

## NOTAT

OPPDRAAG	<b>Detaljregulering Thon Hotel Skeikampen</b>	DOKUMENTKODE	10206275-01-RiVass-NOT-01
EMNE	Vurdering av flom	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	<b>Olav Thon Gruppen</b>	OPPDRAAGSLEDER	<b>Gunnar Bratheim</b>
KONTAKTPERSON		SAKSBEHANDLER	Kristine Lilleeng Walløe
KOPI		ANSVARLIG ENHET	Oslo Hydrologi

## SAMMENDRAG

200-årsflom med klimapåslag er beregnet for tre små nedbørfelt som går gjennom området for detaljregulering på Skeikampen. Dimensjonerende flom i de tre feltene er beregnet til henholdsvis 1,54, 0,59 og 4,13 m<sup>3</sup>/s. Det er kun det største feltet, Vaskeribekken, som ser ut til å ha et godt definert elveløp. Flom i denne bekken er modellert ved hjelp av en hydraulisk 2D-modell i HEC-Ras. Modellen viser at vannet stort sett holder seg innenfor elveløpet, men at det er behov for en mindre flomvoll ved Thon Hotel Skeikampen. Videre vil vi anbefale tiltak der Vaskeribekken krysser Ysterivegen, siden Ysterivegen gir oppstuvning oppover i planområdet. Dette er imidlertid utenfor reguleringsområdet.

## 1 Bakgrunn

I forbindelse med ny reguleringsplan for et område på Skeikampen er det forespurt en utredning om flom i bekker i planområdet.

Det er tre mindre bekker som renner gjennom planområdet, av disse er Vaskeribekken (felt 3) som ligger langs den østre grensen klart størst. De to andre bekkene går delvis i rør, og enkelte av disse rørene er lagt slik at vann normalt føres ut av planområdet. Ved beregning av flom tas ikke disse rørene hensyn til, da det antas at kapasiteten til rørene er betydelig mindre enn flomvannføringen. Det er allikevel noe usikkerhet i flomveiene, og for det vi kaller felt 2 er det derfor beregnet to ulike mulige flomveier.

Alle tre feltene samles sørøst i planområdet, før Ysterivegen, og renner sammen som Vaskeribekken parallelt med Segalstadsetervegen.

## 2 Flomberegninger

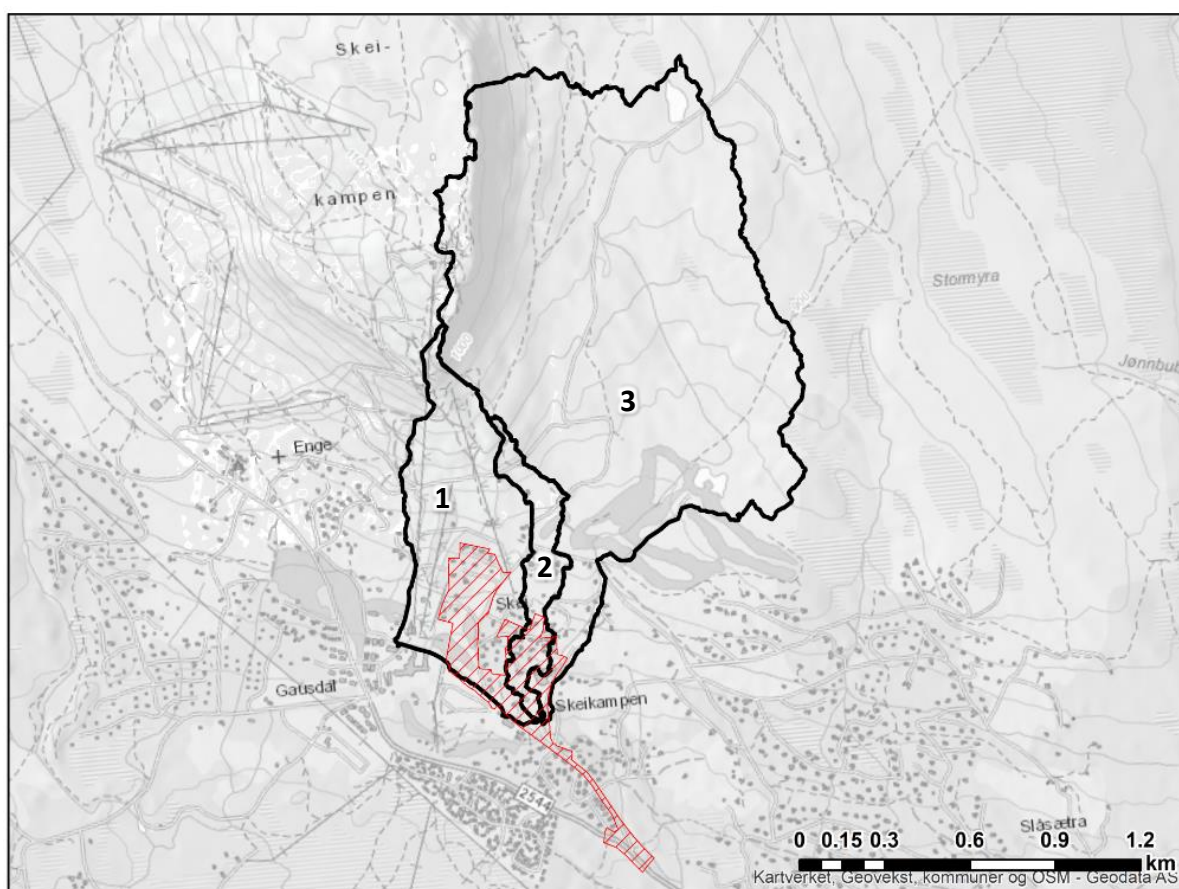
### 2.1 Feltareal og egenskaper

Feltparametre for de tre feltene er presentert i tabellen under. Feltgrenser er beregnet i programmet SCALGO som bruker en detaljert terrengmodell til å beregne nedbørfelt. Det er i tillegg beregnet feltparametre de tre feltene samlet, samt for en situasjon der mesteparten av felt 2 drenerer til felt 1, da vi ser for oss at dette kan skje dersom kulverten ved Hotellvegen 4 er tett.

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
1	12/3/2021	Endret flomsone etter terrengendringer utomhusplan	Kristine Lilleeng Walløe	Mulugeta. B. Zelelew	Gunnar Bratheim
0	16/9/2020	Utkast rapport	Kristine Lilleeng Walløe	Mulugeta. B. Zelelew	Gunnar Bratheim

Tabell 2-1. Feltparametere

Felt	Feltareal <i>km<sup>2</sup></i>	Spesifikk	Feltlengde <i>m</i>	Eff. Sjø <i>%</i>	Høyde <i>min-maks</i>
		avrenning (60-90) <i>l/s/km<sup>2</sup></i>			
1	0,39	16	1490	0,0	760-1078
1+ mesteparten av 2	0,48	16	1490	0,0	760-1078
2	0,11	16	1120	0,0	760-914
3 (Vaskeribekken)	1,66	18	2350	0,19	760-1124
Totalfeltet (1+2+3)	2,16	18	2350	0,14	760-1124



Figur 2-1. Kart over nedbørfeltene. Planområdet skravert med rødt.

