

Oppdragsgiver	Navn Ål kommune	Kontaktperson Svein Furuhaug
Oppdrag	Nummer og navn 23441 Ål, Ål sentrum til Bergovegen – gjennomgang bekker og kritiske punkt	Oppdragsleder Ingrid Alne
Dokument	Nummer 23441-03-2 Utført av Ingrid Alne	Dato 2023-11-29 Kontrollert av Lars Staver Eid

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
2	29.11.23	IA	LSE	Oppdatert dimensjon på 4B
1	05.10.23	IA	LSE	Notat

## Dimensjonering av nye stikkrenner

### 1 Bakgrunn

Ekstremværet «Hans» ga to døgn med svært mye nedbør i Ål sentrum. Det var mye vann på avveie som vasket ut veier, som igjen tettet stikkrenner og reduserte kapasitet i bekkeløp. Det er behov for å bytte en del stikkrenner før vintersesongen, og Skred AS har vurdert hydraulisk kapasitet og angitt nødvendig dimensjon på rør for å ivareta dagens krav til dimensjonering.

#### 1.1 Forutsetninger

Det er angitt diameter på nye stikkrenner, med utgangspunkt i sirkulære tverrsnitt. Ved flere av inntakene er angitt dimensjon kanskje ikke mulig å få til, og da bør det vurderes andre løsninger som rektangulære kulverter, lavbrekk over veien eller alternative flomveier for å bedre kapasiteten.

Ved å oppdimensjonere noen stikkrenner som tidligere har vært underdimensjonerte og ledet vannet over i et annet løp under flom, vil man nedstrøms kunne oppleve økte vannmengder. Derfor bør man oppgradere og sikre hele strekningen nedstrøms når man øker dimensjonen et sted. Skred AS arbeider med å se på andre aktuelle tiltak i nedre del av bekkene, som f.eks. etablering av flomveier og opprusting/omlegging av bekkeløp.

## 2 Gjeldende krav og regelverk

### 2.1 Krav til sikkerhet mot flom i TEK17

Byggteknisk forskrift TEK17 § 7-2 definerer krav til sikkerhet mot flom og stormflo for nybygg. Paragrafen gjelder for saktevoksende flommer som normalt ikke medfører fare for menneskeliv. Sannsynligheten i Tabell 1 angir største årlige sannsynligheten for flom. Byggverk skal plasseres, dimensjoneres eller sikres i henhold til aktuell sikkerhetsklasse. I veilederen til TEK17 gis retningsgivende eksempler på byggverk som kommer inn under de ulike sikkerhetsklassene for flom (Direktoratet for byggkvalitet, 2023)

*Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i flomfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (Direktoratet for byggkvalitet, 2023).*

Sikkerhetsklasse for flom	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
F1	Liten	1/20
F2	Middels	1/200
F3	Stor	1/1000

### 2.2 SVV Håndbøker

#### 2.2.1 Generelt

Statens vegvesen sine vegnormaler er kravsdokumenter som gjelder for alle offentlige veger og gater. Håndbøkene *N200 Vegbygging* (Statens vegvesen, 2022a) og *V240 Vannhåndtering* (Statens vegvesen, 2022b) er vurdert aktuelle.

#### 2.2.2 Håndbok N200 Vegbygging

I Håndbok *N200 Vegbygging*, *kapittel 2 Vannhåndtering*, er det gitt funksjonskrav til veganleggets avvannings- og drencsystem, føringer for hydrologiske beregninger og hydraulisk dimensjonering. Krav og føringer som vurderes aktuelle for dette oppdraget er oppsummert i avsnittet under.

##### 2.2.2.1 Sikkerhetsklasse og dimensjonerende returperiode for flom (kapittel 2.2)

Dimensjonerende returperiode for flom fastsettes basert på sikkerhetsklassen til den aktuelle vegen. Sikkerhetsklasser er gjengitt i Tabell 2. Det tas utgangspunkt i sikkerhetsklasse V2 uten omkjøringsmuligheter, som tilsvarer kravene i TEK17 for bebyggelse i sikkerhetsklasse F2.

