

## Gausdal kommune

# FLOMSIKRING FINNA

## TILTAKSPLAN

Juni 2019



## FLOMSIKRING FINNA

### TILTAKSPLAN

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

#### Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Revisjonen gjelder	Utarb.	Kontr.	Godkj.
01	2019-06-27	Tiltaksplan	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.....	10
2.4	Vernet vassdrag.....	10
<b>3.</b>	<b>BEREGNINGER</b> .....	<b>11</b>
3.1	Bestemmelse av vannføringen med n-a-modellen.....	11
3.1.1	Beskrivelse av nedbør-avløpsmodellen.....	11
3.1.1.1	Modelloversikt	11
3.1.1.2	Beregningsmetode	12
3.1.1.3	Tidsskritt for beregningen	13
3.1.1.4	Undersøkte gjentaksintervaller	13
3.1.2	Feltdata.....	13
3.1.2.1	Fastlegging av feltdata	13
3.1.2.2	Data fra delfeltene	13
3.1.2.3	Data for vassdragsavsnittene	14
3.1.3	Hendelsesdata.....	15
3.1.3.1	Nedbørhøyder	15
3.1.3.2	Tidsmessig forløp av nedbørsbelastning	15
3.1.4	Vannføringsberegninger.....	16
3.1.4.1	Tilpasning av nedbør-avrennings-modellen	16
3.1.4.2	Beregningsresultater	17
3.2	Fordrøyning i nedbørfeltet.....	20

<b>4.</b>	<b>TEKNISK BESKRIVELSE AV TILTAKET.....</b>	<b>24</b>
4.1	Fordrøyningsmagasin Kvernbekkmyra .....	24
4.2	Ytterligere flomsikring av bekkeløp.....	32
4.2.1	Kryssing av Fv. 341 «Follebuhøgda» (pr. ca. 3850) .....	33
4.2.2	Profil ca. 3450 – 3650. ....	34
4.2.3	Kryssing av Fv. 318 «Øverbygsvegen» (pr. ca. 3270).....	35
4.2.4	Profil ca. 3150 .....	36
4.2.5	Profil ca. 2810, 2750 og 2670.....	37
4.2.6	Plastring langs eiendommer .....	38
4.2.7	Follebu sentrum .....	39
4.2.8	Utløp nedstrøms Fv. 255 .....	40
4.2.9	Profil ca. 1780 .....	41
4.2.10	Profil ca. 1740 - 1680.....	42
4.2.11	Profil 570, ved gammelt renseanlegg.....	43
<b>5.</b>	<b>NATURMANGFOLD .....</b>	<b>45</b>
5.1	Forholdet til naturmangfoldloven.....	45
5.2	Forholdet til vannforskriften .....	46
5.3	Forholdet til damsikkerhetsforskriften .....	46
<b>6.</b>	<b>VIRKNINGER .....</b>	<b>48</b>
6.1	Hydrauliske forhold .....	48
6.2	Kulturminner .....	48
6.3	Brukerinteresser .....	49
<b>7.</b>	<b>KOSTNADSOVERSLAG.....</b>	<b>50</b>
<b>8.</b>	<b>KART OG TEGNINGER.....</b>	<b>53</b>

## VEDLEGG

Vedlegg 1: Algoritmer for nedbør-avløpsmodellen

Vedlegg 2: Beregninger med NEVINA

Vedlegg 3: Befaringsrapport

Vedlegg 4: 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.

Som flomsikringstiltak ble det undersøkt om Kvernbekkmyra, Hølbekkmyra og Finntjønnen kunne egne seg som fordrøyningsmagasin. Den mulige effekten av disse tre magasinene ble analysert ved å implementere magasinene i n-a-modellen. Det viste seg at Kvernbekkmyra vil være mest effektivt på grunn av den korte avstanden til tettstedet. Med regulert vannføring på 1,3 m<sup>3</sup>/s kan vannføringen ved de første bebygde områdene oppstrøms Follebu reduseres fra 6,2 m<sup>3</sup>/s til 2,4 m<sup>3</sup>/s og samlet fra 12,1 m<sup>3</sup>/s til 8,7 m<sup>3</sup>/s. Det er foretatt en foreløpig planlegging av dette magasinet.

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 flomsikringstiltak. 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 med implementert flomfordrøyningsmagasin Kvernbekkmyra viser derimot bare ubetydelige oversvømmelser ved Søre Fogne, mens alle andre områder langs Finna sikres av tiltaket.

Det foreslås utført tiltak nedover i Finna for å sikre en flomsikker bekk også i fremtiden.



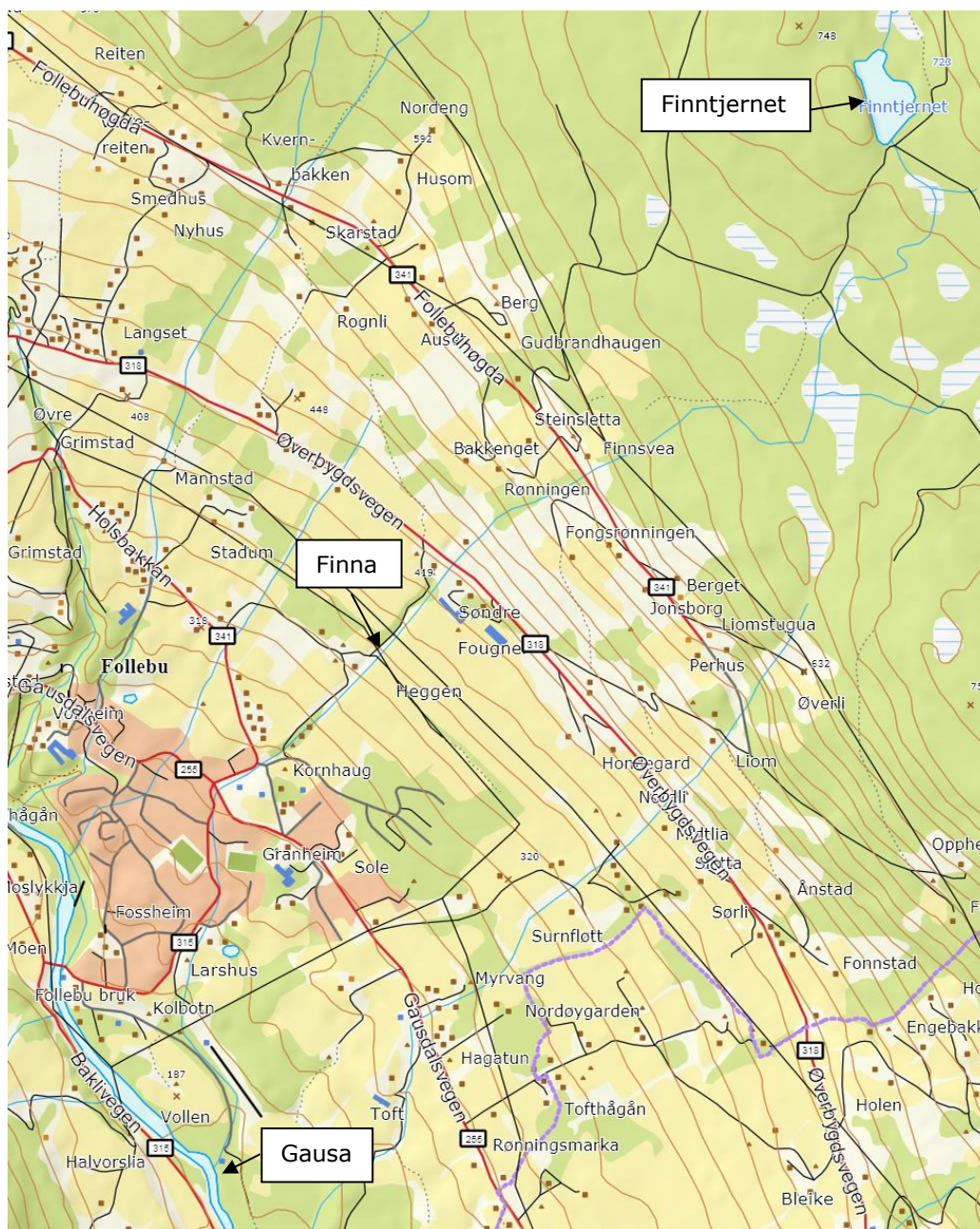
# 1. INNLEDNING

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, samt vurdering og planlegging av fordrøyningsmagasiner.

## 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.



## 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, erosjon 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.

## 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 vedlegg 3 «Befaringsrapport».

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.







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-natur-friluftsområde) 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.

Etter beregning av dimensjonerende vannføringer for nåtilstand ble fordrøyningsmagasiner implementert i n-a-modellen. På denne måten ble både den nødvendige størrelsen på tiltakene beregnet og virkningen av dem. Det ble ikke bare tatt hensyn til nedbørshendelsen med den høyeste kulminasjonsverdien, men også regnhendelser av lengre varighet. Erfaringen tilsier at det ved slike hendelser må forventes større avløpsvolumer, og disse vil til syvende og sist kunne være avgjørende for nødvendig retensjonsvolum.

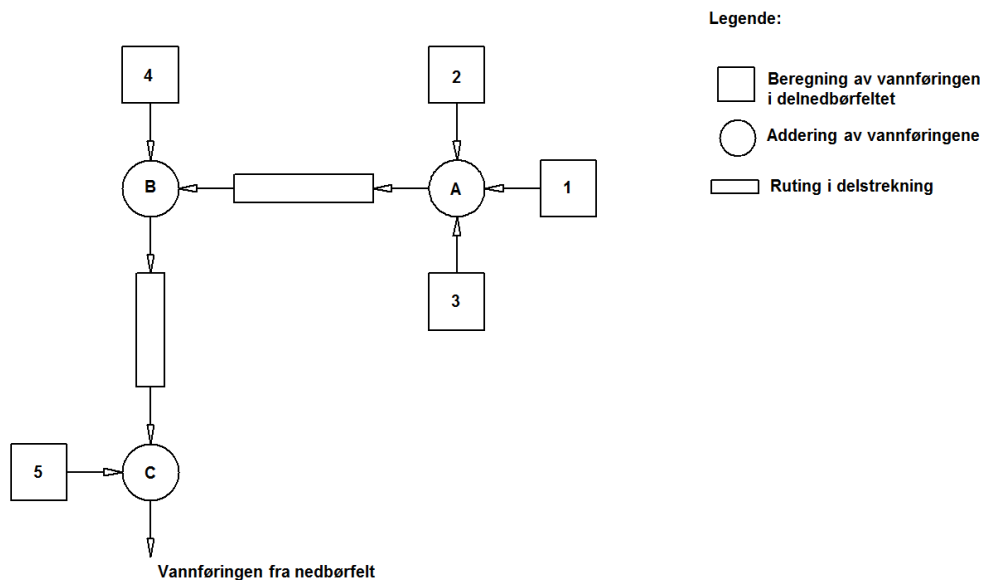
I tillegg til de hydrologiske analysene ble det satt opp en hydraulisk modell for Finna. Denne skal brukes til å påvise både flomfaren i Follebu i nåtilstand og effekten av flomtiltakene.

