

Flomsikring Bismo

Hydrauliske beregninger og planlegging av sikringstiltak mot skadeflom

09.04.2021

Oppdragsgiver: NVE Region Øst
Vangsveien 73
2307 Hamar

Forfatter: Dr. Blasy - Dr. Øverland
Beratende Ingenieure GmbH & Co. KG
Moosstraße 3 82279 Eching am Ammersee
☎ 08143 / 997 100 info@blasy-overland.de
🌐 08143 / 997 150 www.blasy-overland.de

ea-NVE012.110/mue/vo/ki

Dokumentoversikt

Prosjektbeskrivelse

Vedlegg 1: Hydrauliske beregninger

Vedlegg 2: Grunnundersøkelser rapport GeoStrøm AS

Vedlegg 3: Beregninger dreneringsvann

Vedlegg 4: Kostnadsestimat

Vedlegg 5: Tegninger

Prosjektbeskrivelse

1.	Prosjektansvarlig.....	1
2.	Prosjektets bakgrunn og formål	1
3.	Beregning av oversvømte områder	2
3.1	Undersøkt område	2
3.2	Hydrologiske grunnlagsdata	3
3.3	Beregning av oversvømt område, resultater	3
4.	Flomsikringskonsept.....	4
4.1	Generelle forhold	4
4.2	Geologiske forhold.....	5
4.3	Eksisterende flomvoll.....	5
4.4	Bygningsmessig flomsikring.....	6
4.4.1	Flomvoller	6
4.4.2	Flomsikringsvegg.....	10
4.4.3	Vei på toppen av flomvollen	11
4.5	Drenering av flomsikret område	11
4.5.1	Overvann	11
4.5.2	Lekkasje- og dreneringsvann ved flom.....	14
4.5.3	Dimensjonering av pumpeanlegg for drenering av flomsikrede områder	15
5.	Kostnadsestimat.....	16
6.	Sammendrag og videre fremdrift.....	17

1. Prosjektansvarlig

Prosjektansvarlig er: NVE Region Øst
Vangsveien 73
2307 Hamar

2. Prosjektets bakgrunn og formål

14. og 15. oktober 2018 var det flom i Ottaelva. Kombinasjonen av intens nedbør og stor vannføring som følge av sterk snø- og bresmelting førte til at vannstanden i Otta steg, elva gikk over sine bredder og medførte store skader i området. Bismo i Skjåk kommune ble spesielt hardt rammet av flommen. Næringsbygg og boliger på bredden av Ottaelva ble oversvømt. For det lille stedet fikk flomhendelsen store samfunnsmessige og økonomiske følger. Enkelte bygninger måtte evakueres og noen beboere kunne først flytte hjem igjen etter et halvt år. Dessuten vil ikke nye virksomheter etablere seg i Bismo før næringsområdet er sikret med egnede flomsikringstiltak og ikke lenger befinner seg i området som oversvømmes ved flom.



Figur 2.1: Flom i oktober 2018 i sørøstre del av Bismo (fra „Vannlinjeberegning for Ottaelva ved Bismo“, Norconsult AS, 2019)

En forutsetning for prosjektering av egnet flomsikring er kunnskap om flomfaren. Målet med den foreliggende analysen er å beskrive eksisterende flomrisiko samt å utvikle egnede og hensiktsmessige flomsikringstiltak for å forhindre at bebygde områder oversvømmes. På

grunnlag av nåtilstand blir det gjennomført beregninger for planlagt tilstand. Det skal skje i følgende skritt:

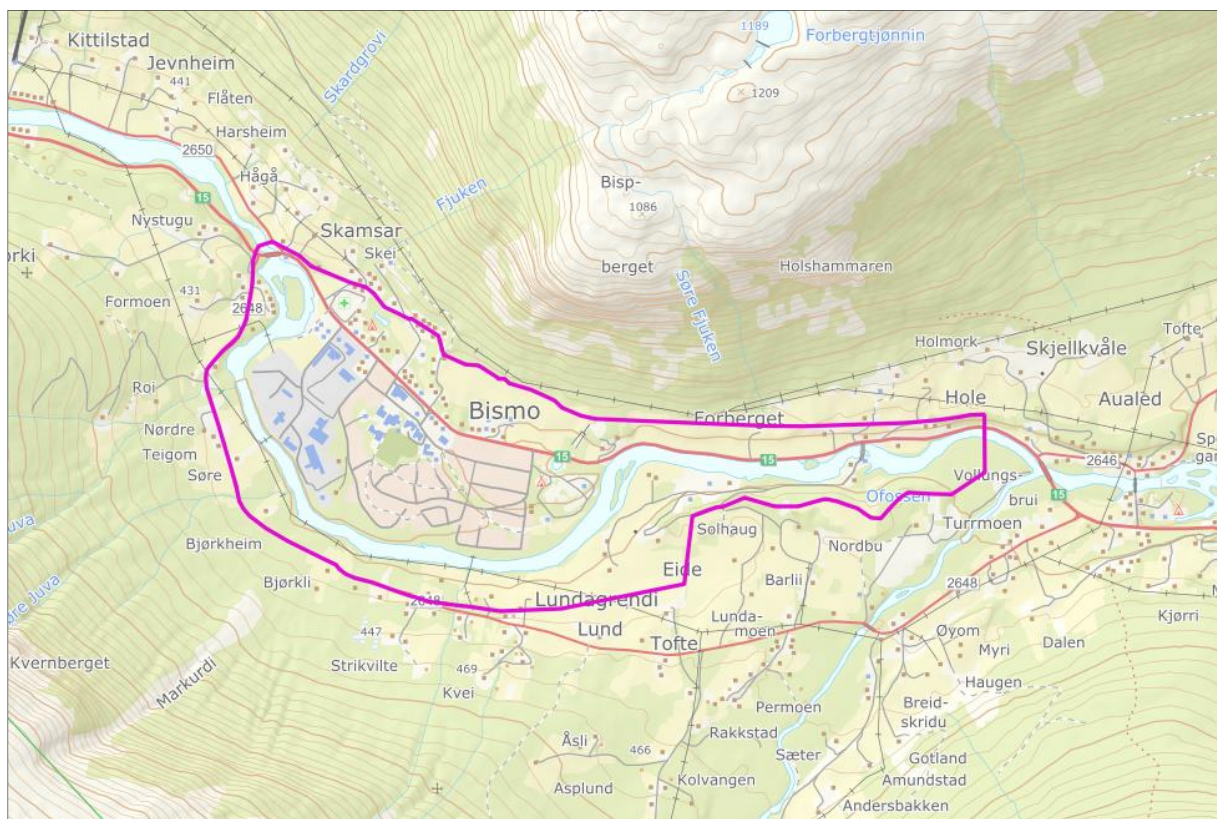
- For å beregne vannstander i nåtilstand settes det opp en 2-dimensjonal hydraulisk modell for Bismo basert på aktuelle oppmålingsdata.
- Vannstanden ved flom i Otta ligger så høyt at store deler av Bismo oversvømmes. Derfor skal det utvikles et sikringskonsept for å forhindre oversvømmelser for en 200-års flom inklusive 20 % klimapåslag. Det skal synliggjøres ved hydrauliske beregninger for planlagt tilstand.

3. Beregning av oversvømte områder

3.1 Undersøkt område

Bismo er et lite sted i Skjåk kommune nordvest i Innlandet fylke. Stedet ligger på nordsiden av Ottaelva, som her renner fra vest mot øst i en stor bue mot sør rundt bebyggelsen.

Det undersøkte området tilsvarer samme område som ble modellert av Norconsult AS i deres hydrauliske sakkyndiguttalelse fra 2019¹. Området omfatter elveavsnittet mellom Skamsar bru og sør for Ofossen (jf. Figur 3.1). Det undersøkte området har et areal på ca. 3,2 km². Bismo ligger på ca. 400 moh.