*Tabell 2: Sikkerhetsklasser for veg påvirket av flom (Tabell 2.1.1-1 fra Håndbok N200).*

Sikkerhetsklasse	ÅDT	Returperiode for flomhendelse	
		Med omkjøringsmuligheter	Uten omkjøringsmuligheter
V1	0 – 500	50 år	100 år
V2	500 - 4000	100 år	200 år
V3	>4000	200 år	200 år

### 2.2.2.2 Hydrologiske beregninger (kapittel 2.3)

Metoder for hydrologiske beregninger skal velges ut fra feltegenskaper og egnethet til de ulike metodene. Generelt skal det benyttes flere metoder ved flomberegninger der  $Q_T$  velges innenfor spennet av beregnet avrenning.

Ved flomberegninger skal det benyttes et ekstra påslag for fremtidige klimaendringer ( $F_k$ ) og usikkerhet ved beregningsmetode ( $F_u$ ) der dimensjonerende vannføring er gitt som følgende:

$$Q_{dim,T} = Q_T \times F_k \times F_u$$

$F_k$  fastsettes basert på fylke og feltstørrelse fra Tabell 2.3.1-1 i Håndbok N200, mens  $F_u$  bestemmes ut fra vegens sikkerhetsklasse gjengitt i Tabell 3.


Tabell 3: Sikkerhetsfaktor for håndtering av usikkerhet ved hydrologiske beregninger (Tabell 2.3.1-2 fra Håndbok N200).

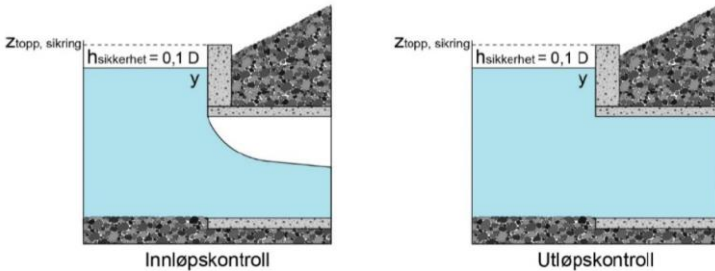
Sikkerhetsklasse	$F_u$
V1 eller F1	1,0
V2 eller F2	1,1
V3 eller F3	1,2

### 2.2.2.3 Hydraulisk dimensjonering (kapittel 2.4)

Alle hydrauliske tiltak skal dimensjoneres. Hydraulisk strømningsform skal dokumenteres og kan utføres gjennom hydraulisk modellering. Fra kapittel 2.4.2.1 «Gjennomløp» og kapittel 2.4.2.2 «Innløp» er det følgende relevante krav som er oppsummert i Tabell 4.

Tabell 4: Oppsummering av relevante krav fra kapittel 2.4.2.1 og 2.4.2.2 i SVV Håndbok N200.

2.4.2.1	Gjennomløp								
1	<p>Av hensyn til drift og vedlikehold skal det ikke benyttes mindre dimensjoner for gjennomløp enn de som er angitt i Tabell 2.4.2.1—1.</p> <p> Tabell 2.4.2.1—1 — Minimumsdimensjoner for gjennomløp</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Vegtype</th> <th>Minimumsdimensjon - <math>D_{min}</math> [mm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Veger og gater</td> <td>600</td> </tr> <tr> <td>Adkomstveger og gang- og sykkelveger</td> <td>400</td> </tr> <tr> <td>Avkjørsler</td> <td>300</td> </tr> </tbody> </table>	Vegtype	Minimumsdimensjon - $D_{min}$ [mm]	Veger og gater	600	Adkomstveger og gang- og sykkelveger	400	Avkjørsler	300
Vegtype	Minimumsdimensjon - $D_{min}$ [mm]								
Veger og gater	600								
Adkomstveger og gang- og sykkelveger	400								
Avkjørsler	300								
2	Det skal vises om gjennomløpet har inn- eller utløpskontroll for $Q_{dim,T}$ .								
3	For fyllinger uten sikring skal vann dybden ved innløpet ( $y_{dim}$ ) for vannføring $Q_{dim,T}$ ikke settes høyere enn høyden av innløpet ( $D_{innløp}$ ): $y_{dim} \leq D_{innløp}$								
4	Ved bruk av tett sikring skal vannstand ikke overstige $0,1D$ under toppen av sikringen, som vist i Figur 2.4.2.1—1: $y_{dim} \leq z_{topp,sikring} - 0,1 D_{innløp}$ .								

