

---

Oppdragsgiver:	Knut Enger Olsen
Oppdrag:	616352-01 – Overvannsløsning for Kjoslia
Dato:	13.12.2017
Skrevet av:	Per Kraft
Kvalitetskontroll:	Petter Snilsberg

---

## OVERVANNSLØSNING FOR KJOSLIA 3, GAUSDAL

### INNHold

1	Innledning .....	2
1.1	Planlagte tiltak .....	2
1.2	Bestemmelser og retningslinjer .....	2
2	Naturforhold .....	3
3	Hydrologi .....	3
3.1	Nedbør .....	5
4	Aktuelle overvannstiltak .....	6
5	Konklusjon overvannshåndtering .....	7
6	Vannføring bekk .....	8
6.1	Nedbørfeltet .....	8
6.2	Beregning av flomvannføring .....	9
6.3	Beregnet vannmengde .....	10
6.4	Vurdering av flomforhold langs bekken .....	10
7	Konklusjon flomvurdering og flomberegning .....	12

### Figurer

Figur 1:	Kjoslia 3, F11 .....	3
Figur 2:	Løsmassekart. Kartet viser tynt morenedekke i hele reguleringsplanområdet .....	4
Figur 3:	Berggrunnskart. Kartet viser metakonglomerat (Biskopåskonglomerat) i hele reguleringsplanområdet .....	4
Figur 4:	IVF-kurver for Lillehammer klimastasjon ( <a href="http://www.eklima.no">www.eklima.no</a> ) .....	5
Figur 5:	Tretrinns strategi for håndtering av overvann .....	6
Figur 6:	Nedbørfeltet til bekken gjennom området ned til Velttjernet .....	8
Figur 7:	Utsnitt av reguleringsplanen som viser detaljer ved stikkveg V6 og skiløype. Figuren viser også lokalisering av profilsnitt og lengdesnitt (terreng) .....	11
Figur 8:	Profilsnitt med lokalisering som vist på fig 7. ....	11
Figur 9:	Lengdeprofil (62 m lang) langs bekken (blå linje, terreng fig 7) med 1 m høydekoter (røde stiplede linjer). Bekken er vist med blått. ....	12

## 1 INNLEDNING

Foreliggende notat omhandler håndtering av overvann innenfor planlagt utbyggingsområde og fare for flompåvirkning fra vassdrag og ovenforliggende arealer. Notatet omfatter hydrologiske beregninger, vurderinger og forslag til tiltak som grunnlag for reguleringsplanen.

I tillegg er det gjort beregning av vannmengde under veg V-6 der det etter planen skal bygges bro over skiløype og eksisterende bekk.

### 1.1 Planlagte tiltak

Området Kjoslia 3 (felt F11) ved Austlid i Gausdal kommune er planlagt utbygd med hytter som vist på fig 1. Utbyggingen omfatter høystandard hytter. Utnyttelsesgraden (BYA er 25 % og totalt bruksareal (BRA) er inntil 230 m<sup>2</sup> per tomt.

Planen med plassering av tomter og byggegrenser legger opp til at eksisterende bekker, tjern og myr ikke berøres av utbyggingen.

Det er lagt inn byggefrie soner (hensynssoner) inntil bekker, myr og tjern. Byggegrensene sikrer ivaretagelse av naturlige flomsoneer med varierende bredde langs eksisterende bekkeløp.

### 1.2 Bestemmelser og retningslinjer

I *Bestemmelser og retningslinjer for kommunedelsplan for Veslesetra* vedtatt av kommunestyret 26.05.2016 er det satt følgende krav under Infrastruktur pkt. 1.4 og 1.9:

«Reguleringsplaner skal redegjøre for håndteringen av overvann, herunder planområdets «bidrag» til økt vannføring i vassdrag. Minimum 50 % av overvannet fra harde flater innenfor det enkelte planområde skal infiltreres eller fordrøyes lokalt. Bruk av vegger/p-plasser /grøntanlegg / overflatebassenger til fordrøyning lokalt skal utredes. I denne sammenheng må evakueringsløp for vannveger på overflaten vurderes, slik at vannet i ekstreme situasjoner kan ledes videre til resipient eller annet uten at skade oppstår.»

«Alle vassdragskryssinger (veger, stier og skiløyper) må dimensjoneres til å kunne ta unna for en 200 års flom + klimapåslag (20% på vannføring). Utforming og plassering må ikke føre til uheldige vassdragstekniske konsekvenser slik som erosjon og flom. Disse forholdene må avklares på reguleringsplannivå.

