

## Gausdal kommune

# FLOMSIKRING FINNA

## TILTAKSPLAN UTEN FORDRØYNING



Januar 2020

## FLOMSIKRING FINNA

### TILTAKSPLAN UTEN FORDRØYNING

Oppdragsnr.: 18065  
Oppdragsnavn: Flomsikring Finna  
Dokument nr.: 01  
Filnavn: Tiltaksplan Flomsikring Finna\_Alt2.docx

#### Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Revisjonen gjelder	Utarb.	Kontr.	Godkj.
01	2019-12-20	Tiltaksplan	MRO	GSA	MRO
02	2020-02-03	Revidert etter kommentarer fra kommunen	MRO	GSA	MRO

## INNHOOLD

<b>1.</b>	<b>INNLEDNING.....</b>	<b>6</b>
1.1	Beliggenhet.....	6
1.2	Bakgrunn.....	7
<b>2.</b>	<b>GRUNNLAGSDATA .....</b>	<b>7</b>
2.1	Befaringer.....	7
2.2	Vassdraget, nedbørfeltet, geologi og terreng.....	8
2.3	Forholdet til offentlige planer.....	9
2.4	Vernet vassdrag.....	9
<b>3.</b>	<b>BEREGNINGER .....</b>	<b>10</b>
3.1	Bestemmelse av vannføringen med n-a-modellen.....	10
3.1.1	Beskrivelse av nedbør-avløpsmodellen.....	10
3.1.1.1	Modelloversikt	10
3.1.1.2	Beregningsmetode	11
3.1.1.3	Tidsskritt for beregningen	12
3.1.1.4	Undersøkte gjentaksintervaller	12
3.1.2	Feltdata.....	12
3.1.2.1	Fastlegging av feltdata	12
3.1.2.2	Data fra delfeltene	12
3.1.2.3	Data for vassdragsavsnittene	13
3.1.3	Hendelsesdata.....	14
3.1.3.1	Nedbørhøyder	14
3.1.3.2	Tidsmessig forløp av nedbørsbelastning	14
3.1.4	Vannføringsberegninger.....	15
3.1.4.1	Tilpasning av nedbør-avrennings-modellen	15
3.1.4.2	Beregningsresultater	16
3.2	Beregningsprogram.....	18

3.3	Analyseområde og beregningsnett.....	19
3.3.1	Arealtyper .....	20
3.3.2	Grensebetingelser .....	22
3.4	Beregningsresultater .....	22
<b>4.</b>	<b>TEKNISK BESKRIVELSE AV TILTAKET .....</b>	<b>23</b>
4.1	Flomvoller .....	23
4.2	Kryssing av Fv. 318 «Øverbygdsvegen» (pr. ca. 3270) .....	24
4.3	Profil ca. 3150 .....	25
4.4	Profil ca. 2810, 2750 og 2670.....	26
4.5	Tiltakene ved Heggebakken 7 og Heggebakken 5 .....	26
4.6	Follebu sentrum .....	27
4.7	Kulverter ved 2350 og 2250 .....	27
4.8	Utløp nedstrøms Fv. 255 .....	28
4.9	Kulverter mellom 1750 og 2000 .....	29
4.10	Profil ca. 1740 - 1680 .....	30
4.11	Tiltakene 1500 - 1640 .....	31
4.12	Profil 570, ved gammelt renseanlegg.....	32
<b>5.</b>	<b>NATURMANGFOLD .....</b>	<b>33</b>
5.1	Forholdet til naturmangfoldloven.....	33
5.2	Forholdet til vannforskriften .....	34
<b>6.</b>	<b>VIRKNINGER .....</b>	<b>35</b>
6.1	Hydrauliske forhold .....	35
6.2	Kulturminner .....	35
6.3	Brukerinteresser .....	36
<b>7.</b>	<b>KOSTNADSOVERSLAG.....</b>	<b>37</b>
<b>8.</b>	<b>KART OG TEGNINGER.....</b>	<b>40</b>

## VEDLEGG

Vedlegg 1: Algoritmer for nedbør-avløpsmodellen

Vedlegg 2: Beregninger med NEVINA

Vedlegg 3: Tegninger ihht. tegningsliste

## SAMMENDRAG

Det er blitt gjennomført hydrologiske og hydrauliske beregninger av flomfaren som Finna medfører for Follebu. For hele Finnas nedbørfelt er det satt opp en nedbør-avløpsmodell (n-a-modell). Ved hjelp av denne ble det for en 200-års vannføring med klimapåslag 40% beregnet en vannføring på 6,2 m<sup>3</sup>/s ved begynnelsen av det bebygde området og en samlet vannføring ved utløpet i Gausa på 12,1 m<sup>3</sup>/s.

Det er i tidligere rapport undersøkt om Kvernbekkmyra, Hølbekkmyra og Finntjønnen kunne egne seg som fordrøyningsmagasin.

Denne rapporten vurderer flomsikringstiltak i Finna uten fordøyning.

På grunnlag av en hydraulisk 2D-modell som ble satt opp for Finna, er det mulig å beregne både flomfaren for Follebu i nåtilstand og effekten av flomsikringstiltakene.

For nåtilstand ble det påvist tallrike risikomomenter som utgår fra selve Finna, og dessuten fare som skyldes at Finna går over sin høyre bredd og vannet strømmer langs dalsidene mot Follebu. Beregningene for planlagt tilstand viser derimot bare ubetydelige oversvømmelser.

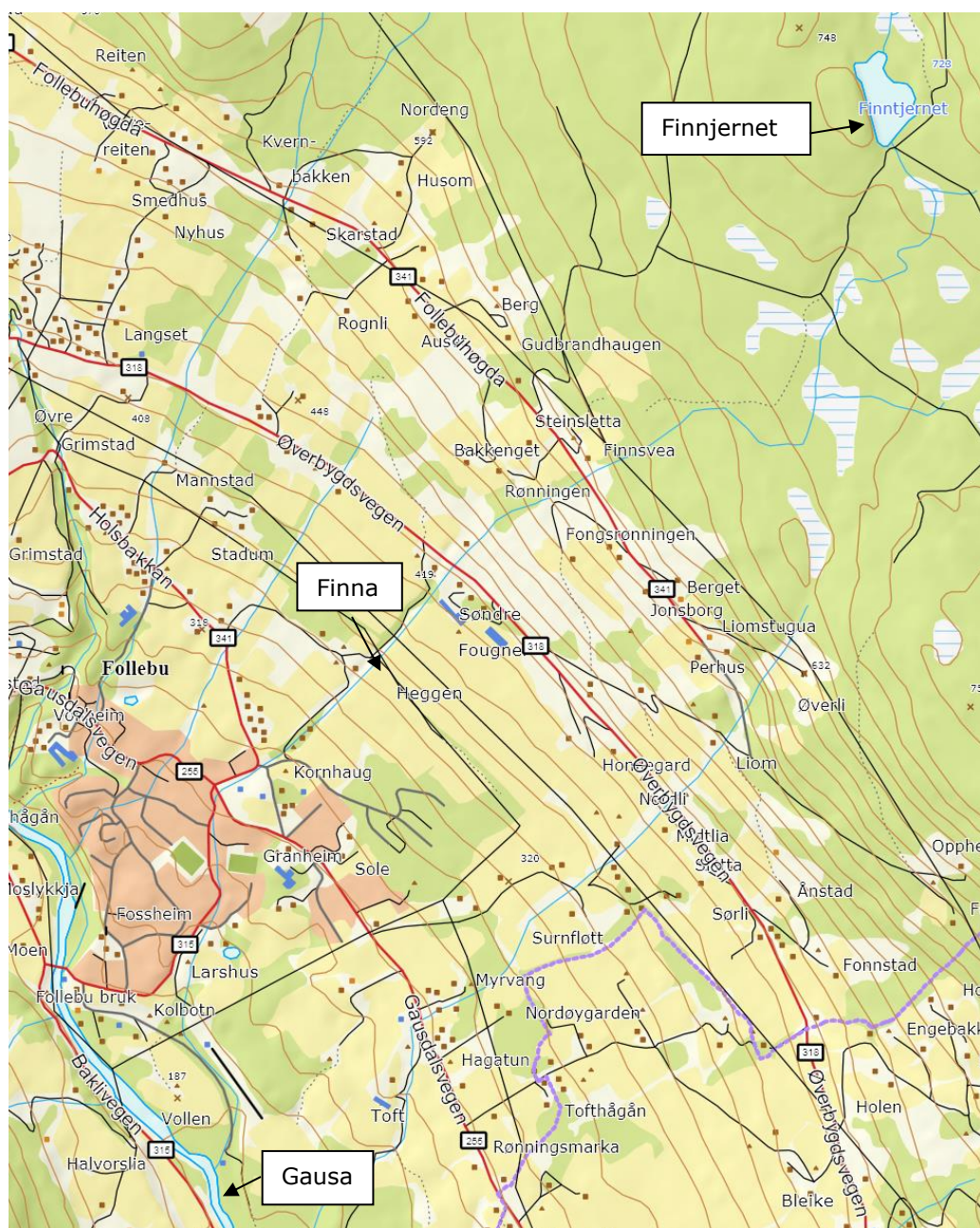
# 1. INNLEDNING

Arbeidet med denne planen har vært et samarbeid mellom Structor Lillehammer AS og Dr. Blasy – Dr. Øverland Beratende Ingenieure GmbH & Co. KG.

Dr. Blasy – Dr. Øverland har stått for de hydrauliske og hydrologiske beregningene.

## 1.1 Beliggenhet

Bekken Finna renner gjennom tettstedet Follebu i Gausdal kommune. Finna har sitt utspring fra Finntjernet som ligger på Follebukjølen. Utløpet er i Gausa som renner ut i Gudbrandsdalslågen, litt nord for Lillehammer.



Figur 1.1 Oversiktskart Finna

## 1.2 Bakgrunn

Finna er en bekk med utspring på Follebukjølen og utløp i Gausa sør i Follebu. Bekken renner bl.a. gjennom Follebu sentrum med bolig- og forretningsbebyggelse.

I forbindelse med utarbeidelse av overvannsplan for Follebu sør i 2017, ble det anbefalt å vurdere Finna nærmere mht. kapasitet på kulverter m.m. og fordrøyningsmuligheter på Follebukjølen.

Ved større regnskyll /flommer (som i 2011 og 2013) har man erfart at bekken ikke har kapasitet til å ta unna vannmassene, og det oppstår store problemer flere steder nedover bekken. Bl.a. med oppstuvning, oversvømmelser, erosering og massetransport.

Beregninger viser at ved en 200års-flom vil Normalvannføringen i Finna gjennom Follebu sentrum være ca. 8,0 m<sup>3</sup>/s og det vil føre til store oversvømmelser (se tegning H200).

Beboere langs Finna har ved flere anledninger kontaktet Gausdal kommune med bekymringsmeldinger for bekkens herjinger ved større regnskyll.

I denne undersøkelsen blir de oversvømmelsesområdene langs Finna bestemt for en flomhendelse med et gjentaksintervall på 200 år og med et klimapåslag på 40%. Beregningene gjennomføres med en 2-dimensjonal hydraulisk modell. Basert på dette flomområdet utvikles det tekniske tiltak langs Finna som deretter implementeres i den hydrauliske modellen for å sjekke effektiviteten til de planlagte tiltakene.

## 2. GRUNNLAGSDATA

### 2.1 Befaringer

Som grunnlag for beskrivelse av forebyggende tiltak ble det høsten 2018 utført omfattende kartlegging/befaringer av hele bekkeløpet, med fokus på strekningen Fv. 341 «Follebukjølen» og ned til Gausa.