Figur 3.1: Undersøkt område (kilde: Norgeskart) med modellområde (fiolett)

¹ „ Vannlinjeberegning for Ottaelva ved Bismo“, Norconsult AS, Sandvika 17.09.2019

3.2 Hydrologiske grunnlagsdata

Vannføringen i Ottaelva er hentet fra den hydrauliske sakkyndiguttalelsen fra Norconsult AS. Flomstørrelser er beregnet ved frekvensanalyse av vannføringsmålerrekken fra NVE ved vannmerket Ofossen nedstrøms Bismo. Tabell 3.1 viser beregnede ekstremverdier for vannføring:

Tabell 3.1: Ekstremvannføring ved vannmerket Ofossen

Q200 [m ³ /s]	Q1000 [m ³ /s]	Q200 inkl. klima (20%) [m ³ /s]
882	1050	1059

Bismo befinner seg i den delen av det tidligere Oppland fylke hvor det forventes høyere flomvannføring som følge av økende fremtidig nedbør mot år 2100². Derfor vil det i undersøkelsen bli benyttet en flom Q200 med klimapåslag 20 % som dimensjonerende flom. Ved vannmerket Ofossen tilsvarer det en vannføring på 1059 m³/s. Q200 med 20 % klimapåslag tilsvarer omtrent Q1000 som med eksisterende datasett er beregnet til 1050 m³/s.

3.3 Beregning av oversvømt område, resultater

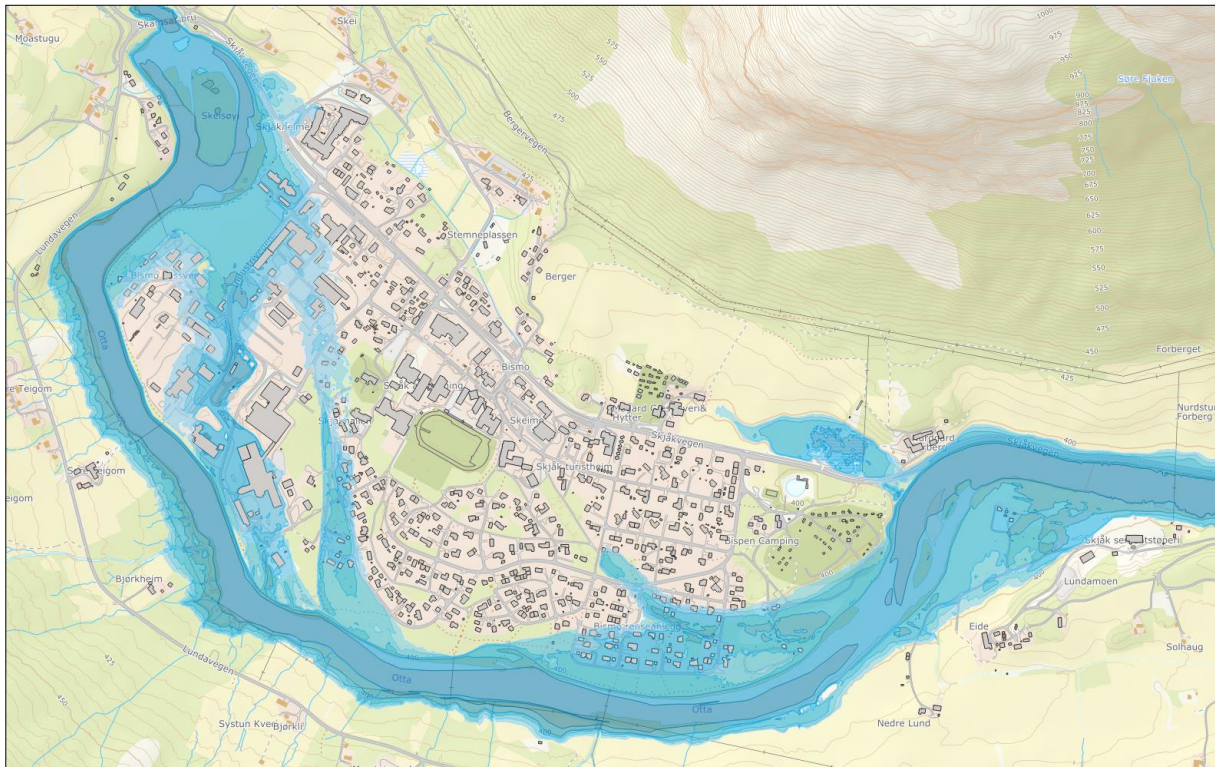
For at art og omfang av nødvendige flomsikringstiltak skal kunne prosjekteres, må beliggenhet og utstrekning av oversvømte områder være kjent. Oversvømte områder beregnes i den foreliggende undersøkelsen med den todimensjonale hydrauliske modellen Hydro_as-2d. Modellen som er brukt, er inngående beskrevet i vedlegg 1. I det følgende vil det bli gitt en omtale av de viktigste resultatene av de hydrauliske undersøkelsene:

Resultatet av de hydrauliske beregningene for overvannsmodellen vises i form av vanndybder på kart V40 i vedlegg 5. I undersøkelsen er det maksimal vannstand som er utslagsgivende. Resultatet av beregningene for planlagt tilstand er vist på kart V41.

Den hydrauliske simuleringen av Q200 med 20 % klimapåslag viser at Ottaelva i nåtilstand går over sine bredder på flere steder og rammer et betydelig antall bygninger, særlig i næringsområdet i vest og boligområdene i søndre del av området (jf. Figur 3.2).

Deretter modelleres sikringstiltak på elvebredden med utgangspunkt i denne beregningen. Beregningen definerer hvilke vannstander som skal danne grunnlaget for høyden på sikringstiltakene. De planlagte flomsikringstiltakene skal beskytte bebygde områder fullstendig mot flom. Det skal dokumenteres ved hydrauliske beregninger av planlagt tilstand.

² „ Klimaprofil Oppland“, Norsk klimaservicesenter september 2016 - oppdatert juli 2017



Figur 3.2: Oversvømte områder i nåtilstand (kilde: Norgeskart)

4. Flomsikringskonsept

4.1 Generelle forhold

Det anses nødvendig med en kombinasjon av forskjellige tiltak for å beskytte bebyggelsen i Bismo mot oversvømmelser på en effektiv måte. Tiltakene vil i det følgende bli gjennomgått og vurdert på grunnlag av lokale forhold og forutsetninger:

- **Bygningsmessige flomsikringstiltak**

Elvebredden av Otta oversvømmes enkelte steder ved flom Q200 med 20 % klimapåslag. For å forhindre det og sikre de bebygde områdene i Bismo i fremtiden, skal det bygges flomvoller og en flomsikringsvegg.

- **Drenering av flomsikret område:**

Overvann i Bismo dreneres hovedsakelig ved infiltrasjon i grunnen. Overvann som ikke siger ned i grunnen, drenerer ut i Ottaelva via to overvannsledninger. Overvannsledningene skal bygges om slik at nedbør kan ledes trygt bort i flomtilfelle og slik at det forhindres at bebygde områder oversvømmes.

Ved dimensjonerende flom må det påregnes, på luftsiden av den prosjekterte flomsikringen, at elvevann infiltrerer i grunnen, slik at grunnvannstanden stiger på luftsiden. Det kan medføre at det i de flomsikrede områdene renner inn grunnvann på overflaten (lekkasjevann). På luftsiden av den prosjekterte flomsikringen er det derfor planlagt drensledninger for å samle opp lekkasjevannet og lede det bort til et

pumpeanlegg. Det skal bygges nye pumpeanlegg, som dimensjoneres slik at også lekkasjevann kan pumpes bort ved flom.

Art og omfang av de planlagte tiltakene er beskrevet i de følgende kapitlene.

4.2 Geologiske forhold

Til revidering av flomsikringskonseptet er det foretatt grunnundersøkelser gjennomført av ingeniørkontoret GeoStrøm AS i oktober og november 2020. Nærmere detaljer er å finne i rapporten 2623-R1 i vedlegg 2. I undersøkelsen ble det i flomsikringsområdet foretatt 13 totalsonderinger og tre pumpeforsøk. I tillegg ble det tatt til sammen 40 prøver fra 13 borepunkter, disse ble deretter laboratorieundersøkt mht. kornfordelingen. Resultatet av totalsonderinger, boreprøver og kornfordelingsanalyser fra GeoStrøm AS gjør det mulig å vurdere grunnforholdene med en nøyaktighet som er tilstrekkelig for å revidere flomsikringskonseptet.