#### 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 absisise (km)
- Y .. delfeltmidpunktets ordinat (km)

### 3.1.2.3 Data for vassdragsavsnittene

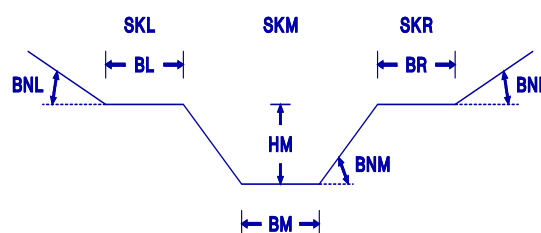
I tillegg til avrenningen i delfeltene, har også translasjons- og retensjonseffektene i avsnittene av vassdraget en betydelig effekt på vannføringen i et nedbørfelt. For å ta hensyn til disse effektene blir det i nedbørfeltmodellen gjennomført en "flood-routing" på avsnitt av vassdraget. Vassdragene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

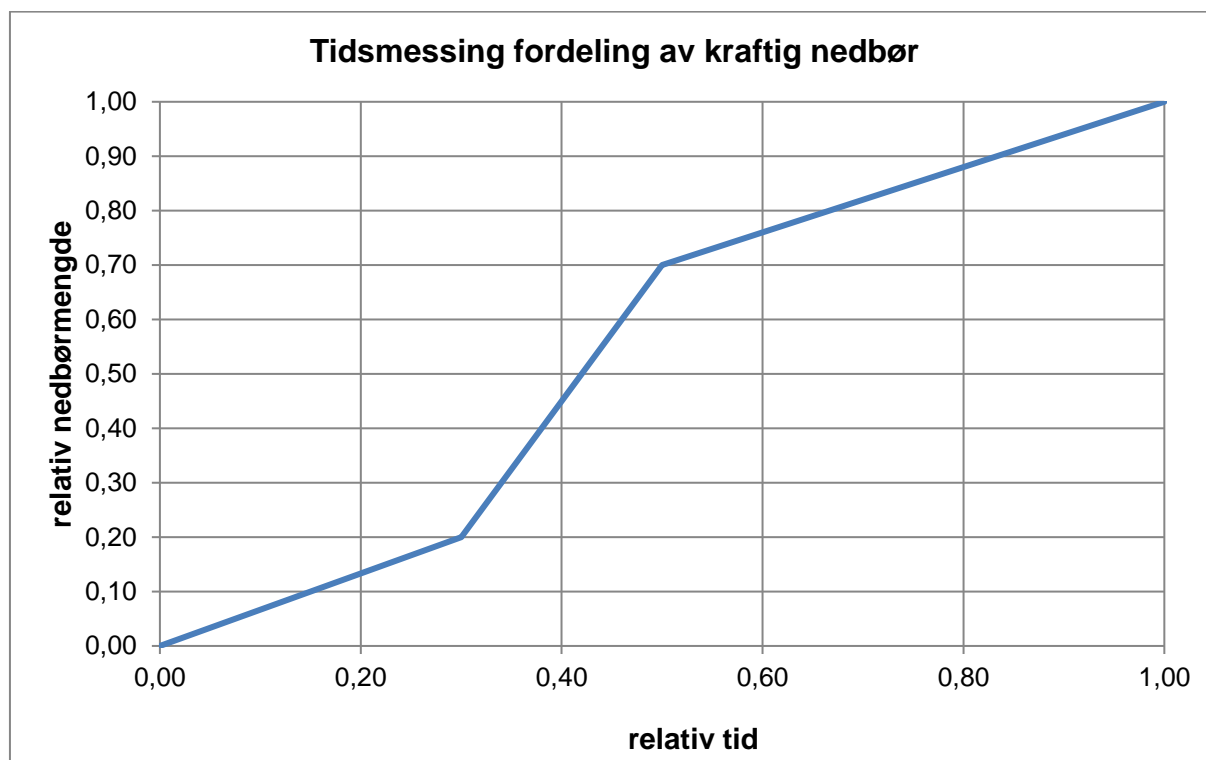
**Tabell 3.3: Nedbørhøyder og nedbørvarighet for stasjon nr. 11620 Gjøvik - Sogstad**

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 nedbørsvarigheter, 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<sub>se</sub> = 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*ha]	Q200[m <sup>3</sup> /s]	Q200+klima[m <sup>3</sup> /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 m<sup>3</sup>/s fører til en middelværdi sammenlignet med den rasjonelle metoden (6,8 m<sup>3</sup>/s) og NEVINA (4,3 m<sup>3</sup>/s).

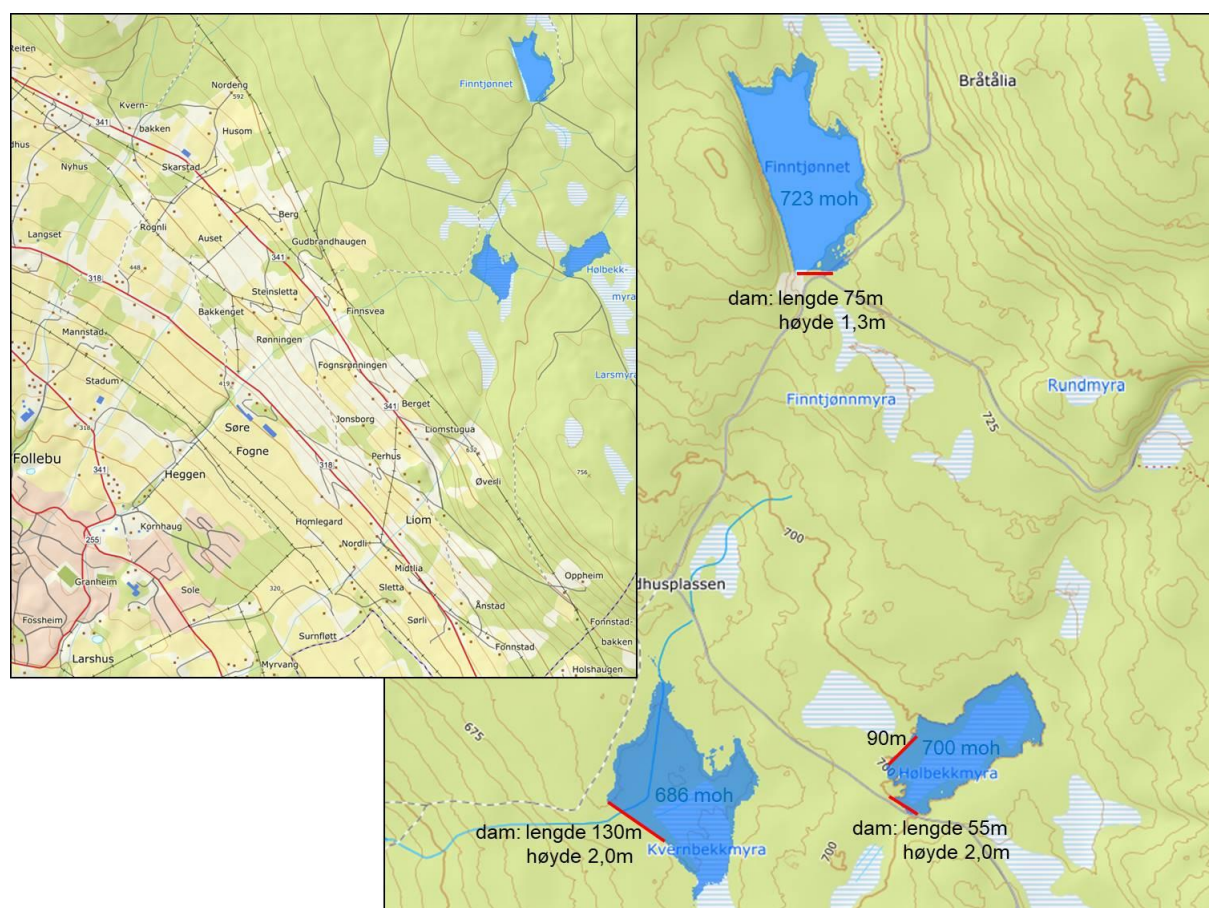
Norconsult analyserte et noe større område, som strakte seg lenger mot sør. Dermed ble også det betraktelig brattere området (H = 382) tatt med, slik at formelen for konsentrasjonstiden gav en kortere dimensjonerende varighet (120 minutter) og høyere avrenning (Q200 = 8,0 m<sup>3</sup>/s), til tross for at nedbørfeltet bare er ubetydelig større (A = 3,0km<sup>2</sup>).

### 3.2 Fordrøying i nedbørfeltet

Det ble søkt etter egnede fordrøyningsrom i nedbørfeltet ved analyse av den digitale terrengmodellen som allerede var blitt brukt til bestemmelse av nedbørfeltet.

Det ble funnet tre steder som mht. sin topografiske beliggenhet ville kunne egne seg til lokalisering av fordrøyningsmagasiner. De ligger i nedstrøms ende av delfelt 1, 4 og 6. Det første stedet befinner seg ved Finntjønnet, det andre ved Hølbekkmyra og det tredje ved Kvernbekkmyra (se figur 4.1).

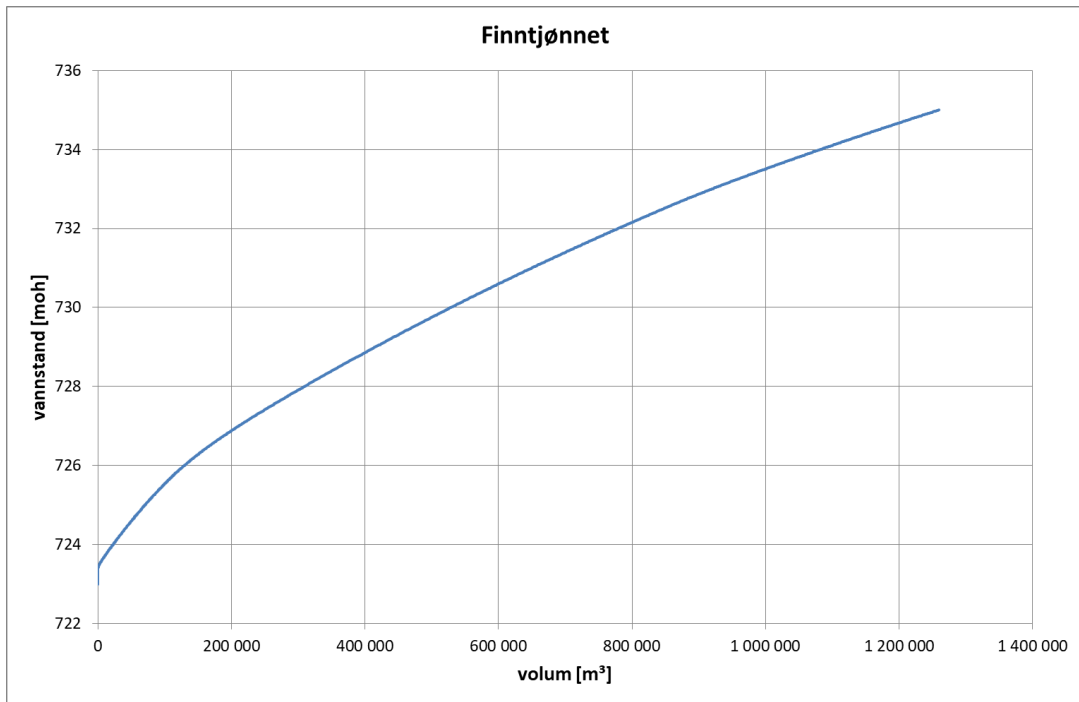
På de utvalgte stedene blir fiktive vannstander kombinert med den digitale terrengmodellen (DTM) som ligger til grunn, og de subtraheres fra hverandre. Ut ifra de resulterende vandybdene beregnes så både retensjonsvolum og vannets overflate/vannstand.