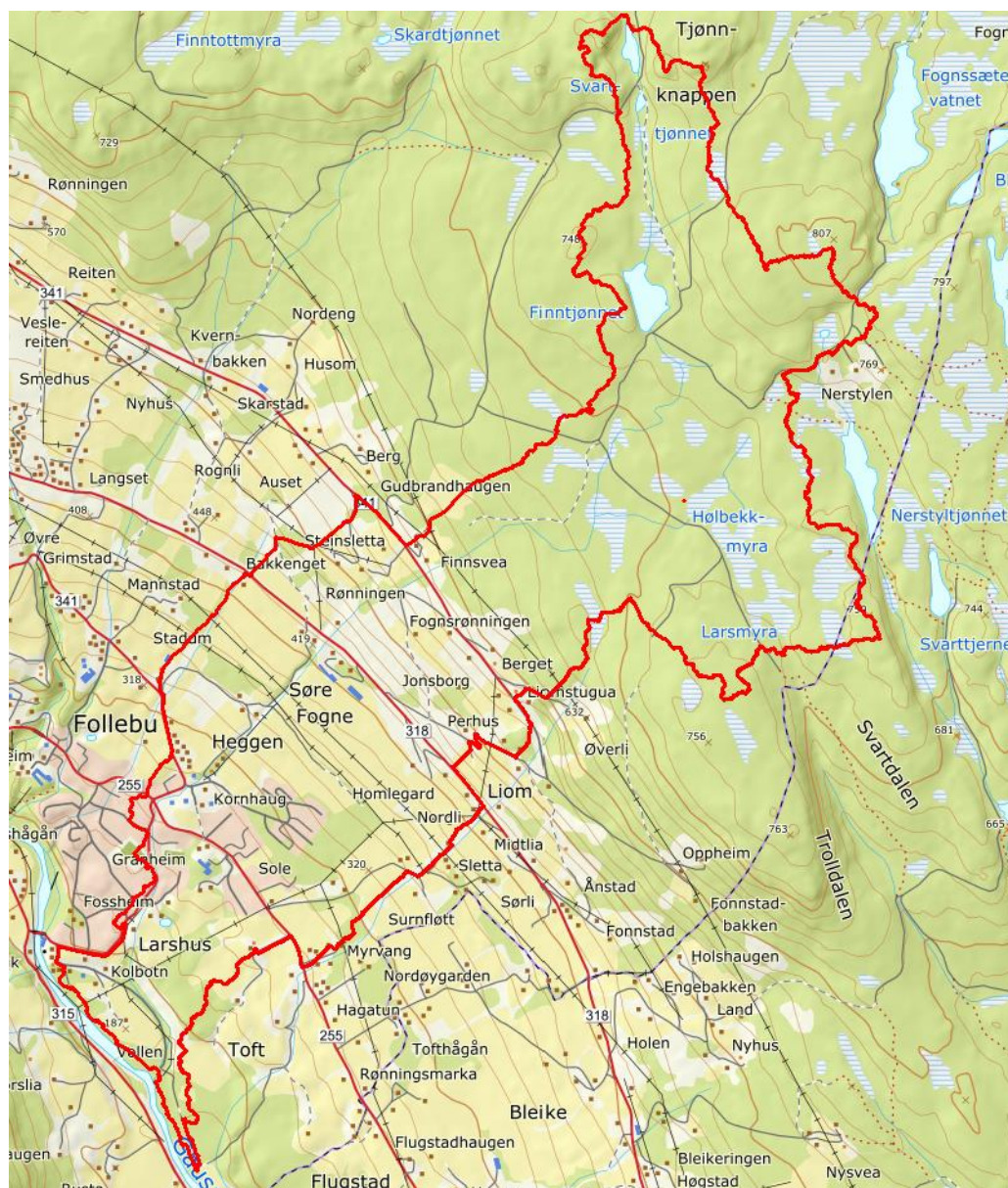
Resultatene fra denne kartleggingen/befaringen er beskrevet i notatet «Befaringsrapport 2019-02-04» som var vedlagt tiltaksplan med fordrøying.

Befaringer viser et bekkeløp som på flere steder er dårlig vedlikeholdt og igjengrodd. Flere av stikkrennene har dårlig kapasitet, og dette har ført til problemer for beboere ved kraftig regnskyll. Flere steder er det også tegn på erosjon og massetransport, og Gausdal kommune har anlagt et massebasseng i overkant av Follebu sentrum. Dette, sammen med erfaringer tyder på at det er problemer med massetransport og tilstopping i bekkeløpet.

## 2.2 Vassdraget, nedbørfeltet, geologi og terreng

Vi har regnet ut at en 200 års flom inkludert 40 % klimapåslag for bekken tilsvarer en vannmengde på 6,2 m<sup>3</sup>/s ved kryssing av Fv. 341 «Follebukjølen». Vannmengden øker naturlig nedover i bekkefaret til 12,1 m<sup>3</sup>/s nederst ved «Volden».

Nedbørfeltet er utledet fra digital terrengmodell med 1 m oppløsning, og vist på figur nedenfor. Nedbørfeltets størrelse er beregnet å være 6,4 km<sup>2</sup>. Feltets høyeste punkt er 805 moh, mens det laveste punktet er ca. 180 moh.



Figur 2.1 Finnas nedbørfelt (utledet av digital terrengmodell med 1 m oppløsning, kilde for bakgrunn: <http://wms.geonorge.no/skwm1/wms.topo3>)

Kvartærgeologiske kart viser at grunnen består av morene, mens nederste delen mot Gausa består av bresjø/innsjøavsetninger.



Befaring har vist at morenevsetningene er av varierende mektighet da det flere steder er påvist fjell i dagen.

Ned mot Gausa har Finna gravd seg et markant bekkeløp.

### **2.3 Forholdet til offentlige planer**

Kommunenplanens arealdel var til 1. gangs behandling i planutvalget 2019-06-04.

Store deler av tiltaksområdet ligger innenfor arealer avsatt til LNF-område (landbruks-naturfriluftsområde) i denne planen.

Gjennom Follebu sentrum viser planen at tiltaket går igjennom boligbebyggelse, samferdselsanlegg, offentlig eller privat tjenesteyting og grønnstruktur.

Det finnes ellers ingen kjente planer som er til hinder for tiltaket.

### **2.4 Vernet vassdrag**

Gausa er vernet. Vernegrnlaget: Vassdraget er en viktig del av attraktivt landskap med viddepregede fjellområder, dalsider og dalbunn. Stort naturmangfold knyttet til elveløpsformer, geoformologi, botanikk og vannfauna. Friluftsliv er viktig bruk.

### 3. BEREGNINGER

De hydrologiske undersøkelser er det firmaet Dr. Blasy – Dr. Øverland, Beratende Ingenieure GmbH & Co. KG i Tyskland som har stått for.

Undersøkelsene ble gjennomført med følgende mål for øye:

- Beregning av dimensjonerende flomvannføringer (i form av kulminasjonsvannføring og flomhydrogrammer / flomforløpskurver)
- Dimensjonering av tiltakene
- Beregning av tiltakenes virkning

De hydrologiske undersøkelsene ble foretatt på grunnlag av en nedbør-avløpsmodell (forkortet n-a-modell). For å sette opp n-a-modellen ble først nedbørfeltet Finna inndelt i delfelt iht. de morfologiske forhold. For hvert delfelt ble det bestemt felldata som areal, tyngdepunkt og dessuten vassdragsdata som lengde, helning og lignende. Andre viktige inngangsdata for n-a-modellen er dimensjonerende nedbør. Denne ble bestemt på grunnlag av data for kraftig regnvær ved værstasjonen på Gjøvik. Det ble undersøkt forskjellige nedbørsvarigheter. Dimensjonerende er den hendelsen som resulterer i størst kulminasjonsvannføring.

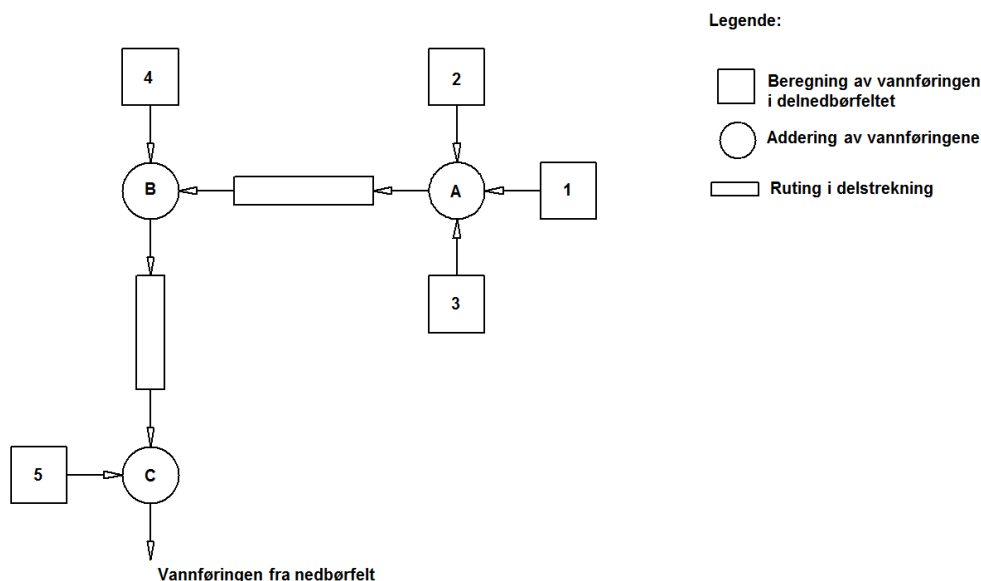
Til å beregne flomfaren som utgår fra Finna settes det opp en hydraulisk 2D-modell. Denne gjør det mulig å beregne flomsituasjonen i nåtilstand og påvise effekten av flomsikringstiltak.

#### 3.1 Bestemmelse av vannføringen med n-a-modellen

##### 3.1.1 Beskrivelse av nedbør-avløpsmodellen

###### 3.1.1.1 Modelloversikt

For beregningene gjøres det bruk av n-a-modellen PIRAY. I beregningene med n-a-modellen deles nedbørfeltet inn i delfelt og vassdragsavsnitt, og det beregnes trinnvis translasjons- og retensjonsprosesser under hensyntaken til vassdragsgruppering. Vannføringene i delfeltene og elvas avsnitt beregnes etter hverandre, helt til siste avsnitt i nedbørfeltet er nådd. I Figur 3.1 vises et eksempel på gangen i nedbør-avrenningsberegninger.



**Figur 3.1: Eksempel på gangen i nedbør-avrenningsberegninger på grunnlag av systemskisse av et nedbørfelt**

Prosessene som foregår i hvert enkelt delfelt, beregnes ved en rekke såkalte hydrologiske metoder. Det skiller mellom delfelt og vassdragsavsnitt. For delfelt beregnes det:

- primær input fra nedbøren (varierer tidsmessig),
- avløpt nedbør / nedbøroverskudd (varierer tidsmessig),
- translasjon og retensjon i delfeltet.

For vassdragsavsnitt utføres følgende beregningsskritt:

- addering av eventuelle flomhydrogrammer for delfelt til hydrogrammet for avsnittet oppstrøms,
- omforming av hydrogrammet i elveløpet på et avsnitt til avsnittet nedstrøms.

Innenfor de enkelte delfeltene anses translasjons- og retensjonsprosessen som homogen.

### 3.1.1.2 Beregningsmetode

N-a-modeller består av forskjellige hydrologiske metoder for beregning av avrenningen fra en nedbørhendelse. Metodene er forskjellige alt etter feltegenskaper og datasituasjon. I den foreliggende beregningen brukes det en modell for n-a-beregningene hvor avløpt nedbør beregnes ved hjelp av avrenningskoeffisientmetoden. For vannføringen i elveløpet velges translasjons-retensjons-metoden, hvor translasjonstiden bestemmes ved Manning-Strickler-formelen. De videre valg for hydrologisk modellering gjøres etter vanlig fremgangsmåte.

Den valgte n-a-metoden gjør bruk av følgende hydrologiske beregningsmetoder:

- nedbør i delfeltet: modifisert rasterpunktmetode
- avløpt nedbør: avrenningskoeffisient-metode
- basisavrenning: spesifikk basisavrenning

- |   |   |
|---|---|
| • inndeling i direkte avrenning-interflow | prosentvis inndeling  |
| • avrenningskonsentrasjon i delfeltene    | to lineære lagringsenheter (direkte avrenning og interflow) |
| • vannføring i elveavsnitt                | translasjons-retensjonsmetode                               |

Vedlegg 1 inneholder en utførlig beskrivelse av algoritmene i n-a-modellen.

### 3.1.1.3 Tidsskritt for beregningen

Tidsskrittet  $\Delta t$  i beregningene i n-a-modellen fastlegges, basert på en størrelse på delfeltet  $AE = 6,4 \text{ km}^2$ , til  $\Delta t = 5$  minutter. Det sikrer at den anvendte metoden gjengir de hydrologiske prosessene i det foreliggende nedbørfelt på en adekvat måte.

