninger:

Kulvert vest $Q_{200K} = 3.2 \text{ m}^3/\text{s}$

Kulvert øst $Q_{200K} = 0.7 \text{ m}^3/\text{s}$

3 Hydraulisk modellering

For å beregne vannstander ved for 200-årsflommen med klimaframskrivning er kulvertene modellert i Hec-Ras v. 5.0.7, som er en hydraulisk modell utviklet av U.S. Army Corps of Engineers. Programmet er fritt tilgjengelig og gratis å bruke. Modellen har mulighet for å beregne både i 1D og 2D, der 1D er beregning i tverrprofil mens ved 2D benyttes et beregningsnett. Beregningene er utført i 1D.

Alle høyder er oppgitt i NN 2000 høydesystem.

3.1 Grensebetingelser

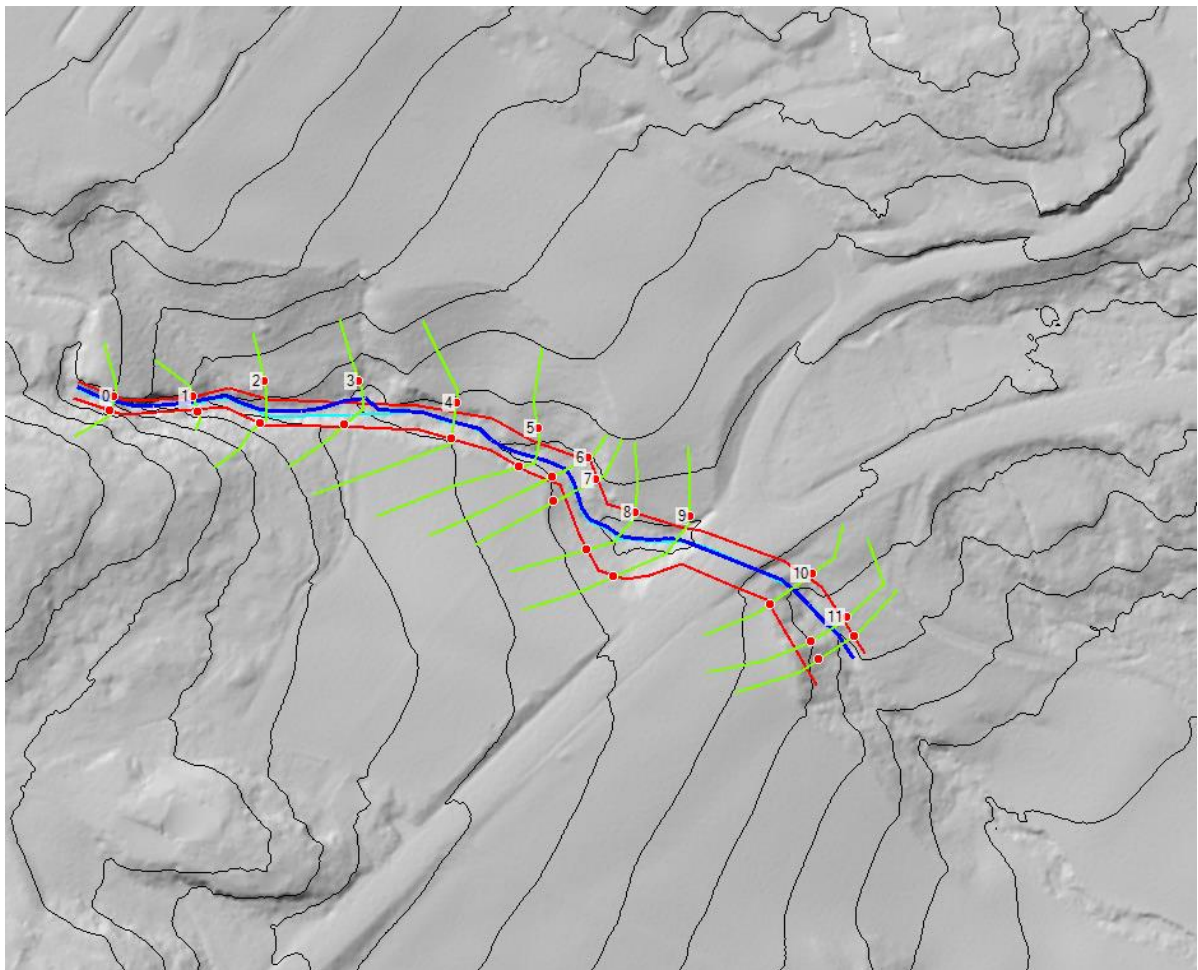
Det er utført to modellberegninger, en for hver kulvert. Modellen er kjørt med konstant vannføring for 200-årsflom med klimapåslag. Kulvertene er beregnet med innløpskontroll.