I det følgende vil det bli gitt et kort sammendrag av resultatene fra grunnundersøkelsen. Det er også benyttet andre grunnundersøkelser, som ble gjennomført mellom 1974 og 1994 under byggingen av vannverkets drikkevannsbrønner.

De fleste undersøkelsene i rapporten fra GeoStrøm AS har en boreddybde på inntil 6 m under bakken. Det er også foretatt enkelte boringer med større dybde (9 m under bakken). Boringene i grunnundersøkelsen for byggingen av vannverkets brønner har en total boreddybde på inntil 14,5 m.

Generelt er det ved alle prøveboringene funnet grus- eller sandjord med overveiende liten andel finkornet materiale. Permeabilitetskoeffisientene ligger i området mellom $1,4 \cdot 10^{-3}$ og $1,2 \cdot 10^{-5}$ m/s. I dypere sjikt (hovedsakelig fra dybder på 5 m) er det sandig silt med permeabilitet $k_f = 6,1 \cdot 10^{-5}$ til $4,1 \cdot 10^{-7}$ m/s. Enkelte steder ble det også i sjiktet 1 til 2 m under bakken funnet sandig silt med permeabilitetskoeffisienter på $k_f = 1,6 \cdot 10^{-6}$ til $4,6 \cdot 10^{-7}$ m/s. Grunnundersøkelsen fra byggingen av vannverkets brønner viser at det er fjell fra en dybde på 11 m. Permeabilitetskoeffisientene for de forskjellige jordsjiktene er bestemt matematisk på grunnlag av kornfordelingen fra laboratorieundersøkelsen.

Pumpeforsøk ved de 3 brønnene som Geostrøm AS satte opp, viste permeabiliteter fra 1,9 til $6,6 \cdot 10^{-5}$ m/s for grunnvannsførende jordlag. Beliggenheten av boringer og pumpebrønner gjennomført av GeoStrøm AS fremgår av kart V41.

For endelig dimensjonering av flomsikringstiltakene er den tilgjengelige kunnskapen om grunnforhold vurdert tilstrekkelig. Derfor er det vurdert ikke nødvendig med ytterligere grunnundersøkelser for detaljplanleggingen.

4.3 Eksisterende flomvoll

Etter flomhendelsen i oktober 2018 ble det bygget provisoriske flomvoller av avlagret materiale vest for næringsområdet og i sør langs Blåbærmyra. Disse flomvollene gir med sin utforming og lengde ikke tilstrekkelig flomsikring for bebygde områder i Bismo.

Den provisoriske flomvollen i vest har en lengde på ca. 450 m og volum ca. 1400 m³, den i sør en lengde på ca. 500 m og volum ca. 2600 m³.

Massen i de provisoriske flomvollene skal benyttes ved byggingen av den nye flomsikringen. De ca. 4000 m³ masse skal graves ut og mellomlagres der de nye flomsikringstiltakene skal bygges, og inngår som byggemateriale i de nye flomvollene.

4.4 Bygningsmessig flomsikring

Som beskrevet i rapporten om de hydrauliske beregningene (vedlegg 1), vil flommen (Q200 inkl. 20 % klimapåslag) i Ottaelva gå over venstre bredd og føre til oversvømmelser i Bismo. Målet med de planlagte tiltakene er å forhindre oversvømmelse av bebygde områder og næringsområder ved fremtidige flomhendelser. For å oppnå det skal det bygges flomvoller og en flomsikringsvegg over en lengde på til sammen ca. 2550 m, slik at dimensjonerende flom holdes innenfor elveleiet eller oversvømmer tilgrensende områder uten bebyggelse. Høyden på sikringstiltakene fastlegges basert på de hydrauliske beregningene slik at oversvømmelser skal unngås. Som ekstra sikkerhet benyttes det også et fribord på 50 cm.

Flomvoller medfører lavere kostnader enn flomvegger og er lettere å utforme slik at de passer inn i terrenget på stedet. I Bismo er det stort sett god plass, og det skal i størst mulig grad bygges flomvoller. I området ved vannverket er det trangere forhold pga. drikkevannsbrønnene og her er det derfor prosjektert en flomsikringsvegg som beskyttelse mot dimensjonerende flomhendelse. Flomsikringstiltakene ved Ottaelva kan deles inn i 3 avsnitt (vestre, midtre og østre). Kart V41 viser plasseringen av flomsikringstiltakene. De prosjekterte tiltakene er vist i kart V41, lengdesnitt V50 og tverrsnitt V60 til V62.

4.4.1 Flomvoller

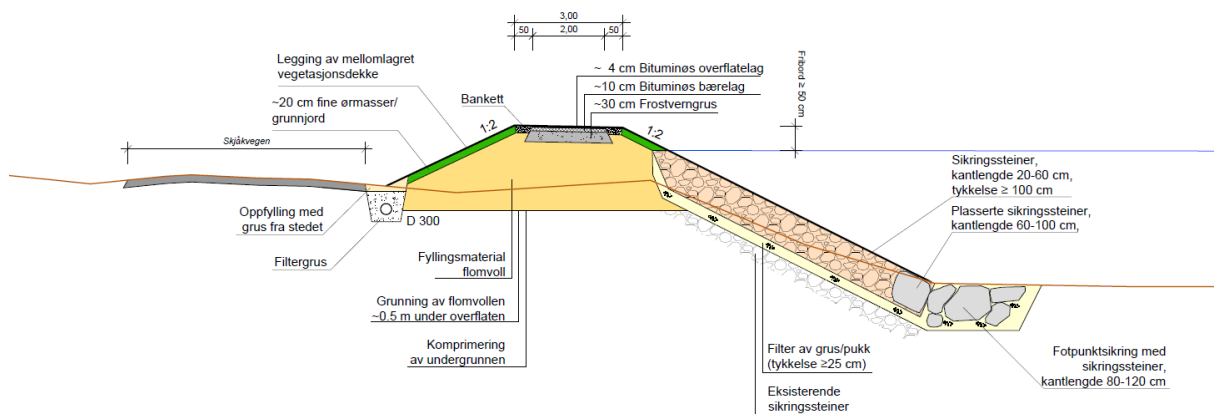
I vestre avsnitt av flomsikringen (profil 0+010 til profil 0+932) skal det bygges en flomvoll. Ved vannverket mellom profil 0+783 og profil 0+832 erstattes flomvollen av en flomsikringsvegg (se kart V41).

Før fyllingsmaterialet bygges inn i flomvollen, må det øvre jordsjiktet fjernes på flomvollens kontaktflate. Dessuten skal det fjernes lag med lav bæreevne ned til en dybde på ca. 0,5 m. Når flomvollens kontaktflate er preparert på denne måten, skal den planeres og komprimeres før fyllingsmaterialet bygges inn.

På grunn av den relativt lave høyden på flomvollene og de sjeldne oppdemningstilfellene kan flomvollen bygges som homogen jorddemning av jordarter som har lav vannpermeabilitet. Velegnet er kompressible jordlag med vannpermeabilitetskoeffisient / kf-verdi $\leq 1 \cdot 10^{-7}$ m/s.

Overflaten av flomvollene skal så vidt mulig ligne terrenget rundt vollene. Derfor fjernes eksisterende dekklag og mellomlagres. Etter ferdigstilling av en voll legges materialet på igjen flekkevis. Dekklaget vil vokse sammen og etter hvert dekke hele skråningen.

I nordre del av det vestre flomsikringsavsnittet mellom profil 0+010 og profil 0+160 skal skråningen på vannsiden sikres med sikringsstein opp til vannstanden ved dimensjonerende flom. På grunn av plassforholdene skal det både på vannsiden og luftsiden være en skråningshelning på 1:2. Mellomrommene mellom sikringssteinene blir fylt med jord. Fotpunktet sikres med stor forbyggingsstein med diameter 60 til 120 cm. Som illustrasjon på flomvollen i dette området viser Figur 4.1 tverrsnittet ved profil 0+110.