### 3.1.1.4 Undersøkte gjentaksintervaller

De planlagte retensjonstiltakene skal dimensjoneres for en 200-års flomhendelse. I tillegg blir det fastlagt en klimafaktor på 1,4 (Q200+klima).

## 3.1.2 Felldata

### 3.1.2.1 Fastlegging av felldata

For den modelltekniske realiseringen blir nedbørfeltet, som beskrevet i kapittel 3.1.2.2, inndelt i delfelt og vassdraget i elveavsnitt. Bestemmelsen av delfelter skjer automatisk med et geografisk informasjonssystem (GIS). Grunnlaget for utledningen av felldataene er en digital terrengmodell med oppløsning på 1 m og 10 m. Med utgangspunkt i denne digitale terrengmodellen bestemmes vannskillene som danner grensene for det samlede nedbørfeltet. Det fastlegges delfelt på de stedene der det eventuelt skal bygges fordrøyningsmagasiner, slik at man på disse stedene får data om kulminasjonsvannføringer.

Tegning NA100 i vedlegg viser det samlede nedbørfeltet og inndelingen i delfeltene. For implementeringen i modellen blir delfeltene nummerert. Denne delfeltnummereringen vil bli brukt i de følgende utredningene og er å finne på kartet.

En skjematisk fremstilling av nedbørfeltet ut fra modelltekniske avgrensninger er å finne i systemtegning NA 100 i vedlegg 2.

Felldataene inndeles i, på den ene siden, data for modellering av hvordan vannføringen dannes og bygger seg opp i delfeltene (se avsnitt 3.1.2.2), og på den andre siden data for modellering av omforming og transport av vannføringen i elveavsnittene (se avsnitt 3.2.3).

### 3.1.2.2 Data fra delfeltene

For modellering av hvordan vannføringen dannes og konsentrerer seg, trengs det følgende data fra hvert enkelt delfelt: Areal, resipientens lengde, dens høydenivå i øvre og nedre ende av delfeltet, samt koordinatene for feltets tyngdepunkt. Disse dataene er analysert med GIS og ført opp i følgende tabell:

**Tabell 3.1: Delfeltsdata for nedbørfelt**

Delfelt	A <sub>E</sub> (km <sup>2</sup> )	L (m)	H <sub>o</sub> (moh)	H <sub>u</sub> (moh)	dH (m)	X (km)	Y (km)
1	0,686	2,107	805	722	83	5714,29	67904,70
2					0		
3	0,629	0,835	800	720	80	5715,15	67895,32
4	0,966	2,063	804	699	105	5720,06	67890,11
5					0		
6	0,218	1,466	742	688	54	5715,09	67886,82
7					0		
8	0,670	2,243	748	665	83	5709,32	67887,28
9	0,315	1,934	679	424	255	5699,36	67885,84
10	0,547	2,41	435	193	242	5694,22	67880,42
11	0,091	0,19	283	261	22	5690,45	67874,06
12	0,925	2,969	672	230	442	5701,73	67879,99
13	0,036	0,082	235	223	12	5689,57	67869,75
14	0,986	2,921	571	193	378	5698,97	67873,03
15	0,355	0,823	253	180	73	5690,11	67865,21

- A<sub>E</sub> .. delfeltets areal (km<sup>2</sup>)  
 L .. resipientens lengde i delfeltet (fra HO til HU) (m)  
 HO .. høyde ved resipientens høyeste punkt (dens forlengelse til delfeltets grense) (m+moh.)  
 HU .. høyde ved resipientens laveste punkt (m+moh.)  
 dH.. høydeforskjell i resipienten i delfeltet (fra HO til HU) (m)  
 X .. delfeltmidpunktets abscisse (km)  
 Y .. delfeltmidpunktets ordinat (km)

### 3.1.2.3 Data for vassdragsavsnittene

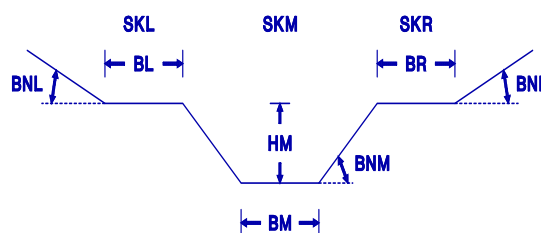
I tillegg til avrenningen i delfeltene, har også translasjons- og retensjonseffektene i avsnittene av vassdraget en betydelig effekt på vannføringen i et nedbørfelt. For å ta hensyn til disse effektene blir det i nedbørfeltmodellen gjennomført en "flood-routing" på avsnitt av vassdraget. Vassdragene modelleres forenklet som dobbelttrapesprofiler, slik det fremgår av illustrasjonen nedenfor (tabell 3.2). De to elveslettene og hovedløpet får tilordnet ruhetskoeffisienter etter Manning-Strickler. Disse verdiene er ført inn i tabell 2.2. Ruhetskoeffisientene i tabell 2.2 fremkommer etter vanlig fremgangsmåte og er basert på verdier i DVWK (1990) <sup>1</sup>.

<sup>1</sup> DVWK (1990): „Hydraulische Methoden zur Erfassung von Rauheiten“ (Hydrauliske metoder til beregning av ruheter“), DVWK-Schriften, Hft. 92, Paul Parey, Hamburg og Berlin 1990.

**Tabell 3.2: Data for avsnitt av vassdraget**

TGB	L <sub>GS</sub>	l <sub>GS</sub>	HM	BM	BL	BR	BNM	BNL	BNR	SKM	SKL	SKR
3	1365	0,028	0,5	0,5	0,1	0,1	1,5	1,5	1,5	25	25	25
6	619	0,023	0,5	0,5	0,1	0,1	1,5	1,5	1,5	25	25	25
8	1066	0,107	1,5	1,0	0,1	0,1	1,5	1,5	1,5	25	25	25
9	652	0,224	1,5	1,0	0,1	0,1	1,5	1,5	1,5	25	25	25
10	1123	0,139	1,5	1,0	0,1	0,1	1,5	1,5	1,5	25	25	25
11	596	0,064	1,5	1,0	0,1	0,1	1,5	1,5	1,5	25	25	25
13	463	0,078	1,5	1,0	0,1	0,1	1,5	1,5	1,5	25	25	25
15	1288	0,016	1,5	1,0	0,1	0,1	1,5	1,5	1,5	25	25	25

- L<sub>GS</sub> .. lengde av vassdragsavsnittet (m)
- l<sub>GS</sub> .. helning på vassdragsavsnittet (m/m)
- HM .. hovedløpets dybde (m)
- BM .. hovedløpets bredde (m)
- BL .. bredde venstre elveslette (m)
- BR .. bredde høyre elveslette (m)
- BNM .. skråningshelning hovedløp (-)
- BNL .. skråningshelning venstre elveslette (-)
- BNR .. skråningshelning høyre elveslette (-)
- SKL .. Manning-Strickler-koeffisient venstre elveslette (m<sup>1/3</sup>/s)
- SKM .. Manning-Strickler-koeffisient hovedløp (m<sup>1/3</sup>/s)
- SKR .. Manning-Strickler-koeffisient høyre elveslette (m<sup>1/3</sup>/s)



### 3.1.3 Hendelsesdata

#### 3.1.3.1 Nedbørhøyder

Ved beregning av vannføringer fra nedbørhendelser med lange gjentaksintervaller, gjøres det bruk av nedbørdata fra mange år, hentet fra værstasjoner. Til disse beregningene foreligger det analyserte nedbørdata fra værstasjon Gjøvik - Sogstad (stasjons-Nr. 11620) for forskjellige gjentaksintervaller og nedbørvarigheter (se tabell 3.3). Den statistiske analysen baserer seg på nedbørverdier fra årene 1974 – 1996.

Det antas at en n-års nedbør som middelværdi forårsaker en n-års avrenning. Vanligvis skjer det en reduksjon av arealnedbøren først ved nedbørfelt betydelig større enn 100 km<sup>2</sup>, fordi regnet da vil kunne fordele seg ujevnt over nedbørfeltets areal.

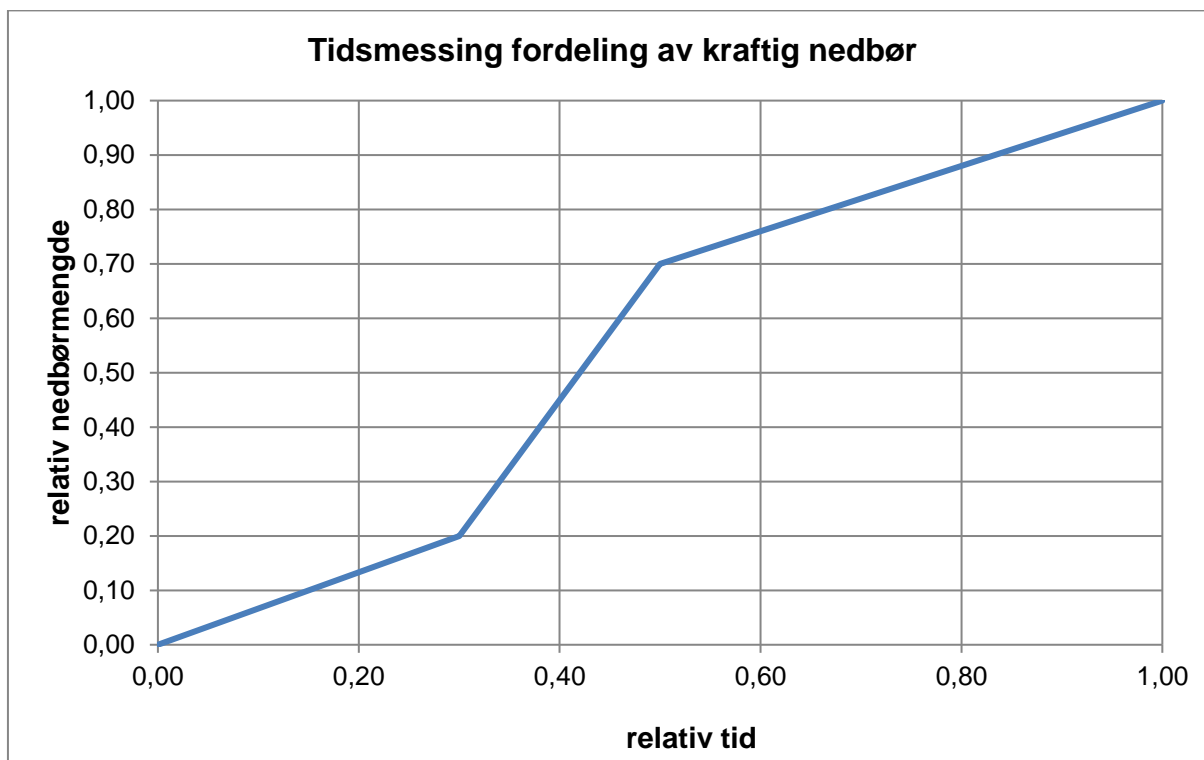
**Tabell 3.3: Nedbørhøyder og nedbørvarighet for stasjon nr. 11620 Gjøvik - Sogstad**

Varighet (timer)	0,5	0,75	1	1,5	2	3	6	12	24
Gjentaksintervall T=200	21,9	25,8	30,5	33	34,7	37,4	49,5	59,2	89
Gjentaksintervall T=200 med klimapåslag (faktor 1,4)	30,7	36,1	42,7	46,2	48,6	52,4	69,3	82,9	124,6

#### 3.1.3.2 Tidsmessig forløp av nedbørsbelastning

Til en nedbør-avrenningssimulering trengs, i tillegg til nedbørhøyden, som kan hentes fra tabell 3.3 for forskjellige nedbørvarigheter, også den tidsmessige fordelingen av nedbøren under hendelsen. For å oppnå så realistiske resultater som mulig, velges det ved oppstillingen av den konstruerte nedbørhendelsen ikke blokkregn med regelmessig fordeling, men en nedbørfordeling

som er vist nedenfor, med sentrumsbetont nedbørfordeling (jf. DVWK-regel 113<sup>2</sup>).  
 Nedbørførløpet følger en klokkekurve.