	 <p>Figur 2.4.2.1–1 – Vannstand ved innløp for fyllinger med tett sikring.</p>
6	<p>Delvis gjentetting av gjennomløp pga. masseavsetning og gjenising reduserer kapasiteten til gjennomløpet. Ved beregning skal antas at rørets tverrsnitt kan være gjenslammet eller gjentettet til 1/3 av innløpets høyde.</p> <p><i>Veiledning til kravet</i>  <i>Ved bruk av inntaksrist, fangrist eller fangdam, eller i tilfeller der massetransport regnes som usannsynlig, kan det antas en gjentettingshøyde mellom 0 og 1/3 av innløpets høyde. For tiltak langs vannveier med massetransport og fare for gjentetting kan det vurderes å etablere sikre flomveier, se kapittel 2.2.2.</i></p>
11	Dimensjonerende gjentettingshøyde skal settes lik 2/3 av rishøyde.
12	Ved delvis gjentetting vil risten gi oppstuvning oppstrøms, og kanalen skal utformes slik at vann ikke avledes til terrenget.
13	Det skal tilrettelegges for maskinell tilkomst fra områder som ligger trygt under flom.
<b>2.4.2.2</b>	<b>Innløp</b>
1	<p>Der mennesker eller dyr har tilkomst til innløpet, skal det brukes innløpsrister med maksimal spalteåpning 100 mm, og fri åpning mellom kanalbunn og rist maksimalt 100 mm.</p> <p><i>Veiledning til kravet:</i>  <i>Det er en fordel med minimalt antall tverrgående staver. Dersom området rundt innløpsristen sikres mot tilkomst med gjerder e.l. kan det brukes større spalteåpning enn 100 mm. Det anbefales også å vurdere å bruke sedimentasjonsbasseng eller fangrist oppstrøms som et alternativ til innløpsrist.</i></p>
2	<p>Innløpsrister skal oppfylle følgende krav:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Enkelt kunne rense risten maskinelt (tilgang fra trygg tilkomstveg under flom)</li> <li>— Enkelt kunne heve eller fjerne risten ved behov</li> </ul>
4	Frontmur og vingemur ved kulverter skal bygges av betong eller som tørrmur av stein og slutte godt til både fyllingsskråning, grøftebunn og sideskråning.
5	Dersom det dimensjoneres for vannstand over overkant innløp eller høy vannhastighet inn mot fyllingen rundt innløpet, se kapittel <a href="#">2.4.2.1</a> , skal det brukes tette materialer som betongmur, spunt, membran eller tette masser.

### 2.2.3 Håndbok V240 – Vannhåndtering

Håndbok V240 er en veiledning som understøtter kravene i kapittel 2 i håndbok N200. Den angir anbefalte metoder for blant annet flomberegninger og hydraulisk dimensjonering. Anbefalte metoder for flomberegninger sammenfaller med anbefalinger i NVE sine aktuelle veiledere.

### 2.2.4 Oppsummering av krav

I henhold til kommunens bestilling er det lagt til grunn sikkerhetsklasse F2, som gjelder for bla. bolighus, skoler, barnehager mm. Dette tilsvarer V2 iht. vegvesenets håndbok N200. Ettersom fylkesveien krysser bekkene i øvre del, bør man benytte samme dimensjoneringskrav hele veien ned i henhold til håndbok N200.