## 2.2 Aktuelle metoder for flomberegninger

Det er i utgangspunktet fire ulike metoder som er aktuelle å bruke ved beregning av flom i små felt. Dette er flomfrekvensanalyse (FFA) på eksisterende vannføringsmålingsstasjoner, nasjonale formelverk utviklet av NVE, flommodellen PQRUT (baseres på nedbørsdata) og den rasjonale formelen (baseres på nedbørsdata). De ulike metode er egnet for felt i ulike størrelser.

	Areal	FFA	NIFS flomformler	PQRROUT	Den rasjonelle formel
Felt 1	0,39 km <sup>2</sup>				
Felt 1+2	0,48 km <sup>2</sup>				
Felt 2	0,11 km <sup>2</sup>				
Felt 3	1,66 km <sup>2</sup>				
Samlet	2,16 km <sup>2</sup>				

For å gjøre frekvensanalyse er man avhengig av at det finnes nærliggende uregulerte vannføringsmålestasjoner med felt i samme størrelsesorden som feltene i planområdet. Dette er ikke tilfelle her, vi har ikke funnet noen representative stasjoner for vannføring, og kan derfor heller ikke gjøre flomfrekvensanalyse (FFA).

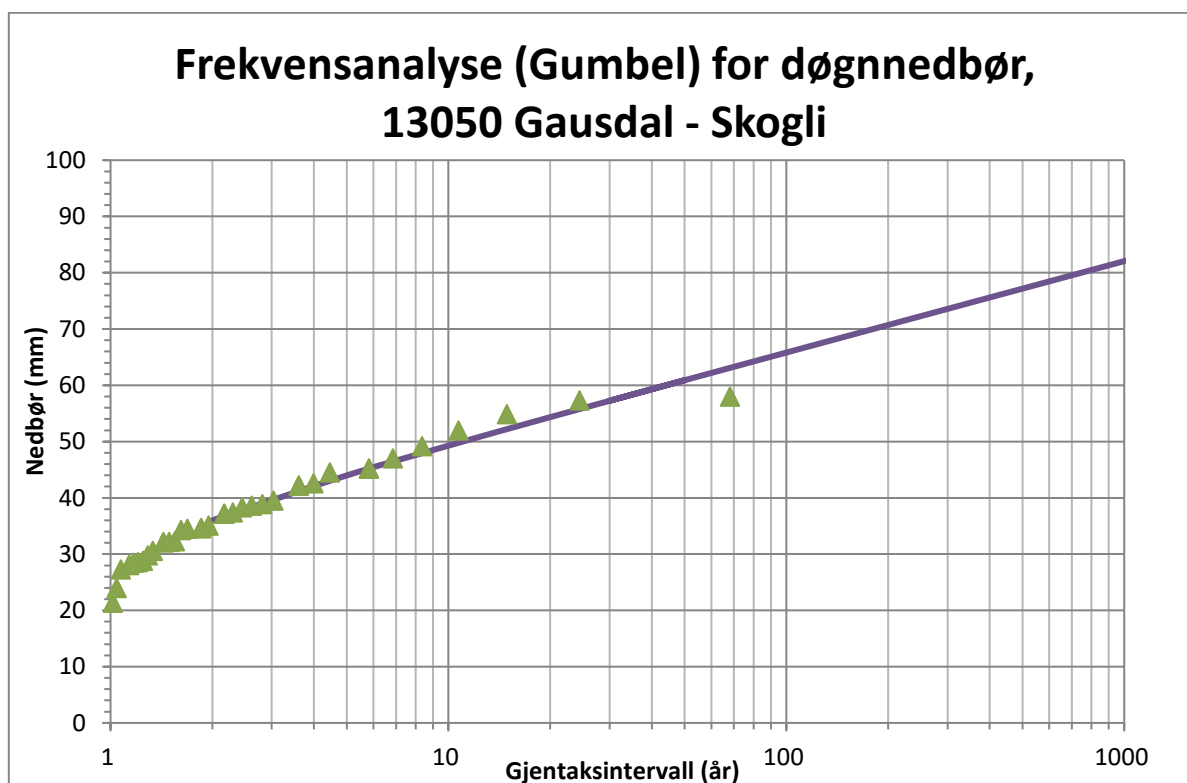
NIFS flomformler er utviklet for feltstørrelser 0,2 km<sup>2</sup> - 53 km<sup>2</sup>, og kan dermed benyttes for felt 1, felt 3 og totalfeltet, men ikke felt 2. PQRROUT er utviklet for felt over 0,4 km<sup>2</sup>, hvilket vil si at felt 2 er for lite, mens felt 1 ligger akkurat på grensa. Den rasjonelle formel er anbefalt brukt for felt under 0,5 km<sup>2</sup>, men brukes noen ganger for felt opp mot 5 km<sup>2</sup>.

## 2.3 Nedbør

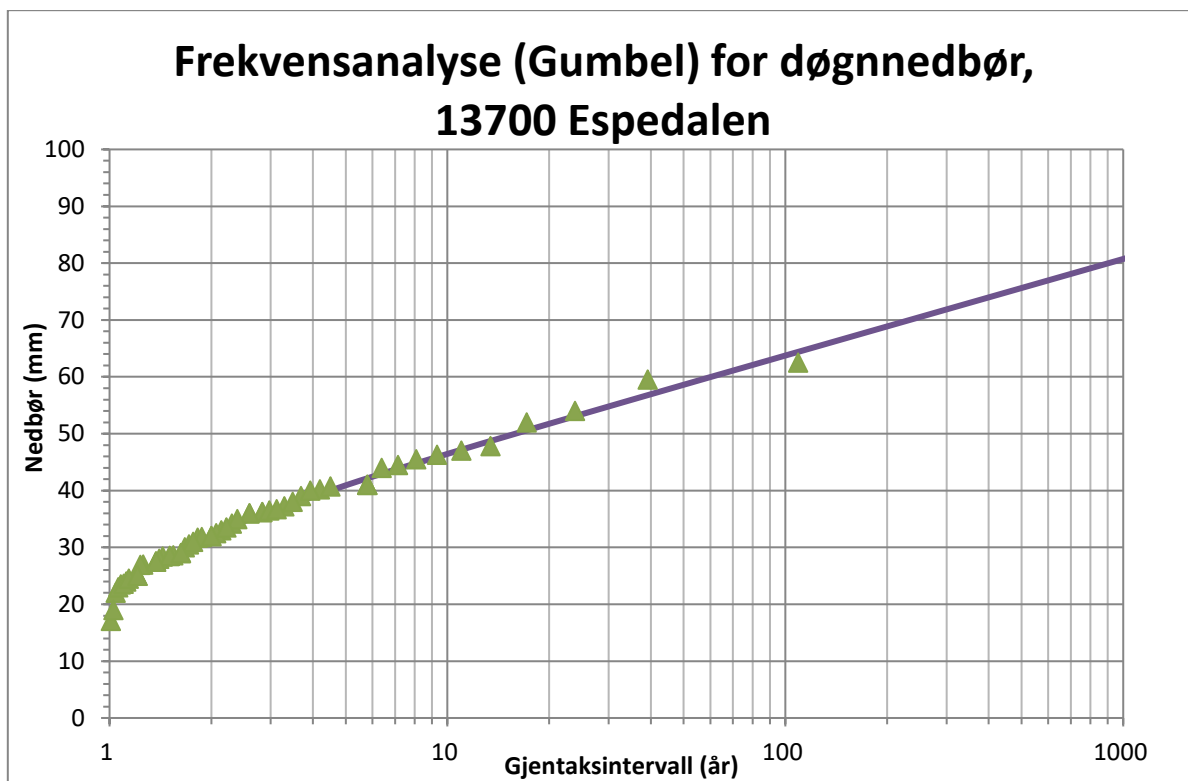
### 2.3.1 Dimensjonerende nedbør: 200-årsnedbør