Omlegging og lukking av vassdrag skal unngås så langt det er mulig. Reguleringsplaner skal redegjøre for håndteringen av overvann og sikre arealer for dette. Overvann skal i størst mulig grad håndteres lokalt innenfor det enkelte utbyggingsområde, jfr. 1.4 pkt. b»

Det er et overordnet mål at overvann som genereres innenfor hvert utbyggingsområde ikke skal bidra til økt flom i hovedvassdrag. I forskrift til reguleringsplan og i kommuneplan er forutsatt at takvann ledes til terreng og at overvann i hovedsak tas hånd om på egen tomt og ikke medfører økt risiko for flom nedstrøms utbyggingsområdet.

## 2 NATURFORHOLD

Figur 2 og 3 viser hhv. berggrunn og løsmasser. Befaring viste at topografien er betinget av fjellkoller. Samtidig er det et sammenhengende løsmassedecke av antatt brukbar mektighet under alle tomtene med unntak av de to nordligste tomtene.

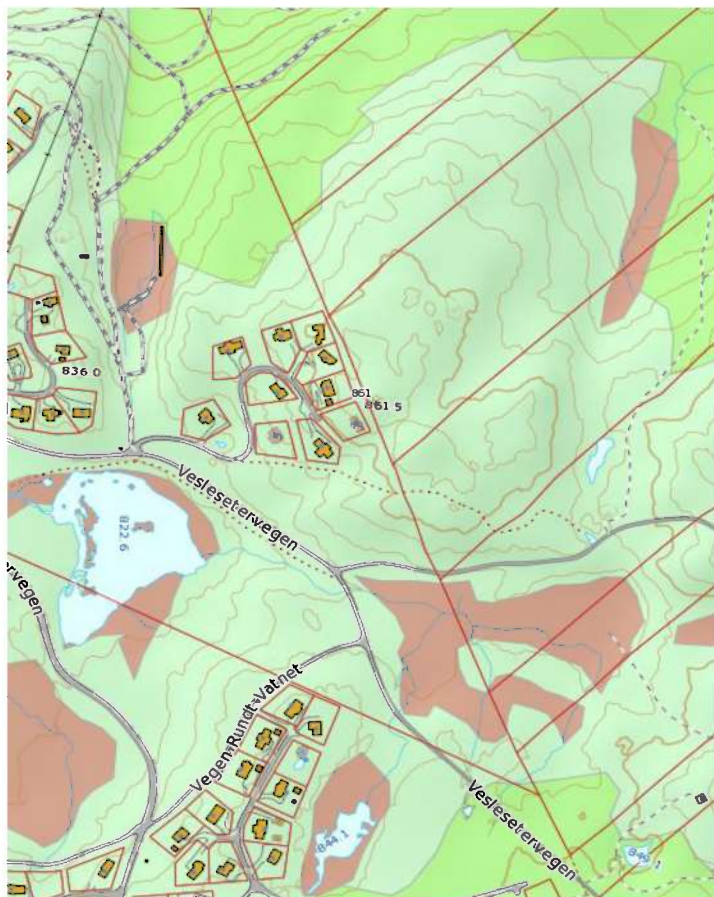
Naturgrunnet gir i utgangspunktet brukbare muligheter for infiltrasjon av overvann.

## 3 HYDROLOGI

Det aktuelle hytteområdet ligger i skånende terreng med overflateavrenning direkte til Veltjernet. Det er ingen bekker eller vassdrag innenfor tomtområdet, men en bekk som krysser under veg V6 innenfor reguleringsplanområdet. Det ligger ingen tjern eller myrer innenfor området.