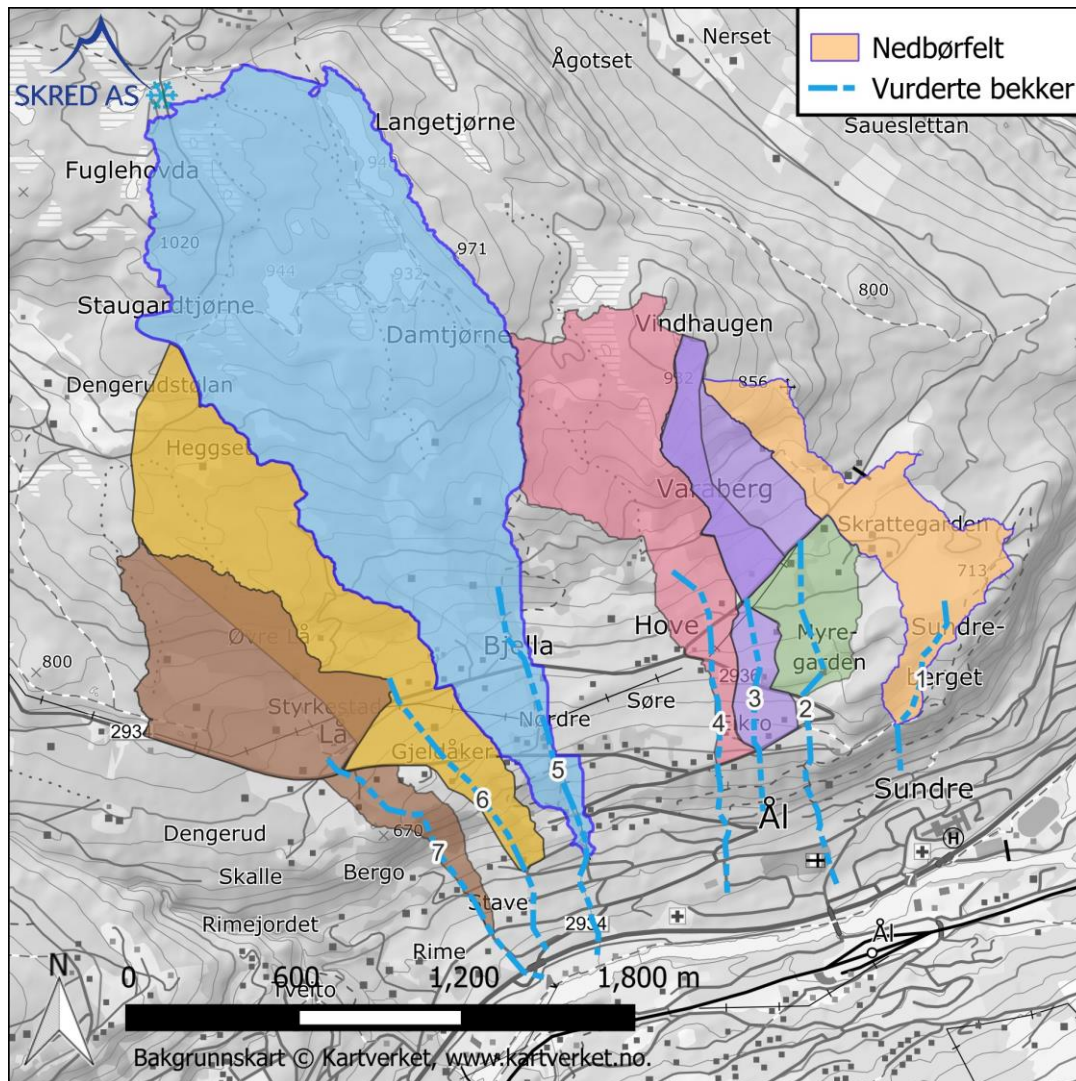
## 3 Metode

### 3.1.1 Dimensjonerende vannmengder

Vi har tidligere utført flomberegninger for blant annet Hellinggrove og Stavegrove med ulike metoder i henhold til NVEs veileder (NVE, 2022). Det er lite nedbørdata tilgjengelig i Hallingdal, som har finere oppløsning enn døgnnedbør, og feltgrensene til bekkeløpene er usikre på grunn av mange avskjærende veier og stikkrenner. Feltkarakteristikken er nokså lik og det er derfor lagt til grunn en konsentrasjonstid på 1 time for alle felt ved beregning med den rasjonale formel, med unntak av Hellinggrove som er noe større. Dette gir 24,8 mm nedbør ila en time. Under «Hans» viser nedbørstasjonen i Ål, Ål III, at det kom ca. 59 mm per døgn både den 8. og 9. august 2023.

Beregning med ulike metoder (NIFS formelverk og rasjonale formel) gir en spesifikk 200-års avrenning på 3000 l/s km<sup>2</sup> for de minste feltene og 2500 l/s km<sup>2</sup> for Hellinggrove (inkl. 40 % klimapåslag). I henhold til håndbok N200, Tabell 3, tillegges det også et usikkerhetspåslag på 10 %. Ved dimensjonering av nye stikkrenner benyttes dermed en spesifikk 200-årsflom på 3300 l/s km<sup>2</sup> for de mindre bekkene og 2750 l/s km<sup>2</sup> for Hellinggrove.

Nedbørfeltene er beregnet ut ifra verktøyet Scalgo LIVE og QGIS, og er justert etter hvor i nedbørfeltet stikkrenna ligger. Feltgrensene forutsetter at bekkene holder seg i «sitt» løp og det er ikke tatt høyde for bidrag fra nabofelt, med unntak av øvre del av bekk 2/3 og 6/7 hvor deler av feltet er medregnet til begge kryssingene. Anslåtte feltgrenser er vist i Figur 1.



Figur 1: Nedbørfelt til bekker det er beregnet vannføring og dimensjon.