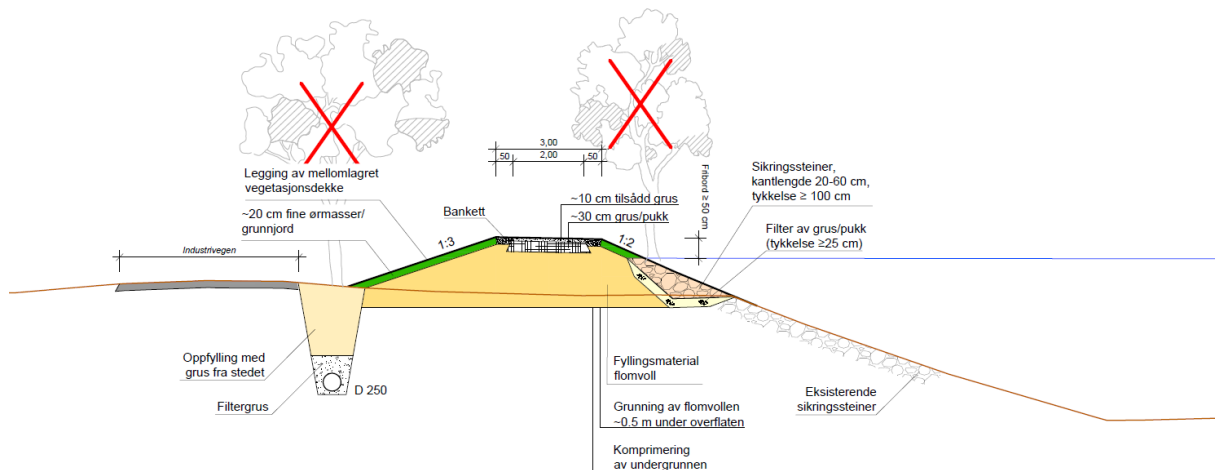
Figur 4.1: Tverrsnitt ved profil 0+110

På innsiden av vollen dekkes overflaten med det mellomlagrede vegetasjonslaget. Den maksimale vollhøyden (høyde av eksisterende terreng under vollaksen til vollkronen) er ca. 1,7 m i dette området. Ved fotpunktet på luftsiden er det prosjektert dreneringsstrenger av grus og drensledninger for å samle dreneringsvannet ved flom og lede det til pumpeanlegg 1.

Sør for stasjon 0+160 til stasjon 0+540 er det planlagt skråning på vannsiden med 20 cm tykt dekklag av fine ørmasser eller grunnjord som er soldet. Skråningene på vann- og luftsiden dekkes flekkevis med det mellomlagrede vegetasjonslaget. For ikke å svekke flomvollenes stabilitet er det ikke planlagt å plante busker eller trær. Den maksimale vollhøyden (høyde av eksisterende terreng under vollaksen til vollkronen) er ca. 2,7 m i dette området. Ved fotpunktet på luftsiden er det prosjektert en drenering som transporterer dreneringsvannet til pumpeanlegg 1. I dette området er det allerede en flomvoll av masser fra flommen i oktober 2018. Disse massene benyttes til å bygge den prosjekterte nye flomvollen. Massene fjernes i byggeperioden, mellomlagres og tilkjøres ved byggingen av flomvollen.

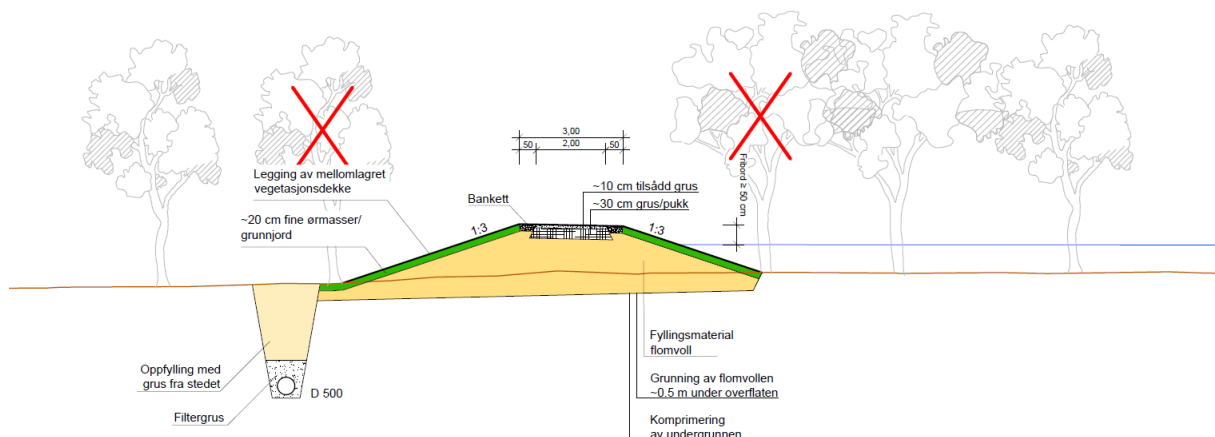
Mellom profil 0+540 og profil 0+783 dekkes skråningen på vannsiden med sikringsstein og skråningen på luftsiden med det mellomlagrede vegetasjonslaget. Den maksimale vollhøyden (høyde av eksisterende terreng under vollaksen til vollkronen) er ca. 2,4 m i dette området. I området mellom stasjon 0+832 og stasjon 0+932 er det planlagt skråning på vannsiden med et 20 cm tykt dekklag av fine ørmasser eller grunnjord som er soldet. Skråningene på luftsiden dekkes flekkevis med det mellomlagrede vegetasjonslaget. For ikke å svekke flomvollenes stabilitet er det ikke planlagt å plante busker eller trær. Den maksimale vollhøyden (høyde av eksisterende terreng under vollaksen til vollkronen) er ca. 1,3 m i dette området. Dreneringsvannet som samler seg, ledes i begge områdene til pumpeanlegg 1 med drensledninger på luftsiden.

Det midtre avsnittet av flomsikringen (profil 1+112 til profil 1+973) kan deles i tre deler. Den maksimale vollhøyden (høyde av eksisterende terreng under vollaksen til vollkronen) er ca. 3,2 m i dette området. I området midt i dette avsnittet, mellom profil 1+300 og profil 1+400, sikres skråningen på vannsiden med forbyggingstein opp til dimensjonerende vannstand. Skråningene på luftsiden dekkes flekkevis med det mellomlagrede vegetasjonslaget. På grunn av plassforholdene skal det på vannsiden være en skråningshelning på 1:2 og på luftsiden 1:3 (jf. Figur 4.2).



Figur 4.2: Tverrsnitt ved profil 1+370

I det nordre området mellom profil 1+112 og 1+300 og i det søndre mellom profil 1+400 og 1+973 er skjærspenningene i skråningen på vannsiden lavere ved dimensjonerende flom. Derfor dekkes skråningen med et 20 cm tykt dekklag av fine ørmasser eller grunnjord som er soldet. Skråningene på vann- og luftsiden dekkes flekkevis med det opprinnelige vegetasjonslaget. For ikke å svekke flomvollens stabilitet er det ikke planlagt å plante busker eller trær. Figur 4.3 viser planlagt situasjon i dette området som en illustrasjon.

