



BERGEN KOMMUNE

NESTTUNVASSDRAGET

Flomsikring av Nesttunvassdraget

Delrapport 2



Bergen, mars 2008

**Opticonsult**

Storetveitvegen 98, 5072 BERGEN

Telefon: 55275000, Telefaks: 55275001

NESTTUNVASSDRAGET, FLOMSIKRING DELRAPPORT 2

PROSJEKTNR.: 5710	DELPROSJEKTNR.: 50.002	DATO: 13.03.2008
-----------------------------	----------------------------------	----------------------------

Rapportens tittel: Nesttunvassdraget, flomsikring Delrapport 2	Faggruppe: VASSDRAG
Andre dokument: Nesttunvassdraget, flomsikring Delrapport 1	Geografisk område: Nesttun
Forfatter(e): Siv.ing. Magne Eide	Antall sider: 25 sider + vedlegg, tegninger
Oppdragsgiver: BERGEN KOMMUNE	Oppdragsgivers representant: Hogne Hjelle

Kort sammendrag

Det er vurdert tre alternativer til flomsikring av nedre deler av Nesttunvassdraget.

Alternativ 1 og 2 omfatter tiltak fra Nesttunvatnet og ned til Nordåsvatnet. Det innebærer at det ikke gjøres tiltak oppstrøms Nesttun sentrum. Regulering av flommer ned til Nesttunvatnet kan for eksempel gjøres slik det gjøres i dag ved regulering i Grimevatnet og Myrdalsvatnet.

Alternativ 3 omfatter en flomtunnel plassert oppstrøms Nesttun sentrum. Det innebærer at Nesttunvassdraget blir flomsikret fra Nesttun sentrum og ned til Nordåsvatnet. Regulering av flommer ned til Nesttun sentrum kan for eksempel gjøres slik det gjøres i dag ved regulering i Grimevatnet og Myrdalsvatnet.

Det er beregnet projektkostnader (eks mva) for alternativene.

Alternativ 1.1	48,0 mill kr
Alternativ 1.2	44,7 mill kr
Alternativ 1.3	45,3 mill kr
Alternativ 2	20,1 mill kr
Alternativ 3	56,2 mill kr

OPTICONSULT AS
Bergen, 13. mars 2008

Prosjektansvarlig

Magne Eide

Prosjektmedarbeider

David Frøystad / Geir Bertelsen

NESTTUNVASSDRAGET, FLOMSIKRING

DELRAPPORT 2

INNHold

SIDE

1.0 SAMMENDRAG	V
2.0 INNLEDNING	1
2.1 GENERELT	1
2.2 VÅRT OPPDRAG	1
2.3 FORUTSETNINGER / RAMMER.....	2
2.3.1 Retningslinjer for overvannshåndtering	2
2.3.2 Reguleringsretter	2
2.4 FLOMBEREGNINGER	3
2.4.1 Generelt.....	3
2.4.2 Døgnmiddelvannføringer	4
2.4.3 Kulminasjonsvannføringer (momentanvannføringer)	4
2.4.4 Gjentakintervall.....	4
2.4.4.1 Generelt.....	4
2.4.4.2 Valg av gjentakintervall	5
2.5 INNMÅLTE HØYDER.....	5
2.5.1 Flomhøyder høsten 2005.....	5
2.5.2 Terrenghøyder i Nesttunområdet.....	5
2.5.2.1 Rundt Nesttunvatnet / Lille Nesttunvatnet.....	5
2.5.2.2 Rundt Hopsvatnet	5
2.5.2.3 Rundt Lille Hopsvatnet.....	5
2.5.3 Konsekvenser for Hopsfossen Kraftstasjon AS	6
3.0 ALTERNATIV 1	7
3.1 OMFANG	7
3.2 DIMENSJONERINGSGRUNNLAG.....	7
3.2.1 Dimensjonerende vannmengde.....	7
3.2.1.1 Flomvannføringer ved Hopsbroen	8
3.2.1.2 Flomvannføringer ved overløpet på Hopsfossen	8
3.2.2 Tillatte vannhøyder.....	8
3.2.2.1 Nesttunvatnet	8
3.2.2.2 Hopsvatnet	9
3.2.2.3 Lille Hopsvatnet.....	9
3.2.3 Wernersholm bro	9
3.2.4 Lille Hopsvatnet	9
3.3 ALTERNATIV 1.1.....	9
3.3.1 Fysiske inngrep.....	9
3.3.1.1 Nesttunvatnet - Hopsbroen	9
3.3.1.2 Hopsbroen	10
3.3.1.3 Ny bro gjennom Paradisstranden (jernbanetraseen)	10