Figur 1: Kjoslia 3, F11



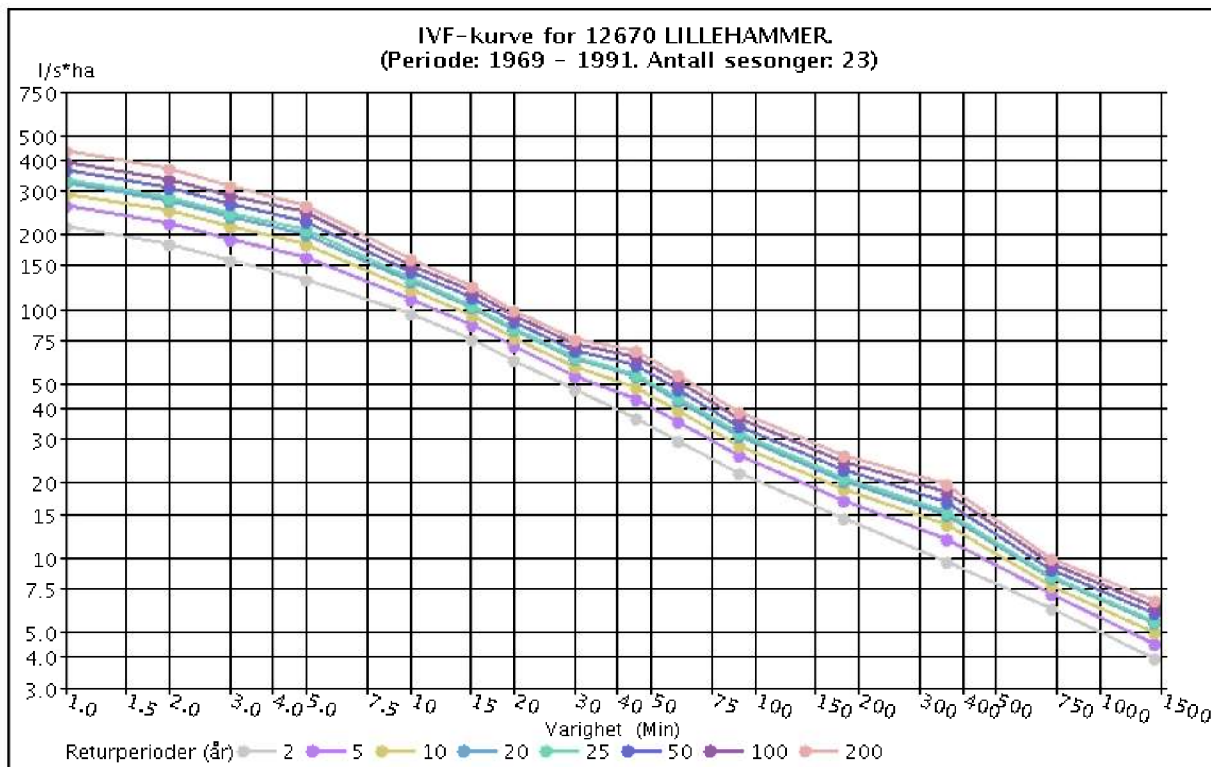
Figur 2: Løsmassekart. Kartet viser tynt morenedekke i hele reguleringsplanområdet



Figur 3: Berggrunnskart. Kartet viser metakonglomerat (Biskopåskonglomerat) i hele reguleringsplanområdet

### 3.1 Nedbør

Nedbørsdata er hentet fra meteorologisk stasjon Lillehammer som er nærmeste stasjon med data for IVF-kurver (intensitet-varighet-frekvens) for nedbør. Figur 4 viser IVF-kurver for nedbørstasjonen.



Figur 4: IVF-kurver for Lillehammer klimastasjon ([www.eklima.no](http://www.eklima.no))

Tabell 1: Beregnet vannvolum ved avrenning fra 230 m<sup>2</sup> takareal med 200-års gjentak og klimafaktor på 1,2

Varighet min	Intensitet l/s*ha	Vannføring l/s	Klima- faktor	Regnvolum m <sup>3</sup>	Nødvendig magasin m <sup>3</sup>
1	427,9	10,63	1,2	0,64	0,63
2	363,9	9,04	1,2	1,08	1,07
3	309,5	7,69	1,2	1,38	1,37
5	260,1	6,46	1,2	1,94	1,91
10	157,9	3,92	1,2	2,35	2,29
15	123,0	3,06	1,2	2,75	2,66
20	98,5	2,45	1,2	2,94	2,82
30	75,3	1,87	1,2	3,37	3,19
45	67,1	1,67	1,2	4,50	4,23
60	53,9	1,34	1,2	4,82	4,46
90	38,3	0,95	1,2	5,14	4,60
180	25,6	0,64	1,2	6,87	5,79
360	19,6	0,49	1,2	10,52	8,36
720	9,9	0,25	1,2	10,62	6,30
1440	6,7	0,17	1,2	14,38	5,74

IVF-kurven (statistikk for nedbørsdata) er benyttet til å beregne avrenningen fra takarealene på inntil 230 m<sup>2</sup>.

Tabell 1 viser beregnet vannvolum (regnvolum) for et 200-års nedbør fra et tak på 230 m<sup>2</sup> forutsatt klimafaktor på 1,2. Tabellen viser også nødvendig magasinivolum forutsatt 100 % infiltrasjon, 100 m<sup>2</sup> veg- og parkeringsareal og en infiltrasjonskapasitet i underliggende masser på 10 cm/døgn. Beregningene viser behovet for magasinivolum er størst (8,4 m<sup>3</sup>) ved regnvarighet på 360 min (6 timer).