3.2 Terrengdata

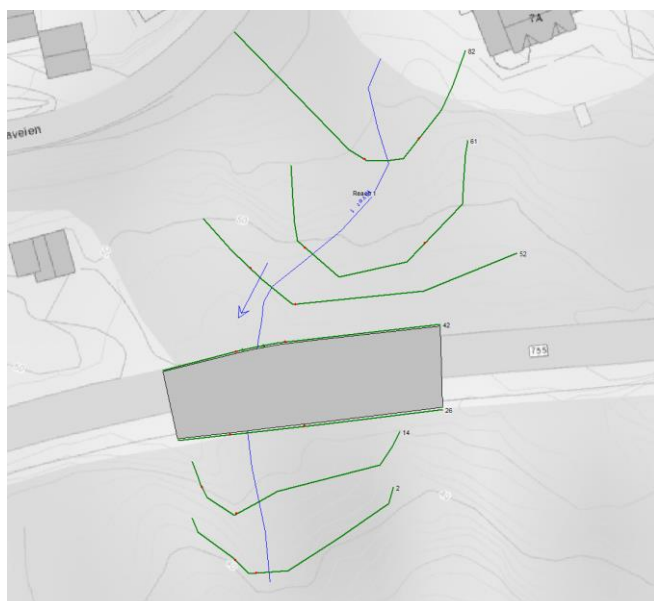
Området er laserskannet av Terratec AS i 2014. Fra www.hoydedata.no er det lastet ned en digital terrengmodell (DTM) på rutenettformat med en rutestørrelse på 0.5m. I tillegg har kommunen målt elvebunnen oppstrøms og nedstrøms kulvert. Disse dataene er kun benyttet som kontroll.

3.3 Modelloppsett

Det er to kulverter i området. Kulvert vest, ligger i et bekkefar, og kulvert øst ligger rett ovenfor planlagt barnehage. Strekningene som er modellert er vist i Figur 8 og Figur 9.



Figur 8: Hec-Ras modell i 1D for kulvert vest.



Figur 9: Hec-Ras modell i 1D for kulvert øst

Modellbetingelser er satt likt for begge kulverter. Avstanden mellom tverrprofilene er beregnet automatisk i programmet og det er valgt konservative ruhetsverdier uttrykt ved Manning's n-tall for modellen på 0.4 for elveløpet og 0.6 for sidene. Kulverten har fått manningstall 0.012, og singulærtapet ved innløpet er satt til 0.2 (uten innløpsvegg).

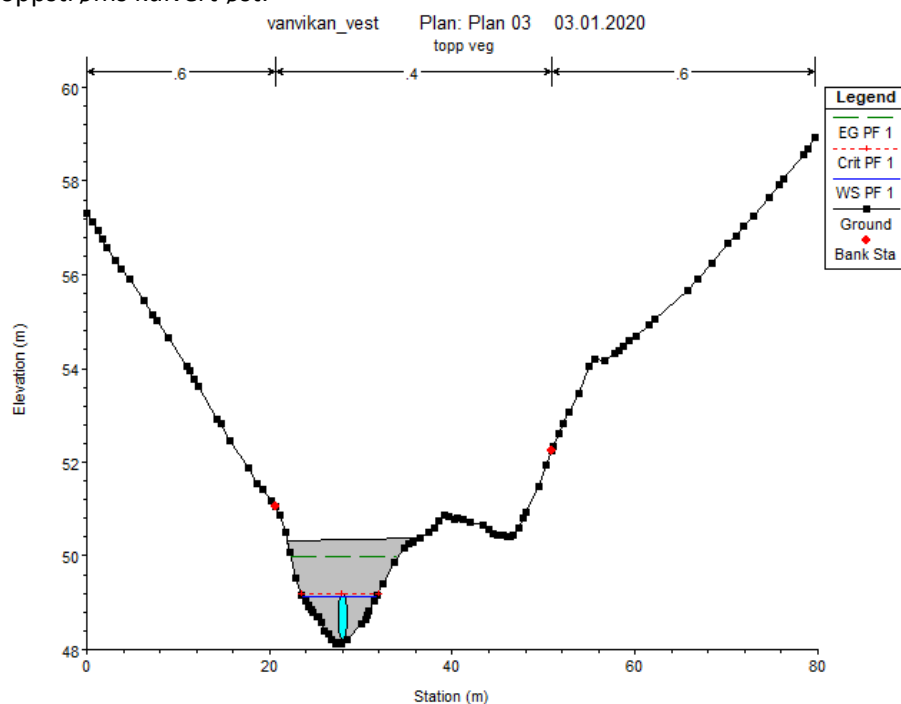
3.4 Resultater hydraulisk modellering

Resultatene fra Hec-Ras kjøringene er vist nedenfor.

