RAPPORT

Mulighetsstudie for helhetlig sikring av Vågåmo

FASE 2: STUDIE AV ALTERNATIVE SIKRINGSLØSNINGER

DOK.NR. 20210082-02-R
REV.NR. 0 / 2022-06-24

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
NGI.NO

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGI.

Prosjekt

Prosjekttittel:	Mulighetsstudie for helhetlig sikring av Vågåmo
Dokumenttittel:	Fase 2: Studie av alternative sikringsløsninger
Dokumentnr.:	20210082-02-R
Dato:	2022-06-24
Rev.nr. / Rev.dato:	0 /

Oppdragsgiver

Oppdragsgiver:	NVE
Kontaktperson:	Kristin Hasle Haslestad
Kontraktreferanse:	NS 8402 datert 07.05.21

for NGI

Prosjektleder:	Anders Solheim
Utarbeidet av:	Christian Almestad (DHI), Anders Solheim, Øyvind Høydal, Nils Roar Sælthun (Hydrolog Nils Roar Sælthun AS), Nina Kjølsen Jærnes (NIKU), Siv Leden (NIKU), Jon Museth (NINA), Hans Olav Egge (Feste Landskap AS)
Kontrollert av:	Carl B. Harbitz

Sammendrag

NGI med underleverandører (DHI, NIKU, NINA, Hydrolog Nils Roar Sælthun AS og HydraTeam AS) har fått i oppdrag å utføre en mulighetsstudie for helhetlig sikring av Vågåmo sentrum mot flomskred og flomhendelser i elvene Otta, Finna og Nugga. Oppdraget utføres i tre faser, der Fase 1 la kunnskapsgrunnlaget ved å beskrive nå-situasjonen. Denne rapporten er leveransen i Fase 2, der et bredt spekter av mulige sikringsløsninger beskrives og vurderes. De mest hensiktsmessige og kostnadseffektive tiltakene anbefales og detaljeres ytterligere i Fase 3 av prosjektet.
Følgende sikringstiltak er vurdert i rapporten:

Vassdrag	Tiltak	Beskrivelse tiltak
Finna	TF1	Flomdempingsmagasin i Finndalen
Finna	TF2	Flomdempingsmagasin i Finngjelet
Finna	TF3	Flomtunnel Finna - Vågåvatn
Finna	TF4	Sedimentasjonsbasseng mellom Sælatunga og eksisterende terskler
Finna	TF5	Fjerne terskler/bunnforsterkning Finna
Finna	TF6	Utbedre eksisterende flomverk gjennom Vågåmo sentrum
Finna	TF7	Ytre flomvoll i Vågåmo sentrum
Finna	TF8	Vågåvegen som flomvei
Nugga	TN1	Fangnett for sedimenter og drivgods
Nugga	TN2	Utbedre flomverk på vestsiden av Nugga fra Øygardsvegen forbi Haugøy
Nugga	TN3	Utbedre flomverk nedstrøms Haugøy til Nugga trafostasjon
Nugga	TN4	Utbedre flomverk langs øst- og vestsiden av Nugga, Nugga trafostasjon til Industrivegen. Jordvoll langs industrifeltet
Nugga	TN5	Bruer i Vågåvegen og Industrivegen
Otta	TO1	Masseuttak nedstrøms utløpet til Finna og Nugga
Otta	TO2	a) Flomverk langs Vågåvatn, b) sikring av Vågå vannverk
Otta	TO3	Sikring av bensinstasjon
Alle		Tiltak for enkeltbygg

Modellert effekt av de fleste av tiltakene er en viktig del av vurderingen, i tillegg til deres nytte-kost forhold, samt påvirkning på natur- og kulturverdier og / eller mulige negative effekter for tredjepart. Mengde- og kostnadsestimater er relativt grove, men tilstrekkelig for å kunne gjøre en overordnet nytte-kost analyse og dermed danne et grunnlag for anbefalinger. Anbefalte tiltak fra denne rapporten vil bli diskutert med NVE og Vågå kommune, og så bli vurdert i noe mer detalj i Fase 3. Endelig detaljering og kostnadsberegninger vil først skje i en prosjekteringsfase, som ikke er del av dette oppdraget.

Flomfarevurderingene gjort i Fase 1 tar utgangspunkt i samtidig kulminasjon i alle de tre elvene, samt klimapåslag, tilstopping av bruer i Nugga og bunnheving i Finna. Sedimenttransport og bunnheving i Finna er et relevant problem, som forsterker over-

svømmelsene i Vågåmo. Tiltak for å hindre eller minimalisere dette er derfor ansett som viktig og bør prioriteres høyt.

Å benytte naturbaserte løsninger (NBS) er vanskelig i Vågåmo, på grunn av at elvene, særlig Finna og Nugga allerede er sterkt modifiserte i form av kanalisering, og at bygninger og annen infrastruktur er etablert tett inntil de eksisterende flomverkene. Mulighet for tiltak lenger oppstrøms i vassdraget er også begrenset og har relativt liten effekt i Vågåmo sentrum.

Av de vurderte tiltakene er følgende funnet å ha størst effekt og ha det beste nytte-kost forholdet:

Finna:

- Flomtunnel (TF3) i kombinasjon med terskler / sedimentasjonsbassenger (TF4)
- Utbedre eksisterende flomverk (TF6) i kombinasjon med terskler / sedimentasjonsbassenger (TF4)

Nugga:

- Ett eller to fangnett oppstrøms Øygardsvegen (TN1) i kombinasjon med forbedrede flomverk i alle kritiske deler av elva og utvidelse av bruer i Vågåvegen og Industrivegen, samt en lav voll langs vestsiden av jordet vest for Nuggas nedre del, mot bebyggelsen / industrifeltet (TN2-TN6).

Otta:

- Regelmessig og godt regulert masseuttak i Finnas utløp og nedstrøms dette TO1.
- Lokal sikring av Vågå vannverk.

De øvrige vurderte tiltakene anbefales ikke å gå videre med fordi:

- De har for liten effekt, har store praktiske utfordringer, har høy kostnad og gir et lavt N/K forhold.
- De vil kreve konsesjonsbehandling som damanlegg.
- De kan føre til betydelig negativ konsekvens for naturverdier, kulturverdier, landskapsutformingen eller for tredjepart.

Innhold

1 Innledning 11
2 Sikringsnivå og sikringstiltak 13
2.1 Kort beskrivelse av eksisterende tiltak 15
2.2 Mulige nye sikringstiltak 16
3 Mulige tiltak i Finna 18
3.1 TF1: Flomdempingsmagasin i Finndalen 18
3.2 TF2: Flomdempingsmagasin i Finngjelet 21
3.3 TF3: Flomtunnel Finna-Vågåvatn 25
3.4 TF4: Sedimentasjonsbasseng mellom Sælatunga og eksisterende terskler. 29
3.5 TF5: Fjerne terskler/bunnforsterkning Finna 34
3.6 TF6: Utbedre eksisterende flomverk gjennom Vågåmo sentrum 37
3.7 TF7: Ytre flomverk i Vågåmo sentrum 46
3.8 TF8: Vågåvegen som flomvei 48
3.9 Andre tiltak 51
4 Mulige tiltak i Nugga 52
4.1 TN1: Fangnett for sedimenter og drivgods 52
4.2 TN2: Utbedre flomverk på vestsiden av Nugga fra Øygardsvegen forbi Haugøy 54
4.3 TN3: Utbedre flomverk nedstrøms Haugøy til Nugga trafostasjon 58
4.4 TN4: Utbedre flomverk langs øst- og vestsiden av Nugga, Nugga trafostasjon til Industrivegen 62
4.5 TN5: Bruer i Vågåvegen og Industrivegen 68
5 Mulige tiltak i Otta 73
5.1 TO1: Masseuttak nedstrøms utløpene av Finna og Nugga 73
5.2 TO2: Sikring for Vågå Vannverk, langs Vågåvatnet 74
5.3 TO3 Sikring av bensinstasjon 76
5.4 Samlet oversikt over behov for ytterligere utredninger og kartlegging mht. natur- og kulturverdier 76
6 Oppbygging og kostnader av tiltakene 79
6.1 Flomverk - utforming og kostnad 80
6.2 Flomtunnel Finna-Vågåvatn 85
6.3 Sedimentasjonsbasseng / terskler 89
6.4 Sikring av Vågå vannverk 91
6.5 Fangnett i Nugga 91
6.6 Nytteverdier 92
6.7 Nytte – Kost regnskap for de forskjellige tiltakene 100
7 Oppsummering 105
8 Anbefaling 109
9 Referanser 110

Tabeller

Tabell 2-1 Oversikt over vurderte tiltak for Finna, Nugga og Ottaelva. 17
Tabell 3-1: Beregnet vannstand (H), energinivå (E) og sikringsnivå (S) for dagens situasjon og med tiltak i form av sedimentbasseng og hevet flomverk, alt gitt for 200-årsflom

med klimapåslag (F2). Sikringsnivået (S.nivå) er vannstand m/ tiltak pluss 1 meter. 40
Tabell 3-2: Beregnet vannstand (H), energinivå (E) og sikringsnivå (S) for dagens situasjon og med tiltak i form av sedimentbasseng og hevet flomverk, alt gitt for 1000-årsflom med klimapåslag (F3) 40
Tabell 3-3: Vannstander (H) og energinivå (E) for Finna bru med sikringsnivå F2 og F3 nåsituasjonen og med forhøyet flomverk 42
Tabell 4-1: 1000-årsflom med klimapåslag (F3) langs Nugga. Vannstander (H) og energinivå (E.nivå) med og uten tiltak, samt anbefalt sikringsnivå (S.nivå) for flomverk. Plassering av vannlinjepunkter (NP) er vist i Figur 4-4 57
Tabell 4-2: 200-årsflom med klimapåslag (F2) langs Nugga. Vannstander (H) og energinivå (E.nivå) med og uten tiltak, samt anbefalt sikringsnivå (S.nivå) for flomverk. Plassering av vannlinjepunkter (NP) er vist i Figur 4-7 60
Tabell 4-3: 200-årsflom med klimapåslag (F2) langs Nugga. Vannstander (H) og energinivå (E.nivå) med og uten tiltak, samt anbefalt sikringsnivå (S.nivå) for flomverk. Plassering av vannlinjepunkter (NP) er vist i Figur 4-14 64
Tabell 4-4: 200-årsflom med klimapåslag (F2). Vannstander (H), energinivå (E.nivå) og sikringsnivå (S.nivå) for ulike utforminger av kanalen mellom Nugga trafostasjon og Vågåvegen. Plassering av vannlinjepunkter (NP) er vist i Figur 4-14 64
Tabell 4-5: Karakteristikk av bruer over Nugga 69
Tabell 4-6: 200-årsflom med klimapåslag (F2). Vannstander (H) og energinivå (E) for bruer med ulik bredde og høyde ved Vågåvegen 71
Tabell 4-7: 200-årsflom med klimapåslag (F2). Vannstander og energinivå for bruer med ulik bredde og høyde ved Industrivegen 71
Tabell 5-1 Samlet behov for supplerende undersøkelser i forhold til natur- og kulturverdier. 77
Tabell 6-1 Flomvoller, noen relevante eksempler med ca. priser fra det året de er hentet fra 80
Tabell 6-2: Omtrentlige kostnader for flom-mur, basert på NVE (2016) 82
Tabell 6-4 Kostnadsestimat for flomtunnel 88
Tabell 6-5 Estimerte priser for nye terskler nedenfor Sælatunga. 90
Tabell 6-6 Bygningsmassen innenfor sikkerhetsklasser F2 og F3 for Finnas flomsone. 94
Tabell 6-7 Bygningsmassen innenfor sikkerhetsklasser F2 og F3 for Nuggas flomsone 96
Tabell 6-8: Bygningsmassen innenfor sikkerhetsklasser F2 og F3 for Vågåvatnets flomsone. 98
Tabell 6-9 Poenggivning for ikke-prissatte konsekvenser 100
Tabell 6-10 Kostnadsoverslag for tiltak TF5, fjerning av terskler, bunnforsterkning 101
Tabell 6-11 Kostnadsoverslag for tiltak TF6, utbedring av flomverk langs Finna 102
Tabell 6-12 Forløpige kostnadsoverslag for tiltak i Nugga 103
Tabell 6-13 Kostnadsoverslag for flomvoll mot Vågåvatn 104
Tabell 66-14 Kostnadsoverslag for flomvoll rundt bensinstasjonen 104
Tabell 7-1 Oppsummering av vurderte tiltak. 108

Figurer

Figur 1-1 Kart over undersøkelsesområdet. Grønhølen i Otta er den østlige begrensningen til den hydrauliske modellen som ligger til grunn for flomberegningene. 11
Figur 2-1: Oversikt over bygninger og tilhørende sikkerhetsklasse for flom iht. TEK17. (Oppdatert fra Vågå kommune) 13

Figur 2-2 Oversikt over bygninger og tilhørende sikkerhetsklasse for skred iht. TEK17. (Oppdatert fra Vågå kommune). 14
Figur 2-3 Eksisterende flomsikringstiltak i Finna og Nugga. Blå strek markerer flomsikring, rosa strek markerer erosjonssikring. Figuren er hentet fra NVEs kartkatalog (https://temakart.nve.no/tema/sikringstiltak). 16
Figur 3-1: Plassering av dam og flomdempingsmagasin i Finndalen og nedbørfelt til magasinet og Finna 19
Figur 3-2: Skisse fra 1940 av den vurderte flomdempningsdammen i Finna ved Odden. Plasseringen er den samme som i Figur 3-1 19
Figur 3-3: Areal-volumkurve for dam i Finndalen 20
Figur 3-4: Nødvendig magasinvolum over 325 m^3/s for 200-årsflom med klimapåslag og 1000-årsflom med klimapåslag 22
Figur 3-5: Utstrekning av mulig flomdempingsmagasin i Finngjelet 23
Figur 3-6: Areal-volumkurve for mulig flomdempingsmagasin i Finngjelet. 23
Figur 3-7: Alternative traséer for flomtunnel Finna-Vågåvatn 26
Figur 3-8: Berggrunnskart (www.ngu.no) med plassering av tunneltraséer. 28
Figur 3-9 Avgrensning av område som er utpekt som "utvalgt kulturlandskap i landbruket". (Kilde: Fylkesmannen i Oppland, 2017). Tunneltrasé er stiplet inn. Denne berører østre del av området. Plassering av tunnelutløpet, markert med rødt punkt, ligger mellom småbåthavna og den gamle sorenskrivergarden Lye som er en viktig gard i kulturmiljøet. 28
Figur 3-10 : Plassering av fire terskler for å etablere sedimentasjonsbassenger. Profilet viser dagens tverrsnitt over elva (grønn strek) langs toppen av foreslått terskel 1 (blå strek). Strekningen med eksisterende terskler, som diskuteres i kapittel 3.5 er også vist (rød skravur). 30
Figur 3-11 Dagens (grønn strek) og tenkt (blå strek) lengdeprofil gjennom strekningen med tersklene 1-4, langs den fiolette linja ca. i midten av elva. 31
Figur 3-12 Flommer og flomforløp benyttet i modelleringen av nye terskler nedstrøms Sælatunga. Se Vedlegg A for flere figurer og detaljer. 32
Figur 3-13: Strekningen langs Finnkanten der terskler vurderes fjernet og erstattet med annen bunnforsterkning 35
Figur 3-14: Elvebunn, vannstand og energinivå for 1000-årsflom med klimapåslag (F3), dagens situasjon (eks.) vs. fjernet terskler ved Finnkanten 35
Figur 3-15: Vannhastigheter for 1000-årsflom med klimapåslag (F3), dagens situasjon (eks.) vs. fjernet terskler ved Finnkanten 36
Figur 3-16: Utstrekning av tiltak TF6 Utbedret Flomverk, og punkter for rapportering av resultater fra vannlinjeberegninger 38
Figur 3-17: Beregnet vannstand, energilinje og sikringsnivå for flomverk ved 1000-årsflom med klimapåslag uten bunnheving. Østre og vestre elvebredd er dagens flomverk. Sikringsnivå er beregnet vannstand pluss 1 meter. 39
Figur 3-18: Vanndybder i Vågåmo sentrum ved 1000-årsflom med klimapåslag (uten bunnheving) og utbedret flomverk med sikringsnivå F2. 41
Figur 3-19 Mange av eiendommene har adkomst langs Finnkanten og heving av denne vil måtte føre til store terrengtiltak på tilgrensende eiendommer (fra Google Maps Street View) 44
Figur 3-20 Tverrsnitt ved punkt FP15 (Figur 3-16) som viser en løsning der en forhøyer flomvollen med samme vinkel som den eksisterende elvekanten, til F2 nivå. 44

Figur 3-21 Tverrsnitt som viser alternativ med mur på elvesiden av Finnkanten og Kvernvegen i tverrsnitt FP15 (Figur 3-16**Feil! Fant ikke referansekilden.**). 45
Figur 3-22 Tverrsnitt FP34 (Figur 3-16) ved kirkegården. 45
Figur 3-23: Oversvømmelser i Vågåmo sentrum ved 1000-årsflom med klimapåslag og ytre flomvoll 47
Figur 3-24: Vågåvegen som alternativ flomvei mellom Kiwi og Nugga 49
Figur 3-25: Oversvømmelser ved 1000-årsflom med klimapåslag ved avslutning av flomveien ved Nugga 49
Figur 3-26: Oversvømmelser ved 1000-årsflom med klimapåslag (F3) ved avslutning av flomveien på jordet ved Sve 50
Figur 3-27: Vannføring i Vågåvegen ved 1000-årsflom med klimapåslag (F3) 50
Figur 4-1 Mulige plasseringer av fangnett i Nugga, i nærheten av Blessomlykkja (venstre) og rett oppstrøms den øvre brua i Øygardsvegen (blå strek; høyre) 53
Figur 4-2 Fangnett for flomskred i Kollobekken ved Otta. Foto NGI. 53
Figur 4-3 Tett vegetasjon langs Nugga ved Blessomlykkja, lokalitet 1 i Figur 4-1. Bildet til venstre er tatt fra NV mot SØ, mens bildet til høyre er nedstrøms brua ved Blessomlykkja. Foto: NIKU. 54
Figur 4-4: Vanndybder ved 1000-årsflom med klimapåslag (F3) langs Nugga mellom bruer ved Øygardsvegen og Haugøy. Rød linje viser plassering av flomverk i den hydrauliske modellen 56
Figur 4-5: Nugga sett nedstrøms mot overløp til Haugøyjeilen. Foto: Christian Almestad 28.05.2021 57
Figur 4-6: Bru rett oppstrøms Haugøy. Lysåpning BxH = 4,3 m x 1,7 m. Foto: Kai Fjelstad, HydraTeam AS. 57
Figur 4-7: Vanndybder ved 1000-årsflom med klimapåslag (F3) langs Nugga nedenfor Haugøy til Vågåvegen. Rød linje viser plassering av flomverk i den hydrauliske modellen 59
Figur 4-8: Forbygning langs Øygardsvegen. Foto: Google Maps 60
Figur 4-9: Forbygning ved tverrprofil NP14. Foto: NIKU 60
Figur 4-10: Foss forbi bebyggelse på vestsiden av Nugga ved profil NP16-NP17. Foto: NGI 61
Figur 4-11: Forbygning og kanalisering ved tverrprofil NP19. Foto: DHI 61
Figur 4-12 Nugga rett ved gangbrua nedstrøms Haugøy, der veien svinger. Her sees eksisterende forbygninger. Foto: NIKU, august 2021. 61
Figur 4-13 Gangbru nedstrøms Haugøy. Her sees hvordan dagens vegetasjon skjermer for eventuelle nye tiltak. Dette bør bevares og videreføres. Foto: NIKU, august 2021. 62
Figur 4-14: Vanndybder ved 1000-årsflom med klimapåslag (F3) mellom Nugga trafostasjon og Industrivegen. Rød linje viser plassering av flomverk i den hydrauliske modellen. 63
Figur 4-15: Gangbru over Nugga nedstrøms retning ved Ysteriet. Foto: DHI 65
Figur 4-16: Nugga oppstrøms retning fra Vågåvegen. Foto: DHI 65
Figur 4-17: Nugga rett nedenfor Vågåvegen, sett nedstrøms. 65
Figur 4-18: Nugga nedenfor Vågåvegen, sett oppstrøms. 65
Figur 4-19: 200-årsflom med klimapåslag langs Nugga med utbedret flomverk frem til Industrivegen. Sorte streker antyder foreslåtte jordvoller (ikke lagt inn i flom-modellen). 66
Figur 4-20: Eksisterende forbygning ved trafostasjonen og ysteriet. Materialer og metode bør videreføres dersom kanalen skal utvides. Foto: NIKU, august 2021. 67

Figur 4-21 Nugga endrer karakter nedstrøms broa ved Vågåvegen. Foto: NIKU, august 2021. 68
Figur 4-22: Bru ved Vågåvegen. Oppstrøms side 69
Figur 4-23: Bru ved Vågåvegen. Nedstrøms side 69
Figur 4-24: Bruer ved Industrivegen sett fra sør mot nord (Google Maps Street view) 69
Figur 4-25: Bruer ved Industrivegen sett nedstrøms retning 69
Figur 4-26: Brua i Vågåvegen over Nugga, sett nedenfra. Foto: NIKU, august 2021. 72
Figur 4-27: Nugga nedstrøms Vågåveien (fra Google Maps street view) 72
Figur 5-1 Otta nedstrøms utløpet av Finna i 1958 (øverst) og i dag (nederst) 73
Figur 5-2: Vanndybder ved 1000-års flom med klimapåslag i Otta. Omtrentlig plassering av flomvoll er indikert. 75
Figur 6-1 A) Mur med sentral spunt og forblending med blokkstein. B) Sagd blokksteinmur med «I»-fundament og frostisolasjon. Fra sikringshåndboka (NVE, 2020). 81
Figur 6-2 Tosidig natursteinmur med tre skift under bygging, fundamentert på betongkonstruksjon. Fra Sikringshåndboka (NVE, 2020) 81
Figur 6-3 Flomvoll med mur på toppen, fra Sikringshåndboka (NVE, 2020). 83
Figur 6-4 Forblendet betongmur, fra Sikringshåndboka (NVE, 2020). 83
Figur 6-5: Bruk av støttemur for å redusere bredden. Fra Sikringshåndboka (NVE, 2020). 84
Figur 6-6: Klassisk flomvoll med tetningskjerne av leire. Fra Sikringshåndboka. (NVE, 2020). 84
Figur 6-7 Kostnadskurver for små dammer. (NVE, 2016) 85
Figur 6-8 Prinsippskisse av inntak ved Sælatunga. 87
Figur 6-9 Inntaksområdet ved Sælatunga (fra norgeskart.no) 87
Figur 6-10 Ca. Utløpsområdet for flomtunnel ved båthavna (øvre) og dybdekart for østenden av Vågåvatn (nedre) (Fra NVE-Atlas, Oppmålt 1968). Rød ramme viser ca. plassering av det øvre kartutsnittet med båthavna. 89
Figur 6-11: Prinsippskisse for prosesser og elementer tilknyttet et massebasseng (venstre) og eksempel på bunnlast sperre med massebasseng. Fra Sikringshåndboka, Modul F2.401. (NVE, 2020) 90
Figur 6-12 Prinsippskisse for oppbygging av et GeoBrugg flomskrednett (Kilde: Geobrugg AG). 91
Figur 6-13 Midlere vekstkurve for høstflom (NVE 2021) 93
Figur 6-14 Skadefunksjon Finna for år 2093.Figur fra NKA-2016. 95
Figur 6-15: Skadefunksjon Nugga for år 2093 97
Figur 6-16 Skadefunksjon for flomsone fra Vågåvatnet år 2093 99

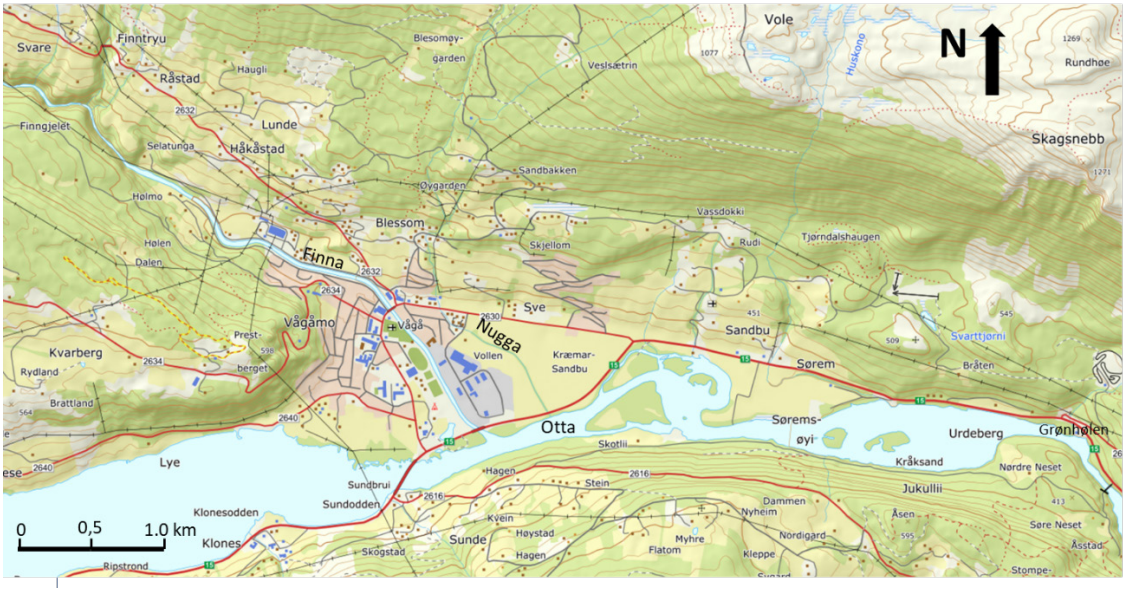
Vedlegg

Vedlegg A Modellering av terskler

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

NGI med underleverandører (DHI, NIKU, NINA, Hydrolog Nils Roar Sælthun AS og HydraTeam AS) har fått i oppdrag å utføre en mulighetsstudie for helhetlig sikring av Vågåmo sentrum mot flomskred og flomhendelser i elvene Otta, Finna og Nugga (Figur 1-1). Mulighetsstudien skal, i tillegg til flom- og skredfare, ta hensyn til de store verneverdiene som er knyttet til området og vassdraget. Dette gjelder forhold som elveløp, geomorfologi, botanikk, fauna, kulturminner, samt friluftsliv og jordbruk. Arbeidet er oppdelt i tre faser. Fase 1 la kunnskapsgrunnlaget ved å beskrive nå-situasjonen mht. flom- og skredfare samt verneverdier (NGI, 2022). Fase 2 (denne rapporten) utreder et bredt spekter av aktuelle sikringsløsninger og deres effekt. I Fase 3 skal de mest hensiktsmessige og kostnadseffektive tiltakene anbefales og detaljeres ytterligere.

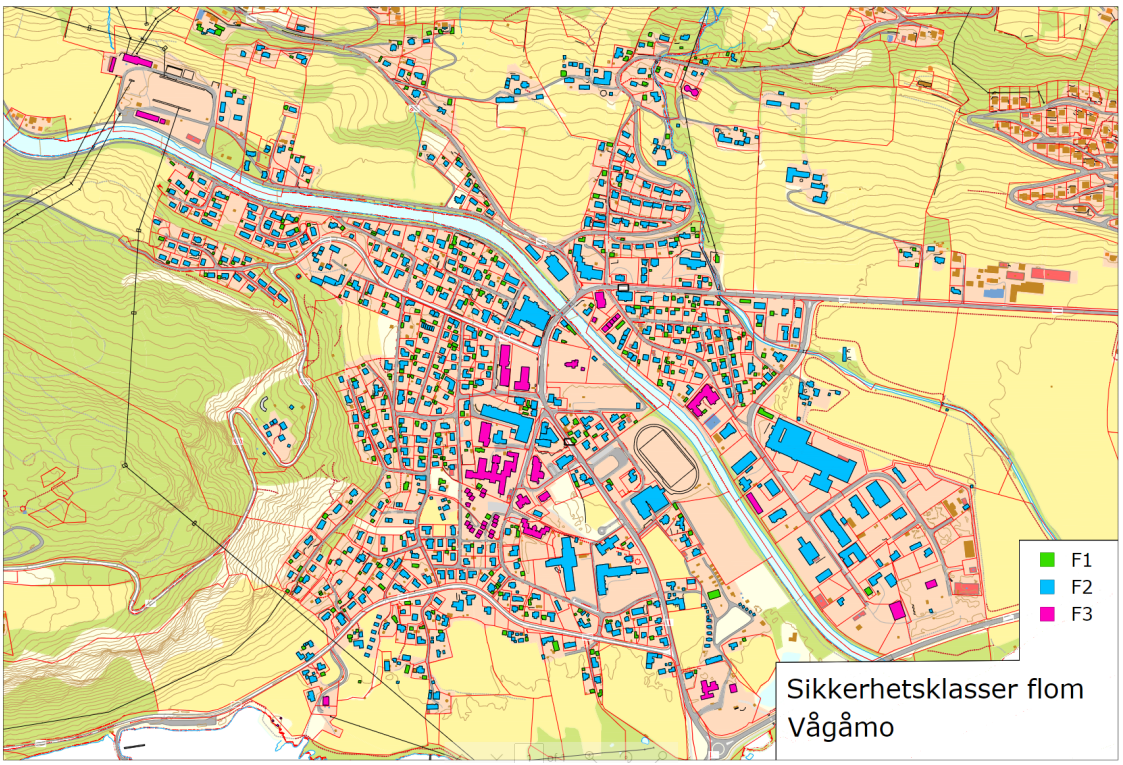


Figur 1-1 Kart over undersøkelsesområdet. Grønhølen i Otta er den østlige begrensningen til den hydrauliske modellen som ligger til grunn for flomberegningene.

Det henvises til rapporten fra Fase 1 (NGI, 2022) når det gjelder detaljer rundt hva det må sikres mot og hvilke hensyn som må tas til natur- og kulturverdier. I Fase 2 av mulighetsstudien skal alle aktuelle sikringstiltak identifiseres og analyseres. Arbeidet omfatter modellering av effekten av de mest aktuelle tiltakene, og eventuelle kombinasjoner av disse. Det skal legges vekt på å ivareta hensynet til natur- og kulturminneverdier i så stor grad som mulig. Siden Finna er et varig verna vassdrag (Verneplan IV) og Finndalen landskapsvernområde utgjør en betydelig del av nedbørfeltet til Finna, er hensynet til natur- og kulturminner tillagt ekstra vekt i dette prosjektet. I Fase 2 er det kun gjort overordnede vurderinger av effekter og konsekvenser for naturverdier for de ulike tiltakene, og det vil derfor være viktig at hensynet til naturverdier tillegges stor vekt i den videre planleggingen (Fase 3) og gjennomføring av tiltakene.

Naturbaserte løsninger (NBS) skal vurderes og foreslås der dette er mulig, men både tradisjonelle, 'grå' løsninger og kombinasjoner av NBS og tradisjonelle løsninger, såkalt hybride løsninger, skal vurderes. I tråd med statlige retningslinjer for klimatilpasning skal valg av andre løsninger enn NBS begrunnes. Det ble relativt tidlig i prosjektet konkludert med at potensialet for valg av rene NBS ved sikring av Vågåmo sentrum var lite, bl.a. fordi det er trangt og derved svært begrensede muligheter for å gi elva mer rom f.eks. ved bruk av tilbaketrukne flomvoller. Nedbørfeltet til Finna er stort (466 km^2) og består av 81% snaufjell, og kun 1.4% er dyrket mark, 2.0 % myr og 12 % skog. Potensialet for f.eks. naturbaserte løsninger i form av restaurering av myr og skog for å redusere flomproblemene er derfor ikke tilstrekkelig. I tillegg er store deler av nedbørfeltet lite påvirket av tidligere inngrep, og dette gjør at potensialet for NBS i form av restaureringstiltak i nedbørfeltet oppstrøms Vågåmo sentrum er lite. For de løsningene som vurderes mest aktuelle, utarbeides prinsippskisser og grove mengde- og kostnadsoverslag. Disse inngår i nytte/kost-analyser, utført med NVEs verktøy NKA-2016, som danner grunnlag for hvilken endelig løsning som skal bli videre detaljert og anbefalt i Fase 3 av studien.

2 Sikringsnivå og sikringstiltak



Figur 2-1: Oversikt over bygninger og tilhørende sikkerhetsklasse for flom iht. TEK17. (Oppdatert fra Vågå kommune)

Vågåmo har bygninger som tilhører sikkerhetsklasse F3 (konsekvens stor; nominell årlig sannsynlighet 1/1000 skal ikke overskrides) på begge sider av Finna (Figur 2-1). De fleste ligger på vestsiden og omfatter Kirken med støpulen, som har spesielt stor kulturhistorisk verdi, samt kommunegården og Vågåheimen, i tillegg til flere andre bygg. F3 bygg på østsiden vil kunne påvirkes av flom fra både Finna og Nugga. Her ligger blant annet et bo- og behandlingssenter, samt Vågåmo brannstasjon, begge tett inntil Finna. Helt syd i industrifeltet øst for Finna ligger også renseanlegget, som også har sikkerhetsklasse F3. Bensinstasjonen, rett øst for Finna bru, er også klassifisert i F3, på grunn av forurensningsfaren. Oppstrøms sentrum ligger Statnetts trafostasjon i Kvernvegen, som også har sikkerhetsklasse F3 på grunn av sin store nasjonale betydning for overføringsnettet.

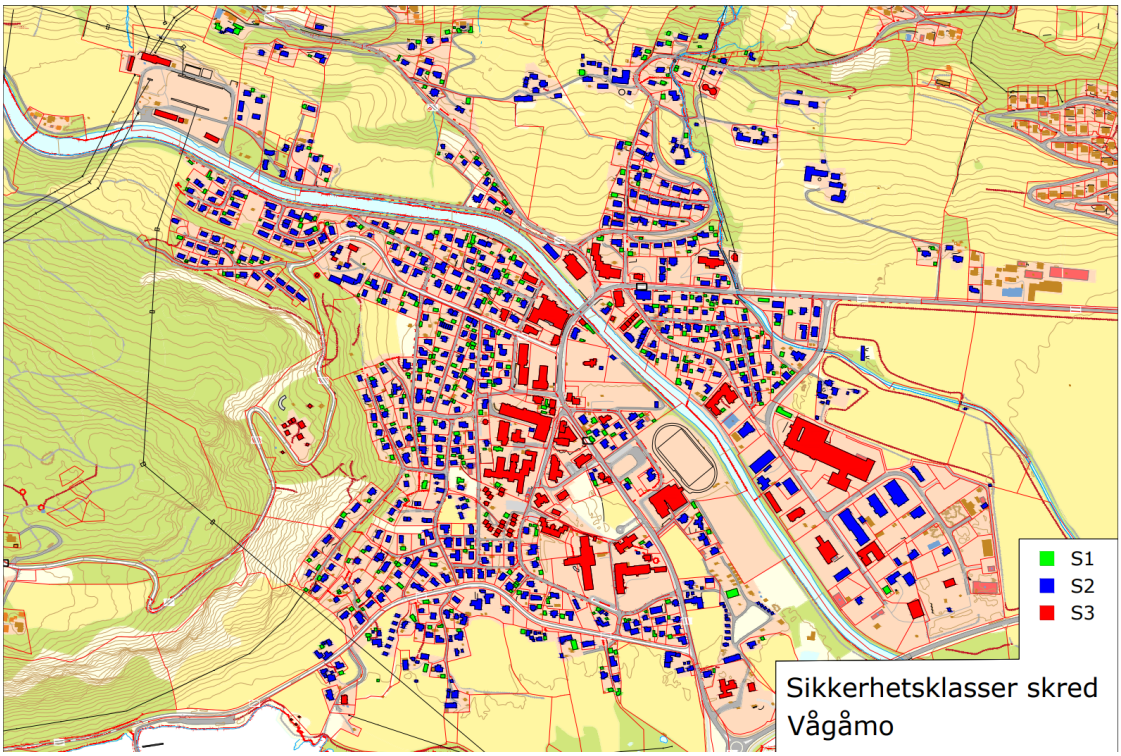
Ved en 1000-års flom med klimapåslag vil noe vann trenge inn ved Finnkanten, samt mellom kirken og Finna Bru. Vanndybdene er i hovedsak små (<0,5 m) og vann-hastighetene små, men bygninger i sikkerhetsklasse F3 lenger ned i sentrum vil berøres.-

Grunnet fordelingen av bygninger i sikkerhetsklasse F3 vurderes det her at en bør sikre kontinuerlig til F3 nivå langs hele den berørte delen av Finna. Mange steder er det

begrenset plass langs elva, og dette byr på utfordringer når det gjelder å forhøye flomverkene. Et eksempel er ved brannstasjonen, på østsiden av Finna.

For Nugga mener vi det vil være tilstrekkelig å sikre for sikkerhetsklasse F2. Ingen F3 bygninger blir direkte berørt av flom i Nugga. Det tas et forbehold mht. den øverste delen nedenfor Øygardsvegen, der det kan være muligheter for at vann på avveier kan utvikle seg til flomskred, som kan true nedenforliggende bebyggelse. Dette vil bli vurdert nærmere i Fase 3 av mulighetsstudien. Det er dessuten en utfordring å utvide bruene i Vågåveien og Industriveien til et nivå tilsvarende 1000-års flom med klimapåslag. Dette vil være ekstreme tilfeller, og vi anbefaler at man da lar vann renne så kontrollert som mulig over veien.

Når det gjelder flom i Otta, er vannverket på Haugamoen ned mot Vågåvatnet også en utfordring. Dette er et anlegg i sikkerhetsklasse F3, og det er sterkt påvirket av så vel 1000- som 200-års flom. En sikring tilsvarende F3 i dette området vil kreve en ca. 1070 m lang voll på inntil 3 m høyde langs vannet, fra rundkjøringen der Vågåveien møter Rv 15 til terrenget stiger nord for Nedre Nordheradsvegen. I tillegg må det etableres pumpestasjoner.



Figur 2-2 Oversikt over bygninger og tilhørende sikkerhetsklasse for skred iht. TEK17. (Oppdatert fra Vågå kommune).

Når det gjelder skred klassifiseres enda flere bygninger til høyeste sikkerhetsklasse, S3 (nominell årlig sannsynlighet for å bli berørt skal være mindre enn 1/5000). Det aller

meste av øvrig bebyggelse tilhører sikkerhetsklasse S2, der grensen er satt ved årlig nominell sannsynlighet på 1/1000. I undersøkelsesområdet er flomskred fra Nugga vurdert, og her er Kiwi-butikken, hotellet, ysteriet, busstasjonen og Nugga trafostasjon definert i sikkerhetsklasse S3.

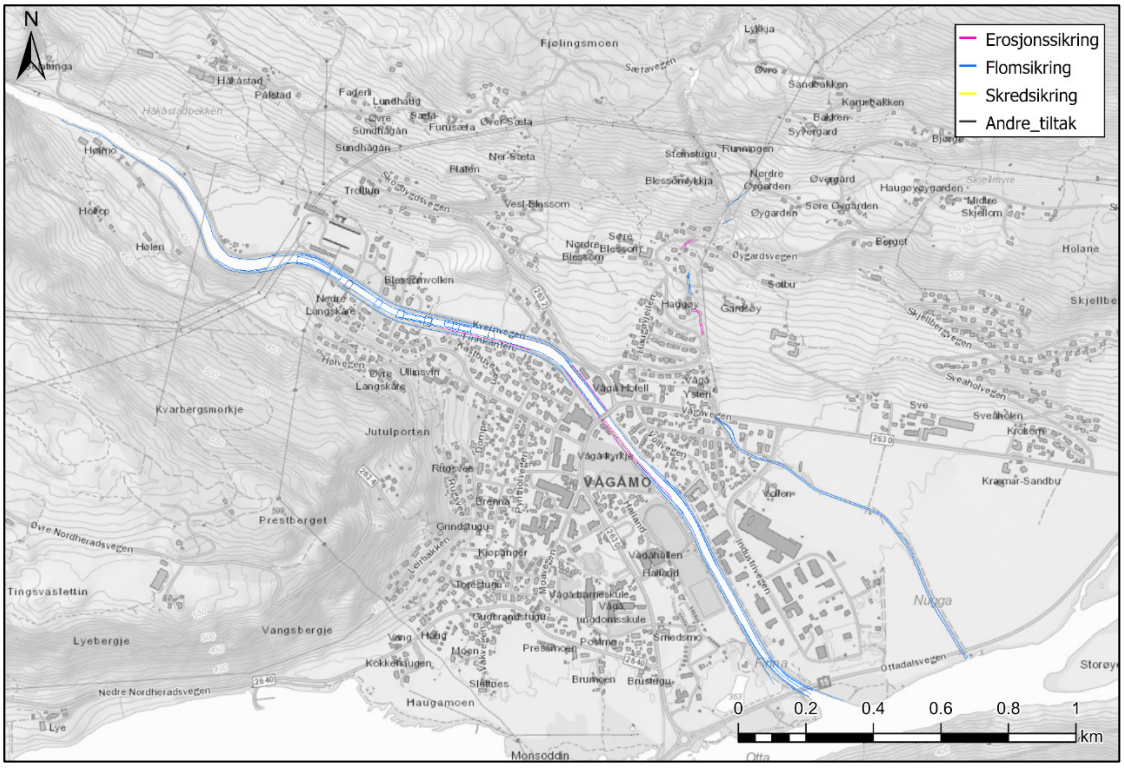
2.1 Kort beskrivelse av eksisterende tiltak

Finna har vært gjenstand for en serie flomtiltak siden en katastrofeflom i 1860. De tidlige forbygningene holdt ikke under storflommen i 1938. Sammenhengende flomverk ble bygget gjennom Vågåmo i 1939-40, og disse ble forhøyet etter en stor flom i 1958. For å hindre undergraving av flomverkene ble det bygget terskler i elva på 1960- og 1980-tallet. Etter år 2000 er det også utført ytterligere vedlikehold av tersklene og oppgradering av flomverkene.

I dag har Finna sammenhengende flomverk i en lengde på 2,5 km, fra like nedstrøms Sælatunga til utløpet i Otta. Elva er erosjonssikret med seks terskler av store steinblokker i området mellom trafostasjonen og Vågåvegen. Nedre del av tersklene er sikret med nedslåtte jernskinner. Flomfyllingene på begge sider er sikret med mur av store, flate steinblokker (NVE, 2021). Tersklene virker også som fangdammer. De ble utbedret i 2016, samtidig som NVE tok ut totalt ca. 5500 m^3 masse som var avlagret oppstrøms tersklene. Eksisterende flomverk i Vågåmo sentrum er en del av et større område med forbygninger fra tidlig 1900-tallet og senere bygde terskler (1960- og 1980-åra). Mye av det fine murarbeidet i forbygningene er utført for hånd og er fortsatt synlig i dagens forbygning. Flomverket er "statlig listeført" som verneverdig. En statlig listeføring gir ikke formelt vern, men er en måte å markere at et kulturminne eller kulturmiljø er verneverdig. De fleste verneverdige kulturminner og kulturmiljøer (som f.eks. er listeført), er ikke formelt vernet etter kulturminneloven eller plan- og bygningsloven (Riksantikvaren, 2020).

Simuleringer utført i Fase 1 av denne mulighetsstudien (NGI, 2022) viser at dagens flomverk har kapasitet til dagens 100-årsflom uten klimapåslag, med en vannføring på ca. 325 m^3/s. Ved større vannføringer vil Finna gå over flomverkene både på sør-vest siden mot veien ved Finnkanten ovenfor Vågåvegen, og på østsiden nedenfor Vågåvegen, inn mot Vollvegen og ned mot Industriområdet.

I Nugga er det etablert forbygning på begge sider av elva hele veien fra oversiden av Vågåvegen til utløpet i Otta, en strekning på ca. 1100 m. I tillegg er enkelte terskler også etablert som erosjonssikring. Oppstrøms Vågåvegen er flomsikringstiltak etablert rett ovenfor Haugøy, samt to steder oppstrøms Øygardvegen, for å hindre overløp østover. Erosjonssikring er etablert der Øygardvegen krysser Nugga, samt ved Haugøy (Figur 2-3).



Figur 2-3 Eksisterende flomsikringstiltak i Finna og Nugga. Blå strek markerer flomsikring, rosa strek markerer erosjonssikring. Figuren er hentet fra NVEs kartkatalog (https://temakart.nve.no/tema/sikringstiltak).

2.2 Mulige nye sikringstiltak

En rekke nye tiltak (Tabell 2-1) er beskrevet og diskutert i de følgende kapitlene. Tiltakene er grovt beskrevet med tekst og prinsippskisser og er diskutert med hensyn til:

- Risikoreduserende effekt
- Gjennomførbarhet
- Kostnader
- Påvirkning på natur- og kulturverdier og landskap
- Mulige uheldige effekter for tredjepart

De tiltakene som vurderes gjennomførbare og som vil ha en påviselig risikoreduserende effekt, blir tatt videre i en nytte-kost analyse, utført med NVEs verktøy NKA-216. Det er viktig å presisere at kostnadsestimatene i dette arbeidet er grove og basert på erfaringstall fra andre, lignende prosjekter. Kostnadsbildet kan derfor endres noe når detaljstudier for prosjektering utføres.