Den nærmeste nedbørstasjonen med en forholdsvis lang dataserie er 13050 Gausdal – Skogli som var i drift fra 1972 til 2011. Denne var ca. 10 km sør for analyseområdet, og lå endel lavere (647 moh) enn feltene på Skeikampen. Det er bare døgndata fra stasjonen, så det er ikke mulig å lage en IVF-kurve, men dataene kan brukes til å gjøre en frekvensanalyse for å finne 200-års døgnetnedbør. Dette er vist i Figur 2-2 under.

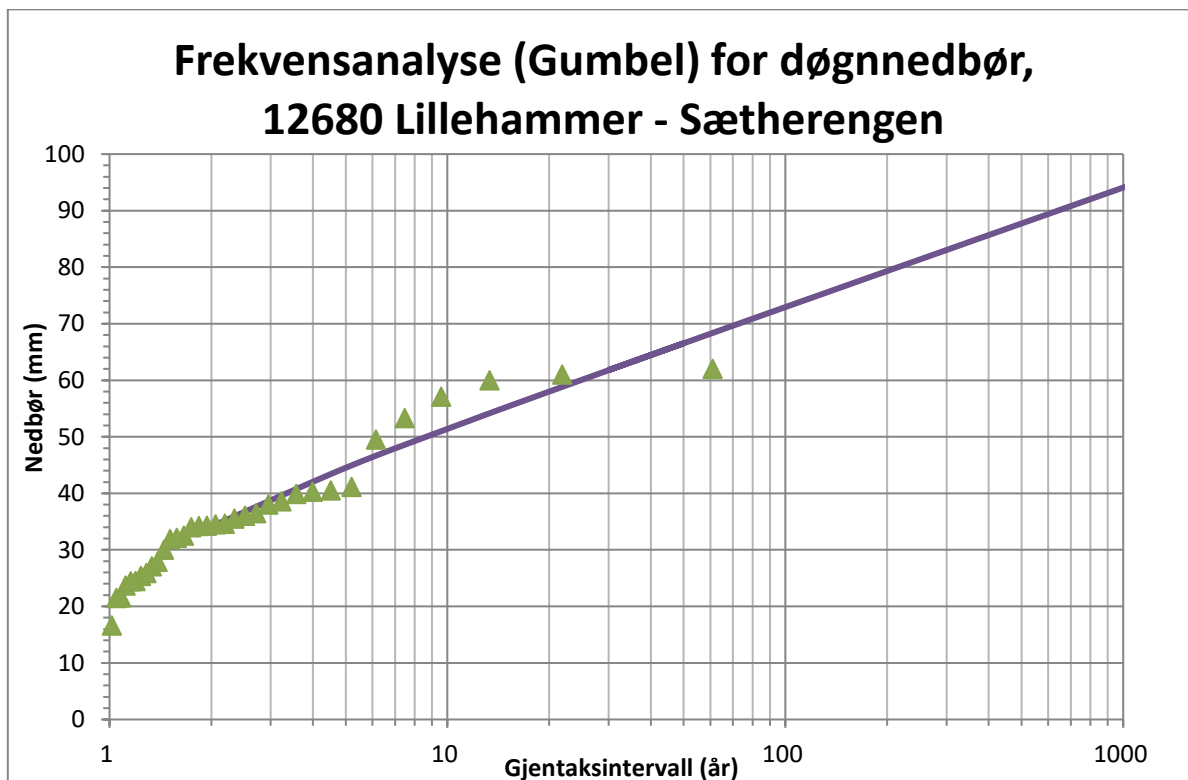
Andre stasjoner er 13700 Espedalen (752 moh), ca. 30 km nordvest, og 12680 Lillehammer (240 moh), ca. 30 km sørøst. Det er også gjort frekvensanalyser for disse.



Figur 2-2. Frekvensanalyse for 13050 Gausdal – Skogli for årene 1973-2010. 200-årsnedbør er på 72 mm.



Figur 2-3. Frekvensanalyse for 13700 Espedalen for årene 1957-2017. 200-årsnedbør er på 69 mm.



Figur 2-4. Frekvensanalyse for 12680 Lillehammer – Sætherengen for årene 1983-2019 (fire år med manglende data utelatt). 200-årsnedbør er 79 mm.

Analysene for Espedalen og Gausdal gir tilnærmet like resultater, en døggnedbør på ca. 70 mm, mens Lillehammer ligger litt over, med nesten 80 mm. Siden stasjonene ved Espedalen og Gausdal anses som mer representative for Skeikampen, og dessuten har lengre serier, velger vi å gå videre med 70 mm som 200-års døggnedbør.

For å justere døgnet nedbøren til 24-timers nedbør (altså 24 sammenhengende timer, men ikke nødvendigvis innenfor samme dato), anbefales det å justere opp med 13%.<sup>1</sup> Dette gir 24-timers 200-årsnedbør på ca. 80 mm for Skeikampen.

For å finne nedbør for kortere varighet, er det nødvendig å skalere basert på tilgjengelige IVF-kurver. Det finnes en IVF-kurve for 12670 Lillehammer (Figur 2-5), og det er valgt å benytte denne. Skaleringfaktoren blir på 1,38 (dvs.  $80/58 = 1,38$ ).



## 12670 LILLEHAMMER

Periode: 1969 – 1991

Antall sesonger: 23

(mm) Returperioder(år); Nedbørsum (mm)

År	Varighet (minutter)										
	5	10	15	20	30	45	60	180	360	720	1440
2	3,9	5,7	6,7	7,4	8,4	9,8	10,5	15,4	20,5	26,8	33,7
5	4,8	6,6	7,8	8,4	9,6	11,7	12,6	18,3	25,5	30,7	38,9
10	5,4	7,2	8,4	9,1	10,5	13	14	20,1	28,9	33,3	43,2
20	6	7,7	9,1	9,8	11,2	14,3	15,3	21,9	32	35,4	46,7
25	6,2	7,9	9,3	10	11,5	14,7	15,7	22,5	33	36,3	47,5
50	6,7	8,4	9,9	10,7	12,2	15,9	17	24,2	36,1	38,4	51
100	7,3	9	10,6	11,3	13	17,1	18,3	25,9	39,1	40,6	54,4
200	7,8	9,5	11,1	11,8	13,6	18,1	19,4	27,6	42,3	42,8	57,9

Figur 2-5. IVF-tabell for 12670 Lillehammer, hentet fra klimaservicesenter.no

Tabell 2-2. Dimensjonerende nedbør med 200-års gjentakintervall for feltene på Skeikampen.