Figur 10 viser tverrprofil oppstrøms kulvert vest. Vannstand oppstrøms fyllinga er ved 50.1 moh.

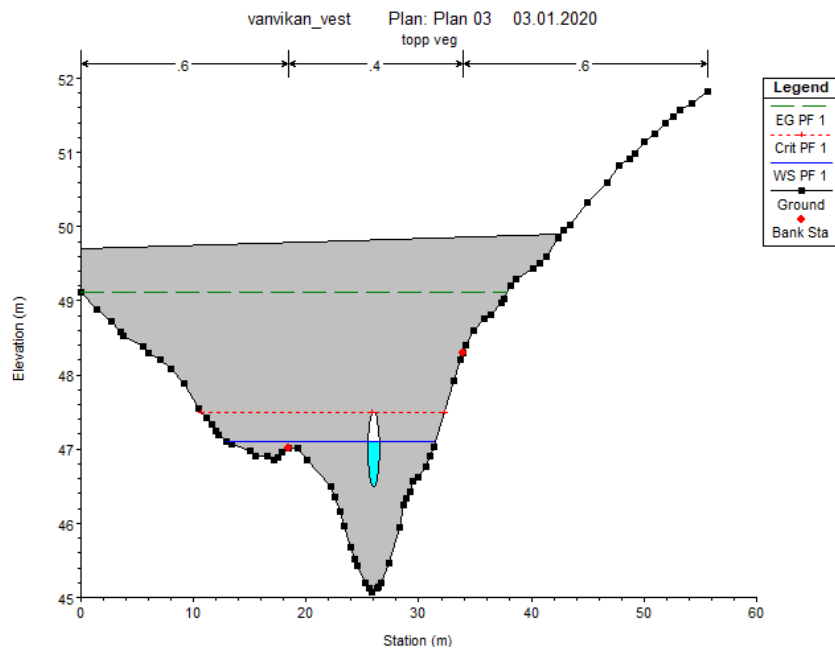
Figur 11 Tverrprofil nedstrøms kulvert vest.

Vannstand ved kulvert øst viser oppstrøms vannstand 47.5 moh, som vist i Figur 12: Tverrprofil oppstrøms kulvert øst.

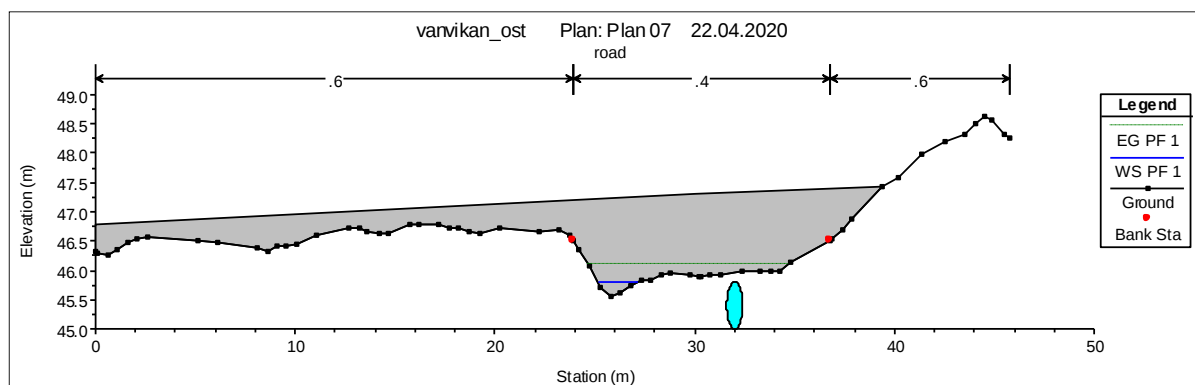


Figur 10: Tverrprofil oppstrøms kulvert vest.