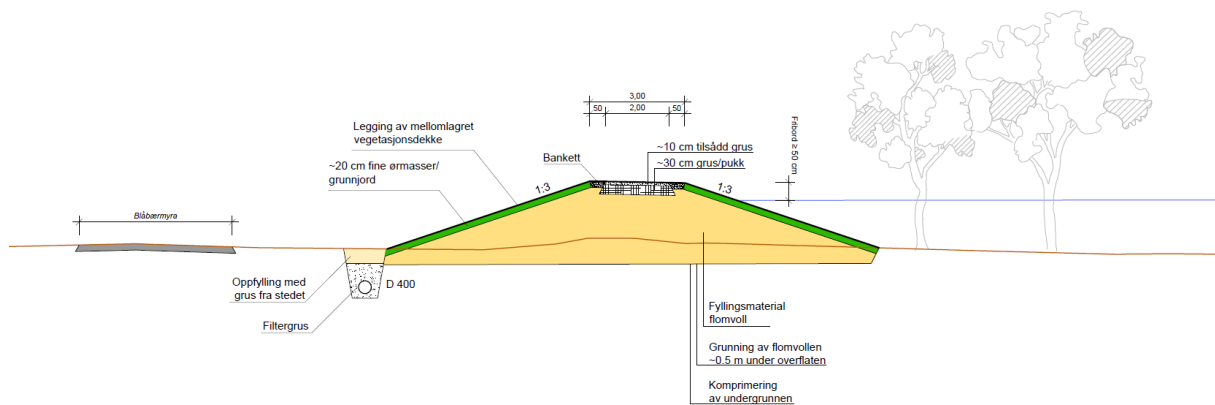


Figur 4.3: Tverrsnitt ved profil 1+730

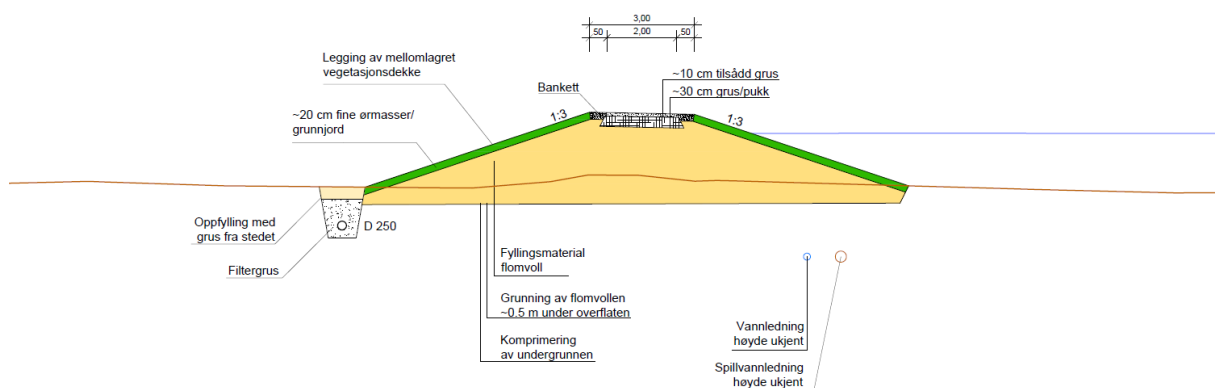
Ved flomvollens fotpunkt på luftsiden er det prosjektert grusstrenger med en drensledning for å transportere dreneringsvannet til pumpeanlegg 2. Pumpeanlegg 2 er beskrevet nærmere i kapittel 4.5.3.

På den østlige strekningen av de planlagte flomsikringstiltakene, mellom stasjon 2+216 og 2+974, dekket vollen med et 20 cm tykt dekkslag av fine ørmasser eller grunnjord som er soldet. Den maksimale vollhøyden (høyde av eksisterende terreng under vollaksen til vollkronen) er ca. 2,6 m i dette området. Skråningene på vann- og luftsiden dekket flekkevis med det opprinnelige vegetasjonslaget på hele strekningen. For ikke å svekke flomvollenes stabilitet er det ikke planlagt å plante busker eller trær.

Som et eksempel på dette avsnittet viser Figur 4.4 tverrsnittet ved profil 2+460 og Figur 4.5 tverrsnittet ved profil 2+887.



Figur 4.4: Tverrsnitt ved profil 2+460



Figur 4.5: Tverrsnitt ved profil 2+887

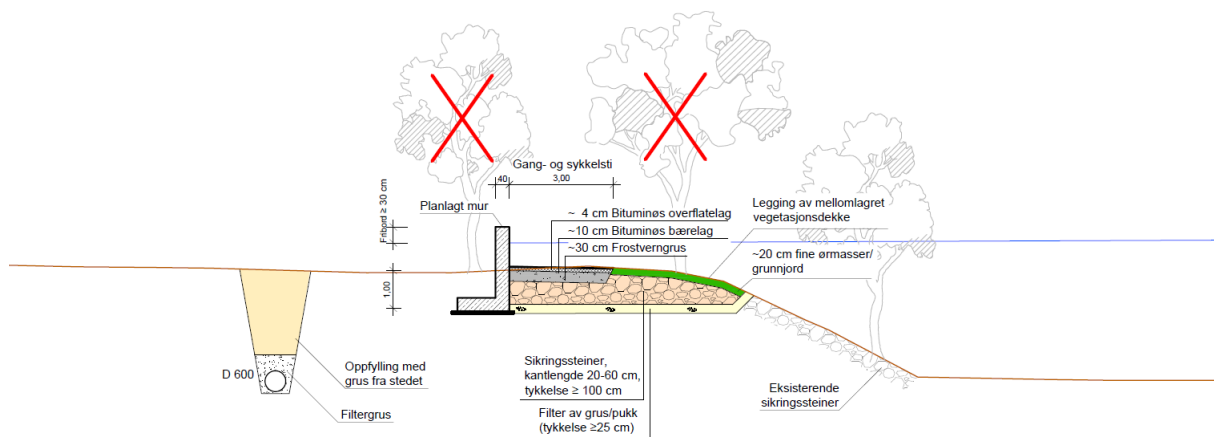
Dreneringsvannet som forventes i dette området, skal ved drensledninger transporteres til pumpeanlegg 3. Ledningene legges på luftsiden av flomvollen i en grusstreng. På stedet der flomvollen skal bygges, ligger det en spillvanns- og en drikkevannsledning; det foreligger på nåværende tidspunkt ikke data for hvilken høyde de ligger på. Plasseringen fremgår av kart V41.

I den videre planleggingen skal det kartlegges hvilke høyder eksisterende ledninger ligger på, slik at det kan tas hensyn til disse under detaljplanleggingen av drensledningen. Langs Blåbærmyra er det allerede en provisorisk flomvoll av masser som skal brukes til å bygge de planlagte nye flomsikringstiltakene.

På strekningen mellom profil 0+932 og 1+112 og mellom profil 1+973 og 2+216 ligger terrenget allerede godt over 50 cm over beregnet vannstand ved dimensjonerende flom, det vil si at det foreligger tilstrekkelig fribord i nåtilstand. Her kreves det altså ingen flomsikringstiltak, siden det ikke foreligger noen fare for oversvømmelse. Da terrenget ligger høyere enn vannstanden ved dimensjonerende flom, trenger en i dette området ikke å samle og bortlede dreneringsvann.

4.4.2 Flomsikringsvegg

Ved vannverksbrønnene er det trangt og ikke plass til å bygge noen flomvoll. Derfor skal det mellom profil 0+783 og profil 0+832 settes opp en flomsikringsvegg med lengde 49 m. Sikringsveggen bygges med fribord på minst 30 cm. Figur 4.6 viser planlagt situasjon som en illustrasjon.



Figur 4.6: Tverrsnitt ved profil 0+810

For å sikre gjennomgang for fotgjengere i flomfrie perioder skal gangstien legges på vannsiden av flomsikringsveggen. På vannsiden av stien skal skråningen sikres med forbyggingsstein. Sikringssteinene legges med et 20 cm tykt dekklag av fine ørmasser eller grunnjord som er soldet.

Innenfor flomsikringen er det planlagt grusstrenger med drensledninger, som i flomsituasjoner skal samle opp dreneringsvann og lede det til pumpeanlegget. I dette området skal pumpeanlegg 1 plasseres. Det er nærmere beskrevet i kap. 4.5.3. I den videre planleggingen skal det kartlegges hvilken høyde ledningen ligger på i nærheten av flomsikringsveggen, slik at det kan tas hensyn til denne i detaljplanleggingen.