### 3.1.2 Utforming av inntak

I tillegg til å ha tilstrekkelig dimensjon, må inntakene fungere under høy vannføring og massetransport, som viste seg å være en utfordring under «Hans». Det finnes flere typer «selvrensende» bekkinntak som er mer driftssikre i bekker med mye massetransport, også med sensor for tømming av eget trau for masseavlagring, se eksempler i Figur 2 og Figur 3. Det bør som et minimum tilrettelegges med kulp/basseng foran inntak, med adkomst for gravemaskin iht krav i tabell Tabell 4. Inntakene bør ha frontmur som står over toppen av røret og beskytter fyllingen mot erosjon, samt vingemur for best mulig kapasitet.





Figur 2: Eksempel på selvrensende bekkeinntak, «NIFS Vossing» fra NOBI.



Figur 3: Eksempel på inntak med oppsamlingskasse som kan løftes av fra «Vossatrauet».

### 3.1.3 Beregningsforutsetninger

For vurdering av nødvendige dimensjoner for utvidelser/erstatning av stikkrenner er det tatt utgangspunkt i innløpskontroll, da dette basert på fallforhold vil være styrende. N200 setter krav til dimensjonering av nye kulverter at vannstanden ved innløpet ( $y$ ) ikke skal overskride høyden på innløpet ( $D$ ) (pkt 3, Tabell 4), men åpner for at ved bruk av tett sikring kan det legges en høyere vannstand til grunn (pkt 4, Tabell 4).

Diameter er hentet fra nomogrammer (SINTEF, 1992) og beregningsprogrammet HY-8. I henhold til krav i håndbok N200 skal det antas 1/3 gjentetting av innløpet, med mindre man gjør andre tiltak for å redusere faren for gjentetting (se Tabell 4 pkt 6).

## 4 Oversikt over kapasitet og dimensjon for nye stikkrenner

Tabell 5 viser kapasitet for ulike aktuelle rørdimensjoner med og uten gjentetting. Det forutsettes frontmur og rør i betong.