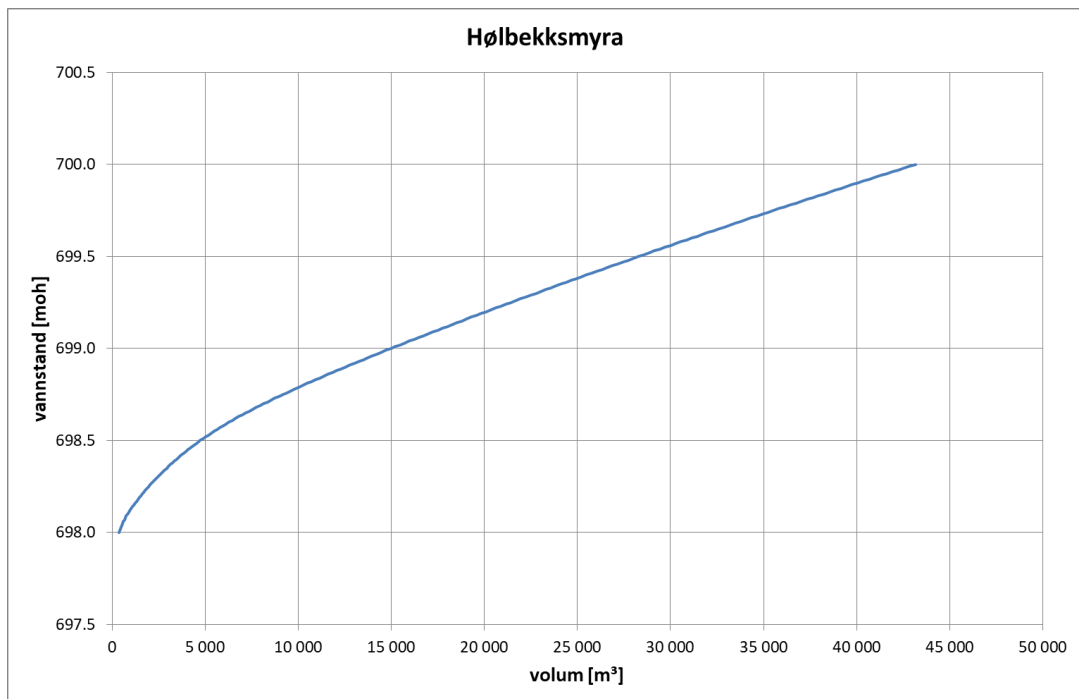
**Figur 3.3: Beliggenheten av fordrøyningsmagasinene Finntjønnet, Hølbekkmyra og Kvernbekkmyra**

Analysen med den digitale terrengmodellen ble brukt til å sette opp en kurve for oppdemmet volum for alle stedene. Kurven viser oppdemmet volum i relasjon til oppdemningshøyde. Resultatene fremgår av figur 4.2 for Finntjønnet, figur 4.3 for Hølbekkmyra og figur 4.4 for Kvernbekkmyra.

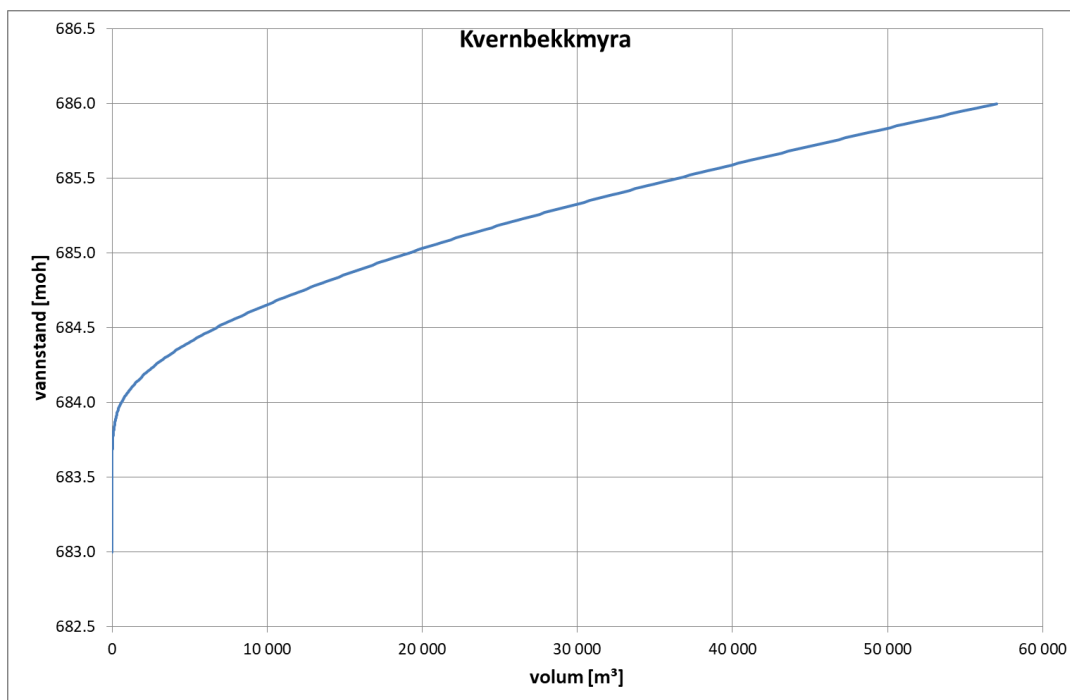




Figur 3.4: Volumkurve for fordrøyningsmagasin Finntjønnnet



Figur 3.5: Volumkurve for fordrøyningsmagasin Hølbekksmyra



**Figur 3.6: Volumkurve for fordrøyningsmagasin Kvernbekkmyra**

For å beregne hvor stor reduserende effekt fordrøyningsmagasinene har på flomvannføringene, ble disse implementert i n-a-modellen.

Beregningene ble gjennomført med konstant regulert vannføring ut av fordrøyningsmagasinene. Den regulerte vannføringen ble valgt slik at volumet som står til disposisjon kan nyttes maksimalt ved den dimensjonerende hendelsen, hvor det kreves størst fordrøyningsvolum. Den dimensjonerende hendelsen er for alle magasinene en nedbørshendelse med varighet 24 timer. Enkeltvis analyse av fordrøyningsmagasinene resulterer i de regulerte vannføringer  $Q_{ut}$ , volum og vannstander som er oppført i Tabell 3.3. For magasinet Kvernbekkmyra får man enda lavere regulert vannføring i kombinasjon med de to fordrøyningsmagasinene ovenfor. For fordrøyningsmagasinet Finntjønnen ville det være muligheter for et betydelig større retensjonsvolum. Imidlertid kan det allerede ved relativt lav oppdemningshøyde antas  $Q_{ut} = 0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ . Enda lavere regulert vannføring vil være lite effektivt.

**Tabell 3.3: Beregnet regulert avløp ved maks volum og vannstand**

Fordrøyningsmagasin	$Q_{ut} \text{ [m}^3\text{]}$	Volum $\text{[m}^3\text{]}$	Vannstand $\text{[moh]}$
Kvernbekkmyra	1,30	57 000	686,0
Hølbekkmyra	0,25	43 000	700,0
Finntjønnen	0,10	37 000	724,3

Resultatene av vannføringsberegningene med fordrøyningsmagasin fremgår av Tabell 3.4. Tabellen viser vannføringen for hvert enkelt delfelt for en Q200+klima ved dimensjonerende

hendelse med varighet 1,5 h for nåtilstand og for forskjellige varianter av planlagt tilstand. Det viser seg at de to fordrøyningsmagasinene i øvre del av nedbørfeltet, Finntjønnnet og Hølbekkmøya, er betydelig mindre effektive enn Kvernbekkmøya, som ligger lenger nede.

**Tabell 3.4: Vannføring (m<sup>3</sup>/s) for hendelsen med varighet 1,5 m<sup>3</sup>/s for alle delfelt i nåtilstand og i planlagt tilstand med effekten av fordrøyningsmagasinene enkeltvis og i kombinasjon (regulert vannføring Q<sub>ut</sub> med fete typer)**

Delfelt	Nå	Fordrøyningsmagasin						
		Kvernbekk- møya	Finntjønnnet	Hølbekkmøya	Hølbekkmøya + Kvernbekkmøya	Hølbekkmøya + Finntjønnnet	Finntjønnnet + Kvernbekkmøya	Finntjønnnet + Hølbekkmøya + Kvernbekkmøya
1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
2	1.1	1.1	<b>0.1</b>	1.1	1.1	<b>0.1</b>	<b>0.1</b>	<b>0.1</b>
3	3.0	3.0	2.2	3.0	3.0	2.2	2.2	2.2
4	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
5	1.7	1.7	1.7	<b>0.3</b>	<b>0.3</b>	<b>0.3</b>	1.7	<b>0.3</b>
6	2.2	2.2	2.2	0.7	0.7	0.7	2.2	0.7
7	5.2	<b>1.3</b>	4.2	3.7	<b>0.8</b>	2.8	<b>0.8</b>	<b>0.4</b>
8	6.2	2.3	5.3	4.8	1.8	3.8	1.8	1.4
9	6.9	3.1	6.0	5.5	2.5	4.5	2.6	2.2
10	7.9	4.1	7.0	6.5	3.6	5.6	3.6	3.2
11	8.0	4.3	7.1	6.6	3.7	5.7	3.8	3.4
12	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
13	9.7	6.1	8.8	8.2	5.5	7.5	5.6	5.2
14	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
15	12.1	8.7	11.3	10.6	8.2	9.9	8.3	7.9

Ved å regulere vannføringen ut av det planlagte fordrøyningsmagasinet Kvernbekkmøya til 1,3 m<sup>3</sup>/s kan vannføringen ved begynnelsen av bebyggelsen på Follebuhøgda (delfelt 8) reduseres fra 6,2 m<sup>3</sup>/s til 2,3 m<sup>3</sup>/s. Videre reduksjon ved å fordrøye mer ved Finntjønnnet, Hølbekkmøya eller begge steder, er lite effektivt i forhold til kostnadene ved å sette opp flere fordrøyningsmagasiner. Det ville kunne oppnås en maksimal reduksjon på 0,4 m<sup>3</sup>/s ved å sette opp tre magasiner.