Varighet	45 min	60 min	180 min	24 timer
Fra IVF-kurve	31%	34%	48%	100%
Dimensjonerende nedbør	25 mm	27 mm	38 mm	80 mm

### 2.3.2 Andre gjentakintervaller

Tabell 2-3. Dimensjonerende nedbør ved 10, 20 og 50 års gjentakintervall.

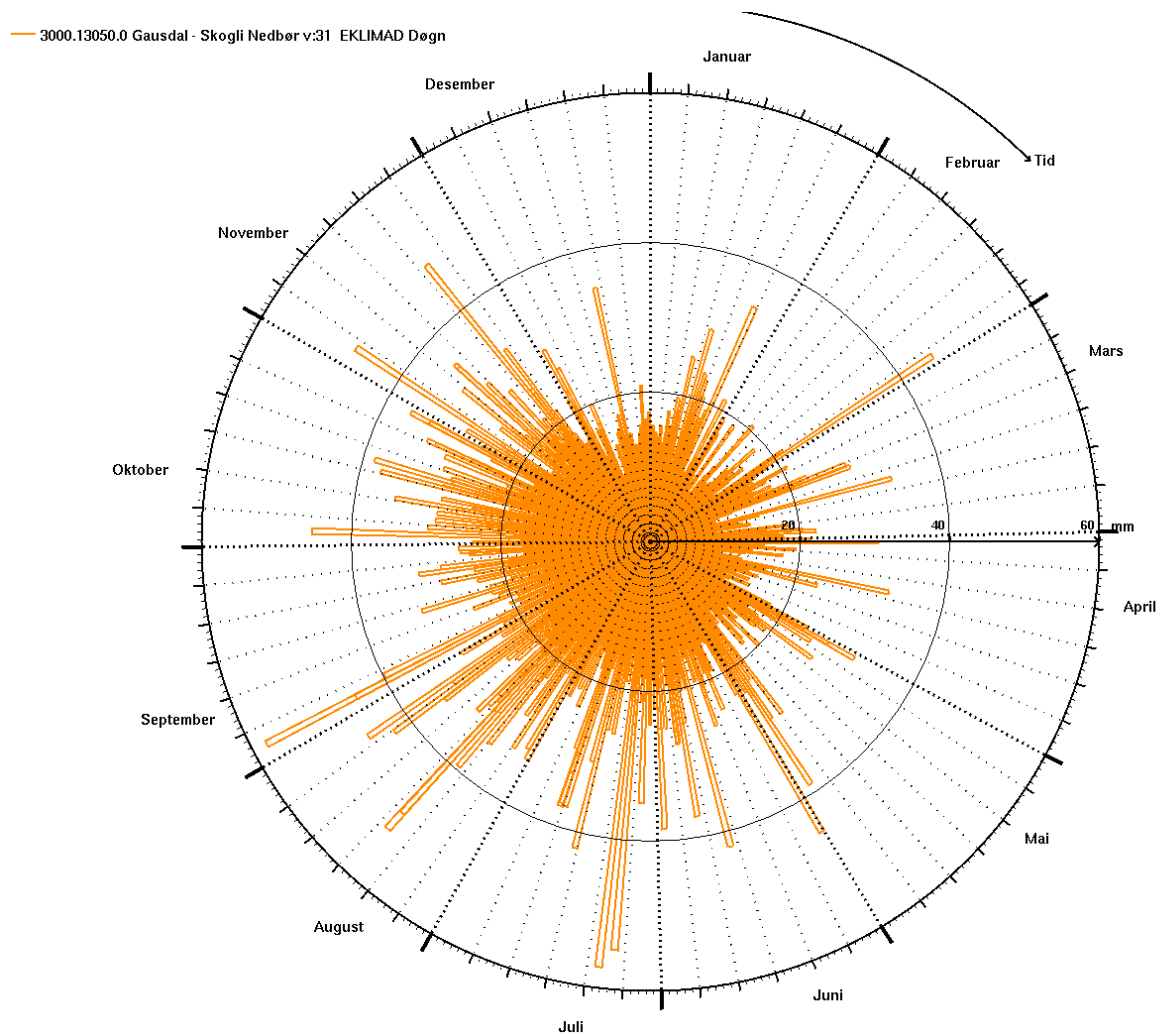
	13050 Gausdal – Skogli (døgn)	13700 Espedalen (døgn)	12680 Lillehammer – Sætherengen (døgn)	Valgt verdi, 24 t	Valgt verdi, 45 min	Valgt verdi, 60 min	Valgt verdi, 180 min
10 år	49	46	51	49	15,2	16,7	23,5

<sup>1</sup> Se NVE-rapport 7-2015 «Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt»

20 år	54	52	58	54	16,7	18,4	25,9
50 år	61	59	67	61	18,9	20,7	29,3

## 2.4 Snøsmelting

De største observerte nedbørhendelsene er i perioden juli til september, se årspolarplott for nedbør er i Figur 2-6. I denne perioden er det ikke snø i feltene, og snøsmelting inkluderes derfor ikke i flomberegningen. Det er svært sjelden at bidrag fra snøsmelting har større betydning i små felt, slik som vi har her.



Figur 2-6. Årspolarplott for nedbør ved Gausdal – Skogli

## 2.5 Flomformler for små felt (NIFS)

NVE har utviklet regresjonslikninger for å beregne kulminasjonsverdier for små felt<sup>2</sup>. Formlene benyttet for å beregne flommer er beskrevet og vist i likningene nedenfor. Likningene er gyldige for nedbørfelt med areal på 0,2-53 km<sup>2</sup>,  $q_N$  lik 9-163 l/s/km<sup>2</sup> og effektiv sjøprosent på 0-21 %. Det vil si at felt 2 ligger utenfor gyldighetsområdet til formlene, men de to andre er egnet for flomformlene.

Middelflommen ( $Q_M$ ) beskrives i regresjonsanalysen med følgende likning:

$$Q_M = 18,97Q_N^{0,864} e^{-0,251\sqrt{A_{SE}}}$$

hvor  $Q_N$  er nedbørfeltets middelvannføring (m<sup>3</sup>/s) i perioden 1961-1990 hentet fra NVEs avrenningskart,  $A_{SE}$  er den effektive sjøprosenten (%) og  $e$  er grunntallet  $e \approx 2,718$ .