Tabell 6 viser foreslått dimensjon for stikkrenner i de ulike bekkeløpene med og uten krav til beregnet gjentetting, og med forutsetning om utett sikring over røret. Beliggenhet for punktene er vist i Figur 4. Ulike kombinasjoner av størrelser er mulig. Der man legger flere stikkrenner i samme kryssing kan det være praktisk å legge den ene som et overløp høyere opp slik at normalvannføringen kun går i ett løp.

Der man har mulighet til å anlegge tett sikring over toppen av røret kan man anta bedre kapasitet og vurdere å gå ned en dimensjon (pkt 4, Tabell 4). Dette må i så fall beregnes og vurderes spesifikt for den enkelte stikkrenne.

Ved bruk av inntaksrist, fangrist eller fangdam kan forutsetningen om 1/3 gjentetting reduseres/fjernes (pkt 6, Tabell 4). For tiltak langs vannveier med massetransport og fare for gjentetting kan det vurderes å etablere sikre flomveier.

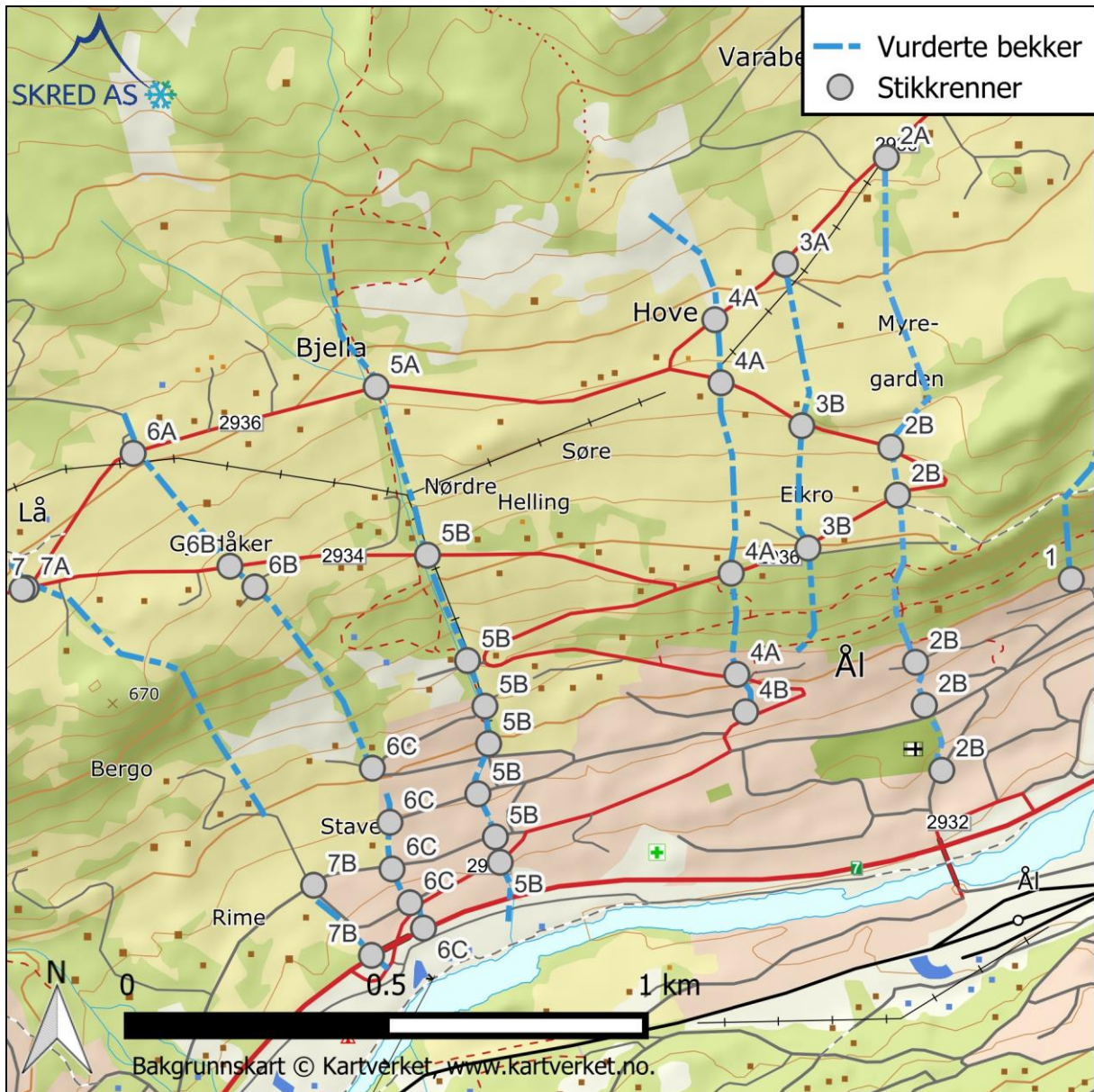
*Tabell 5: Beregningsmessig kapasitet med forutsetning om utett fylling og frispeilstrømning,  $y=D$ , for innløpskontrollerte kulverter i betong, med og uten gjentetting.*