Tabell 2-1 Oversikt over vurderte tiltak for Finna, Nugga og Ottaelva.

Vassdrag	Tiltak	Beskrivelse tiltak
Finna	TF1	Flomdempingsmagasin i Finndalen
Finna	TF2	Flomdempingsmagasin i Finngjelet
Finna	TF3	Flomtunnel Finna - Vågåvatn
Finna	TF4	Sedimentasjonsbasseng mellom Sælatunga og eksisterende terskler
Finna	TF5	Fjerne terskler/bunnforsterkning Finna
Finna	TF6	Utbedre eksisterende flomverk gjennom Vågåmo sentrum
Finna	TF7	Ytre flomvoll i Vågåmo sentrum
Finna	TF8	Vågåvegen som flomvei
Nugga	TN1	Fangnett for sedimenter og drivgods
Nugga	TN2	Utbedre flomverk på vestsiden av Nugga fra Øygardsvegen forbi Haugøy
Nugga	TN3	Utbedre flomverk nedstrøms Haugøy til Nugga trafostasjon
Nugga	TN4	Utbedre flomverk langs øst- og vestsiden av Nugga, Nugga trafostasjon til Industrivegen.
Nugga	TN5	Bruer i Vågåvegen og Industrivegen
Otta	TO1	Masseuttak nedstrøms utløpet til Finna og Nugga
Otta	TO2	a) Flomverk langs Vågåvatn, b) sikring av Vågå vannverk
Otta	TO3	Sikring av bensinstasjon
Alle		Tiltak for enkeltbygg (gjelder særlig Vågå kirke og Vågå vannverk)

Alle tiltakene som vurderes er diskutert med NVE i et digitalt møte 1. februar 2022. De er også i tråd med tiltak som er skissert i Regional Plan for Gudbrandsdalslågen (Oppland Fylkeskommune, 2018). I planen er det fokusert på uttak av masser for å hindre bunnheving. Dette arbeidet omfatter også dette (tiltak TF4), men vurderer i tillegg langt flere tiltak.

Et tiltak som har vært diskutert, men som vi ikke vurderer i detalj nedenfor, er å endre dreneringen fra innsjøen Leirungsvatnet mot den regulerte Aursjøen, i stedet for sør-østover mot Råkåi, som igjen fører ut i Finna. Beregninger av betydningen for vann-føringen viser at et slikt tiltak vil ha relativt liten betydning for vannføringen i Finna i Vågåmo. I tillegg er det store kultur- og naturverdier knyttet til områdene rundt innsjøene. Både gjennom arbeidet i Kontaktutvalget for vassdragsreguleringer og med Samlet plan for vassdrag (Anon, 1986) ble det dokumentert betydelige verneverdier i nedbørfeltet til Finna. Det ble spesielt bemerket at både Råkåvatnet og Leirungsvatnet representerte viktige verdier i vassdraget, og at vannfaunaen hadde svært stor verne-verdi.

Selv om hele vassdraget er et varig verna vassdrag, er det naturlig å vurdere de negative konsekvensene av tiltak på naturverdiene forskjellig i nedre og øvre del av Finna. Området fra Sælatunga og oppover er lite berørt og tiltak (f.eks. TF1 og TF2) med negative konsekvenser for naturmiljøet bør så langt som mulig unngås her. Finna

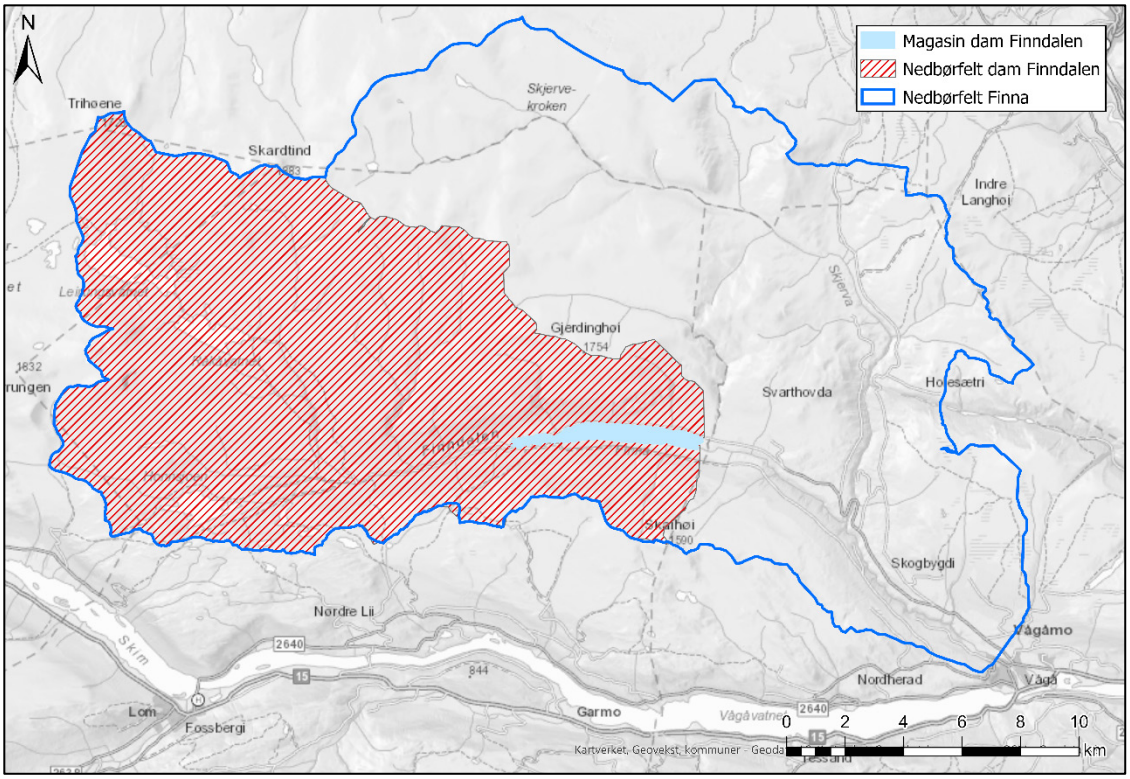
gjennom Vågåmo sentrum, dvs. fra rett nedstrøms Finngjelet til utløpet i Otta, er pga. tidligere flomsikringsarbeider definert som en sterkt modifisert vannforekomst (SMVF) med dårlig-til-moderat økologisk tilstand. Ytterligere inngrep på denne strekningen er trolig uunngåelig, men det bør være et mål at økologisk tilstand snarere bedres enn reduseres ytterligere.

3 Mulige tiltak i Finna

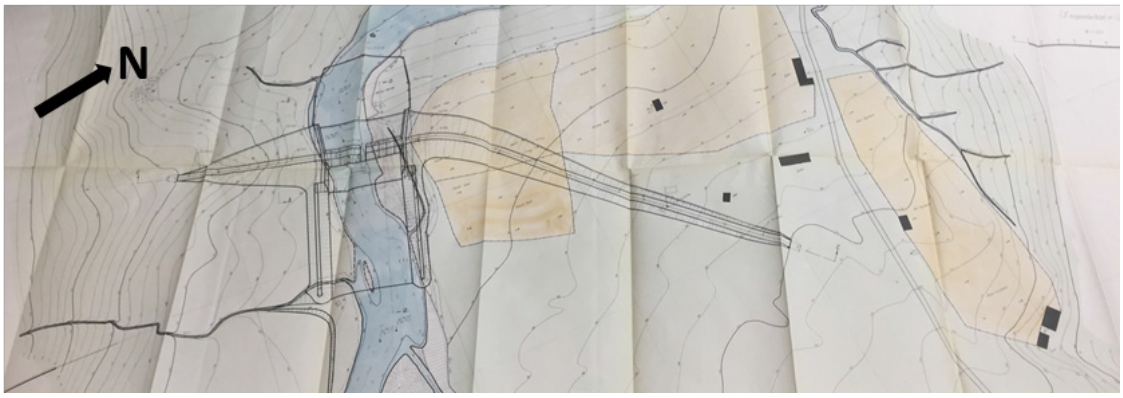
3.1 TF1: Flomdempingsmagasin i Finndalen

Tidligere vurderinger

Et flomdempingsmagasin i Finndalen ble diskutert allerede på slutten av 1930-tallet. I NVEs arkiv finnes dokumenter, kart og tegninger basert på en vurdering gjort av overingeniør A.S. Gjølme i 1940, basert på bl.a. geologisk rapport av Gunnar Holmsen i 1938. Dammen er foreslått lagt ved Odden seter, som *'en 390m lang jorddam, med 4m bred krone på kote 790 og sideskråninger med helning 1:2. Midtre parti utformes som et fast gjennomløp av betong med en 3 m bred spalte fra elvebunnen på kote 779 og opp til kote 786 eller til terskelen på det 50 m brede og 4 m høye flomløp*.' Ca. plassering av dammen fremgår i Figur 3-1 og en skisse av dammen er vist i Figur 3-2. Oversvømt areal ville strekke seg til vest for Sterringen. Dammen vil regulere ca. 214 km^2 av 466 km^2 av nedbørfeltet til Finna, hvilket tilsvarer ca. 46%.



Figur 3-1: Plassering av dam og flomdempingsmagasin i Finndalen og nedbørfelt til magasinet og Finna

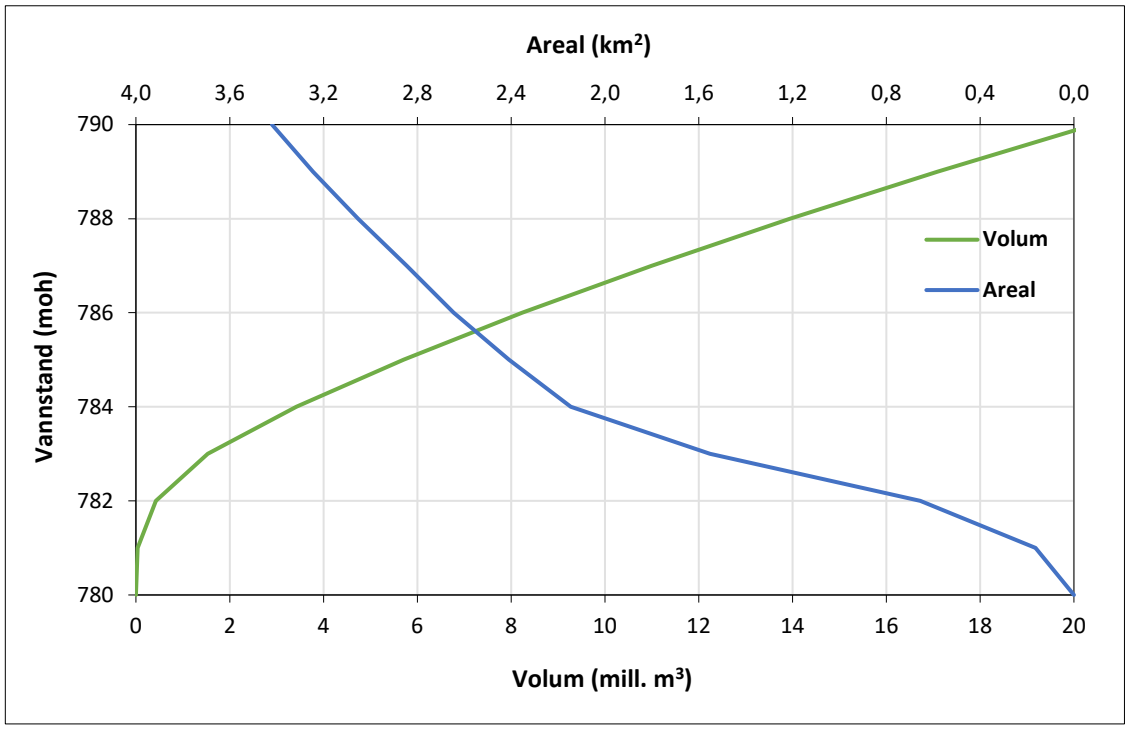


Figur 3-2: Skisse fra 1940 av den vurderte flomdempningsdammen i Finna ved Odden. Plasseringen er den samme som i Figur 3-1

Beskrivelse av tiltaket

Et flomdempingsmagasin i Finndalen innenfor Finngjelet, enten det plasseres ved Odden eller et annet sted, vil måtte ha kapasitet tilsvarende det som er beregnet for et lignende mulig tiltak i Finngjelet (Kapittel 3.2). Basert på Nasjonal detaljert høydemodell er det beregnet areal- og volumkurver for en mulig dam og flomdempingsmagasin i utløpet av Finngjelet med HRV på 790 moh. (Figur 3-3). På kote 790 har magasinet et volum på

ca. 20 mill. m^3, hvilket er mer enn tilstrekkelig for å magasinere volumet til vannføringen over 325 m^3/s for 200-årsflom med klimapåslag eller en 1000-årsflom med klimapåslag.



Figur 3-3: Areal-volumkurve for dam i Finndalen

Effekt på naturverdier, kulturverdier, landskap og tredjepart

Finna er et varig vernet vassdrag (vernetidspunkt 1993, Verneplan IV), og Finndalen har status som Landskapsvernområde. Landskapsvernet skal ta vare på et særegent og vakkert natur- og kulturlandskap, der geologiske formasjoner, vassdrag og kulturminner er vesentlige elementer («Forskrift om verneplan for Reinheimen, vedlegg 6. Vern av Finndalen landskapsvernområde, Vågå og Lom kommunar, Oppland.». *Lovdata. 30.11.2006).* I kommuneplanenes arealdel for Vågå (2017-2027) og Lom (vedtatt 2003) er Finndalen angitt som henholdsvis LNFR (landbruks-, natur- og friluftsformål samt reindrift) og LNF3 – med store naturforvaltningsverdier og forbud mot 'spreidd utbygging utanom stadbunden næring'. Finndalen er videre båndlagt med hensynssoner på plankart som viser verneområdene for Reinheimen (båndlagt etter naturmangfolds-loven). Selv om formålet med en slik regulering er flomsikring og ikke kraftproduksjon, vurderer vi allikevel at dette tiltaket strider mot de rikspolitiske retningslinjene for vernede vassdrag (FOR-1994-11-10-1001).

Et flomdempingsmagasin vil være et særdeles stort inngrep i Finndalen. Det vil i dag være i sterk konflikt med verneinteressene i vassdraget, både når det gjelder natur- og kulturverdier. Dette tiltaket vil derfor ikke bli gjenstand for videre vurderinger eller en nytte-kost analyse.

3.2 TF2: Flomdempingsmagasin i Finngjelet

Tidlige vurderinger

En tidligere utredning om masseavlagringsdam i Finngjelet kombinert med en flomtunell til Vågåvatnet, utført i 1944, finnes i NVEs arkiv. Vurderingen var da å etablere en 'materialsamledam' i Finna ved utløpet av Finngjelet, og kombinere denne med en flomtunell til Vågåvatnet. Selve dammen var skissert som en 25 m høy jern/betong hvelvdam, med konstant radius på 16 m. I disse vurderingene anslås en kapasitet i dammen på ca. 250.000 m^3. Notatet fra 1944 angir en god del byggeteknisk informasjon, men sier lite om muligheter for tømming. Derimot antydes at dammen enkelt kan påbygges 5m dersom *'magasinet i sin tid skulle bli fullt av stein og grus'*.

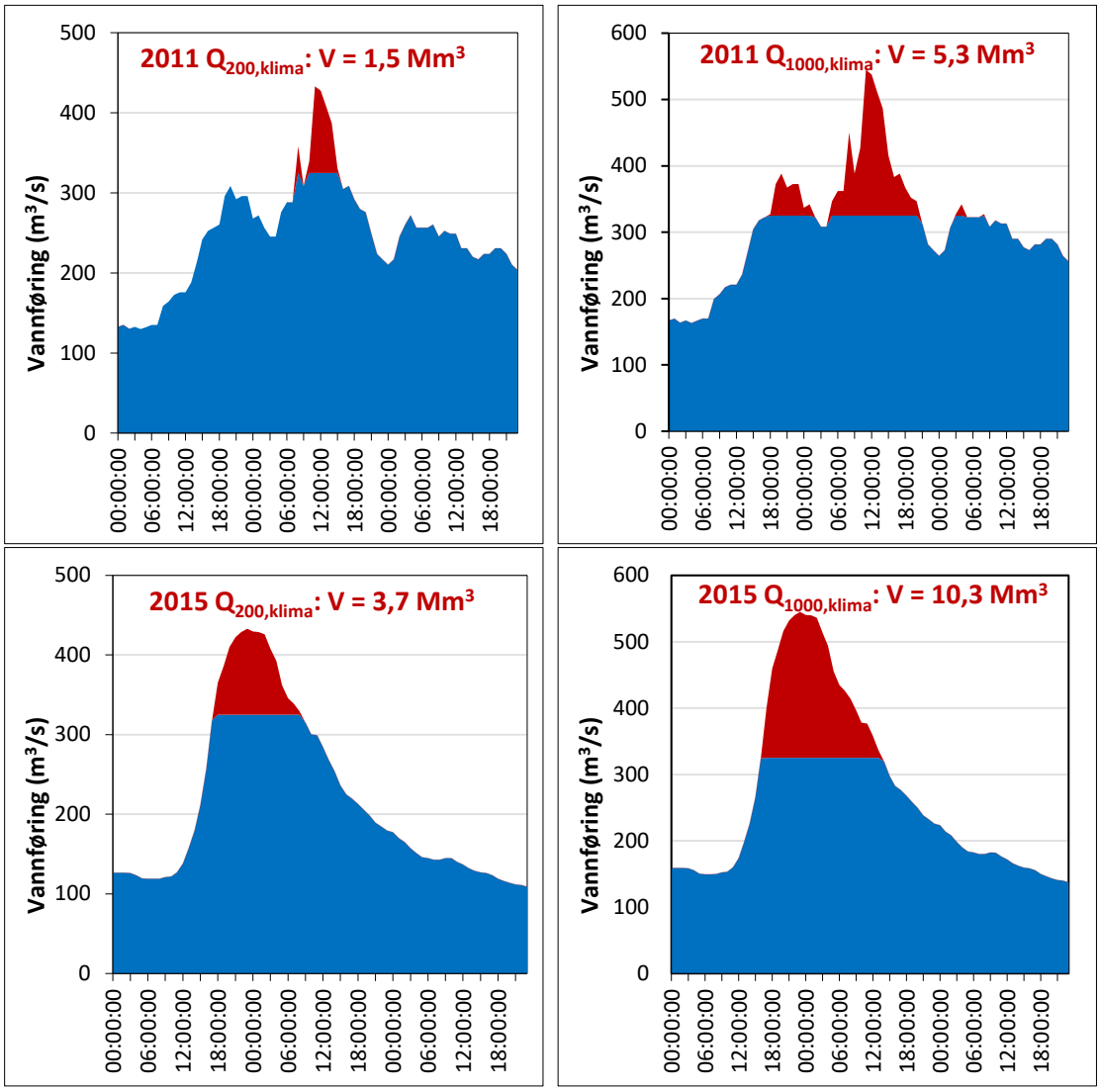
Videre, i samme notat er det utarbeidet planer for en ca. 2 km lang tunnel, med inntak i ytre del av Finngjelet, med et tverrsnitt på 20,5 m^2, og utløp i en 60 m lang betongkulvert ut under bygdeveien og ut til Vågåvatnet. Kapasiteten var beregnet å kunne ta *'ca. 100 m^3/s av største flomtopp i Finna*'.

Bakgrunn og begrunnelse for tiltaket

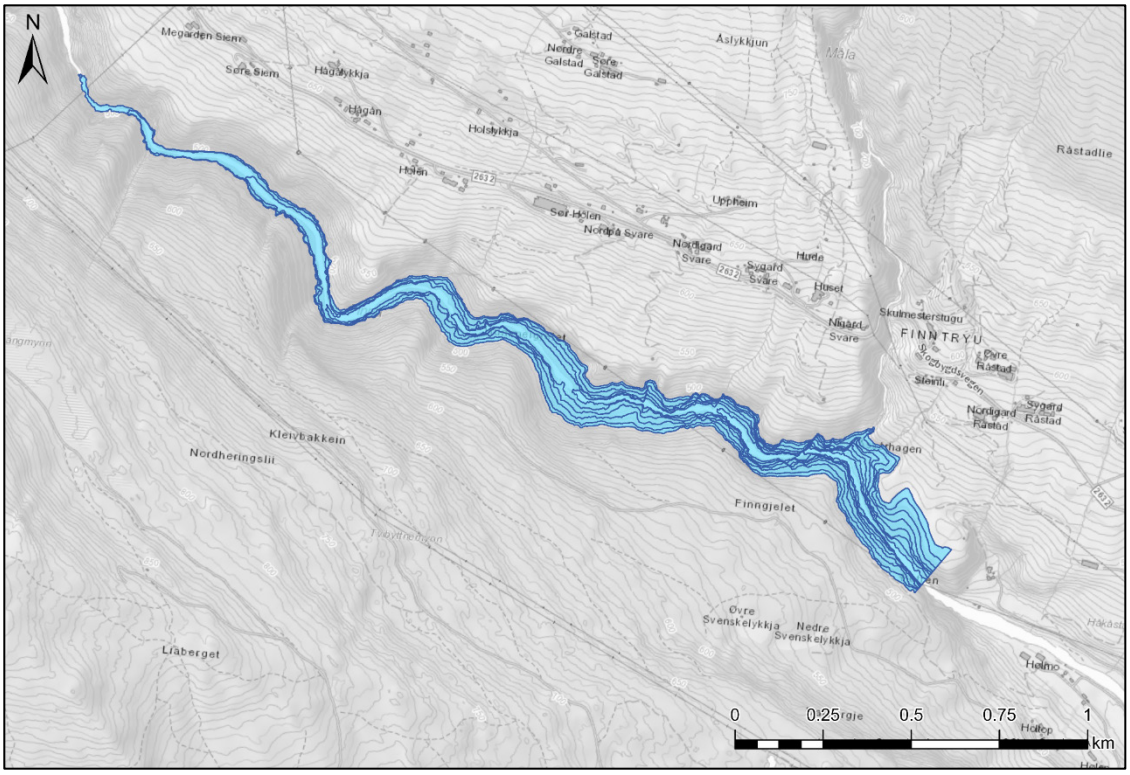
Et flomdempingsmagasin i Finngjelet må magasinere flomvolumet som overstiger terskelverdien for begynnende oversvømmelse i Vågåmo sentrum. Under flommen 11. juni 2011 var kulminasjonsverdien ved Sælatunga 366 m^3/s men det var ingen oversvømmelser i Vågåmo sentrum. Flommen i 2011 er beregnet til 200-årsflom. Hydrauliske simuleringer bekrefter observasjonen og viser minimale oversvømmelser på østsiden av Finna nedstrøms Finna bru for 200-årsflommen (kulminasjonsverdi 361 m^3/s). Terskelverdien for begynnende oversvømmelser i Vågåmo sentrum ligger et sted mellom vannføringer på 325 og 350 m^3/s.

Beskrivelse av tiltaket

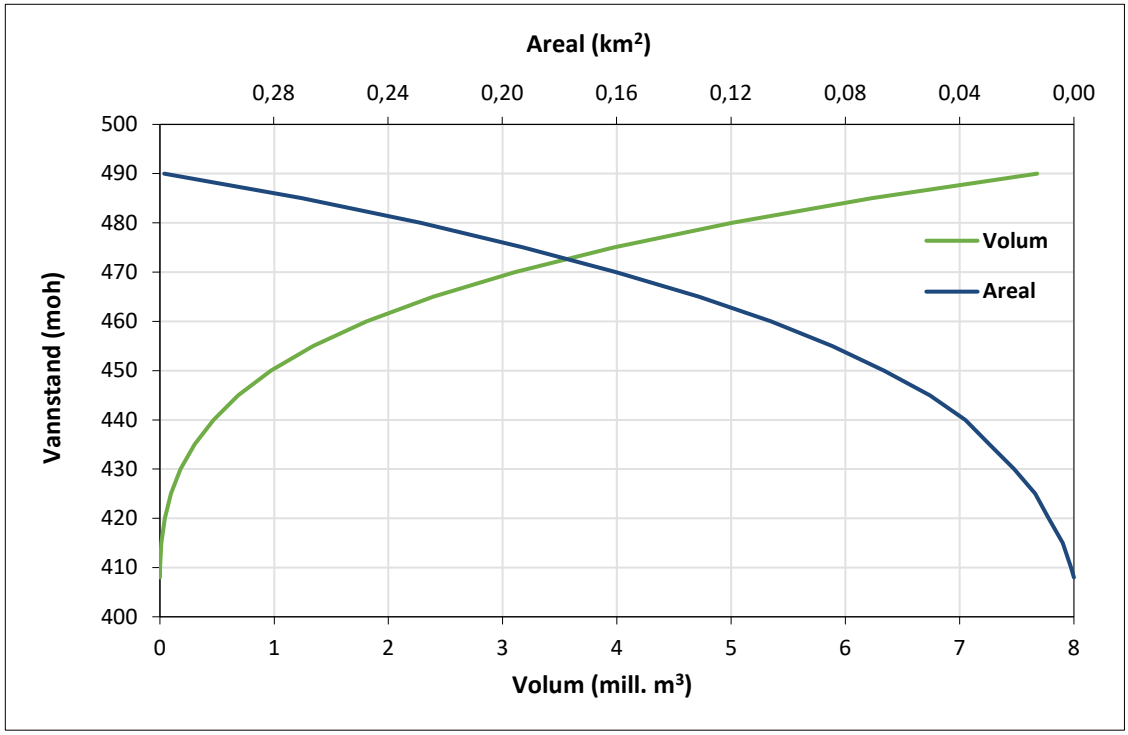
For å beregne nødvendig volum av et mulig magasin er det sett på flomhendelsene ved Sælatunga i 2011 og 2015. Vannføringene ved begge flommene er skalert opp til 200- og 1000-årsflom med klimapåslag, dvs. kulminasjonsverdi på henholdsvis 433 m^3/s og 545 m^3/s. Flommen i 2015 hadde et større volum enn 2011. Figur 3-4 viser at for 200-årsflom med klimapåslag er det nødvendig med et volum på minimum 3,7 mill. m^3 for å magasinere vannføringer over 325 m^3/s (nedre terskelverdi for oversvømmelse). Tilsvarende er det nødvendig med 10,3 mill. m^3 for 1000-årsflom med klimapåslag.



Figur 3-4: Nødvendig magasinvolum over 325 m³/s for 200-årsflom med klimapåslag og 1000-årsflom med klimapåslag



Figur 3-5: Utstrekning av mulig flomdempingsmagasin i Finngjelet



Figur 3-6: Areal-volumkurve for mulig flomdempingsmagasin i Finngjelet.

Et mulig flomdempingsmagasin i Finngjelet kan etableres vha. en gravitasjonsdam eller hvelvdam i utløpet av Finngjelet ved Sælatunga. Ved utløpet av Finngjelet ligger elvebunnen på ca. 408 moh. Høyden til en dam i utløpet av Finngjelet er begrenset av topografien øst for Finna der høyeste fjelltopp/kolle ligger på ca. 490 moh. Figur 3-5 viser plasseringen av dammen og utstrekning av flomdempingsmagasinet ved en vannstand på 490 moh. Magasinet vil da ha en lengde på ca. 3 km og demme opp Finngjelet til Siem.

Basert på Nasjonal detaljert høydemodell er det beregnet areal- og volumkurver for en mulig dam og flomdempingsmagasin i utløpet av Finngjelet med HRV på 490 moh (Figur 3-6). På kote 490 har magasinet et volum på ca. 7,7 mill. m^3, hvilket er tilstrekkelig for å magasinere volumet til vannføringen over 325 m^3/s for 200-årsflom med klimapåslag og delvis en 1000-årsflom med klimapåslag.

Flomdempingsmagasinet vil trenge et flomløp for å kunne tappe ned magasinet i forkant av en flomhendelse og for å unngå overtopping av dammen og dambrudd. Flomløp utført som overløp med fast terskel eller underløpsluker vil kreve svært omfattende tiltak for energidreping nedstrøms for å unngå erosjon nedstrøms dammen og undergraving av damtåen. Et lukket flomløp med tunnel til Vågåvatn er antageligvis best egnete løsning (se også vurderingen fra 1944, beskrevet ovenfor).

En dam med 80 meters høyde inkl. flomløp er et stort tiltak som vil måtte konsesjonsbehandles. Det vil være en rekke utfordringer knyttet til et slikt tiltak. Undersøkelser har vist at det går skred i Finngjelet, og at dette er en viktig kilde til sedimenter som kan transporteres videre nedstrøms og føre til bunnheving i Finna. Således vil tiltaket være en effektiv fangdam for sedimenter. Imidlertid vil massetransport i Finna og avsetning av sedimenter i magasinet med tiden redusere det aktive volumet tilgjengelig for demping av flommer. Tømming av sedimenter vil være utfordrende pga. topografien og vanskelig adkomst. Skred ned i magasinet vil også kunne føre til flodbølger og overtopping, noe som kan øke konsekvensene nedstrøms.

Et flomdempingsmagasin vil kreve gode driftsrutiner, samt pålitelige prognose- og varslingssystemer slik at magasinet kan tappes ned i forkant av en varslet flom. Det vil også kreve et arrangement for slipp og logging av krav til minstevannføring i Finna.

Effekt på naturverdier, kulturverdier, landskap og tredjepart

Et flomdempingsmagasin i dimensjonene som må til i dette tilfellet, er et stort inngrep i naturen, og vil forringe naturverdiene og verneverdiene i Finna. Det vil åpenbart ha negativ betydning for fiskefaunaen og for friluftslivinteressene med brukerinteresser knyttet til Finngjelet, blant annet elvepadling. Det er ikke gjennomført fiskebiologiske undersøkelser i området som en del av dette prosjektet, men opplysninger fra lokale fiskeinteresser og observasjon av de fysiske forholdene i nedre deler av Finngjelet sannsynliggjør at dette området både kan være overvintrings- og gyteområde for aure.

Hva angår kulturverdier vil magasinet og naturinngrep i forbindelse med anleggsarbeid være synlig fra begge sider av Finna, trolig også fra deler av sentrum. Tiltaket vil være skjemmende for opplevelsen av kulturlandskapet med verneverdig jordbrukslandskap og verneverdige bygningsmiljøer, og vil således ha negativ indirekte påvirkning for kulturverdier. De nærmeste kulturmiljøene er Sælatunga (tidligere skysstasjon/småbruk) og Hølmo (gårdsbruk), begge med eldre bebyggelse, og Håkåstad/Håkenstad (et staselig gårdsanlegg med ni fredete bygninger, omgitt av åker og eng, beliggende i lia ovenfor elva).

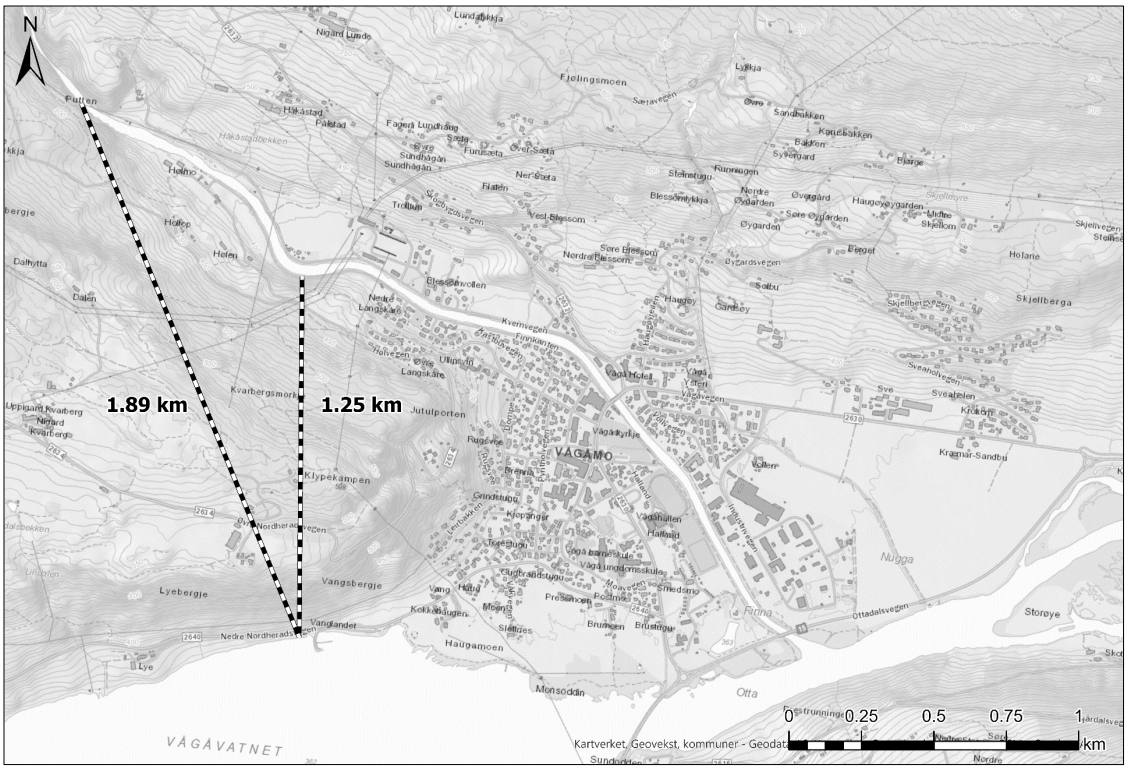
3.3 TF3: Flomtunnel Finna-Vågåvatn

Bakgrunn og begrunnelse for tiltaket

En flomtunnel fra Finna til Vågåvatn er et mulig tiltak. Et tunnel-alternativ ble også vurdert som en del av dammen i Finngjelet, beskrevet i kapittel 3.2. En flomtunnel dimensjonert for å ta vannføring utover det eksisterende flomverk i Vågåmo er dimensjonert for (dagens 100-årsflom), vil være sikringsalternativet med minst usikkerhet. I og med at man da vil ha sikkerhet for å unngå katastrofeflom gjennom Vågåmo, vil dette gi mulighet for noe utvikling av elvemiljøet og den økologiske tilstanden på elvestrekningen gjennom sentrum, i tillegg til at det da ikke vil ligge begrensninger knyttet til flomfare på utviklingen av Vågåmo.

Beskrivelse av tiltaket

Mulige inntak er i svingen like oppstrøms trafostasjonen, 394 moh. eller ved Sælatunga like etter utløpet av Finngjelet, 408 moh. (Figur 3-7). Begge steder er det rimelig kort til mulig påhogg. De tekniske forholdene ligger trolig best til rette ved Sælatunga, men i forhold til hensynet til naturverdiene vil trolig alternativet oppstrøms trafostasjonen være best. Dette er også det korteste alternativet, og en kan vurdere hvordan inntaket kan kombineres med sedimentasjonsbassengene (tiltak TF4). Utløp foreslås ved småbåthavna på Vanglandet, hvor det er fjell i dagen. En utfordring vil være kryssingen av FV468, Nedre Nordheradsvegen. Det antas at det vil by på problemer med neddykket utløp siden Vågåvantet er grunt her og trolig med betydelige sedimentmektigheter, men dette må eventuelt utredes nærmere i Fase 3. Strekninga fra Finna er 1252 m fra trafostasjonen og 1894 m fra Sælatunga. Utløpsnivået er 362 moh. Helningen er 2.6 % fra trafostasjonen og 2.4 % fra Sælatunga.



Figur 3-7: Alternative traséer for flomtunnel Finna-Vågåvatn

2011-flommen i Finna kulminerte på 366 m^3/s. Dette er omtrent tålegrensa for Finna gjennom Vågåmo med dagens tiltak. 200-års flom med klimafaktor er estimert til 433 m^3/s, mens 1000-årsflom med klimafaktor er estimert til 545 m^3/s. Dette betyr at en flomtunnel bør ha kapasitet på minst 200 m^3/s om den ikke skal kombineres med andre nye tiltak langs Finna gjennom Vågåmo sentrum. Med fallhøyden en har på de to traséene kreves det et tunneltverrsnitt på minst 30 m^2. Fulltløpende gir det en kapasitet på 200 m^3/s, men også en vannhastighet på 7 m/s. Dette er basert på bruk av Manningsformel med Manningtall på 35 $m^{1/3}/s$ og tunneltverrsnitt med 6 m bredde samt krumma tak med største høyde 5.5 m. Ytterligere detaljer vil bli vurdert i Fase 3 av mulighetsstudien.

Inntakskonstruksjon vil være en utfordring. Det kan være vanskelig å få dette til uten et inntaksmagasin med minst 5-6 m høyde, særlig dersom det skal bygges med faste overløpskonstruksjoner.

Flomtunnelen vil øke vannføringen og vannstandene i Otta på en kort strekning mellom tunnelutløpet og samløpet med Finna. Dette har ingen potensielle konsekvenser før summen av vannføringen i Otta og fra tunnelen overstiger vannføringen for 1000-årsflom med klimapåslag i Otta. Flommer med returperiode og samtidig kulminasjon i Finna og Otta er sannsynlig, dog er sannsynligheten lav. Derfor må man tå høyde for at en må legge til vannføringen fra tunnelen på kulminasjonsverdiene for 200-og 1000-

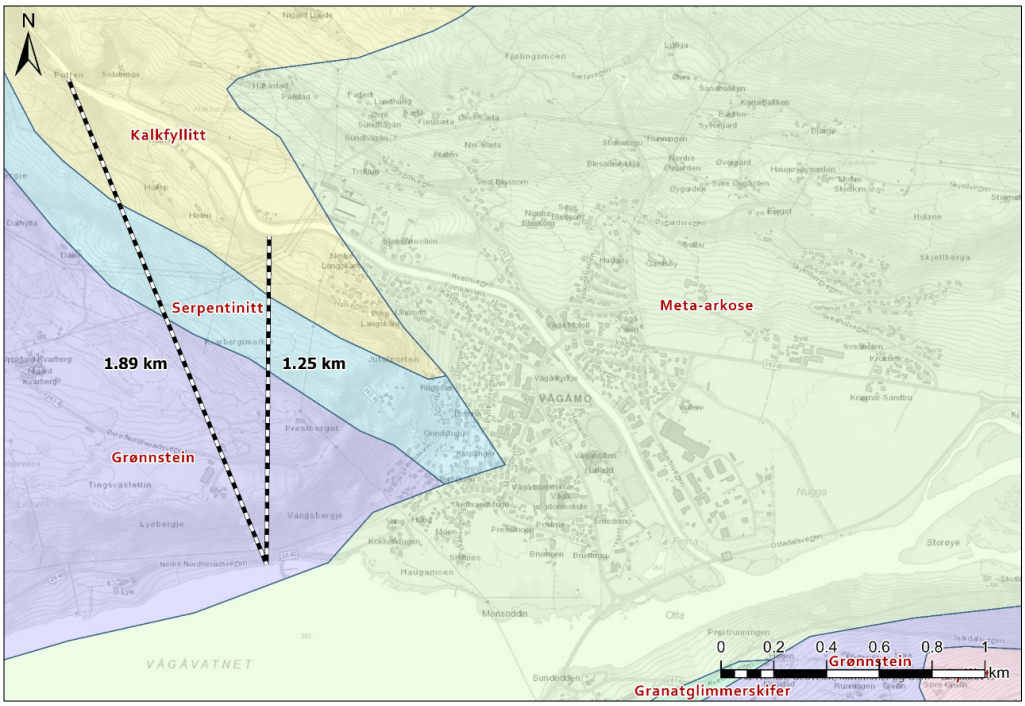
årsflom med klimapåslag i Otta. Da vil kulminasjonsvannføringen i Otta oppstrøms samløpet med Finna øke hhv. fra 1321 til 1521 m^3/s og fra 1661 til 1861 m^3/s.

Økte vannføringer i Otta kan ha konsekvenser for bygninger og vannverket langs Vågåvatn, samt muligens brua ved RV15 over Otta (Sundbrui). Ut fra terrengmodell ligger veidekket til Sundbrui på ca. kote 368 og med konservativ antagelse om samlet tykkelse på veidekke og underbygg på 1,5 meter ligger underkant av brubjelken på ca. kote 366,5. Vannstanden i Otta ved Sundbrui under 1000-årsflom med klimapåslag er ca. 365,7 moh. Økning av kulminasjonsvannføringen i Otta fra 1661 til 1881 m^3/s ved 1000-årsflom med klimapåslag vil mest sannsynligvis ikke føre til at vannstanden øker betydelig. I utløpskanalen til tunnelen vil det være bølger og lokal oppstuving i overgangen mellom utløpskanalen og Vågåvatnet, men dette vil dissipere lokalt.

For å vurdere konsekvensene av økte vannføringer i Otta er det gjennomført hydraulisk modellering. I modellen er alle vannføringer over 300 m^3/s er trukket fra hydrogrammet til Finna og lagt på hydrogrammet til Otta. Dette gir en kulminasjonsverdi i Otta på 1906 m^3/s for 1000-årsflom med klimapåslag. Det er konservativt utført simulering med konstant vannføring i Otta på 1906 m^3/s og Finna 300 m^3/s over 6 timer. I virkeligheten vil kulminasjonen i Finna vare 1 time, dvs. at Otta vil kun ha en vannføring på 1906 m^3/s i en time. Resultatene viser at vannstanden øker såvidt med ca. 0,1 meter langs strandkanten og ca. 0,3 meter til 366,0 moh ved Sundbrui. Vannstandene øker mest ved Sundbrui fordi tverrprofilet har et langt mindre strømningsareal, men det skaper ingen bakvannseffekter. I prosjekteringsfasen bør konsekvenser for Sundbrui vurderes nærmere. Tar vannspeilet oppunder brua kan oppstuvingen lenger oppstrøms i Vågåvatnet bli større.

Geologi

Berggrunnsgeologien i området er ganske kompleks, men stort sett kaledonsk. Et 1:50000 berggrunnskart for Vågå er under utarbeidelse, mens det som er vist i Figur 3-8 er NGUs regionale kart i 1:250000. Påhoggspunktene på nordsiden (mot Finna) er i kalkfylitt, trolig ikke det enkleste fjellet å drive i. Denne dykker trolig ned langs en duktil skjærsone mot serpentinitt. Dette er et avgrenset bånd, og resten av strekningen ser ut til å være grønnstein, som trolig er bedre fjell å drive i. Skiferbruddene oppe i Finngjelet er i glimmerskifer, men denne ser ut til å ligge lengre vest og høyere enn tunneltraséene. Lokale berggrunnsforhold utgjør en usikkerhet for tunneldrivingen og dette må vurderes nærmere i en eventuell prosjektering av tiltaket.



Figur 3-8: Berggrunnskart (www.ngu.no) med plassering av tunneltraséer.

Effekt på naturverdier, kulturverdier, landskap og tredjepart

Figur 3-9 Avgrensning av område som er utpekt som "utvalgt kulturlandskap i landbruket". (Kilde: Fylkesmannen i Oppland, 2017). Tunneltrasé er stiplet inn. Denne berører østre del av området. Plassering av tunnelutløpet, markert med rødt punkt, ligger mellom småbåthavna og den gamle sorenskrivergarden Lye som er en viktig gard i kulturmiljøet.

Utløpet for tunnelen er tenkt plassert nord for Vågåvåtnet, innenfor et område som har vært utpekt som regionalt og nasjonalt verdifullt kulturlandskap siden 1993 på grunnlag av kulturhistoriske og naturfaglige verdier (Nasjonal registrering av verdifulle kultur-

landskap, Fylkesmannen i Oppland, 2016). Naturkvalitetene er av internasjonal verdi med sjeldne arter, og området – Nordherad – har Norges tetteste samling av fredete og verneverdige landbruksbygninger. I 2009 ble Nordherad utpekt som ett av tjue utvalgte kulturlandskap i landbruket i Norge (UKL) av Landbruks- og matdepartementet og Miljøverndepartementet (Fylkesmannen i Oppland, 2016).

Området er godt synlig fra Ottadalsvegen Rv. 15 på andre siden av Vågåvatnet, og et tunnelutløp plassert der det er fjell i dagen vil påvirke kulturlandskapet negativt. En detaljert vurdering av tiltakets negative påvirkning på kulturlandskapet vil være avhengig av plassering, størrelse på inngrep og hvordan man utformer utløpet, blant annet materialbruk.

Hvordan inntakskonstruksjonen ved Finna vil påvirke kulturverdier må studeres nærmere i neste fase. Dette avhenger av plassering, størrelse og utforming, blant annet materialbruk som bruk av lokal stein. Foreløpige skisser (Figur 6-8) viser en betongmur med sideoverløp som går til en samlekanal mot sjakt til tunnel. Inntaksdammen vil være et betydelig tiltak lokalt, men kan likevel være et godt alternativ totalt sett. Dersom man finner gode løsninger for å dempe den visuelle virkningen av både inntaksdammen og av utløpet slik at disse inngrepene ikke påvirker landskapet negativt, vil en flomtunnel være et godt alternativ for å unngå flere tiltak i sentrum som vil berøre kulturverdier, både direkte og indirekte. Gitt at det prioriteres, vil en flomtunnel gi muligheter for å skape ei mer variert elv gjennom sentrum, noe som vil være positivt for vannfaunen.