NESTTUNVASSDRAGET, FLOMSIKRING

DELRAPPORT 2

3.3.1.4	Ny omløpskanal gjennom Wernersholmveg (der vannet kommer fra Lille Hopsvatn)	10
3.3.1.5	Ny omløpskanal rundt Wernersholm bro (der vannet kommer fra Hopsvatn)	10
3.3.1.6	Overløpsterskel / luke i Hopsfossen	10
3.3.2	Risiko for flomskader	11
3.3.3	Drift og vedlikehold	11
3.3.4	Kostnader	11
3.4	ALTERNATIV 1.2	11
3.4.1	Fysiske inngrep	11
3.4.1.1	Nesttunvatnet - Hopsbroen	11
3.4.1.2	Hopsbroen	12
3.4.1.3	Ny bro gjennom Paradisstranden (jernbanetraseen)	12
3.4.1.4	Ny flomtunnel fra Lille Hopsvatnet til Nordåsvatnet	12
3.4.1.5	Overløpsterskel / luke i Hopsfossen	12
3.4.1.5	Wernersholm bro	13
3.4.2	Risiko for flomskader	13
3.4.3	Drift og vedlikehold	13
3.4.4	Kostnader	13
3.5	ALTERNATIV 1.3	13
3.5.1	Fysiske inngrep	13
3.5.1.1	Nesttunvatnet - Hopsbroen	13
3.5.1.2	Hopsbroen	14
3.5.1.3	Ny flomtunnel fra Hopsvatnet til Nordåsvatnet	14
3.5.1.4	Stikkrenner gjennom Paradisstranden	14
3.5.1.5	Overløpsterskel / luke i Hopsfossen	14
3.5.1.6	Wernersholm bro	14
3.5.2	Risiko for flomskader	15
3.5.3	Drift og vedlikehold	15
3.5.4	Kostnader	15
4.0	ALTERNATIV 2	16
4.1	OMFANG	16
4.1.1	Dimensjonerende vannmengde	16
4.1.1.1	Flomvannføringer ved innløpet til flomtunnelen	16
4.2	FYSISKE INNGREP	16
4.2.1	Flomtunnel	16
4.3	RISIKO FOR FLOMSKADER	17
4.4	DRIFT OG VEDLIKEHOLD	17
4.5	KOSTNADER	17
5.0	ALTERNATIV 3	18
5.1	OMFANG	18
5.1.1	Dimensjonerende vannmengder	18

NESTTUNVASSDRAGET, FLOMSIKRING DELRAPPORT 2

5.1.1.1	Flomvannføringer	18
5.1.1.2	Kapasitet på kanal under Nesttun sentrum	18
5.2	FYSISKE INNGREP.....	19
5.2.1	Flomtunnel.....	19
5.2.2	Strekningen Elvenesvegen – Midtun skole	20
5.3	RISIKO FOR FLOMSKADER.....	20
5.4	DRIFT OG VEDLIKEHOLD	20
5.6	KOSTNADER.....	21
6.0	DISKUSJON.....	22
6.1	GENERELT	22
6.2	ALTERNATIV 1 OG 2	22
6.3	ALTERNATIV 3.....	23
6.4	ANDRE FORHOLD	24
6.5	KONKLUSJON	25

VEDLEGG

VEDLEGG 1	Innmålinger flomhøyder 2005
VEDLEGG 2	Notat om geologi for tunneler ved alternativ 2 og 3
VEDLEGG 3	Prosjektkostnader alternativ 1.1
VEDLEGG 4	Prosjektkostnader alternativ 1.2
VEDLEGG 5	Prosjektkostnader alternativ 1.3
VEDLEGG 6	Prosjektkostnader alternativ 2
VEDLEGG 7	Prosjektkostnader alternativ 3