Figur 3.2: Tidsmessig fordeling av kraftig nedbør etter DVWK

### 3.1.4 Vannføringsberegninger

#### 3.1.4.1 Tilpasning av nedbør-avrennings-modellen

For beregning av avløpt nedbør benyttes avrenningskoeffisient-metoden. Vannføringen i elva gjengis med translasjons-retensjons-metoden (jf. også kapittel 3.1.1.2).

For tilpasningen av nedbør-avløpsmodell en kan ved den brukte modelleringsmetoden følgende parametere varieres:

<sup>2</sup> DVWK, DVWK-Regel 113- Arbeitsmaterialien zur Anwendung von Niederschlag-Abfluss-Modellen in kleinen Einzugsgebieten, Teil II: Synthese (Arbeitsmaterialer for bruken av nedbør-avrennings-modeller i små nedbørfelt, del II: syntese); Verlag Paul Parey, Hamburg og Berlin, 1984.

- PSI (-) avrenningskoeffisient
- A (-): andel avrent nedbør som tilordnes til direkteavrenning
- EQI (-): multiplikasjonsfaktor for retensjonsstørrelse i interflow-området
- EQD (-): multiplikasjonsfaktor for retensjonsstørrelse i direkteavrennings-området
- EKM (-): multiplikasjonsfaktor for strømningshastighet i elvas hovedløp
- EKL (-): multiplikasjonsfaktor for strømningshastighet i venstre elveslette i avsnitt av vassdraget
- EKR (-): multiplikasjonsfaktor for strømningshastighet i høyre elveslette i avsnitt av vassdraget

I tabell 3.4 er de endelige parameterne oppført.

**Tabell 3.4: Parametere for nedbør-avrennings-modellen**

PSI	A	EQI	EQD	EKM	EKL	EKR
0,56	0.70	20,0	6,0	1,0	1,0	1,0

Ved fastleggelse av parameterne kunne det ikke foretas kalibrering, siden det ikke foreligger vannføringsdata fra vannmerker. Det ble brukt parametere som har ført til gode resultater i lignende områder. Som avrenningskoeffisient ble det brukt PSI = 0,56, som også ble brukt ved analysene hos Norconsult<sup>3</sup>.

### 3.1.4.2 Beregningsresultater

Resultatene av beregninger for en 200-års flomhendelse med klimafaktor 1,4 fremgår av Tabell 3.5. Det viser seg at den dimensjonerende hendelsen er nedbørshendelsen med varighet 1,5 h, denne medfører en kulminasjonsvannføring/-avrenning på 12,1 m<sup>3</sup>/s ved enden av området ved utløpet i Gausa.

---

<sup>3</sup> Norconsult AS: Flomberegninger og fordrøyningsmuligheter i Finna – Follebu i Gausdal. 08.02.2017.



**Tabell 3.5: Resultater av beregningene for Q200+klima for ulike varigheter**

delfelt	Varighet [h]								
	0,5	0,75	1	1,5	2	3	6	12	24
1	0,9	1,0	1,2	1,1	1,1	1,0	1,2	1,0	1,1
2	0,9	1,0	1,2	1,1	1,1	1,0	1,2	1,0	1,1
3	2,4	2,8	3,3	3,0	2,9	2,8	2,9	2,4	2,2
4	1,4	1,6	1,8	1,7	1,7	1,6	1,8	1,6	1,6
5	1,4	1,6	1,8	1,7	1,7	1,6	1,8	1,6	1,6
6	1,7	1,9	2,2	2,2	2,1	2,0	2,2	1,9	1,9
7	4,1	4,7	5,5	5,2	5,0	4,8	5,1	4,4	4,1
8	4,8	5,5	6,5	6,2	6,0	5,7	6,1	5,3	5,1
9	5,2	6,1	7,1	6,9	6,6	6,4	6,7	5,9	5,7
10	5,8	6,8	8,0	7,9	7,7	7,3	7,7	6,7	6,6
11	5,8	6,9	8,1	8,0	7,8	7,5	7,9	6,8	6,7
12	1,5	1,7	1,9	1,8	1,7	1,7	1,8	1,6	1,5
13	6,9	8,1	9,6	9,7	9,6	9,1	9,5	8,3	8,2
14	1,6	1,8	2,0	1,9	1,8	1,8	1,9	1,7	1,6
15	8,2	9,8	11,6	<b>12,1</b>	12,1	11,4	11,9	10,5	10,5

Resultatene ble sammenlignet med resultatene fra NEVINA (se vedlegg 2) og Norconsult. Det ble foretatt en analyse av nedbørfeltets øvre del (delfelt 6), som ligger i den lavere delen av nedbørfeltet.

Norconsult bruker den rasjonelle metoden for avrenningsberegning i sin studie:

$$Q = C * i * A$$

Med:

C= avrenningsfaktoren

i = dimensjonerende nedbørintensitet i l/(s\*ha)

A = feltareal I ha

Dimensjonerende nedbørintensitet varierer med gjentakintervallet og feltets konsentrasjonstid. Konsentrasjonstiden er utregnet ved formelen:

$$Te = 0,6 * L * H^{0,5} + 3000 * A_{se} = \text{tidsfaktor i minutter}$$

Med: L = lengde av feltet i meter

$H$  = høydeforskjellen i feltet i meter

$A_{se}$  = effektiv andel innsjø i feltet = (ingen innsjøer)

For det analyserte nedbørfeltet får vi ved  $L = 2800$  m og  $H = 117$  m en konsentrasjonstid på 155 minutter.

Analyse av ulike varigheter og størrelse av nedbørfeltet på 250 ha viser avrenning som oppført i Tabell 3.

**Tabell 3.6: Resultater beregnet med den rasjonelle metoden**

min	$i$ [ $l/s \cdot ha$ ]	$Q_{200}$ [ $m^3/s$ ]	$Q_{200+kl}$ [ $m^3/s$ ]
120	48,2	6,7	9,4
<b>180</b>	<b>34,6</b>	<b>4,8</b>	<b>6,8</b>

Resultatene viser at beregningene med den brukte n-a-modellen med avrenning på ca.  $5,5 \text{ m}^3/s$  fører til en middelværdi sammenlignet med den rasjonelle metoden ( $6,8 \text{ m}^3/s$ ) og NEVINA ( $4,3 \text{ m}^3/s$ ).

Norconsult analyserte et noe større område, som strakte seg lenger mot sør. Dermed ble også det betraktelig brattere området ( $H = 382$ ) tatt med, slik at formelen for konsentrasjonstiden gav en kortere dimensjonerende varighet (120 minutter) og høyere avrenning ( $Q_{200} = 8,0 \text{ m}^3/s$ ), til tross for at nedbørfeltet bare er ubetydelig større ( $A = 3,0 \text{ km}^2$ ).

### 3.2 Beregningsprogram

Til å beregne flomfaren som utgår fra Finna settes det opp en hydraulisk 2D-modell. Denne gjør det mulig å beregne flomsituasjonen i nåtilstand og påvise effekten av flomsikringstiltak.

De hydrauliske beregningene ble utført med programvaren HYDRO\_AS-2D. Programmet er en numerisk modell for todimensjonale, stasjonære og ikke stasjonære vannlinjeberegninger. Ved todimensjonal beregning kan strømningsforhold og oversvømmelsesprosesser beregnes mer nøyaktig enn det som er mulig ved en endimensjonal beregning. Separat beregning av elveløp og flomslette er ikke nødvendig. Det tas implisitt hensyn til de komplekse strømningsinteraksjonene mellom elveløp og flomslette, samt til eventuelle oppstuvninger og andre todimensjonale strømmingseffekter.

HYDRO\_AS-2D benytter «shallow water equations». Ligningene er basert på tredimensjonale kontinuitetsligninger og Navier-Stokes-ligningene, midlet over dybden for et inkompressibelt fluid med hydrostatisk trykkfordeling. Det gjøres bruk av finite volumes-metoden.

Beregningsmetoden i HYDRO\_AS-2D benytter et kombinert beregningsnett bestående av tre- og firkantete elementer. Bruken av et kombinert nett gjør det lettere å tilpasse modellen til topografiske og hydrodynamiske forhold. På denne måten kan strømningsforhold, vuller og veier avbildes nøyaktig, mens antallet elementer reduseres. Det er avgjørende for tilstrekkelig nøyaktig modellering av strømningsprosesser og vannstander på lange elvestrekninger.

### 3.3 Analyseområde og beregningsnett

Den hydrauliske modellen strekker seg fra oppstrøms Follebuhøgda, som krysser ved begynnelsen av de første bebygde områdene (Finnsvea), til rett før utløpet i Gausa.

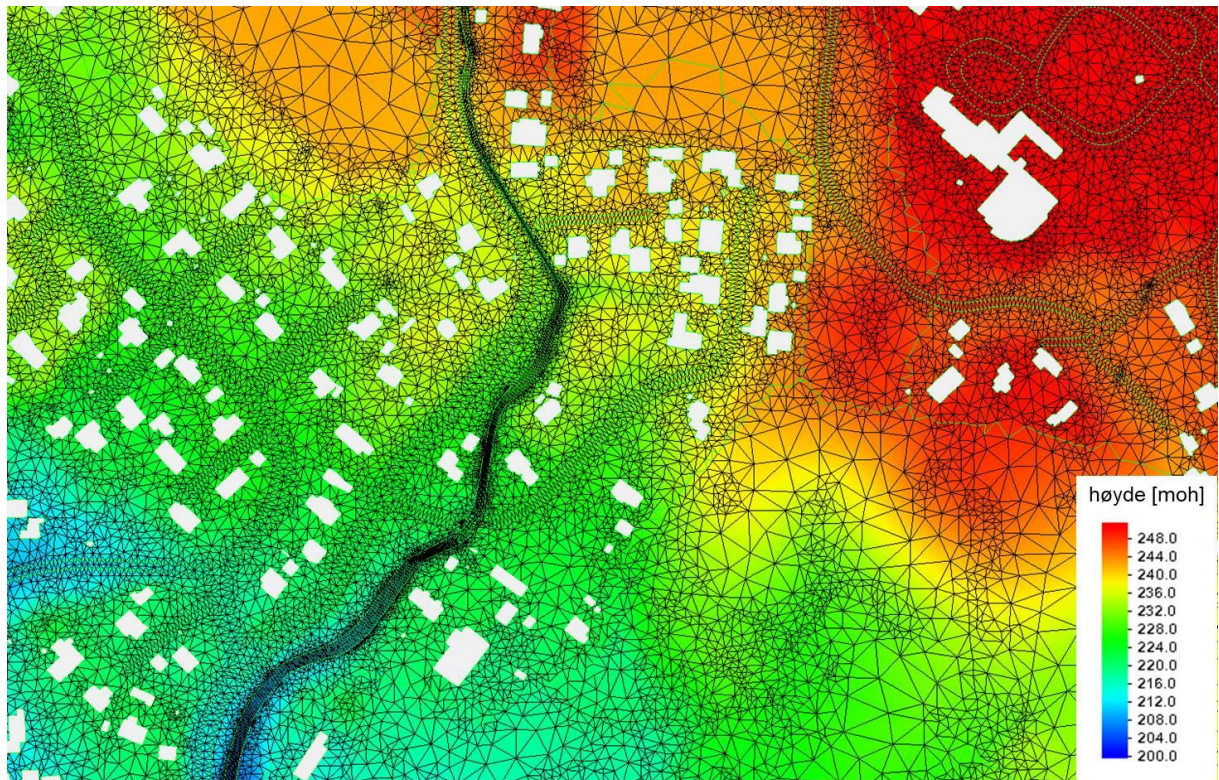
Strømningsforholdene i en elv påvirkes i stor grad av hyppig vekslende strukturer i elveleiet, samt beliggenhet av og høyder på bruer etc. Modellen av elveløpet må derfor settes opp spesielt grundig. I modellen ble det brukt terrengdata, da det gjør det mulig å avtegne også områder under vann nøyaktig, noe som ikke er mulig med laserscandata. Alle data som er brukt til å sette opp modellen, ble konvertert til høydesystem NN 2000.

På elveslettene som grenser til elveløpet ble den hydrauliske modellen satt opp av foreliggende laserscandata (rasteravstand 1 m). Til oppsetting av modellen ble det gjort bruk av programmet LASER\_AS-2D, som gjør at elveslettenettet også omfatter omrisset av bygninger, gater/veier og andre vassdrag i modellen.