Derfor er det bare alternativet med fordrøyningsmagasin Kvernbekkmøya som vil bli utredet videre i det følgende.

## 4. TEKNISK BESKRIVELSE AV TILTAKET

### 4.1 Fordrøyningsmagasin Kvernbekkmyra

Formålet med fordrøyningsmagasinet er å holde tilbake og redusere flomvannføringen i Finna. Magasinet ligger ca. 900 m nord for Follebuhøgda med Finnsvea, hvor de første bebygde områdene i Follebu ligger.

Ved en hendelse Q200+klime kan magasinet gjøre at vannføringen reduseres fra 5,2 m<sup>3</sup>/s til 1,3 m<sup>3</sup>/s. Som fordrøyningsrom brukes Kvernbekkmyra og det tilgrensende skogsområdet. Området som vil bli demmet opp ved flom er ubebygde.

Beliggenheten av fordrøyningsmagasinet med vassdrag, bebyggelse og veier i de nærmeste omgivelsene fremgår av Figur 4.1 (jf. oversiktskart A 100). Figur 4.2 viser beliggenheten av sperredammen og området som oppdemmes ved flomhendelser med 2- til 200-års gjentaksintervall (jf. også oversiktskart V 20).

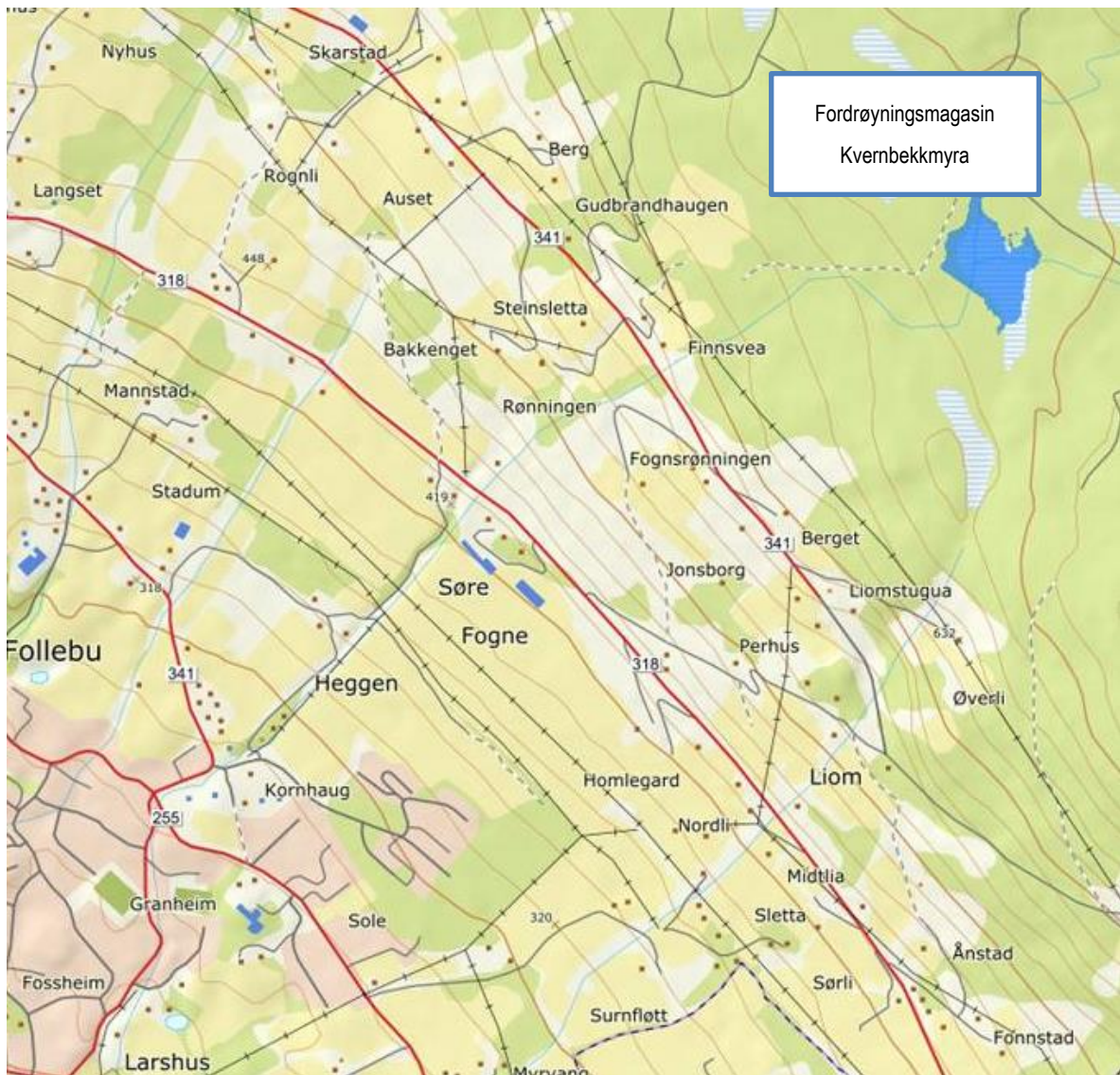
Maks oppdemningsvolum og tilhørende vannstand samt maks oppdemningsvarighet ved ulike gjentaksintervaller fremgår av Tabell 4.1. Oppdemningens varighet ved forskjellige høyder fremgår av tegningen V21.

Tabell 4.1: Resultater av beregningen for fordrøyningsmagasinet Kvernbekkmyra

Gjentaksintervall	Oppdemning (timer)	Maks volum (m <sup>3</sup> )	Maks vannstand (moh)
2 år	8	7810	684,55
5 år	15	13364	684,78
10 år	19	19450	685,00
20 år	23	27026	685,23
50 år	27	37244	685,51
100 år	29	45465	685,71
200 år	32	55908	685,96

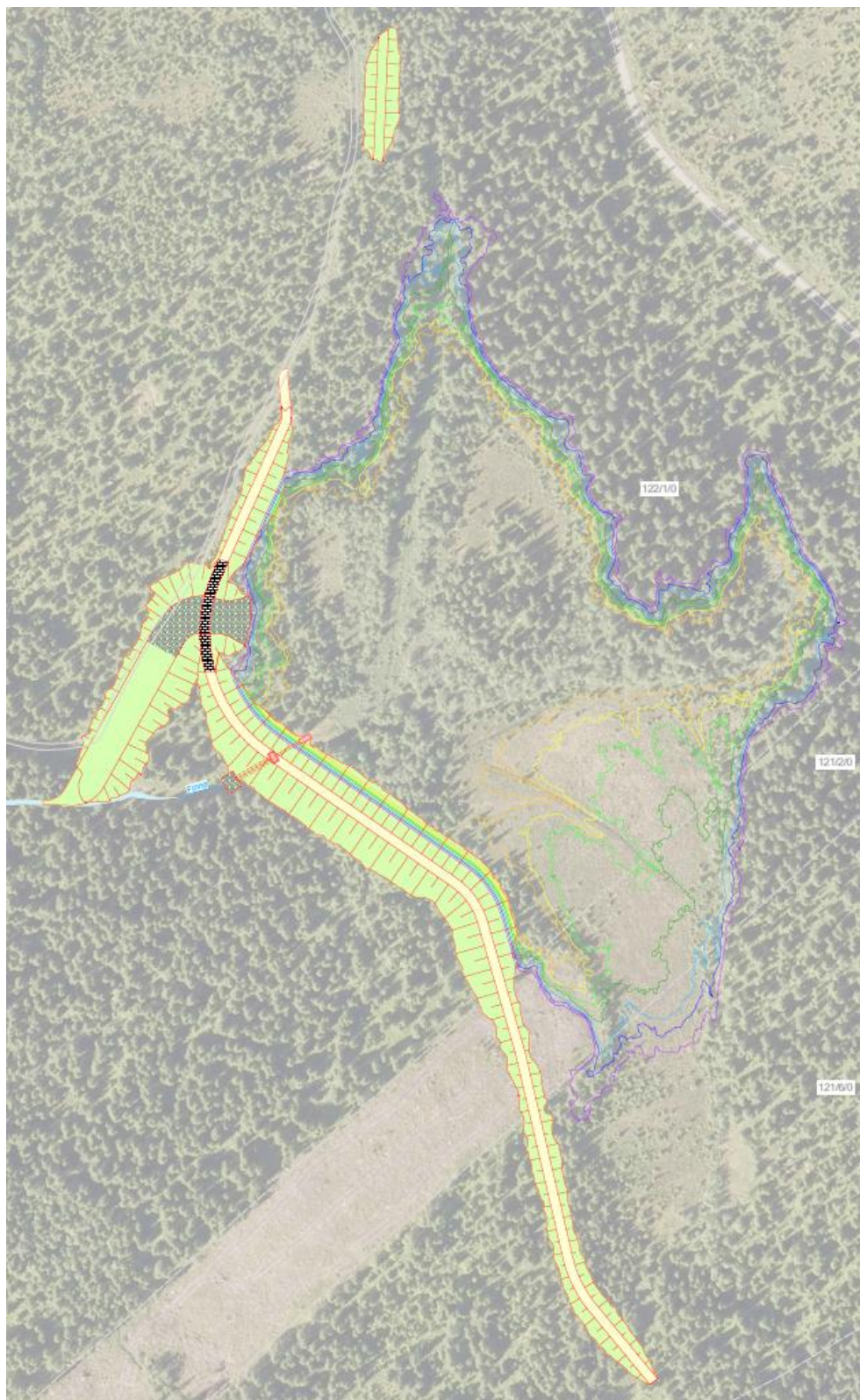
Beliggenheten av sperredammen med tappeorgan og flomoverløp fremgår av Figur 4.3.