Vekstkurven beskrives av følgende likning:

$$\frac{Q_T}{Q_M} = 1 + 0,308q_N^{-0,137} [\Gamma(1+k)\Gamma(1-k) - (T-1)^{-k}]/k$$

hvor  $q_N$  er middelvannføring (l/s/km<sup>2</sup>) i perioden 1961-1990 hentet fra avrenningskartet,  $\Gamma$  er gammafunksjonen,  $T$  er gjentaksintervall og konstanten  $k$  gis av:

$$k = -1 + 2/[1 + e^{0,391+1,54A_{SE}/100}]$$

Tabell 2-4. Flommer beregnet med NIFS flomformler

	Felt 1	Felt 1+2	Felt 2	Felt 3	Samlet
<b>10-årsflom</b>	0,36 m <sup>3</sup> /s	0,43 m <sup>3</sup> /s	-	1,23 m <sup>3</sup> /s	1,53 m <sup>3</sup> /s
<b>20-årsflom</b>	0,42 m <sup>3</sup> /s	0,50 m <sup>3</sup> /s	-	1,44 m <sup>3</sup> /s	1,79 m <sup>3</sup> /s
<b>50-årsflom</b>	0,51 m <sup>3</sup> /s	0,61 m <sup>3</sup> /s	-	1,75 m <sup>3</sup> /s	2,18 m <sup>3</sup> /s
<b>200-årsflom</b>	0,68 m <sup>3</sup> /s	0,81 m <sup>3</sup> /s	-	2,33 m <sup>3</sup> /s	2,91 m <sup>3</sup> /s

<sup>2</sup> NVE (2015) «Veileder for flomberegninger i små felt» Veileder 7/2015



## 2.6 PQRROUT

Karmodellen PQRROUT kan benyttes til å beregne tilløpsflom ut fra nedbørdata. Inngangsparametere i modellberegningen er tømmekonstantene K1 og K2 samt terskelverdien T. Modellen er nærmere beskrevet i NVEs retningslinjer for flomberegninger<sup>3</sup>. Fordi vi her har små felt, har vi valgt å sette tidsoppløsningen i modellen er satt til 5 minutter. Tabellene under viser modellparametrene, samt verdiene benyttet til å beregne disse.

Tabell 2-5. Parametere til beregning av tømmekonstanter og terskelverdi

	$q_N$ $l/s/km^2$	$A_{SE}$ %	$H_{50}$ $m$	$L_F$ $km$	$H_L$ $m/km$
<b>Felt 1</b>	16	0,00	75	1,5	50
<b>Felt 1+2</b>	16	0,00	75	1,5	50
<b>Felt 3</b>	18	0,19	86	2,4	36
<b>Samlet</b>	18	0,14	92	2,4	39

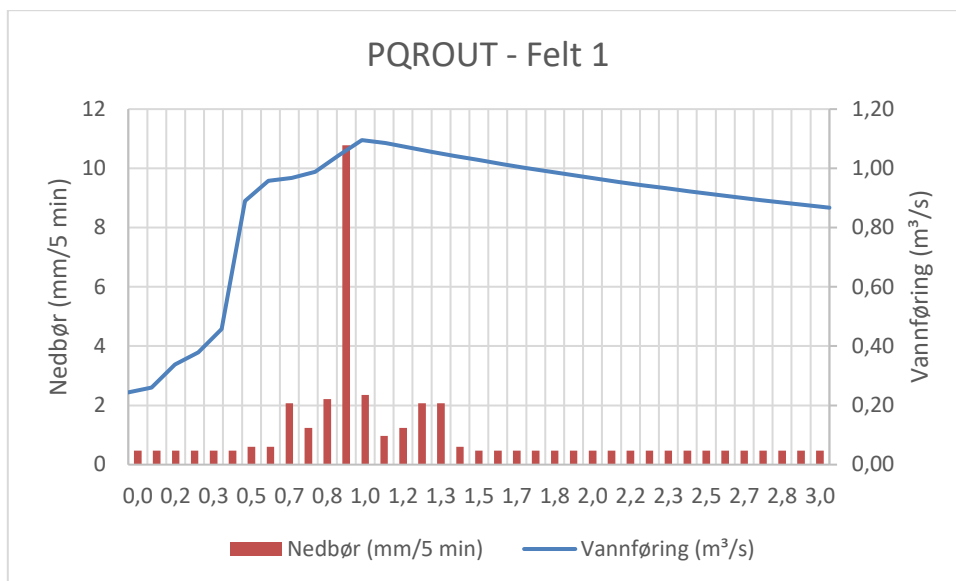
Tabell 2-6: Input til nedbør-avløpsmodellen

	Øvre tømme- konstant, K1 $time^{-1}$	Nedre tømme- konstant, K2 $time^{-1}$	Terskelverdi, T $mm$	Karmodell-areal $km^2$
<b>Felt 1</b>	0,382	0,077	3,31	0,39
<b>Felt 1+2</b>	0,382	0,077	3,31	0,48
<b>Felt 3</b>	0,239	0,051	6,43	1,66
<b>Samlet</b>	0,251	0,053	5,99	2,16

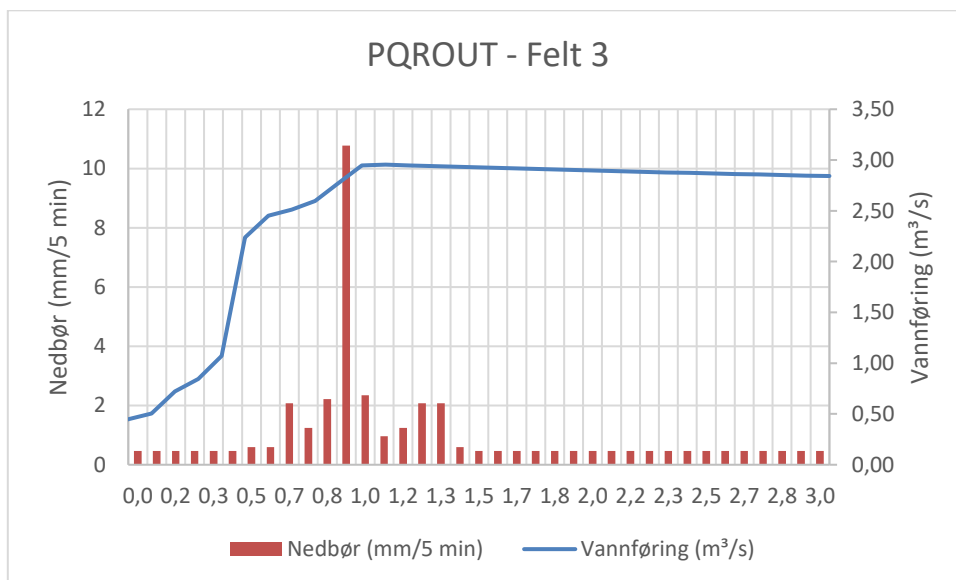
For alle feltene er K1 økt med 0,1 for å korrigere for mye fjell og myr i feltene.

Ut fra nedbørdataene er det konstruert en syntetisk nedbørhendelse med et forløp slik at største gjennomsnittintensitet svarer til nedbørdataene, uansett lengden av perioden gjennomsnittet beregnes for. Dette sikrer at nedbørhendelsen gir anledning til størst mulige flom, uansett nedbørsfeltets konsentrasjonstid. Total nedbørvarighet er satt til 3 timer, med kulminasjon etter 1 time. Deretter er nedbøren brukt som input til en Excel-basert versjon av PQRROUT. Nedbøren er hentet fra IVF-tabell for 12670 Lillehammer, skalert opp med en faktor på 1,38, jmf. kapittelet om nedbør. Kulminerende vannføring er på 1,10 m<sup>3</sup>/s i felt 1, 1,35 m<sup>3</sup>/s for felt 1+2, 2,95 m<sup>3</sup>/s i felt 3 og på 4,05 m<sup>3</sup>/s i det samlede feltet.