Ved å dimensjonere inntaksdammen og tunellen riktig vil tiltaket fjerne behovet for heving av eksisterende flomverk og etablering av nye flomvoller i sentrum. Dersom en flomtunnel reduserer/fjerner behovet for heving av flomverk langs Finna anses dette som svært positivt for landskapshensynet i sentrum. Utforming av inntak og utløp må vies stor oppmerksomhet i de neste fasene for at det skal kunne tilpasses landskapet på en god måte. Ved utløpet kan det f.eks. benyttes lokal stein til plastring av kantsoner. I tillegg bør det utarbeides en detaljert plan for terrengforming og beplantning. Det bør benyttes lokale arter ved vegetering av utløpet som et avbøtende tiltak. For kultur- og naturmiljø ville det vært en stor fordel med neddykket utløp i Vågåvatnet. Det vil også være viktig å utrede hvor og hvordan tunnelmassene kan deponeres. Store sprengsteins-fyllinger bør unngås. Det vil bli store volumer med utsprengte masser som enten kan benyttes lokalt eller må transporteres bort og deponeres. Dette vil bli diskutert noe mer i fase 3 av mulighetsstudien.

3.4 TF4: Sedimentasjonsbasseng mellom Sælatunga og eksisterende terskler.

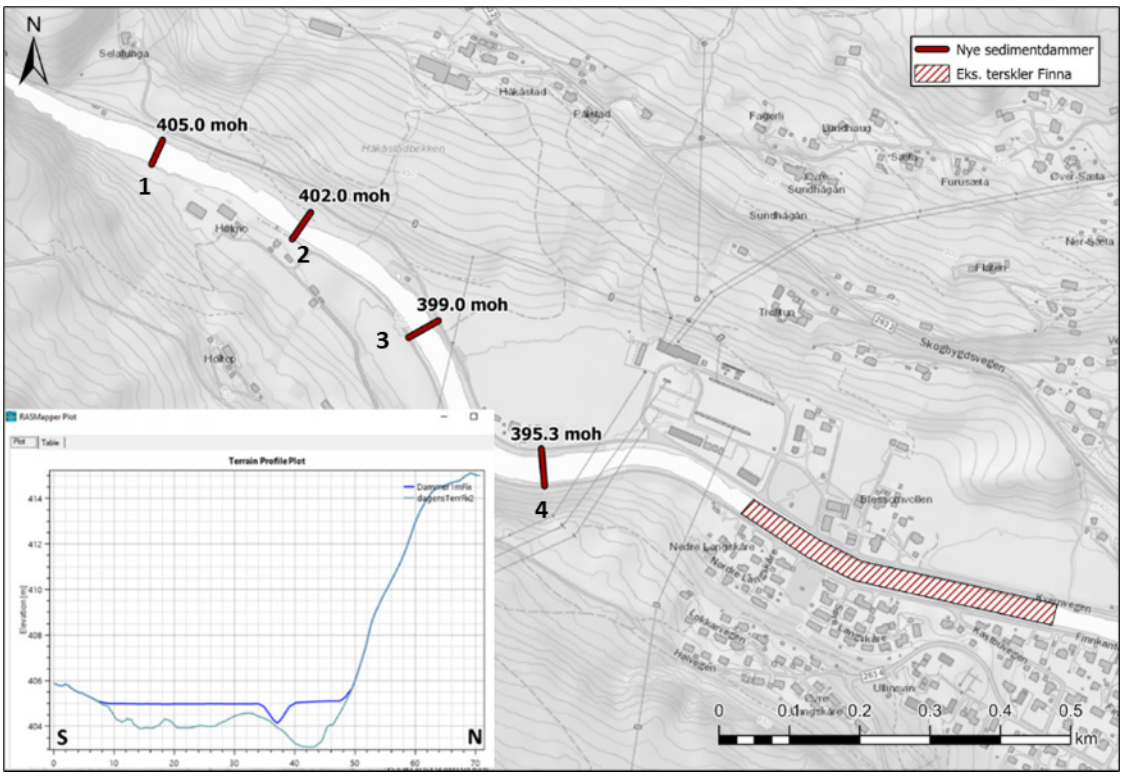
Bakgrunn og begrunnelse for tiltaket

Sedimenttransport og avlagring som fører til bunnheving i Finna er et stort problem utførlig diskutert i Fase 1 av dette prosjektet (NGI, 2022). Det foreslåtte tiltaket for å hindre bunnheving i Finna er å etablere sedimentasjonsbassenger oppstrøms Vågåmo, for så å overvåke disse og tømme dem ved behov. Å gjøre dette på så skånsom måte som

mulig, av hensyn til natur- og kulturverdier, er et mål. Modellering med verktøyet HEC-RAS (Brunner, 2016) viser at å etablere en serie på flere mindre sedimentasjons-bassenger kan være effektivt og innebærer samlet sett mindre inngripende tiltak. Masseuttak i dette området er også tiltaket som er foreslått i den regionale planen for Gudbrandsdalslågen med sidevassdrag (Oppland Fylkeskommune, 2018).

Beskrivelse av tiltaket

Bassengene er foreslått etablert bak 4 nye terskler i Finna, mellom utløpet av Finngjelet ved Sælatunga og trafostasjonen ved Kvernvegen (Figur 3-10). Toppen av tersklene er plassert i nivåene 405,0 moh., 402,0 moh., 399,0 moh., og 395,3 moh., for henholdsvis tersklene 1, 2, 3 og 4. Alle tersklene er tenkt konstruert med en slisse tilpasset vann-føringen, og det vil legges vekt på utforming som muliggjør toveis fiskevandring på normal sommervannføring. Endelig utforming vil være en del av detaljprosjekteringen.

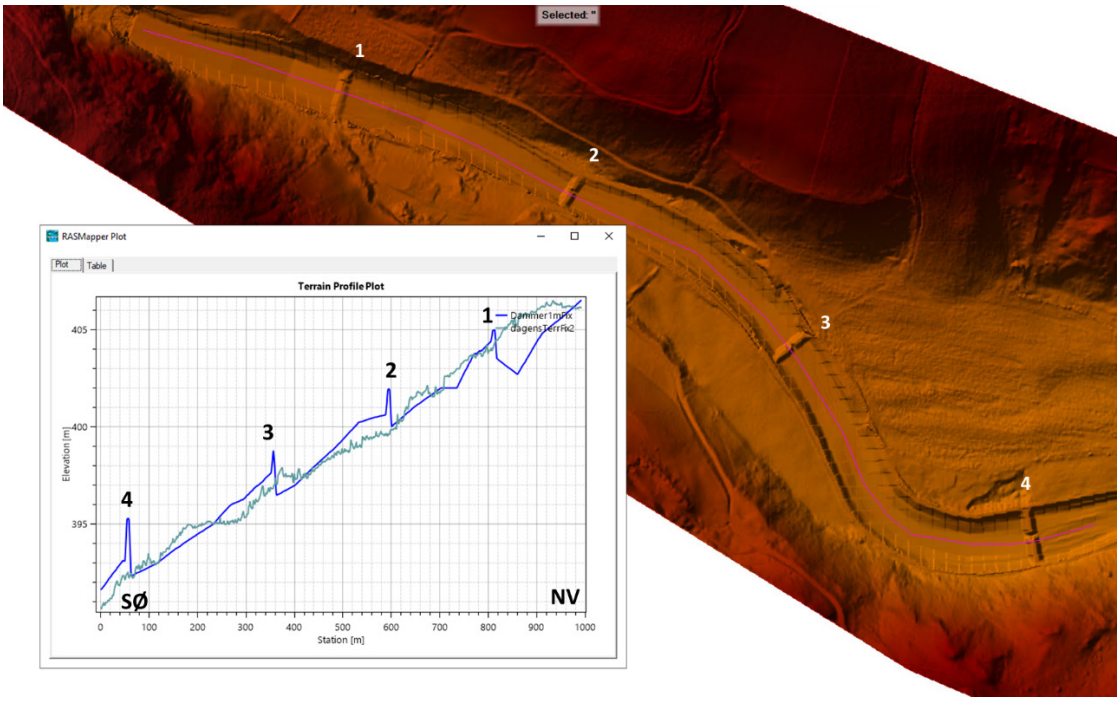


Figur 3-10 : Plassering av fire terskler for å etablere sedimentasjonsbassenger. Profilet viser dagens tverrsnitt over elva (grønn strek) langs toppen av foreslått terskel 1 (blå strek). Strekningen med eksisterende terskler, som diskuteres i kapittel 3.5 er også vist (rød skravur).

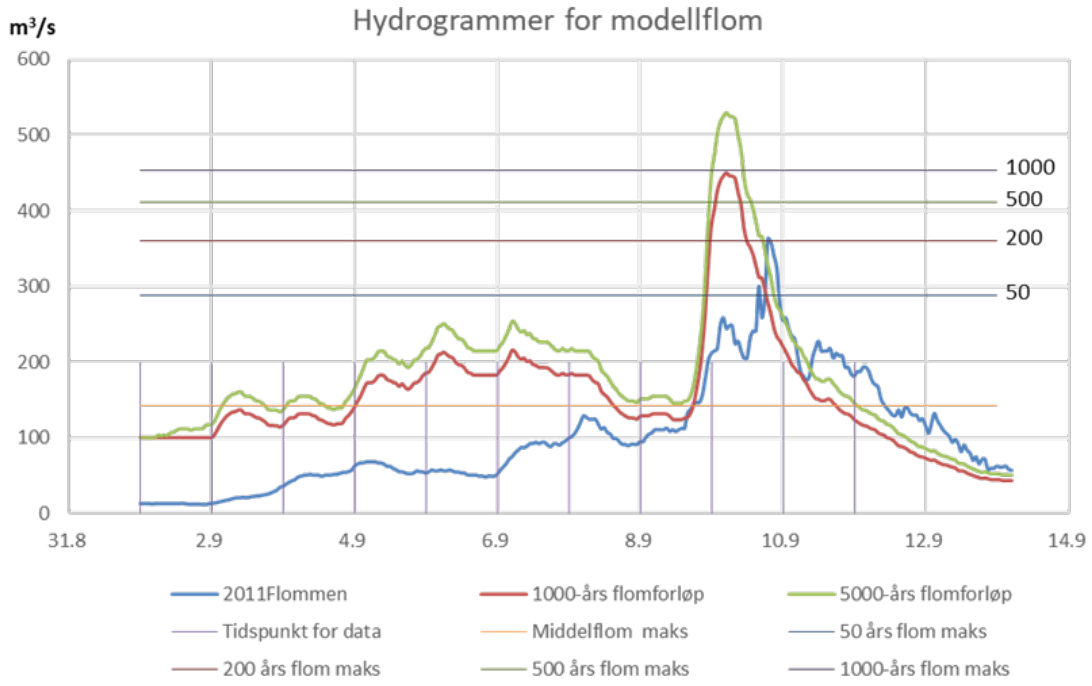
For å øke avlagringskapasiteten og etablere hydrauliske forhold som favoriserer av-setning av sedimenter, skal bunnen senkes i varierende grad oppstrøms tersklene (Figur 3-11).

Tersklene kan bygges opp på forskjellig måte, men en løsning der de bygges av en kjerne av betong, med stein både oppstrøms og nedstrøms, der steinene går i en trappeform

over i nødvendig plastring nedstrøms, vil være hensiktsmessig. Da vil en benytte stein slik at tersklene i størst mulig grad får et uttrykk som eldre tørrmur-dammer. De kan eventuelt også bygges opp kun med velformet stein i vektklasse 2-5 tonn. Det er nødvendig med solid bunnplastring for å hindre erosjon rett nedstrøms tersklene. Bassengene må overvåkes med hensyn til fyllingsgrad av sedimenter. Det må etableres terskel-nivåer for når tømming må iverksettes, og det må etableres tilkomst for maskiner for tømming og frakt av masser, samt deponi. Detaljerte planer for dette må etableres, men vi vil foreslå at eksisterende veier på sydsiden av Finna, til Hølen og Hølmo, benyttes, i tillegg til veien langs elva. Det må da etableres lokaliteter for tømming like bak hver av tersklene.



Figur 3-11 Dagens (grønn strek) og tenkt (blå strek) lengdeprofil gjennom strekningen med tersklene 1-4, langs den fiolette linja ca. i midten av elva.



Figur 3-12 Flommer og flomforløp benyttet i modelleringen av nye terskler nedstrøms Sælatunga. Se Vedlegg A for flere figurer og detaljer.

Effekten av tersklene er modellert med HEC-RAS (Brunner, 2016), resultatet er presentert i Vedlegg A. I modelleringen har en sett på 2011- og 2015 flommene. 2011 flommen, som hadde et relativt spisst flomforløp med kulminasjonsverdi akkurat på nivå med 200-års flom, er modellert separat, mens en har benyttet 2015 flommen til å skalere 1000-års flom. Grunnen til å velge flomforløpet fra 2015, er at denne flommen hadde en lengre oppbygning, med en for-flom som startet ca. en uke før kulminasjonsflommen. Det ble også sett på 5000-års flom, men dette er ikke tatt med her.

Modelleringen er gjort for flomforløp over 11 dager, og med sammenligning av situasjonen uten og med de fire nye tersklene. Resultatene viser at tersklene fanger opp en betydelig del av sedimentene, men også at det er nødvendig med gode rutiner for overvåking, samt at bassengene bør være tømt forut for forventede flomhendelser. Modelleringen viser også stedvis erosjon, samt oppbygging av sedimenter ved utløpet i Otta, der det uansett vil være nødvendig med regulert uttak av masser etter behov (Kapittel 5.1). Før endelig forslag til utforming av tiltakene i prosjektets Fase 3, vil det være nødvendig å se nærmere på detaljer i utforming, plassering og dimensjonering av disse.

Materiale i bunntransport flytter seg ved rotasjon og sprang på bunnen, avhengig av vannhastighet. Ved store flommer øker vannhastigheten og størrelsen på sedimenter som settes i bevegelse. Ut av Finngjelet avtar hastigheten betraktelig og det er naturlige forhold for sedimentasjon. Øverste terskel vil bedre sedimentasjonsbetingelsene ytterligere. Tersklene har imidlertid begrenset høyde og volum, og sedimentene vil ved

oppfylling av bassenget gå videre til neste basseng. Modellen indikerer at transport av steinstørrelser 128-256 mm (per definisjon liten til stor stein) faller markant i overgangen ut av gjelet og nedover. Vi regner med at dette vil være den dominerende steinstørrelse som fanges i tersklene, men både større og mindre sedimenter vil avsettes fordi mindre sedimenter blir fanget blant større fraksjoner. Tersklene har en relativ vid åpning for lavvannføring. Her vil noe masse unnslippe og transporteres videre nedstrøms. Sedimentdammene har primært som formål å fange grovere sedimenter, som ellers ville fordele seg og avsettes i Finna gjennom sentrum og skape bunnheving der. Mye av de finere sedimentene stoppes ikke av sedimentdammene, men vil fraktes mot utløpet av Finna i Otta (se figurer i Vedlegg A). En må derfor regne med å ta ut masser i utløpsområdet før dette bygger seg opp og kan føre til hevet vannstand i nederste del av Finna nært utløpet mot Otta. Hyppigheten av slikt uttak vil avhenge av flomfrekvensen. Det bør legges til rette for uttak av masser, noe som bør sees i sammenheng med uttak av masser i Otta, tiltak TO1. Gjenbruk eller deponering av uttatte masser er avhengig av hyppighet og volum. Hvorvidt dette skal brukes eller deponeres har ikke vært et tema i mulighetsstudien, men noen betraktninger er gjort i forbindelse med bruk eller deponering av tunnelmasser fra tiltak TF3 i fase 3 rapporten for mulighetsstudiet.

Effekt på naturverdier, kulturverdier, landskap og tredjepart

Tiltakene er mindre inngripende i forhold til naturverdier enn tiltakene TF1 og TF2 (Kapittel 3.1 og 3.2), da denne delen av Finna allerede er sterkt påvirket av inngrep, samtidig som det er etablert seks mindre terskler nedstrøms det planlagte tiltaket. Tømming av bassengene må reguleres med hensyn til tid på året samt tilpasses terrenget og andre bruksområder. Tiltakene bør også utformes slik at de ikke blir vandringshindre for fisk. Det vil være behov for plastring av elvebunnen- og kanten nedstrøms tersklene for å unngå erosjon. Vedvarende erosjon vil være negativt for ferskvannsfaunaen, men samtidig bør det legges vekt på en utforming som skaper noe variasjon i strømnings- og dybdeforhold ved normal vannføring. Dette vil muliggjøre etablering av standplasser for fisk i ulike størrelser og etablering av gruslommer som potensielt kan tjene som gyteområder for aure. Generelt kan det sies at variasjon er bra, og at man i størst mulig grad unngår at elvestrekningene som blir berørt framstår som homogene transportkanaler for vann.

Sedimentasjonsbassengene vil påvirke den visuelle opplevelsen av elva slik at den blir mindre naturlig. Den visuelle virkningen av bassengene vil avhenge av omfang, utforming og materialbruk. De nederste bassengene er plassert i en strekning der Finna allerede er preget av tidligere reguleringstiltak. Det bør tas hensyn til de gamle flomverkene som har verneverdi. Forslaget om å bruke stein med et uttrykk som eldre tørrmurdammer vil kunne samvirke godt med nærliggende landskap.

Tiltaket vil endre det visuelle preget av elva i dette området, men anses som nødvendig for å unngå bunnheving nedstrøms. Tilpasning inn til elvekantene vil også være nødvendig å løse på en nennsom måte. Planting av stedegen vegetasjon som selje og rogn langs denne strekningen vil være positivt for landskapsbildet og være et avbøtende tiltak. Særlig viktig vil det være å plante i området der tersklene møter elvekanten.

Tiltaket vil påvirke tredjepart ved at vannstanden vil øke lokalt og ved flom påvirke det lavest beliggende bygget på Hølmo, samt bebyggelsen i svingen rett øst for trafostasjonen i Kvernvegen. Arbeid i forbindelse med vedlikehold og tømming vil også periodevis berøre tredjepart. Det anbefales å benytte mest mulig av det eksisterende vegnettet for å redusere omfanget og konsekvensene av tiltaket. Endelig utforming og plassering av tersklene, og dermed påvirkning på omgivelsene, vil bli vurdert videre i Fase 3 av studien.

3.5 TF5: Fjerne terskler/bunnforsterkning Finna

Bakgrunn og begrunnelse for tiltaket

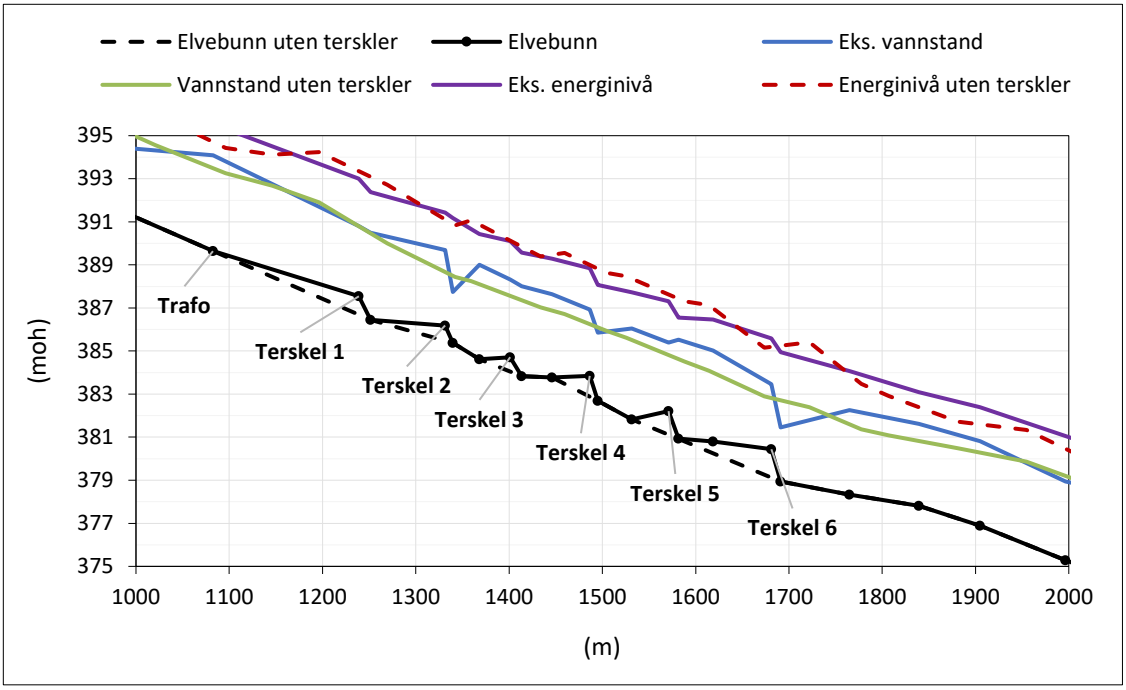
Tersklene langsmed Finnkanten ble bygget etter flommen i 1958 som et tiltak for å forhindre bunnsenking og undergraving av flomverkene langs Finna. Det er totalt seks terskler på en strekning på ca. 450 meter. Tersklene har en høyde på ca. 1,0 - 1,5 meter og består av store steinblokker som er sikret med nedslåtte jernskinner. Senest i 2015 ble tersklene forsterket og tømt for sedimenter av NVE. Tersklene fungerer både som fysisk bunnsikring av elveløpet og energidrepertiltak ved å redusere vannhastigheter lokalt. Siden strømningen er overkritisk i Finna ved store flommer har tersklene kun påvirkning på de hydrauliske forholdene lokalt langs Finnkanten og ikke langt oppstrøms eller nedstrøms i Finna. Selv om tersklene er et viktig tiltak mot bunnsenking av Finna fører de til økte vannstander langs Finnkanten som er kjent som en flomutsatt strekning. Hydrauliske simuleringer viser at Finna går over sine bredder langs Finnkanten og forårsaker oversvømmelser i bebyggelsen langs elva.

Som et tiltak for å redusere vannstander og dermed redusere nødvending høyde på flomverket langs Finnkanten, vurderes det å fjerne de eksisterende tersklene.

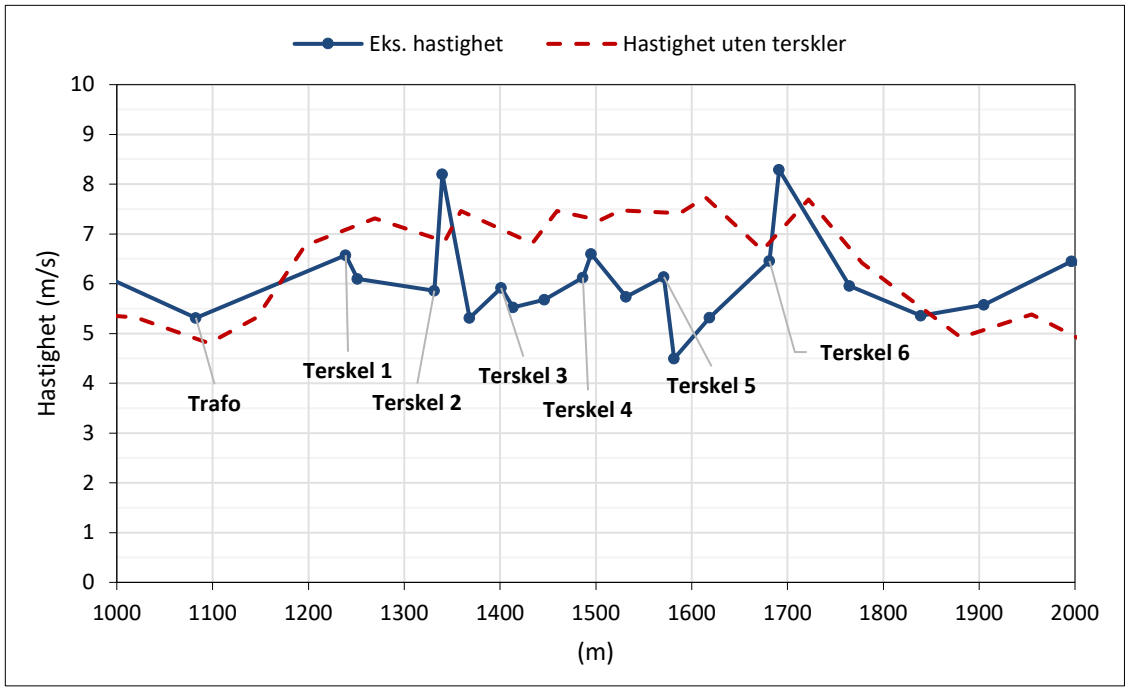
Beskrivelse av tiltaket

Tersklene må erstattes med en annen type bunnforsterkning (Figur 3-13). Fullprofilplastring eller en betongkanal er antageligvis mest egnede tiltak pga. svært høye vannhastigheter i Finna. Plastringen vil redusere ruheten til elvebunnen og øke vannhastigheter lokalt. For å vurdere effekten av å redusere tersklene er det utført hydrauliske simuleringer. I beregningene er elvebunnen senket og ruheten redusert lokalt mellom tersklene fra et Manningstall på 22 $m^{1/3}/s$ til 32 $m^{1/3}/s$.

Figur 3-13: Strekningen langs Finnkanten der terskler vurderes fjernet og erstattet med annen bunnforsterkning



Figur 3-14: Elvebunn, vannstand og energinivå for 1000-årsflom med klimapåslag (F3), dagens situasjon (eks.) vs. fjernet terskler ved Finnkanten



Figur 3-15: Vannhastigheter for 1000-årsflom med klimapåslag (F3), dagens situasjon (eks.) vs. fjernet terskler ved Finnkanten

Figur 3-14 viser beregnet vannstand og energinivå for 1000-årsflom med klimapåslag for dagens situasjon og med tersklene fjernet. Resultatene viser at å fjerne tersklene fører til et mer jevnt vannspeil og en vannstand som blir redusert lokalt med ca. 0,7-1,3 meter. Figur 3-15 viser at vannhastighetene øker i gjennomsnitt med ca. 1 m/s fra 6-7 m/s til 7-8 m/s. Fjerning av tersklene vil redusere de aller største lokale hastighetene rett nedstrøms tersklene. Energinivået er tilnærmet likt med og uten terskler (Figur 3-14). Tilsvarende resultater fås for simulering av 200-årsflom med klimapåslag.

Fjerning av tersklene reduserer altså vannstanden lokalt langs Finnkanten og dermed også nødvendig høyde av flomverket. Samtidig øker tiltaket den gjennomsnittlige vannhastigheten og dermed behovet for erosjonssikring. Tersklene ble opprinnelig bygget som et bunnforsterkningstiltak og om de fjernes må det erstattes med en annen type sikring som forhindrer erosjon i elva og undergraving av flomverkene. Pga. svært høye hastigheter er fullprofilplastring eller en betongkanal antageligvis de alternativene som gir best beskyttelse mot bunnsenkning, men på den andre siden er dette tiltak som fører til omfattende inngrep i elva.

De hydrauliske effektene ved fjerning av tersklene må analyseres mer i detalj i Fase 3 hvis tiltaket er aktuelt.

Effekt på naturverdier, kulturverdier, landskap og tredjepart

Hvis tiltaket medfører økt erosjon vurderes dette som negativt for fisk og akvatisk biomangfold. Konsekvensene for naturmiljø vil i tillegg avhenge av omfang og utforming

av plastring langs elvebunnen nedstrøms tersklene. Fullprofilplastringen eller betongkanalen som er skissert ovenfor er potensielt svært negativt for fisk og øvrig ferskvannsfauna. Det bør generelt legges vekt på å bevare noe variasjon i elvebunnen og derved i strømningsbildet ved flomsikringstiltak, da en homogen elvebunn kombinert med høy vannhastighet vil kunne bli et vandringshinder for fisk. Utforming av elvebunnen ved fjerning av tersklene er derfor et viktig punkt som eventuelt må utredes nærmere mht. naturverdier i Fase 3 av prosjektet.

Tersklene er fra 1960-tallet og inngår som et av flere flomsikringstiltak i Finna. De var ment å redusere vannhastighet og sikre mot utgraving av flomvollene. NVE regner tersklene som en kulturhistorisk viktig del av sikringsanlegget. Sikringen utgjør med sine ulike lag en historisk struktur med voller, bunnforsterking, terskler m.m. i elvelandskapet og er listeført som vassdragsteknisk kulturminne. Tersklene representerer den moderne delen av anlegget (NVE, 2022). NVE opplyser at det antakelig ikke finnes så mange terskler av denne typen.

Med hensyn til kulturverdier kan det å fjerne tersklene likevel være en gunstig løsning fordi det vil senke elvebunnen lokalt slik at man unngår å måtte heve flomsikringen langs elvekanten i denne strekningen. Dersom tersklene fjernes, må de dokumenteres kulturminnefaglig. Dokumentasjonen må omfatte helheten og endringshistorikken til sikringstiltakene. NVE har en dokumentasjonsstandard som kan brukes og tilpasses til dette (NVE, 2022). Tersklene skaper en visuell variasjon som har noe positiv verdi, men tiltaket vil totalt sett ha liten betydning for landskapsbildet.

3.6 TF6: Utbedre eksisterende flomverk gjennom Vågåmo sentrum

Bakgrunn og begrunnelse for tiltaket

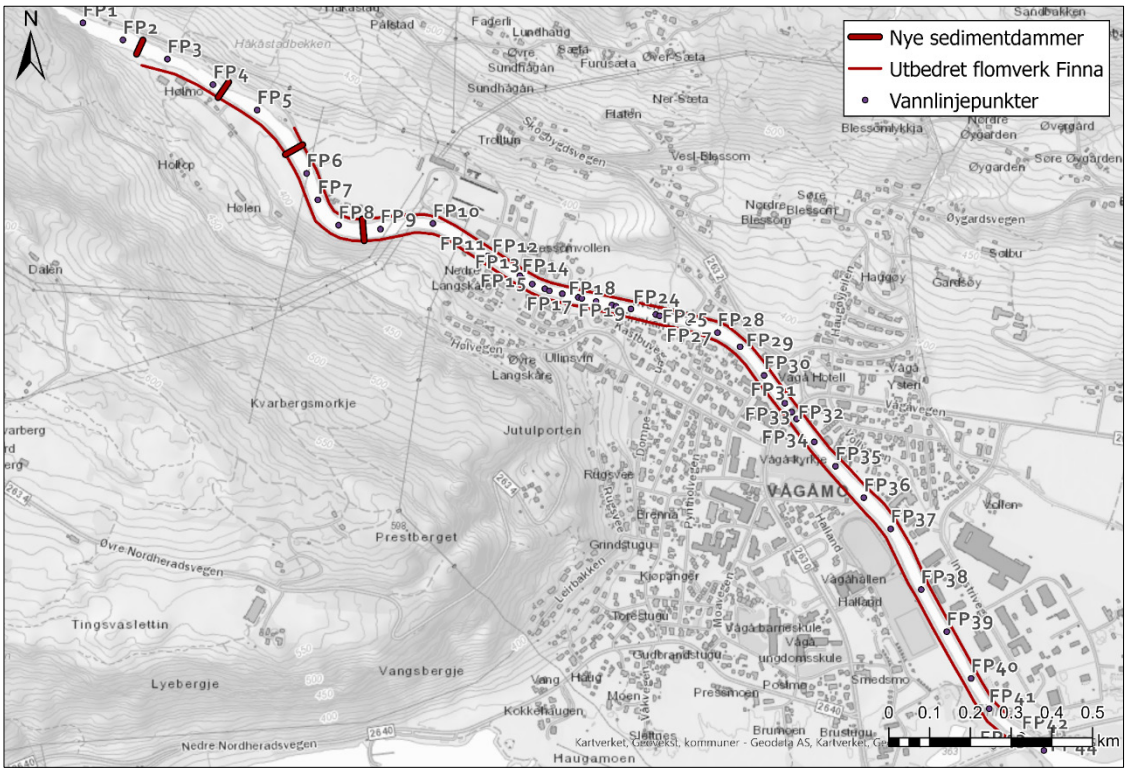
Første stedet en stor flom i Finna vil overtoppe de eksisterende flomverkene og føre til oversvømmelse i Vågåmo er langs den østre elvebredden rett nedstrøms Finna bru. Rett nedstrøms overtoppes så flomverket ved Finnkanten. Deretter overtoppes flomverkene ved Kiwi-butikken oppstrøms brua, ved kirkegården nedstrøms brua og ved fotballbanen.

Modelleringen i Fase 1 av prosjektet (NGI, 2022) viser at eksisterende flomverk tåler 100-årsflom uten klimapåslag og uten bunnheving (325 m^3/s). Ved en 200-årsflom (361 m^3/s), fortsatt uten klimapåslag og bunnheving, kan vann trenge over flomverkene ved Finnkanten og på østsiden av Finna nedenfor Finna Bru. Pinseflommen i 2011 hadde en kulminasjonsvannføring tilsvarende 200-års flom (NGI, 2022, vedlegg B), men førte ikke til oversvømmelser i Vågåmo, selv om stående bølger i Finna sto høyere enn flomverket ved Finnkanten.

Beskrivelse av tiltaket

I kombinasjon med å hindre bunnheving i Finna ved å fange opp grovere sedimenter høyere opp i vassdraget (Kapittel 3.3), er utbedring og påbygging av de eksisterende flomvollene et realistisk tiltak. Finere sedimenter vil fortsatt passere og fraktes i Finna ned mot utløpet i Otta, der energien avtar og mye av de transporterte sedimentene vil avsettes. Under forutsetning av at sedimentdammene (tiltak TF4) har eliminert eller redusert bunnhevningen til et minimum gjennom sentrum, må eksisterende flomverk langs Finna heves og erosjonssikring utbedres. Tiltaket vil medføre at flomverket må heves på øst- og vestsiden av Finna helt fra Hølmo til utløpet av elva i Otta. Sedimentdammene vil føre til økte vannstander i Finna mellom Sælatunga og trafo-stasjonen sammenliknet med dagens situasjon.

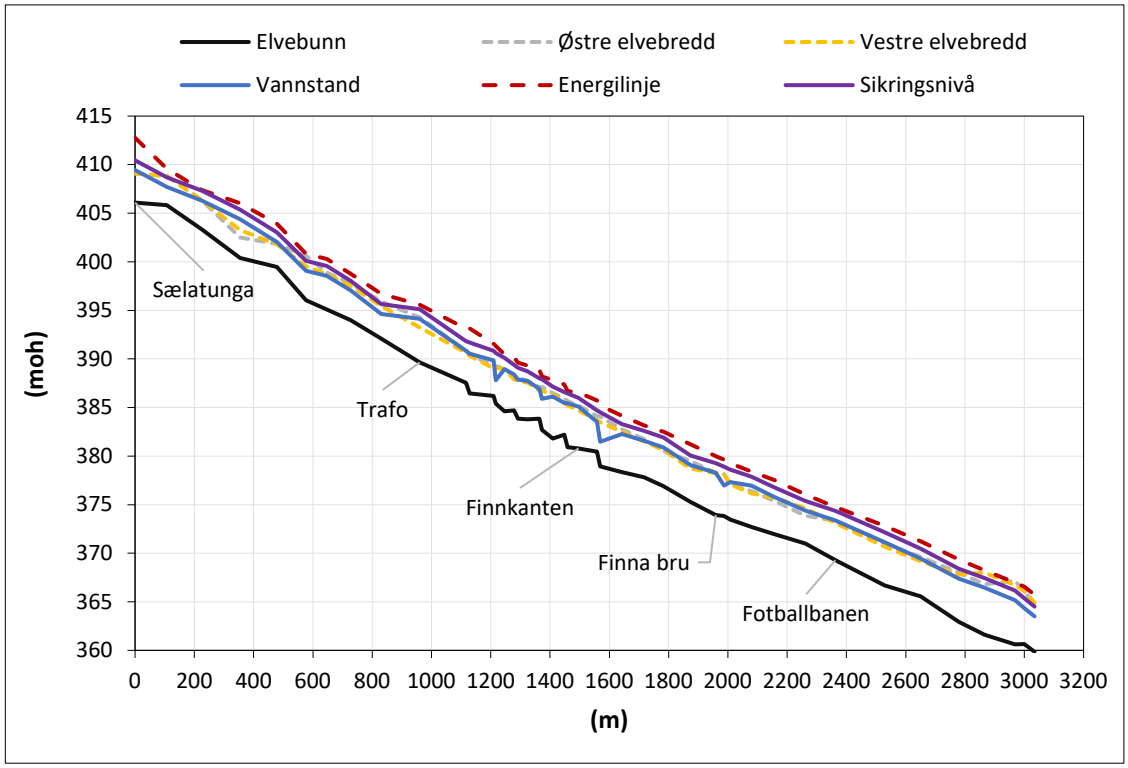
For å beregne hvor mye flomverket må heves langs hele lengdeprofilet er det utført simuleringer med hydraulisk modell. Det er forutsatt at sedimentdammene hindrer bunn-heving og derfor er bunnheving ikke hensyntatt i modelleringen. Flomverkene er lagt inn i modellen som vertikale vegger som ikke kan overtoppes. På dette viset vil modellen tvinge vannføringen mellom flomverkene og beregne kulminasjonsvannstand langs flomverkene. Figur 3-16 viser strekningen der flomverkene må utbedres langs Finna og punkter der resultater fra vannlinjeberegningene rapporteres.



Figur 3-16: Utstrekning av tiltak TF6 Utbedret Flomverk, og punkter for rapportering av resultater fra vannlinjeberegninger

Strømningen i Finna ved store flomhendelser er overkritisk og det er stor energi i vannmassene med lokale vannhastigheter på opptil ca. 8 m/s. Den hydrauliske modellen er ikke kalibrert og det er således knyttet usikkerhet til beregnede vannlinjer. Beregnede vannstander må derfor høynes noe ved bestemmelse av høyden til flomverket. Det synes for konservativt å legge flomverket på samme nivå som energilinja da det vil medføre heving av enkelte strekninger med mer enn to meter over dagens nivå. Anbefalt sikringsnivå er derfor satt til beregnet vannstand pluss 1 meter. Det betyr i praksis at energilinja ligger høyere enn anbefalt sikringsnivå og at bølger og vann kan slå over flomverket.

Vannlinjer med forhøyet flomverk for sikkerhetsklasse F3 er vist i Figur 3-17. Resultater for begge sikkerhetsklassene F2 og F3 for utvalgte punkt er vist i Tabell 3-1og Tabell 3-2.



Figur 3-17: Beregnet vannstand, energilinje og sikringsnivå for flomverk ved 1000-årsflom med klimapåslag uten bunnheving. Østre og vestre elvebredd er dagens flomverk. Sikringsnivå er beregnet vannstand pluss 1 meter.

Tabell 3-1: Beregnet vannstand (H), energinivå (E) og sikringsnivå (S) for dagens situasjon og med tiltak i form av sedimentbasseng og hevet flomverk, alt gitt for 200-årsflom med klimapåslag (F2). Sikringsnivået (S.nivå) er vannstand m/ tiltak pluss 1 meter.

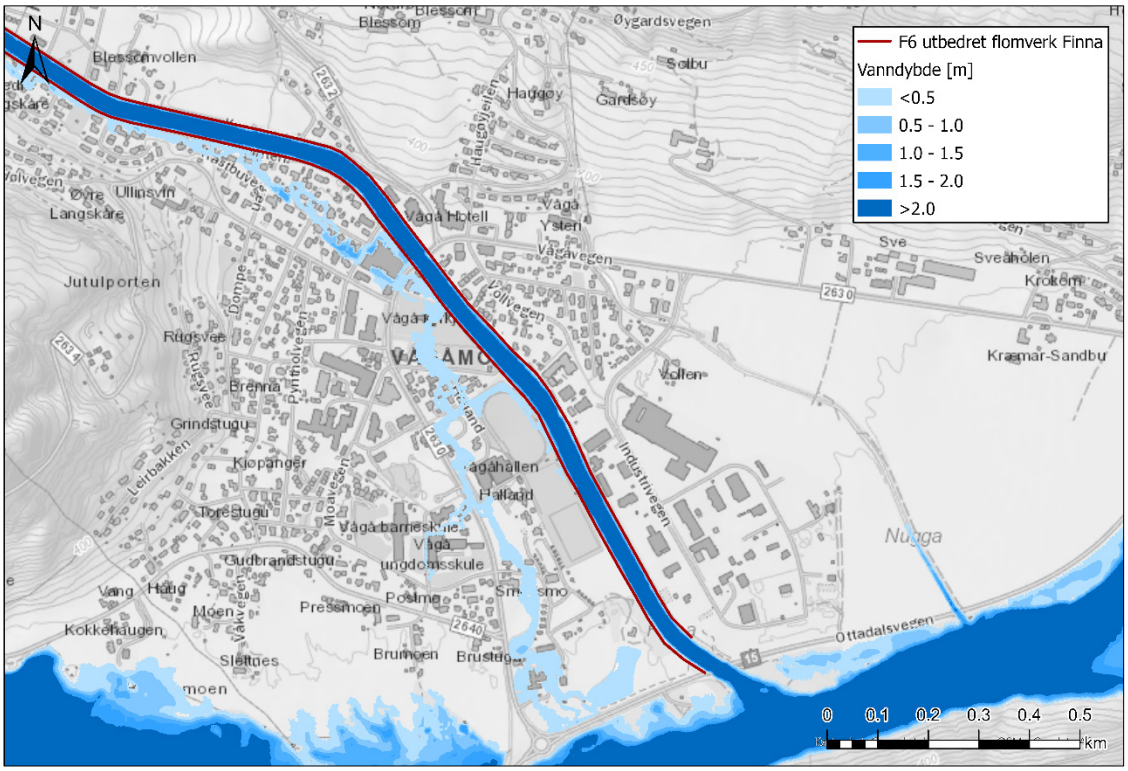
Lokasjon	Elvebunn (moh)	Eks. flomverk (moh)		F2 nåsituasjon		F2 med tiltak		
		Øst	Vest	H (moh)	E.nivå (moh)	H (moh)	E.nivå (moh)	S.nivå (moh)
Basseng 1	405.8	-	-	407.5	407.6	408.5	408.5	409.5
Basseng 2	400.4	402.5	403.3	404.0	404.6	405.1	405.1	406.1
Basseng 3	399.5	400.1	401.8	401.7	402.0	403.0	403.0	404.0
Basseng 4	392.1	397.0	397.0	394.2	394.4	398.5	398.5	399.5
Trafostasjonen	389.6	394.3	393.3	393.6	394.4	393.6	394.9	394.6
Finnkanten	386.2	389.3	389.0	389.3	389.8	389.4	390.9	390.4
Finnkanten	383.8	387.7	387.6	387.3	387.9	387.3	388.6	388.3
Finnkanten	380.4	384.1	383.7	383.1	383.5	383.1	385.0	384.1
Finna bru	375.3	379.5	378.7	378.7	379.3	378.7	380.4	379.7
Kirka	372.7	376.4	376.2	376.5	377.2	376.5	377.7	377.5
Vågåhallen	366.7	371.0	370.7	370.5	371.2	370.6	372.0	371.6
Otta	360.6	367.2	366.7	364.9	365.8	364.7	366.2	365.7

Tabell 3-2: Beregnet vannstand (H), energinivå (E) og sikringsnivå (S) for dagens situasjon og med tiltak i form av sedimentbasseng og hevet flomverk, alt gitt for 1000-årsflom med klima-påslag (F3)

Nr.	Elvebunn (moh)	Eks. flomverk (moh)		F3 nåsituasjon		F3 med tiltak		
		Øst	Vest	H (moh)	E.nivå (moh)	H (moh)	E.nivå (moh)	S.nivå (moh)
Basseng 1	405.8	-	-	407.7	409.6	409.0	409.0	410.0
Basseng 2	400.4	402.5	403.3	404.4	406.0	405.6	405.6	406.6
Basseng 3	399.5	400.1	401.8	402.0	403.9	403.7	403.7	404.7
Basseng 4	392.1	397.0	397.0	394.6	396.7	399.5	399.5	400.5
Trafostasjonen	389.6	394.3	393.3	394.1	395.5	394.1	395.6	395.1
Finnkanten	386.2	389.3	389.0	389.7	391.4	389.8	391.6	390.8
Finnkanten	383.8	387.7	387.6	387.6	389.3	387.7	389.3	388.7
Finnkanten	380.4	384.1	383.7	383.5	385.6	383.5	385.7	384.5
Finna bru	375.3	379.5	378.7	378.9	381.1	379.1	381.2	380.1
Kirka	372.7	376.4	376.2	376.8	378.2	376.9	378.4	377.9
Vågåhallen	366.7	371.0	370.7	370.8	372.4	371.1	372.8	372.1
Otta	360.6	367.2	366.7	365.4	366.8	365.2	367.0	366.2

Sikkerhetsklasse F3 gir i snitt ca. 0,5 meter høyere sikringsnivå enn F2. En halvmeter forskjell i sikringshøyde vil ha stor betydning for bredden til flomvoller og arealene de opptar, kompleksitet ifm. tilpasning til eksisterende infrastruktur og påvirkning på naturverdier, kulturminner og tredjepart. Langs enkelte deler av strekningen er det begrenset plass til høyere og bredere flomverk pga. bebyggelse som ligger nær Finna, spesielt den østre siden av elva nedstrøms Finna bru. Mesteparten av bygningene langs Finna tilhører sikkerhetsklasse F2. Imidlertid ligger bygninger med sikkerhetsklasse F3 på begge sider av Finna, særlig fra området ved Finna bru og nedover mot samløpet med Otta. Et noe differensiert sikringsnivå for flomverkene langs Finna, med sikring for F2 og F3 på ulike deler av strekningen bør vurderes, salv om mye av strekningen må sikres i forhold til F3. Dette detaljeres videre i fase 3 av mulighetsstudien.