Bruene og kulvertene ved Finna implementeres i modellen på grunnlag av oppmålingsdata. Til sammen modelleres det 17 bruer og 1 kulvert.

Dermed blir det for den todimensjonale hydrauliske beregningen satt opp et beregningsnett som er best mulig tilpasset til de topografiske og hydrodynamiske forhold i undersøkelsesområdet. Beregningsnettet er satt sammen av enkeltavsnitt / delfelt i elveløpet og på elveslettene, og omfatter til sammen omtrent 240 000 knuter og 440 000 elementer. Den lokale knutetettheten baserer seg på de enkelte områdenes relevans for de hydrauliske beregningene og de lokale terrengforholdene. I elveløpet, spesielt i områder hvor det befinner seg konstruksjoner eller andre strukturer som innvirker på vannføringen, er beregningsnettet betydelig mer finmasket enn i ubebygde områder lenger unna elva. Dermed gjør beregningsnettet det mulig å foreta en realistisk beregning av vannføringsforholdene i Finna og de tilgrensende forlandsområdene.

Figur 3.3 viser som eksempel et utsnitt av beregningsnettet. I tillegg til beregningsnettet vises også terrenghøydene markert med farger.



**Figur 3.3: Beregningsnett for Follebu med terrengkoter**

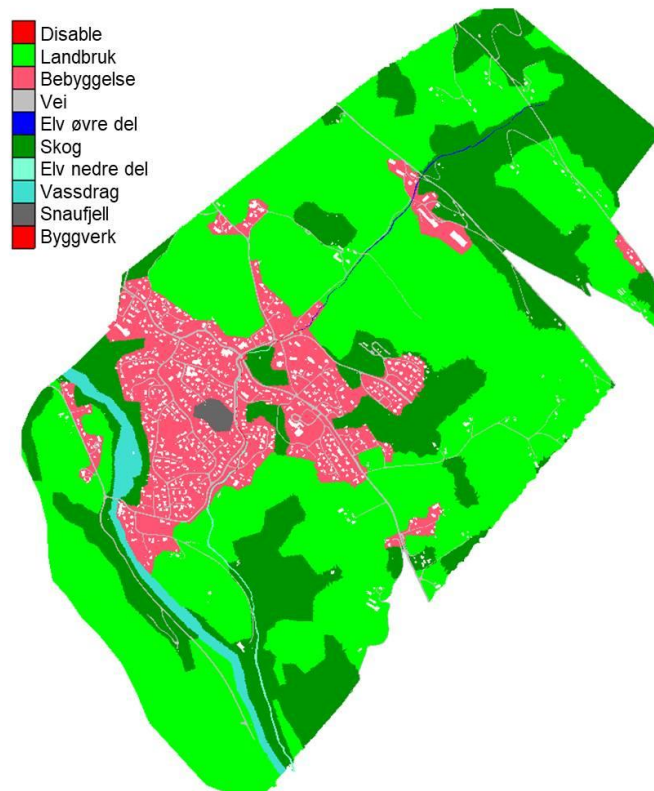
### 3.3.1 Arealtyper

For å komplettere modellen ble så arealtypene definert, og dermed ruheitsverdiene for terrengoverflaten, som står i direkte sammenheng med disse. De enkelte elementer i beregningsnettet får tildelt ruheitskoeffisient etter Manning-Strickler iht. arealtype, som i sin tur er fastlagt etter forholdene på stedet. Det ble brukt geodata fra grunnkartet (f.eks. veier, bygninger eller vassdrag). Noen steder, spesielt i elveområdet, bestemmes arealtypene på bakgrunn av flyfoto eller andre bilder.

**Tabell 3.3: Valgte ruhetskoeffisienter for ulike arealtyper**

Arealtype	$k_{st}$ [m <sup>1/3</sup> /s]
Vassdrag	25
Skog	10
Bebyggelse	30
Vei	40
Byggverk / bru / kulvert	40
Landbruk	20
Snaufjell	18
Elv øvre del	20
Elv nedre del	25

En oppstilling av de fordelte ruhetene er å finne i tabell 3.3. De antatte verdiene er basert på erfaring. Bygninger blir beregnet for seg selv. Bygningene defineres som ikke gjennomstrømbare arealer.



**Figur 3.4: Inndeling av arealbruken I Follebu**

### 3.3.2 Grensebetingelser

Som utløpsrandbetingelse rett før utløpet i Gausa defineres en energihelning på 25 ‰. De vannføringer i vassdraget som er tatt med i modellen, er vist i kart V 10, V 11 og tabell 3.4. Beregningene gjøres stasjonært. Vannføringen kommer fra de tidligere hydrologiske studiene, der en hydrologisk nedbør-avløpsmodell ble satt opp for nedbørfeltet til Finna.

**Tabell 3.4: Vannføringer i den hydrauliske modellen**

Fkm	tilløp [m³/s]	samlet vannføring [m³/s]
3,921	6,2	6,2
3,300	0,7	6,9
2,100	1,1	8,0
1,650	1,7	9,7
1,250	2,4	12,1

### 3.4 Beregningsresultater

Resultatene av beregningene fremgår av tegning V10 (nåtilstand) og V11 (planlagt tilstand) i vedlegg 2.

I nåtilstand blir det oversvømmelser i første rekke oppstrøms tettstedet Follebu, disse truer enkelte bebyggelser som Nordre Fogne og Søre Fogne. Derfra strømmer vannet med stor spredning vest for Finna nedover dalsiden, slik at det opptrer oversvømmelser i nordre del av Follebu. Ved selve Finna blir det bare mindre oversvømmelser i Follebu.

På grunnlag av beregningsresultatene for den nåværende tilstanden ble det utviklet tekniske tiltak for beskyttelse mot flom. Disse beskrives mer detaljert i avsnitt 4. For å kontrollere effekten av tiltakene, ble disse implementert i den hydrauliske modellen. De hydrauliske beregningene ble igjen gjennomført for en flomvannføring Q200+klime. Hvis det viste seg at den første tiltakene ikke var tilstrekkelige så ble disse igjen tilpasset og undersøkt med den hydrauliske modellen. Dette ble gjort til det ikke var fare for oversvømmelse i de bebygde områdene.

## 4. TEKNISK BESKRIVELSE AV TILTAKET

De planlagte tekniske tiltakene er vist i oversiktskartene V41-V43, i lengdeprofilene V52a-V52g og i tverrsnittene V60 - V61.

I de øverste områdene ble det anlagt flomvoller for å hindre at vannet strømmer ut over tverrsnittene, lenger nedover ble tverrsnittet utvidet ved at elvebunnen ble senket med opptil 0,5 m. De eksisterende bruene og kulvertene har ikke tilstrekkelig kapasitet for en vannføring tilsvarende Q200+klima. Derfor erstattes disse med bruer og kulverter med et større tverrsnitt.

Tabell 4.1 viser en oversikt over de berørte bruene og kulvertene.

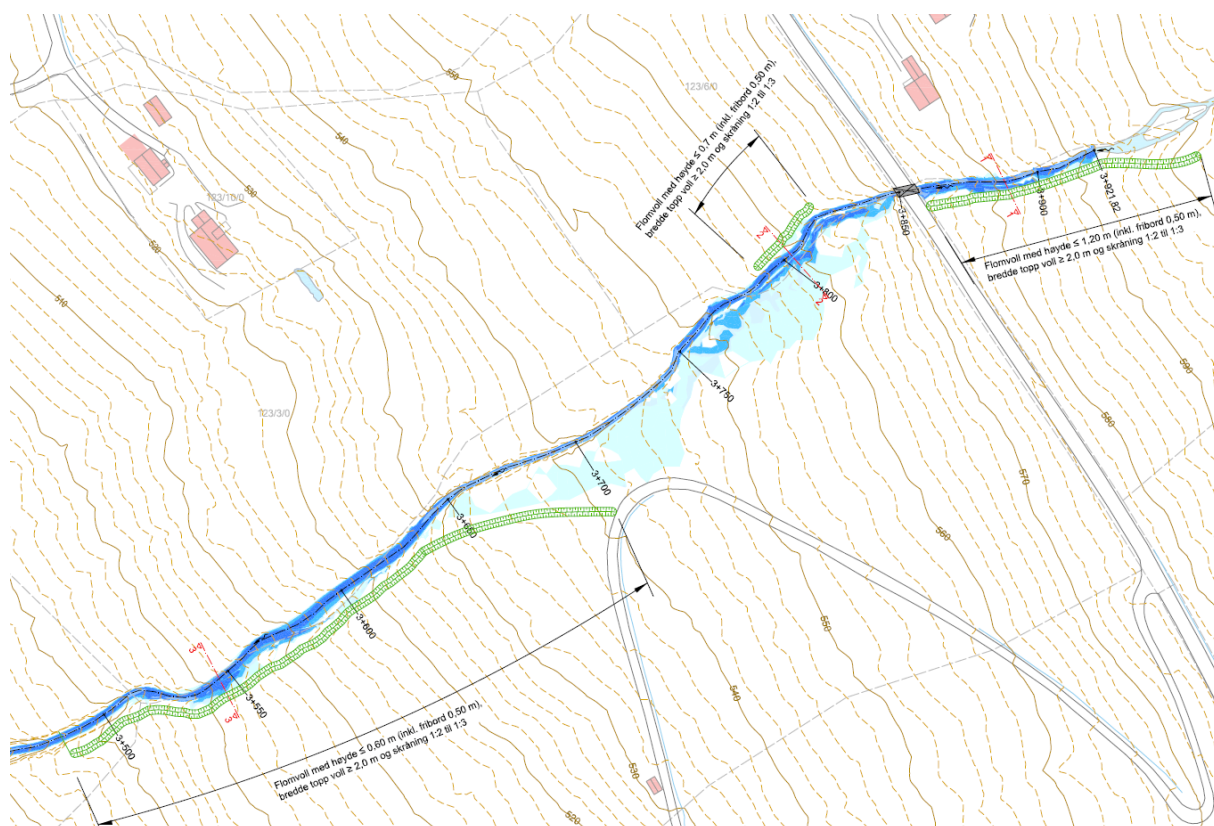
**Tabell 4.1: Oversikt over bruer og kulverter**

Nr	Fkm	Eksisterende	Planlagt	Høyde innløp	Høyde utløp	Lengde (m)
15	3270	DN1400	DN1800	421,76	420,70	8,7
-	3230	bru	DN1800	-	-	3,0
14	3150	H/B 1,1x0,8	DN1800	399,42	398,85	6,3
13	2820	DN1350	DN1800	348,81	348,00	7,0
12	2750	DN1650	DN1800	338,47	338,20	7,5
11	2600	bru	DN1800	316,54	315,15	5,8
-	2400	DN1600	DN1800	-	-	6,0
10	2350	DN1600	DN1800	278,22	276,44	32,0
9	2250	DN1600	DN1800	270,44	267,51	32,0
8	2050	DN1600	DN2000	256,91	255,02	42,0
7	1980	DN1600	DN2000	251,70	251,31	8,6
6	1890	DN1300	DN2000	245,71	244,08	25,0
5	1825	DN1500	B/H 2,0x1,5	240,51	240,29	7,2
4	1780	B/H 1,0x0,6	B/H 2,0x1,5	237,90	237,10	7,4
3	1700	DN1200	DN2000	232,00	231,62	8,0
2	1530	2x DN1000	DN2000	219,46	218,95	15,0
1	580	DN1000	B/H 1,5x1,5	-	-	-

Følgende avsnitt beskriver tiltakene i detalj.

### 4.1 Flomvoller

I det øvre området ligger elvebunnen til Finna på fjell. Derfor blir det foreslått å bygge flomvoller på de stedene der kapasiteten er for liten for vannføringen. Disse befinner seg ovenfor og nedenfor Follebuhøgda (Fv. 341) ved Finnsvea. Flomvollene hindrer at vannmassene kan strømme ut av elveleiet og nedover de bratte skråningene mot bebyggelsen.



Figur 4.1: Planlagte flomvoller ved Finnsvea

## 4.2 Kryssing av Fv. 318 «Øverbygdsvegen» (pr. ca. 3270)



Figur 4.2: Tiltakene i området Fv. 318 «Øverbygdsvegen» (pr. ca. 3270)

Problemområde da bekken stuper bratt ned til denne kryssingen, og befaring viser massetransport i området.