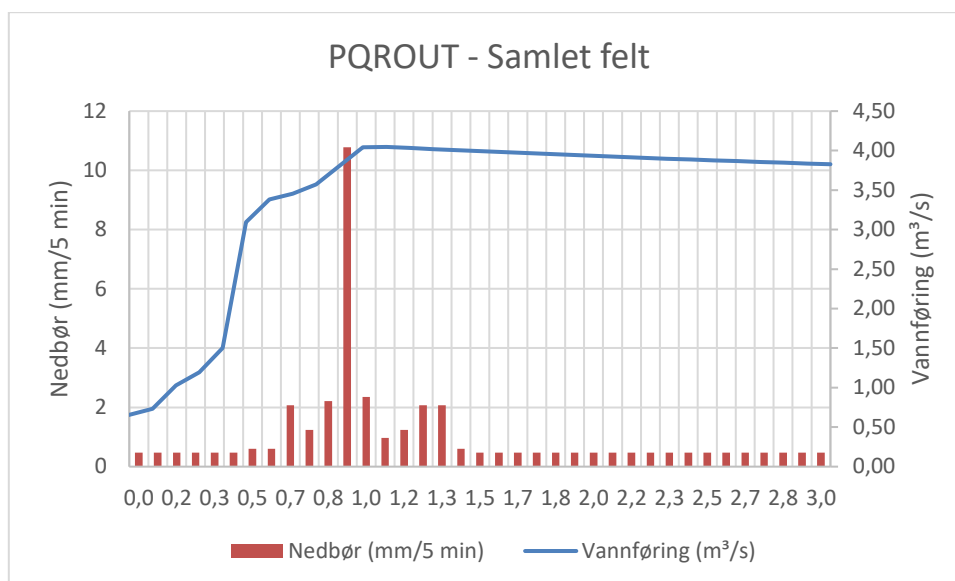
<sup>3</sup> NVE (2011) «Retningslinjer for flomberegninger». Retningslinjer 04/2011



Figur 2-7. Beregnet flomforløp for 200-årsflom ved felt 1



Figur 2-8. Beregnet flomforløp ved 200-årsflom ved felt 3



Figur 2-9. Beregnet flomforløp samlet felt.

## 2.7 Den rasjonelle metode

For små nedbørsfelt kan den rasjonelle metode brukes til å estimere flom:

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

der C er avrenningsfaktoren, i er dimensjonerende nedbørintensitet (l/s/km<sup>2</sup>) og A er feltareal i km<sup>2</sup>. Dimensjonerende nedbørintensitet (i) må bestemmes for et gitt gjentakintervall og med en varighet lik feltets konsentrasjonstid  $t_c$ . For naturlige felt kan følgende formel brukes for å finne  $t_c$ :

$$t_c = 0,6 \cdot L \cdot H^{-0,5} + 3000 \cdot A_{se}$$

der L = lengde av feltet i meter, H = høydeforskjellen i feltet i m,  $A_{se}$  er effektiv sjøprosent. Beregning av konsentrasjonstid for de ulike feltene er vist i tabellen under:

Tabell 2-7. Beregning av konsentrasjonstid

	Felt 1	Felt 1+2	Felt 2	Felt 3	Samlet felt
L	1490 m	1490 m	1120 m	2350 m	2350
H	318 m	318 m	154 m	364 m	371
$A_{se}$	0	0	0	0,2	0,14
$T_c$	50 min	50 min	54 min	80 min	79 min

Avrenningsfaktor C bestemmes ut fra overflatene i feltene. Overflatetype er hentet fra SCALGO. Utregning av C for totalfeltet er vist under.

Tabell 2-8. Beregning av avrenningsfaktor

	C-faktor	Felt 1	Felt 1+2	Felt 2	Felt 3	Samlet felt
Åpen fastmark	0,50	62%	58%	43%	72%	68%
Skog	0,30	18%	19%	24%	19%	20%
Myr	0,15	0%	1%	6%	6%	5%
Innsjø	0,15	0%	0%	0%	1%	1%
Urbane områder	0,70	11%	14%	25%	1%	4%
Jordbruk	0,15	9%	8%	2%	1%	2%
<b>C-faktor</b>		<b>0,455</b>	<b>0,458</b>	<b>0,474</b>	<b>0,436</b>	<b>0,440</b>

Nedbørintensiteter for de beregnede konsentrasjonstidene er interpolert fra verdiene i tabell 2-3. Kulminasjonsflom for de ulike feltene blir dermed:

Tabell 2-9. Beregning av flom Q200 med den rasjonelle formel

	Felt 1	Felt 1+2	Felt 2	Felt 3	Samlet felt
<b>C</b>	<b>0,455</b>	<b>0,458</b>	<b>0,474</b>	<b>0,436</b>	<b>0,440</b>
<b>i</b>	25,7 mm/50 min	25,7 mm/50 min	26,2 mm/54 min	28,8 mm/80 min	28,8 mm/80 min
	8,6 m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup>	8,6 m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup>	8,1 m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup>	6,0 m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup>	6,0 m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup>
<b>A</b>	0,39 km <sup>2</sup>	0,48 km <sup>2</sup>	0,11 km <sup>2</sup>	1,66 km <sup>2</sup>	2,16 km <sup>2</sup>
<b>Q</b>	1,52 m <sup>3</sup> /s	1,89 m <sup>3</sup> /s	0,42 m <sup>3</sup> /s	4,34 m <sup>3</sup> /s	5,70 m <sup>3</sup> /s

### 3 Sammenligning av de ulike metodene

Tabell 3-1. Sammenligning av flom  $Q_{200}$  beregnet med de ulike metodene

	Felt 1	Felt 1+2	Felt 2	Felt 3	Samlet
<b>NIFS</b>	0,68 m <sup>3</sup> /s	0,81 m <sup>3</sup> /s	-	2,33 m <sup>3</sup> /s	2,91 m <sup>3</sup> /s
<b>PQROUT</b>	1,10m <sup>3</sup> /s	1,35 m <sup>3</sup> /s	-	2,95 m <sup>3</sup> /s	4,05 m <sup>3</sup> /s
<b>Den rasjonelle metode</b>	1,52 m <sup>3</sup> /s	1,89 m <sup>3</sup> /s	0,42 m <sup>3</sup> /s	4,34 m <sup>3</sup> /s	5,70 m <sup>3</sup> /s
<b>Valgt verdi</b>	<b>1,10 m<sup>3</sup>/s</b>	<b>1,35 m<sup>3</sup>/s</b>	<b>0,42 m<sup>3</sup>/s</b>	<b>2,95 m<sup>3</sup>/s</b>	<b>4,05 m<sup>3</sup>/s</b>

Generelt gir flomformlene de laveste flomtallene, mens den rasjonelle metode gir de høyeste flomtallene. For felt 1 er det ingen grunn til å tro at noen av metodene gir betydelig bedre estimat enn noen av de andre. Vi velger derfor et gjennomsnitt av de tre verdiene, og får en flomverdi på 1,10 m<sup>3</sup>/s, noe som viser seg å være identisk med flomverdien beregnet med PQROUT. Felt 2 er kun beregnet med den rasjonelle metode, og det blir dermed denne som blir dimensjonerende. Felt 3 er beregnet med alle metodene. Her skiller den rasjonelle metode seg noe ut med høye flomverdier, men denne metoden er ikke så godt egnet til såpass store felt. Vi vurderer at PQROUT gir det beste estimatet, og anbefaler å bruke en flomverdi på 2,95 m<sup>3</sup>/s. Også for det samlede feltet anbefaler vi å bruke verdien fra PQROUT på 4,05 m<sup>3</sup>/s.