## 4 AKTUELLE OVERVANNSTILTAK

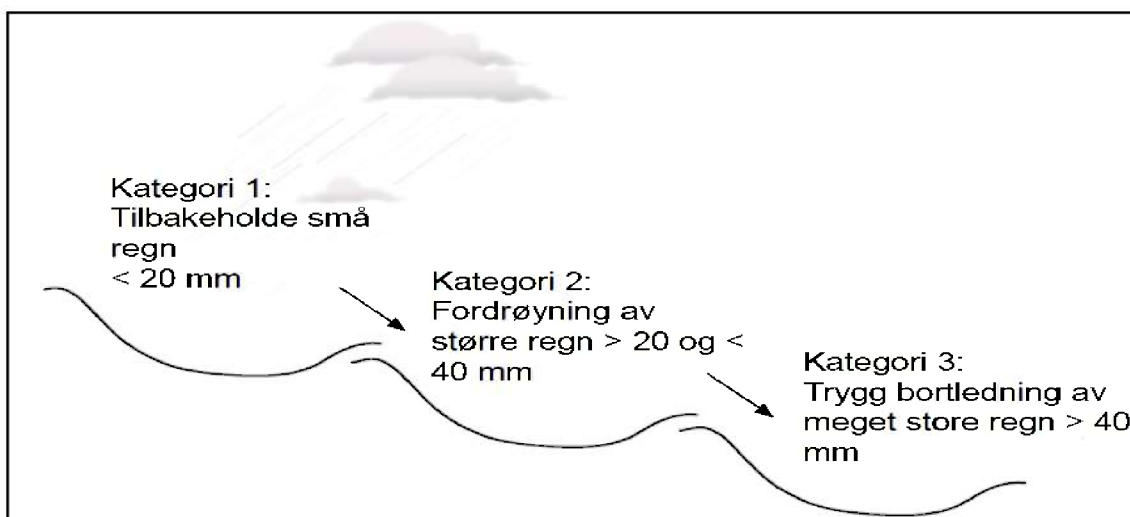
Planen med plassering av tomter og byggegrenser legger opp til at eksisterende tjern og myr ikke berøres av utbyggingen. Eksisterende naturlige vannsig fra tjern og myr og videre fra myr innenfor området opprettholdes. Det bør etableres en byggegrense på 10 m fra vannsig vist med blå piler på fig 1, også for vannsig fra myra mot vest-nordvest.

Håndtering av overvann lokalt og på hver tomt baseres på en 3-trinns strategi som vist på fig 5. Tretrinnsstrategien innebærer å:

1. Infiltrere små nedbørsmengder.
2. Fordrøye og forsinke større nedbørsmengder.
3. Lede overvannet trygt i åpne flomveier ved ekstreme nedbørshendelser.

Første trinn kan være torv/grasdekte takflater, bevare mest mulig av tomtearealet uberørt som dagens naturområde og ikke etablere andre tette flater enn takflater.

Andre trinn kan være lokal fordrøyning og infiltrasjon på egen tomt eller innenfor utbyggings- og reguleringsområdet. Tredje trinn er skadefri flomveg.



Figur 5: Tretrinns strategi for håndtering av overvann

Grunnprinsipp for trinn 2 er fordrøyning og infiltrasjon av overvann fra tak i parkerings- og vegområde på egen tomt. Som hovedprinsipp skal overvannet fortrinnsvis infiltreres i grunnen slik at vannets naturlige kretsløp opprettholdes.

Det forutsettes at veg- og parkeringsareal tilføres grove masser, dvs. pukk, singel og grus samt evt. sprengstein til fordrøyningsvolum og areal for infiltrasjon. Bruk av drenerør som sprederør (helst manifold og 50 mm korrugerte drenerør) for bedre arealfordeling av nedbørsvann gir bedre utnyttelse av fordrøyningsvolumet og samtidig økt infiltrasjon.

Dersom hver tomt har 100 m<sup>2</sup> areal med tilførte grove sorterte masser med tykkelse 0,3 m, utgjør det et magasinivolum på 9 m<sup>3</sup>. Det kan samtidig forventes noe infiltrasjon dersom underlaget er morene eller sprengt fjell. Aktuell infiltrasjonskapasitet er vurdert til 10 cm per døgn.

Tabell 1 viser vannvolumet som generes fra et takareal på 230 m<sup>2</sup> med 200-års gjentaksintervall. Tabellen viser også nødvendig fordrøyningsvolum dersom takvannet infiltrerer under magasinområdet (veg- og parkeringsareal) på 100 m<sup>2</sup> med en infiltrasjonskapasitet i underliggende masser på 10 cm/døgn.

Beregningene viser at nødvendig magasinkapasitet for tilbakeholdelse av alt takvann er i samme størrelsesorden som det som faktisk kan etableres på hver tomt, dvs. ca. 8 – 9 m<sup>3</sup>. Dersom dette systemet fungerte optimalt, ville det ikke oppstå avrenning selv ved en 200-års nedbørshendelse. Det er imidlertid flere forhold som medfører at forholdet ikke er ideelt. Både volumet på pukkmagasinet og graden av utnyttelse av dette kan være betydelig mindre enn forutsatt. Også infiltrasjonskapasiteten kan for enkelte områder og tomter være lavere enn 10 cm/døgn.

Samlet sett vil imidlertid tiltaket med spredning av takvannet i tilførte grove masser medføre at det ikke blir økt og raskere avrenning fra området sammenlignet med dagens situasjon. Etter vår vurdering er kravet til lokal håndtering av 50 % av overvannet ved infiltrasjon og fordrøyning ivaretatt.