Figur 3-18 viser oversvømmelser i Vågåmo sentrum ved 1000-årsflom med klimapåslag (F3) om man velger å bygge flomverk for sikkerhetsklasse F2 langs hele Finna. Simuleringene viser at Finna overtopper flomverket i sør ved Finnkanten og deretter strømmer vannet videre øst- og sørover med Kastbuvegen og Finndokkvegen frem til Vågåvegen og kirka. Deretter fortsetter vannet sørover langs med Vågåvegen helt frem til campingplassen ved Ottadalsvegen. Oversvømmelsene i Figur 3-18 ved kirka skyldes kun vann som kommer nordfra og ikke at Finna overtopper flomverket ved kirka. I og med at både kirka og andre bygg av kommunen er definert å tilhøre sikringsklasse F3, viser Figur 3-18 at det er aktuelt med F3 sikring langs vestsiden av Finna i detteområdet.



Figur 3-18: Vanndybder i Vågåmo sentrum ved 1000-årsflom med klimapåslag (uten bunnheving) og utbedret flomverk med sikringsnivå F2.

Det er store usikkerheter knyttet til tilstanden til eksisterende flomverk. Det er rimelig å anta at en ikke enkelt kan bygge på disse, og at store deler av de eksisterende flomverkene må rives og bygges opp på nytt, til påkrevet høyde. Dette har vi ikke nok informasjon til å vurdere. Det blir ytterligere diskutert i fase 3 av mulighetsstudien, men detaljer må komme i en prosjekteringsfase.

Finna Bru

Underkant av brubjelken til Finna bru ligger på ca. 378,3 moh. Tabell 3-3 viser vannstander og energinivå rett oppstrøms brua. Heving av flomverkene vil øke vannstandene i Finna, hvilket vil ha konsekvenser for Finna bru, midt under og rett nedstrøms brua for sikkerhetsklasser F2 og F3 både for nåsituasjonen og med forhøyet flomverk. Som det kommer frem av tabellen når allerede vannstanden oppunder brua ved 1000-årsflom med klimapåslag i dag (F3). Ved 200-årsflom med klimapåslag (F2) ligger energinivået langt over brua, hvilket betyr at bølger og vannsprut kan slå oppunder og over brua. Heving av flomverkene fører til at vannstanden og energinivået øker ytterligere. Optimalisering av høyden av flomverkene med hensyn til Finna bru, samt eventuell heving av brua, må detaljeres i senere faser.

Tabell 3-3: Vannstander (H) og energinivå (E) for Finna bru med sikringsnivå F2 og F3 nåsituasjonen og med forhøyet flomverk

	F2 nåsituasjon (moh)		F3 nåsituasjon (moh)		F2 med tiltak (moh)		F3 med tiltak (moh)	
	H	***E***	***H***	***E***	***H***	***E***	***H***	***E***
Oppstrøms	378.7	379.3	378.9	381.1	378.7	380.5	379.1	381.2
Finna bru	377.8	378.6	378.2	379.8	377.8	379.2	378.3	380.0
Nedstrøms	376.7	377.1	377.0	379.5	376.6	378.9	377.0	379.6

Effekt på naturverdier, kulturverdier, landskap og tredjepart

Tiltaket vil i utgangspunktet ikke ha ytterligere stor negativ effekt på naturverdier i Finna, men det bør tilstrebes at kantvegetasjon bevares der dette er mulig og at inngrep i selve elveløpet unngås (gjelder også anleggsfasen). For fiskefaunaen vil inngrep som homogeniserer strømningsbildet være negativt, dvs. inngrep som forsterker inntrykket av Finna som kun en transportkanal for vann. Likeledes vurderes tiltak som bidrar til variasjon i strømningsbildet og dybdeforholdene som positivt.

De eksisterende flomverkene langs Finna er kulturminner i seg selv. De mest utsatte strekningene langs Finna ble forbygd etter en storflom i 1860. Videre flomverk ble bygget rundt 1910, og etter en katastrofeflom i 1938 ble ytterligere flomverk bygd i 1939-40. Disse er oppført av store, flate, pent tilhuggede steinblokker og utgjør sammenhengende flomverk på begge sider av elva. Flomverkene har estetisk og kulturhistorisk verdi og er statlig listeført som verneverdige.

Det vil derfor være viktig å bevare og synliggjøre dem, medregnet beregning av stabilitet og en restaurering som legger til rette for utbedring. Det bør vurderes om senere tilførte masser som i dag skjuler flomverkene, kan fjernes.

Den tekniske tilstanden til flomverkene er ikke undersøkt. Flere steder er flomverkene blitt tildekket av senere fyllinger/ oppfylte masser og også av viltvoksende vegetasjon. Vegetasjon bør skjøttes slik at røtter ikke svekker stabiliteten til konstruksjonene.

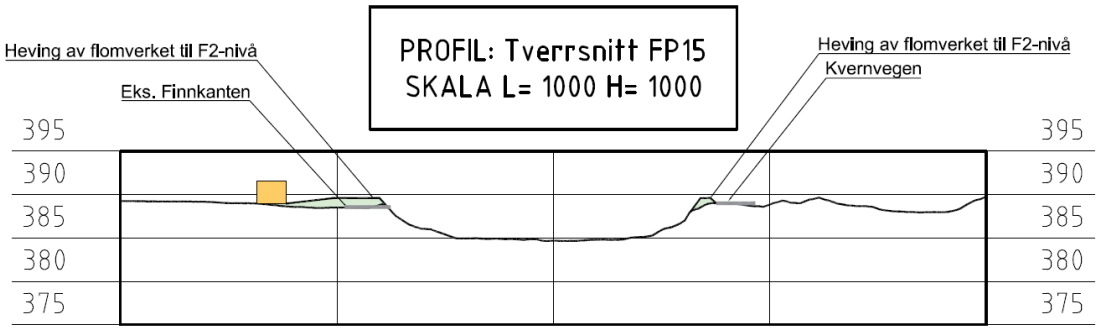
Ved heving av eksisterende flomverk, må stabilitet på eksisterende konstruksjon utredes i forkant. Dersom det viser seg at eksisterende flomverk ikke er stabilt nok for videre oppbygging av høyere flomverk, må de forsterkes og legges opp på nytt med gjenbruk av steinblokkene. Ved heving/modifisering bør det brukes samme materialer som i de eldre flomverkene.

Dersom flomverkene heves betydelig fra dagens nivå, vil dette kunne endre siktlinjer og påvirke opplevelsen av kulturmiljøer og kulturlandskap. Hensynet til kirka og kirkegården er særlig viktig. Gode løsninger for materialbruk og utforming vil være avgjørende. Dette må utredes ytterligere i neste fase.

En sentral utfordring i landskapet er mangelen på areal til å bygge høyere flomverk. Langs store deler av strekningen er det trangt og lite plass mellom eksisterende flomverk/elvekanten og tilgrensende arealer som adkomstveger, bygninger, privathager og lignende (Figur 3-19). To alternativer framstår som mest aktuelle å vurdere nærmere.

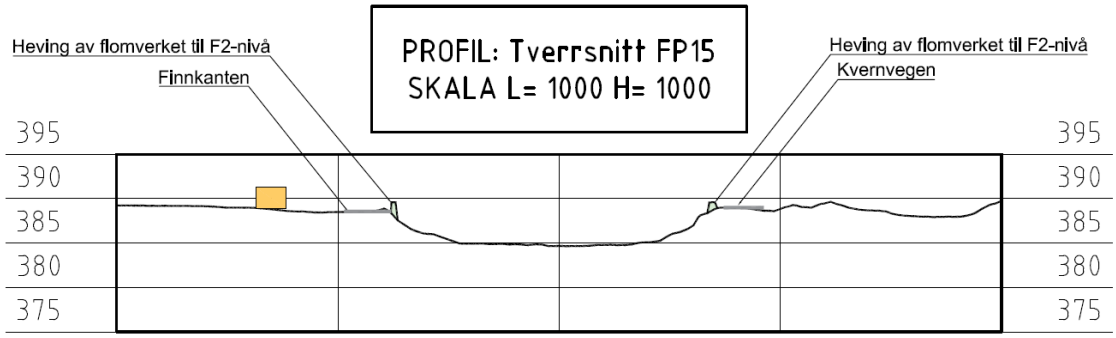
Ett alternativ er å heve flomverket i samme vinkel og uttrykk som eksisterende situasjon. Under er dette vist i et prinsippsnitt ved Finnkanten i FP15 (Figur 3-20) (punkt FP15 vist i Figur 3-16). Dette medfører mange steder at flomverket kommer i konflikt med veiene som går langs elva (Finnkanten og Kvernvegen). I dette tilfellet vil det være nødvendig å heve vegen. Mange steder betyr det at vegen blir liggende delvis oppe på flomvollen. Dette i seg selv anses ikke som problematisk, men særlig for Finnkanten vil heving av vegen føre til store terrengtiltak på eiendommene langs vegen. De private adkomstene fra Finnkanten må heves og terrenget slakes ut inn på eiendommene. Figur 3-19 viser hvordan mange av eiendommene har adkomst langs Finnkanten og hvordan terrenget er i dette området. Denne situasjonen vil mer eller mindre oppstå langs hele Finnkanten og ned til Vågåvegen / Finnbrua.

Figur 3-19 Mange av eiendommene har adkomst langs Finnkanten og heving av denne vil måtte føre til store terrengtiltak på tilgrensende eiendommer (fra Google Maps Street View)



Figur 3-20 Tverrsnitt ved punkt FP15 (Figur 3-16) som viser en løsning der en forhøyer flomvollen med samme vinkel som den eksisterende elvekanten, til F2 nivå.

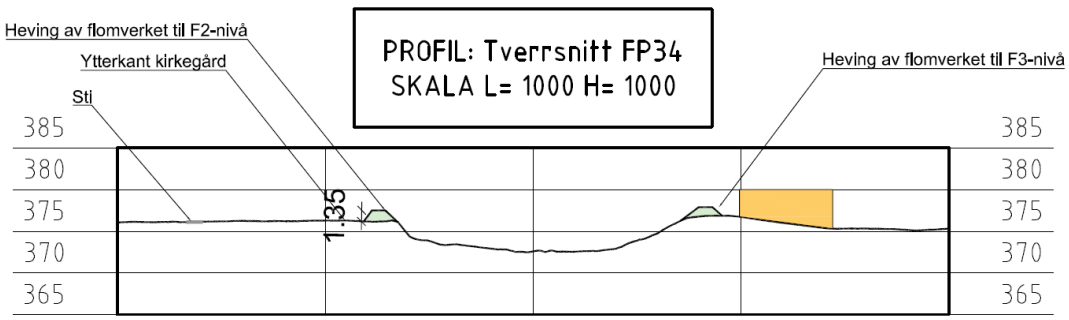
Et annet alternativ er å bygge en smal mur langs østsiden av Finnkanten og delvis langs vestsiden av Kvernvegen slik at vegene kan forbli slik de ligger i dag (Figur 3-21). Dette tiltaket vil skape en tydeligere visuell barriere, men man unngår større terrenginngrep som følge av å heve vegen.



*Figur 3-21 Tverrsnitt som viser alternativ med mur på elvesiden av Finnkanten og Kvernvegen i tverrsnitt FP15 (Figur 3-16**Feil! Fant ikke referansekilden.**).*

Uansett om flomverkene bygges som voll eller smal mur så bør flomverkene bygges eller minimum forblendes med naturstein fra nærområdet. Størrelsen på steinene og teknikken med brutte vertikale og horisontale fuger bør videreføres. De gamle murene bør studeres som kunnskapsgrunnlag for heving av flomverkene før arbeidene starter. Flere steder nedstrøms Finna (langs kirkegården og idrettsbanen) er flomverkene bygget med relativt slak vinkel. I områdene der det er tilstrekkelig plass anbefales det å videreføre disse vinklene. Derimot må vinkelen økes i områder der det er mindre plass langs elva.

Nedenfor Finna Bru vil situasjonen endre seg. Kirkegården må vies ekstra oppmerksomhet når det kommer til valg av løsning. Flomverket bør ikke fysisk påvirke selve kirkegården eller den karakteristiske kirkegårdsmuren. Figur 3-22 viser høyden på flomverkene i sammenheng med tilstøtende terreng. Det anbefales å anlegge en flomvoll med slake sider ned på eksisterende terreng ut fra landskapsbildet i denne delen av området. Kirkegården er tilnærmet flat og tiltaket vil dermed underordne seg. Stien som delvis går langs elvebredden kan plasseres på flomvollen. Ved å legge F2 verdiene til grunn, vil flomvollen ligge ca. 140 cm over dagens terreng. Ved F3 verdier vil den ligge ca. 170 cm over dagens terreng. Den eldre teknikken med å plastre elvebredden med en veldig slak mur av større natursteinblokker vil være en stedstilpasset metode med historisk forankring.



Figur 3-22 Tverrsnitt FP34 (Figur 3-16) ved kirkegården.

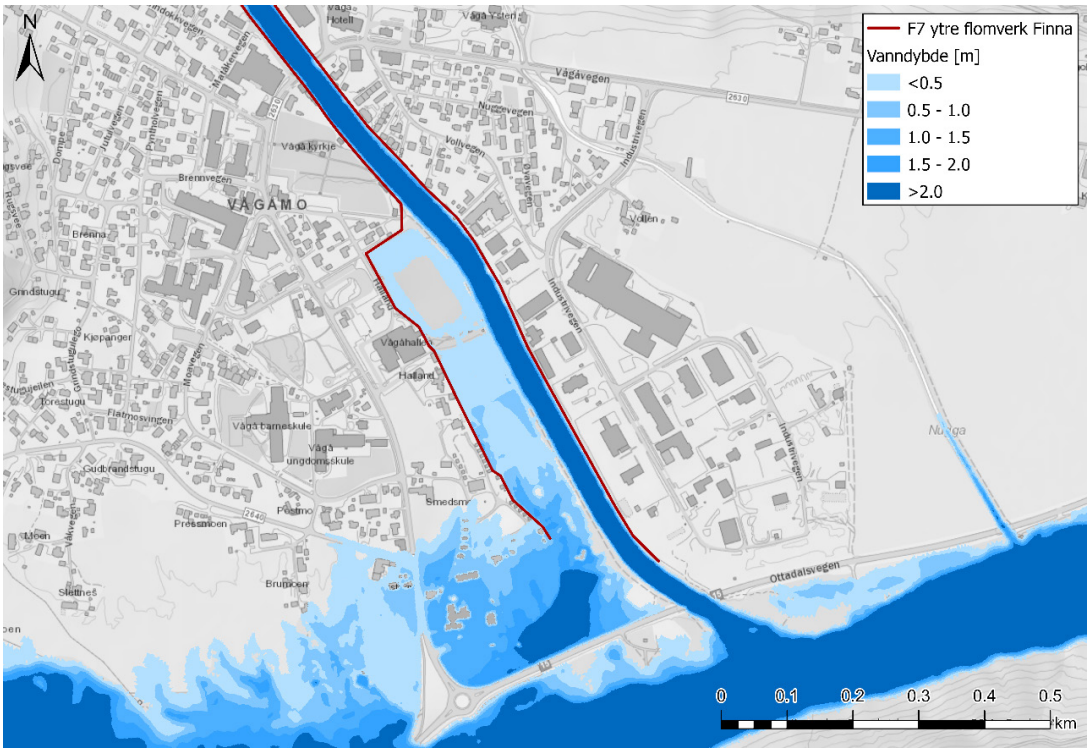
3.7 TF7: Ytre flomverk i Vågåmo sentrum

Bakgrunn og begrunnelse for tiltaket

Utbedring og påbygging av de eksisterende flomverkene langs Finna er et viktig og realistisk tiltak, men det er ønskelig å begrense høyden til flomverket. Et alternativ for å redusere høyden på flomverkene er å bygge et ytre flomverk og tillate oversvømmelser utenfor hovedløpet til Finna. Utfordringen er at bebyggelsen ligger svært tett på elva så å si gjennom hele sentrum og at det er få områder som egner seg for et slikt tiltak. Det eneste unntaket er på vestsiden av elva rett nedstrøms Finna bru fra kirkegården og videre forbi fotballbanen/idrettsplassen og frem til campingplassen. En mulig plassering av et ytre flomverk begynner rett sør for kirka og følger vestsiden av idrettsanleggene (Figur 3-23).

Siden strømningsregimet i elva er overkritisk ved store flommer vil et slikt tiltak kun ha effekt på vannstander lokalt på strekningen og ikke oppstrøms. Figur 3-23 viser oversvømmelsene i Vågåmo sentrum nedstrøms Finna bru for 1000-årsflom med klimapåslag med ytre flomvoll. Vanndybdene er under 0,5 meter på idrettsplassen, men over 1 meter på fotballbanen og området mellom fotballbanen og campingplassen. Vannhastighetene er generelt lave og under 0,5 m/s med unntak av noen områder der terrenget har bratt helning lokalt. Terrenget ved campingplassen er flatt. Ved avslutning av flomvollen rett nord for campingplassen (Figur 3-23) vil deler av vannføringen fortsette vestover og forårsake oversvømmelser helt til Brunstugu vest for Vågåvegen. Alternativt kan flomvollen føres på østsiden av tjernet ved campingplassen og helt frem til Ottadalsvegen og samløpet med Otta.

Sammenlikner man vannstandene med tiltak TF6, så reduseres disse i hovedløpet til Finna med 10-30 cm langs strekningen til den ytre flomvollen. Vannhastighetene i Finna reduseres med 0,1 – 0,3 m/s lokalt. Tiltaket har ingen påvirkning på vannstander i Finna oppstrøms idrettsplassen.



Figur 3-23: Oversvømmelser i Vågåmo sentrum ved 1000-årsflom med klimapåslag og ytre flomvoll

Effekt på naturverdier, kulturverdier, landskap og tredjepart

Generelt vurderes tilbaketrukne / indre flomvoller som et positivt tiltak for naturmiljø. Området som vil komme innenfor en slik flomvoll i dette området inkluderer imidlertid ikke bevaringsverdig natur (men idrettsanlegg/fotballbane). For temaet naturverdier er det derfor ikke så stor forskjell på alternativet med tilbaketrukket flomvoll og heving av dagens flomvoll. Det vil ikke være ønskelig med regelmessig oversvømmelse av idretts-anlegg/fotballbane, og dette vil heller ikke være ønskelig ut fra et miljøperspektiv på grunn av fare for utvasking av gummigranulat fra kunstgressbanen m.m. I og med at det trolig ikke er aktuelt å fjerne/senke dagens flomvoll langs Finna parallelt med dette området, men kun redusere behov for heving av denne, vurderes miljøgevinsten av en tilbaketrukken flomvoll her som liten.

For kulturverdier vil opplevelsen av kirka og kirkegården med det omgivende gjerdet av store skiferheller, være vesentlig. Utformingen og plasseringen må ta hensyn til dette. Tiltaket må sees i sammenheng med andre tiltak for å sikre at store vannmengder ikke flommer inn på kirkegården.

Tiltak i området ved idrettsplassen vil i mindre grad berøre kulturverdier, og voller vil kunne integreres terrengmessig. Tradisjonelt sett er murer og steingjerder i Vågåmo bygd av lokal rullestein. Eksisterende, eldre geiler og steingarder kan fungere som eksempler for de nye flomvollene med tanke på materialvalg og utforming.

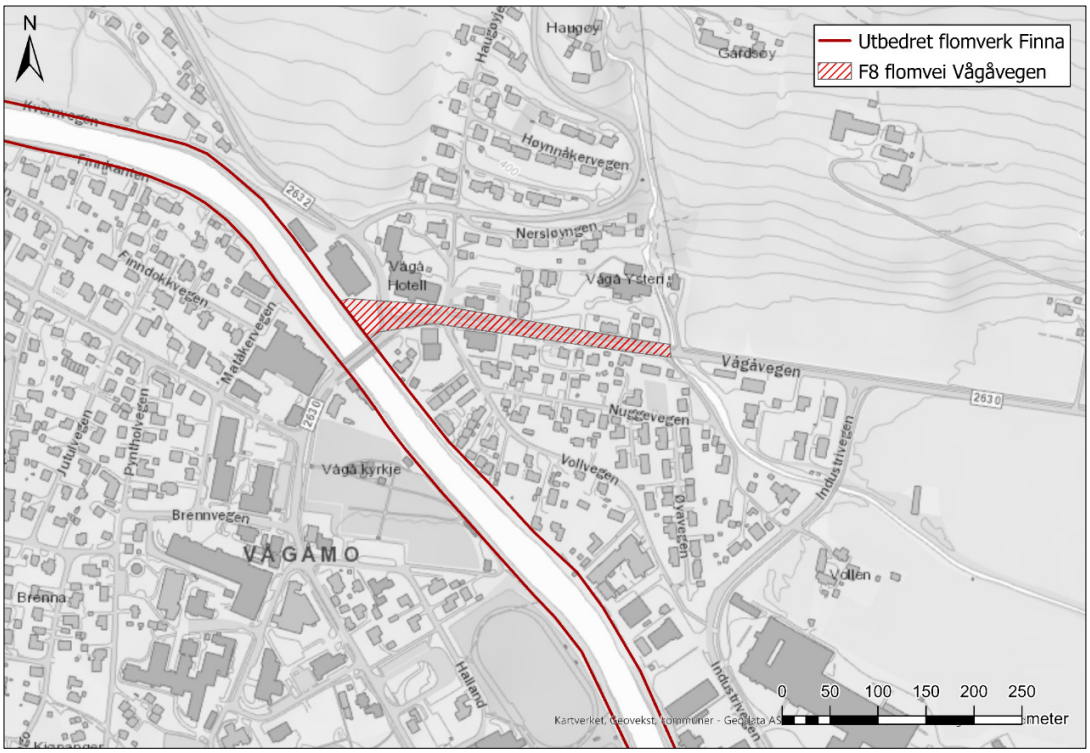
3.8 TF8: Vågåvegen som flomvei

Bakgrunn og begrunnelse for tiltaket

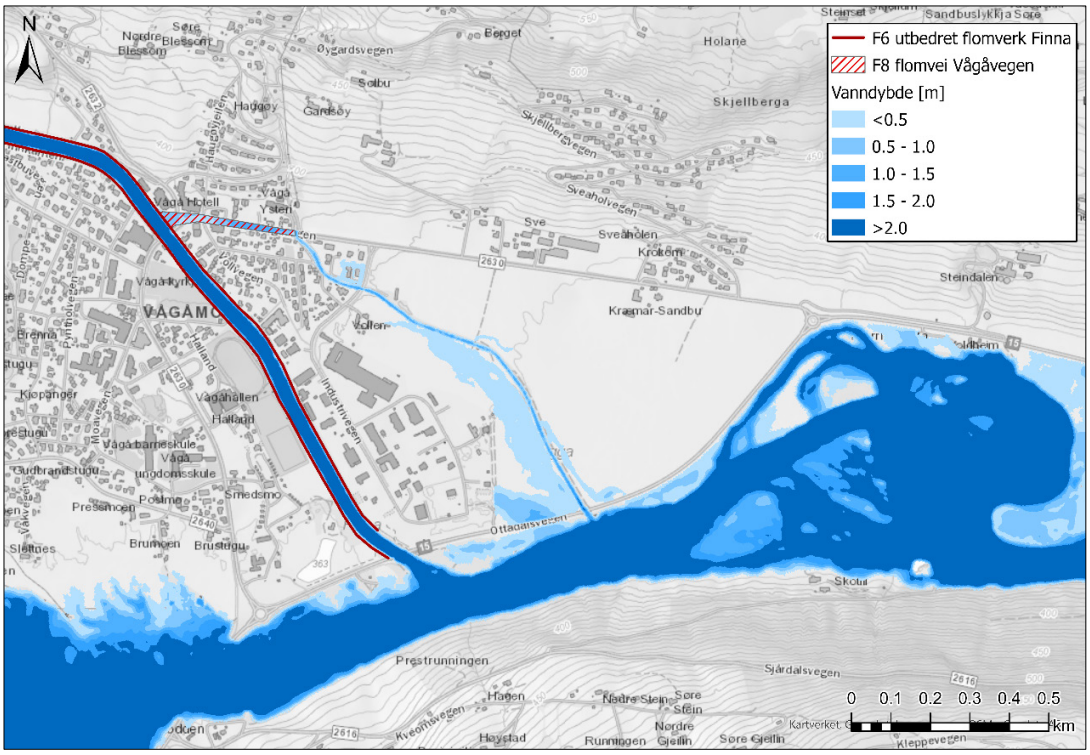
Utbedring og påbygging av de eksisterende flomverkene langs Finna er et realistisk tiltak, men det er ønskelig å begrense høyden til flomverket. Et alternativ for å redusere høyden på flomverkene er å redusere vannføringen og dermed vannstanden i Finna ved å overføre deler av vannføringen i Finna til et sekundært flomløp. Utover flomtunnelen (kapittel 3.3) kan et alternativ være å benytte Vågåvegen fra Kiwi og østover mot Nugga som flomvei. Dette er imidlertid et svært omfattende tiltak som vil medføre kompliserte, om ikke ugjennomførbare, tekniske løsninger og tilpasninger mot eksisterende bygg og infrastruktur.

Hydraulisk modellering er benyttet for å vurdere om Vågåvegen er egnet som flomvei, samt hvilke vannføringer som vil være mulig å overføre til Vågåveien basert på topografien. Modellen er satt opp med en åpning i flomverket ved Kiwi rett oppstrøms Finna bru og med vertikale murer langs hele nord- og sørsiden av veien frem til Nugga (Figur 3-24). Høyden på Vågåvegen er uendret. Tiltaket må utføres i sammenheng med utbedring av eksisterende flomverk langs Finna, ny bru for Nugga under Vågåvegen og utbedret flomverk langs Nugga.

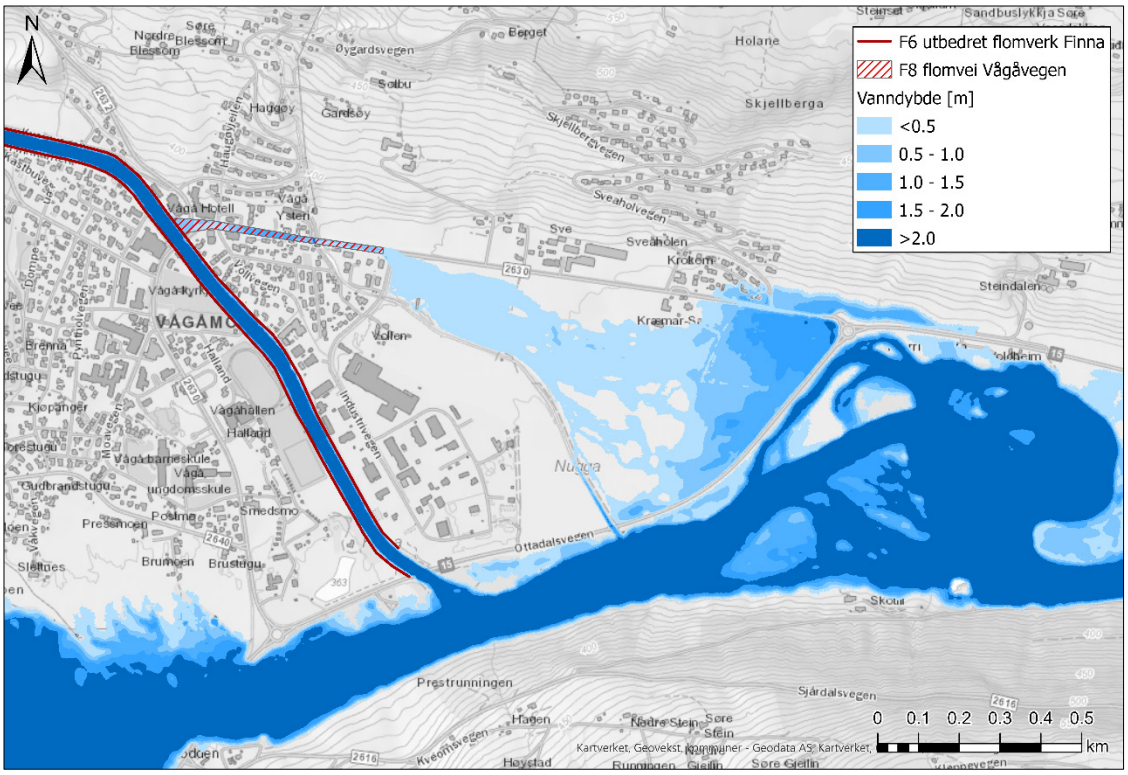
Figur 3-25 og Figur 3-26 viser resultater for 1000-årsflom med klimapåslag for to alternative avslutninger av flomveien. I det ene alternativet føres all vannføringen til Nugga mens i det andre alternativet fortsetter flomveien forbi Nugga og slipper ut vannet på jordet ved Sve. Figur 3-27 viser vannføringen i flomveien under 1000-årsflom med klimapåslag. Flommen i Finna har en kulminasjonsverdi på 545 m^3/s og ca. 12 m^3/s overføres til Vågåvegen. Vannstandene i Finna reduseres minimalt. For å øke vannføringen langs Vågåvegen må veien senkes.



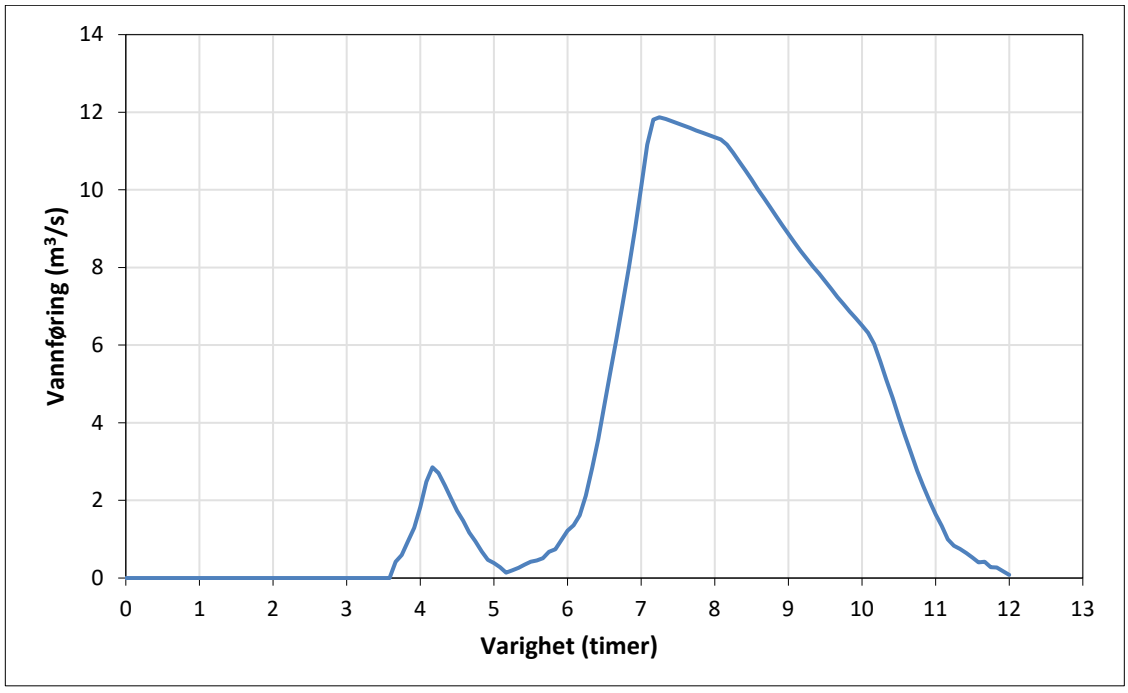
Figur 3-24: Vågåvegen som alternativ flomvei mellom Kiwi og Nugga



Figur 3-25: Oversvømmelser ved 1000-årsflom med klimapåslag ved avslutning av flomveien ved Nugga



Figur 3-26: Oversvømmelser ved 1000-årsflom med klimapåslag (F3) ved avslutning av flomveien på jordet ved Sve



Figur 3-27: Vannføring i Vågåvegen ved 1000-årsflom med klimapåslag (F3)

Vågåvegen som flomvei synes som er urealistisk tiltak fordi det har minimal effekt på vannstanden i Finna og fordi det vil være et svært krevende teknisk tiltak. I tillegg vil tiltaket øke oversvømmelsene og konsekvensene ytterligere for bygningene langs Nugga og ved Sandbu ved samtidig flom i Finna og Nugga. Overføring av vann fra Finna til Nugga vil medføre behov for ytterligere forhøying og forsterking av flomverket langs Nugga. Ved 1000-årsflom med klimapåslag er kulminasjonsverdien i Nugga 45 m^3/s. Tilførsel av ytterligere 12 m^3/s er en økning på 25 % for 1000-årsflom med klimapåslag, hvilket er betydelig. Det er allerede åpenbare utfordringer med å ha nok plass til flomverk langs Nugga nedstrøms Vågåvegen.

Effekt på naturverdier, kulturverdier og tredjepart

Tiltaket vurderes å ha verken negative eller positive konsekvenser for naturverdier. Kulturverdier vil derimot bli negativt berørt både direkte og indirekte. Det ligger verneverdige bygninger langs Vågåvegen på både nord- og sørsiden, med avkjørsler på begge sider av veien. Området fremstår som et kulturmiljø med en åpen vei- og bebyggelsesstruktur. Flomvoller for å lede vann unna vil være så høye at det ikke er mulig å utforme dem så de passer inn i kulturmiljøet, og tiltaket vil endre karakteren til og opplevelsen av området.

3.9 Andre tiltak

Beredskap for å minimere skader på enkeltbygg

Uavhengig av hvilke løsninger som velges for å minimere vann i sentrum ved flomhendelser, så vil vern av historiske bygg og kommunal beredskap være viktige tiltak. Dette vil være særlig relevant for de prioriterte områdene i sentrum som kirka med støpul (frittstående klokketårn) og middelalderkirkegården. Her blir det avgjørende med gode beredskapsplaner inkludert klar ansvarsfordeling. Det kan vurderes å opprette en frivillig beredskapsgruppe som sammen med kommune og brannvesen kan samordne og øve på tiltak for å beskytte de viktige områdene. Det kan også være behov for innkjøp av materiell som sandsekker, renner for å lede vann bort og andre tiltak for å minimere skader på enkeltbygg.

4 Mulige tiltak i Nugga

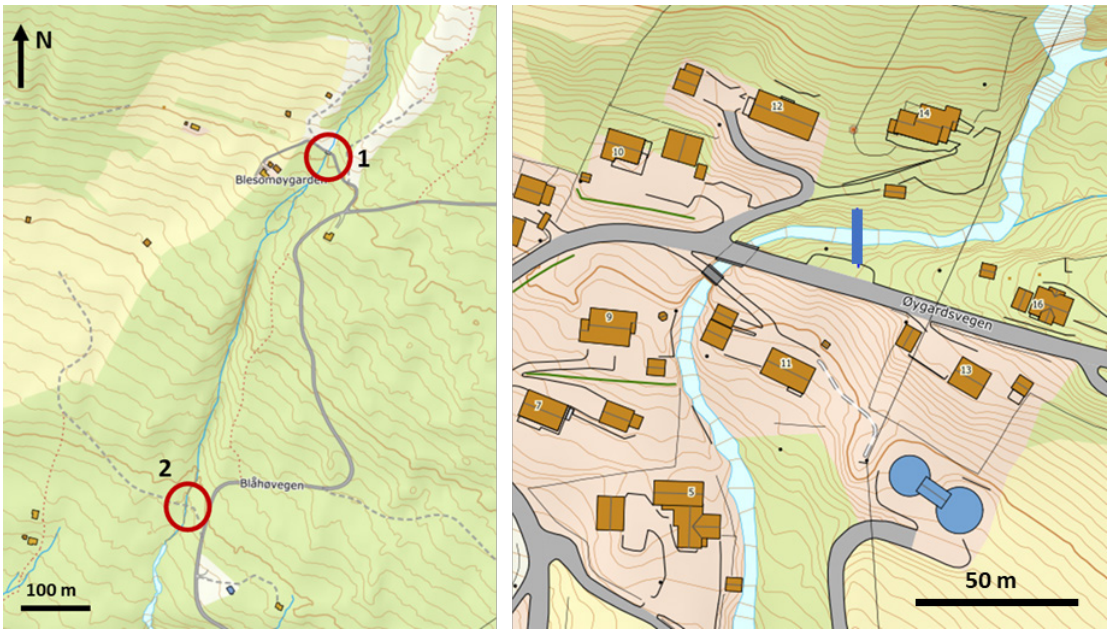
4.1 TN1: Fangnett for sedimenter og drivgods

Bakgrunn og begrunnelse for tiltaket

Nugga renner for en stor del på berg, og er ikke kjent å ha tilsvarende problemer med massetransport som Finna. Både ved og oppstrøms Køyring ansees det som sannsynlig at sideskråninger kan bidra med masser ned i Nugga slik det skjedde i 1938, da skred forårsaket oppdemning av Nugga med påfølgende dambrudd (NGI, 2022). En tilsvarende alvorlig hendelse kan være vanskelig å sikre mot, annet enn ved å ha en beredskap som inspiserer kritiske områder, som ved setrene på Køyringen, under ekstreme nedbørhendelser. Imidlertid har bruene som krysser Nugga i hovedsak for liten kapasitet til å tåle en 200-års flom med klimapåslag (NGI, 2022). Tilstopping på grunn av sedimenter og/eller drivgods som fraktes med elva vil forverre dette ytterligere. Fra hendelsen i 1938 er det fortalt at et tre la seg på tvers under brua og førte til videre oppdemming og at Nugga gikk ut. I dag er det også mer skog langs elva. Selv med en økning av kapasiteten under bruene (omtalt nedenfor) vil denne typen tilstopping være et potensielt problem. I tillegg til beredskap og ettersyn av bruer og kulverter i perioder med flom, kan et godt plassert og vedlikeholdt fangnett bidra til å redusere sannsynligheten for tilstopping. De foreslåtte nettene vil da både utgjøre sikring mot flomskred og mot drivgods som kan føre til tilstopping under bruer o.l. Flere nett vil øke kapasiteten. Øvrige tiltak langs Nugga, TN2-TN6 (nedenfor) vil håndtere flomfaren og eventuelle tilfeller der vann fra elva under flom kan utvikle seg til flomskred. Dette diskuteres videre i fase 3 av studien.

Beskrivelse av tiltaket

Et flomskrednett, som er en fleksibel barriere, kan monteres i raviner for å stanse flomskred og fange opp drivgods. De forankres på sidene med fleksible ankerfester eller vaierbolter, og de kan motstå betydelige dynamiske og statiske laster. Et flomskrednett kan spennes over Nugga flere steder, men et slikt tiltak krever vedlikehold og tømming. Det er derfor viktig med tilkomst. Det er også viktig at slikt vedlikehold kan utføres med minst mulig negativ konsekvens for natur- og kulturverdier (nedenfor). Tre lokaliteter som er aktuelle er derfor enten like ovenfor veien inn til Blessomøygarden, eller ved traktorveien inn fra svingen i Blåhøgvegen litt lenger syd, hhv. områdene 1 og 2 i Figur 4-1, samt like oppstrøms den øverste brua i Øygardsvegen (Figur 4-1).



Figur 4-1 Mulige plasseringer av fangnett i Nugga, i nærheten av Blessomlykkja (venstre) og rett oppstrøms den øvre brua i Øygardsvegen (blå strek; høyre)

Figur 4-2 Fangnett for flomskred i Kollobekken ved Otta. Foto NGI.

Et tilsvarende nett er etablert i Kollobekken ved Otta (Figur 4-2). Et firma i Sveits produserer to typer slike nett, hvorav det letteste er for lengder på inntil 15 m og høyder på opptil 6 m, noe som vel kan synes å passe i Nugga. Den andre typen er kraftigere, kan ha lengder på opptil 20m og høyder på opptil 9 m. Det kan være aktuelt å etablere to til tre slike nett, både ved brua, for å hindre at den går tett slik det skal ha skjedd i 1938, og i de to øvre posisjonene. Endelig valg av nett og lokaliteter må avgjøres etter befaring. Det er da viktig å sørge for enkel tilkomst for tømming og vedlikehold av nettene etter hendelser. Derfor er lokalisering i nærheten av eksisterende veier en fordel.

Effekt på naturverdier, kulturverdier, landskap og tredjepart

Fangnett for sedimenter og drivgods vil påvirke det naturlige og smale løpet for Nugga i dette området, og tømming av fangnettet vil kreve inngrep for å få større maskiner inn og ut av et område som i dag er vanskelig tilgjengelig og relativt uberørt med mye vegetasjon. Dette sees som en direkte negativ konsekvens for kultur- og naturverdier, men må avveies mot hvilke fordeler tiltaket kan ha for kulturmiljøet nedstrøms. Det bør i tillegg gjøres en vurdering av faren for at fugl og annen fauna kan påvirkes negativt ved befatning med nettet.

Figur 4-3 Tett vegetasjon langs Nugga ved Blessomlykkja, lokalitet 1 i Figur 4-1. Bildet til venstre er tatt fra NV mot SØ, mens bildet til høyre er nedstrøms brua ved Blessomlykkja. Foto: NIKU.

4.2 TN2: Utbedre flomverk på vestsiden av Nugga fra Øygardsvegen forbi Haugøy

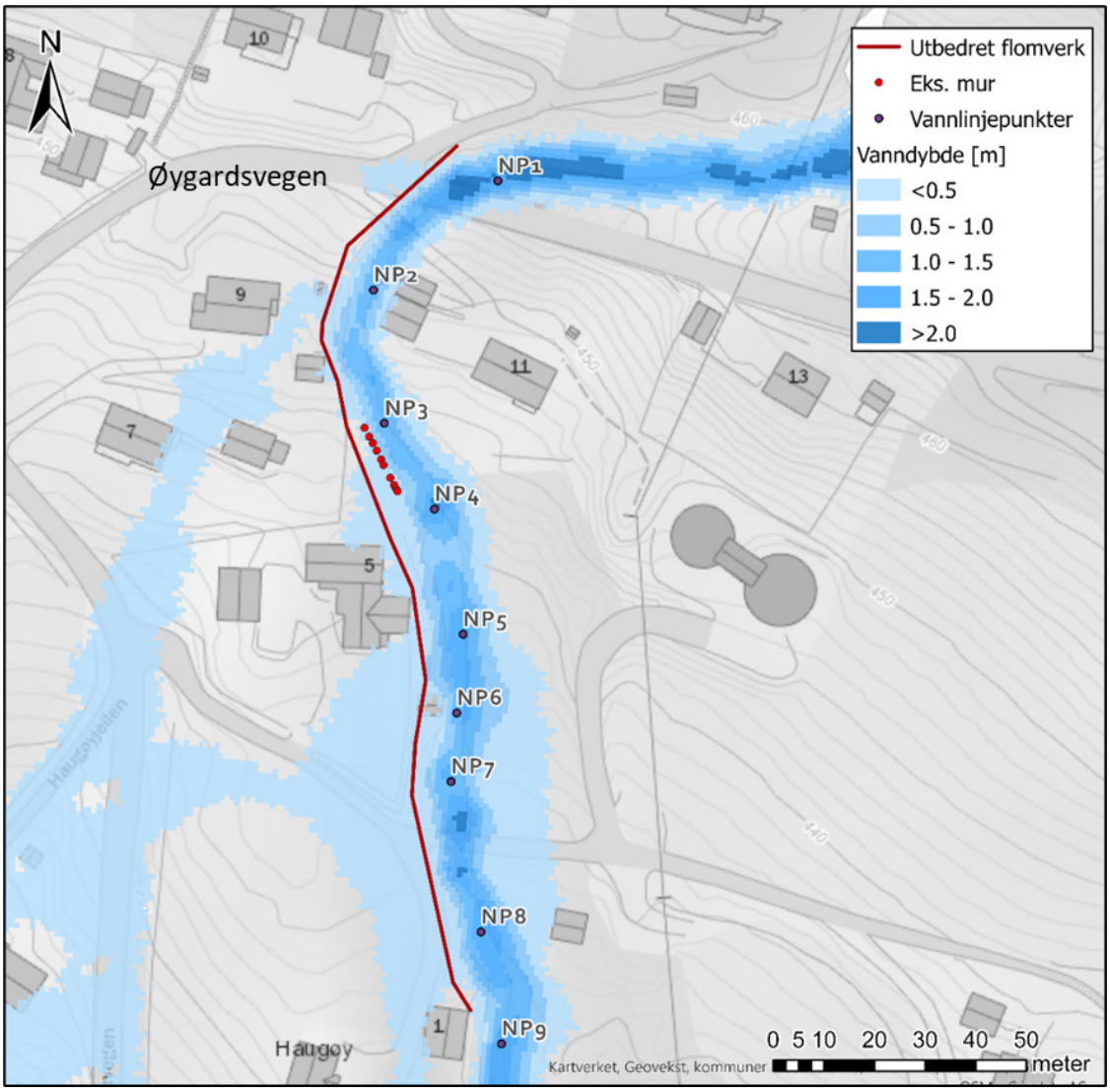
Bakgrunn og begrunnelse for tiltaket

Hydrauliske simuleringer viser at vann går ut av løpet til Nugga ved flere punkter på vestsiden av elva. Vannføringen som går ut av Nugga fortsetter vestover og sørover langs Haugøyjeilen og Øygardsvegen og berører mange bygninger. Det første punktet ligger ca. 20 meter nedstrøms bruene ved Øygardsvegen. Neste punkt ligger rett oppstrøms brua ved Haugøy i et område der terrenget flater ut. Det er allerede bygget

flere murer på denne strekningen. Punktvis utbedring av flomverk langs vestsiden av Nugga mellom bruene ved Øygardsvegen og Haugøy vil være et viktig tiltak for å unngå at vann strømmer ut av Nugga og berører bebyggelsen, som er klassifisert i sikkerhetsklasse F2. Imidlertid kan konsekvensene av at vannet finner ny vei kunne være betydelige i et såpass bratt område. Når Nugga går ned i grøfter og ut på jorder kan den dra med seg store mengder sediment og drivgods som kan utvikle seg til et flomskred som berører flere bygninger med sikkerhetsklasse S3. Det foreslås derfor at sikringen heves som for sikkerhetsklasse F3 for den øvre strekningen.