Dimensjon [mm]	Kapasitet ved 1/3 gjentetting [m <sup>3</sup> /s]	Kapasitet ved $y=D$ [m <sup>3</sup> /s]
600	-	0.35
800	0.4	0.7
1000	0.7	1.35
1200	1.1	2.1
1400	1.7	3.1
1600	2.4	4.3
1800	3.2	5.3



Tabell 6: Foreslått dimensjon basert på dimensjonerende vannmengder (med klima- og usikkerhetspåslag) for åpne og delvis gjentetta stikkrenner med forutsetning om frispeilstrømning  $y=D$  (utett fylling) for innløpskontrollerte kulverter i betong. Ved avbøtende tiltak menes inntaksrist, fangrist eller fangdam.

Punkt i Figur 4	Nedbørfelt (km <sup>2</sup> )	Dimensjonerende 200-årsflom (m <sup>3</sup> /s)	Nødvendig dimensjon (mm)	Nødvendig dimensjon med avbøtende tiltak (mm)
1	0.37	1.2	1200 / 800 + 1000	1000
2A	0.26	0.9	1200	1000 / 800 + 600
2B	0.44	1.5	1400	1200 / 1000 + 600
3A	0.25	0.8	1000	1000 / 800 + 600
3B	0.43	1.4	1400 / 1200 + 800	1200 / 1000 + 600
4A	0.5	1.7	1400	1200 / 1000 + 600
4B	0.93	3.1	1800	1400
5A	1.82	5.0	2 x 1600	1800 / 1600 + 800
5B	2	5.5	2 x 1600 + 1000	1800 + 600
6A	0.4	1.2	1200 / 800 + 1000	1000
6B	0.7	2.3	1600	1200 + 600
6C	0.8	2.6	1600	1200 + 800
7A	0.48	1.6	1400	1200 / 1000 + 600
7B	0.57	1.9	1200 + 1000	1200



Figur 4: Plassering til stikkrenner angitt i Tabell 6.

## 5 Referanser

Direktoratet for byggkvalitet. (2023). *Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning § 7-2*.  
<https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/7/7-2>

NVE. (2022). *Veileder 01/2022 - Veileder for flomberegninger*.  
[https://publikasjoner.nve.no/veileder/2022/veileder2022\\_01.pdf](https://publikasjoner.nve.no/veileder/2022/veileder2022_01.pdf)

SINTEF. (1992). *Flomberegning og kulvertdimensjonering*.

Statens vegvesen. (2022a). *N200 Vegbygging*.  
[https://store.vegnorm.vegvesen.no/n200\\_2022](https://store.vegnorm.vegvesen.no/n200_2022)

Statens vegvesen. (2022b). *V240 Vannhåndtering*. <https://store.vegnorm.vegvesen.no/v240>