## 5 KONKLUSJON OVERVANNSHÅNDTERING

Vi vil anbefale at overvann fra tette flater, dvs. takareal, ledes til veg- og parkeringsareal for fordrøyning og infiltrasjon. Fordrøyningen i tilførte grove masser (pukk/grus) med infiltrasjon i underliggende stedlige masser vil utgjøre hoveddelen av avrenningen fra tette flater. Overvann vil på denne måten håndteres innenfor hver tomt og innenfor reguleringsområdet.

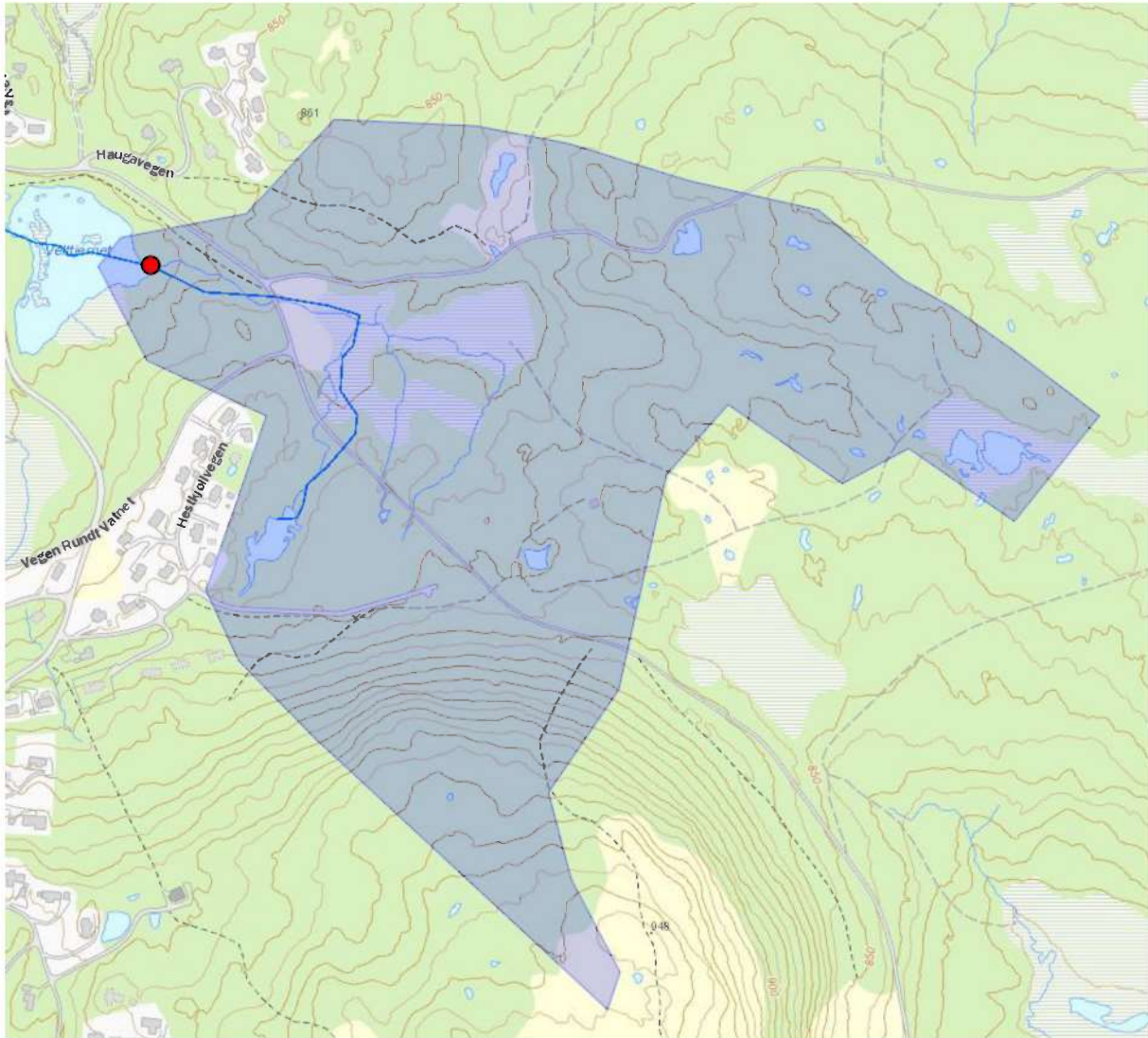
Det aktuelle området ligger i skrånende terreng med avrenning direkte til Velttjernet og det er ingen risiko for flompåvirkning/flomskader nedstrøms reguleringsområdet. Ovenfor utbyggingsområdet går veg med avskjærende veggroft. Nedbørfeltet ovenfor vegen er svært lite og vil ikke kunne generere flomvann som kan skade bygninger.

Bekken som drenerer områder oppstrøms og som går gjennom nordre del av reguleringsområdet, går i en dyp forsenkning og har ingen innvirkning eller flomskadepotensiale på aktuelt byggeområde. Nedenfor er det gjort egen flomberegning for denne bekken.