Beskrivelse av tiltaket

Figur 4-4 viser oversvømmelser ved 1000-årsflom med klimapåslag for dagens situasjon på vestsiden av Nugga der flomverk må utbedres. Hydraulisk modell er benyttet til å beregne nødvendig høyde på flomverk. Nugga er bratt og det er høye hastigheter og høyt energinivå ved stor flom i elva. Anbefalt sikringsnivå er derfor satt til beregnet vannstand pluss 1 meter. På enkelte lokasjoner er energihøyden høyere enn 1 meter, men det synes for konservativt å legge flomverket på samme nivå som energilinja.



Figur 4-4: Vanndybder ved 1000-årsflom med klimapåslag (F3) langs Nugga mellom bruer ved Øygardsvegen og Haugøy. Rød linje viser plassering av flomverk i den hydrauliske modellen

Tabell 4-1 viser vannstand og energinivå for 1000-årsflom med klimapåslag langs Nugga fra brua ved Øygardsvei og ned til Haugøy. Verdier med uthevet skrift viser tverrprofiler der det anbefalte sikringsnivået er høyere enn dagens terreng. På det meste ligger sikringsnivået 1,0 meter over terrenget. Som det fremgår av tabellen er det kun ett tverrprofil på den østre siden av Nugga, NP2, der anbefalt sikringsnivå er høyere enn dagens terreng. Her ligger en garasje svært tett på elva. Det er usikkert om terrenget i Tabell 4-1 representerer nivået til grunnmuren eller om denne ligger høyere.

Tabell 4-1: 1000-årsflom med klimapåslag (F3) langs Nugga. Vannstander (H) og energinivå (E.nivå) med og uten tiltak, samt anbefalt sikringsnivå (S.nivå) for flomverk. Plassering av vannlinjepunkter (NP) er vist i Figur 4-4

	Dagens terreng			F3 nåsituasjon		F3 med tiltak		
	Bunn (moh)	Vestre bredd (moh)	Østre bredd (moh)	H (moh)	E.nivå (moh)	H (moh)	E.nivå (moh)	S.nivå (moh)
NP1	453.2	455.5	456.6	455.5	455.9	455.5	455.9	456.5
NP2	447.5	**449.0**	**449.6**	449.1	451.6	449.3	451.2	450.3
NP3	442.3	**444.6**	446.0	444.1	444.7	444.1	445.4	445.1
NP4	440.2	**442.1**	444.7	442.3	442.9	442.3	442.9	443.3
NP5	437.3	**439.0**	442.7	439.1	439.9	439.2	439.7	440.2
NP6	435.9	**438.0**	439.5	437.6	438.4	437.6	438.3	438.6
NP7	433.4	436.9	437.7	435.0	435.7	435.1	435.8	436.1
NP8	430.1	433.4	437.7	432.0	432.9	432.0	432.6	433.0
NP9	427.2	431.4	434.7	429.0	429.7	429.0	429.7	430.0

Figur 4-5: Nugga sett nedstrøms mot overløp til Haugøyjeilen. Foto: Christian Almestad 28.05.2021

Figur 4-6: Bru rett oppstrøms Haugøy. Lysåpning BxH = 4,3 m x 1,7 m. Foto: Kai Fjelstad, HydraTeam AS.

Det er svært liten plass langs Nugga og høy energi i vannet. Derfor vil den mest egnede løsningen antageligvis være betongmur eller tørrsteinmur. Dette gjelder spesielt svingen rett nedstrøms bruene der Nugga går i overløp til Haugøyjeilen i en flomsituasjon. Her vil vannstrømmen stå rett på muren og den må tåle store hydrodynamiske laster. Rett oppstrøms Haugøy er det en kjørebru som krysser Nugga. Brua er en flaskehals som fører til oppstuving og ved store flommer er det fare for at den overtoppes og blokkerer løpet. Detaljering av brua ved Haugøy beskrives i fase 3 av mulighetsstudien.

I forbindelse med utbedring av flomverket oppstrøms brua vil det være nødvendig å utbedre brua, som bør ha en lysåpning med minimum mål på BxH = 7,0 meter x 2,0 meter for å ha 1 meter fri høyde over 1000-årsflom med klimapåslag. Det kan diskuteres

om brua skal håndtere 1000-årsflom med klimapåslag eller om en kortere gjentaks-intervall er akseptabelt. Det foreslåtte fangnettet oppstrøms Øygardsvegen (tiltak TN1) vil stoppe drivgods og redusere sannsynligheten for tilstopping.

Effekt på naturverdier, kulturverdier, landskap og tredjepart

Kjørebrua oppstrøms Haugøy er et verneverdig element i kulturlandskapet. Den har murte brukar av naturstein og ligger rett ved innkjørselen til gardstunet på Haugøy som består av åtte fredete bygninger. En utbedring av brua må ta hensyn til det verneverdige kulturlandskapet, og brua bør utformes i tråd med tradisjonell stedlig byggeskikk med natursteinsmur og trekonstruksjoner.

I området er det eksisterende flomverk flere steder. Dersom det skal settes opp flere lokale flomverk på deler av strekninger nedstrøms Øygardsvegen, kan det innlemmes i kulturmiljøet ved å dekke med naturstein slik det er gjort i eldre flomverk, med et ytre uttrykk som tørrmur. Naturlig og stedegen vegetasjon bør i størst mulig grad bevares. Dette gjelder alle tiltak i og langs Nugga.

Det er ikke registrert rødlistede arter i området, men det bør vurderes å utføre en grundig kartlegging av området som del av detaljplanleggingen av tiltakene. Høyden på tiltaket vil på det meste ligge ca. 1 m over dagens terreng (Tabell 4-1).

4.3 TN3: Utbedre flomverk nedstrøms Haugøy til Nugga trafostasjon

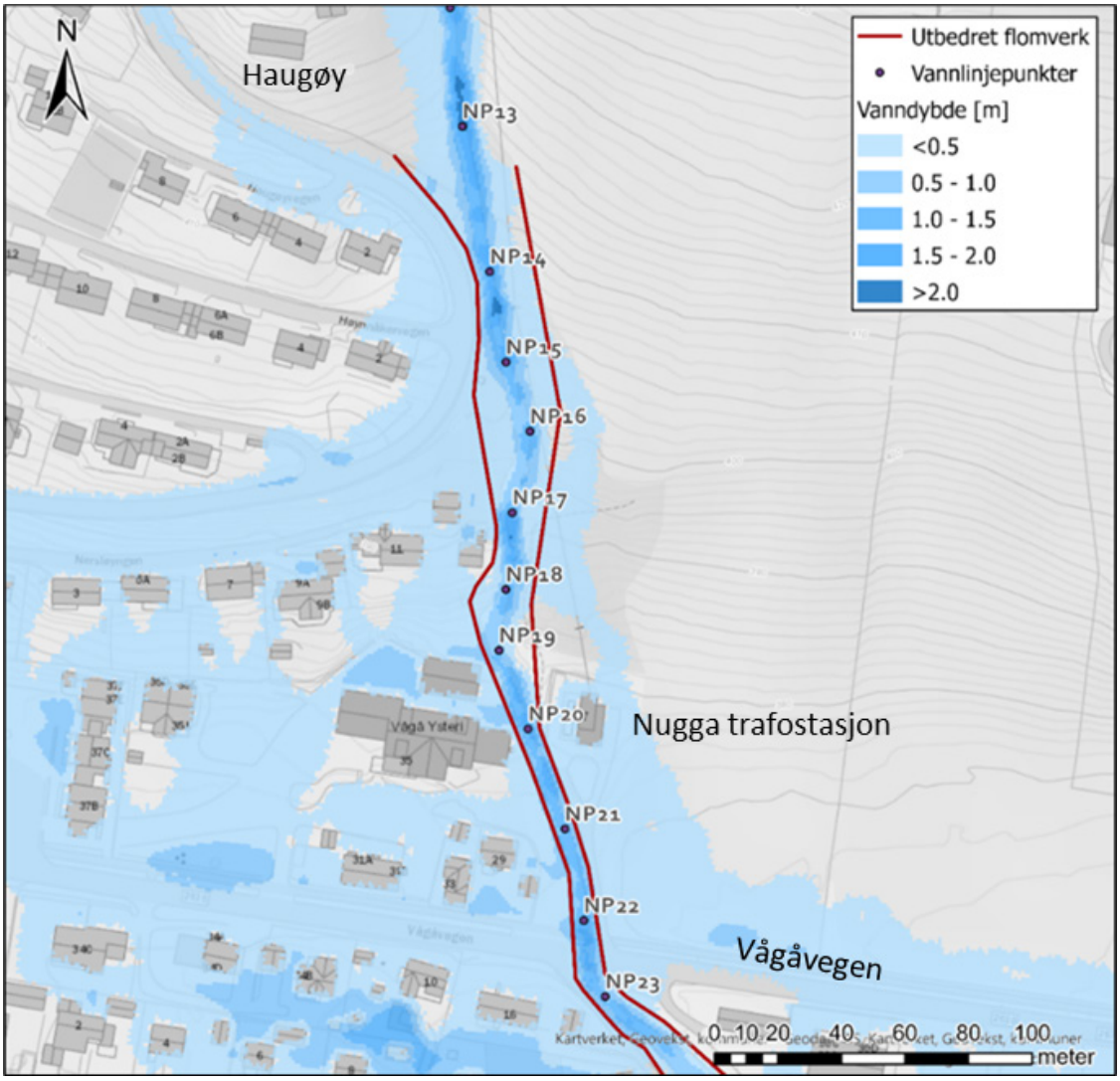
Bakgrunn og begrunnelse for tiltaket

Modellresultatene viser at for en 1000-årsflom med klimapåslag vil Nugga gå i overløp i flere punkter mellom Haugøy og Nugga trafostasjon (Figur 4-7). Først rett nedstrøms Haugøy i svingen ved Øygardsvegen vest for Nugga. Vannet som går i overløp her følger Øygardsvegen videre vestover og påvirker mange bygninger. Videre nedstrøms går Nugga inn i et svært bratt parti frem til trafostasjonen. På deler av strekningen er Nugga praktisk talt en foss. Når helningen igjen blir slakere går Nugga på nytt i overløp vestover ved Vågå Ysteri. Det eksisterer allerede i dag flomverk og bunnsikring på store deler av strekningen. Utbedring av flomverket vil være et viktig tiltak for å sikre bebyggelsen mot oversvømmelser.

Beskrivelse av tiltaket

Tabell 4-2viser vannstand og energinivå for 200-årsflom med klimapåslag langs Nugga fra området rett nedstrøms Haugøy gård til kryssingen av Vågåvegen. Verdier med uthevet skrift viser tverrprofiler der det anbefalte sikringsnivået er høyere enn dagens terreng. Som det fremgår av tabellen er det ingen tverrprofiler på østsiden av Nugga der anbefalt sikringsnivå er høyere enn dagens terreng. På det meste, ved profil NP15 langs Øygardsvegen, ligger sikringsnivået 1,5 meter over terrenget på vestsiden av Nugga. Her er Nugga allerede forbygd og kanalisert med bunnsikring av steinheller. Resultatene i Tabell 4-2 forutsetter at dagens terreng/kanalisering er uendret. Ved en breddeutvidelse

av kanalen vil sikringshøyden kunne reduseres betydelig. I dag har kanalen en bredde på ca. 4 meter. Ved en utvidelse med 2-3 meter vil man kunne redusere sikringshøyden med ca. 0,5 meter. Gangbrua nedstrøms Haugøy (Figur 4-13) må utbedres sammen med flomverket. Videre detaljering av brua beskrives i fase 3 av mulighetsstudien.



Figur 4-7: Vanndybder ved 1000-årsflom med klimapåslag (F3) langs Nugga nedenfor Haugøy til Vågåvegen. Rød linje viser plassering av flomverk i den hydrauliske modellen

Tabell 4-2: 200-årsflom med klimapåslag (F2) langs Nugga. Vannstander (H) og energinivå (E.nivå) med og uten tiltak, samt anbefalt sikringsnivå (S.nivå) for flomverk. Plassering av vannlinjepunkter (NP) er vist i Figur 4-7

				F2 nåsituasjon		F2 med tiltak		
	Bunn (moh)	**Vestre bredd (moh)**	**Østre bredd (moh)**	**H (moh)**	**E.nivå (moh)**	**H (moh)**	**E.nivå (moh)**	**S.nivå (moh)**
NP13	411.3	**413.8**	418.2	413.4	414.0	413.4	413.9	414.4
NP14	405.9	**407.9**	412.5	407.9	408.6	408.0	408.5	409.0
NP15	403.4	**404.6**	408.7	405.1	405.5	405.1	405.6	406.1
NP16	397.1	**399.5**	405.3	398.9	399.3	398.9	399.4	399.9
NP17	388.8	**391.2**	396.0	390.7	391.1	390.8	391.3	391.8
NP18	384.7	387.7	393.7	385.9	387.0	386.0	387.3	387.0
NP19	379.0	381.7	388.0	380.4	381.7	380.5	382.0	381.5
NP20	377.0	**378.7**	381.6	378.9	379.6	379.1	379.8	380.1

Figur 4-8: Forbygning langs Øygardsvegen. Foto: Google Maps

Figur 4-9: Forbygning ved tverrprofil NP14. Foto: NIKU

I det bratteste partiet til Nugga mellom tverrprofil NP16 og NP19 er bygninger tett inntil vestsiden av elva. Her er vestbredden forbygd med betong- og steinmurer og deler av strekningen er kanalisert. Det mest kompliserte punktet på strekningen er rett oppstrøms ysteriet (NP19) der Nugga brått endrer både helning og retning. Her vil forbygningen måtte tåle store hydrodynamiske laster da vannstrømmen vil stå nærmest vinkelrett på. Antageligvis vil best egnet type forbygning være betong- eller steinmur.

Figur 4-10: Foss forbi bebyggelse på vestsiden av Nugga ved profil NP16-NP17. Foto: NGI

Figur 4-11: Forbygning og kanalisering ved tverrprofil NP19. Foto: DHI

Effekt på naturverdier, kulturverdier, landskap og tredjepart

Når det gjelder kulturverdier berører ikke tiltaket det fredede kulturmiljøet ved Haugøy nevneverdig negativt. Vegetasjon som skjermer vil spille positivt inn.

Figur 4-12 Nugga rett ved gangbrua nedstrøms Haugøy, der veien svinger. Her sees eksisterende forbygninger. Foto: NIKU, august 2021.

Figur 4-13 Gangbru nedstrøms Haugøy. Her sees hvordan dagens vegetasjon skjermer for eventuelle nye tiltak. Dette bør bevares og videreføres. Foto: NIKU, august 2021.

4.4 TN4: Utbedre flomverk langs øst- og vestsiden av Nugga, Nugga trafostasjon til Industrivegen

Bakgrunn og begrunnelse for tiltaket

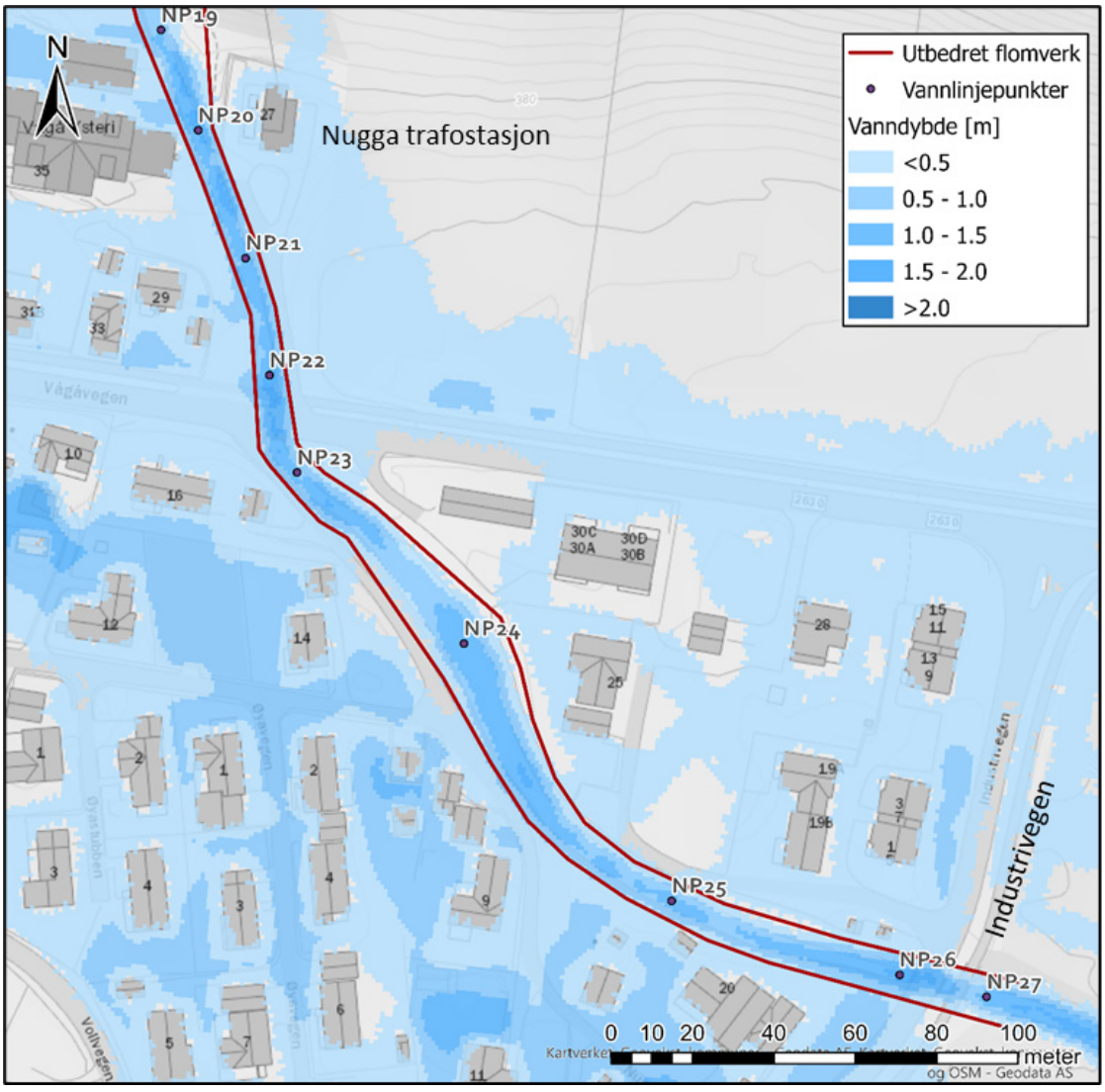
Mellom Nugga trafostasjon og Industrivegen går vannet ut av elva langs flere punkter ved stor flom i Nugga. Kanalen mellom Nugga trafostasjon og Vågåvegen er for smal og i tillegg har brua der Vågåvegen krysser Nugga for liten kapasitet. Nugga er kanalisert med betong- og steinmurer på denne strekningen, og elvebunnen er plastret. Nedstrøms Vågåvegen endrer Nugga karakter og går inn et flatere og bredere terreng. Forbygningen nedstrøm Vågåvegen består av voller som på deler av strekningen, spesielt på vestsiden, er for lave.

Økning av kapasiteten til kanalen oppstrøms Vågåvegen og utbedring av flomvollene nedstrøms vegen er et viktig tiltak for å sikre bebyggelsen langs Nugga. Tiltaket må sees i sammenheng med kapasitetsøkning til bruene ved Vågåvegen og Industrivegen.

Beskrivelse av tiltaket

Økning av kapasiteten til kanalen mellom trafostasjonen og Vågåvegen er begrenset av bebyggelsen og infrastrukturen langs elva. For en breddeutvidelse er antageligvis beste alternativ en utvidelse østover. Kanalen har i dag en bredde på 4,5-5,0 meter og en dybde på 1,5-2,0 meter.

Tabell 4-3 viser vannstand og energinivå for 200-årsflom med klimapåslag langs Nugga fra Vågå ysteri til brua ved Industrivegen (Figur 4-14). Verdier med uthevet skrift viser tverrprofiler der det anbefalte sikringsnivået er høyere enn dagens terreng. Som det fremgår av tabellen er det svært få punkter langs dagens tverrprofiler der anbefalt sikringsnivå er lavere enn dagens terreng. På det meste, ved profil NP25, ligger sikrings-nivået 1,1 meter over dagens terreng.



Figur 4-14: Vanndybder ved 1000-årsflom med klimapåslag (F3) mellom Nugga trafostasjon og Industrivegen. Rød linje viser plassering av flomverk i den hydrauliske modellen.

Tabell 4-3: 200-årsflom med klimapåslag (F2) langs Nugga. Vannstander (H) og energinivå (E.nivå) med og uten tiltak, samt anbefalt sikringsnivå (S.nivå) for flomverk. Plassering av vannlinjepunkter (NP) er vist i Figur 4-14

	Dagens terreng			F2 nåsituasjon		F2 med tiltak		
	Bunn (moh)	Vestre bredd (moh)	Østre bredd (moh)	H (moh)	E.nivå (moh)	H (moh)	E.nivå (moh)	S.nivå (moh)
NP19	379.0	381.7	383.6	380.2	384.0	380.2	384.0	381.2
NP20	377.0	**378.7**	379.3	377.9	380.3	377.7	379.6	378.7
NP21	375.3	**376.7**	**377.2**	376.3	378.1	376.2	377.5	377.2
NP22	374.2	**375.7**	**376.0**	375.3	376.9	375.2	376.3	376.2
NP23	373.5	**375.1**	**375.4**	374.6	376.2	374.6	376.2	375.6
NP24	371.7	**373.6**	**373.5**	372.8	373.3	372.8	373.3	373.8
NP25	370.4	**371.6**	**371.6**	371.7	372.7	371.7	372.7	372.7
NP26	369.1	**370.9**	**370.7**	370.6	371.4	370.6	371.4	371.6
NP27	368.5	**370.9**	**370.8**	370.3	370.8	370.3	370.8	371.3

For kanalen oppstrøms Vågåveien (NP19-NP22) er det regnet med en breddeutvidelse på 2 meter fra 5 meter til 7 meter og samme bunnivå som i dag (alt. 1). Breddeutvidelsen på 2 meter reduserer vannstanden med 0,2 meter i kanalen og energinivået med 0,6 meter. Fortsatt ligger anbefalt sikringsnivå mellom 0,2 og 0,5 meter over dagens terreng. For å redusere vannstanden ytterligere må kanalen utvides enda mer og/eller elvebunnen senkes. Derfor er det i tillegg sett på et alternativ med bredde på 7 meter og senkning på 0,5 meter (alt. 2), samt bredde på 8 meter og senkning på 0,5 meter (alt. 3.).

Tabell 4-4: 200-årsflom med klimapåslag (F2). Vannstander (H), energinivå (E.nivå) og sikringsnivå (S.nivå) for ulike utforminger av kanalen mellom Nugga trafostasjon og Vågåvegen. Plassering av vannlinjepunkter (NP) er vist i Figur 4-14

	Alt. 1			Alt. 2			Alt. 3		
	H (moh)	E.nivå (moh)	S.nivå (moh)	H (moh)	E.nivå (moh)	S.nivå (moh)	H (moh)	E.nivå (moh)	S.nivå (moh)
NP20	377.7	379.6	378.7	377.3	379.2	378.3	377.2	379.0	378.2
NP21	376.2	377.5	**377.2**	375.7	376.9	376.7	375.6	376.7	376.6
NP22	375.2	376.3	**376.2**	374.9	375.7	**375.9**	374.9	375.5	**375.9**
NP23	374.6	376.2	**375.6**	374.6	376.2	**375.6**	374.6	376.2	**375.6**

Tabell 4-4 sammenlikner resultatene for alle tre alternative kombinasjoner av bredde-utvidelse og senkning av kanalen mellom Nugga trafostasjon og Vågåvegen. Senker man kanalen med 0,5 meter i tillegg til en breddeutvidelse på 2 meter (alt. 2) reduserer man vannstanden i kanalen med ytterligere 0,3-0,5 meter sammenliknet med kun breddeutvidelse på 2 meter (alt. 1). Øker man bredden til 8 meter (alt. 3) reduseres

vannstanden ytterligere med 0,1-0,2 meter. Resultatene viser at senkning av kanalen er mer effektivt enn breddeutvidelse.

Verdier i Tabell 4-4 med uthevet skrift viser alternativene der det anbefalte sikringsnivået er høyere enn terrenget på sidene av kanalen. Som det fremgår av tabellen vil man selv med breddeutvidelse fra 5 meter til 8 meter og bunnsenking på 0,5 meter fortsatt få et sikringsnivå som ligger over dagens terreng på sidene av kanalen. Det er spesielt ned mot brua ved Vågåveien at det er utfordrende å redusere vannstandene. Her bør det vurderes en mur over dagens terreng tilsvarende dagens mur. Ved Vågå ysteri krysser en gangbru Nugga (Figur 4-15). Denne må utskiftes pga. utvidelsen av elva. Detaljering av brua beskrives i fase 3 av mulighetsstudien.

Figur 4-15: Gangbru over Nugga nedstrøms retning ved Ysteriet. Foto: DHI

Figur 4-16: Nugga oppstrøms retning fra Vågåvegen. Foto: DHI

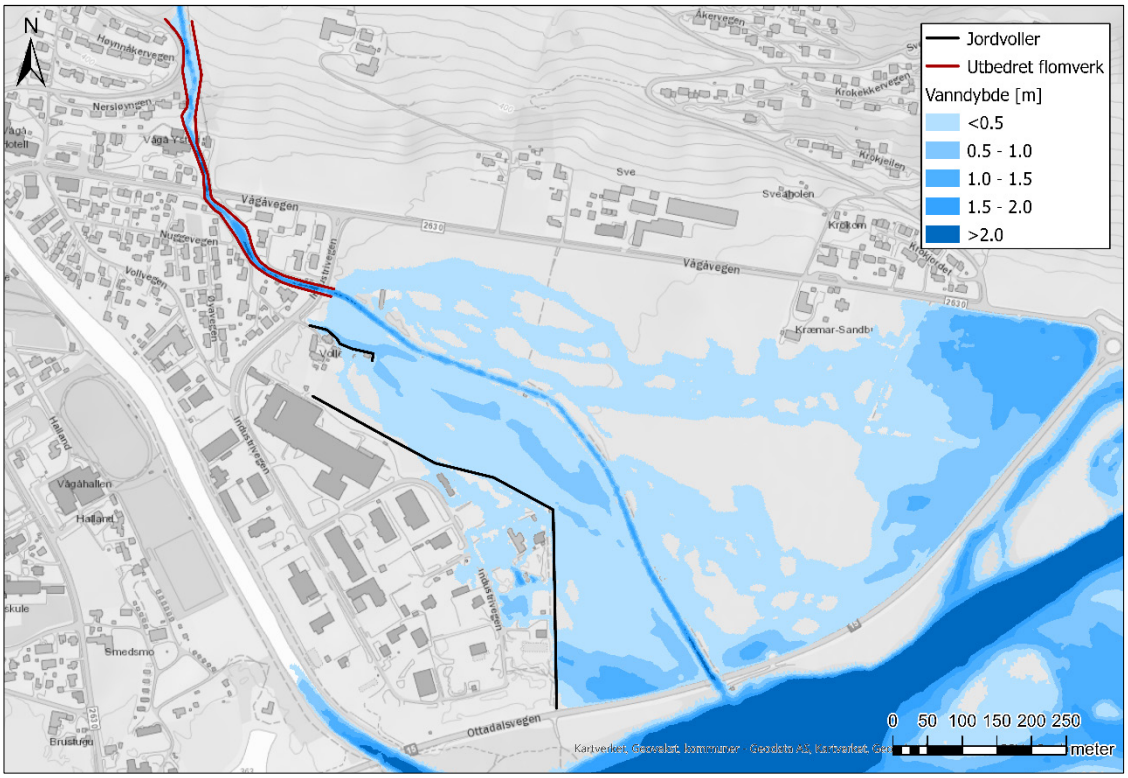
Figur 4-17: Nugga rett nedenfor Vågåvegen, sett nedstrøms.

Figur 4-18: Nugga nedenfor Vågåvegen, sett oppstrøms.

Mellom Vågåveien og Industrivegen endrer Nugga karakter og elva har slakere helning og større bredde. Bygninger ligger fortsatt tett på og det er bygget flomvoller langs elva.

Resultatene av modelleringen viser at anbefalt sikringsnivå ligger på det meste ca. 1,2 meter over dagens terreng.

Figur 4-19 viser vanndybder ved 200-årsflom med klimapåslag i Nugga med utbedret flomverk frem til Industrivegen. Nedstrøms Industrivegen går Nugga over sine bredder og oversvømmer åkrene på vest- og østsiden av elva. Det er ikke lagt inn tiltak i modellen i form av utvidelse eller senkning av bunnen langs Nugga nedstrøms Industrivegen. Som man ser av Figur 4-19 blir bygninger ved Vollen og flere bygninger langs vestenden av jordene påvirket. Vanndybdene og hastighetene er beskjedne, så i praksis er det snakk om stillestående vann. Et forholdsvis enkelt tiltak for å unngå oversvømmelser ved Vollen og på vestsiden av åkeren er å anlegge en jordvoll med høyde på 0,5 meter. Alternativt kan kapasiteten til Nugga økes ved å utvide og senke elva, men dette er et langt mer omfattende og kostbart tiltak enn en jordvoll.



Figur 4-19: 200-årsflom med klimapåslag langs Nugga med utbedret flomverk frem til Industrivegen. Sorte streker antyder foreslåtte jordvoller (ikke lagt inn i flom-modellen).

Effekt på naturverdier, kulturverdier, landskap og tredjepart

Med hensyn til kulturverdier og landskap berører muligens de foreslåtte tiltak langs Nugga generelt omkringliggende kulturlandskap, men ikke i stor negativ grad. Det er et lokalt tiltak som vil kunne utformes for å beholde "naturlig" utseende langs elva. Her spiller også vegetasjon rundt en viktig rolle for visuell påvirkning av omkringliggende områder.

Partier langs Nugga oppstrøms Vågåvegen har eldre forbygninger i naturstein på begge sider. Disse har estetisk og kulturhistorisk verdi. Dersom kanalløpet må utvides, bør man gjenbruke steinblokkene og videreføre samme utforming ved etablering av tilsvarende murverk.

Figur 4-20: Eksisterende forbygning ved trafostasjonen og ysteriet. Materialer og metode bør videreføres dersom kanalen skal utvides. Foto: NIKU, august 2021.

Nedstrøms broa ved Vågåvegen endrer elveløpet karakter. Det er ingen direkte eller indirekte påvirkning på kulturverdier ved å bygge flomverk på begge sider av Nugga mellom Vågåvegen og Industrivegen, men det anses som positivt for omkringliggende områder å ivareta Nuggas åpne løp med vegetasjon på begge sider. Flomverk kan utformes på samme vis som oppstrøms broa vedrørende materialbruk og utforming.

Figur 4-21 Nugga endrer karakter nedstrøms broa ved Vågåvegen. Foto: NIKU, august 2021.

4.5 TN5: Bruer i Vågåvegen og Industrivegen

Bakgrunn og begrunnelse for tiltaket

Bruene ved Vågåvegen og Industrivegen (Figur 4-22 til Figur 4-25) har for lav kapasitet til å håndtere en 200-årsflom med klimapåslag som er beregnet til å ha en kulminasjonsverdi på 32,6 m^3/s (Tabell 4-5). Kjørebrua ved Industrivegen har minst kapasitet og er beregnet til å gå full allerede ved ca. 12 m^3/s. Når innløpene mot bruene går fulle, vil vann strømme ut på veibanen og videre ukontrollert ut i nærliggende bebyggelse. Ved Vågåvegen vil en stor del av vannføringen følge veien østover og føre til oversvømmelser ved Sve og Sandbu. Økning av kapasiteten til bruene er et viktig tiltak i samband med utbedring av flomverkene langs Nugga.

Figur 4-22: Bru ved Vågåvegen. Oppstrøms side

Figur 4-23: Bru ved Vågåvegen. Nedstrøms side

Figur 4-24: Bruer ved Industrivegen sett fra sør mot nord (Google Maps Street view)

Figur 4-25: Bruer ved Industrivegen sett nedstrøms retning

Tabell 4-5: Karakteristikk av bruer over Nugga

Lokasjon	Kapasitet (m^3/s)	Tykkelse dekke (m)	Lysåpning B (m)	Lysåpning H (m)	Veidekke (moh)	UK brubjelke (moh)	Elvebunn (moh)
Vågåvegen	~13.0	0.33	5.00	1.20	375.7	375.4	374.2
Industrivegen kjørebro	~11.7	0.29	4.30	1.28	370.7	370.4	369.1
Industrivegen gangbro	~19.5	0.32	4.40	1.79	371.0	370.7	368.9

Beskrivelse av tiltaket

Hvilken returperiode bruene i Vågåmo skal sikres for er en prinsipiell diskusjon. I Statens Vegvesens håndbok N400 stilles det krav til at bruer skal ha 0,5 meter fri høyde over vassdraget ved 200-årsflom (inkludert klimapåslag). For kritiske veier skal det vurderes om det er nødvendig med lengre returperiode. God praksis er å utforme kulverter og bruer slik at energilinja ved dimensjonerende flom ligger på nivå eller lavere enn underkant av brubjelken. Dette gir plass til at drivgods som eventuelt skulle følge med elva ved flom kan passere og man reduserer sannsynlighet for tilstopping. I vassdrag med høye hastigheter, slik som øvre del av Nugga frem til krysningen av Vågåvegen, kan energinivået være flere meter over vannstanden.

Terrenget rundt bruene ved Vågåvegen og Industrivegen er nærmest flatt. For å unngå store kostnader med tilpasninger av eksisterende veier er det ønskelig at nye bruer bygges så lave som mulig. Eksisterende bebyggelse og infrastruktur legger også begrensninger på bredden til bruene. Kapasitetsøkning til bruene utføres ved å øke strømningsarealet under bruene og/eller helningen til elva. Videre er det viktig å sørge for gode strømningsforhold blant annet ved å unngå retningsenderinger og strømning skjevt på innløpet, og eventuelt tilrettelegge for en akselerasjonssone ved innløpet til bruene.

Grunnet utfordringer med begrenset plass og topografiske forhold vil det være vanskelig å utforme bruene slik at energilinja ligger på nivå med underkant av brubjelkene. I så fall må Nugga senkes betydelig ved Vågåvegen og Industrivegen. Derfor anbefales at de nye bruene utformes slik at de har minimum en fri høyde på 0,5 meter over vannstanden for 200-årsflom med klimapåslag. Dette er også i tråd med anbefaling av sikringsnivå på flomverk langs Nugga. Et fribord på 0,5 meter vil gi en sikkerhetsmargin mot større flommer enn 200-årsflom med klimapåslag. Skulle vannspeilet ta oppunder brubjelken vil konsekvensene for nærliggende bygninger og infrastruktur avhenge av hvorvidt brua tåler de hydrodynamiske lastene og kollapser og blokkerer løpet eller ikke. I modelleringen er det antatt at brubjelke og veidekke til sammen bygger 0,5 meter.

Tabell 4-6 og Tabell 4-7 viser beregnet vannstand og energilinje ved bruene ved Vågåveien og Industrivegen for lysåpning med bredde på 7-9 meter. Det er regnet med både elvebunn på dagens nivå og 0,5 meter senkning av innløpet. Senkning av innløpet vil redusere gradienten under bruene. Det er benyttet et Manningstall på 32 $m^{1/3}/s$. Resultatene viser at for Vågåvegen må man ha en bredde på over 9 meter for å ha en fri høyde på 0,5 meter over vannstand for 200-årsflom med klimapåslag hvis man ikke senker elvebunnen. Senker man elvebunnen med 0,5 meter gjennom brua er en bredde på minimum 8 meter tilstrekkelig.

Ved Industrivegen er elvegradienten slakere enn Vågåveien. Selv om man senker elvebunnen med 0,5 meter vil en lysåpning med bredde på 9 meter ikke være tilstrekkelig for å oppnå en fri høyde på 0,5 meter over 200-årsflom med klimapåslag.

Tabell 4-6: 200-årsflom med klimapåslag (F2). Vannstander (H) og energinivå (E) for bruer med ulik bredde og høyde ved Vågåvegen

	Bredde (m)	Elvebunn (moh)	H (moh)	E (moh)	H + 0.5 m (moh)	UK bru (moh)
Dagens nivå	7.0	374.2	375.1	376.4	375.6	375.2
	8.0	374.2	375.1	376.2	375.6	375.2
	9.0	374.2	375.0	376.1	375.5	375.2
Senket 0,5m	7.0	373.7	374.8	375.7	375.3	375.2
	8.0	373.7	374.7	375.6	375.2	375.2
	9.0	373.7	374.6	375.4	375.1	375.2

Tabell 4-7: 200-årsflom med klimapåslag (F2). Vannstander og energinivå for bruer med ulik bredde og høyde ved Industrivegen

	Bredde (m)	Elvebunn (moh)	H (moh)	E (moh)	H + 0.5 m (moh)	UK bru (moh)
Dagens nivå	7.0	369.1	370.4	371.1	370.9	370.2
	8.0	369.1	370.2	370.9	370.7	370.2
	9.0	369.1	370.1	370.8	370.6	370.2
Senket 0,5m	7.0	368.6	370.0	370.6	370.5	370.2
	8.0	368.6	369.9	370.4	370.4	370.2
	9.0	368.6	369.8	370.3	370.3	370.2

Kapasiteten til bruene og utformingen må analyseres nærmere i en senere fase. For å utnytte plassen mest mulig er antageligvis beste alternativ fritt opplagte bruer med vertikale landkar.

Effekt på naturverdier, kulturverdier, landskap og tredjepart

Utvidelse av kulvert/bru kommer ikke i konflikt med viktige kultur- eller naturverdier. På oversiden av brua under Vågåvegen er det eldre flomverk som det bør tas hensyn til. Materialer og metode for eldre flomverk bør videreføres

En breddeutvidelse av Nugga i dette området bør skje østover, der det er mest plass og de negative konsekvensene blir minst. Betongkonstruksjonen langs vestsiden (Figur 4-26 og Figur 4-27) kan bestå, men et nytt flomverk på østsiden anbefales at blir bygget etter de samme prinsippene som beskrevet tidligere, med lokal stein. Detalj-prosjekteringen i senere faser vil kartlegge hvor store steiner som må til, men utfra landskapshensyn vil det være positivt om det kan benyttes tilsvarende størrelse på steinene som oppstrøms brua. Vinkelen og andre detaljer på denne muren må vurderes nærmere i neste fase i forhold til hvor mye plass det er til rådighet og hensynet til å begrense terrenginngrepet.

Figur 4-26: Brua i Vågåvegen over Nugga, sett nedenfra. Foto: NIKU, august 2021.

Figur 4-27: Nugga nedstrøms Vågåveien (fra Google Maps street view)

5 Mulige tiltak i Otta

5.1 TO1: Masseuttak nedstrøms utløpene av Finna og Nugga

Bakgrunn og begrunnelse for tiltaket

Finna tar med seg sedimenter som avsettes i utløpet av Finna i Otta, og avhengig av vannføring i Otta føres deler av dette videre. Det er i hovedsak de grovere delene av massene som blir liggende i selve Finna. Ved ekstremflom som 1000-års flom med varighet over flere døgn, kan Finna heve seg minst 2 m i dette området, noe som setter i gang oppbygning videre oppover i Finna fra utløpet. Elva er i dag låst innenfor flomverket, og da vil den først fylle inn masse her før den går over flomverkene og får fritt utløp. Det må etableres klare rutiner og regelverk for masseuttak i Otta og nedre del av Finna. Etter de store flommene de siste 10-11 årene har trolig bunnen i Otta hevet seg ned til øyområdet ved Sandbu. Området har her en helt annen karakter enn for ~50 år siden (Figur 5-1).

Figur 5-1 Otta nedstrøms utløpet av Finna i 1958 (øverst) og i dag (nederst)

Effekt på naturverdier, kulturverdier, landskap og tredjepart

I forhold til bevaring av biologisk mangfold og fisk vil det være viktig å unngå omfattende inngrep i området ved utløpet av Finna i Otta. Her er det dynamiske og ustabile elveører som gir variasjon i vannhastighet og bunnsubstrat. Det er ikke utført egne fiskebiologiske undersøkelser som en del av dette prosjektet, men det er sannsynlig at dette er viktige områder for både harr og ørret (NGI, 2022). Det er i tillegg observert klåved *Myricaria germanica* som har status som nær truet (NT) i den norske rødlista (Henriksen og Hilmo, 2015) på den vestre elvebanken. Hvis det blir nødvendig å gjøre inngrep, f.eks. masseuttak, i dette området bør området kartlegges nøyere og det bør også lages en detaljert plan for et slikt tiltak (bl.a. avgrensning av masseuttaksområder og når på året dette kan gjøres).

Tiltaket berører ikke vesentlige kulturverdier eller hensynet til landskapsbildet.

5.2 TO2: Sikring for Vågå Vannverk, langs Vågåvatnet

Flom i Otta vil gi oversvømmelser i de flate, lavtliggende områdene nord for øst-enden av Vågåvatnet. Vågå vannverk, som har sikkerhetsklasse F3, ligger i dette området. I tillegg ligger en del boliger med sikkerhetsklasse F2 i området som blir oversvømt. Vi omtaler her to mulige sikrings-strategier, som begge må diskuteres nærmere når endelig forslag til helhetlig sikring skal bestemmes. Begge tiltakene diskuteres nærmere i fase 3 av mulighetsstudien.

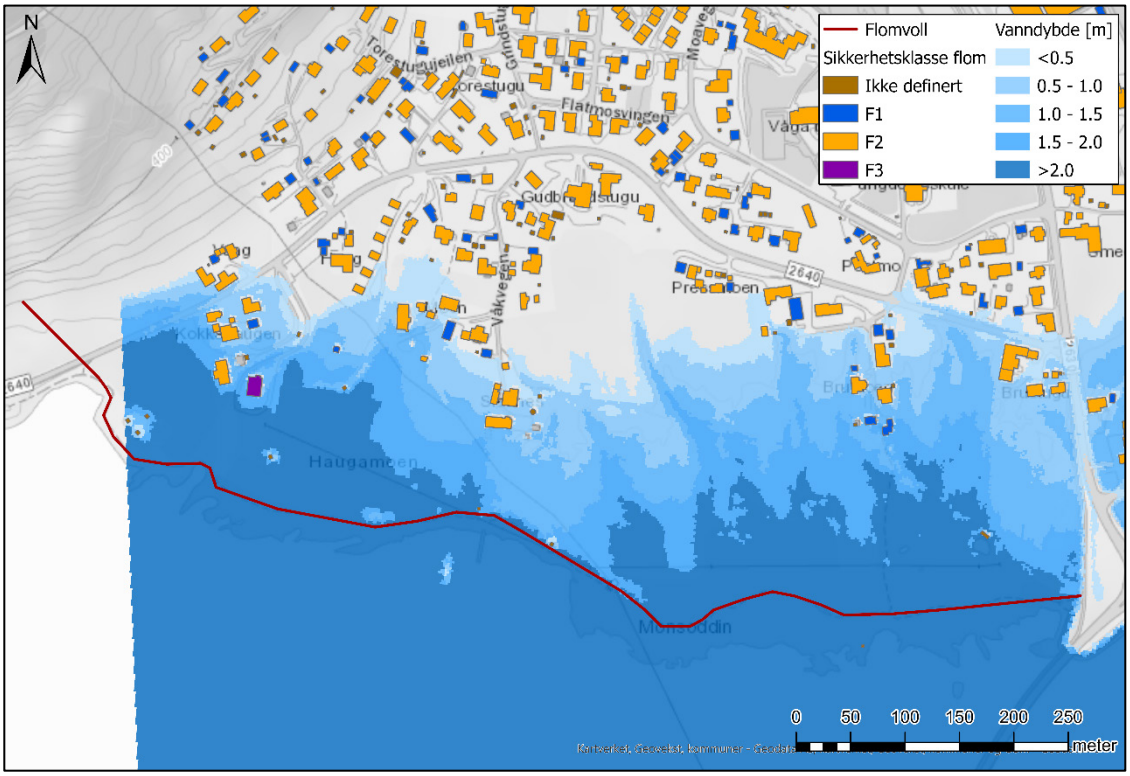
Voll langs Vågåvatnet

Området kan sikres med en voll langs nordsiden av vannet, fra rundkjøringen der Vågåveien ender i Rv 15, til stigende terreng på nordsiden av Nedre Nordheradsvegen (Figur 5-2). Dette er en lengde på ca. 1070 m, avhengig av nøyaktig plassering. Vollen må være minst 3 m høy for å sikre til F3 nivå, og det vil sannsynligvis være nødvendig med minst én pumpestasjon. Det vil være naturlig å anlegge vollen med en gang-/sykkelvei på toppen. Vollen vil måtte krysse Nedre Nordheradsveg, og tilpasning her vil være en utfordring, som en må se nærmere på dersom dette tiltaket skal realiseres. Dersom en bygger vollen kun til F2 nivå vil det ikke være nødvendig med kryssing av Nedre Nordheradsveg. Kommunen har utviklingsplaner for området Brustugujordet, som ligger rett vest for Vågåvegen, ned mot Vågåvatnet. Dette området må i så fall sikres mot flom i Otta. Dette kan sees i sammenheng med etablering av flomvoll, eller en kan vurdere å fylle opp området til akseptabelt nivå, f.eks. ved bruk av masser fra flomtunnelen.