I tillegg er gammel kulvert forlengt med ny stikkrenne med mindre tverrsnitt. Ved større regnskyll stuver det seg opp, og vegen vaskes ut.

Tiltak: Etablering av massebasseng, utbedring av eksisterende kulvert og etablering av flomvoll.

Hensikten med massebassenget er å redusere hastigheten på vannet og massene. Ved redusert hastighet sedimenteres det groveste materialet og holdes tilbake i bassenget.

### 4.3 Profil ca. 3150



**Figur 4.3: Tiltak ved Profil 3150**

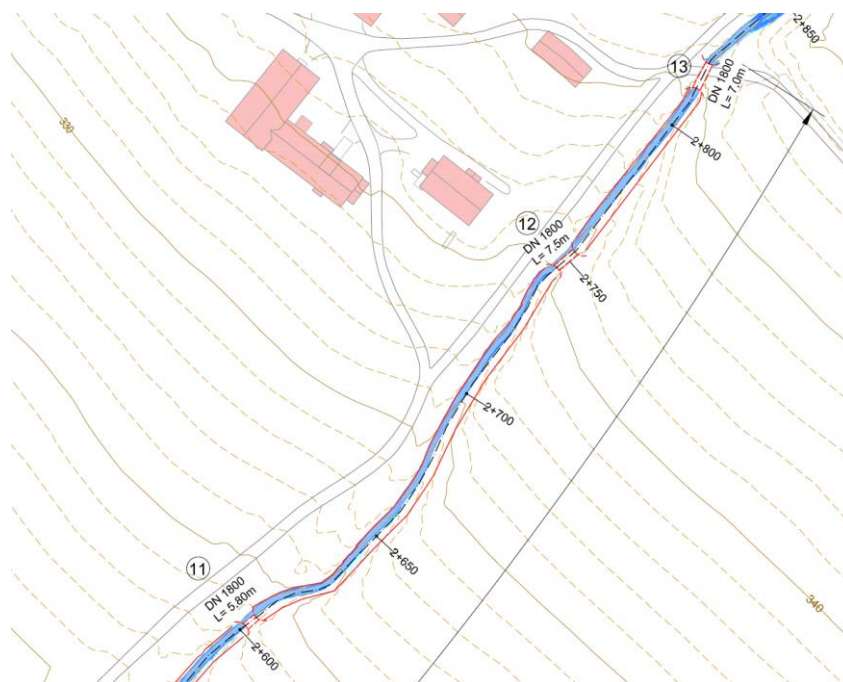
Eksisterende kulvert/stikkrenne gjennom gårdsveg er i dårlig forfatning og grunneiere rapporterer om problemer ved større regnskyll. Det legger seg masse ved innløpet og tette åpningen. Det er også etablert et DN300 nødoverløp for å prøve å bøte på problemet.

Tiltak: Etablere ny DN1800 stikkrenne med hydraulisk riktig innløp. Problemene med masselagring antas minsket når det er etablert massebasseng ved Fv. 318.

#### 4.4 Profil ca. 2810, 2750 og 2670

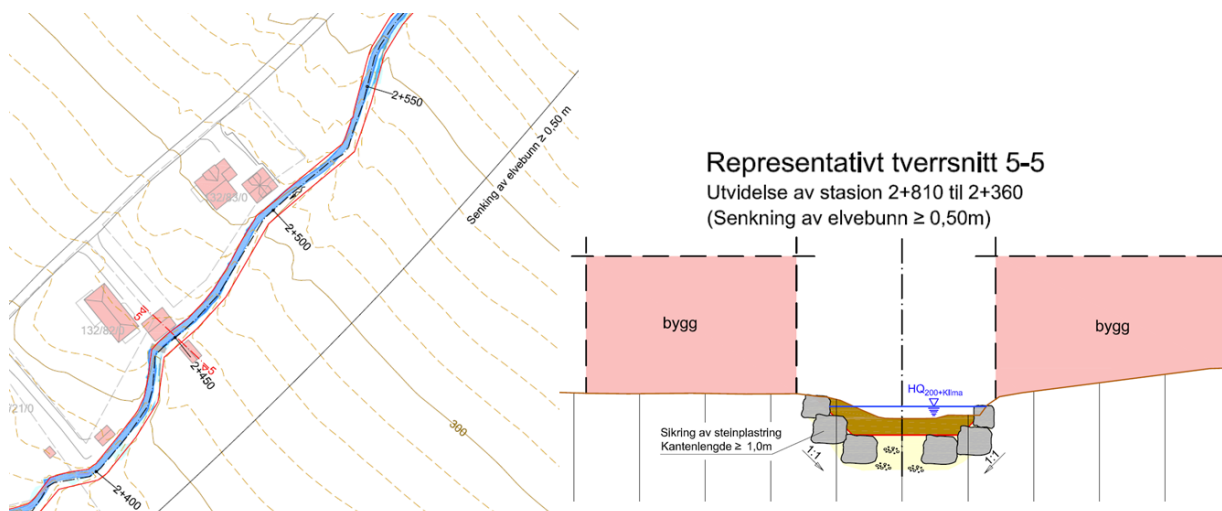
Gamle stikkrenne i dårlig forfatning som bør skiftes for å sikre gode hydrauliske forhold.

Tiltak: Skiftes til nye stikkrenne med DN1800, senking av elvebunn  $\geq 0,5$  m fra ca. 2830.



Figur 4.4: Tiltakene i området 2830 til 2600

#### 4.5 Tiltakene ved Heggebakken 7 og Heggebakken 5



Figur 4.5: Tiltakene ved Heggebakken 7 og Heggebakken 5

Langs eiendommene Heggebakken 7 og Heggebakken 5 går Finna tett på eksisterende bebyggelse.

Grunneiere har gjentatte ganger kontaktet kommunen med bekymring for Finnas eroderinger ved stor vannføring.

Tiltak: Plastring for å hindre skade på eksisterende bebyggelse, senking av elvbunn  $\geq 0,5$  m.

#### 4.6 Follebu sentrum

Gjennom Follebu sentrum går Finna i et ganske markant bekkeløp.

Det vil være behov for å sikre/plastre visse deler av strekningen da skadepotensialet er stort. senking av elvbunn  $\geq 0,5$  m



Figur 4.6: Finna ned mot Follebu sentrum

#### 4.7 Kulverter ved 2350 og 2250

Som i resten av det bebygde området blir elvbunnen senket med 0,5 m og tverrsnittet tilpasset. Dessuten må kulvertene utvides fra DN1600 til DN 1800.



Figur 4.7: Stikkrenner pr. ca. 2350 und 2250

#### 4.8 Utløp nedstrøms Fv. 255

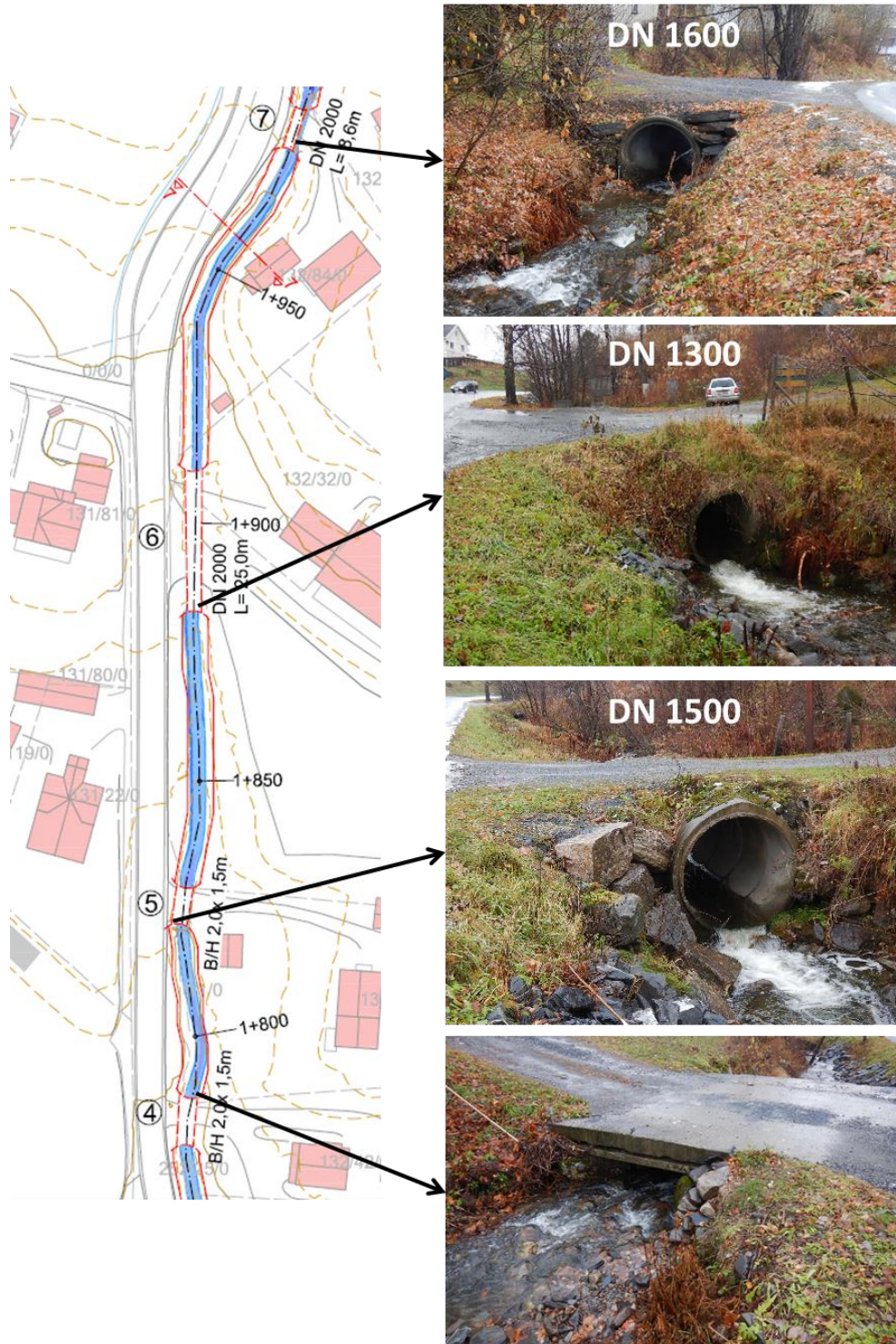
Finna krysser Fv. 255 gjennom Follebu sentrum i en DN 1600 stikkrenne. Som tiltak skal kulverten utvides til DN2000. Utformingen nedstrøms fylkesvegen er ikke hydraulisk god. Denne må reetableres slik at den ikke hindrer vannet og medfører oppstuvning.



**Figur 4.8: Utløp DN1600 gjennom Fv. 255**

#### **4.9 Kulverter mellom 1750 og 2000**

De eksisterende kulvertene er ikke tilstrekkelige og må erstattes av større. Mellom kulvertene blir elvebunnen senket med 0,5 m og tverrsnittet tilpasset.



**Figur 4.9: Kulverter mellom 1750 og 2000**

#### 4.10 Profil ca. 1740 - 1680

Eksisterende bekkelukking ved profil 1740-1680 er DN1200.

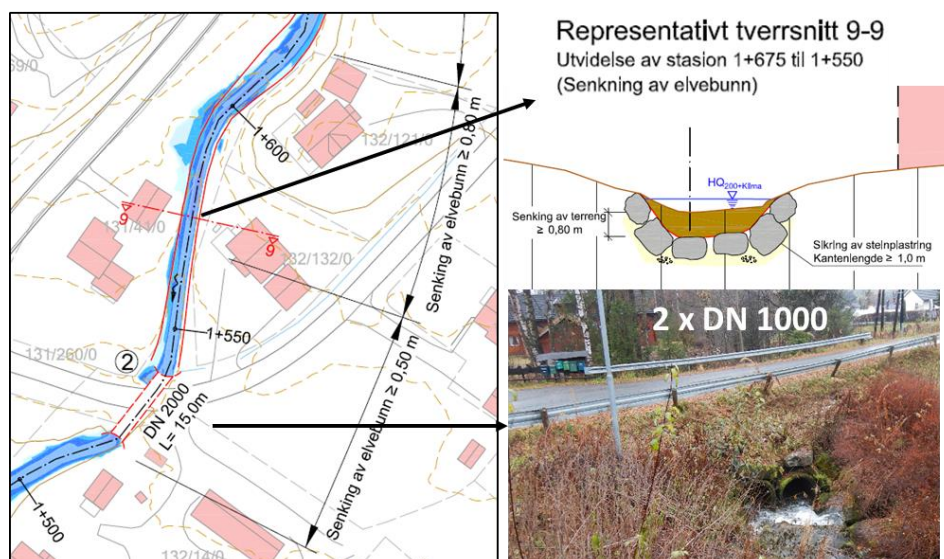
Denne bør byttes ut til DN2000, eventuelt etablere åpen kanal med dybde 1,5 m og skråning 1:0,5



Figur 4.10: Innløp eksisterende bekkelukking

#### 4.11 Tiltakene 1500 - 1640

De to kulvertene DN1000 erstattes med en kulvert DN2000. Ovenfor i avsnittet mellom stasjonene 1640 til 1560 må elveleiet senkes med rundt 0,80 m (i stedet for 0,5 m som i de andre områdene) for å forhindre oversvømmelse på høyre bredd.