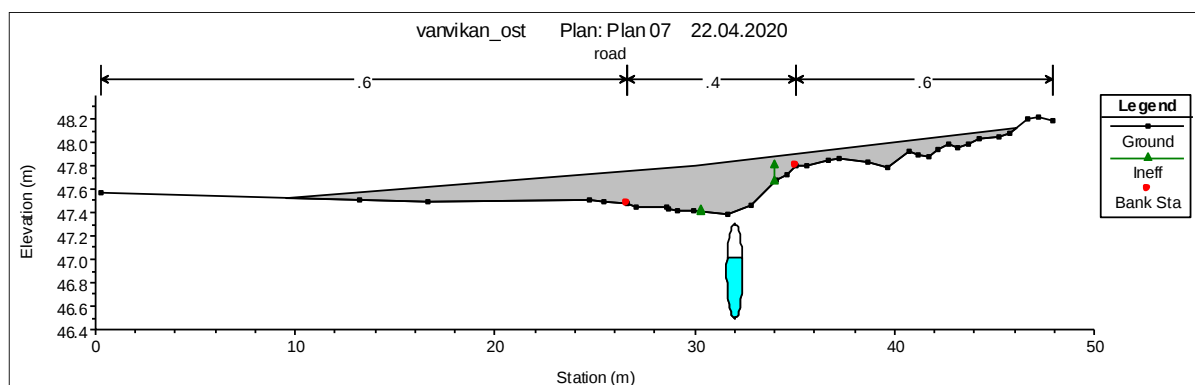
Flom- hydraulikk og erosjonsberegninger



Figur 11 Tverrprofil nedstrøms kulvert vest



Figur 12: Tverrprofil oppstrøms kulvert øst



Figur 13: Tverrprofil nedstrøms kulvert øst

4 Erosjonssikring

Eventuelt behov for erosjonssikring vurderes for innløp og utløp av kulvertene. Erosjonssikring beregnes på grunnlag av hydrauliske beregninger utført på eksisterende terreng. Ved eventuelle terrengendringer som påvirker bekkeløpene, bør man gjøre ny vurdering av erosjonssikring. Effektene av is og isoppstuvning er ikke vurdert spesielt her. Beregningene er utført iht. «NVEs Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein», nr. 4-2009.

4.1 Kulvert vest

Hec-Ras beregningene viser lave hastigheter på innløpssiden, men høy vannstand ved flom. Ved befaring ble det observert noe erosjon på den ene siden på innløpssiden, i yttersving. Dette er noe man kan følge med på, men det er ikke ansett som nødvendig å gjøre tiltak så lenge stikkrenna opprettholder sin funksjon. En ev. overtopping eller skade på veien ansees som usannsynlig.

Skulle man gjøre utbedringer på innløpsida ville en skrå frontmur bidratt til både bedre kapasiteten til den eksisterende stikkrenna, samt sikre mot erosjon rundt innløpet. I tillegg kunne man erosjonssikret med plastring på sidene.

Det er ikke behov for erosjonssikring nedstrøms kulverten. Ved utløpet er hastigheten på vannet 1.3 m/s. For hastigheter under 2.0 m/s er det ikke behov for erosjonssikring i naturlige vannveier (tab. 5.6 i NIFS rapport 2016_28)

4.2 Kulvert øst

Hec-Ras beregningen viser høy vannstand oppstrøms kulvert ved flom, men i denne simuleringen ble det ikke lagt inn effekten av grøfta langs veien, som vil ta deler av vannstrømmen og bidra til å holde vannstand nede. Det er derfor vurdert at det ikke behov for tiltak oppstrøms kulvert.

Utløpet fra kulverten ligger rett ovenfor det planlagte området til barnehagen. Her kan man velge å beslutte om man vil ha bekken inn på området eller føre den utenfor. Det anbefales at det etableres en grøft for å lede vannet i ønsket retning. Det er en fjellknaus i området som skal sprenges vekk. En kan da sprengre for grøft samtidig. Hastigheten på utløpsvannet ved flom er 0.6 m/s og krever derfor ikke plastring. Bekken anbefales utført i trappeløp, etter som det er relativt bratt i området.

En kan også velge å lede deler av bekken inn på området, slik at normale vannføringer vil gå gjennom barnehagen, mens flomtopper ledes via overløp utenfor området. Bekken vil sannsynligvis gå tørr i store deler av året. Det er også mulighet for å lage små dammer inne på området.

På befaring så det ut til at det var mye stein/fjell i dagen nedstrøms kulvert. Utløpet er i området hvor det er planlagt sprenging av fjell. I område med fjell er det ikke behov for plastring av bekken. Valg av løsning for erosjonssikring er avhengig av om man ønsker å benytte bekken som et moment inn på barnehageområdet eller ikke. Samfengt stein fungerer godt som erosjonssikring, men er kanskje ikke så barnevennlig. En løsning med plastring som vist i (Figur 144), der bratte partier plastres vil gi funksjonell utforming. Plastringen kan gjerne legges trinnvis som i trappeløp for å bremse hastigheten.