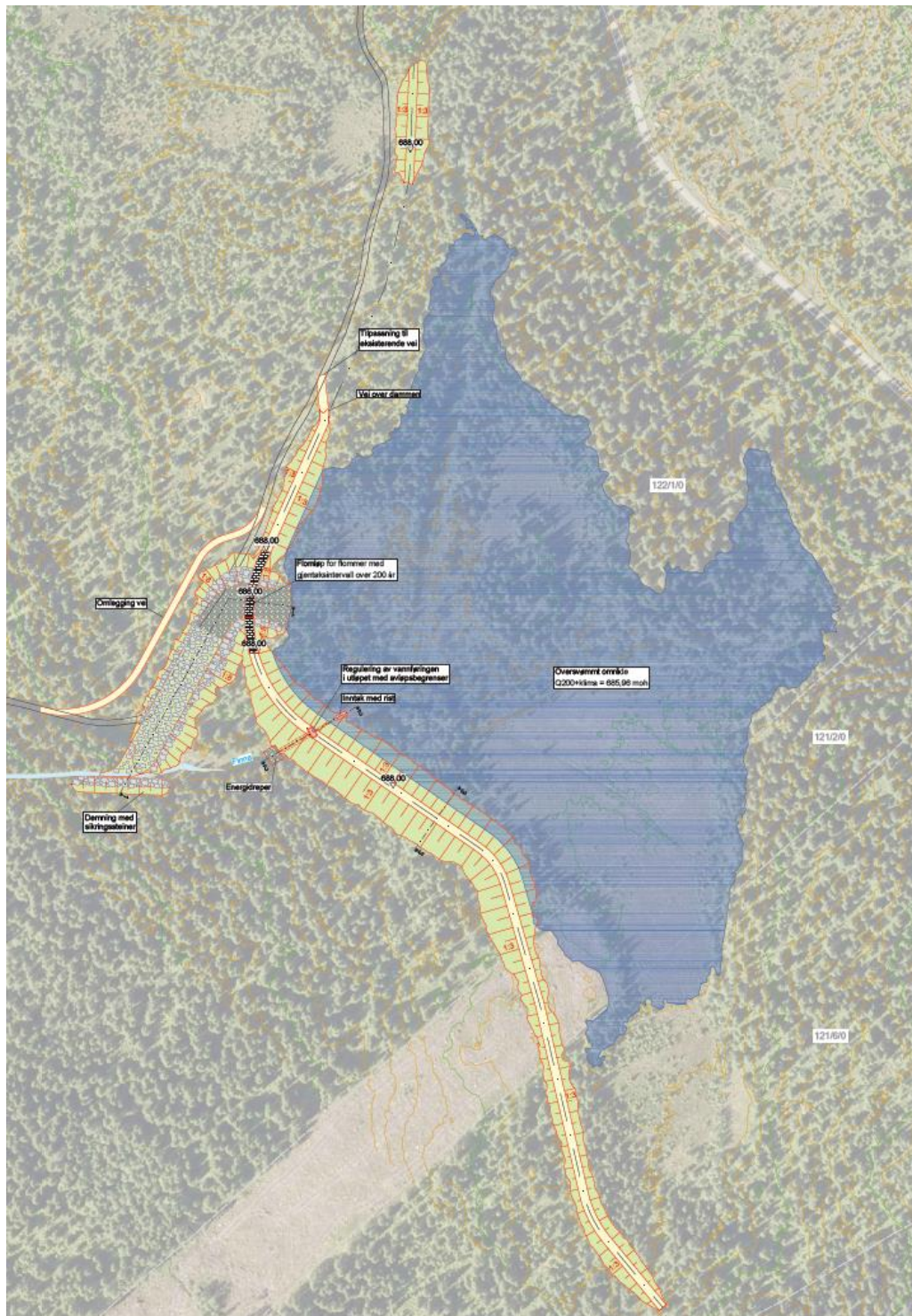
**Figur 4.1: Beliggenhet og omgivelser rundt fordrøyningsmagasinet Kvernbekkmyra**





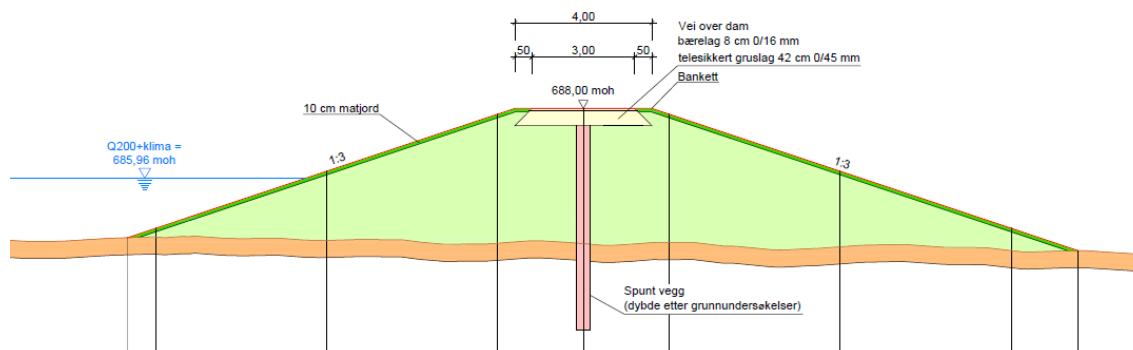
**Figur 4.2: Fordrøyningsmagasinet Kvernbekkmyra med oppdemningsområdet**





**Figur 4.3: Sperredammen med tappeorgan og flomoverløp**

Sperredammen er planlagt som jorddam med lengde ca. 630 m og maks høyde ca. 4 m. I Figur 4.4 vises et tverrsnitt av damkroppen. Nærmere detaljer er å finne på plantegning V 61.



**Figur 4.4: Tverrsnitt av sperredammen**

Ifølge resultatene av de hydrologiske beregningene medfører en 200-års flom oppdemming til kote 686,0 moh. Ved ekstraordinære flomhendelser ligger maks påregnelig oppdemming på 686,4 moh. Med et foreløpig valgt fribord på minst 2,0 m vil damkronen bli liggende på kote 688,0 moh.

Ved den videre detaljplanleggingen bør det foretas mer nøyaktige beregninger av fribordet, der det tas hensyn til bidragene fra bølger og vindoppstuving

Sperredammens krone får en bredde på 4 m, slik at det vil kunne anlegges en 3 m bred vei på toppen til kjøring for vedlikehold og kontroll med kopling til eksisterende vei i nordvestre ende. Denne adkomsten vil også kunne benyttes til anleggstrafikken.

Helningen på damskråningene settes foreløpig til 1:3 både på vann- og luftsiden. Det er ikke utelukket at stabilitetsberegninger kan medføre at skråningene må bygges med mindre helning. Det foreligger til nå ingen utsagn om grunnforhold basert på boringer eller andre kilder.

Da en damkropp bestående av grus og stein har høy vannpermeabilitet, er det nødvendig å bygge inn et tetningslag. Det kan skje ved forskjellige byggemåter og materialer. Dersom adhesive materialer er tilgjengelig (leire eller silt), kan det bygges en homogen dam som er tilstrekkelig tett mot gjennomstrømning. Hvis det vil være vanskelig eller forbundet med høye kostnader å skaffe til veie adhesive jordslag, kan man også bygge en tetning med kunstige materialer. Som det fremgår av Figur 4.4 og plantegning V 61, anbefales det å tette med med en spuntvegg som bygges inn i midten av dammen.

Ved skråningens fotpunkt på luftsiden bygges det inn et lag av drenepukk, som dreneres via dreneledninger. På denne måten begrenses høyden på dreneringslinjen som kan opptre ved oppdemming i dammen som følge av at damkroppen undergraves eller gjennomstrømmes. Uansett forhindres det at dreneringslinjen når ut til luftsiden av skråningen, og dermed er det ingen fare for dammens stabilitet.

Byggemåten som foreslås er robust, teknisk relativt enkel og rimelig, og den anbefales anvendt her. Den nøyaktige oppbyggingen av dammen, inklusive tetningen, bør imidlertid fastlegges i den videre detaljplanleggingen, alt etter hvilke byggematerialer som finnes på stedet eller lett kan skaffes til veie.

Det vannet som ved flom magasineres foran dammen, må avledes kontrollert nedstrøms Finna. Til dette bygges et tappeorgan slik det forenklet er vist i Figur 4.5. Organet består av komponentene som er beskrevet nedenfor. Nærmere detaljer om den konstruktive utformingen av tappeorganet er å finne i plantegning V 61.



Vannføringen inntil dimensjonerende flom (Q200+klimapåslag) avledes fra fordrøyningsmagasinet utelukkende via tappeorganet. Ved sjeldnere flomhendelser med tilsvarende større tilløp er magasinets kapasitet ikke lenger tilstrekkelig. Dermed vil vannet stige enda høyere foran sperredammen og til slutt overstrømme den. Det kan føre til erosjonsskader på dammen, og i verste fall kan det skje dambrudd. Da vil på kort tid store mengder vann og slam renne ut og forårsake store skader i områdene nedstrøms. Det må derfor iverksettes bygningmessige tiltak for å sikre at dammen ikke overtoppes. Dette skal skje ved flomoverløpet.

Den bygningmessige utformingen og plasseringen av flomoverløpet baserer seg på de eksisterende forholdene på stedet som legger til rette for plassering av overløpet i vestre del av dammen (jf. situasjonsplan V 40). Sammenlignet med andre tekniske muligheter er damoverløpsløsningen teknisk relativt enkel, robust og så godt som vedlikeholdsfri; og av den grunn anbefales denne varianten. Den består av følgende komponenter:

- Damoverløpet

Høyden på sperredammen skal over en lengde på ca. 15 m ligge på kote 686,0 moh. Overløpet blir dermed liggende på høyde med beregnet oppdemming ved en 200-års flom (inklusive klimapåslag). Sidevengen fra damkronen på 688,0 moh. til bunnen av overløpet får en helning på 12,5 %, slik at kronen med overløpet blir farbar for vedlikeholdskjøretøy.

Damkronen skal i overløpet sikres med sikringsstein som settes i betong (kantlengde 40/60 cm). På vannsiden sikres skråningen ned til ca. 0,5 m under maks oppdemming, slik at det ikke blir noen angrepspunkter for erosjon. Veien på damkronen sikres mot erosjon med gatestein satt i betong. På luftsiden sikres overløpet ved at det bygges inn en betongbjelke som forsterkning over hele overløpets lengde ned til et nivå ca. 1,0 m under overløpets krone, som hindrer at overløpet forskyves eller undergraves.

Skråningen på luftsiden av damoverløpet sikres med steiner (kantlengde 40/60 cm) satt i betong. Ved skråningens fotpunkt bygges det i tillegg inn en vinkelstøttevegg med dybde ca. 1,0 m, for å forhindre undergraving. På skråningen ellers fylles fugene mellom sikringssteinene med matjord med tykkelse ca. 10 cm, slik at dette området av damskråningen blir vegetert.

- Energidreperbasseng og avløp

Nedstrøms damoverløpet graves det ut et område med bredde ca. 15 m, så det blir ca. 0,5 m lavere enn det opprinnelige terrenget. I dette området omvandles energien i vannet som renner over overløpet. Området utformes som energidreperbasseng og sikres med steiner satt i betong (kantlengde 40/60 cm).

Lei i det videre avløpet skal også sikres for å forhindre erosjonsskader og utvasking. Dette området er mindre utsatt, og derfor er det her tilstrekkelig med steinforbygging (kantlengde ca. 15 til 45 cm). Steinfyllingen kan dekkes til med matjord og vegeteres. Når det renner vann over flomoverløpet, må man regne med at vegetasjonslaget eroderes, slik at det etter flom vil måtte fornyes eller utbedres. Da det vil inntreffe bare en sjelden gang, bør dette være akseptabelt.

Flomoverløpene dimensjoneres etter DIN 19700-11 og 19700-12 for vannføringer i de to dimensjoneringstilfellene BHQ1 og BHQ2. Ved magasiner av middels størrelse, som de to aktuelle magasinene, antas en 500-års flomhendelse for BHQ1, og vannføringen ledes bort via flomoverløpet mens tappeorganet ikke er i drift (n-1 regel). For BHQ2 antas en 5000-års flomhendelse. Her kan man i tillegg til flomoverløpet også regne med avløp via tappeorganet.