Lokal sikring for vannverket

Den andre muligheten er å kun etablere sikring for vannverket. Dette vil i hovedsak innebære at brønntoppene heves til over vannstanden for en 1000-årsflom med klimapåslag, noe som også innebærer modifisering av eller bygging av nye brønnhus. Kritisk infrastruktur må være montert over høyeste flomvannstand. Selve vannverket må beskyttes, noe som kan gjøres med en lokal flomsperre rundt selve vannverket, i

kombinasjon med pumpeverk, da vannverket ligger på permeable masser. Deler av vannverket er bygget vanntett, men kritisk infrastruktur, som kontrollrommet, er ikke vanntett og må ha F3 sikring.



Figur 5-2: Vanndybder ved 1000-års flom med klimapåslag i Otta. Omtrentlig plassering av flomvoll er indikert.

Effekt på naturverdier, kulturverdier, landskap og tredjepart

Av hensyn til naturverdier vil en avgrenset sikring av vannverket være foretrukket alternativ. Ved bygging av flomvoll vil det være viktig å unngå inngrep i dagens strandsone og på grus/sandbankene langs Vågåvatnet, men i utgangspunktet vurderes en flomvoll i dette området å få store negative konsekvenser for naturverdiene. Området bør kartlegges grundig før eventuelle tiltak. Det ble bl.a. observert klåved *Myricaria germanica* som har status som nær truet (NT) i den norske rødlista på den vestre elvebanken ved utløpet av Finna under befaring den 23. august 2021, og det er flere registreringer av fuglearter som også er listet i den norske rødlista i dette området.

I nærområdet rundt vannverket ligger flere små gardstun som har verneverdig bebyggelse og er regulert til 'spesialområde bevaring'. Lenger øst, ut mot elvesletta, ligger husmannsplassen Pressmo som er et fredet kulturminne med flere bygninger. En kilometer lang flomvoll med tre meters høyde langs Vågåvatnet og over elvesletta vil være et markant element i landskapet og vil påvirke opplevelsen av kulturlandskapet og gardstuna på en uheldig måte. Gardstuna og den øvrige boligbebyggelsen som i dag har

fri utsikt mot Vågåvatnet, vil bli liggende bak en høy voll. Videre vil vollen endre opplevelsen av hele tettstedet sett utenfra, fra Vågåvatnet og fra Rv. 15 på den andre siden av vannet. Konsekvenser for kulturverdier må vurderes nærmere i neste fase og alternative utforminger bør utredes.

5.3 TO3 Sikring av bensinstasjon

Bensinstasjonen ved Vågåvegen nederst mot rundkjøringen ved Rv15 er av kommunen definert som en F3 bygning (Figur 2-1), på grunn av mulig forurensningsfare ved oversvømmelse. Det er ingen klar praksis for at bensinstasjoner behandles som F3, og det er eksempler på at de ikke gjør det. Stasjonen er ved begge hovedtiltak, tunnel og flomverk, beskyttet mot flom tilsvarende sikkerhetsnivå F2. Over dette er den primært utsatt for flom fra Otta. men påvirkes også av Finna. . Vanndybdene kan bli inntil 1,5 m, men hastighetene er små, mindre enn 0,5 m/s (NGI, 2022a). Terrenget ved pumpene ligger på 364,8 moh., Rv15 Ottadalsvegen utenfor stasjonen på 366,4, mens Vågåvegen ved innkjøringen til stasjon er på 366.3 moh., fallende til 365,8 nordover til krysset med Nedre Nordheradsvegen.

Sikring av bensinstasjonen til F3 kan gjøres på to måter, enten ved å heve stasjonen til tilstrekkelig høyde, eller å anlegge ringvern rundt stasjonsområdet. En heving av stasjonen vil innebære oppfylling til minst 366,3 moh., Det er naturlig å tenke seg en oppfylling til samme nivå som Rv15 Ottadalsvegen. Vi antar at tanker uansett ligger nedgravet, og at man ikke gjør noe med disse. Et ringvern kan bygges som en flomvoll i nordkant av stasjonstomta fra Vågåvegen, og sørover langs stasjonstomta til Rv15, en lengde på ca. 225 m. Høyden må være ca. 1,5 m over dagens terreng. I tillegg må en forvente permeable masser i grunnen og at det vil være nødvendig med en pumpestasjon. Det kan i tillegg være nødvendig med noe løfting av Vågåvegen.

1.5 m oppfylling av det 13.3 daa området vil kreve et fyllvolum på ca. 20000 m^3. Tiltaket vil kreve løfting (trolig nybygg) av den 600 m^2 stasjonsbygningen i tre, og den 200 m^2 bilvasken.

Stasjonen vil ligge trygt slik den er for en 200-års flom når de foreslåtte tiltakene i Finna er etablert, enten dette blir en flomtunnel (tiltak TF3) eller forhøyede flomverk (TF6).

5.4 Samlet oversikt over behov for ytterligere utredninger og kartlegging mht. natur- og kulturverdier

Under hvert av kapitlene ovenfor som beskriver de aktuelle tiltakene for å sikre mot skred og flom i Finna, Nugga og Otta er det ut i fra eksisterende kunnskap gjort vurderinger av mulige effekter på natur- og kulturverdier. Her er det også angitt behov for ytterligere utredninger. Tabell 5-1 gir en oversikt over behov for supplerende undersøkelser før eventuelle tiltak kan påbegynnes.

Tabell 5-1 Samlet behov for supplerende undersøkelser i forhold til natur- og kulturverdier.

Vassdrag	Tiltak	Beskrivelse tiltak	Behov for ytterligere kartlegging/utredning	
			Naturverdier	Kulturminner
Finna	TF1-TF2	Flomdempingsmagasin i Finndalen/Finngjelet	Nei: Begrenset potensial for miljøtilpasning av disse tiltakene, og ytterligere kartlegging ansees som ikke nødvendig.	Nei: Ut fra dimensjonene på tiltakene er det svært begrenset potensial for tilpasning av tiltakene for å dempe negativ påvirkning på kulturlandskap.
Finna	TF3	Flomtunnel Finna - Vågåvatn	Ja: Det bør gjennomføres en kartlegging vegetasjon og eventuelt rødlistede arter i områdene som berøres av anlegget (anlegsveger, inntaks-område, tunnelutløps-området i Vågåvatnet)	Ja: Utløpet av tunnelen er tenkt plassert innenfor regionalt og nasjonalt verdifullt kulturlandskap. Påvirkning av tiltaket på omkringliggende kulturlandskap i anleggsfasen og ferdig tunnel bør utredes i forkant av utførelse. Alternativer til utforming og avbøtende tiltak på både inntak og utløp bør utredes.
Finna	TF4	Sedimentasjonsbasseng mellom Sælatunga og eksisterende terskler	Ja: Detaljplanene bør gjennomgås mht. fiske-vandringer. Dette gjelder både «slissene» i tersklene og plastret område ned-strøms tersklene.	Ja: Det bør utredes hvordan de nye tiltakene påvirker eksi-sterende flomverkene og resultatene bør gi føringer for videre planlegging av material-bruk og utforming. I samme utredning bør man vudere på-virkning av nye tiltak på kultur-landskap i planleggingsfase, gjennomføringsfase og vedlikeholdsfase/tømming.
Finna	TF5	Fjerne terskler/bunn-forsterkning Finna	Ja: Fullprofilplastring eller en støpt betongkanalen er potensielt svært negativt for fisk og øvrig fersk-vannsfauna. Detaljplanene må gjennomgås for å se på muligheten for å bevare noe variasjon i elve-bunnen. Homogen elve-bunn kombinert med høy vannhastighet vil kunne bli et vandringshinder for fisk	Ja: Før eventuelle tiltak plan-legges og gjennomføres, bør eksisterende terskler dokumenteres kulturminne-faglig.
Finna	TF6	Utbedre eksisterende flomverk gjennom Vågåmo sentrum	Nei: Men viktig å bevare mest mulig av kant-vegetasjon og unngå ytterligere inngrep i elveløpet-	Ja: Eksisterende flomverk er kulturminner i seg selv. Ved eventuelle endringer må de derfor dokumenteres kultur-minnefaglig. Den tekniske tilstanden bør utredes. Det bør lages et forprosjekt for å se på

Vassdrag	Tiltak	Beskrivelse tiltak	Behov for ytterligere kartlegging/utredning	
				alternativer til sikring/gjenbruk og tilpasning av eldre flomverk til nye flomverk.
Finna	TF7	Ytre flomvoll i Vågåmo sentrum	Nei: Tiltaket ansees å ha liten miljøgevinst. Hvis realisert må tiltak for utvasking av gummi-granulat fra kunstgress-banen gjennomføres.	Ja; det bør utredes hvordan kirken og kirkegården påvirkes av tiltaket.
Finna	TF8	Vågåvegen som flomvei	Nei	Ja: Dersom man ønsker å gå videre med dette alternativet bør en utredning klarere i hvilket omfang tiltaket på-virker kulturmiljøet. Resultatet bør være styrende for videre arbeid.
Nugga	TN1	Fangnett for sedimenter og drivgods	Ja: Felles for alle tiltakene i Nugga er at de bør plan-legges slik at eksisterende kantvegetasjon i størst mulig grad bevares. Det bør gjennomføres en kart-legging av vegetasjon og eventuell forekomst av rødlistede arter i forkant av tiltakene	Ja: En utredning bør belyse hvordan tiltaket påvirker kulturmiljøet langs Nugga som helhet. Det bør vises til hvordan gjenbruk og tilpasning kan utføres på best måte.
Nugga	TN2	Utbedre flomverk på vestsiden av Nugga fra Øygardsvegen forbi Haugøy		
Nugga	TN3	Utbedre flomverk nedstrøms Haugøy til Nugga trafostasjon		
Nugga	TN4	Utbedre flomverk langs øst- og vestsiden av Nugga, Nugga trafostasjon til Industrivegen.		
Nugga	TN5	Bruer i Vågåvegen og Industrivegen		
Otta	TO1	Masseuttak nedstrøms utløpet til Finna og Nugga		
Nugga	TN2	Utbedre flomverk på vestsiden av Nugga fra Øygardsvegen forbi Haugøy		
Nugga	TN3	Utbedre flomverk nedstrøms Haugøy til Nugga trafostasjon		
Nugga	TN4	Utbedre flomverk langs øst- og vestsiden av Nugga, Nugga trafostasjon til Industrivegen.		
Nugga	TN5	Bruer i Vågåvegen og Industrivegen		

Vassdrag	Tiltak	Beskrivelse tiltak	Behov for ytterligere kartlegging/utredning	
Otta	TO1	Masseuttak nedstrøms utløpet til Finna og Nugga	Ja: Det bør utarbeides en detaljert plan for hvor og når eventuelle massetiltak må gjennomføres. Det bør gjennomføres en kartlegging av vegetasjon og eventuell forekomst av rødlistede arter (f.eks. klåved) i forkant av tiltakene. I tillegg bør bør gjennomføres en fiskebiologisk undersøkelse i utløpsområdet for å kartlegge viktige gyte- og oppvekstområder for harr og ørret.	Nei
Otta	TO2a	Flomverk langs Vågåvatn	Ja: . Det bør gjennomføres en kartlegging av vegetasjon og eventuell forekomst av rødlistede arter	Ja: Konskvenser for kulturminneverdier må utredes, og alternative utforminger kartlegges.
Otta	TO2b	Lokal sikring av vannverket	Nei	Nei
Otta	TO3	Lokal sikring av bensinstasjon	Nei	Nei
Alle		Tiltak for enkeltbygg	Nei	Ja: Tiltak for enkeltbygg med kulturhistorisk verdi bør vurderes helhetlig for å finne løsninger som ikke påvirker verneverdiene negativt.

6 Oppbygging og kostnader av tiltakene

I det følgende samler vi prinsippskisser av utforming og oppbygging av de forskjellige tiltakene, samt estimater av priser. I denne fasen gjøres noen forenklinger og vi angir f.eks. ca. priser på flomvoller med en gjennomsnittshøyde, uten å differensiere langs de enkelte elvene. Det samme gjelder terskler. Dette vil detaljeres mer i prosjektets Fase 3, da vi snevrer inn til ett tiltak eller én kombinasjon av tiltak. I tillegg anslår vi faste prosentvise andeler for kostnader til rigg, prosjektering, planlegging og byggeledelse, samt uforutsette utgifter (usikkerhet). Kostnadsestimatene vil bli vurdert videre i fase 3 av mulighetsstudien, og vil trolig endres når tiltakene detaljeres ytterligere. Tallene her er derfor kun foreløpige. Endelig kostnadsbilde vil først fremkomme i forbindelse med prosjektering av tiltakene.

6.1 Flomverk - utforming og kostnad

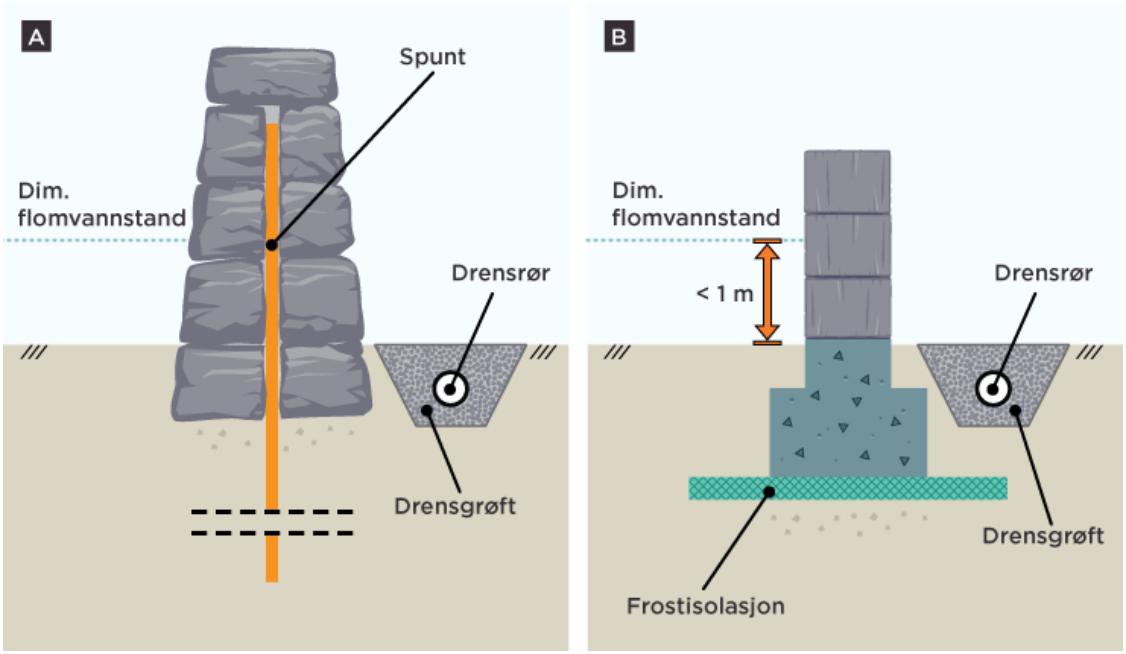
Tabell 6-1 viser informasjon og erfaringstall fra tidligere prosjekter. I arbeidet med FOSS-prosjektet (NVE, 2021) som vurderte kostnader for å sikre all eksisterende bebyggelse i Norge mot flom og skred, ble det innsamlet data fra NVEs regionkontorer. Informasjonen er imidlertid ikke registrert på enhetlig måte, og den siste raden i Tabell 6-1 er basert på en analyse av disse dataene. Justerer en opp til 2022 priser med en faktor på 1,3, blir meterprisen snaut 13000 kr. Selv om eksemplene i Tabell 6-1 er basert på forskjellige voller, ligger alle kostnadene i intervallet 10-20000 kr pr. løpemeter.

Tabell 6-1 Flomvoller, noen relevante eksempler med ca. priser fra det året de er hentet fra

Lokalitet /tema	Type sikring	Lengde (m)	Estimat (Mkr)	Enhetspris lm (kr)	Referanse
Snittpriser for bygde flom-skringstiltak. NVE 2015-2020.	Ulike løsninger m/en- og tosidig plastring/-tørrmur, bekkebunn sikret	2 000,0	20-40	10 000,0-20 000,0	Årsrapporter NVE flomsikringstiltak. 2015-2021
Niklaelva, Søvik, Haram	Tosidig erosjons-sikring, moderat størrelse på elv	270,0	3,1	11 400,0	NVE Årsrapport Nr. 23/2021
Årneselva, Hyen, Gloppen	Tosidig sikring m/flomvoll	220,0	2,4	10 900,0	NVE Årsrapport Nr. 23/2021
Stokkbekken, Stjørdal	Tosidig tørrmur	190,0	2,8	14 700,0	NVE Årsrapport Nr. 15/2020
Skåeåa, Kramperud, Øyer	Elveløp rensket, utvidet m tosidig tørrmur, bunn sikret + terskler	370,0	7,4	20 000,0	Årsrapport for utførte sikrings- og miljøtiltak 2015 Beskrivelse av utførte anlegg
Voss og Opo	Samlet for flere flomverk	2 906,0	45,0	15 500,0	Multiconsult 2016a & b
FOSS-arbeidet	10 eks. 'flomverk', over siste 10 år			9 916,0	NVE, 2021

6.1.1 Flom-mur

Forutsatt at dagens flomverk langs Finna er stabile og erosjonssikre, og påbyggingsbehovet er 1 m eller mindre virker det som den enkleste og minst plasskrevende løsning er flommur utført i betong (billigst) eller naturstein (passer best i miljøet). Prinsippskisse og eksempel fra NVEs sikringshåndbok (NVE, 2020) for natursteinsmurer er vist i Figur 6-1 og Figur 6-2.



Figur 6-1 A) Mur med sentral spunt og forblending med blokkstein. B) Sagd blokksteinmur med «I»-fundament og frostisolasjon. Fra sikringshåndboka (NVE, 2020).

Dersom en, i en betongmur, regner en murhøyde på 1 m over sokkel og 0.5 m tykkelse vil det gå med 0.5 m^3 betong pr løpemeter. Ved å anta samme mengde for sokkelen går det altså med 1 m^3 betong pr løpemeter.

Figur 6-2 Tosidig natursteinmur med tre skift under bygging, fundamentert på betong-konstruksjon. Fra Sikringshåndboka (NVE, 2020)

Basert på kostnadselementer gitt av NVE (2016), får en priser som vist i Tabell 6-2.

Tabell 6-2: Omtrentlige kostnader for flom-mur, basert på NVE (2016)

Beskrivelse	Enhetspris (kr)	Pris pr.meter (kr)
Graving, avtaking av løsmasse	85,0/m^3	85,0
Fundamentpreparering (finrensk)	130,0/m^2	260,0
Forskaling	1 300,0/m^2	2 600,0
Armering	19,0/kg	190,0
Betong	2 400,0/m^3	2 400,0
		Sum 5 535,0

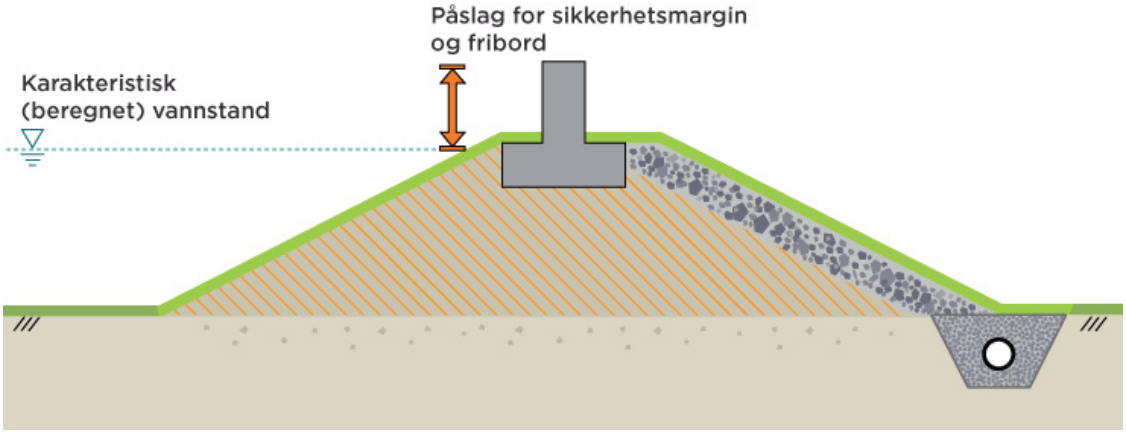
Justert til 2022-kroner blir dette ca. 7200 kr/lm for en ren betongmur (indeksregulering 1.30) (NVE, 2022).

I naturstein må man trolig regne med en noe høyere pris, ca. 10000 kr/lm (2022-kr). Basert på tallene i Tabell 6-1, kan dette synes noe lavt, men en må her ta hensyn til at eksemplene er nye flomvoller med større høyde enn hva vi snakker om i Vågåmo, der det stort sett skal etableres voller oppå de eksisterende. For å holde seg innenfor dagens flomverk, vil en da måtte stramme opp vollen på ene eller begge sider med en form for mur. I arbeidet med nytte/kost analysen velger vi å gå videre med en gjennomsnittpris på kr 10.000 per løpemeter. Dette vil nyanseres i Fase 3 av prosjektet.

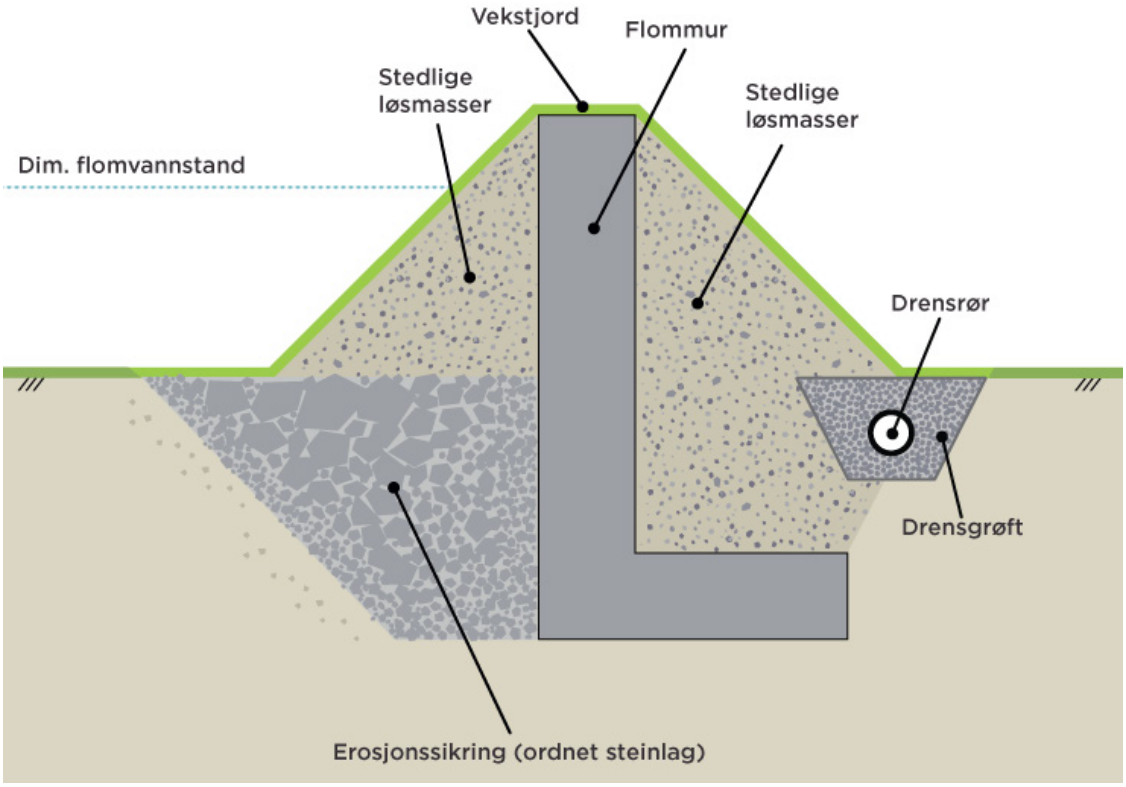
6.1.2 Høyere flomverk, flomvoll

Dersom dimensjonerende vannstand er høyere enn én meter over eksisterende terreng er frittstående tosidig flommur mindre aktuelt, både estetisk og konstruksjonsmessig. En klassisk flomvoll tar imidlertid mye plass i bredden. Måter å redusere plassbehovet på er flomvoll med mindre flommur på toppen, Figur 6-3, og forblendet betongmur, Figur 6-4. En flomvoll med høyde på 2 m og med en 3 m bred tursti på toppen krever etter NVEs retningslinjer en bredde på 12 m (skråninger på 1:2.5 og 1:2). Med toppmur på 1 m høyde reduseres bredden til 7.5 m. Betongmur forblendet med løsmasse med samme høyde (stigning 1:1 på begge sider) har et plassbehov på 4.5 m bredde (ingen gangsti på toppen). Plassbehovet for en full høyde flomvoll kan reduseres ved bruk av støttemur på innsiden (Figur 6-5).

Vi baserer kostnadsoverslaget på en 2 m høy flomvoll med tetningskjerne av leire eller morene (Figur 6-6), fra (NVE, 2022), og bruker enhetspriser fra «Kostnadsgrunnlag for små vannkraftanlegg» (NVE, 2016), se Figur 6-7. For en 2 m høy flomvoll gir dette en kostnad på 8000 2015-kr pr løpemeter. Indeksregulert til 1.1.2022 blir dette vel 10000 kr. Dette antas å være den rimeligste løsningen.

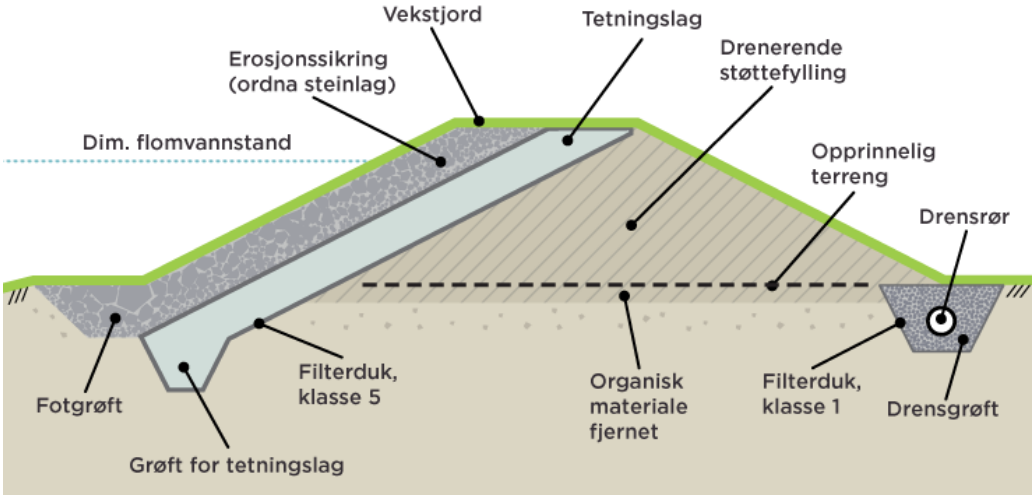


Figur 6-3 Flomvoll med mur på toppen, fra Sikringshåndboka (NVE, 2020).

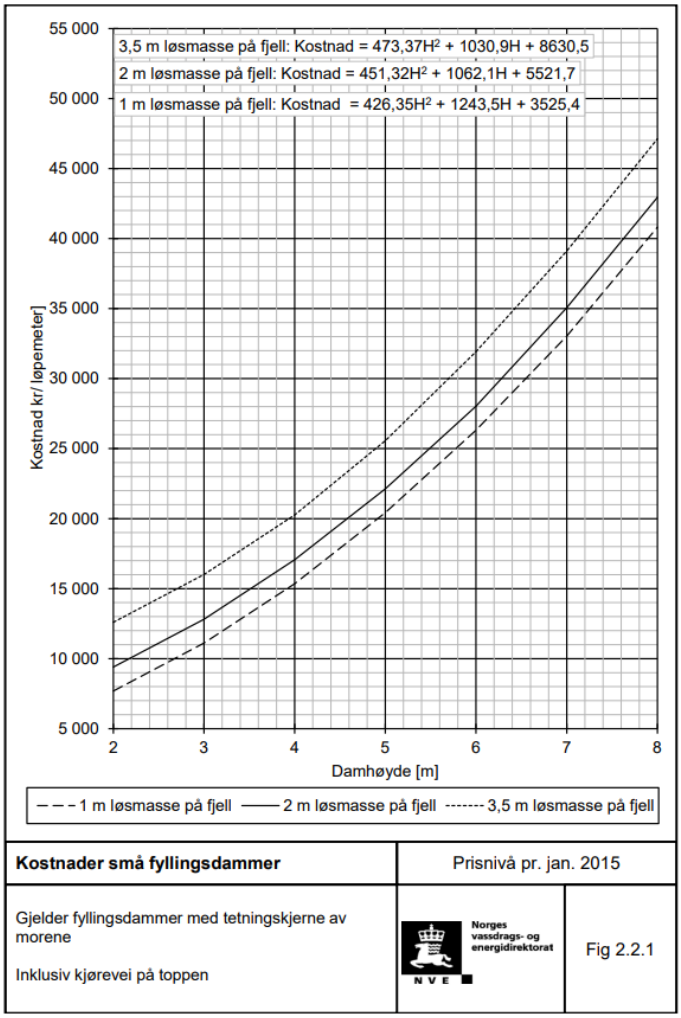


Figur 6-4 Forblendet betongmur, fra Sikringshåndboka (NVE, 2020).

Figur 6-5: Bruk av støttemur for å redusere bredden. Fra Sikringshåndboka (NVE, 2020).



Figur 6-6: Klassisk flomvoll med tetningskjerne av leire. Fra Sikringshåndboka. (NVE, 2020).



Figur 6-7 Kostnadskurver for små dammer. (NVE, 2016)

6.2 Flomtunnel Finna-Vågåvatn

En flomtunnel bør ha kapasitet på 200 m^3/s om den ikke skal kombineres med andre nye tiltak langs Finna gjennom Vågåmo sentrum. Med fallhøyden vi har på de to traséene kreves det et tunneltverrsnitt på 30 m^2. Fulltløpende gir det en kapasitet på 200 m^3/s, men også en vannhastighet på 7 m/s. Dette er basert på bruk av Mannings formel med Manningtall på 35 $m^{1/3}/s$ og tunneltverrsnitt med 6 m bredde og krumma tak med største høyde 5.5 m.

Ifølge NVEs kostnadsgrunnlag for vannkraft (NVE, 2016) gir dette en totalpris på 13500 2015-kr pr m, justert til enn tunnellengde på 1.5 km (standardprisen er for 3 km tunnellengde). NVE reknar med ein prisstigning for tunneler på 34 % frå 2015 til 2022 (NVE, 2022). Dette gir en tunnelpris på om lag 23 mill kr for den korte traséen og 34 mill. for den lange. I tillegg kommer inntakskonstruksjon og utløp/påhogg.

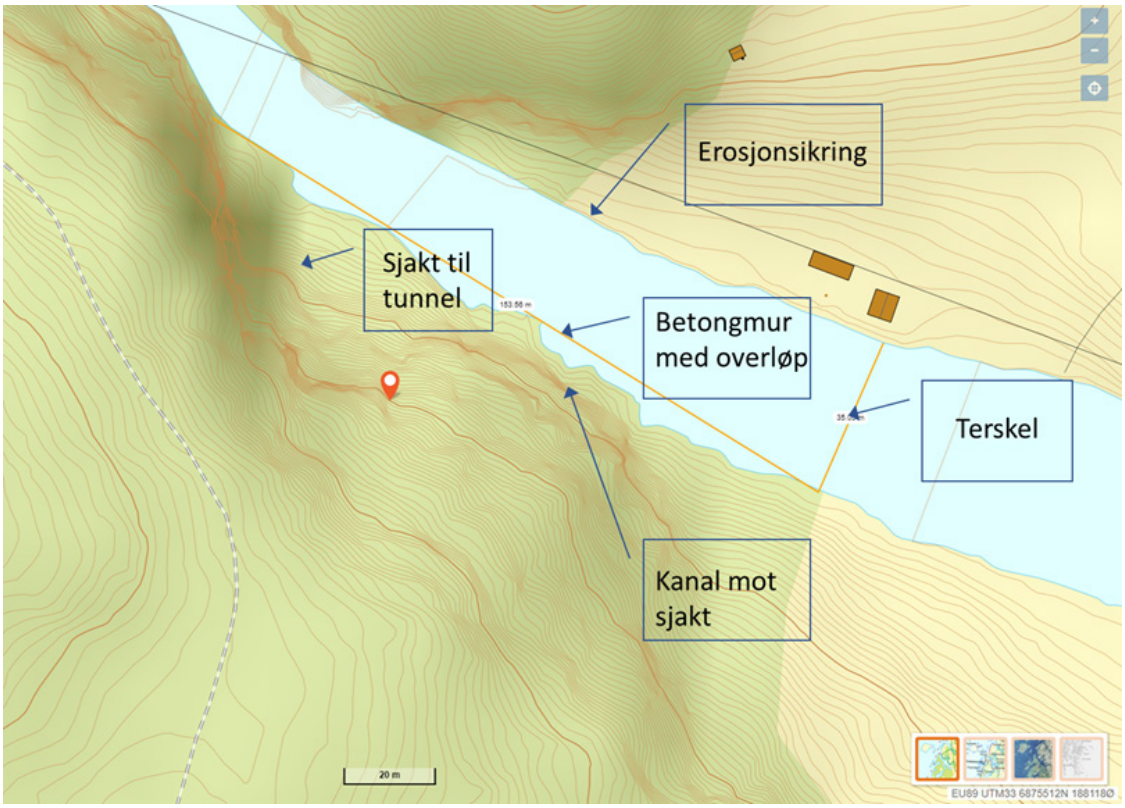
Inntak

Både Sælatunga og området rett oppstrøms trafostajonen er mulige plasseringer for inntak. Vi skisserer her en mulig inntaksløsning som trolig kan brukes begge steder, eksemplifisert med Sælatunga (Figur 6-8 og Figur 6-9). Bredden av elva er her 30 til 35 m. Konstruksjonen har en sidedam (betongmur med overløp) på sør-vestre side som går til en samlekanal mot sjakt til tunnel. Lengden av terskelen og sideoverløpet bestemmer sammen med høydeforskjellen mellom terskel og overløp, fordelingen av vannføringen mellom tunnel og hovedløp. 220 m^3/s vannføring over sideoverløpet bør samsvare med 330 m^3/s i hovedløpet for å håndtere 1000-årsflommen (totalt 540 m^3/s).

Et regneeksempel, basert på enkle overslagsberegninger er:
Terskellengde 35 m, overløpslengde 120 m, høydeforskjell mellom terskel og overløp 2 m, 1 m fundamentering, inkludert terskel.

- Tunnelen begynner å ta unna vann ved vassføring i Finna på 180 m^3/s.
- Ved en vannstand på 3 m over terskel (1 m over sideoverløpet) går det 330 m^3/s i hovedløpet og 220 m^3/s i tunnelen. Samlet høyde på sidedammen bør da være på ca. 4.5 m inkludert 1 m fundament. Under overløpet vil høyden være 3 m.
- 550 m^3/s tilsvarer med dagens vassføring en vannstandsstigning på 2.76 m ved Sælatunga

Enhetskostnaden for sidedammen som en gravitasjonsdam med 3 m, 4,5m og 1,0 m høyde er henholdsvis 33000, 58000 og 9000 2015-kr pr. løpemeter (NVE, 2016). Den lengden som er antydet i Figur 6-8 og Figur 6-9 er 153 m, fordelt på 110 m med totalhøyde 3 m og 43 m med totalhøyde 4.5 m, mens terskelen er beregnet som et lavt overløp på 1 m høyde. Samlet blir dette en kostnad på 6.3 mill. 2015-kr, noe som tilsvarer 8.2 mill. 2022-kr. Dersom vi regner med at kanalen har et areal på 1100 m^2 kommer plastring på 1.1 mill. kr i tillegg, og dermed en samlet pris på 9.3 mill. kr. Bassenget ovenfor terskelen kan også benyttes som sedimentasjonsbasseng.



Figur 6-8 Prinsippskisse av inntak ved Sælatunga.

Figur 6-9 Inntaksområdet ved Sælatunga (fra norgeskart.no)

Utløp

Utløpet tenkes lagt mellom småbåthavna og garden Lye (Figur 6-10). Det er best å ha dykket utløp for å unngå konflikt med Nedre Nordheradsvegen, FV 2640, men det er uvisst om det lar seg gjøre. I dette området har Vågåvatnet typisk bunn på kote 356 m, altså et dyp på rundt 6 m. Det er ukjent hvor stor sedimentmektigheten er. Utløp under vann vil forlenge tunnelen med anslagsvis 200 m, kostnad 3.6 mill. kr, og «Kostnadsgrunnlag for vannkraft» (NVE, 2016) anslår ekstrakostnadene for utløp under vann til 6 mill. 2015-kr, altså ca. 8 mill. kr i dag. Til sammen ca. 12 mill. kr.

Utløp i dagen er en utfordring. Det er rettnok en strekning fra Lye og vestover hvor FV2640 ligger så høyt at det er mulig å drive under veien, og hvor det ser ut til å være fjell i dagen mot vannet. Veien stiger fra småbåthavna og vestover, og det er fjell i dagen i hvert fall på oversiden, men her må nok FV2460 stenges mens arbeid pågår. Det blir i så fall omkjøring om Øvre Nordbygdvegen som er smal, bratt og svinget. Øst for småbåthavna er det plass for kombinert påhogg og utløp, men det vil da være med en kanal til vannet som vil ha lignende dimensjoner som Finna gjennom Vågåmo sentrum. I tillegg må det bygges bro over kanalen for FV2640.

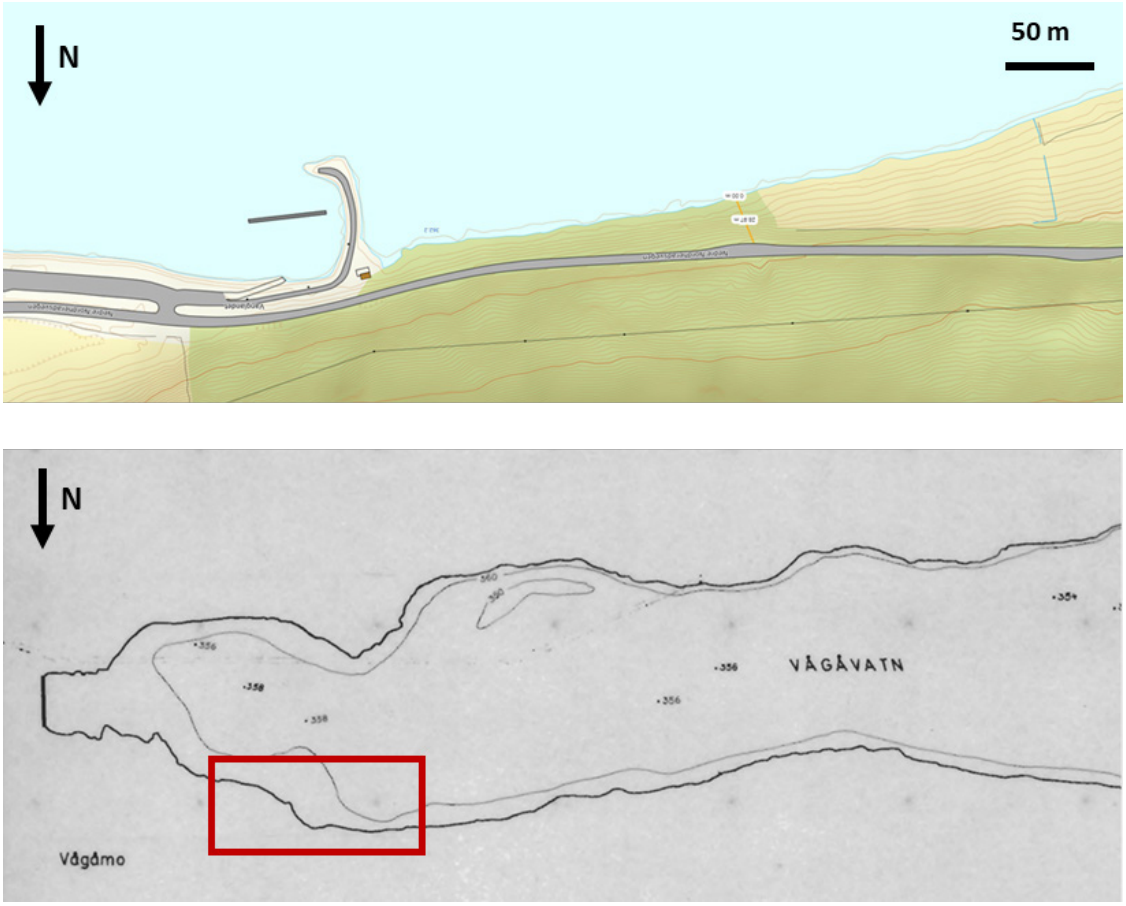
Påhogg

Det er fjell i dagen i dette området. Dersom utløpet er skilt fra påhogget med et tverrslag er gjerne beste plass Vang, mot Vangsbergje. Her er det bra med plass. Terrenget stiger stort sett 1:2 eller bedre. Med 1:2 og en overdekning på 4 m over tunnel blir forskjæringa ca. 20 m. I følge «Kostnadsgrunnlag for vannkraft» (NVE, 2016) er totalprisen for forskjæring (med port osv.) for tunnel med 30 m^2 tverrsnitt 300 000 2015-kr pr. løpemeter, altså 400 000 2022-kr. 20 m forskjæring kommer da på ca. 8 mill. kr. I tillegg kommer tverrslaget inn til hovedløpet, trolig ca. 200 m, 3.6 mill. kr.

Med neddykket utløp blir dermed kostnaden utover selve tunnelen rundt 36 mill. kr. Totalkostnad blir om lag 86 mill. kr for kort tunnel og 102 mill. kr for lang (Tabell 6-3).

Tabell 6-3 Kostnadsestimat for flomtunnel

Beskrivelse	Enhetspris (kr/m)	Delsum alt. 1 (Mkr)	Delsum alt. 2 (Mkr)
Tunnel, tverrsnitt 30 m^2	18 100,0	23,0	34,0
Inntak; sidedam	52 000,0	7,8	7,8
Inntak; terskel, kanal/sjakt, adkomst	RS	4,0	4,0
Dykket utløp	RS	12,0	12,0
Påhogg; forskjæring	400 000,0	8,0	8,0
Påhogg; tverrslag	20 000,0	4,0	4,0
Uforutsette kostnader	*15,0%*	*8,8*	*10,5*
Riggkostnader	*20,0%*	*11,8*	*14,0*
Planlegging, prosjektering og byggeledelse	*11,5%*	*6,8*	*8,0*
	Totalsum	**86,1**	**102,3**



Figur 6-10 Ca. Utløpsområdet for flomtunnel ved båthavna (øvre) og dybdekart for østenden av Vågåvatn (nedre) (Fra NVE-Atlas, Oppmålt 1968). Rød ramme viser ca. plassering av det øvre kartutsnittet med båthavna.

6.3 Sedimentasjonsbasseng / terskler

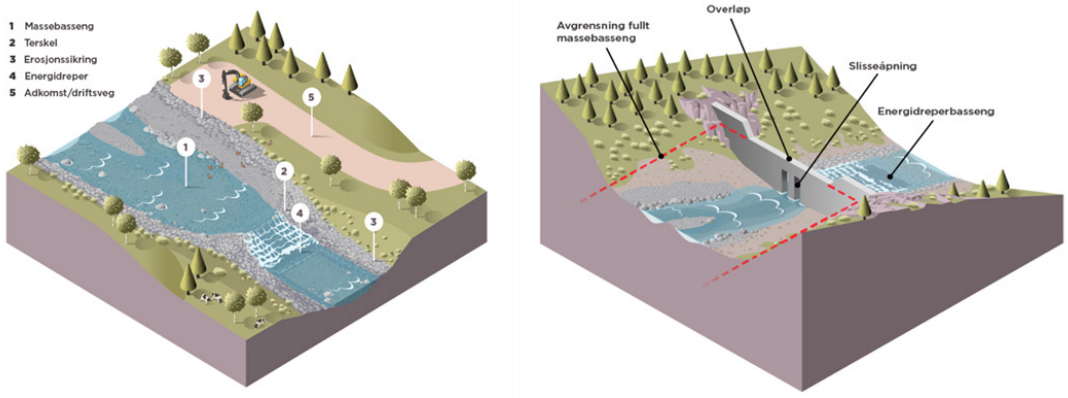
En rekke av fire sediment terskler eller sperredammer er modellert nedenfor Sælatunga. Disse vil kunne fange opp deler av bunntransportert materiale i Finna. Selve horisontal-volumet bak hver av tersklene er relativt lite for terskler med ca. 2 m høyde over dagens bunn, men en oppnår at sedimenter legger seg opp med fall omtrent som dagens bunn. Store mengder av disse sedimentene er imidlertid reaktiverbare ved ekstremflom, og de må derfor fjernes så snart som mulig etter avsetning.