## 6 VANNFØRING BEKK

Som grunnlag for dimensjonering av kulverter under veggen V6, er vannføringen i bekken som går gjennom reguleringsplanområdet beregnet. Beregningen er gjort ved innløpet til Velttjernet. Beregnet vannmengde vil gjelde også ved dimensjonering av kulvert under ny veg ovenfor Velttjernet.

### 6.1 Nedbørfeltet



Figur 6: Nedbørfeltet til bekken gjennom området ned til Velttjernet.



Tabell 2: Hydrologiske data for nedbørfeltet til bekk inn i Velttjernet

Vassdragsnr.:	002.DDABZ	<b>Feltparametere</b>	
Kommune:	Gausdal	Areal (A)	0,4 km <sup>2</sup>
Fylke:	Oppland	Effektiv sjø (S <sub>eff</sub> )	0,0 %
Vassdrag:	SKEISELVA	Elvelengde (E <sub>L</sub> )	0,5 km
Vannføringsindeks, se merknader		Elvegradient (E <sub>G</sub> )	24,2 m/km
Middelvannføring (61-90)	15,3 l/(s*km <sup>2</sup> )	Elvegradient <sub>1085</sub> (G <sub>1085</sub> )	29,5 m/km
Alminnelig lavvannføring	l/(s*km <sup>2</sup> )	Feltlengde(F <sub>L</sub> )	1,0 km
5-persentil (hele året)	l/(s*km <sup>2</sup> )	H <sub>min</sub>	828 moh.
5-persentil (1/5-30/9)	l/(s*km <sup>2</sup> )	H <sub>10</sub>	840 moh.
5-persentil (1/10-30/4)	l/(s*km <sup>2</sup> )	H <sub>20</sub>	842 moh.
Base flow	0,0 l/(s*km <sup>2</sup> )	H <sub>30</sub>	847 moh.
BFI		H <sub>40</sub>	850 moh.
Klima		H <sub>50</sub>	855 moh.
Klimaregion	Ost	H <sub>60</sub>	859 moh.
Årsnedbør	715 mm	H <sub>70</sub>	861 moh.
Sommernedbør	381 mm	H <sub>80</sub>	863 moh.
Vinternedbør	334 mm	H <sub>90</sub>	902 moh.
Årstemperatur	-0,1 °C	H <sub>max</sub>	948 moh.
Sommertemperatur	7,7 °C	Bre	0,0 %
Vintertemperatur	-5,7 °C	Dyrket mark	0,0 %
Temperatur Juli	10,1 °C	Myr	11,9 %
Temperatur August	10,1 °C	Sjø	0,0 %
		Skog	73,8 %
		Snau fjell	0,0 %
		Urban	0,0 %

1) Verdien er editert

Middelvannføringen i bekken ved innløp til Velttjern er ca. 6,5 l/s

## 6.2 Beregning av flomvannføring

### 6.2.1 Metode

Overvannsavrenning er beregnet ved å benytte «den rasjonale metode»:

$$Q = \varphi \cdot A \cdot I$$

Hvor  $Q$  er overvannsavrenningen [l/s],  $\varphi$  er midlere avrenningskoeffisient for nedbørfeltet,  $A$  er størrelsen på nedbørfeltet [ha], og  $I$  er nedbørintensiteten [l/s\*ha].

Avrenningsfaktoren brukt i beregningene er vektet i forhold til andel skog, myr, bebyggd areal og bart fjell innenfor nedbørfeltet.

Dimensjonerende nedbørsintensitet bestemmes fra IVF-kurven for et gitt gjentakintervall og med en varighet lik feltets konsentrasjonstid. Konsentrasjonstiden er tiden vannet bruker fra ytterkant av nedbørfeltet til utløp/målested (stikkrenne).

Konsentrasjonstiden beregnes av formelen:

$$t_c = 0,6 \cdot L / H^{0,5} + 3000 \cdot A^{0,5}$$

tc = tidsfaktor i minutter, L = lengde av feltet i m, H = høydeforskjellen i feltet i m og Ase = andel innsjø i feltet (forholdstall).

Klimafaktor er forventet relativ økning i nedbørintensitet som følge av klimaendringer. For ivareta forventede endringer i nedbørintensitet som følge av klimaendringer, er det benyttet en klimafaktor på 1,20 i beregningene (jfr. vedtatt kommuneplan).

### 6.3 Beregnet vannmengde

Beregning av flomvannsmengden med 200-års gjentak og klimafaktor 1,2 gir en vannføring på ca. 530 l/s. Beregningen gjelder punktet vist med rødt på figur 6, dvs. for bekken inn i Velttjernet. Beregning for 50 og 10 års gjentak er vist i tabell 3. Tabellen viser også beregnet nødvendig diameter for rørkulvert med nødvendig kapasitet for ulike flomsituasjoner, forutsatt 5 % helning og innvendig ruhet 0,4.