TEGNINGER

Tegning 100	Høyder rundt nedre Nesttunvassdraget
Tegning 101	Tverrprofiler Hec-Ras
Tegning 110	Tiltak Nesttunvatnet – Nordåsvatnet, alternativ 1.1
Tegning 111	Tiltak Nesttunvatnet – Nordåsvatnet, alternativ 1.2
Tegning 112	Tiltak Nesttunvatnet – Nordåsvatnet, alternativ 1.3
Tegning 120	Tiltak Nesttunvatnet – Nordåsvatnet, alternativ 2
Tegning 130	Tiltak Skjoldskiftet – Nordåsvatnet, alternativ 3

NESTTUNVASSDRAGET, FLOMSIKRING DELRAPPORT 2

1.0 SAMMENDRAG

Delrapport 2 er en videreføring av delrapport 1 (8. september 2006) og sammen vil delrapportene danne et forprosjekt for flomsikring av Nesttunvassdraget.

Det er i denne delrapporten vurdert tre alternativer. Felles for alle alternativene er at det ikke er vurdert eventuelle tiltak oppstrøms de enkelte alternativene. I delrapport 1 er det vurdert et mulig tiltak som i korthet går ut på å tappe ned både Grimevatnet og Myrdalsvatnet, slik at de kan lagre deler av flomvolumet, ved varsel om flomvannføringer.

Alternativ 1 omfatter tiltak fra Nesttunvatnet og ned til Nordåsvatnet. Det er vurdert tre delalternativer der alle omfatter utvidelse av utløpskanal fra Nesttunvatnet ned mot Hopsbroen samt ny Hopsbro. Fra Hopsvatnet og ned til Nordåsvatnet medfører alternativ 1.1 og 1.2 blant annet åpning av fylling i Paradisstranden (jernbanetraseen). Alternativ 1.3 medfører tunnel fra Hopsvatnet og ned til Nordåsvatnet.

Felles for delalternativene er at de ikke regulerer flomvannføringene oppstrøms Nesttunvatnet.

Alternativ 2 omfatter flomtunnel fra Nesttunvatnet og ned til Nordåsvatnet. Dette alternativet medfører at en ikke trenger gjøre tiltak nedstrøms innløpet til flomtunnelen. Det er ikke inkludert å regulere flomvannføringene oppstrøms Nesttunvatnet.

Alternativ 3 omfatter flomtunnel fra Skjoldskiftet til Nordåsvatnet. Dette alternativet medfører at Nesttunvassdraget er sikret nedstrøms innløpet til flomtunnelen (dvs også Nesttun sentrum).

Det er ikke inkludert å regulere flomvannføringene oppstrøms innløpet til flomtunnelen i Skjoldskiftet (like oppstrøms Nesttun senter).

2.0 INNLEDNING

2.1 GENERELT

Flomvannføring i Nesttunvassdraget skaper store problemer for bygninger og konstruksjoner, og det ønskes å få utbedret kapasiteten slik at skader unngås.

Det er allerede utarbeidet en delrapport 1 som vurderte mulige strakstiltak for å sikre anlegg, bygninger mm langs vassdraget mot skadelig flom.

Grunnlagsinformasjon for å vurdere aktuelle tiltak

- ☐ Delrapport 1, datert 8. september 2006
- ☐ Forprosjekt om Wernerholmsveg, utbedring av broer og omlegging av vannledning, datert 15. april 2006
- ☐ Innmålte flomvannstander høsten 2005, mottatt fra Bergen kommune (vedlegg 1)

Tiltak som er utført i 2006 / 2007

- ☐ Reparert en stengeventil ved utløpet av Grimevatnet for å kunne tappe ned noe hurtigere
- ☐ Montert motordrift på luke i Myrdalsvatnet

Det blir utført kontrollert styring av vannivåene i Grimevatnet og Myrdalsvatnet i dag.

2.2 VÅRT OPPDRAG

Opticonsult AS har fått i oppdrag av Bergen kommune v/Vann- og avløpsetaten om å utarbeide en delrapport 2 som skal utrede mulige løsninger for å flomsikre Nesttunvassdraget nedstrøms Nesttun sentrum og ned til Nordåsvatnet. Dette er vurdert i alternativ 1 og 2.