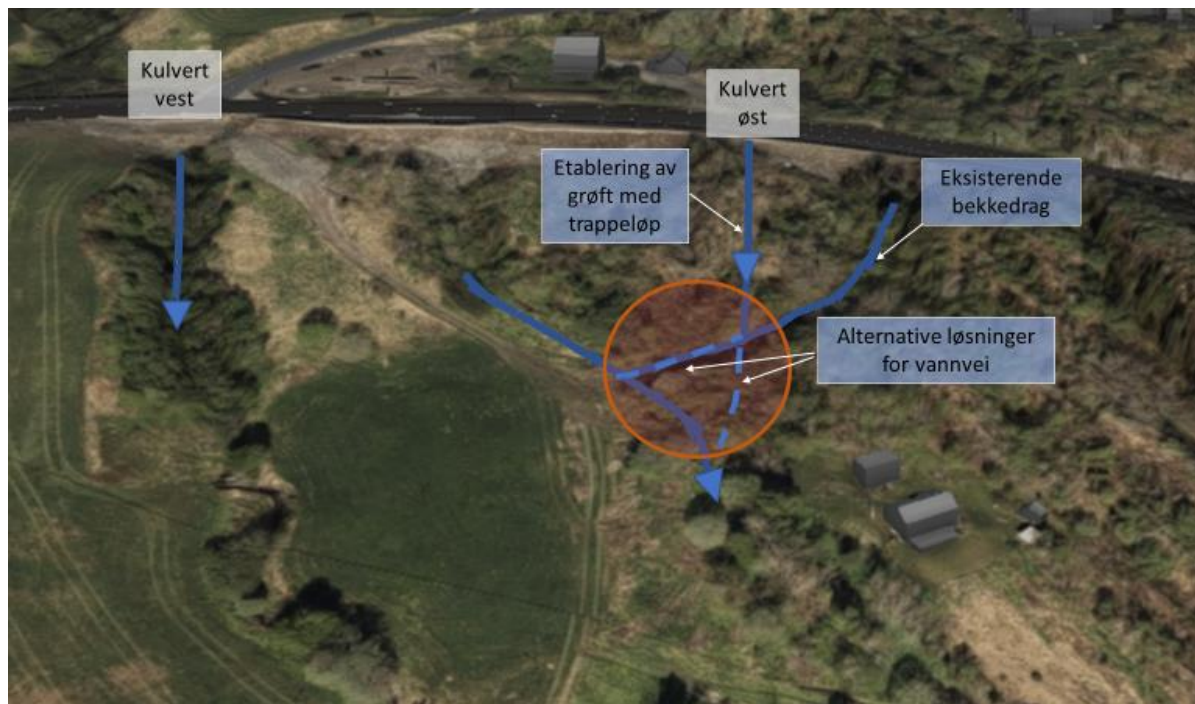


Figur 144 Eksempel plastring av bekk med stor stein (NVE veileder 2009, Jensen og Tessaker)

5 Overvannsplan

Overvannsplan må koordineres med øvrige planer for området. Plassering av veier, parkering, bygninger og uteområder vil påvirke valg av løsning for overvann. Selv om det er bratt i området, er ikke vannmengdene større enn at man kan velge å bruke åpne løsninger.

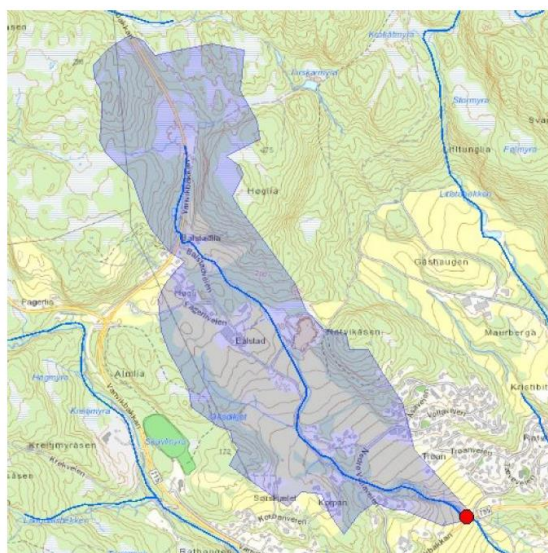
Bortsett fra overvann og ev. sig av grunnvann inne på området er kun tilførsel fra kulvert øst samt et bekkedrag som ligger i nedre del av området som må håndteres. Figur 155 viser alternative vannveier/flomveier på området.