Dimensjonering av kulvert viser følgende:

Tabell 3: Dimensjonering av kulvert for ulike flomfrekvenser

Flomfrekvens, år	Vannføring, m <sup>3</sup>	Helning kulvert. %	Nødvendig innvendig diameter, mm
200	0,53	5	400
50	0,44	5	350
10	0,35	5	300

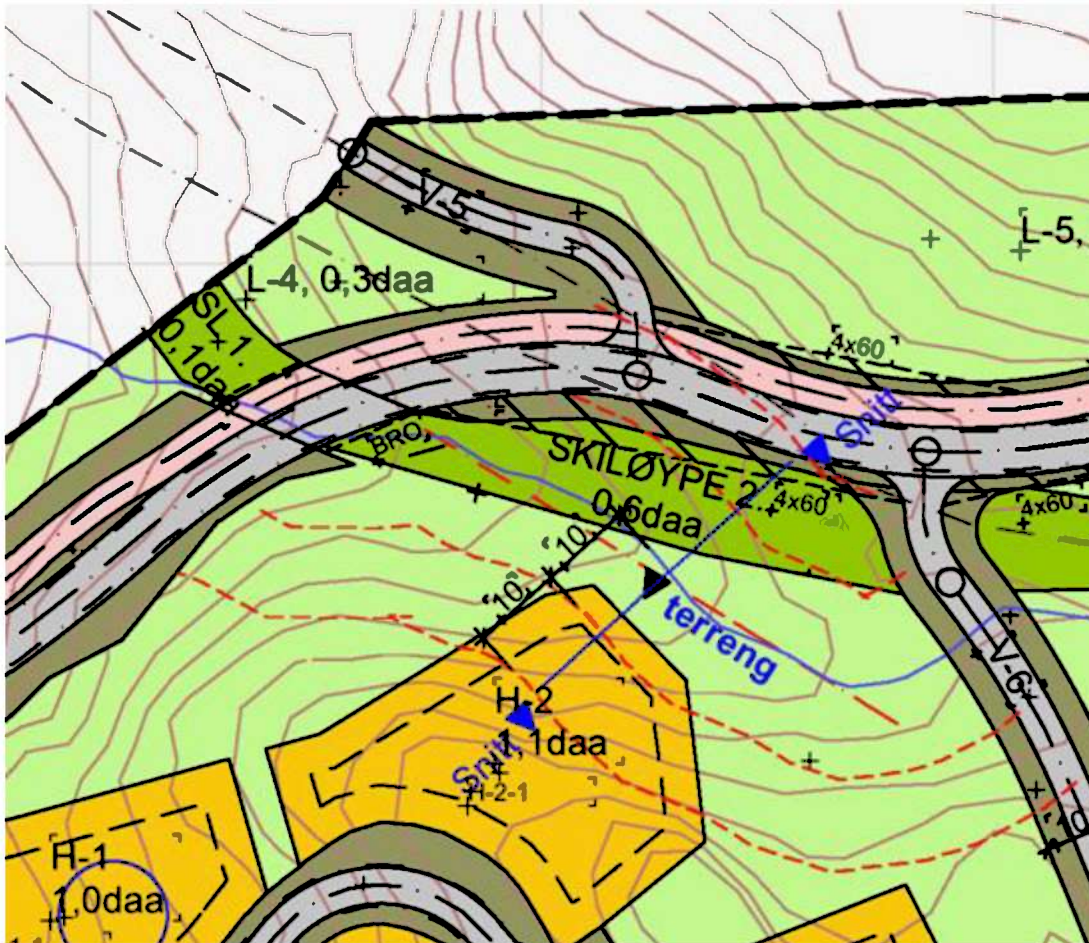
### 6.4 Vurdering av flomforhold langs bekken

Planen omfatter ny veg inn på området fra øst (V6) som krysser bekken og skiløype som vil gå langs bekken. Figur 7 viser utsnitt av planen med detaljer rundt skiløype og stikkveg over bekk. Figur 8 viser profil med 1 m høydekoter som går 20 m ut til hver side for bekken. På figur 9 er vist lengdeprofil langs bekken med lokalisering som vist på fig 7 (terreng).