Delrapport 2 inneholder også et alternativ 3 som også inkluderer å sikre Nesttun sentrum, dvs Nesttunvassdraget fra Skjoldskiftet og ned til Nordåsvatnet.

Forprosjektet vil bestå av to delrapporter. Delrapport 1 er allerede utarbeidet, og konklusjonene i den rapporten er benyttet videre i arbeidet med delrapport 2.

Delrapport 2 inneholder

- registrering av viktige anlegg / annet i innsjøene fra Nesttunvatnet og ned til Nordåsvatnet
- beregning av kapasitet på vassdraget nedstrøms Nesttun sentrum med dataprogrammet Hec-Ras
- forslag til permanente løsninger

Oppdragsansvarlig hos Opticonsult AS er sivilingeniør Magne Eide.

2.3 FORUTSETNINGER / RAMMER**2.3.1 Retningslinjer for overvannshåndtering**

Bergen kommune har utarbeidet egne retningslinjer for overvannshåndtering som skal gjelde for dette prosjektet.

Dette medfører at en

1. må ta omsyn til det biologiske mangfoldet (flora og fauna) som er i vassdraget
2. må ta omsyn til bygninger og konstruksjoner
3. må ta omsyn til kvaliteter som naturopplevelser, landskap mm

Delrapport 2 har vurdert pkt 2, ta omsyn til bygninger og konstruksjoner og lagt mindre vekt på konsekvenser for det biologiske mangfoldet, landskapsmessige endringer mm.

2.3.2 Reguleringsretter

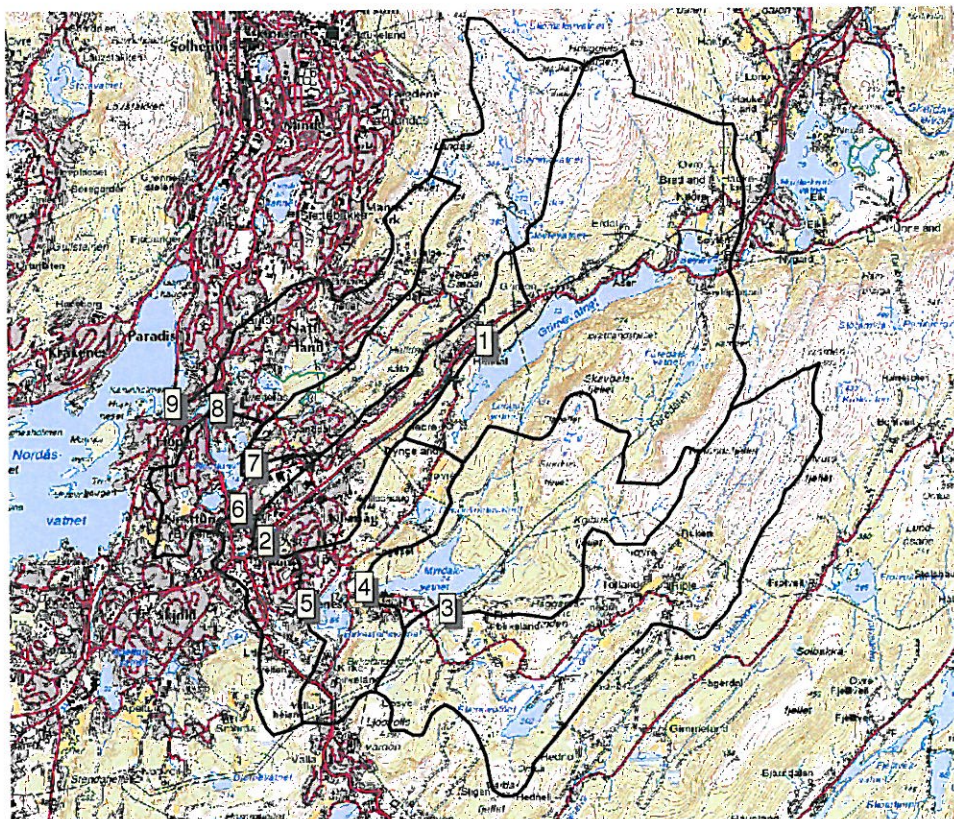
En har ikke fått kjennskap til eventuelle reguleringsretter av Nesttunvatnet, Hopsvatnet eller Lille Hopsvatnet.