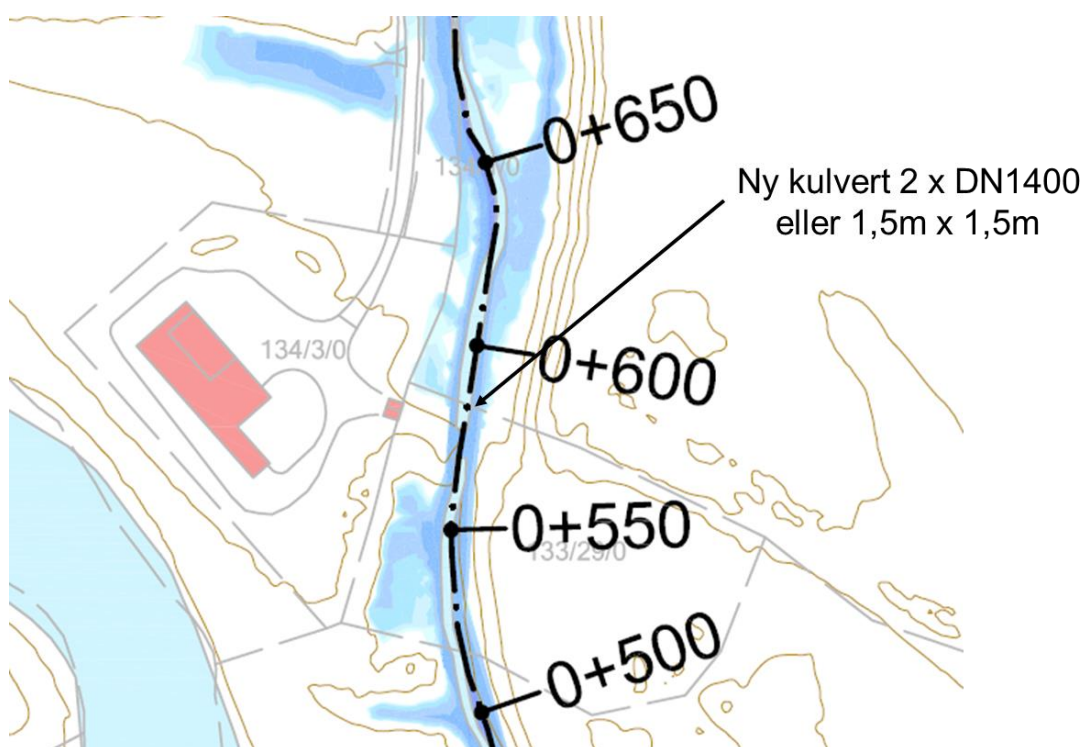
Figur 4.11: Tiltakene 1500 - 1640

#### 4.12 Profil 570, ved gammelt renseanlegg

Nede ved det gamle renseanlegget gikk det tidligere en privat veg inn i skogen. Denne ble tatt av en tidligere flom. Kommunen må etablere ny kulvert/stikkrenner, mens grunneier må bekoste ny veg.

Det er valgt å etablere en kulvert på 1,5 x 1,5 m og i tillegg legge veien lavere på venstre side av Finna slik at vannet kan strømme over der ved flom.

Hvis man skal unngå at veien skal oversvømmes, bør det anlegges kulvert med større lysåpning, alternativt 2 stikkrenner hver med en diameter på 2,0 m.



Figur 4.12: Ny kulvert ved profil 570



## 5. NATURMANGFOLD

Gausa er et sidevassdrag til Gudbrandsdalslågen og drenerer fjellpartiene sør for Vinstra og øst for Espedalen. Vassdraget ble vernet mot kraftutbygging gjennom Verneplan II for Vassdrag i 1980. Vassdraget har utløp i Lågen ved Fåberg, ca. 6 km nord for Lillehammer.

Vassdraget kan imidlertid deles i tre hovedgrener, Jøra, Augga og Gausa. Jøra starter i daldraget øst for Fagerlifjellet og har samtløp med Augga ved Forset. Herfra renner Jøra videre mot nordøst ca 7 km, til Gausa, som også kalles Vesleelva, som kommer fra nord nordvest.

Øvre del av vassdraget, særlig i østre Gausdal, har vassdraget et relativt tett elvenettverk. Østre Gausdal er en bred, fin dal med store gårder oppe i liene hvor mesteparten av arealene er oppdyrket. Dalen har gjennom århundrer vært utnyttet av mennesker, noe alle kulturminnene i form av gravhauger, vasshjul, kverner og spor av tidlige bosetninger viser.

Bekken som skal sikres renner ut i Gausa. Siden Gausavassdraget er verna så gjelder vernet også for sidevassdragene til Gausa. I praksis innebærer et vern at lista for å gjøre inngrep i vassdraget legges høyere enn ved inngrep i ikke-verna vassdrag. Det betyr likevel ikke at det ikke kan gjøres inngrep i verna vassdrag, men det skal, så langt det er mulig, tas hensyn til verneverdiene i vassdraget. I Gausa er stort naturmangfold knyttet til elveløpsformer, geomorfologi, botanikk og vannfauna sentrale verneverdier, samt at vassdraget er en viktig del av et attraktivt landskap med viddepregete fjellområder, dalsider og dalbunn. Området er også et svært viktig og mye brukt friluftsområde.

I forbindelse med planleggingen av tiltaket og senere gjennomføring, har vi lagt stor vekt på å innhente informasjon om følgende punkter:

- Forholdet til naturmangfoldloven (§§ 8 -12)

- Prioriterte arter og naturtyper
- Rødlista arter og naturtyper
- Dyre og planteliv i området

- Vegetasjon (kantvegetasjon)

- Arealbruk (bruk av området)

- Tidspunkt for gjennomføring

### 5.1 Forholdet til naturmangfoldloven

Kunnskapen om naturmangfoldet og effekter av eventuelle påvirkninger av sikringstiltakene er basert på erfaringer og søk i naturbaser. Vi gjorde søk i tilgjengelige databaser som Naturbase og Artskart juni 2019, som viser at tiltaket ikke berører utvalgte naturtyper. Det er gjort en registrering av truet art (Vipe) i 2011, ellers ingen kjente registreringer av rødlistede eller truede arter. Tiltakets omfang antas ikke ha noen negativ innvirkning på fuglelivet i og langs bekkeløpet.

Den planlagte sikringen langs Finna vil i all hovedsak foregå i et allerede sterkt menneskepåvirket område. Bekken renner gjennom dyrka mark, og er delvis kanalisert og lagt i rør. Tiltaket starter i skogområder på Follebukjølen, og renner videre gjennom dyrket mark og tettbebygde områder.

Den nederste delen av Finna er registrert som viktig bekkedrag med gode gyte- og oppvekstmuligheter for storvokst ørret som vandrer til og fra Mjøsa. I den grad tiltakene berører denne strekningen må dette hensyntas, og hensynet til fisk bør tas med inn tidlig i planleggingen slik at det legges opp til gode løsninger. Både gjennomføringstidspunkt og sikring av fiskens frie gang er relevant. Dette gjelder spesielt utskifting av kulvert nede på sletta ved det gamle renseanlegget.

Ved tilkjøring av masser som skal legges i bekken vil det bli lagt vekt på å ikke flytte fremmede arter til oppfyllingsområdet. Alle tiltaksområdene vil bli opparbeidet til opprinnelig formål igjen etter endt arbeid, og det vil bli lagt stor vekt på å reetablere kantvegetasjonen der denne må

fjernes. Stedegne vekstmasser vil bli lagt oppå kantene for å reetablere kantvegetasjonen langs bekken.

Etter vår vurdering er det innhentet tilstrekkelig informasjon for å vurdere tiltakets omfang og virkninger på det biologiske mangfoldet. Samlet sett mener vi at sakens kunnskapsgrunnlag er godt nok utredet, jamfør nml. § 8.

Når det treffes en beslutning uten at det foreligger tilstrekkelig kunnskap om hvilke virkninger den kan ha for naturmiljøet, skal det tas sikte på å unngå mulig vesentlig skade på naturmangfoldet. Foreligger en risiko for alvorlig eller irreversibel skade på naturmangfoldet, skal ikke mangel på kunnskap brukes som begrunnelse for å utsette eller unnlate å treffe forvaltningstiltak. Førre-var-prinsippet skal anvendes i tilfeller der det er tvil om konsekvensene for miljøet og verneverdiene. Vi mener at kunnskap om effekter fra lignende tiltak andre steder samt at her er det ingen spesielle verneverdier å ta hensyn til, gjør at førre-var-prinsippet i nml. § 9 ikke kommer til anvendelse.

I nml. § 10 står det at de påvirkninger et økosystem utsettes for skal vurderes ut fra en samla belastning. Det er flere sammenhengende render/striper av lauvskog i tiltaksområdet. Slike mindre lauvskogområder fungerer ofte som viltpassasjer samtidig som de ofte har et rikt fugleliv. Som nevnt så vil det bli behov for å fjerne litt skog i området, men det vil ikke bli fjernet mer skog enn hva som er absolutt nødvendig. Vi anser det å sikre bekken mot videre erosjon, ikke vil medføre skade på biologisk mangfold.

Ved å legge anleggsarbeidet til utenfor hekketiden for fugler (hekkeperioden er i mai-juni), vil fjerning av litt av lauvskogen heller ikke påvirke fuglelivet. Tiltaket vil etter vår mening ha liten betydning for naturtyper, arter og økosystem, og vi anser derfor prinsippet om å vurdere samlet belastning i nml. § 10 som ivaretatt.

Vi mener at når bekken er sikret mot erosjon og mulig framtidig flomskred, vil bekken fremstå som mye bedre enn hva den er i dag. Når vegetasjonen igjen vokser opp vil bekken framstå som en naturlig bekk og, såfremt grunneierne ikke hogger skogen, kanskje få tilført fuktighetskrevende arter samt annet dyre og fugleliv. Tiltaket vil etter vår mening ikke være i konflikt med forvaltningsmålet for naturtyper, arter eller økosystemet gitt i naturmangfoldloven §§ 4 og 5.

## 5.2 Forholdet til vannforskriften

Vi har foretatt en vurdering av kravene i vannforskriften (FOR 2006-12-15 nr. 1446) §§ 11 og 12 vedrørende midlertidige endringer, ny aktivitet eller nye inngrep. Vi har vurdert tiltak som vil kunne redusere skadene og ulempene ved tiltaket, og vurdert behov for nødvendige oppfølgende undersøkelser.

Vi har vurdert samfunnsnyttene av inngrepet til å være større enn skadene og ulempene ved tiltaket. Videre har vi vurdert at hensikten med inngrepet i form av økt sikkerhet mot flom ikke med rimelighet kan oppnås med andre midler som miljømessig er vesentlig bedre. Både teknisk gjennomførbarhet og kostnader er vurdert.

## 6. VIRKNINGER

### 6.1 Hydrauliske forhold

For å bestemme de flomtruede områdene langs Finna ble det bygget en 2-dimensjonal hydraulisk modell. Vannføringen ble bestemt med en nedbør-avløpsmodell for nedbørfeltet til Finna. Med denne modellen ble vannføringen for en 200-års flom med et klimapåslag på 40% beregnet til 6,2 m<sup>3</sup>/s ved begynnelsen av det bebygde området og en samlet vannføring ved utløpet i Gausa på 12,1 m<sup>3</sup>/s.