Figur 155: Alternative løsninger for vann vei/flomveier

6 Vedlegg

6.1 Vedlegg 1 - NEVINA



Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N

Nedbørfeltgrenser, feltparametere og vannføringsindekser er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Lavvannskart

Vassdragsnr.: 131.8
Kommune: Indre Fosen
Fylke: Trøndelag
Vassdrag: KYSTFELT

Vannføringsindeks, se merknader

Middelvannføring (61-90)	37,4 l/(s*km ²)
Alminnelig lavvannføring	5,5 l/(s*km ²)
5-persentil (hele året)	5,6 l/(s*km ²)
5-persentil (1/5-30/9)	4,8 l/(s*km ²)
5-persentil (1/10-30/4)	7,6 l/(s*km ²)
Base flow	11,6 l/(s*km ²)
BFI	0,3

Klima

Klimaregion	Midt
Årsnedbør	1354 mm
Sommernedbør	480 mm
Vinternedbør	874 mm
Årstemperatur	4,7 °C
Sommertemperatur	10,5 °C
Vintertemperatur	0,5 °C
Temperatur Juli	12,3 °C
Temperatur August	12,2 °C

Feltparametere

Areal (A)	0,9 km ²
Effektiv sjø (S _{eff})	0,0 %
Elvelengde (E _L)	2,0 km
Elvegradient (E _G)	90,2 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (G ₁₀₈₅)	88,3 m/km
Feltlengde (F _L)	2,1 km
H _{min}	55 moh.
H ₁₀	118 moh.
H ₂₀	135 moh.
H ₃₀	151 moh.
H ₄₀	167 moh.
H ₅₀	180 moh.
H ₆₀	194 moh.
H ₇₀	230 moh.
H ₈₀	244 moh.
H ₉₀	259 moh.
H _{max}	287 moh.
Bre	0,0 %
Dyrket mark	26,5 %
Myr	3,8 %
Sjø	0,0 %
Skog	64,4 %
Snaufjell	0,0 %
Urban	0,9 %

1) Verdien er editert

Det er generelt stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindekser. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrværsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

© nevina.nve.no

Flomberegning

Vassdragsnr.: 131.8

Kommune: Indre Fosen

Fylke: Trøndelag

Vassdrag: KYSTFELT

Flomverdiene viser størrelsen på kulminasjonsflommer for ulike gjentaksintervall. De er beregnet ved bruk av et formelverk som er utarbeidet for nedbørfelt under ca 50 km². Feltparametere som inngår i formelverket er areal, effektiv sjøprosent og normalavrenning (l/s*km²). For mer utdypende beskrivelse av formelverket henvises det til NVE –Rapport 7/2015 «Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt». Det pågår fortsatt forskning for å bestemme klimapåslag for momentanflommer i små nedbørfelt. Frem til resultatene fra disse prosjektene foreligger anbefales et klimapåslag på 1.2 for døgnmiddelflom og 1.4 for kulminasjonsflom i små nedbørfelt.

KYSTFELT

Areal (km ²)	0,9
Klimafaktor	1,4

	m ³ /s	Q ^M l/(s*km ²)	Q ⁵	Q ¹⁰	Q ²⁰	Q ⁵⁰	Q ¹⁰⁰	Q ²⁰⁰
Flomfrekvensfaktorer	-	-	1,23	1,45	1,68	2,02	2,32	2,66
95% intervall øvre grense (m ³ /s)	1,8	1966,7	2,2	2,7	3,2	3,9	4,6	5,3
Flomverdier (m ³ /s)	1,0	1111	1,2	1,5	1,7	2,0	2,3	2,7
95% intervall nedre grense (m ³ /s)	0,6	628	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,3
Flommer med klimapåslag (m ³ /s)	1,4	1555,6	1,2	2,0	2,4	2,8	3,2	3,7

Beregningene er automatisk generert og kan inneholde feil. Det er generelt stor usikkerhet i denne typen beregninger. Resultatene må verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner. Resultatene er ikke gyldig som grunnlag til flomberegninger for klassifiserte dammer.