Sedimentasjonsterskler kan bygges både som løsmasseterskler av stor, stablet stein og som betongterskler. Det er store vannmengder og tersklene vil måtte tåle overstrømning tilsvarende 1000-års flom. De modellerte tersklene er relativt lave, ca. 2 m over dagens nivå, men må likevel på nedsiden bygges tilsvarende grov plastring på fyllingsdammer. Fotstein må ligge minst 1 m under dagens bunn-nivå. Likeledes må nedstrøms område for tersklene utrustes med grov plastring for å hindre undergraving, med lengde tilsvarende som for energidreperbasseng, størrelsesorden 10 m. Oppbygning av kun

betong er en mulighet, men kompliseres ved at en kun har løsmasser å forankre i. Sålen må da trolig legges minst 2 m under ferdig bunn. Tersklene må uansett utføring tåle isgang. En kombinasjon av betong og stein er mulig, der en bygger opp på nedstrøms side med stor stein som går over i energidreper/bunnplastring. Utforming og oppbygging av tersklene må detaljeres ytterligere i fase 3 av mulighetsstudiet. På oppstrøms side er stein-kledningen mest av estetisk årsak. Kjernen kan konstrueres som en tradisjonell bunnlastsperre/massebasseng (Figur 6-12), men med åpen slisse fra topp til bunn, av hensyn til fiskevandring. Nedstrøms tersklene må bunnen plastres i en lengde på ca. 10 m, for å hindre erosjon. Stein-kledningen på nedsiden av selve betongkonstruksjonen er tenkt å formes som trappetrinn som går over i plastringen. I kostnadsvurderingen benyttes stein på ca. 1m^3 størrelse til alt steinarbeidet. Kostnadene fordeler seg da som i Tabell 6-4, men er foreløpig usikre, blant annet med hensyn til transport av stein.

Tabell 6-4 Estimerte priser for nye terskler nedenfor Sælatunga.

Beskrivelse	**Mengde**	**Enhetspris (kr/enhet)**	**Delsum (Mkr)**
Terskler: Betong, ferdig støpt	160,0 m^3	7 500,0	1,2
Terskler: Stein, inkl. transport og legging.	620,0 m^3	1 000,0	0,6
Plastring: Stein, inkl. transport og legging.	4 000, m^2	1 000,0	0,4
		Sum 4 terskler	8,9
	Uforutsette kostnader	*15,0%*	1,3
	Riggkostnader	*20,0%*	1,8
	Planlegging, prosjektering og byggeledelse	*11,5%*	1,0
		Totalsum	**13,0**



Figur 6-11: Prinsippskisse for prosesser og elementer tilknyttet et massebasseng (venstre) og eksempel på bunnlast sperre med massebasseng. Fra Sikringshåndboka, Modul F2.401. (NVE, 2020)

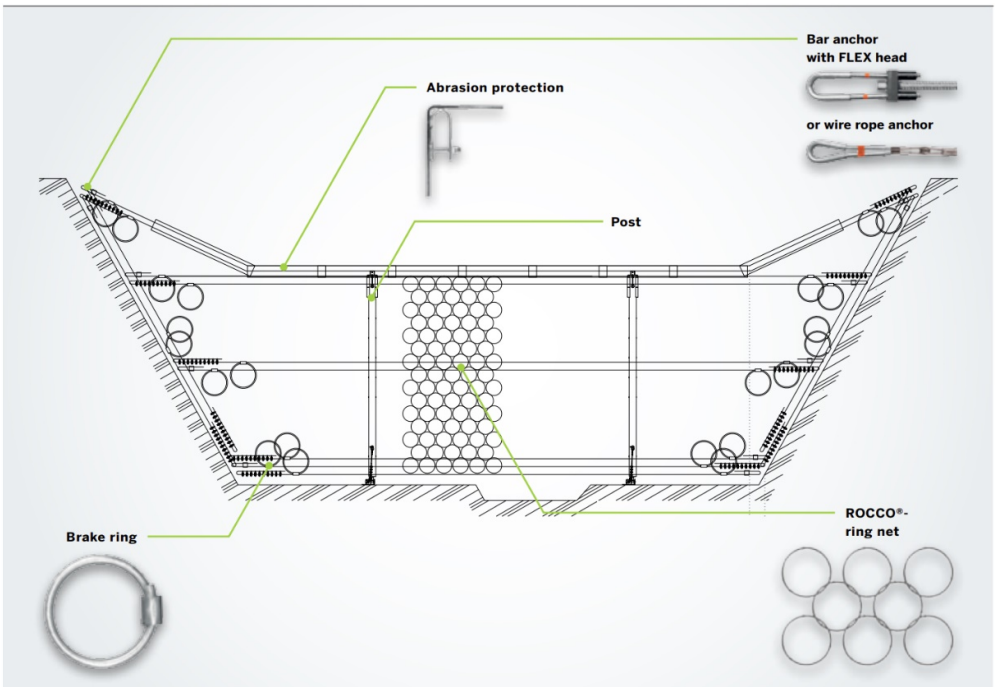
6.4 Sikring av Vågå vannverk

Alternativet med en voll langs Vågåvatnet innebærer en ca. 1070 m lang og 3 m høy voll. Vi baserer kostnadsoverslaget på en 3 m høy flomvoll med tetningskjerne av leire (Figur 6-6), fra NVE (2022), og bruker enhetspriser fra «Kostnadsgrunnlag for små vannkraftanlegg» (NVE, 2016) (Figur 6-7). For en tre meter høy dam gir denne en kostnad på 11000 2015-kr pr løpemeter. Indeksregulert til 1.1.2022 blir dette 14300 kr. Dette inkluderer vei på toppen av vollen. Totalt blir dette 15,3 mill. kr for vollen. To pumpestasjoner á kr. 200.000,- gir et totalt estimat på 15,7 mill. kr for tiltaket. Med en usikkerhet på 25% setter vi drøyt 19 mill. kr for dette tiltaket.

Alternativet med kun å sikre vannverket vil komme langt rimeligere ut, men her har vi ikke tilstrekkelig informasjon om anlegget til å angi noen pris for dette. Dette blir videre omhandlet i fase 3 av mulighetsstudien.

6.5 Fangnett i Nugga

Fangnett for flomskred produseres av Geobrugg AG i Sveits, og leveres/monteres i Norge av firmaet Fjerby AS. I hovedsak er det to nett, med noe forskjellig kapasitet, og dimensjonert til hhv. 15 og 20 m lengder. Det kraftigste, type UX, er skissert i Figur 6-12. Leverandøren opplyser en ca. pris på kr. 60.000/m, men avhengig av tilkomst og lokale forhold, deriblant grunnforhold. Et ca. prisestimat på 1 mill. kr. anses derfor å være realistisk.



Figur 6-12 Prinsippskisse for oppbygging av et GeoBrugg flomskrednett (Kilde: Geobrugg AG).

6.5.1 Bruer og kulverter

Finna

Dersom en skal etablere nye flomvoller langs Finna, der sikringsnivået ved brua skal være F3, må Finna bru heves ca. 1,0m. Hvordan dette kan gjøres må vurderes nærmere, men for å få et estimat av kostnaden går vi her ut fra at brua kan heises eller jekkes opp. Dette vil avhenge av at brufundamentet tåler oppbygging for den hevede brua. I tillegg må veien på begge sider bygges opp og justeres for å få en tilpasning til høyere bru. Her anslår vi justert vei i 15 m lengde på hver side av brua.

Bygging av ny 2-felts vei med 7,5 m bredde er anslått til en kostnad (justert til 2022) på kr 85-121.000 pr. løpemeter (Solberg, 2014; Norconsult, 2016). Her skal det ikke bygges ny vei, så ved å halvere den laveste delen av anslaget antar vi en realistisk meterpris for å justere veien inn mot Finna bru, altså ca. 40.000 pr. løpemeter. Hvis vi som et foreløpig utgangspunkt anslår 0,8 mill. koner for å heve brua, samt 1,2 mill. kroner for justering av veibanen, samt legger til noe ytterligere usikkerhet, gir 2,0 mill. kroner et realistisk estimat for kostnaden ved dette tiltaket.

Nugga

I Nugga er det særlig bruene i Vågåveien og i Industrivegen som vil være kostnads-drivende. Brua i Vågåveien har såpass liten kapasitet at det er lite realistisk å heve den tilstrekkelig, og løsningen blir dermed å utvide elveløpet og brua østover, der det er plass til dette. Et kostnadsestimat for dette er også beheftet med stor usikkerhet, men vi tar utgangspunkt i priser for bygging av ny bru. Statens Vegvesen opererte med en pris per løpemeter på kr. 500.000 for et bruprosjekt på E16 med to veibaner. Vågåveien er mindre og å anta en meterpris på om lag 300.000,- synes mer realistisk. Dette er samme pris som er benyttet i en N/K analyse for ny bru i fylkesvei over Vosso i 2020 (N.R. Sælthun, pers komm., 2022).

Både i Vågåvegen og Industrivegen antar vi det er mest realistisk å etablere nye bruer, i stedet for å bygge på de gamle. De nye bruene vil da få en lengde som tillater den nødvendige breddeutvidelsen av elva, og vi anslår 8 m lengde i Vågåvegen og 10 m lengde i Industrivegen. Med en meterpris på 300.000 kr, blir dette henholdsvis 2.4 mill. og 3.0 mill. kroner for de to bruene. Estimatet er helt avhengig av løsning, så vi mener det ikke er grunnlag for mer differensiering på dette nivået, bl.a. med hensyn til gang/-sykkelvei og omlegging av veien inn til trafoen som ligger langs Nugga nord for brua.

6.6 Nytteverdier

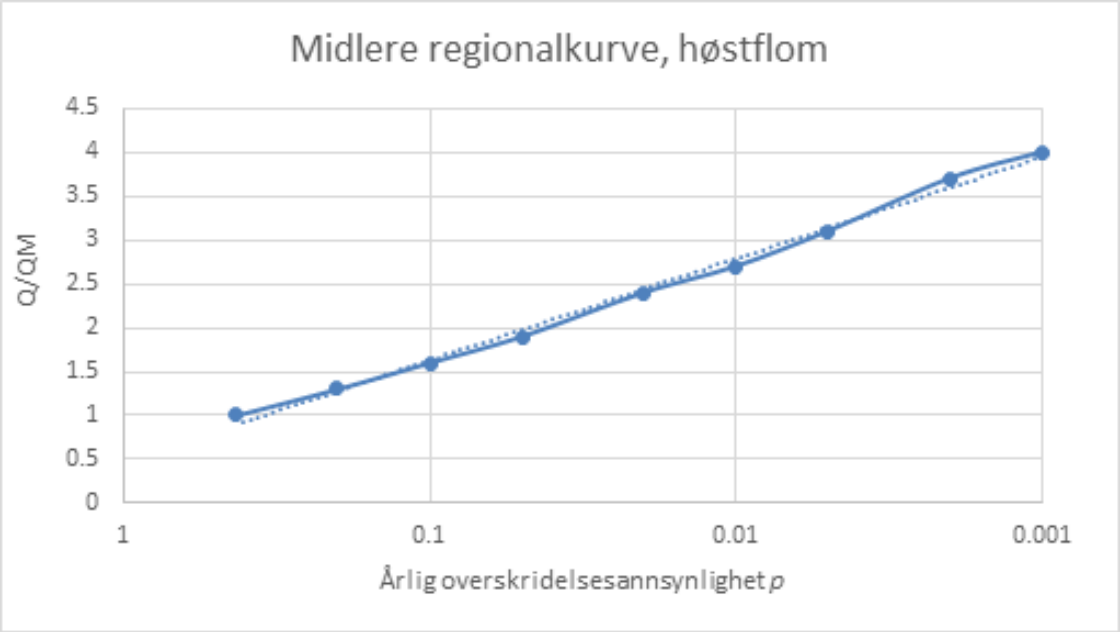
De samfunnsøkonomiske beregningene i NKA-2016 baserer seg på en skadekurve (sammenheng mellom skade i kr og gjentaksintervall) styrt av tre punkt – gjentaks-intervall for begynnende skade og to høyere gjentaksintervall og skadenivåer (NVE, 2020). Vi har her basert oss på de simulerte flomsonene for F2 og F3 – 200- og 1000 års gjentaksintervall pluss klimapåslag. Utgangspunktet for Finna er flomfrekvensanalyse for perioden 1966 til 2020, altså et midtpunkt i 1993. Klimapåslaget er på 20% over 100

år, de to flomsonene representerer altså flomsituasjonen i 2093, men med dagens bebyggelse og infrastruktur. Vi har satt 2025 som starttidspunkt for tiltak.

NKA-2016 opererer ikke med vassføringer, men med vannstander og sannsynlighet. For å analysere effekten av klimaendringer og klimafaktorer må vi derfor se på hvordan sannsynligheten for en gitt flomstørrelse utvikler seg i levetiden til prosjektet. Vi regner med en lineær utvikling av klimafaktoren, i dette tilfellet 1.0 i år 1993 til 1.2 resp. 1.4 i år 2093. Samtidig bruker vi en standardisert vekstkurve for flom:

$$QT/QM = -0.504 \cdot \ln(p) + 0.467$$

hvor p er overskridelsessannsynligeten, p = 1/T når T er gjentaksintervallet i år.



Figur 6-13 Midlere vekstkurve for høstflom (NVE 2021)

Ut fra dette kan vi estimere hvordan klimapåslaget over tid påvirker gjentaksintervallet til en gitt flomstørrelse. Metodikken er beskrevet i brukerveiledningen til NKA-2016 (NVE 2016).

Siden F2 representerer en flom med gjentaksintervall 200 år i 2093 finner vi at ut fra et klimapåslag på 1.2 hadde samme flomstørrelse et gjentaksintervall på 700 år i 1993, 530 år i 2005 og 170 år i 2104, slutten på den økonomiske levetiden som er satt til 80 år. Grunnen til at gjentaksintervallet er lavere enn 200 år ved slutten av levetiden er vi har passert det representative tidspunktet for klimapåslaget, år 2093, og beregningsmodellen forutsetter at klimaendringene fortsetter. Tilsvarende representerer F3 et gjentaks-intervall på 3400 år i 2025 og 830 år i 2104.

Flomsonene som ligger til grunn for kartleggingen av utsatt infrastruktur er basert på stor bunnhevning (1 til 1.5 m) under flom i Finna, og tilstopping av bruer og kulverter i Nugga. Selv om det ikke er usannsynlig at dette skjer er det trolig ikke det vi kan regne som en normalsituasjon ved 200- og 1000-årsflom. For å kompensere for dette har vi derfor doblet gjentaksintervallet i nytteberegningen. De forskjellige tiltakene vil ha ulik effekt på slike hendelser og dermed på restskaden, så det krever individuelle vurderinger for de enkelte tiltakene. Det som oppgis som restskade i teksten under er et første anslag.

6.6.1 Verdisatte nytteverdier (bygninger, infrastruktur, etc.)

Finna

Bygningsmassen i Vågåmo er kjennetegnet av lavbygde boliger og forretnings- og kontorbygg. Trehus dominerer helt når det gjelder boliger, og i stor grad også forretninger, kontorbygg og industribygg. Overraskende mange boliger har kjeller, vi har anslått 50 %. Samlet bygningsmasse innenfor sikkerhetsklassene F2 og F3 er vist i Tabell 6-5.

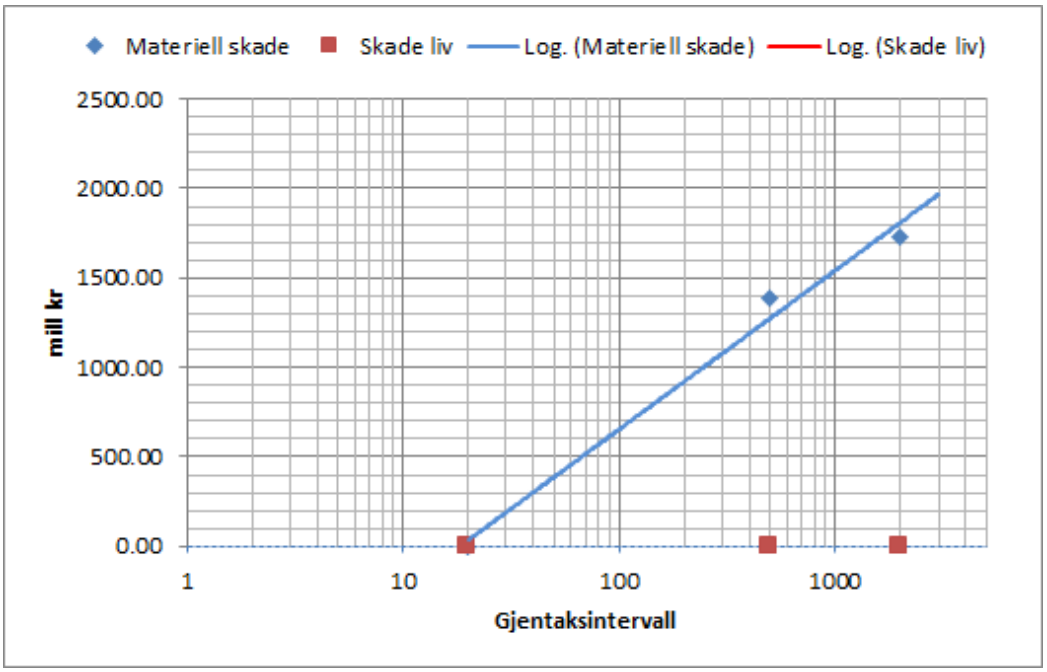
Tabell 6-5 Bygningsmassen innenfor sikkerhetsklasser F2 og F3 for Finnas flomsone.

Type bygning	F2	F3
Skur, garasje	123	161
Hytte	5	14
Bolig, tre	117	156
Boligblokk, tre	62	76
Driftsbygninger o.l	31	51
Forretningsbygg, tre	12	12
Forretningsbygg, betong	3	3
Kontorbygg, tre	7	7
Industribygg, tre	14	14
Industribygg, betong	4	4
Hotell, tre	1	2
Hotell, betong	1	1
Serveringssted, tre	7	7
Skole, tre	4	4
Barnehage, tre	1	1
Pleieinstitusjon, tre	3	3
Sykehus, tre	1	1
Idrettshall, tre	1	1
Idrettsbane, kunstdekke		1
Idrettsbane, gress/grus		1
Andre bygg, tre	183	213
Total	**581**	**733**

Mange av bygningene får i flomsone F3 (1000-årsflom med klimapåslag) vann over 1 m opp på veggen i 1. etasje. Dette gir omfattende skader og dyr restaurering.

Andre skadetyper som er vurdert er:

- Avlingsskade
- Skade på veier (fylkesvei, kommunal vei og private veier – eventuelle skader på RV15 er ikke vurdert)
- Omkjøringskostnader ved stenging av RV15 (stenging av Vågåveien gir begrenset omkjøring, men vil skape store problemer for adkomst til Skogsbygda og Finndalen, noe som er vanskelig å kostnadsberegne).
- Kostnad ved reparasjon/nybygging av Finna bru
- Indirekte skader: 30% påslag
- Følgekostnader i form av mobilisering og førstelinjetiltak, fast påslag
- Ryddekostnad og husleie under renovasjon eller nybygg.



Figur 6-14 Skadefunksjon Finna for år 2093.Figur fra NKA-2016.

Figur 6-14viser skadefunksjonen for referanseåret 2093. Under beregningene ligger disse skadetallene fast, mens gjentaksintervallene justeres årlig når det brukes klima-påslag. Ved flomforebygging antas all skade fjernet opp til sikringsnivået, mens hendelser over sikringsnivået gir restskaden. Bortfallet av skaden er den samfunns-økonomiske nytten av tiltaket. I tillegg regnes det en trygghetsbonus på kr 2000 pr år og husstand.

For Finnas flomsone får vi etter dette følgende:

- Skade uten tiltak kapitalisert til nåverdi: 400 mill. kr
- Restskade etter tiltak ved sikring til sikkerhetsnivå F2: 110 mill. kr
- Nåverdi av redusert skade: 290 mill. kr
- Nåverdi trygghetsbonus: 18 mill. kr
- Samlet nåverdi av nytte: 308 mill. kr

Økes sikringsgraden til F3 synker restskaden til 30 mill. kr, og nytten øker tilsvarende, altså til 390 mill kr. Dersom det velges en tiltakskombinasjon som fjerner bunnhevningen blir restskaden 50 mill. kr ved sikring til F2 og 13 mill. kr ved sikring til F3.

Nugga

Bygningsmassen i Nuggas flomsoner er vist i Tabell 6-6

Tabell 6-6 Bygningsmassen innenfor sikkerhetsklasser F2 og F3 for Nuggas flomsone

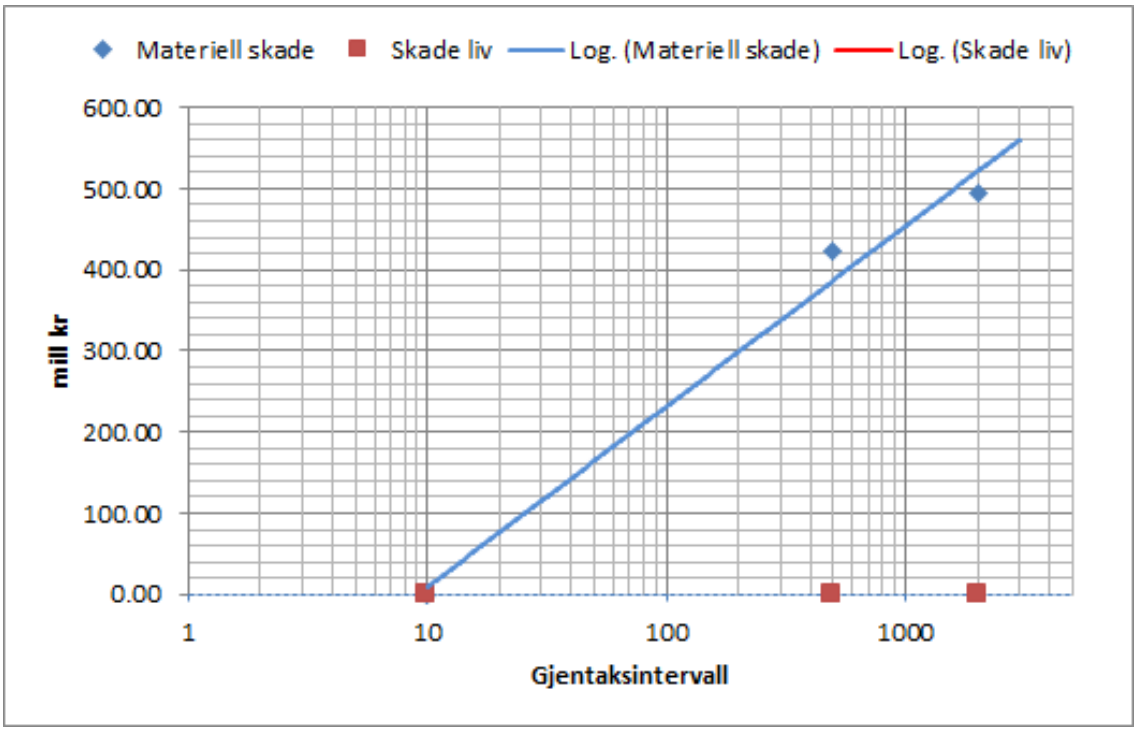
Type bygning	F2	F3
Skur, garasje	60	68
Hytte	0	0
Bolig, tre	71	84
Boligblokk, tre	19	23
Driftsbygninger o.l	19	21
Forretningsbygg, tre	3	3
Kontorbygg, tre	2	2
Industribygg, tre	12	15
Industribygg, betong	7	7
Hotell, tre	1	1
Idrettshall, tre	1	1
Andre bygg, tre	72	82
Trafostasjon	1	1
Renseanlegg	0	0
Total	**267**	**307**

I motsetning til langs Finna, er det ingen bygninger som får vannstand høyere enn 1 m over sokkelhøyde.

Andre skadetyper som er vurdert er:

- Avlingsskade
- Skade på veier (fylkesvei, kommunal vei og private veier – eventuelle skader på RV15 er ikke vurdert)
- Indirekte skader: 30% påslag

- Følgekostnader i form av mobilisering og førstelinjetiltak, fast påslag.
- Ryddekostnad og husleie under renovasjon eller nybygg.



Figur 6-15: Skadefunksjon Nugga for år 2093

Figur 6-15 viser skadefunksjonen for Nugga med fullt klimapåslag. For Nuggas flomsone får vi etter dette følgende:

- Skade uten tiltak kapitalisert til nåverdi: 135 mill. kr
- Restskade etter tiltak ved sikring til F2: 17 mill. kr
- Nåverdi av redusert skade: 118 mill. kr
- Nåverdi trygghetsbonus: 7 mill. kr
- Samlet nåverdi av nytte: 125 mill. kr

Økes sikringsgraden til F3 synker restskaden til 4 mill. kr, og nytten øker tilsvarende.

Otta/Vågåvatnet

Flom i Vågåvatnet truer vannverket, jordbruksområder og bygninger opp mot Nordheradsvegen. Bygningsmassen innenfor flomsonen er vist i Tabell 6-7. Skadesonen er fronten mot Vågåvatnet fra Sundbrua til Nordheradvegen vest for vannverket.

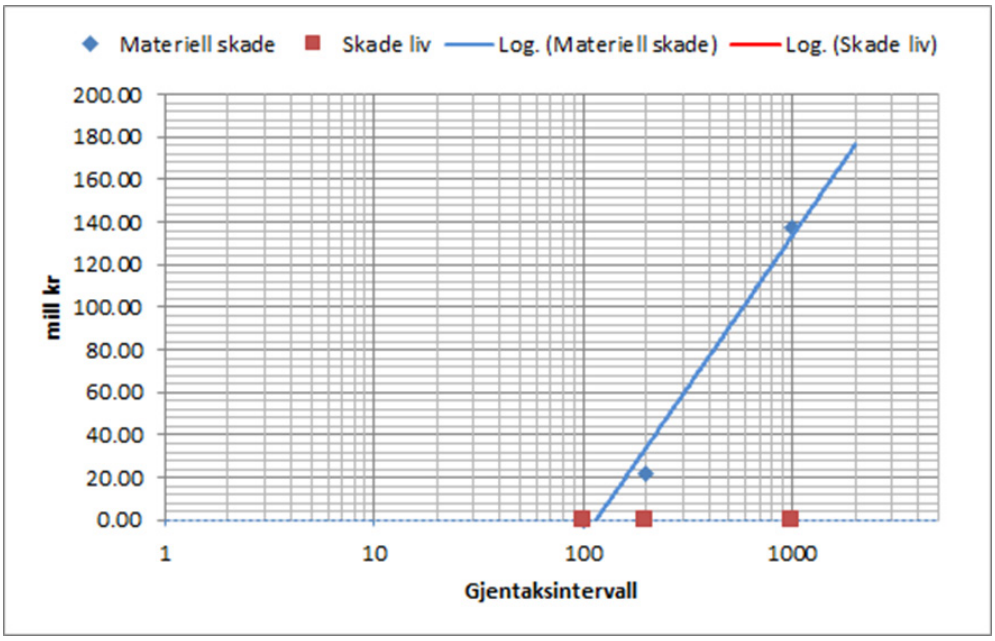
Tabell 6-7: Bygningsmassen innenfor sikkerhetsklasser F2 og F3 for Vågåvatnets flomsone.

Type bygning	**F2**	**F3**
Skur, garasje	0	23
Hytte	0	5
Bolig, tre	0	22
Boligblokk, tre	0	6
Driftsbygninger o.l	0	28
Forretningsbygg, tre	0	1
Forretningsbygg, betong	0	1
Industribygg, tre	0	1
Industribygg, betong	0	1
Idrettshall	0	1
Andre bygg, tre	0	58
Vannforsyning	0	2
Total	**0**	**148**

Vi ser at det er ingen bygninger som får skade innenfor sikringsnivå F2. Selv om det er en god del bygninger innenfor F3 blir skadene begrenset, siden skadehendelsene blir så sjeldne.

Andre skadetyper som er vurdert er:

- Avlingsskade
- Indirekte skader: 30% påslag
- Følgekostnader i form av mobilisering og førstelinjetiltak, fast påslag.
- Ryddekostnad og husleie under renovasjon eller nybygg



Figur 6-16 Skadefunksjon for flomsone fra Vågåvatnet år 2093

Figur 6-16 viser skadefunksjonen for Vågåvatnet med fullt klimapåslag. For flomsonen får vi etter dette følgende (sikringsnivået er satt til F3, da F2 vil i liten grad sikre viktige bygninger og infrastruktur):

- Skade uten tiltak kapitalisert til nåverdi: 5.5 mill. kr
- Restskade etter tiltak ved sikring til F2: 1.6 mill. kr
- Nåverdi av redusert skade: 3.9 mill. kr
- Nåverdi trygghetsbonus: 1.8 mill. kr
- Samlet nåverdi av nytte: 5.7 mill. kr

6.6.2 Ikke-prissatte konsekvenser (kulturverdier, trivsel, trygghet, estetikk, etc.)

Tabell 6-8 Poenggivning for ikke-prissatte konsekvenser

Vassdrag	Tiltak	Landskapsbilde		Friluftsliv		Kulturmiljø		Lokalsamfunn		Naturmangfold	
		Verdi, 1-3	Omfang -3/+3	Verdi, 1-3	Omfang -3/+3	Verdi, 1-3	Omfang -3/+3	Verdi, 1-3	Omfang -3/+3	Verdi, 1-3	Omfang -3/+3
Finna	TF1	3	-3	2	-2	3	-3	2	-2	3	-3
Finna	TF2	2	-2	2	-2	2	-2	1	-1	2	-3
Finna	TF3a	2	-1	1	-1	3	-1	2	1	2	-1
Finna	TF3b	2	-3	1	-1	3	-3	2	1	2	-1
Finna	TF4	1	-1	1	-1	1	-2	1	0	1	-1
Finna	TF5	1	-1	1	0	3	-2	1	0	1	-1
Finna	TF6	1	-2	1	-1	3	-2	2	1	1	0
Finna	TF7	1	-1	1	0	2	2	1	0	1	0
Finna	TF8	1	0	0	0	3	-3	1	0	0	0
Nugga	TN1	1	-1	1	-1	2	-2	1	0	1	-1
Nugga	TN2	2	-2	1	-1	2	-1	1	1	1	-1
Nugga	TN3	1	-2	1	-1	2	0	1	0	1	-1
Nugga	TN4	1	-2	1	-1	2	-1	1	1	1	-1
Nugga	TN5	1	1	1	-1	1	0	1	0	1	-1
Nugga	TN6	1	0	1	-1	1	0	1	2	1	-1
Nugga	TN7	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Nugga	TN8	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Otta	TO1	1	-1	2	-1	1	0	1	2	2	-2
Otta	TO2	2	-2	1	-1	2	0	1	-2	2	-2

Verdi: 1: Av lokal verdi 2: Av regional verdi 3: Av nasjonal verdi

Omfang: Konsekvens fra -3 til + 3
Tiltak TF3a er Tunnel Sælatunga - Vågåvatn med neddykket utløp, Tiltak TF3b er tunnel med utløp i kanal, Tiltak TO2 er flomvoll mot Vågåvatn.

Poenggivningen er tentativ, men i henhold til NKA-2016. Panel: Jon Museth, NINA, Nina Kjølsen Jernæs, NIKU, Hilde Amundsen, NIKU, Siv Leden. NIKU og Nils Roar Sælthun (Hydrolog Nils Roar Sælthun AS).

6.7 Nytte – Kost regnskap for de forskjellige tiltakene

Nytte-kost estimatene vil bli vurdert videre i fase 3 av mulighetsstudien, og særlig kostnadsbildet vil trolig endres når tiltakene detaljeres ytterligere, samt i en senere prosjekteringsfase. Tallene her er derfor kun foreløpige.

6.7.1 TF3 Flomtunnel Finna - Vågåvatn

Nytten er her estimert til 390 mill. kr ved en kapasitet som gir sikring til F3. Kostnadene er usikre og ikke-prissatte konsekvenser avhenger av om dykket utløp kan realiseres. Så langt er kostnaden vurdert til ca.100 mill. kr (kapittel 6.2). Dette gir en netto nytte på 290 mill kr, nytte/kost-forhold på 3.5. Ikke-prissatte konsekvenser er vurdert som betydelig mer negative ved utløp i dagen enn ved dykket utløp.

Dersom tiltaket kombineres med TF4 reduseres restskaden med 17 mill. kr, så det vil være et samfunnsøkonomisk gunstig tillegg siden kostnaden er 13 mill. kr, så netto nytte øker til 294 mill. kr og nytte/kost-forhold til 3.6.

6.7.2 TF4 Sedimentbassenger

Kostnaden er vurdert til 13 mill. kr, se 6.3. Dersom tiltaket fjerner faren for bunnhevning helt, faller nåverdi av skade fra 400 mill. kr til 190 mill. kr. Det er altså et samfunns-økonomisk svært gunstig tiltak, netto nytte 197 mill. kr, nytte/kost-forhold 16. Ulempen er at det ikke sikrer til F2.

Ikke-prissatte konsekvenser er gjennomgående negative, men ikke i alvorlig grad. For kulturmiljøet vil det imidlertid være bekymringsfullt at sikring til F2 ikke oppnås.

6.7.3 TF5 Fjerning av terskler, bunnforsterkning

Tabell 6-9 Kostnadsoverslag for tiltak TF5, fjerning av terskler, bunnforsterkning

Lokasjon	**Type**	**Mengde (m^2)**	**Enhetspris (kr/m^2)**	**Delsum (Mkr)**
Fjerne eks. terskler			RS	1,0
Ny bunnforsterkning	Fullprofilplastring	22800	1 000,0	22,8
		Uforutsette kostnader	*15%*	*3,6*
		Riggkostnader	*20%*	*4,8*
		Planlegging, prosjektering og byggeledelse	*11,5%*	*2,7*
			Totalsum	**34,9**

Samlet kostnad 34,9 mill. kr. Tiltaket vil ha begrenset økonomisk nytte og neppe være samfunnsøkonomisk lønnsomt.

6.7.4 TF6 Utbedret flomverk langs Finna

Tabell 6-10 Kostnadsoverslag for tiltak TF6, utbedring av flomverk langs Finna

Lokasjon	Type tiltak	Mengde (m)	Enhets-kostnad (kr/m)	Delsum (Mkr)
Vest				
Parsell 1: Hølmo - sedimentbasseng 4	Voll/heve vei, høyde 2m	1025,0	10 000,0	10,3
Parsell 2: Sedimentbasseng 4 - Finna bru	Betongmur/steinmur, høyde 1m	1250,0	10 000,0	12,5
Parsell 3: Finna bru - Otta	Voll høyde 1m	1120,0	10 000,0	11,2
Øst				
Parsell 4: Hølmo - sedimentbasseng 4	Voll/heve vei, høyde 2m	510,0	10 000,0	5,1
Parsell 5: Sedimentbasseng 4 - Finna bru	Betongmur/steinmur, høyde 1m	1220,0	10 000,0	12,2
Parsell 6: Finna bru - Otta	Betongmur/steinmur, høyde 1m	1120,0	10 000,0	11,2
Finna bru	Heve bru, tilpasse veger		RS	2,0
		Uforutsette kostnader	*15,0%*	*9,7*
		Riggkostnader	*20,0%*	*12,9*
		Planlegging, prosjektering og byggeledelse	*11,5%*	*7,4*
			Totalsum	**94,5**

Samlet kostnad 93,7 mill kr. Tiltaket har ulikt sikringsnivå øst og vest for elva, så mer detaljert nytteanalyse må utføres. Foreløpig analyse viser en samlet nytte på 310 mill kr ved sikringsnivå F2, noe som gir netto nytte på 216 mill., nytte/kost-forhold på 3.3.

De ikke-prissatte konsekvensene er først og fremst negative for kulturmiljø.

Dersom tiltaket kombineres med TF4 kan høyden på forbygningene senkes noe og likevel opprettholde de samme sikringsnivåene. Besparelsene på forbygningene kan fort være av samme størrelsesorden som kostnadene for TF4. Restskaden vil også synke, ved sikring til F2 er reduksjonen 60 mill. kr. Totaleffekten må beregnes etter redimensjonering av flomverkene.

6.7.5 TF7: Ytre flomverk i Vågåmo sentrum

Sammenlignet med TF6 vil det være en liten reduksjon i nytte (et par millioner kr). Kostnadene blir omtrent de samme. Tiltaket skårer i midlertid bedre på naturmiljø enn TF6.

6.7.6 TN1-TN6: Sikring av Nugga

Vi slår disse tiltakene sammen i nytte-kost-sammenheng, ettersom de utgjør en samlet pakke.

Tabell 6-11 Forløpige kostnadsoverslag for tiltak i Nugga

Lokasjon	Type	Mengde	Enhetspris (kr/enhet)	Delsum (Mkr)
TN1 Fangnett Blessomlykkja		2,0 stk	1 000 000,0	2,0
TN2 Nugga vest: Bruene Øygardsvegen - Haugøy	Betongmur/Stein-mur høyde 1m	180,0 m	10 000,0	1,8
TN3 utbedre flomverk NS Haugøy - Nugga trafo				
Fjerne eks. flomverk, kanalisering, fjerning av masser		600,0 m^3	500,0	0,3
Nytt flomverk langs kanal	Steinmur, høyde 2m	300,0 m	10 000,0	3,0
Erosjonssikring av kanal, bredde kanal 7m	Plastringsstein	1050,0 m	1 000,0	1,1
Betongmur vestsiden av Nugga ved Ysteriet	Betongmur, høyde 1 m	10,0 m	10 000,0	0,1
TN4 utbedre flomverk Nugga trafo - Industrivegen				
Kanalisering, breddeutvidelse 3 meter, fjerne masser		400,0 m^3	500,0	0,2
Nye tørrmurer begge sider av elva	Steinmur høyde 2 m	180,0 m	10 000,0	1,8
Erosjonssikring elvebunn	Plastringsstein	100,0 m^2	1 000,0	0,1
Forhøyet flomverk vest- østside av elva, Vågåvegen – Industrivegen	Flomvoll, høyde 1 m	600,0 m	10 000,0	6,0
Erosjonssikring elvebunn	Plastringsstein	100,0 m^2	1 000,0	0,1
TN5 Nye bruer Vågåvegen - Industrivegen				
Vågåvegen	Fritt opplagt, ett spenn 8 m	8,0 m	400 000,0	3,2
Industrivegen kjørebru	Fritt opplagt, ett spenn 10 m	10,0 m	400 000,0	4,0
Industrivegen gangbru	Fritt opplagt, ett spenn 10 m	10,0 m	400 000,0	4,0
		Uforutsette kostnader	*15,0%*	4,1
		Riggkostnader	*20,0%*	5,5
		Planlegging, prosjektering og byggeledelse	*11,5%*	3,2
			Totalsum	**40,5**

Samlede kostnader blir 40,5 mill kr. Nåverdi av nytte er beregnet til 125 mill. kr ved sikring til F2, altså en netto nytte på 85 mill kr, og dermed et nytte/kost-forhold på 3.0. Det er da ikke regnet inn at også restskaden vil bli redusert siden faren for tilstopping reduseres pga. fangnettene og bedre bruåpninger. Negative ikke-prissatte konsekvenser er moderate.

6.7.7 TO2: Flomvoll mot Otta/Vågåvatn

Tabell 6-12 Kostnadsoverslag for flomvoll mot Vågåvatn

Lokasjon	Type	Mengde	Enhetspris (kr/enhet)	Delsum (Mkr)
Flomverk langs Otta	Flomvoll, høyde 3 m	1025,0 m	20 000,0	20,5
Pumpestasjoner	Kapasitet (?)	2,0 stk.	200 000,0	0,4
		Uforutsette kostnader	*15,0%*	*3,1*
		Riggkostnader	*20,0%*	*4,2*
		Planlegging, prosjektering og byggeledelse	*11,5%*	*2,4*
			Totalsum	**30,6**

Kostnadene er estimert til 21 mill kr. Nåverdi nytte ved sikring til F3 er anslått til 5.7 mill kr. Netto nytte er negativ, med et nytte/kost-forhold på 0.2

Tiltaket har gjennomgående negative ikke-prissatte konsekvenser. Mye taler for at punkttiltak for kritiske objekter er å foretrekke.

6.7.8 TO3: Sikring av bensinstasjonen

Tabell 66-13 Kostnadsoverslag for flomvoll rundt bensinstasjonen

Lokasjon	Type	Mengde	Enhetspris (kr/enhet)	Delsum (Mkr)
Flomverk mot nord og øst	Flomvoll, høyde 1.5 m	225 m	10 000,0	2.3
Pumpestasjon		1,0 stk	200 000,0	0,2
Tetting av veifyllingene		200 m	5000,0	1.0
Justering av høyde på vågåveien		120 m	10000.0	1.2
		Uforutsette kostnader	*15,0%*	*0.7*
		Riggkostnader	*20,0%*	*0.9*
		Planlegging, prosjektering og byggeledelse	*11,5%*	*0.5*
			Totalsum	**6.8**

Dersom fyllmassen er gratis tilkjørt vil hovedkostnaden ved oppfyllingsalternativet være gjenoppbygging av bygningene, samlet areal ca 800 m^2. Med en kvadratmeterpris på 22000 kr utgjør dette 18 mill kr, altså betydelig høyere enn flomvollalternativet.

Det er ikke foretatt kost-nytteanalyse av TO3,. det er vanskelig å anslå nytte (skade-omfang) for enkeltobjekter av denne typen, særlig når forurensningsskade er involvert. Nåverdi av nytte er trolig lav pga at sannsynligheten av hendelser er lav når stasjonen allerede er beskyttet til F2.

7 Oppsummering

Flom med samtidig kulminasjon i elvene Finna, Nugga og Otta, med klimapåslag på 20% for Finna og Otta og 40% for Nugga, er utgangspunktet for vurderingen av en rekke sikringstiltak (Tabell 7-1). Sedimenttransport og bunnheving i Finna er et problem som forsterker oversvømmelsene i Vågåmo under dagens situasjon. Dette må håndteres uansett hvilket sikringsalternativ som velges. Det bemerkes her at alle tiltakene som anbefales blir vurdert og detaljert videre i fase 3 av mulighetsstudien, og endelige mål, priser og nytte-kost forhold kan derfor komme til å avvike noe fra det som skisseres her, men som er grunnlag for å gå videre med anbefalinger til fase 3.

De to første tiltakene, TF1 og TF2, hhv. flomdempingsmagasin i Finndalen og i Finngjelet, ville begge være effektive i både å fange sedimenter og å fordrøye flom nedstrøms. Imidlertid vurderes begge disse som uaktuelle på grunn av at begge er svært store inngrep, de vil kreve konsesjonsbehandling, de kommer i konflikt med verneinteresser og det vil være utfordringer knyttet til tømming og vedlikehold.

Tiltaket TF3, en flomtunnel fra Finna nedstrøms Finngjelet og til Vågåvatnet er et tiltak som også har vært vurdert tidligere, på 1940-tallet. Dette er også et omfattende tiltak, og det vil være utfordringer knyttet til både inntak og utløp. For å ha nødvendig kapasitet må tverrsnittet være på minst 30 m^2, og en må ta hånd om store mengder tunnelmasse (ca. 35-60.000 m^3 utsprengt volum, avhengig av valgt trasé). Dersom disse utfordringene kan løses, er flomtunnel et aktuelt alternativ, som vil løse de fleste av flomproblemene gjennom Vågåmo. Ved å kunne kontrollere flommene med en tunnel, vil det verken være nødvendig å gjøre noe med Finna Bru, eller å fjerne de eksisterende tersklene (vurderes som tiltak TF5). Det kan også åpne muligheter for å gjøre elvemiljøet langs Finna gjennom Vågåmo mer attraktivt. Tiltaket er kostbart, men foreløpige estimater er ikke veldig mye høyere enn forsterkede flomverk gjennom Vågåmo (tiltak TF6). Med unntak av inntak og utløp gir dessuten tiltaket få negative konsekvenser for natur-, kultur- og landskapsverdier. Mulig effekt på flom i Otta ved samtidig kulminasjon er modellert og funnet å være liten, med maks 0,3 m økt vannstand ved Sundbrui og maks 0,1 m langs stranda i Vågåvatnet ved 1000-års flom med klimapåslag.

For å hindre sedimenttransport med påfølgende bunnheving i Finna, er det som tiltak TF4, foreslått å etablere fire terskler / sedimentbassenger mellom Sælatunga og

trafostasjonen i Kvernvegen. Disse vil samlet ha en kapasitet på 78.000 m^3 masse, men hvordan de fylles og eventuelt eroderes vil avhenge av flomforløpet. Dette er modellert og presentert i Vedlegg A. Endelig antall, plassering, utforming og dimensjoner vil måtte sees nærmere på i en prosjekteringsfase. Tømming og vedlikehold av tersklene vil være svært viktig, og de bør være så tomme som mulig før en eventuell storflom. Så vel tilkomst som rutiner for tømming må etableres for dette tiltaket, samt at arealer må være tilgjengelig for midlertidig deponering.