Da det ikke foreligger statistiske verdier for så sjeldne nedbørhendelser, blir det ved beregningen av dimensjonerende tilfeller brukt Kleeberg/Schuhmann-metoden. Etter denne kan kulminasjonsvannføring ved et bestemt gjentakintervall  $HQ_n$  bestemmes ved følgende ligning:

$$HQ_n = MHQ + (HQ_{100} - MHQ) * c$$

med	$HQ_{100}$	100-års flomvannføring
	$HQ_n$	n-års flomvannføring
	MHQ	midlere flomvannføring
	c	koeffisient i avhengighet av gjentakintervall

Koeffisienten fastlegges etter Kleeberg/Schuhmann avhengig av gjentakintervallet (tabell 3.12).

Tabell 4.1: Koeffisienten c etter Kleeberg/Schuhmann avhengig av gjentakintervallet:

n	c
500	1,6
5000	2,5

Til dimensjoneringen av flomoverløpet for fordrøyningsmagasinet kan det dermed bestemmes følgende dimensjonerende vannføringer:

Tabell 4.2: Dimensjonerende vannføringer BHQ1 og BHQ2

HQ100+klima	MHQ (Q2+klima)	BHQ1	BHQ2
5,2	2,4	6,9,	9,4

Beregningene ble gjennomført for forskjellige varigheter; beregnet avrenningsmaksimum opptrer ved en 1-times hendelse. Resultatene i Tabell 4.3 viser at dimensjonerende hendelse opptrer ved Q5000+klima og har varighet 24 timer. Det betyr at maks volum blir ca. 74.100 m<sup>3</sup> og maks vannføring 6,4 m<sup>3</sup>/s. Ved den valgte dimensjoneringen av flomfordrøyningsanlegget innebærer dette en overløpshøyde på ca. 0,35 m.

**Tabell 4.3: Beregning av dimensjonerende vannføring BHQ1 og BHQ2 til dimensjonering av flomfordrøyningen**

Varighet [timer]	BHQ1			BHQ2		
	Maks tilløp [m³/s]	Maks avløp [m³/s]	V [m³]	Qmax in [m³/s]	Qmax ut [m³/s]	V [m³]
1	6,9	4,8	73 970	9,4	1,5	59 049
1,5	6,7	5,1	74 078	9,0	2,2	62 990
2	6,3	5,3	74 358	8,6	2,6	64 607
3	6,1	5,1	74 095	8,4	3,4	66 930
6	6,5	5,5	74 782	8,9	5,3	71 662
12	5,5	5,1	73 989	7,6	4,5	69 850
24	4,3	5,1	74 095	7,1	6,4	<b>74 063</b>
36	4,5	4,5	72 758	6,1	5,9	73 081
48	4,0	4,0	71 740	5,4	5,4	71 855

## 4.2 Ytterligere flomsikring av bekkeløp

Selv med etablering av fordrøyningsbasseng ved Kvernbekkmyra, og reduisering av vannføringen ved Q200 + klima fra 5,2 m³/s til 1,3 m³/s ved utløp fordrøyningsbasseng, vil det være behov for ytterligere tiltak nedover bekken.

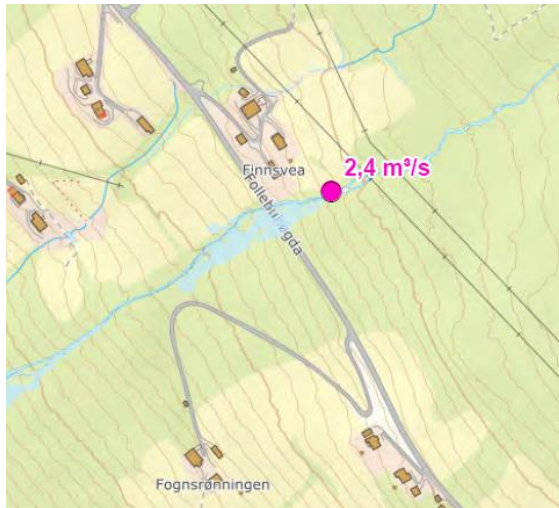
Ved befaring er det påvist stikkrenner/kulverter med dårlig kapasitet og i dårlig forfatning, samt flere steder hvor bekken eroderer inn mot bygninger. Bekkeløpet bar også preg av dårlig forvaltning, og flere steder var det store behov for opprensning.

Nedenfor er det listet opp punkter som bør utbedres. Det vises for øvrig til tegning H200: «Oversvømt areal Q200 + klima», og tegning H300: «Planlagt flomsikring»

#### 4.2.1 Kryssing av Fv. 341 «Follebuhøgda» (pr. ca. 3850)

Beregninger viser at bekken ikke har kapasitet, og at det vil flomme over ved Q200+klima.

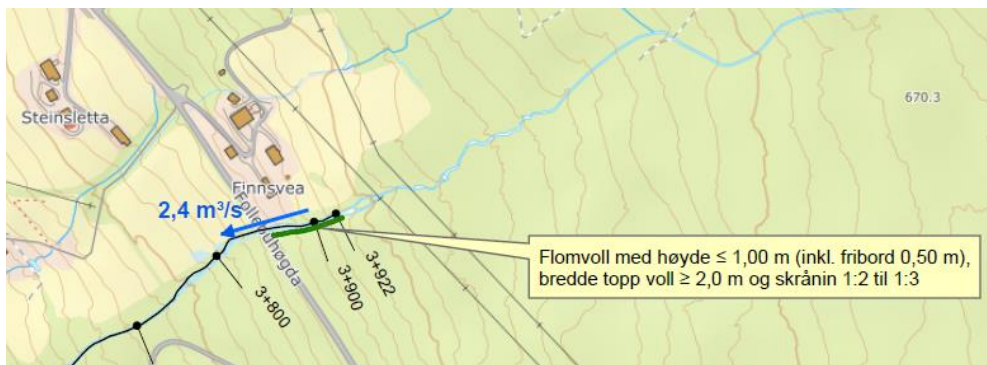
Tiltak: Etablering av flomvoll, lengde ca. 50 m.



Bilde 4-1 Utsnitt fra tegning H200



Bilde 4-2 Bilde tatt motstrøms



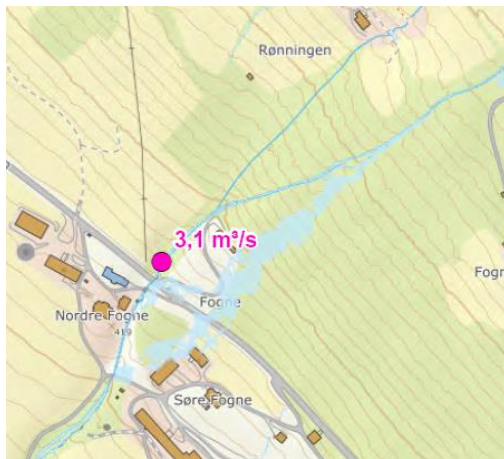
Bilde 4-3 Utsnitt fra tegning H300

#### 4.2.2 Profil ca. 3450 – 3650.

Her er det etablert en flomvoll på eget initiativ, styrke usikker.

Beregninger viser at bekken ikke har kapasitet, og at det vil flomme over ved Q200+klime.

Tiltak: Etablering av flomvoll, lengde ca. 50 m.



Bilde 4-4 Utsnitt fra tegning H200



Bilde 4-5 Bilde tatt medstrøms



Bilde 4-6 Utsnitt fra tegning H300



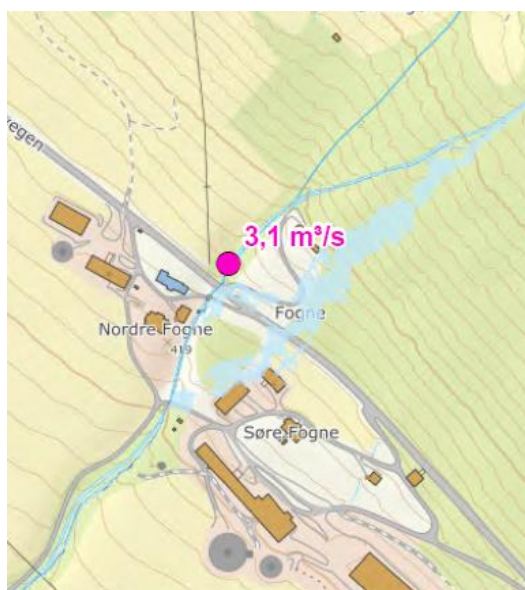
### 4.2.3 Kryssing av Fv. 318 «Øverbygdsvegen» (pr. ca. 3270)

Problemområde da bekken stuper bratt ned til denne kryssingen, og befaringsviser 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.

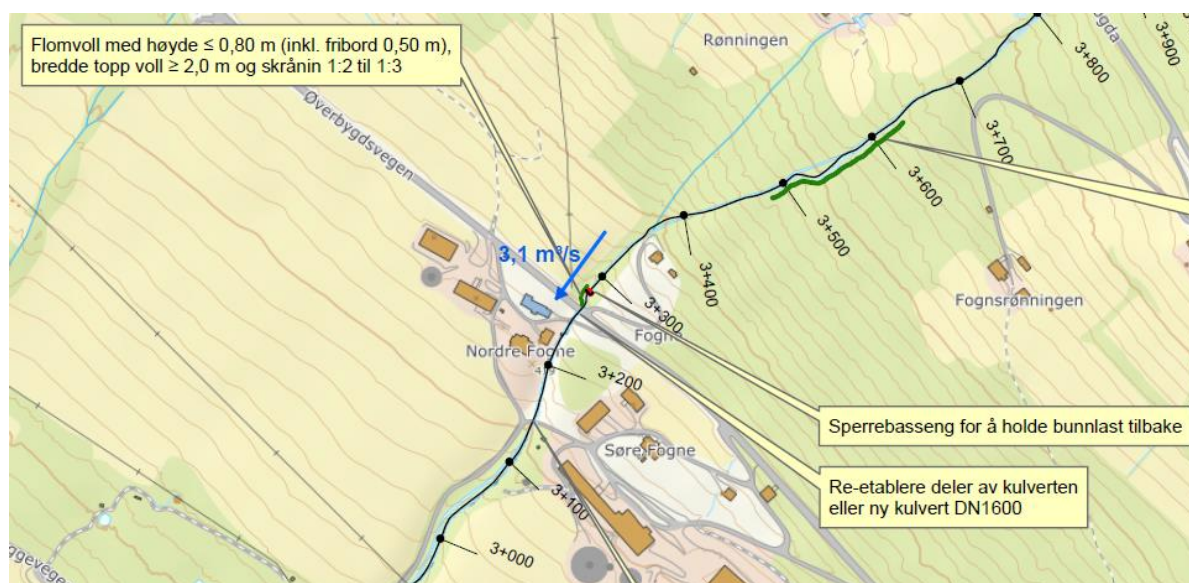
Hensikten med massebassenget er å redusere hastigheten på vannet og massene. Ved redusert hastighet sedimenteres det groveste materialet og holdes tilbake i bassenget.