Magasinet ved Hopsfossen er regulert av overløpet på kote +11,45 moh. Det er ukjent om det foreligger noen reguleringsretter for Lille Hopsvatn og Hopsvatnet (som begge renner ut / ender i Hopsfossen).

2.4 FLOMBEREGNINGER

2.4.1 Generelt

NVE har beregnet flomvannføringer for flere steder i Nesttunvassdraget. NVE har ikke egne målestasjoner i vassdraget, så det er benyttet målestasjon på Dyrdalsvatn som ligger øst for Nesttunvassdraget og målestasjon på Røykenes som ligger rett syd for Nesttunvassdraget.



Kart 1 viser punkter der flomberegninger er utført.

2.4.2 Døgnmiddelvanntføringer

Døgnmiddelvanntføringer er den gjennomsnittlige flomverdien fordelt over ett døgn.

Tabell 1. Beregnet middelflom (Q_M) og resulterende flomverdier ved ulike gjentakintervall for Nesttunvassdraget, døgnmiddelvanntføringer

Punkt i vassdraget	Areal km ²	Q_M		Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}
		l/s·km ²	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
6. Innløp til Nesttun sentrum	32.6	970	31.6	39.2	45.5	50.3	59.1	64.8	71.8	78.7
7. Utløp fra Sædalen	5.56	1050	5.8	7.2	8.4	9.3	10.9	12.0	13.3	14.5
8. Utløp fra Nesttunvatn	39.9	980	39.1	48.5	56.3	62.2	73.1	80.2	88.8	97.4
9. Utløp til Nordåsvatn	42.9	980	42.0	52.1	60.5	66.8	78.6	86.2	95.4	104.7

Punktene henviser til kart 1.

2.4.3 Kulminasjonsvanntføringer (momentanvanntføringer)

Kulminasjonsvanntføringen er den største vanntføringen som opptrer.

Tabell 2. Beregnet middelflom (Q_M) og resulterende flomverdier ved ulike gjentakintervall for Nesttunvassdraget, kulminasjonsvanntføringer

Punkt i vassdraget	Areal km ²	Q_M		Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}
		l/s·km ²	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
6. Innløp til Nesttun sentrum	32.6	1480	48.2	60	69	77	90	99	110	120
7. Utløp fra Sædalen	5.56	2170	12.1	15	17	19	23	25	27	30
8. Utløp fra Nesttunvatn	39.9	1540	61.4	76	88	98	115	126	139	153
9. Utløp til Nordåsvatn	42.9	1550	66.5	82	96	106	124	136	151	166

Punktene henviser til kart 1.

2.4.4 Gjentakintervall

2.4.4.1 Generelt

Gjentaksintervall på z år, sier at en flom i gjennomsnitt vil opptre hvert z år. Valg av gjentakintervall gjøres som en samlet vurdering av konsekvenser ved at flommen blir større.

Flomveier skal som minimum dimensjoneres for et gjentakintervall på $z = 100$ år (ref retningslinjer for overvannshåndtering i Bergen kommune).

2.4.4.2 Valg av gjentaksintervall

I det undersøkte området fra Nesttun og ned mot Nordåsvatnet ligger det flere næringsbygg og boliger som kan bli utsatt for skadelig flomvannføring. Det oppsto ved siste storflom høsten 2005 skader for flere millioner på bygninger i vassdraget.

Siden en ønsker å få en permanent løsning for hele vassdraget, vil det kreve betydelige midler. Kommunen ønsker derfor å øke kravet til gjentaksintervall til 500 år slik at løsningene også vil ta høyde for den økningen i nedbør og ekstremnedbør som vil komme.

For vurderingene i delrapport 2 er det gjentaksintervall $z = 500$ år som ligger til grunn.

2.5 INNMÅLTE HØYDER

2.5.1 Flomhøyder høsten 2005

Bergen kommune fikk høsten 2005 målt inn flomhøyder på flere kritiske steder i vassdraget, se vedlegg 1.