### 4 Klimapåslag

For små nedbørfelt forventes det at økt nedbørintensitet vil medføre større flommer. I Klimaprofil for Oppland<sup>4</sup> er det anbefalt å bruke et klimapåslag på 20% for nedbør med varighet ett døgn, og et klimapåslag på 40% for nedbør med varighet på under 3 timer. Siden samtlige felt har en konsentrasjonstid på under 3 timer, er det nødvendig å legge på 40% på dimensjonerende nedbør for alle feltene. For enkelhets skyld har vi lagt på klimapåslaget på vannføring i stedet for nedbør, da det antas å ha liten betydning i såpass små felt.

Tabell 4-1. Dimensjonerende verdier for de tre feltene.

	Felt 1	Felt 1+2	Felt 2	Felt 3	Samlet felt
<b>200-årsflom med 40% klimapåslag</b>	1,54 m <sup>3</sup> /s	1,89 m <sup>3</sup> /s	0,59 m <sup>3</sup> /s	4,13 m <sup>3</sup> /s	5,67 m <sup>3</sup> /s

<sup>4</sup> <https://klimaservicesenter.no/faces/desktop/article.xhtml?uri=klimaservicesenteret/klimaprofiler/klimaprofil-oppland>

## 5 Oversvømt område

### 5.1 Hydraulisk modellering

#### 5.1.1 Modelloppsett

Det er gjort hydraulisk modellering i programvaren HEC-Ras 5.0.7 for å finne oversvømmelse ved Vaskeribekken. De andre feltene har mindre tydelige elveløp, og er derfor vanskelige å modellere.

Modellen er basert på laserscannet terrengdata hentet fra hoydedata.no (Lillehammerregionen 5pkt 2019). 2D-modellen er satt opp med beregningsnett 0,5x0,5 meter. Oppstrøms grensebetingelse er satt til vannføring, mens nedstrøms grensebetingelse er satt til normalstrømning med  $I=0,02$ . Oppstrøms og nedstrøms grensebetingelse er satt et stykke utenfor planområdet, slik at grensebetingelsene ikke påvirker vannlinja innenfor planområdet. Friksjonen blir modellert med Manningstall  $n=0,06$ , dette er valgt fordi elveløpet har en del vegetasjon.

#### 5.1.2 Endringer i terrengmodell

I den nedre del av planområdet, før kryssingen av Ysterivegen, er bekken lite definert i terrengmodellen. Denne kan skyldes at skanningen er unøyaktig grunnet vegetasjon, eller at det er et uryddig elveløp. Vi forutsetter at det gjøres en opprensning i elveløpet, og har i terrengmodellen senket elveløpet med 0,5 meter i forhold til laserskannen.

I krysningen under Ysterivegen forutsetter vi at elveløpet senkes til kote 754 og at stikkrenna byttes til en kulvert med tilstrekkelig kapasitet. Videre har vi i modellen hevet Ysterivegen rett nord for bekkekrysningen slik at den ikke blir overtoppet.

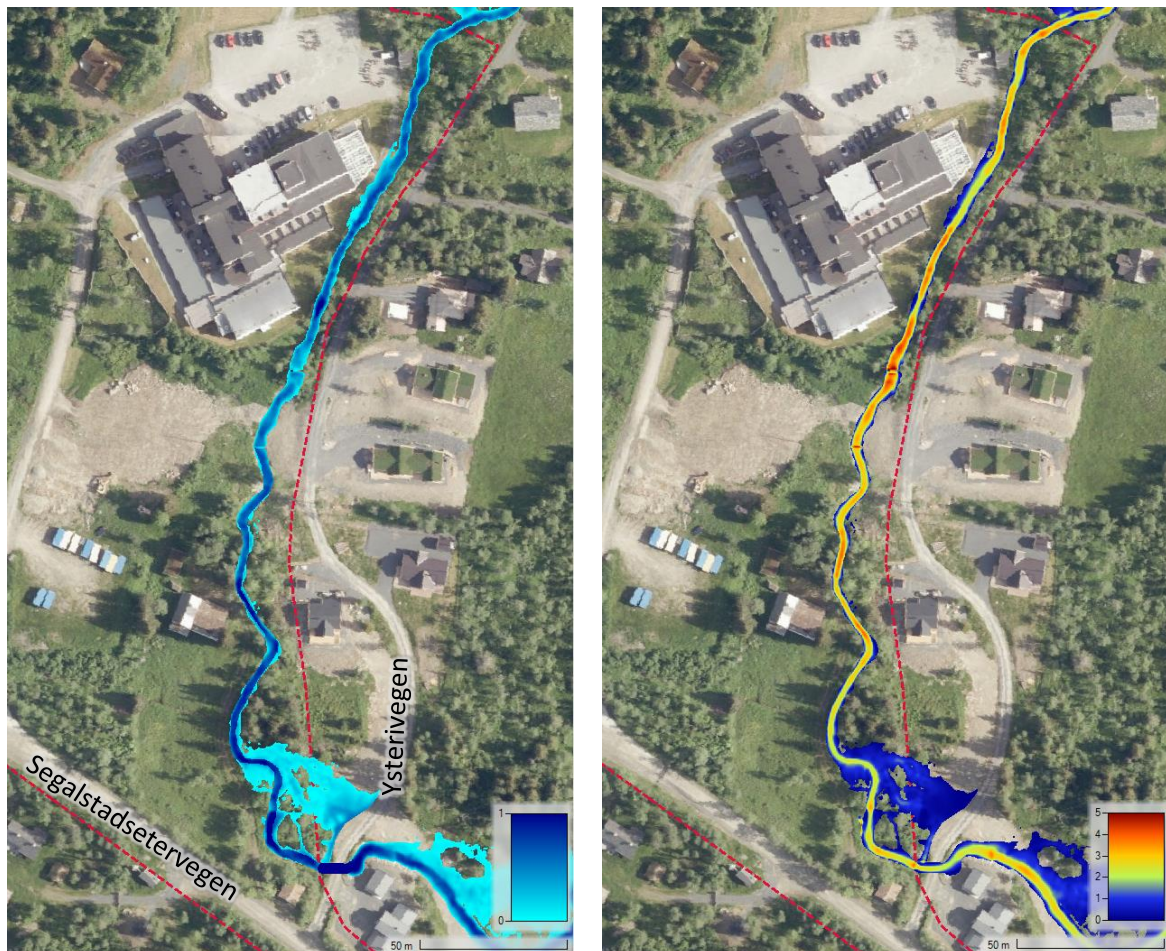
Terrengmodellen er ellers hevet noe ved hotellet og på eiendom 139/9 i henhold til gjeldende planer.