6.2 Vedlegg 2 – Nasjonalt formelverk for små felt

St. navn	Areal (km2)	Normalavrenning (l/s*km2)	MIDTILSIG	Eff. Sjø (%)	k
Median	0,9	37,4	0,03	0,001	-0,19
Lav					
Høy					

Avrenning (m3/s)			
	2,50 %	Median	97,50 %
QM	0,57	1,00	1,78
Q5	0,69	1,24	2,25
Q10	0,79	1,46	2,70
Q20	0,89	1,69	3,19
Q50	1,04	2,04	3,97
Q100	1,17	2,34	4,67
Q200	1,34	2,68	5,36
Q500	1,60	3,20	6,41
Q1000	1,83	3,67	7,34

T-årsflom	
T	200
Q(T)=	2,68

Spesifikk avrenning (l/s*km2)			
	2,50 %	Median	97,50 %
QM	631	1116	1976
Q5	762	1380	2497
Q10	876	1620	2997
Q20	993	1877	3548
Q50	1160	2261	4409
Q100	1298	2596	5191
Q200	1488	2975	5951
Q500	1780	3561	7121
Q1000	2038	4077	8153

Gyldighetsintervall for parametrene	
Areal	0,2 - 53 km2
QN 61-90	9 - 163 l/s*km2
Eff sjø	0 - 21 %

Chart Title

6.3 Vedlegg 3 - Rasjonelle metode

Kulvert vest:

BEREGN AVRENNINGSKOEFFISIENT C			
Overflate	Avr.faktor	Areal	Faktor*Areal
Bre		0,000	0,000
Dyrket mark	0,15	0,239	0,036
Myr	0,40	0,034	0,014
Innsjø	1,00	0,000	0,000
Skog	0,35	0,580	0,203
Snau fjell	0,70		0,000
Urban	0,25	0,008	0,002
totalt		0,9	0,254
Midlere avr.faktor. vektet snitt:			0,283

$Q = C \cdot i \cdot A$	2,0126236	m ³ /s	med 30% påslag for metning
-------------------------	-----------	-------------------	----------------------------

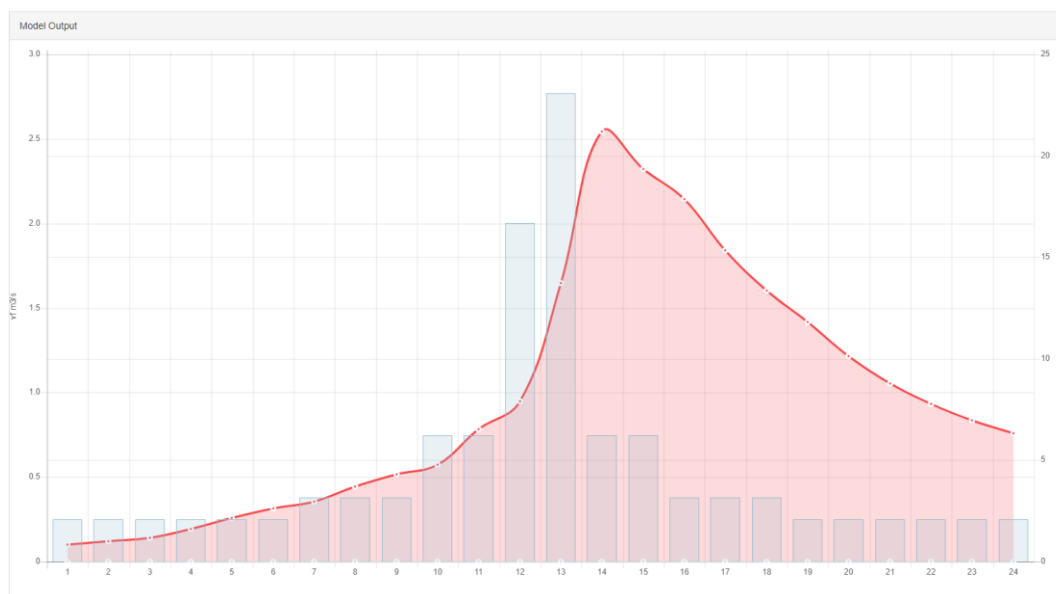
Kulvert øst:

BEREGN AVRENNINGSKOEFFISIENT C			
Overflate	Avr.faktor	Areal	Faktor*Ar
Bre		0,000	0,000
Dyrket mark	0,15	0,060	0,009
Myr	0,40	0,000	0,000
Innsjø	1,00	0,000	0,000
Skog	0,35	0,060	0,021
Snau fjell	0,70		0,000
Urban	0,78	0,040	0,031
totalt		0,16	0,061
Midlere avr.faktor. vektet snitt:			0,383

$Q = C \cdot i \cdot A$	0.521118	m ³ /s	med 30% påslag for metning
-------------------------	----------	-------------------	----------------------------