I tiltak TF5 vurderes fjerning av de eksisterende 6 tersklene som ble etablert på 1960-tallet rett nedstrøms trafostasjonen i Kvernvegen. Dette vil gi redusert flomhøyde, og dermed redusert behov for forhøyning av flomverkene lokalt langs Finnkanten, som er det første stedet vannet trenger inn i bebyggelsen ved en flom. Samtidig vil fjerning av tersklene nødvendiggjøre kraftig bunnforsterkning for å hindre erosjon i elveløpet i den samme strekningen på ca. 500 m. Eventuelle andre negative effekter må vurderes i fase 3 av prosjektet før en endelig anbefaling vedrørende tersklene gis.

Tiltak TF6, å utbedre de eksisterende flomverkene langs Finna, er et realistisk tiltak som er nøye modellert og vurdert. Det vil innebære å forhøye eksisterende flomverk i varierende grad langs begge sidene av elva. Totalt dreier dette seg om drøyt 5,2 km med flomvoller (summert begge sider). Plassen tilgjengelig for dette er en utfordring flere steder, og løsningen blir trolig en kombinasjon av mur og voll. Deler av de gamle flomverkene er vernet og dersom det er mulig, bør disse bevares, eventuelt også renses, slik at det gamle murverket blir synlig der det er dekket til. En usikkerhet er knyttet til om de gamle flomverkene tåler belastningen av forhøyning, samt om de er solide nok for en storflom uten å undergraves. Tiltaket innebærer også et behov for å heve Finna Bru.

To alternative flomveier er vurdert i tiltakene TF7 og TF8. TF7 innebærer å legge flomvollen ut til vestsiden av idrettsanleggene, som da vil bli oversvømt under en flom. I TF8 overføres deler av flommen via Vågåveien fra Finna Bru til Nugga. Begge disse tiltakene er modellert og viser seg å ha svært liten effekt på samlet flom i Finna. TF8 vil dessuten bidra til å øke flommen i Nugga kraftig nedenfor Vågåvegen. Begge tiltakene medfører store ulemper og er derfor ikke vurdert videre.

For Nugga består de vurderte tiltakene av fangnett for å fange sedimenter og drivgods før dette kan føre til tilstopping av bruer lenger nedstrøms, i kombinasjon med flomverk/murer videre nedover langs elva. Også langs Nugga er det utfordringer med plassen for tiltakene, samt at bruene har for liten kapasitet og må endres/fornyes. I de nedre delene er flomproblematikken hovedsakelig knyttet til oversvømte jorder. Enkelte tiltak for å unngå dette vurderes, men hovedfokus er på bebyggelse og annen infrastruktur.

Tiltakene langs Nuggas løp er delt opp på bakgrunn av elvas og tiltakenes karakter, men er alle, med unntak av bruene, forsterkning av flomverkene som finnes langs elva. Det første kritiske punktet er på vestsiden, rett nedstrøms brua i Øygardsvegen, der det er behov for å øke høyden på flomverket på vestsiden med inntil 1 m langs en strekning på om lag 150 m. Videre nedstrøms er et kritisk punkt der svingen i Øygardsvegen er tett innpå Nugga. Der er allerede en mur, men den må heves med inntil 1,6 m. Dette kan

reduseres med ca. 0,5 m ved å utvide bredden med 2-3 m, noe som er mulig østover. Rett oppstrøms Vågå ysteri er et annet kritisk punkt, der Nugga endrer både helning og retning. Her må forbygningen på vestsiden forhøyes og forsterkes, samtidig med at en breddeutvidelse østover kan forlenges til Vågåvegen og kombineres med en utvidelse av brua i Vågåveien på ca. 2-3 m for å unngå at den må heves. Videre nedstrøms mot Industrivegen anbefales en breddeutvidelse på ca. 2 m, her også kombinert med forhøyet flomverk på vestsiden. Nedstrøms Industrivegen er det hovedsakelig jorder som blir berørt. Bebyggelsen i vest kan sikres med en lav voll på ca. 0,5 m høyde langs vestsiden av jordet.

I Otta har vi sett på to forskjellige tiltak. Det ene gjelder sedimentavlagring i og nedstrøms Finnas utløp. Tross sedimentbassengene (TF4) vil betydelige mengder finere sedimenter kunne bli fraktet videre ned til utløpet i Otta, der energien avtar og sedimentene avsettes. Mye av finfraksjonene, som silt og leire, vil fraktes videre nedover Otta, men modellering viser at en også kan få betydelig avsetning i utløpsområdet, videre nedstrøms i Otta, samt at det vil bygge seg opp avsetninger i nedre del av Finna fra utløpet og 'bakover'. Det vil derfor være nødvendig med jevnlig uttak av masser i dette området. Av de vurderte tiltakene er det dette som potensielt har størst negativ betydning for biomangfoldet. Masseuttak må derfor reguleres, planlegges og utformes nøye, i samråd med biologisk / økologisk ekspertise.

De syd-vestre delene av Vågåmo er utsatt for flom i Otta / Vågåvatnet. I dette området ligger Vågå vannverk, som er klassifisert i sikkerhetsklasse F3. Vannverket og brønnene kan sikres lokalt, men for å vurdere dette er det behov for mer informasjon om anleggets struktur og konstruksjon. En annen løsning, som også vil kunne sikre boliger som blir berørt av en flom i Vågåvatnet (tiltak TO2) er en ca. 3 m høy flomvoll langs Vågåvatnet fra rundkjøringen i Rv 15 til stigende terreng nord for Nedre Nordheradsveg, en lengde på ca. 1070 m. Sannsynligvis må dette kombineres med pumpestasjon(er) og bli et kostbart tiltak (Tabell 7-1). Vi har også vurdert sikring av bensinstasjonen nederst i Vågåvegen, som vil ligge utsatt for flom.. Det vil være kostbart å sikre denne til F3 nivå, og dette er derfor ikke et tiltak vi anbefaler å gå videre med.

Sedimentdammer eller sedimenthåndtering (TF4) må være med enten man bygger flomtunnel eller hever flomverket. For begge tiltak har det med driftssikkerhet under flom å gjøre. Leder en sedimenter inn tunnelen, vil de raskt avsettes ved utløpet, og høyde på flomverkene er dimensjonert i forhold til at man ikke har bunnheving under flom.

Tabell 7-1 Oppsummering av vurderte tiltak.

Elv	Tiltak	Beskrivelse tiltak	Kommentar / Natur / kultur / landskap / tredjepart	Estimert kostnad (kr)	Nytte / kost forhold
Finna	TF1	Flomdempingsmagasin i Finndalen	I sterk konflikt med verneinteresser for natur og kultur. I strid med rikspolitiske retningslinjer for verna vassdrag og verneforskriften for Finndalen landskapsvernområde.	N/A	N/A
Finna	TF2	Flomdempingsmagasin i Finngjelet	Vil forringe verneverdiene og naturverdiene i en uberørt del av Finna. Negativ innvirkning på kulturverdier og friluftslivsinteresser. Vedlikehold vanskelig.	N/A	N/A
Finna	TF3	Flomtunnel Finna - Vågåvatn	Utløp i område med verdifulle kultur- og naturverdier. Utforming for å unngå for stor visuell effekt og negative konsekvenser på naturmiljøet er viktig.	100 mill.	3.6
Finna	TF4	Sedimentasjonsbasseng mellom Sælatunga og eksisterende terskler	Vil påvirke elva visuelt. Viktig å tilpasse med materialbruk og beplanting. Må utformes for ikke å hindre fiskevandringer. Må lages en plan for tømming av bassengene for å reduseres negative konsekvenser var akvatisk biomangfold.	13 mill	16.0
Finna	TF5	Fjerne terskler / bunnforsterkning Finna	Må plastre for å hindre erosjon. Tersklene har verneverdi, og må dokumenteres godt hvis fjerning besluttes.	35 mill	N/A
Finna	TF6	Utbedre eksisterende flomverk gjennom Vågåmo sentrum	Liten påvirkning av naturverdier. Deler av dagens flomverk er vernet og bevaring av disse må vurderes. Heving påvirker siktelinjer og opplevelsen av landskapet. Utforming må vurderes nøye. Totalt ca. 5250 m flomverk.	94 mill	3.3
Finna	TF7	Ytre flomvoll i Vågåmo sentrum	Som for TF6, men vurderes ikke videre pga. liten flomdempende effekt.	N/A	N/A
Finna	TF8	Vågåvegen som flomvei	Som for TF6, men vurderes ikke videre pga. liten flomdempende effekt.	N/A	N/A
Nugga	TN1	Fangnett for sedimenter og drivgods	Påvirker naturlig smalt løp og vegetasjon langs Nugga. Tilkomst for vedlikehold må utformes skånsomt.	41 mill	Vurd. som del av samlet tiltak
Nugga	TN2	Utbedre flomverk på vestsiden av Nugga fra Øygardsvegen forbi Haugøy	Bør integreres i kulturmiljøet ved bruk av tilsvarende naturstein som i de gamle verkene.		
Nugga	TN3	Utbedre flomverk nedstrøms Haugøy til Nugga trafostasjon	Skjermes fra det fredete kulturmiljøet ved Haugøy av vegetasjon, som må bevares.		3.0
Nugga	TN4	Utbedre flomverk langs øst- og vestsiden av Nugga, Nugga trafostasjon til Industrivegen, jordvoll langs industrifeltet	Som for tiltak TN3. Ingen negativ påvirkning, men bør ivareta dagens åpne løp med vegetasjon.		
Nugga	TN5	Bruer i Vågåvegen og Industrivegen	Ikke konflikt med kultur- eller naturverdier. Bør ta hensyn til eldre flomverk oppstrøms brua. Utvidelse bør skje østover og evt. nytt flomverk utformes med lokal stein.		
Otta	TO1	Masseuttak nedstrøms utløpet til Finna og Nugga	Ved evt. masseuttak må området kartlegges nøyere. Viktig for fisk, og har truede arter. Tiltak må planlegges og utformes nøye.	N/A	N/A
Otta	TO2a	Flomvoll langs Vågåvatn	Flomvoll i strandsonen negativt for naturverdier, rødliste planter og fuglearter. Verneverdige gardstun påvirkes, samt opplevelsen av tettstedet sett utenfra. Alternativ TO2b å foretrekke.	a: 31 mill	0.2
Otta	TO2b	Sikring av Vågå vannverk	Heving av brønntopper, vannsikring av driftsbygning, lensepumpe		N/A
Otta	TO3	Sikring av bensinstasjon	Oppfylling eller "ringvern"	7-18 mill	N/A
Alle		Enkelttiltak, enkeltbygg	Gjelder ærlig kirka og Vågå vannverk	N/A	N/A

8 Anbefaling

Basert på vurderingene ovenfor, samt på de foreløpige nytte-kost analysene (Kapittel 6.7) anbefales å gå videre til Fase 3 av mulighetsstudien med en nærmere vurdering av følgende tiltak:

Finna

- Flomtunnel (TF3) i kombinasjon med terskler / sedimentasjonsbassenger (TF4)
- Utbedre eksisterende flomverk (TF6) i kombinasjon med terskler / sedimentasjonsbassenger (TF4)

Nugga

- To eller tre fangnett oppstrøms Øygardsvegen (TN1) i kombinasjon med forbedrede flomverk i alle kritiske deler av elva og utvidelse av bruer i Vågåvegen og Industrivegen, samt en lav voll langs vestsiden av jordet vest for Nuggas nedre del, mot bebyggelsen / industrifeltet (TN2-TN5).

Otta

- Regelmessig og godt regulert masseuttak i Finnas utløp og nedstrøms dette (TO1)
- Lokal sikring av Vågå vannverk.

De øvrige vurderte tiltakene mener vi bør forkastes fordi:

- De har for liten effekt, har store praktiske utfordringer, har høy kostnad og gir et lavt N/K forhold.
- De vil kreve konsesjonsbehandling som damanlegg.
- De kan føre til betydelig negativ konsekvens for naturverdier, kulturverdier, landskapsutformingen eller for tredjepart.

I Fase 3 vil de nevnte tiltakene bli vurdert i større detalj, men detaljering i form av prosjektering er ikke en del av denne mulighetsstudien.

9 Referanser

Anon (1986). Samlet Plan for vassdrag, Oppland fylke. 005 Glomma og Lågen. Finnavassdraget. Alternativ CV. ISBN-NUMMER: 82-7243-643-4

Brunner, G. W. (2016). HEC-RAS, River Analysis System Hydraulic Reference Manual. Version 5.0.

Fylkesmannen i Oppland (2016). Forvaltningsplan for Nordherad - utvald kulturlandskap i jordbruket. Landbruksavdelingen, Revidert 2016.

Henriksen, S. og Hilmo, O. (2015) Norsk rødliste for arter 2015. Artsdatabanken. Nedlastet 30.11.2020 fra https://www.artsdatabanken.no/Rodliste.

Multiconsult (2016a) Mogelegheitsstudie for flaumdempande tiltak i Vossavassdraget. 129236-RiVass-RAP-01

Multiconsult (2016b) Mulighetsstudie for flomdempende tiltak i Opovassdraget. 129236-RiVass-RAP-02

NGI (2022) Mulighetsstudie for saikring av Vågåmo, Vågå kommune. Fase 1: Presentasjon av kuinnskapsgrunnlaget; Nå-situasjonen. Rapport 20210082-01-R.

Norconsult (2016) Årsaker til kostnadsøkninger i norske vegprosjekt. Norconsult oppdrag 5156633, for Næringslivets Hovedorganisasjon. 36pp.
https://www.nho.no/contentassets/db2308eef44f4eceba3d61fe5dc0c5fc/norconsult_arsaker-til-kostnadsokninger-i-norske-vegprosjekt.pdf

NVE (2006). Veileder nr 2/2006. Små dammer. Veileder i planlegging, bygging og vedlikehold. . Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.

NVE (2016). Rapport nr 40-2016. Kostnadsgrunnlag for små vannkraftanlegg (<10 MW). Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.

NVE (2016). Rapport 46-2016 Kostnadsgrunnlag for vannkraft. Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.

NVE (2020). Sikringshåndboka. Modul F2.302: Flommur – Prosjektering og Modul F2.301: Flomvoll – Prosjektering. Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.

NVE (2021). Flom og skerd – sikringsbehov for eksisterende bebyggelse (FOSS): Beskrivelse av metodikk og resultater. NVE Rapport nr. 20/2021

NVE (2021). Forbygninger mot flom og erosjon i Finna ved Vågåmo. Tilgjengelig fra: https://www.nve.no/om-nve/nves-utvalgte-kulturminner/vassdragstekniske-anlegg/forbygninger-mot-flom-og-erosjon-i-finna-ved-vagamo/ [Lesedato 16.03.2022]

NVE (2022). Kostnadsutvikling for vannkraftprosjekter, indeksregulering fra 1.1.1997 *til 1.1.2022.* Hentet fra NVE.no: https://webfileservice.nve.no/API/PublishedFiles/Download/1a865eb7-e5d3-4c92-98d5-8d03e096aeb9/200701379/3426800

Riksantikvaren (2020). Fredet-vernet-verneverdig. Tilgjengelig fra: https://www.riksantikvaren.no/les-om/fredet-vernet-verneverdig/

Solberg, M.G. (2014) Så mye koster det egentlig å bygge vei i Norge. Teknisk Ukeblad, Samferdsel. 07.07.2014. https://www.tu.no/artikler/sa-mye-koster-det-egentlig-a-bygge-vei-i-norge/231083

Vedlegg A

RESULTATER AV MODELLERING AV
TERSKLER NEDSTRØMS FINNGJELET

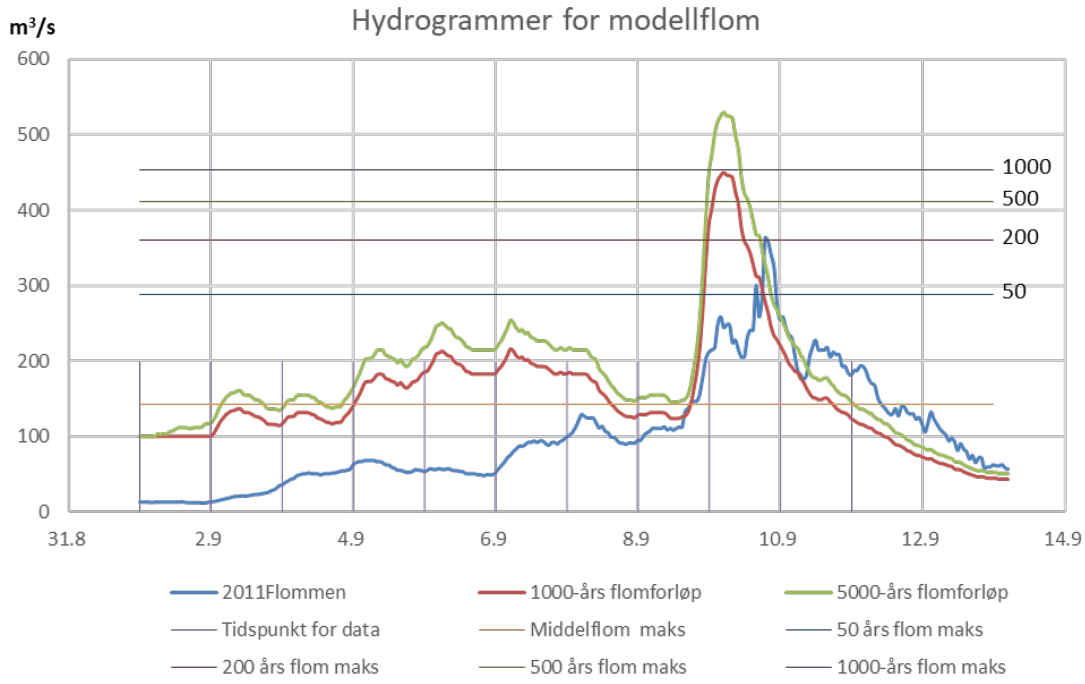
Innhold

A1 Innledning, Flomscenarier **2**
A1.1 Modellering av 1000- årsflom 2
A1.2 Modellering av 2011-flommen (200-årsflom) 7

A1 Innledning, Flomscenarier

For en lengre del av Finna er det utført beregninger av tre flomscenarier med sediment-transport. Modellen er to-dimensjonal, konstruert i HEC-RAS og alle modelleringene er utført med samme kilder for sedimenter. To modeller er kjørt med hvert av flom-forløpene. De to modellene er dagens situasjon og situasjon med fire sedimentdammer. Også Finna fra Sælatunga og videre ut i Otta har mulighet for erosjon og transport av materiale. I modellen med dammer er området med dam og rett nedstrøms dam satt til ikke-eroderbart. I motsatt fall fjernes dammene av flom i modellen.

2011-flommen hadde et relativt spisst forløp som steg raskt fra en liten for-flom. I 2015 hadde flommen med for-flom et større samlet volum, og den startet oppbyggingen ei uke i forvegen. 2015-flommen er brukt til å skalere 1000-årsflom slik at kulminasjonsverdier tilsvarer 1000-årsflom. Ideen med langt forløp, er at simuleringen da også representerer hendelser med lavere flommer før en får en ekstremflom.



Figur A- 1 Flommer benyttet i modelleringene av tersklene.

A1.1 Modellering av 1000- årsflom

Serien av figurer nedenfor (Figur A- 1) viser endringer i elvebunnen over tid. Avsetning og erosjon er, for hvert tidspunkt markert i grafen ovenfor (vertikale linjer), sammen-lignet med elvebunnen slik den fremstår ved starten av modellen. Data presentert nedenfor er tatt ut ved hvert døgnskifte, slik at tallene 2, 3, osv. opptil 11 representerer dager i flomforløpet. Røde områder viser heving av bunnen, mens blå viser senkning. For å se forskjeller er sammenligningen gjort i utvalgte soner eller områder. Hvert av de

røde og blå polygonene har et volum og areal. Like polygoner har derfor ofte en forskjell i volum, eller forskjell i heving eller senkning av bunnen. Senkning som lokalt holder seg tilnærmet stabilt under et flomforløp kan være uproblematisk. Volum i sonene er presentert i stolpediagrammer i en egen figur, nedenfor.

1000-års flom, dag 2; dagens situasjon, under middelflom i aktuell sekvens, rødt heving, blått senking.

1000-års flom, dag 2; nye dammer, under middelflom i aktuell sekvens, rødt heving, blått senking.

1000-års flom, dag 3; dagens situasjon, stiger opp mot middelflom, rødt heving, blått senking.

1000-års flom, dag 3; nye dammer, stiger opp mot middelflom, rødt heving, blått senking.

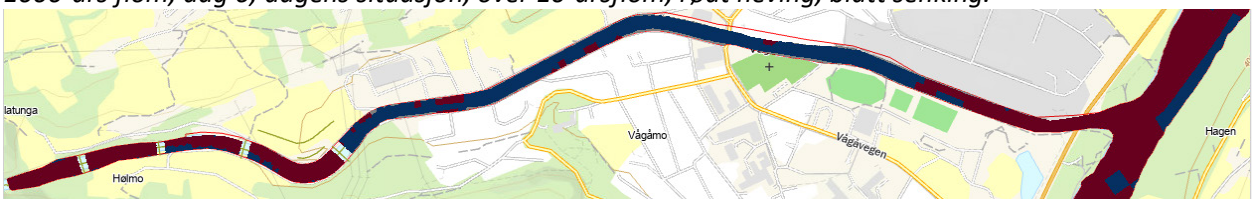
1000-års flom, dag 4; dagens situasjon, stiger opp til middelflom, rødt heving, blått senking.

1000-års flom, dag 4; nye dammer, stiger opp til middelflom, rødt heving, blått senking.

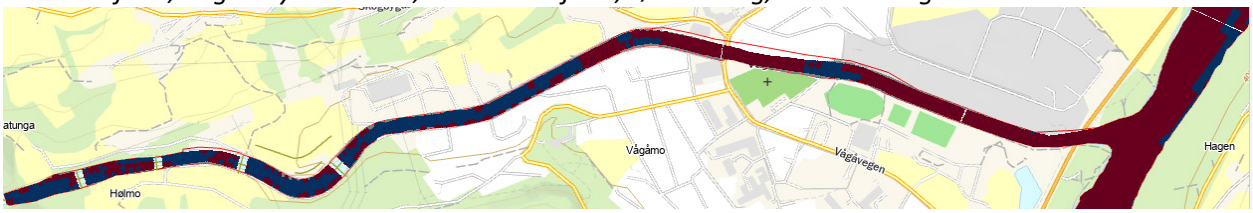
1000-års flom, dag 5; dagens situasjon, over middelflom

1000-års flom, dag 5; nye dammer, over middelflom, rødt heving, blått senking.

1000-års flom, dag 6; dagens situasjon, over 10-årsflom, rødt heving, blått senking.



1000-års flom, dag 6: nye dammer, over 10-årsflom, rødt heving, blått senking.

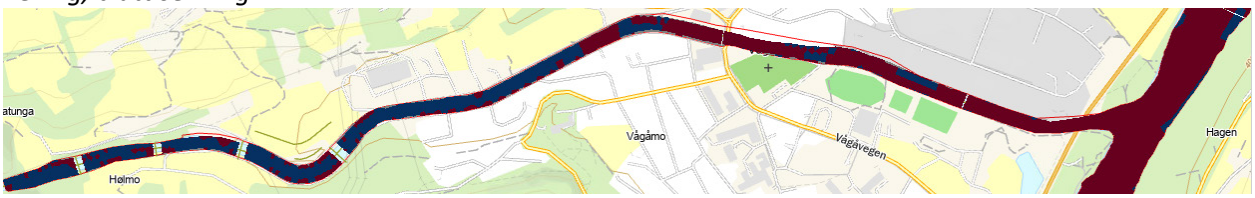


1000-års flom, dag 7; dagens situasjon, oppunder 20-årsflom, rødt heving, blått senking.

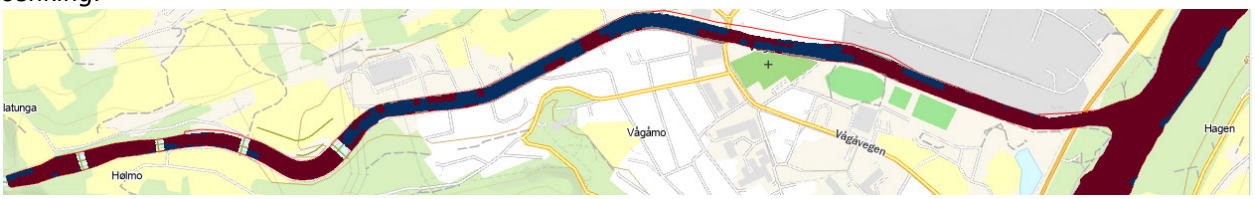
1000-års flom, dag 7; nye dammer, oppunder 20-årsflom, rødt heving, blått senking.

1000-års flom, dag 8; dagens situasjon; sekvens med synkende vannføring under middelflom, rødt heving, blått senking.

1000-års flom, dag 8; nye dammer, sekvens med synkende vannføring under middelflom, rødt heving, blått senking.



1000-års flom, dag 9; dagens situasjon, stigende flom over 100-årsflom, rødt heving, blått senking.

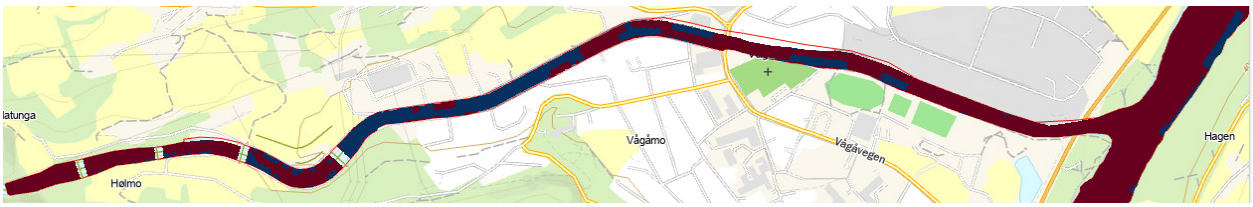


1000-års flom, dag 9; nye dammer, stigende flom over 100-årsflom, rødt heving, blått senking.

1000-års flom, dag10; dagens situasjon, maks 1000-årsflom passert, rødt heving, blått senking.

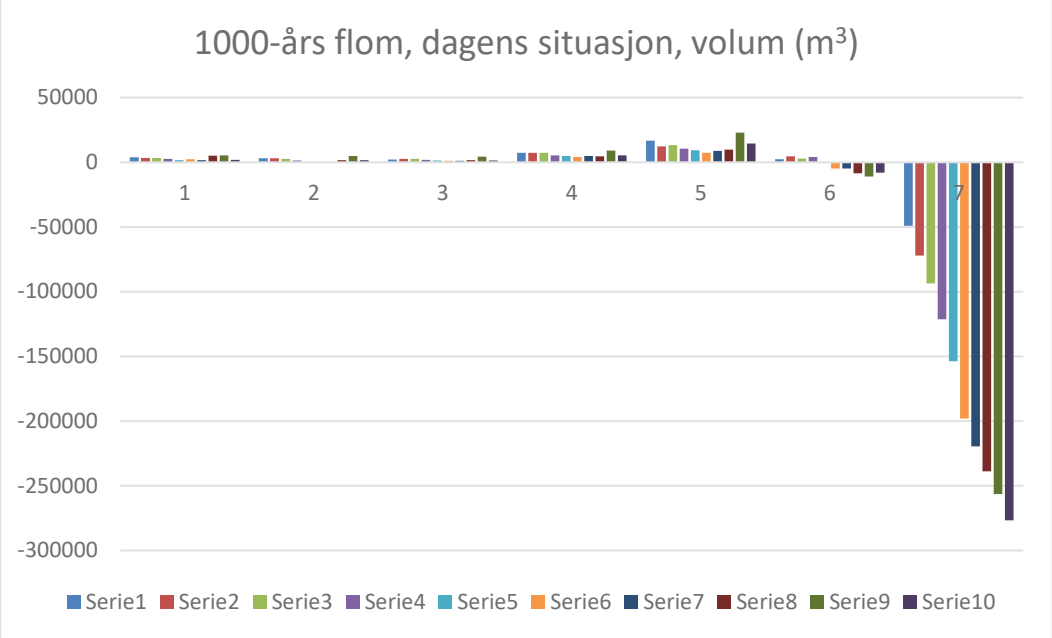
1000-års flom, dag10; nye dammer, maks 1000-årsflom passert, rødt heving, blått senking.

1000-års flom, dag 11; dagens situasjon, synkende flom, ned under middelflom, rødt heving, blått senking.

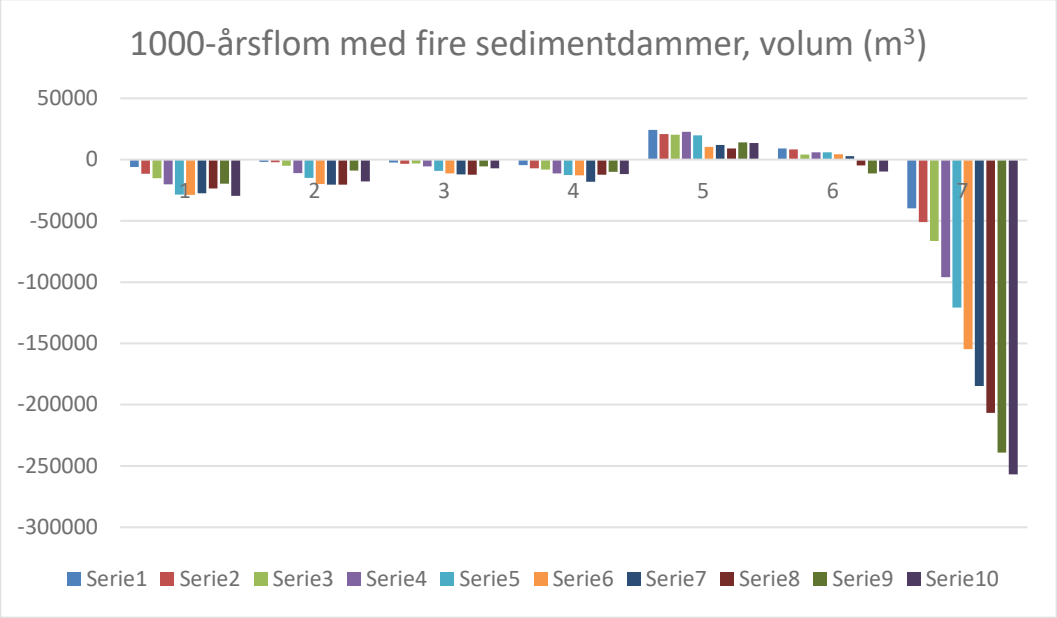


1000-års flom, dag 11; nye dammer, ned under middelflom, rødt heving, blått senking.
Figur A- 2 Modellering av sedimentasjon og erosjon gjennom forløpet til 1000-årsflom skalert fra 2015-flommen. Figurene viser situasjonen uten de fire nye tersklene ('dagens situasjon') og med de nye tersklene ('nye dammer').

Volumfigurer (Figur A- 3, Figur A- 4) viser at i det modellerte flomforløpet, vil bassengene trolig være fulle før 1000-årsflommen kulminerer. Flomtoppen kan dermed ta med seg en del av massene i dammene og transportere disse videre nedstrøms. Dersom bassengene er tomme før flomtoppen, vil dette skje i langt mindre grad.

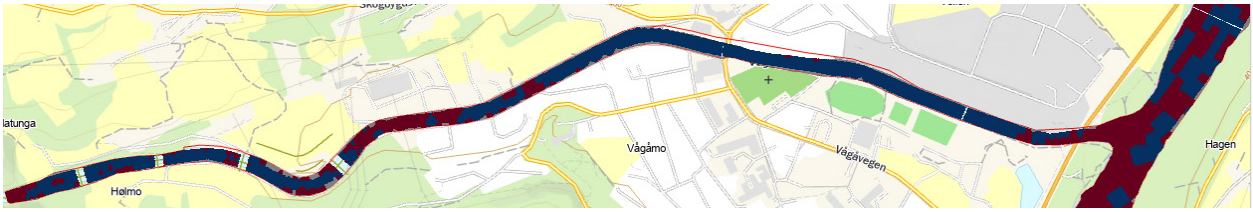


Figur A- 3 Forløpet av avsetning og erosjon under en 1000-årsflom i gitte polygoner langs Finna gjennom de samme 10 dagene som er angitt i Figur A- 2 uten de fire nye tersklene. Y-aksen er i m^3, med avsetning som negative verdier og erosjon som positive verdier. 'Series 1' tilsvarer 'Dag 2' og 'Series 10' tilsvarer 'Dag 11'. Arealene 1-7 er markert i den øverste delen av Figur A- 2, og er adskilt av de 4 nye tersklene samt hvite linjer på tvers av elva nedstrøms tersklene.



Figur A- 4 Forløpet av avsetning og erosjon i gitte polygoner langs Finna under en 1000-års flom gjennom de samme 10 dagene som er angitt i Figur A- 2, med de fire nye tersklene på plass. Y-aksen er i m³, med avsetning som negative verdier og erosjon som positive verdier. 'Series 1' tilsvarer 'Dag 2' og 'Series 10' tilsvarer 'Dag 11'. Arealene 1-7 er markert i den øverste delen av Figur A- 2, og er adskilt av de 4 nye tersklene samt hvite linjer på tvers av elva nedstrøms tersklene.

A1.2 Modellering av 2011-flommen (200-årsflom)



2011, dag 2; dagens situasjon – lav vannføring

2011, dag 2; nye dammer, lav vannføring

2011, dag 3; dagens situasjon, lav vannføring

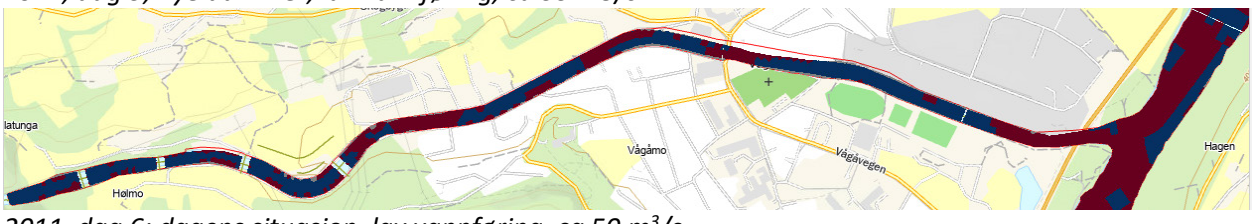
2011, dag 3; nye dammer, lav vannføring

2011m dag 4; dagens situasjon, lav vannføring, ca 55 m^3/s

2011, dag 4; nye dammer, lav vannføring, ca 55 m^3/s

2011, dag 5; dagens situasjon, lav vannføring, ca 55 m^3/s

2011, dag 5; nye dammer, lav vannføring, ca 55 m3/s



2011, dag 6: dagens situasjon, lav vannføring, ca 50 m^3/s

2011, dag 6; nye dammer, lav vannføring, ca 50 m^3/s

2011, dag 7; dagens situasjon, stigende til ca 100 m³/s

2011, dag 7; nye dammer, ca 100 m³/s

2011, dag 8; dagens situasjon, opp og ned rundt 100 m³/s

2011, dag 8; nye dammer, opp og ned rundt 100 m³/s

2011, dag 9; dagens situasjon, stigende flom opp over 10-årsflom,

2011, dag 9; nye dammer, stigende flom opp over 10-årsflom,

2011, dag 10; dagens situasjon, 200-årsflom passert, noe mer masser ned mot utløp

2011, dag 10; nye dammer, 200-årsflom passert

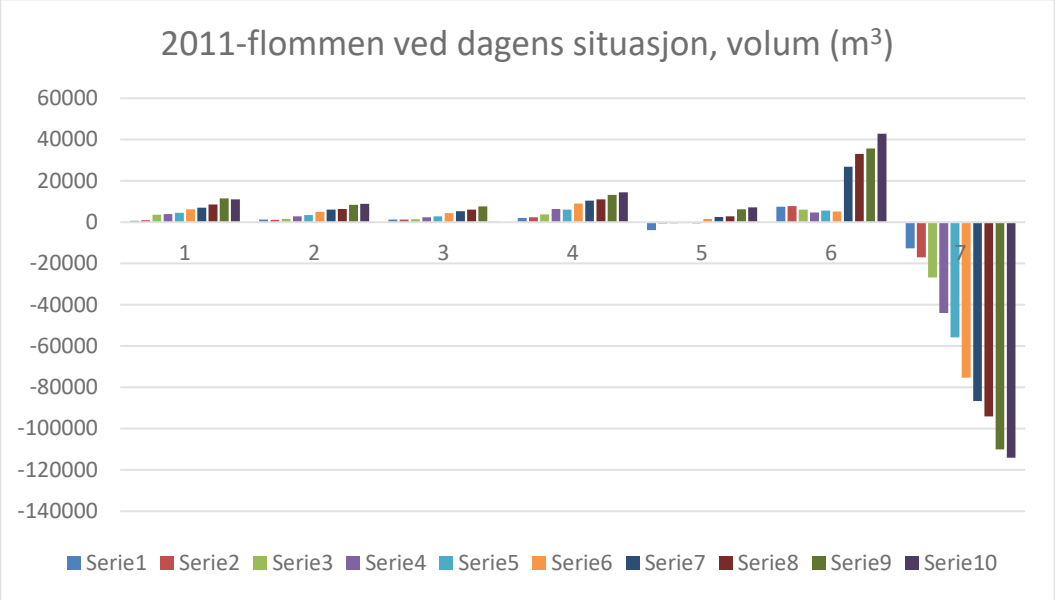
2011, dag 11; dagens situasjon, etter-flommen holder seg godt over middelflom

2011, dag 11; nye dammer, etter-flommen holder seg godt over middelflom

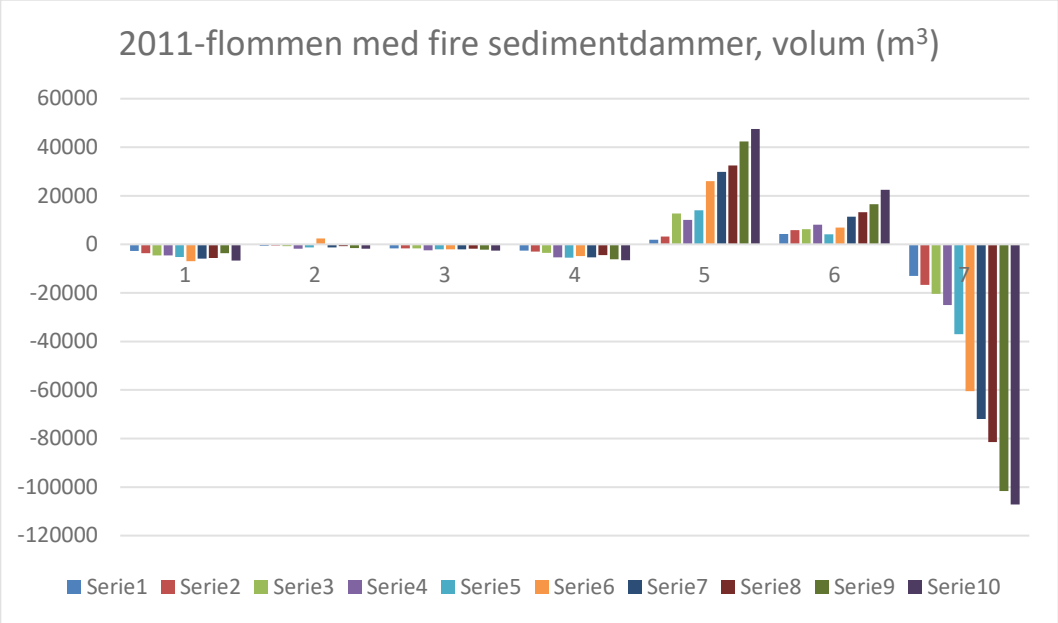
Figur A- 5 Modellering av sedimentasjon og erosjon gjennom forløpet til 2011-flommen. Figurene viser situasjonen uten de fire nye tersklene ('dagens situasjon') og med de nye tersklene ('nye dammer').

For 2011-flommen ser en at det er et potensial for erosjon (stigende søyler) i området der de 4 tersklene er plassert (1, 2, 3, 4), samt langs strekningen fra nederste terskel til Finna bru (5). Videre nedstrøms (6) er det fortsatt erosjon, som nå er blitt betydelig.

Ved bygging av terskler/dammer, ser en noe som teoretisk er rett, men kanskje ikke opplagt. Dammene samler masse, og når elva ikke har med seg sedimenter videre nedover, eroderer den mer nedstrøms, i dette tilfellet i område 5 (mellom terskelområdet og Finna bru). Når modellen har utnyttet sin transportkapasitet, vil den



Figur A- 6 Forløpet av avsetning og erosjon i gitte polygoner langs Finna under 2011-flommen, gjennom de samme 10 dagene som er angitt i Figur A- 2, uten de fire nye tersklene. Y-aksen er i m³, med avsetning som negative verdier og erosjon som positive verdier. 'Series 1' tilsvarer 'Dag 2' og 'Series 10' tilsvarer 'Dag 11'. Arealene 1-7 er markert i den øverste delen av Figur A- 2, og er adskilt av de 4 nye tersklene samt hvite linjer på tvers av elva nedstrøms tersklene.



Figur A- 7 Forløpet av avsetning og erosjon i gitte polygoner langs Finna under 2011-flommen, gjennom de samme 10 dagene som er angitt i Figur A- 2, med de fire nye tersklene på plass. Y-aksen er i m3, med avsetning som negative verdier og erosjon som positive verdier. 'Series 1' tilsvarer 'Dag 2' og 'Series 10' tilsvarer 'Dag 11'. Arealene 1-7 er markert i den øverste delen av Figur A- 2, og er adskilt av de 4 nye tersklene samt hvite linjer på tvers av elva nedstrøms tersklene.

Kontroll- og referanseside/ Review and reference page

Dokumentinformasjon/*Document information*		
Mulighetsstudie for helhetlig sikring av Vågåmo. Fase 2: Studie av alternative sikringsløsninger		**Dokumentnr./*Document no.*** 20210082-02-R
Fase 2: Studie av alternative sikringsløsninger	**Oppdragsgiver/*Client*** NVE	**Dato/*Date*** 2022-06-24
Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/ *Proprietary rights to the document according to contract* NVE		**Rev.nr.&dato/*Rev.no.&date*** 0 /
Distribusjon/*Distribution* ÅPEN: Skal tilgjengeliggjøres i åpent arkiv (BRAGE) / OPEN: To be published in open archives (BRAGE)		
Emneord/*Keywords* Vågå kommune, Vågåmo, Flom, sikringstiltak, mulighetsstudie		

Stedfesting/*Geographical information*	
Land, fylke/*Country* Norge, Innlandet	**Havområde/*Offshore area***
Kommune/*Municipality* Vågå	**Feltnavn/*Field name***
Sted/*Location* Vågåmo	**Sted/*Location***
Kartblad/*Map*	**Felt, blokknr./*Field, Block No.***
UTM-koordinater/*UTM-coordinates* **Sone: Øst: Nord:**	**Koordinater/*Coordinates*** **Projeksjon, datum: Øst: Nord:**

Dokumentkontroll/*Document control*
Kvalitetssikring i henhold til/*Quality assurance according to NS-EN ISO9001*

Rev/ Rev.	***Revisjonsgrunnlag/Reason for revision***	**Egenkontroll av/ *Self review by:***	**Sidemanns-kontroll av/ *Colleague review by:***	**Uavhengig kontroll av/ Independent review by:**	**Tverrfaglig kontroll av/ *Inter-disciplinary review by:***
0	Originaldokument	2022-04-07 Anders Solheim	2022-04-04 Carl B. Harbitz		

Dokument godkjent for utsendelse/ *Document approved for release*	**Dato/*Date***	**Prosjektleder/*Project Manager***
	24. juni 2022	Anders Solheim

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen ingeniørrelaterte geofag. Vi tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg, og hvordan jord og berg kan benyttes som byggegrunn og byggemateriale.

Vi arbeider i følgende markeder: Offshore energi – Bygg, anlegg og samferdsel – Naturfare – Miljøteknologi.

NGI er en privat næringsdrivende stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskaper i Houston, Texas, USA og i Perth, Western Australia.

www.ngi.no

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting within the geosciences. NGI develops optimum solutions for society and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the following sectors: Offshore energy – Building, Construction and Transportation – Natural Hazards – Environmental Engineering.

NGI is a private foundation with office and laboratories in Oslo, a branch office in Trondheim and daughter companies in Houston, Texas, USA and in Perth, Western Australia

www.ngi.no

OSLO
TRONDHEIM
HOUSTON
PERTH

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
NGI.NO

Hovedkontor Oslo
PB. 3930 Ullevål Stadion
0806 Oslo

Avd. Trondheim
PB. 5687 Torgarden
7485 Trondheim

T 22 02 30 00
F 22 23 04 48
NGI@ngi.no

BANK
KONTO 5096 05 01281
ORG.NR 958 254 318MVA

ISO 9001/14001
CERTIFIED BY BSI
FS 32989/EMS 612006