Nesttunvatnet ble målt til kote +15,30 moh, Lille Nesttunvatnet ble målt til kote +15,09 moh, Hopsvatnet ble målt til kote +14,70 moh og Lille Hopsvatnet ble målt til kote +12,90 moh. Høydene er lagt inn på kart 5710-100.

2.5.2 Terrenghøyder i Nesttunområdet

2.5.2.1 Rundt Nesttunvatnet / Lille Nesttunvatnet

Ved flommen høsten 2005, steg Nesttunvatnet til kote +15,30 moh som medførte problemer på

- Sanddalsvegen som ligger med laveste punkt på kote +15,42 moh (flomvannstanden var høyere her enn nede i Nesttunvatnet)
- Loneveien som ligger med laveste punkt på kote +14,00 moh
- Grønnegrend der veien ligger med laveste punkt på kote +14,18 moh

2.5.2.2 Rundt Hopsvatnet

Ved flommen høsten 2005, steg Hopsvatnet til kote +14,70 moh som medførte problemer for

- Butikken i Trolldhaugvegen 75 ligger på kote +13,75 moh
- Boligen i Trolldhaugvegen 3A og 3B ligger på kote +13,92 moh

2.5.2.3 Rundt Lille Hopsvatnet

Ved flommen høsten 2005, steg Lille Hopsvatnet til kote +12,90 moh som medførte problemer på

- Boligen i Wernersholmveg 18D (uteområdet ligger på kote +12,50 moh)

2.5.3 Konsekvenser for Hopsfossen Kraftstasjon AS

Alle vurderte alternativer til flomsikring er utformet slik at de skal håndtere opptredende flommer. Ved normale vannføringer vil vannet renne som normalt ned til Hopsfossen slik det gjør i dag.

Dette innebærer at ikke noen av tiltakene vil innvirke på strømproduksjonen hos Hopsfossen Kraftstasjon AS slik den er i dag.

3.0 ALTERNATIV 1

3.1 OMFANG

Alternativ 1 består av tre selvstendige delalternativer og omfatter nødvendige tiltak fra Nesttunvatnet og ned til Nordåsvatnet.

Felles for alle delalternativene er utvidelse av nedre del (kanalen) av Nesttunvatnet ned mot Hopsbroen samt en utvidelse av Hopsbroen.

Fra Hopsvatnet er det vurdert tre delalternativer for å transportere flommen ned til Nordåsvatnet.

Alternativet er vurdert med hensyn på følgende

- Fysiske inngrep
- Risiko for flomskader
- Drift og vedlikehold
- Kostnader

Vurderingene er skjønnmessige (ikke uttømmende), men antas gyldige ved vurdering av tiltakene mot hverandre.

3.2 DIMENSJONERINGSGRUNNLAG

3.2.1 Dimensjonerende vannmengde

Det er utført beregninger med dataprogrammet Hec-Ras for å beregne nødvendig elvetverrsnitt for å kunne transportere ønsket vannmengde fra Nesttun og ned til Nordåsvatnet med krav til maksimale vannstander.

Beregningsprogrammet Hec-Ras

For å kalibrere programmet, er det målt inn noen tverrsnitt i vassdraget og beregnet vannstander i vassdraget ved en 100-års flom. Resultatene er så sammenstilt med de innmålte vannstandene som oppsto ved flommen høsten 2005. Det antas at flommen høsten 2005 var en 100-års flom.

Beregningene med Hec-Ras viser noe høyere vannstand i Nesttunvatnet og Hopsvatnet enn hva som ble målt høsten 2005. Forklaringer kan være at det har vært en betydelig fordrøyning ved at vann rant mot Lille Nesttunvatn og videre inn i Nesttuntunnelen og Hopstunnelen, vann ble lagret i Sanddalen og området inn mot Paradis. Dette har ikke beregningene tatt hensyn til. I tillegg kan det være at flommen høsten 2005 ikke var en 100-års flom, og i alle tilfeller gikk det kort tid fra maksimal nedbørsintensitet til vesentlig mindre nedbørintensitet.