For nåtilstand ble det påvist tallrike risikomomenter som utgår fra selve Finna, og dessuten fare som skyldes at Finna går over sin høyre bredd og vannet strømmer langs dalsidene mot Follebu.

For å sikre de bebygde områdene langs Finna mot flom blir det foreslått å etablere flere teknske tiltak langs elven Disse tiltakene, som består av flomvoller, utvidelser av elvetverrsnittet og større bruer og kulverter, ble lagt inn i den hydrauliske modellen og optimert i flere skritt inntil faren for oversvømmelse ikke eksisterer lenger.

I det øvre området ligger Finna delvis på fjell. I disse områdene blir det anlagt flomvoller på de stedene, hvor tverrsnittet er for lite for Flomvannføringen. Lenger nedover fra Heggen og i hele sentrumsområdet i Follebu blir elvebunnen senket med ca. 0,5 m tverrsnittet utvidet for å øke kapasiteten. Tverrsnittene på bruene og kulvertene er dessuten for små. Derfor må de utvides. Kulvertene erstattes med nye kulverter DN1800 til DN2000.

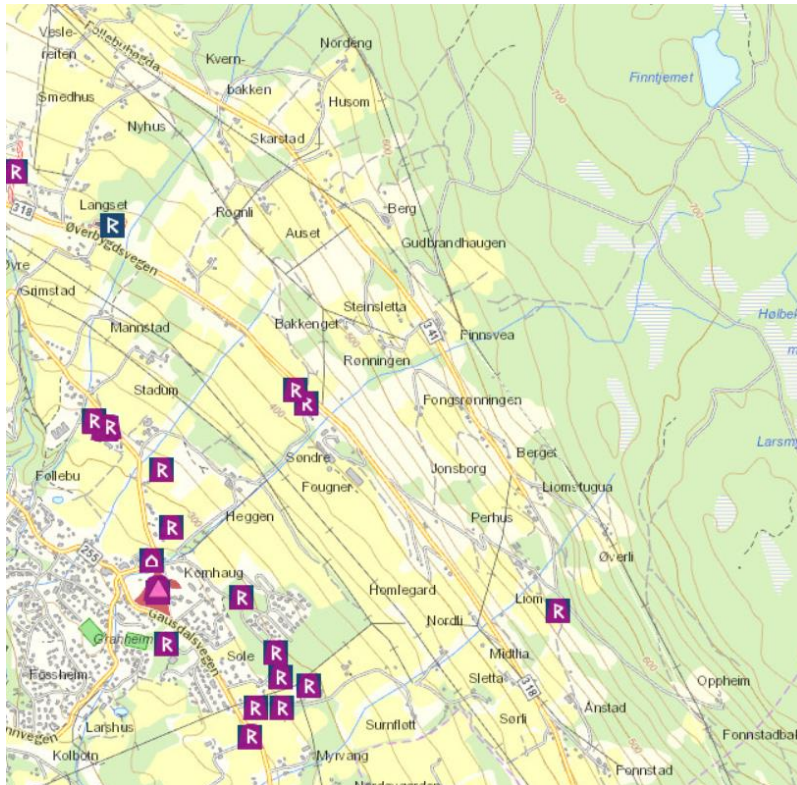
### 6.2 Kulturminner

Det er ikke registrert kulturminner i selve tiltaksområdet. Et søk i Naturbase viser at det finnes noen registrerte kulturminner i nærheten til tiltaket.

På gården Nordre Fogne ble det i 1937 av Kristian Fougner funnet jernbarre og jernøks fra viking-tid. Ved nydyrking kom de på en branntomt med brente stokker. Fougner mente at det måtte ha stått et langt smalt hus der. I tomten fant de øksen og barren og en mengde vevlodd. Funnstedet er ikke nærmere lokalisert enn til jordstykket Måklaust. Da et av husene på gården ble bygd i 1928 ble det funnet store mengder kokstein i tomta.

Videre ligger Follebu meieri ligger på andre siden av vegen Holsbakkan. Follebu meieri er et produksjonslokale fra 1800-tallet. Meieriet er ikke vernet.

Kornhaug ligger sør for tiltaket. Opprinnelig var Kornhaug en husmannsplass under storgården Heggen. Plassen ble kjøpt av Frits Hansen og hans kone Ingeborg Marie. Ekteparet var velstående og ønsket å investere sin formue i fast eiendom. De engasjerte arkitekten Holm Hansen Munthe (1848-1898) til å tegne en herskkelig bolig i tidens stil, dragestilen. Bygningen ble satt opp av tømmer fra bygda og stod ferdig i 1892, som en av de første privatboliger i dragestil i Norge. Follebu var i siste halvdel av 1800-tallet et viktig kulturelt sentrum i Norge og Kornhaug ble raskt et møtested for "åndseliten" i bygda, som blant annet bestod av Bjørnstjerne Bjørnson. Fredningen etter § 15 i kulturminneloven omfatter også hagen og deler av tunet avmerket på kart.



Bilde 6-1 Utsnitt fra kart.naturbase.no

### 6.3 Brukerinteresser

Tiltaksområdet går gjennom et område med tettbebyggelse, dyrket mark, gårdsbruk, skog og spredt bebyggelse. Øverst i vassdraget er det registrert noen gamle vannuttak. Ellers er det ingen spesielle brukerinteresser knyttet til området når det gjelder friluftsliv. Det har ikke vært registrert utvalgte naturtyper. Det er gjort en registrering av truet art (Vipe) i 2011, ellers ingen kjente registreringer av rødlistede eller truede arter.

Oppland fylkeskommune opplyser at nedre deler av Finna er gyte- og oppvekstområde for storørret fra Gausa. I den grad tiltakene berører denne strekningen må dette hensyntas, og hensynet til fisk bør tas med inn tidlig i planleggingen slik at det legges opp til gode løsninger. Både gjennomføringstidspunkt og sikring av fiskens frie gang er relevant. Dette gjelder spesielt utskifting av kulvert nede på sletta ved det gamle renseanlegget.

## 7. KOSTNADSOVERSLAG

### Sammenstilling av kostnadene

<b>Sum inklusive riggekostnader</b>	<b>17 650 640</b>
Uforutsette utgifter (20%)	3 530 128
Planleggingsutgifter (10%)	1 765 064
<b>Samlet beløp netto</b>	<b>22 945 832</b>
Merverdiavgift (25%)	5 736 458
<b>Samlet beløp brutto</b>	<b>28 682 290</b>

		<b>Flomsikring</b>			
		<b>Enhet</b>	<b>Mengde</b>	<b>Pris</b>	<b>Sum</b>
<b>4.1</b>	<b>Flomvoller</b>				
	Flomvoll h ≤ 1,2m	m	95	2 500	237 500
	Flomvoll h ≤ 0,7m	m	30	1 500	45 000
	Flomvoll h ≤ 0,6m	m	250	1 300	325 000
	<i>Sum</i>				<i>607 500</i>
<b>4.2</b>	<b>Kryssing av Fv. 318 «Øverbygdsvegen» (pr. ca. 3270)</b>				
	Massebasseng ved Øverbygdsvegen	stk	1	75 000	75 000
	Stikkrenne DN1800	m	9	17 000	153 000
	Bekkeinntak DN1800	stk	1	25 000	25 000
	Senking av elvebunn ≥ 0,5m	m	60	12 000	720 000
	<i>Sum</i>				<i>253 000</i>
<b>4.3</b>	<b>Profil ca. 3150</b>				
	Stikkrenne DN1800	m	8	12 000	96 000
	Bekkeinntak DN1800	stk	1	25 000	25 000
	<i>Sum</i>				<i>121 000</i>
<b>4.4</b>	<b>Profil ca. 2810, 2750 og 2670</b>				
	Stikkrenner DN1800	m	21	12 000	252 000
	Bekkeinntak DN1800	stk	3	25 000	75 000
	Senking av elvebunn ≥ 0,5m (2822-2500)	m	322	9 000	2 898 000
	<i>Sum</i>				<i>3 225 000</i>
<b>4.5</b>	<b>Tiltakene ved Heggebakken 7 og Heggebakken 5</b>				
	Senking av elvebunn ≥ 0,5m (2500-2400)	m	100	9 000	900 000
	Plastring	m	30	3 000	90 000
	<i>Sum</i>				<i>990 000</i>
<b>4.6</b>	<b>Follebu sentrum</b>				
	Senking av elvebunn ≥ 0,5m (2400-2100)	m	300	9 000	2 700 000
	<i>Sum</i>				<i>2 700 000</i>
<b>4.7</b>	<b>Kulverter ved 2350 og 2250</b>				
	Stikkrenne DN1800	m	64	12 000	768 000
	Bekkeinntak DN1800	stk	3	25 000	75 000
	<i>Sum</i>				<i>843 000</i>
<b>4.8</b>	<b>Stikkrenne gjennom Fv. 255</b>				
	<b>Stikkrenne DN2000</b>	m	42	20 000	840 000
	<b>Bekkeinntak DN2000</b>	stk	1	30 000	30 000
	Reetablering av hydraulisk utforming utløp	stk	1	50 000	50 000
	<i>Sum</i>				<i>920 000</i>

#### 4.9 Kulverter mellom 1750 og 2000

Stikkrenne DN2000	m	34	15 000	510 000
Bekkeinntak DN2000	stk	2	30 000	60 000
Kulvert 2,0m x 1,5m	m	15	15 000	225 000
Senking av elvebunn $\geq$ 0,5m (2050-1750)	m	260	9 000	2 340 000
<i>Sum</i>				<i>3 135 000</i>

#### 4.10 Profil ca. 1740 - 1680

Stikkrenne DN2000	m	80	15 000	1 200 000
Bekkeinntak DN2000	stk	1	30 000	30 000
Senking av elvebunn $\geq$ 0,5m (1750-1650)	m	20	9 000	180 000
<i>Sum</i>				<i>1 410 000</i>

#### 4.11 Tiltakene 1500 - 1640

Senking av elvebunn $\geq$ 0,5m (1650-1620)	m	30	9 000	270 000
Senking av elvebunn $\geq$ 0,8m (1620-1567)	m	53	11 000	583 000
Senking av elvebunn $\geq$ 0,5m (1567-1514)	m	53	9 000	477 000
Stikkrenne DN2000	m	8	15 000	120 000
Bekkeinntak DN2000	stk	1	30 000	30 000
<i>Sum</i>				<i>1 480 000</i>

#### 4.12 Profil 570, ved gammelt renseanlegg

Kulvert 1,5m x 1,5m	m	5	15 000	75 000
<i>Sum</i>				<i>75 000</i>

**Sum** **15 759 500**

+ Riggkostnader (ca. 12%) 1 891 140

**Sum inklusive riggekostnader** **17 650 640**

## 8. KART OG TEGNINGER

Se vedlegg 3

Tegninger ihht. tegningsliste

Tegning nr.	Betegnelse	Målestokk
NA100	Nedbørfelt Finna	1 : 10 000
V10	Flomsoner Q200+klima nåtilstand	1 : 5 000
V11	Flomsoner Q200+klima planlagt tilstand	1 : 5 000
V12	Oversiktskart skjærspenning 1	1 : 1 000
V13	Oversiktskart skjærspenning 2	1 : 1 000
V14	Oversiktskart skjærspenning 2	1 : 1 000
V40	Oversiktskart	1 : 5 000
V41	Detaljplan 1	1 : 1 000
V42	Detaljplan 1	1 : 1 000
V43	Detaljplan 1	1 : 1 000
V52a	Lengdeprofil strekning 3+921,82 til 3+620	1 : 500/100
V52b	Lengdeprofil strekning 3+620 til 3+360	1 : 500/100
V52c	Lengdeprofil strekning 3+360 til 2+960	1 : 500/100
V52d	Lengdeprofil strekning 2+960 til 2+560	1 : 500/100
V52e	Lengdeprofil strekning 2+560 til 2+160	1 : 500/100
V52f	Lengdeprofil strekning 2+160 til 1+760	1 : 500/100
V52g	Lengdeprofil strekning 1+760 til 1+380	1 : 500/100
V60	Tverrsnitt 1-1 til 3-3	1 : 100
V61	Tverrsnitt 4-4 til 6-6	1 : 100
V62	Tverrsnitt 7-7 til 9-9	1 : 100