Bilde 4-7 Utsnitt fra tegning H200



Bilde 4-8 Tatt ved innløp kulvert

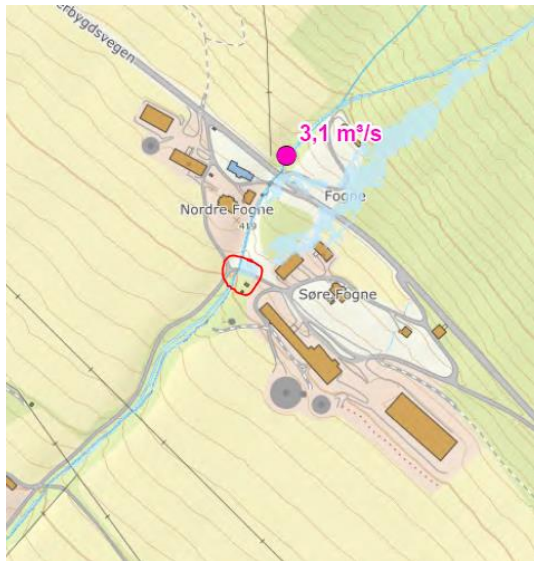


Bilde 4-9 Utsnitt fra tegning H300

**4.2.4 Profil ca. 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.

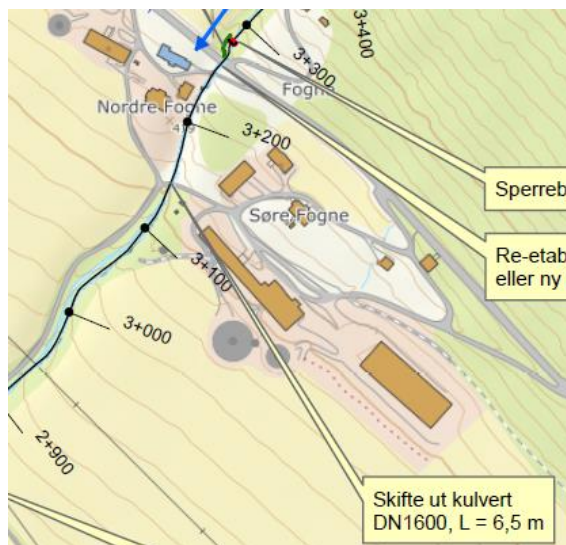
Tiltak: Etablere ny DN1600 stikkrenne med hydraulisk riktig innløp. Problemene med masselagring antas minsket når det er etablert massebasseng ved Fv. 318.



**Bilde 4-10 Utsnitt fra tegning H200**



**Bilde 4-11 Tatt ved innløp**



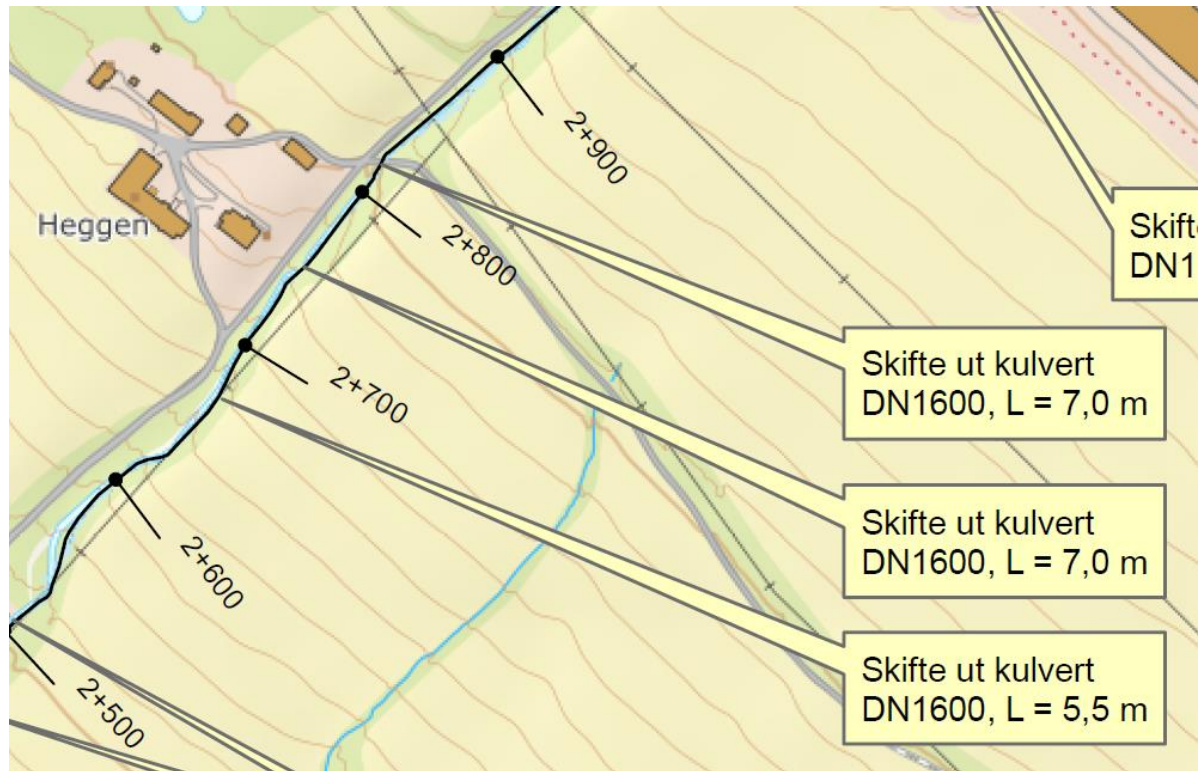
**Bilde 4-12 Utsnitt fra tegning H300**



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

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

Tiltak: Skiftes til nye stikkrenne med DN1600



Bilde 4-13 Utsnitt fra tegning H300

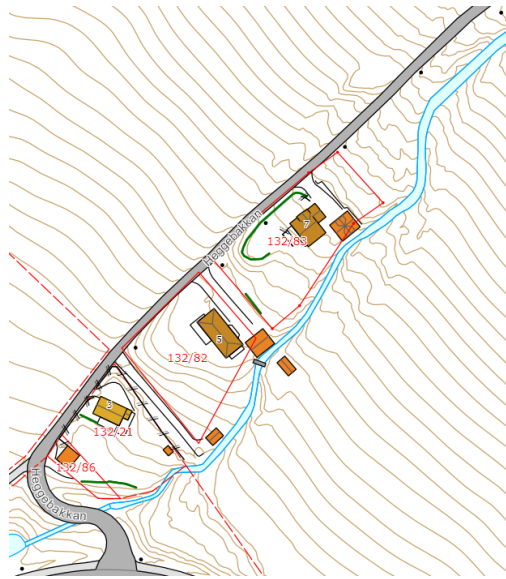


#### 4.2.6 Plastring langs eiendommer

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



Bilde 4-14 Utsnitt fra glokart.no



Bilde 4-15 Heggebakken 7



Bilde 4-16 Heggebakken 5

#### 4.2.7 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.



Bilde 4-17 Finna ned mot Follebu sentrum



#### 4.2.8 Utløp nedstrøms Fv. 255

Finna krysser Fv. 255 gjennom Follebu sentrum i en DN 1600 stikkrenne. Denne er beregnet til å ha tilstrekkelig kapasitet, men utformingen nedstrøms fylkesvegen er ikke hydraulisk god. Denne må reetableres slik at den ikke hindrer vannet og medfører oppstuvning.



Bilde 4-18 Utløp DN1600 gjennom Fv. 255



#### 4.2.9 Profil ca. 1780

Eksisterende kulvert ved profil ca. 1780 er i dårlig forfatning og har dårlig kapasitet.

Tiltak: Erstatte eksisterende kulvert med ny DN1600 stikkrenne.



Bilde 4-19 Utsnitt fra tegning H300



Bilde 4-20 Eksisterende kulvert ved pr. 1780

**4.2.10 Profil ca. 1740 - 1680**

Eksisterende bekkelukking ved profil 1740-1680 er DN1200.

Denne bør byttes ut til DN1600, eventuelt etablere åpen kanal med dybde 1,5 m og skråning 2:1



Bilde 4-21 Utsnitt fra tegning H300



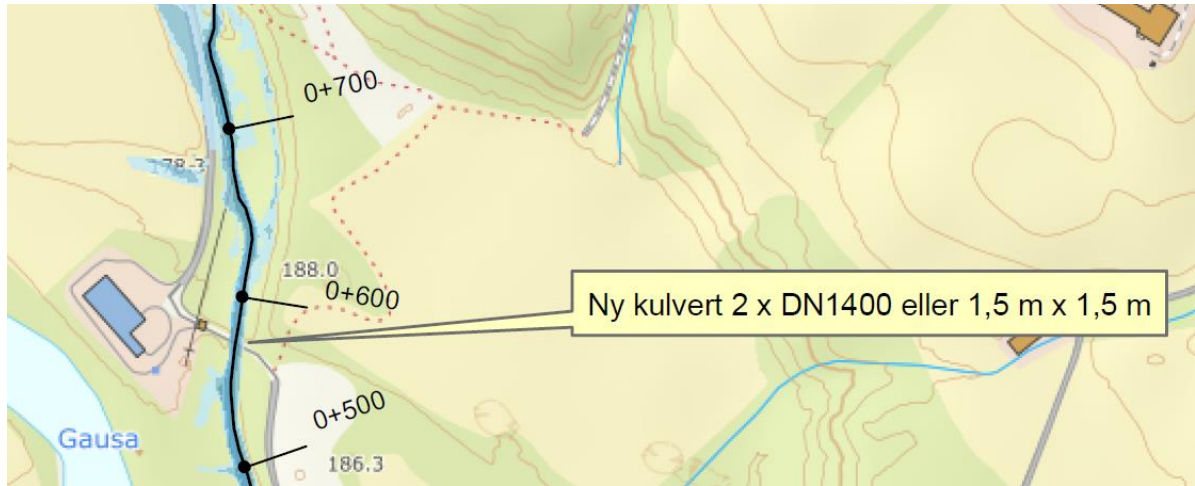


**Bilde 4-22 Innløp eksisterende bekkelukking**

#### **4.2.11 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.

Foreslår at det etableres en kulvert med dimensjone 1,5m x 1,5m, alternativt 2 stikkrenner ned DN1400.



Bilde 4-23 Utsnitt fra tegning H300



## 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 samløp 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 etter at 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 fuktighetskrevede 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.

## 5.3 Forholdet til damsikkerhetsforskriften

Sperredammen for fordrøyningsanlegget på Kvernbekkmýra er planlagt som en jorddam med lengde ca. 630 m og maks høyde ca. 4 m. Sperredammens krone får en bredde på 4 m, slik at det vil kunne anlegges en 3 m bred veg på toppen til kjøring for vedlikehold og kontroll.

Helningen på damskråningene settes foreløpig til 1:3 både på vann- og luftsiden. Det er ikke utelukket at stabilitetsberegninger kan medføre at skråningene må bygges med mindre helning. Det foreligger til nå ingen utsagn og grunnforhold basert på boringer eller andre kilder.