NESTTUNVASSDRAGET, FLOMSIKRING DELRAPPORT 2

8

Den målte vannstanden i Lille Hopsvatnet stemmer ganske bra med den som er beregnet. Inngangsdata er Manningstall på $M = 60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ gjennom Hopsbroen og $40 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ellers.

Hvis alternativ 1 er aktuelt å gjennomføre, må det utføres en mer detaljert oppmåling av vassdraget samt gjøre mer differensierte vurderinger på Mannings tall for å få en fullgod modell. Kvaliteten på beregningene som er utført nå, er likevel tilstrekkelige for vurderinger på forprosjektnivå.

3.2.1.1 Flomvannføringer ved Hopsbroen

Kulminasjonsverdier (momentan)

Innløp til Hopsvatnet = Utløp fra Nesttunvatn	Areal km ²	Q _M		Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀
		l/s·km ²	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Døgnmiddel	39.9	980	39.1	48.5	56.3	62.2	73.1	80.2	88.8	97.4
Momentan	39.9	1540	61.4	76	88	98	115	126	139	153

3.2.1.2 Flomvannføringer ved overløpet på Hopsfossen

Kulminasjonsverdier (momentan)

Utløp Lille Hopsvatn = Innløp i Nordåsvatnet	Areal km ²	Q _M		Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀
		l/s·km ²	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Døgnmiddel	42.9	980	42.0	52.1	60.5	66.8	78.6	86.2	95.4	104.7
Momentan	42.9	1550	66.5	82	96	106	124	136	151	166

3.2.2 Tillatte vannhøyder

3.2.2.1 Nesttunvatnet

Når det gjelder hva som kan aksepteres som høyeste vannstand, er det valgt å benytte kote +14,0 moh. Ved denne vannstanden vil ingen eksisterende anlegg, viktige områder, bygninger rundt Nesttunvatnet bli skadet av flom.

Veger som ligger lavt, er:

- Grønnegrend, ved avkjørsel til hus 10, ligger med laveste punkt på kote +14,18 moh
- Sanddalsvegen (ved hus 17) ligger med laveste punkt på kote +14,42 moh
- Sanddalsåsen ved bro rett etter avkjørsel fra Sanddalsvegen ligger på kote +15,31 moh
- Lonevegen ligger fra kote + 14,00 moh og noe høyere

Bygninger som ligger lavt, er:

- Grønnegrend 21 ligger med uteområde på kote + 14,55 moh
- Lonevegen 2A ligger med uteområde på kote +14,00 moh

3.2.2.2 Hopsvatnet

Når det gjelder hva som kan aksepteres som høyeste vannstand, er det valgt å benytte kote +13,2 moh. Ved denne vannstanden vil ingen eksisterende anlegg, områder, bygninger rundt Hopsvatnet bli skadet av flom.

Huset i Trolldhaugvegen 75 ligger med uteområde på kote +13,75 moh, mens bolighus på Trolldhaugvegen 3A og 3B ligger med uteområde på kote +13,92 moh.

3.2.2.3 Lille Hopsvatnet

Når det gjelder hva som kan aksepteres som høyeste vannstand, er det valgt å benytte kote +12,5 moh. Ved denne vannstanden vil ingen eksisterende anlegg, områder, bygninger rundt Lille Hopsvatnet bli skadet av flom.

Huset i Wernersholmgate 18D ligger imidlertid med uteområde på kote +12,50 moh og der vil vannivået være kritisk.

3.2.3 Wernersholm bro

I dag renner vannet hovedsakelig gjennom Wernersholm bro. Wernersholm bro er verneverdig og det er ikke aktuelt å utvide dette løpet. Kommunen har allerede lagt en vannledning under elvebunnen oppstrøms broen. Ledningen gikk tidligere som en isolert dagledning i høyde med kjørebanen. Senking av vannledningen har øket kapasiteten noe.

3.2.4 Lille Hopsvatnet

Lille Hopsvatnet er i dag delvis gjengrodd på grunn av liten gjennomstrømning. Kulvertene gjennom Jernbaneveien (Paradisstranden) er delvis igjengrodde og har selv med opprensning ikke kapasitet til å ta unna flomvannføringer.

3.3 ALTERNATIV 1.1

3.3.1 Fysiske inngrep

3.3.1.1 Nesttunvatnet - Hopsbroen

Se tegning 5710-110.