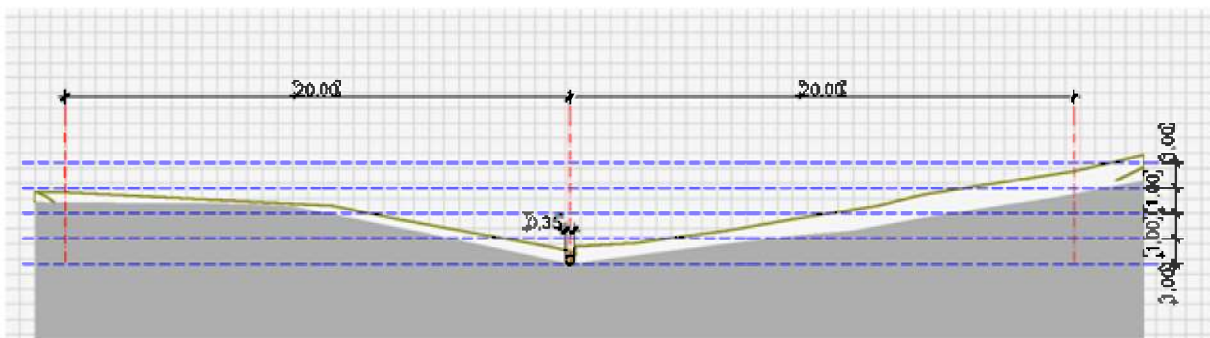
Som det framgår av tverrprofilet, som er representativt for bekkeløpet gjennom aktuelt område, har bekkeløpet et potensielt svært stort tverrsnitt ved flom. Kapasiteten i bekkeløpet regnet 10 m til hver side for bekken, vil ha kapasitet for vannføring som langs overgår aktuelle flomvannsmengder. Profil fig 9 viser at bekken har gode fallforhold langs hele strekningen.

For å unngå å legge bekken i rør, er det behov for å justere bekkeløpet der dette kommer i konflikt med planlagt trase for skiløype. Vi vil anbefale at justert bekkeløp legges i åpen grøft langs trase for skiløype og i kulvert kun under vegene.

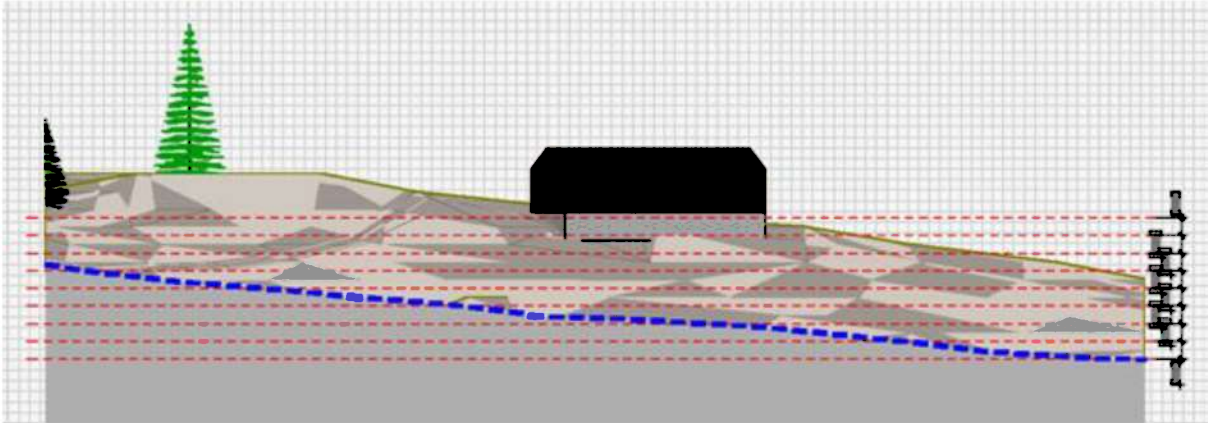
Åpen grøft med tilstrekkelig kapasitet ved aktuelle fallforhold kan dimensjoneres med bunnbredde 0,2 m, sidehelning 1:3 og dyp 0,4 m. der grøfta ikke sprenges ut i fjell, må bunn og sideskrånninger sikres mot erosjon ved steinsetting el. Bekken går delvis på fjell og fjellterskler i bekkeløpet vil hindre at flomvannføring fører til dypere erosjon i bekkeløpet.



Figur 7: Utsnitt av reguleringsplanen som viser detaljer ved stikkveg V6 og skiløype. Figuren viser også lokalisering av profilsnitt og lengdesnitt (terreng).



Figur 8: Profilsnitt med lokalisering som vist på fig 7.



Figur 9: Lengdeprofil (62 m lang) langs bekken (blå linje, terreng fig 7) med 1 m høydekoter (røde stiplede linjer). Bekken er vist med blått.

## 7 KONKLUSJON FLOMVURDERING OG FLOMBEREGNING

Flomberegningen viser at bekken inn i Velttjernet vil ha en vannføring på ca. 0,53 m<sup>3</sup> med gjentak 200 år med 20 % klimapåslag.

Vi vil anbefale at bekkeløpet, der dette må justeres, legges i åpen grøft langs planlagt løypetrase. Under vegene legges kulverter for bekkeløpet.

Som vist i tabell 3 må kulvert under vegen ha innvendig diameter på 400 mm med helning minst 5 % for å kunne ha tilstrekkelig kapasitet for en 200-års flom.