4.4.3 Vei på toppen av flomvollen

Flomvollen skal være farbar i hele sin lengde og benyttes som gangvei. Den er prosjektert med bredde på 3 m og skal bygges med et slitelag oppå et bærende lag av puk. Det er ikke planlagt å asfaltere toppen i hele dens lengde. Mellom profil 0+010 og profil 0+250 utgjør veien på flomvollen fortsettelsen av eksisterende gang- og sykkelsti. I dette området bygges veien med et gruslag som frostsikring, et bærende asfaltlag og et toppdekke av asfalt. På strekningen ved flomsikringsveggen legges veien på vannsiden av veggen, og skråningen på vollen utføres slik at det er mulig å bevege seg på den (jf. kart V41). For å beskytte gangveien mot erosjon skal den langs flomsikringsveggen bygges med et gruslag som frostsikring, et bærende asfaltlag og et toppdekke av asfalt. Toppen på flomvollen er i enkelte avsnitt en fortsettelse av turveien langs Ottaelva. Ved overgangen fra flomvollen til turveien skal skråningen utformes slik at det blir mulig å gå opp og ned på en 3 m bred adkomstvei. Ved pumpeanlegg 2 skal det bygges skråninger på luft- og vannsiden som forbindelse til eksisterende tursti, for å kunne bære en vannpumpe over vollen i tilfellet av brann. Overgangen og koplingen til eksisterende turvei er vist i kart V41. I det vestre avsnittet er det prosjektert en 3 m bred adkomststrampe med helning på 5 % for å sikre fortsatt tilgang til rekreasjonsområdet for beboerne på sykehjemmet / i omsorgsboligene (jf. kart V41).

4.5 Drenering av flomsikret område

I tillegg til sikring mot oversvømmelse ved flomvannføring i Ottaelva kreves det også tilstrekkelig drenering av det flomsikrede området.

Det må derfor sikres at vannføringen i Fjukenbekken og vann fra overvannsledningen i Skamsarvegen 32 kan renne ut i Ottaelva uten å forårsake oversvømmelser i bebygde områder.

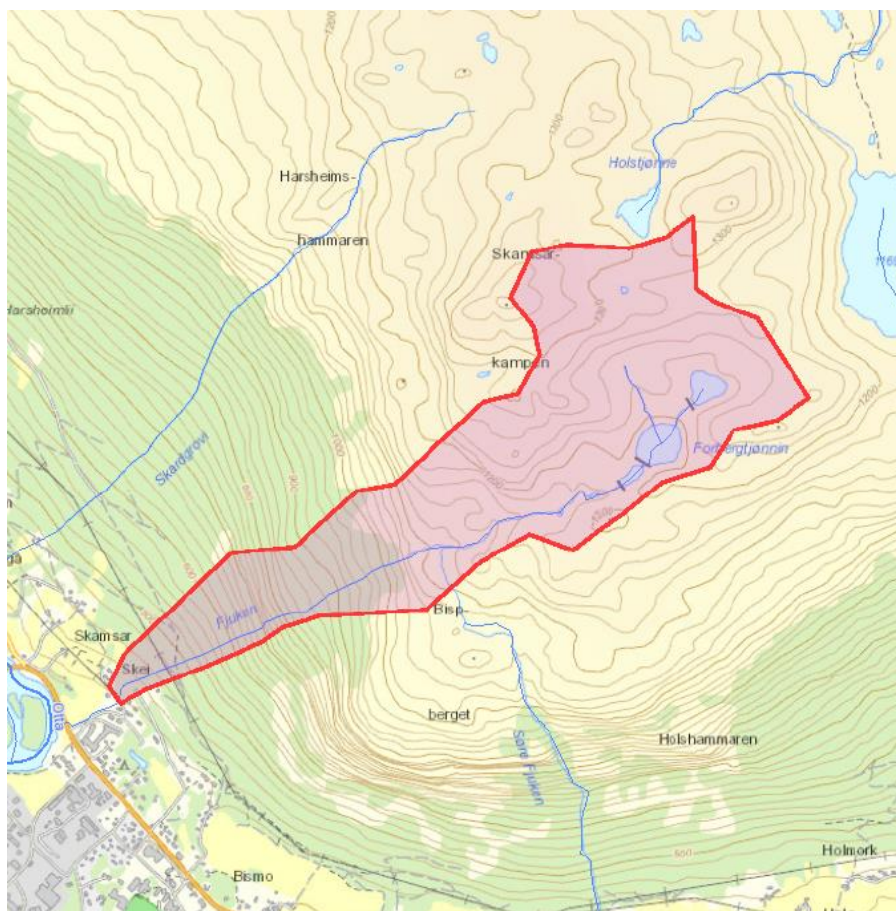
De planlagte pumpeanleggene vil også være i stand til å lede bort lekkasje- og dreneringsvann som ved flom kan samle seg på luftsiden av flomsikringen. Lekkasjevann oppstår ved at vann siger gjennom eller strømmer under flomvollen og flomsikringsveggen fra vannsiden. I det følgende gis det et sammendrag av planlagt situasjon for drenering av de flomsikrede områdene.

4.5.1 Overvann

Overvannet i Bismo drenerer hovedsakelig ved infiltrasjon i grunnen. I bebygde områder består grunnen stort sett av grus, som er i stand til å ta opp store mengder overvann. Derfor er det svært få overvannsledninger på stedet. Det følgende er et sammendrag av planlagt situasjon for overvannsledningene i Bismo.

Fra dalsiden i vest renner Fjukenbekken i retning av Bismo, hvor bekken er lagt i rør. Fjukenbekken blir i dag ledet inn i en ledning med selvføll og åpen kanal oppstrøms sykehjemmet og renner ut i Ottaelva. Det er særlig utløpet av Fjukenbekken som representerer et problem ved dimensjonerende flom, siden økt vannstand i Otta vil medføre tilbakestuvning inn i ledningen med åpen kanalstrømning. Det medfører at overvann ikke lenger vil renne ut og forårsaker oversvømmelser innenfor flomsikringen. Iht. TEK 17 gjelder det høyere sikkerhetskrav for sykehjemmet, slik at området vil måtte sikres mot en 1000-års vannføring i Fjukenbekken (inklusive 40% klimapåslag).

Avrenningen i Fjukenbekkens nedbørfelt beregnes ved hjelp av nedbør-avløps-modellen Nevina fra NVE. Nedbørfeltet er 1,6 km² stort.



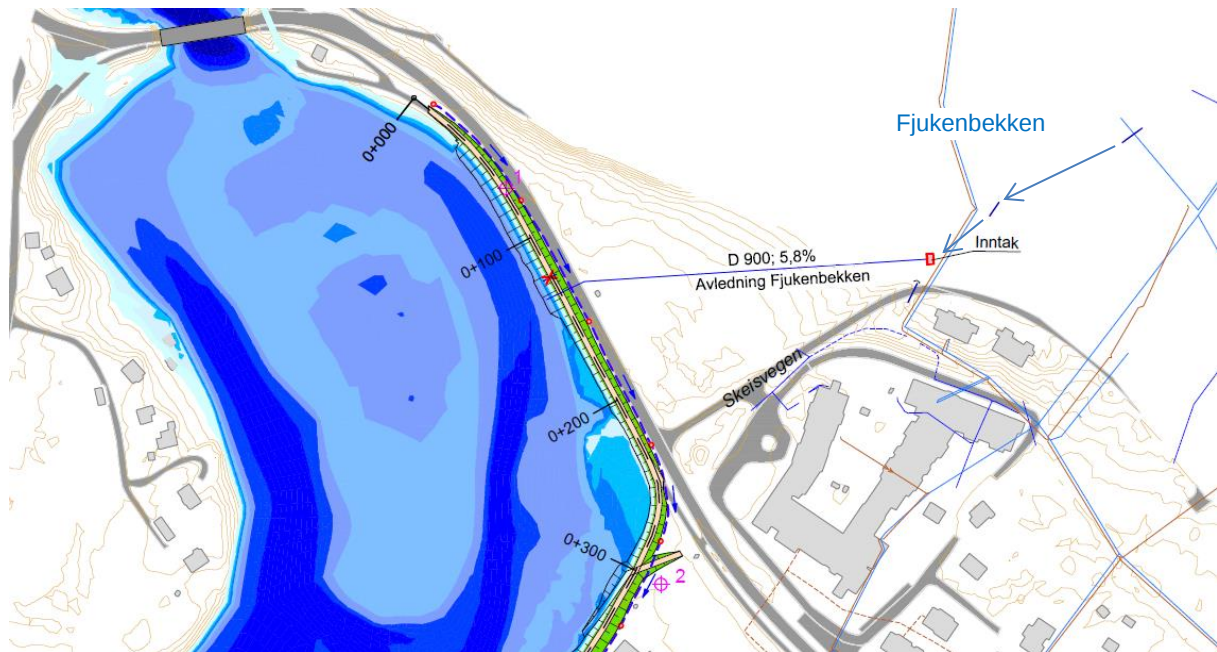
Figur 4.7: Fjukenbekkens nedbørfelt utledet med Nevina