Nedbørdata er hentet fra 68170 Trondheim Tyholt

6.4 Vedlegg 4 - PQROUT



time	P (nedbør)	QObs	QSim
1	2,08	0	0.1
2	2,08	0	0.121
3	2,08	0	0.141
4	2,08	0	0.192
5	2,08	0	0.26
6	2,08	0	0.313
7	3,17	0	0.354
8	3,17	0	0.446
9	3,17	0	0.517
10	6,23	0	0.572
11	6,23	0	0.783
12	2,50	0	0.947
13	2,08	0	1.648
14	6,23	0	2.544
15	6,23	0	2,32
16	3,17	0	2.145
17	3,17	0	1,84
18	3,17	0	1.603
19	2,08	0	1.418
20	2,08	0	1.214
21	2,08	0	1.055
22	2,08	0	0.932
23	2,08	0	0.835
24	2,08	0	0.76

6.5 Vedlegg 5 – Kulminasjonsfaktorer

Stasjon	Areal km ²	Antall år	Middelflom (Q _m)				Forholdstall (Q _m)	Forholdstall Q _i /Q _m (kulm)								Fordeling
			m ³ /s		l/s*km ²			Q ₅ /Q _m	Q ₁₀ /Q _m	Q ₂₀ /Q _m	Q ₅₀ /Q _m	Q ₁₀₀ /Q _m	Q ₂₀₀ /Q _m	Q ₅₀₀ /Q _m	Q ₁₀₀₀ /Q _m	
			Kulm.	Døgn	Kulm.	Døgn										
110.2 Draget	0,19	26	0,21	0,08	1089	416	2,62	1,28	1,54	1,80	2,16	2,44	2,74	3,15	3,49	GEV(mom)
110.1 Kanihola	0,29	24	0,34	0,10	1155	355	3,25	1,36	1,64	1,89	2,20	2,41	2,60	2,82	2,94	Gam(mom)
20.11 Tveitdalen	0,44	40	0,66	0,25	1491	564	2,65	1,32	1,55	1,76	2,02	2,21	2,39	2,61	2,77	GEV (max)
19.96 Storgama ovf.	0,52	36	0,43	0,25	817	483	1,69	1,25	1,41	1,56	1,73	1,85	1,95	2,07	2,14	Gamma (mom)
29.7 Gramstaddalen	1,00	21	1,20	0,46	1197	463	2,59	1,17	1,30	1,43	1,60	1,72	1,85	2,01	2,14	Gum(mom)
19.91 Åbogtjønn	1,15	16	0,62	0,42	536	368	1,46	1,25	1,37	1,47	1,56	1,62	1,66	1,71	1,74	GEV (max)
31.10 Venekvev	1,61	20	3,27	1,61	2028	1001	2,03	1,24	1,43	1,62	1,86	2,04	2,22	2,45	2,63	Gum(mom)
27.14 Saglandsvatn	1,85	19	0,40	0,38	218	203	1,08	1,19	1,30	1,41	1,53	1,60	1,68	1,75	1,80	Gamma (mom)
123.30 Øvre Hestsjøbekk	1,93	26	1,37	0,81	712	421	1,69	1,28	1,47	1,64	1,84	1,98	2,11	2,25	2,33	Gamma (mom)
18.11 Tjellingtjernbekken	2,16	30	1,83	0,96	849	446	1,90	1,33	1,61	1,87	2,23	2,50	2,77	3,13	3,41	GEV (max)
36.34 Prestvika	2,5	20	2,94	1,68	1176	673	1,75	1,24	1,44	1,63	1,87	2,06	2,24	2,48	2,66	Gum(mom)
19.89 Skornetten	2,62	25	2,32	1,08	886	413	2,14	1,17	1,28	1,38	1,48	1,56	1,62	1,69	1,73	Gamma (mom)
221.1 Magerøy	2,73	16	1,21	0,97	445	356	1,25	1,30	1,48	1,64	1,81	1,92	2,02	2,13	2,20	Gev(mom)
174.11 Taraldsvikelv	2,84	17	1,81	1,11	636	390	1,63	1,26	1,48	1,70	1,99	2,22	2,46	2,77	3,02	GEV
123.29 Svarttjørbekken	3,04	42	1,91	1,16	628	383	1,64	1,29	1,47	1,63	1,80	1,92	2,02	2,14	2,22	GEV (mom)

Figur 16: Kulminasjonsfaktor hentet fra NIFS (Naturforeprosjekt Dp. 5 Flom og vann på avveie)

7 Referanser

Stenius, et al (2015) NVE Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt, nr7 - 2015

Jensen, L. og Tessaker, E. NVE veileder nr 4. Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein, 2009

Norem, H. *et al.*, 2016. Overvannshåndtering og drenering for veg og jernbane, NIFS Rapport nr 28-2016