#### 5.1.3 Resultater

Figur 5-1 viser modellert vanddybde samt modellert vannhastighet. Modellen viser at ved  $Q_{200+klima}$  vil vannføringen stort sett holde seg innenfor det definerte elveløpet. Unntakene er rett oppstrøms krysningen av Ysterivegen, hvor vannet oversvømmer et lite område oppstrøms kulverten. Alle bygninger er plassert utenom flomsoma.

Vaskeribekken går i relativt bratt terreng, og forventede vannhastigheter er relativt store. Modellen viser vannhastigheter på 4 m/s i enkelte partier. Dette er en hastighet som kan forårsake erosjon, og dersom det skal bygges i umiddelbar nærhet til bekken, er det anbefalt erosjonssikring av bekken. I følge NGUs løsmassekart, består grunnen av morenemasser, og det er liten fare for at erosjon vil forårsake ras eller masseutgliding.

De øvrige vannveiene innenfor planområdet har som tidligere nevnt mindre definerte vannveier, men ser ut til å delvis ligge i rør. Vi anbefaler å lage flomveier for bekkene i dagen, f.eks. i form av grøfter. En grøft med bunnbredde 0,5 meter, sideskråninger 1:2 og helning 5% vil få en vanddybde på under 0,5 meter ved dimensjonerende vannføring fra felt 1 ( $1,54 \text{ m}^3/\text{s}$ ).



Figur 5-1. Modellert vanndybde (m) og vannhastighet (m/s) i Vaskeribekken øst for Thon Hotell Skeikampen ved Q200+klima. Reguleringsgrense i rødt.

## 5.2 Kulvert ved Ysterivegen

Kulverten ved Ysterivegen er ikke målt opp, men det antas at den har for små dimensjoner, og at det vil være nødvendig å bytte denne dersom man skal unngå oppstuvning i området oppstrøms. Vi har benyttet programmet HY-8 for å finne hvilke kulvertdimensjoner som er nødvendige for å avlede  $5,67 \text{ m}^3/\text{s}$  uten at vannstanden overstiger topp kulvert.

En rektangulær betongkulvert med lysåpning BxH lik  $2,0 \times 1,5$  meter, frontvegg og avfaset innløp er tilstrekkelig for å kunne ta unna denne vannmengden. Kulverten er innløpskontrollert, og beregningsoppsettet vist i Figur 5-2.

I tillegg til å sørge for at kulverten har tilstrekkelig kapasitet, er det nok også nødvendig å gjøre opprensing og eventuelt noe senking av elveløpet oppstrøms Ysterivegen for å redusere oversvømmelse på eiendom 139/9. Det bør gjøres ytterligere innmålinger og modellering for å bestemme nødvendig omfang av et slikt arbeid.

Crossing Data - Crossing 1

**Crossing Properties**

Name:

Parameter	Value	Units
<b>DISCHARGE DATA</b>		
Discharge Method	Minimum, Design, and Maximum	
Minimum Flow	2.000	cms
Design Flow	5.670	cms
Maximum Flow	7.000	cms
<b>TAILWATER DATA</b>		
Channel Type	Trapezoidal Channel	
Bottom Width	2.000	m
Side Slope (H:V)	1.000	:1
Channel Slope	0.0400	m/m
Manning's n (channel)	0.060	
Channel Invert Elevation	754.000	m
Rating Curve	<a href="#">View...</a>	
<b>ROADWAY DATA</b>		
Roadway Profile Shape	Constant Roadway Elevation	
First Roadway Station	0.000	m
Crest Length	100.000	m
Crest Elevation	756.300	m
Roadway Surface	Paved	
Top Width	3.000	m

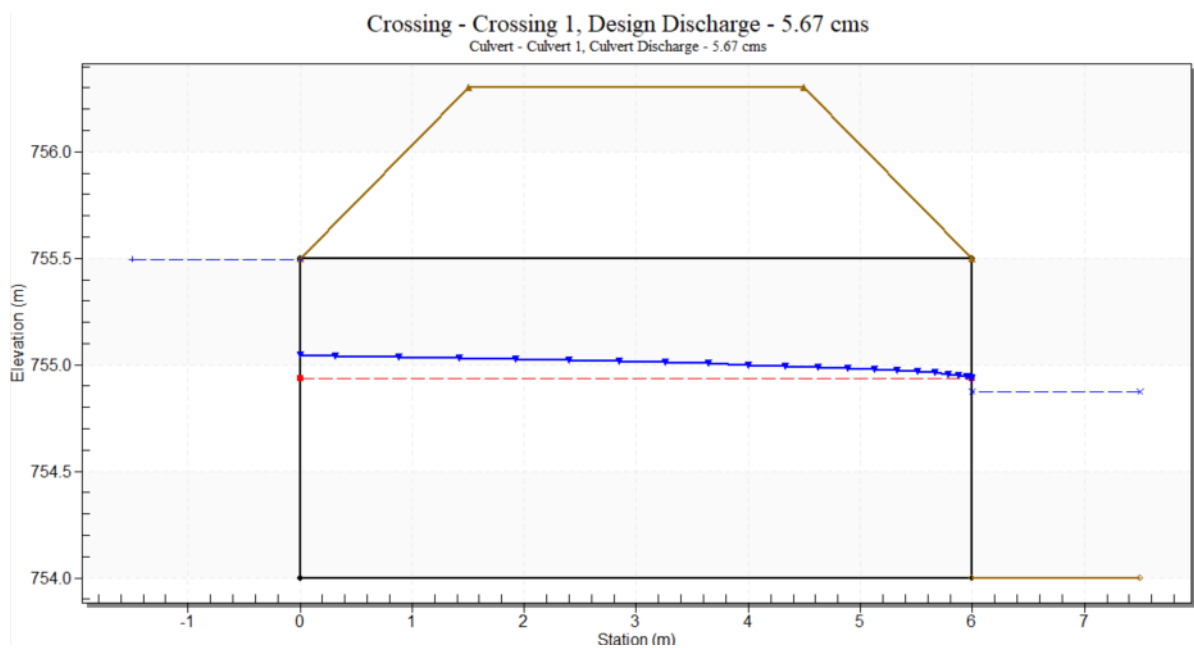
**Culvert Properties**

Culvert 1

Parameter	Value	Units
<b>CULVERT DATA</b>		
Name	Culvert 1	
Shape	Concrete Box	
Material	Concrete	
Span	2000.000	mm
Rise	1500.000	mm
Embedment Depth	0.000	mm
Manning's n	0.012	
Culvert Type	Straight	
Inlet Configuration	1:1 Bevel Headwall	
Inlet Depression?	No	
<b>SITE DATA</b>		
Site Data Input Option	Culvert Invert Data	
Inlet Station	0.000	m
Inlet Elevation	754.000	m
Outlet Station	6.000	m
Outlet Elevation	754.000	m
Number of Barrels	1	

Click on any icon for help on a specific

Figur 5-2. Beregningsoppsett fra HY-8



Figur 5-3. Vannlinje gjennom kulverten ved dimensjonerende vannføring.



### Vedlegg 1: Kart over feltene