Beregningen med Nevina resulterer i følgende vannmengder (jf. Tabell 4.1):

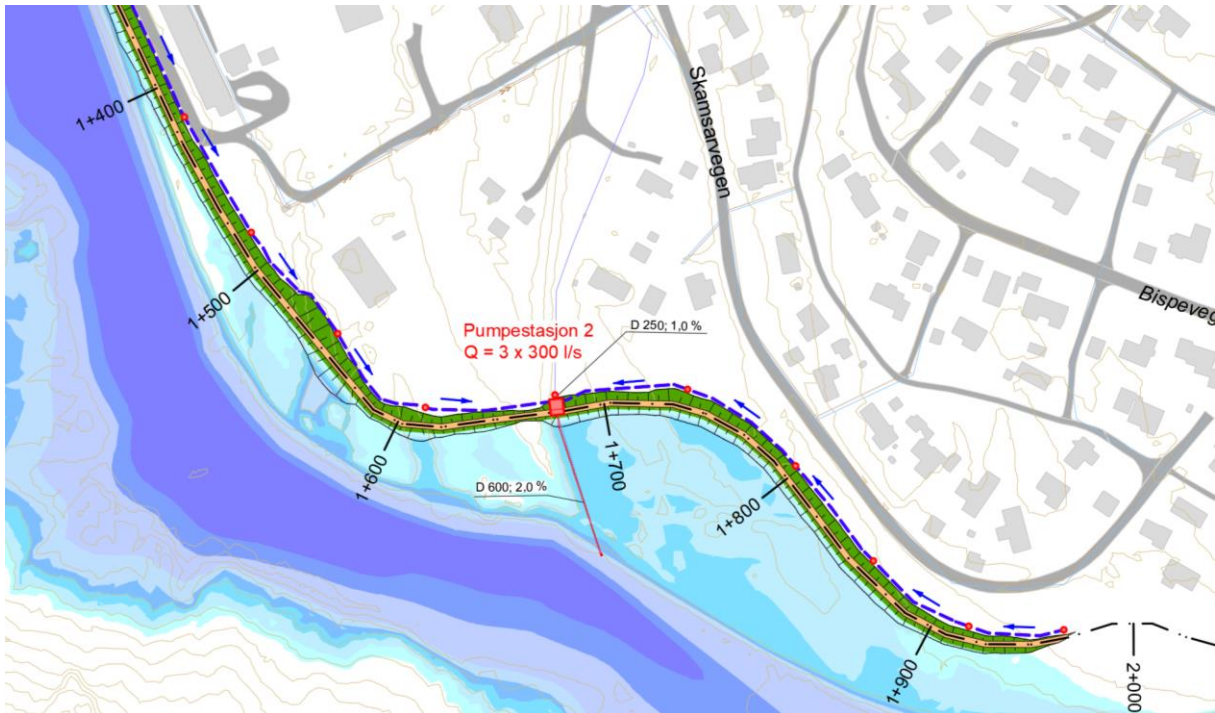
Tabell 4.1: Avløpsmengder for Fjukenbekken

	Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀	Q _{200-klima}
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)	1	1.27	1.55	1.82	2.23	2.61	3.02	3.68	4.25	-
Flomverdier, m ³ /s	0.4	0.6	0.7	0.8	1.0	1.1	1.3	1.6	1.9	1.9
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	0.8	1.0	1.3	1.5	1.9	2.3	2.7	3.2	3.7	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	-

For Fjukenbekken er det iht. TEK 17 en flom Q1000 inklusive 40 % klimapåslag med vannføring på 2,66 m³/s som er bestemmende dimensjonerende. For å sikre bebygde områder mot oversvømmelser i Fjukenbekken, skal bekken ved utløpet ledes inn i en trykkledning med selvfall (D 900) og renne ut i Ottaelva. Den nåværende konstruksjonen skal oppgraderes og ledningen med åpen kanalstrømning skal erstattes av en trykkledning (jf. Figur 4.8). Innløpskonstruksjonen er ikke blitt oppmålt i denne omgang, men det hører med i den videre planleggingen.



Figur 4.8: Bortledning av Fjukenbekken til Ottaelva ved hjelp av en trykkledning med selvfall
I nåtilstand ledes overvannet fra det lavereliggende området i Skamsarvegen 32 ut i Ottaelva i selvfall med en overvannsledning. Eksisterende overvannsledning blir delvis fjernet og koples til pumpeanlegg 2 med en ny ledning (jf. Figur 4.9). Overvannet ledes til pumpeanlegg 2 kun i tilfellet av flom, for å sikre at overvannet avledes i Otta, uten at det oppstår oversvømmelser i det bebygde området. Når det ikke er flom avledes overvannet med frispelstrømning uten pumpedrift. Kapasiteten til overvannsledningen skal være 0,09 m³/s for dimensjonerende hendelse.



Figur 4.9: Tilkopling av overvannsledningen i Skamsarvegen 32 til pumpeanlegg 2

4.5.2 Lekkasje- og dreneringsvann ved flom

Ved flom i Ottaelva vil elvevann infiltrere i grunnvannet, slik at grunnvannstanden i området som skal flomsikres, vil kunne øke betraktelig. I verste fall vil grunnvann strømme opp over bakken og oversvømme bebyggelsen.

For å unngå dette er det planlagt å legge drensledninger, som samtidig vil sikre flomvollens eller flomsikringsveggs stabilitet (forhindre hydraulisk grunnbrudd på luftsiden av vollens/veggs fotpunkt). I det midtre flomsikringsavsnittet legges drensledningen på en dybde 2,5 til 3 m under terrenget for å senke grunnvannsspeilet ved flom så mye at heller ikke kjellere oversvømmes. Vann som samles i drensledningene, kan ikke renne bort i selvføll. Derfor er det planlagt bortledning til tre pumpeanlegg. Det er prosjektert et pumpeanlegg i hvert flomsikringsavsnitt. Disse skal pumpe vannet ut i Ottaelva.

Til beregning av mengdene dreneringsvann i pumpeanleggene er det gjort bruk av resultatene fra grunnundersøkelsene gjennomført av GeoStrøm AS i oktober og november 2020. Spesielt viktig var analysen av jordsjiktene rett under bakken samt resultatet av kornfordelingsanalysen og vannpermeabilitetskoeffisientene utledet av denne.

Som permeabilitetskoeffisienter er det valgt karakteristiske verdier som gir god sikkerhet for hvert enkelt jordsjikt. Det er dessuten tatt hensyn til potensialforskjellen mellom vannstanden i Ottaelva ved dimensjonerende flom og akseptabel grunnvannstand innenfor flomsikringen.

For beregning av vannmengden som må påregnes i drensledningene ved dimensjonerende flom, ble det gjennomført beregninger for flere karakteristiske tverrsnitt. Beregningene ble foretatt med en forenklet, vertikalt plan grunnvannsmodell. Disse beregningene er detaljert beskrevet i vedlegg 3. På grunnlag av beregningene samt lengden på de enkelte

dreneringsavsnittene ble det regnet ut hvilken vannføring som må forventes. Resultatene fremgår av følgende tabell.