Byggemåten som foreslås er robust, teknisk relativt enkel og rimelig. Den nøyaktige oppbyggingen av dammen bør imidlertid fastlegges i den videre detaljplanleggingen.

### Klassifisering

Anleggets bruddkonsekvensklasse avgjøres ut fra konsekvenser ved et eventuelt dambrudd. Forskrift for sikkerhet ved vassdragsanlegg (damsikkerhetsforskriften) definerer regler for plassering av damanlegg i en av fem bruddkonsekvensklasser. Klassene gir deretter føringer for hvilke krav som stilles til sikkerhet ved bygging og drift av dammen.

Konsekvensklasse 0 omfatter anlegg med ubetydelige bruddkonsekvenser, mens anlegg som ved brudd, svikt eller feilfunksjon kan medføre fare for skade på mennesker, miljø og eiendom, skal klassifiseres i konsekvensklasse 1 til 4 (§4-1). Anlegg i bruddkonsekvensklasse 0 omfattes som så enkle og oversiktlige at NVE ikke legger føringer for godkjenning, dimensjonering, drift og vedlikehold. Det sikkerhetsmessige ansvaret for slike anlegg legges i sin helhet til kommunen.

For alle dammer krever NVE at det fremmes forslag om klassifisering. Generelt gjelder at dammer som ikke er høyere enn 2,0 meter og ikke demmer opp et magasinivolum større enn 10.000 m<sup>3</sup> automatisk kan plasseres i klasse 0. Dette betinger selvsagt at et dambrudd ikke har åpenbare konsekvenser for liv og helse samt viktige samfunnsverdier.

Fordrøyningsmagasinet på Kvernbekkmyra tilfredstiller ikke disse kravene. Dermed ansees ikke anlegget som automatisk uklassifisert.

En grundig vurdering av bruddkonsekvenser som grunnlag for klassifisering vil bli gjort i forbindelse med detaljprosjekteringen.

## 6. VIRKNINGER

### 6.1 Hydrauliske forhold

Det gir mindre fare for flomskader når det blir etablert et fordrøyningsmagasin på Kvernbekkmyra. Fordrøyningsmagasinet vil dempe de store flomtoppene, og sikre at det ikke tilføres mer vann i bekken enn bekken kan håndtere.

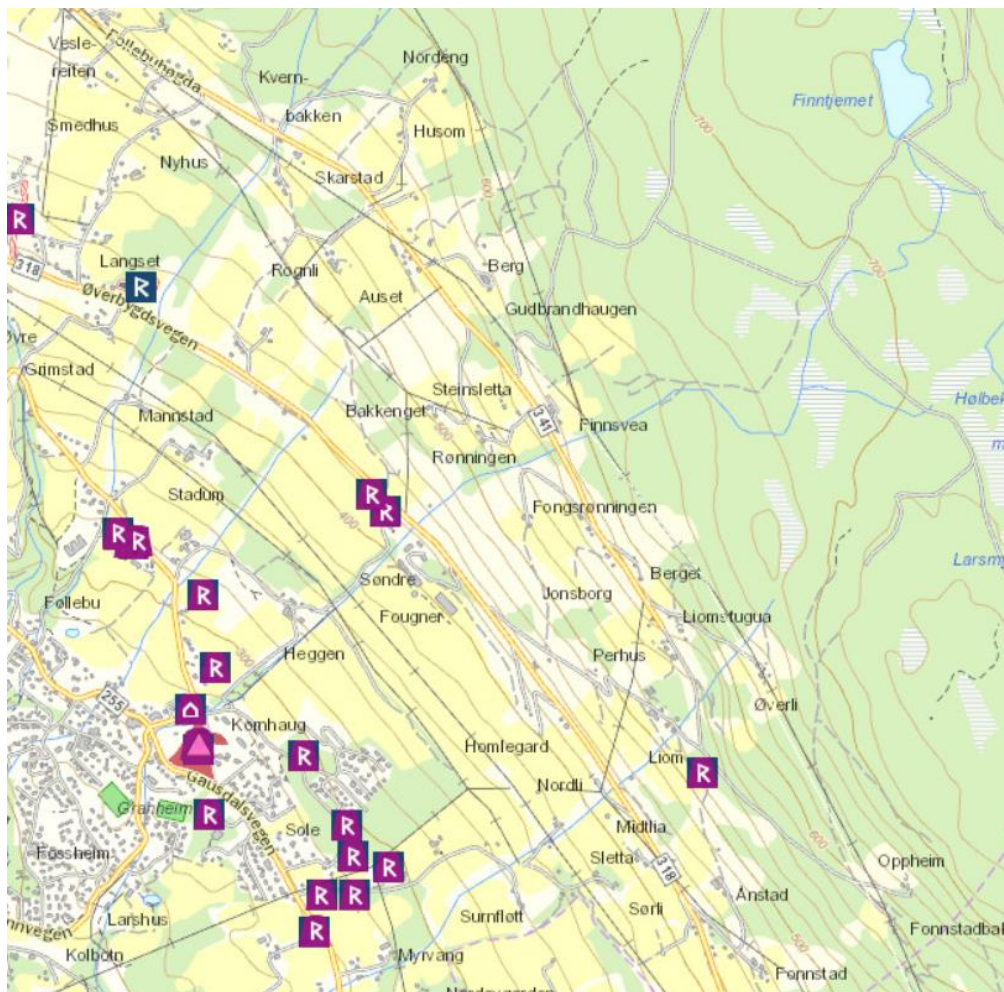
### 6.2 Kulturminner

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 er det registrert en kokegrop og Måklaust.

Follebu meieri ligger på andre siden av vegen Holsbakkan, mens Kornhaug ligger sør for tiltaket.



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 registret 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

Delområde	Totalsum
1. Riggkostnader	kr 1 671 790,00
2. Jordarbeider	kr 6 206 000,00
3. Betongarbeider	kr 930 000,00
4. Veiarbeid	kr 482 400,00
5. Sikringsarbeider	kr 6 850 000,00
6. Tiltak i Finna	kr 2 249 500,00
<hr/>	
<b>Sum</b>	<b>kr 18 389 690,00</b>
Uforutsette utgifter ca. 20%	kr 3 678 000,00
<hr/>	
<b>Sum</b>	<b>kr 22 067 690,00</b>
Planleggingskostnader ca. 10%	kr 2 206 769,00
<hr/>	
<b>Samlet beløp netto</b>	<b>kr 24 274 459,00</b>
Merverdiavgift (25 %)	kr 6 068 614,75
<hr/>	
<b>Samlet beløp brutto</b>	<b>kr 30 343 073,75</b>

### Flomsikring

	Enhet	Mengde	Pris	Sum
<b>1. Riggkostnader</b>				
1.1 Riggkostnader	RS	1	1 671 790	1 671 790
<b>Sum delprosess 1</b>				<b>1 671 790</b>
<b>2. Jordarbeider</b>				
2.1 Rydding av anleggsområde med felling av trær inkl. deponi	m <sup>2</sup>	12000	75	900 000
2.2 Utgraving for flomoverløp	m <sup>3</sup>	3500	100	350 000
2.3 Komprimering av undergrunnen	m <sup>2</sup>	8450	25	211 250
2.4 Damfylling	m <sup>3</sup>	12500	330	4 125 000
2.5 Utgraving av grunnflaten til dammen	m <sup>2</sup>	12000	45	540 000
2.6 Uttak for energidreper	m <sup>3</sup>	25	220	5 500
2.7 Fylling for utløp flomoverløp	m <sup>3</sup>	225	330	74 250
<b>Sum delprosess 2</b>				<b>6 206 000</b>
<b>3. Betongarbeider</b>				
3.1 Innløpsbyggverk inkl. rist og bjelkestengsel	RS	1	250 000	250 000
3.2 Rørledning DN 800	m	50	1 600	80 000
3.3 Kum for regulering av vannføringer	RS	1	600 000	600 000
<b>Sum delprosess 3</b>				<b>930 000</b>
<b>4. Veiarbeid</b>				
4.1 Forsterkningslag vegfylling på dam, d = 42 cm	m <sup>2</sup>	1800	150	270 000
4.2 Bærelag, d = 8 cm	m <sup>2</sup>	1800	55	99 000
4.3 Omlegging vei	m <sup>2</sup>	420	270	113 400



**Sum delprosess 4 482 400**

## 5. Sikringsarbeider

5.1 Spuntvegg	m <sup>2</sup>	2600	1 500	3 900 000
5.2 Plastring av flomløp	m <sup>2</sup>	200	1 200	240 000
5.3 Bygging av sikringssteiner i betong, diameter 50 - 80 cm	m <sup>2</sup>	600	1 500	900 000
5.4 Bygging av sikringssteiner på filterlaget, diameter 50 - 80 cm	m <sup>2</sup>	1000	1 000	1 000 000
5.4 Skråningssikring	m <sup>2</sup>	750	800	600 000
5.5 Sikringssteiner for utløp flomoverløp, diameter 50 - 80 cm	m <sup>2</sup>	200	800	160 000
5.6 Energidreper	m <sup>2</sup>	50	1 000	50 000

**Sum delprosess 5 6 850 000**

## 6. Tiltak i Finna

6.1 Etablering av flomvoll	m	270	2 000	540 000
6.2 Massebasseng ved Øverbygdsvegen	stk	1	75 000	75 000
6.3 Stikkrenne DN1600	m	81	4 000	324 000
6.4 Plastring	m	150	800	120 000
6.5 Hydraulisk justering utløp Gausdalsvegen	stk	1	40 000	40 000
6.6 Kulvert 1,5m * 1,5m	m	5	10 000	50 000
6.7 Bekkeinntak DN1600	stk	6	20 000	120 000
6.8 Rensk av bekkeløp	m	3922	250	980 500

**Sum delprosess 6 2 249 500**

## 8. KART OG TEGNINGER

Se vedlegg 4

Tegninger ihht. tegningsliste

Tegning nr.	Betegnelse	Målestokk
NA 100	Nedbørfelt Finna	1 : 10 000
H 100	Oversvømt areal Q200+klima nåtilstand	1 : 5 000
H 200	Oversvømt areal Q200+klima nåtilstand med fordrøyningsmagasin Kvernbekkmyra ( $Q_{ut} = 1,3\text{m}^3/\text{s}$ )	1 : 5 000
H 300	Oversvømt areal Q200+klima nåtilstand med fordrøyningsmagasin Kvernbekkmyra ( $Q_{ut} = 1,3\text{m}^3/\text{s}$ ) og planlagt flomsikring	1 : 5000
V20	Oversiktskart vannoverflater for forskjellige gjentaksintervall	1 : 1 000
V21	Oversiktskart vannoverflater Q200 med oppstuvingstid	1 : 1 000
V40	Oversiktskart dam	1 : 1 000
V50	Lengdeprofil dam	1 : 500 / 100
V60	Lengdeprofil flomoverløp	1 : 100
V61	Tverrsnitt	1 : 100