Tabell 4.2: Beregnet mengde dreneringsvann

Pumpeanlegg	Stasjon	Lengde drensledning [m]	Permeabilitetsrate [l/(s*m)]	Avløp [l/s]	Sum Q [l/s]
Pumpeanlegg 1	fra 0+010 til 0+783	773	0,43	332	408
	fra 0+783 til 0+832	49	0,61	30	
	fra 0+832 til 0+938	106	0,43	46	
Pumpeanlegg 2	fra 1+112 til 1+619	507	0,51	259	478
	fra 1+619 til 1+973	354	0,62	219	
Pumpeanlegg 3	fra 2+216 til 2+974	758	0,22	167	167

Den beregnede mengden dreneringsvann vil i flom kunne pumpes ut i Otta med de prosjekterte pumpeanleggene. Ved å bygge inn spuntvegger i flomvollene ville det vært mulig å redusere mengden dreneringsvann. Denne løsningen ble valgt i første utgave av den foreliggende undersøkelsen, siden det den gang måtte antas at grus- og sandsjiktene rett under overflaten hadde betydelig høyere vannpermeabilitet enn analysene fra GeoStrøm AS har vist.

Det vil imidlertid medføre store kostnader å bygge spuntvegger. De mulige innsparingene ved å bygge pumpeanlegg med lavere kapasitet, vil være betydelig mindre. Dermed medfører den utformingen av flomsikringstiltakene som nå foreslås, lavere kostnader samtidig som den gir tilstrekkelig effekt.

Det bør dessuten tas hensyn til at en spuntvegg parallelt med Otta over lengre strekninger i perioder uten flom vil kunne ha negative konsekvenser. Den kan medføre at grunnvannstrømmen fra området innenfor flomsikringen ut i Ottaelva blir hindret og grunnvannspeilet dermed stiger i tettstedet. Dersom det, i strid med anbefalingene i den foreliggende rapporten, planlegges å bygge spuntvegger over lengre strekninger, må det undersøkes om og i hvilket omfang det er påkrevd med tiltak for å forhindre negative effekter av spuntveggen eller redusere dem tilstrekkelig. Det kan f.eks. gjøres ved at spuntveggen ikke bygges gjennomgående, men med avbrudd (såkalte spuntveggvinduer, som gjør at grunnvannet fortsatt kan renne uhindret).

4.5.3 Dimensjonering av pumpeanlegg for drenering av flomsikrede områder

Det må på grunn av terrenghøyden bygges tre pumpeanlegg for å lede bort vannet på baksiden (luftsiden) av flomsikringen – ett for hvert flomsikringsavsnitt. Avløpet innenfor

flomsikringen består av lekkasjevann som ved flom får grunnvannet til å stige i de permeable jordsjiktene her. I det midtre avsnittet er avløpet som må ledes bort ved flom både lekkasjevann og overvann som samler seg i overvannsledningen og ikke kan renne bort pga. flomvannstand i elva. I kapittel 4.5.1 og 4.5.2 beskrives avløpsberegningene som er relevante for å dimensjonere pumpeanleggene. Prinsipielt dimensjoneres pumpeanlegg slik at maksimal forventet tilløpsmengde kan pumpes bort også dersom en pumpe skulle falle ut. I det følgende vises en oversikt over dimensjoneringen av de prosjekterte pumpeanleggene.

Pumpeanlegg 1 (profil 0+817)

$$Q_{\text{dreneringsvann}} = 0,41 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{drenering innenfor flomsikringen}} = 0,00 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{til sammen}} = 0,41 \text{ m}^3/\text{s}$$

I pumpeanlegget er det installert 3 pumper, hver enkelt med kapasitet 250 l/s.

Pumpeanlegg 2 (profil 1+683)

$$Q_{\text{dreneringsvann}} = 0,48 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{drenering innenfor flomsikringen}} = 0,09 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{til sammen}} = 0,57 \text{ m}^3/\text{s}$$

I pumpeanlegget er det installert 3 pumper, hver enkelt med kapasitet 300 l/s.

Pumpeanlegg 3 (profil 2+812)

$$Q_{\text{dreneringsvann}} = 0,17 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{drenering innenfor flomsikringen}} = 0,00 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{til sammen}} = 0,17 \text{ m}^3/\text{s}$$

I pumpeanlegget er det installert 2 pumper, hver enkelt med kapasitet 200 l/s.

5. Kostnadsestimat

Det kan bare gis et grovt estimat over kostnadene for de enkelte sikringstiltakene innenfor rammene av dette konseptet, siden detaljene mht. omfang og konstruksjonsmessig utforming først vil kunne fastlegges ved mer detaljert planleggingen.

Vedlegg 3 inneholder kostnadsestimat for de tiltak som er beskrevet i kap. 4. Kostnadene beløper seg til rundt regnet 83113000 NOK brutto. Estimaten omfatter ikke kostnader til vedlikehold og drift av anleggene eller andre påløpende kostnader (tomteerverv, leieutgifter/festeavgifter, eventuell erstatning etc.).

6. Sammendrag og videre fremdrift

Bismo er flomutsatt ved at Ottaelva går over sine bredder. For å bestemme hvilke sikringstiltak som kreves, er det gjennomført hydrauliske beregninger for å fastlegge vannstanden i Ottaelva ved dimensjonerende flom (Q200 med 20 % klimapåslag).

Nødvendige flomsikringsanlegg på venstre bredd av Ottaelva består av flomvoller og flomsikringsvegger. I vestre avsnitt er det prosjektert en kombinasjon av disse to, mens sikringen i de øvrige avsnittene utgjøres av flomvoller. Flomsikringskonstruksjonene har over hele lengden på 2550 m et fribord på minst 50 cm. Til å bortlede mengden lekkasjevann som oppstår til tross for spuntveggene, skal det på luftsiden av sikringskonstruksjonene legges drensledninger som samler opp vann og leder det til de nye pumpeanleggene.

Den nye kunnskapen om grunnforholdene fra totalsonderingen og boreprøvene fra GeoStrøm AS viser at dreneringsvannet som samler seg i flom, ca. 1000 l/s, vil kunne ledes bort ved hjelp av de tre prosjekterte pumpeanleggene. Det vil derfor ikke være nødvendig å sette opp spuntvegger under flomvollene for å redusere mengden dreneringsvann, slik det opprinnelig var planlagt. Kostnadene til en alternativ utforming av flomsikringen med spuntvegg og tilsvarende mindre pumpeanlegg er ca. 58 000 000 NOK høyere enn for den anbefalte løsningen uten spuntvegg og med større pumpeanlegg. Det er altså ikke nødvendig å bygge spuntvegger.

I nåtilstand renner to overvannsledninger ut i Otta. Ved flom har det vist seg å være problematisk, siden den høye vannstanden i Ottaelva kan medføre tilbakestuvning i ledningene og dermed til oversvømmelser i bebygde områder. Fjuken, som drenerer i retning Bismo, skal ledes bort i en trykkledning med selvfall oppstrøms pleiehjemmet/omsorgsboligene. Utløpet av overvannsledningen ved Skamsarvegen 32 skal delvis stenges og koples til pumpeanlegg 2. Dette vil sikre at vannet i overvannsledningene også i flom kan renne ut i resipienten.

Eching am Ammersee, den 09.04.2021

Dr. Blasy - Dr. Øverland
Beratende Ingenieure GmbH & Co. KG

Utarbeidelse:

Jonas Müller
(M.Sc.)

Bernhard Vogt
Dipl.-Ing. (Univ.)

Vedlegg 2

Rapport
Grunnundersøkelser
Flomsikring i Bismo, Skjåk kommune

Vedlegg 4

Kostnadsestimat

Vedlegg 5

Tegninger

Oversikt over tegningene

Tegning Nummer	Typ	Betegnelse	Målestokk
V40	Oversiktkart	Oversiktskart nåtilstand	1 : 2 500
V41	Oversiktkart	Oversiktkart planlagte tiltak	1 : 2 500
V50	Lengdeprofil	Lengdeprofil	1 : 1 000/100
V60	Tverrprofil	Tverrprofiler ved 0+110 og 0+810	1 : 100
V61	Tverrprofil	Tverrprofiler ved 1+370 og 1+730	1 : 100
V62	Tverrprofil	Tverrprofiler ved 2+460 og 2+887	1 : 100