Dimensjonerende for tiltakene er tillatte maksimale vannstander i Nesttunvatnet, Hopsvatnet og Lille Hopsvatnet samt magasinet ved Hopsfossen.

Terskelen (fjellknaus) ved utløpet av Nesttunvatnet (like oppstrøms Hopsbroen) ligger på kote +12,0 moh. Det er naturlig at denne høyden beholdes da aktiviteten rundt Nesttunvatnet er tilpasset denne minste vannstanden.

Det er beregnet nødvendig tverrsnitt på kanalen ned mot Hopsbroen for å sikre at vannstanden holder seg under kote +14,0 moh.

Tverrsnittet må ha en bredde på om lag 30 m for å slippe gjennom 500-årsflommen. Det er lagt inn samme høyde på bunnen som dagens bunn ligger på.

3.3.1.2 Hopsbroen

Beregningene viser at lysåpningen under broen må ha en lysåpning på om lag 30 m for å slippe gjennom 500-årsflommen med flomvannføring på 153 m³/s med maksimalt tap på 0,8 m.

3.3.1.3 Ny bro gjennom Paradisstranden (jernbanetraseen)

I dag ligger det stikkrenner gjennom fyllingen for den gamle jernbanetraseen (Paradisstranden). Stikkrennene er delvis grodd igjen og har liten / ingen kapasitet og er sett bort fra i vurderingene av kapasitet.

Det må lages en ny bro med kapasitet for en flomvannmengde på 55 m³/s med et falltap gjennom åpningen under broen på 0,7 m. Det er foreslått en bro med spenn 20 m, men nødvendig bredde på broen henger sammen med hvordan kapasiteten er i Lille Hopsvatnet.

Lille Hopsvatnet er i dag et delvis gjengrodd vann / elv, slik at hvis jernbanefyllingen åpnes for en vannføring på inntil 55 m³/s, vil dette medføre en betydelig erosjon av bunn og sider. Det er ikke utført noen grunnundersøkelser i Lille Hopsvatnet, men det må antas at sider og bunn må forsterkes.

3.3.1.4 Ny omløpskanal gjennom Wernersholmveg (der vannet kommer fra Lille Hopsvatn)

Denne broen ønsker en å beholde. Løpet under broen er en flaskehals for en flomvannføring på 55 m³/s, slik at det må lages en omløpskanal på siden av søndre brokar, se tegning 110.

3.3.1.5 Ny omløpskanal rundt Wernersholm bro (der vannet kommer fra Hopsvatn)

Denne broen er et kulturminne av høy verdi. Løpet under broen er en flaskehals for en flomvannføring på 111 m³/s, slik at det må lages en omløpskanal på siden av søndre brokar, se tegning 110.

3.3.1.6 Overløpsterskel / luke i Hopsfossen

Ved overløpet på Hopsfossen kommer hele flomvannføringen på 166 m³/s som må føres gjennom en ny luke og samtidig utvidelse av eksisterende overløp. Det er neppe plass til en luke til, slik at løsningen er trolig å erstatte eksisterende luke med en større.

En får ikke utnyttet hele kapasiteten i overløpet slik det ligger i dag, da et fjellparti stenger nordre del av overløpet. Ved å fjerne dette fjellpartiet vil kapasiteten øke.

3.3.2 Risiko for flomskader

Alternativ 1.1 medfører en åpning av jernbanefyllingen som under flomvannføringer vil kunne erodere sider og bunn i Lille Hopsvatnet. Boligen i Wernersholmvegen 18D vil være utsatt for skadelig erosjon om ikke tiltak iverksettes (plastring mm).

Oppstrøms Nesttun sentrum må regulering av flommer skje slik det gjøres i dag.

3.3.3 Drift og vedlikehold

Det kreves regulering av Grimevatnet og Myrdalsvatnet for å hindre skadelige flomvannføringer ned til Nesttun sentrum.

3.3.4 Kostnader

Det er inkludert 10 % uforutsett, 7 % til planlegging, administrasjon og byggelånsrenter på 7 %.

Det er beregnet prosjektkostnader til kr 48,0 millioner (eks mva).

3.4 ALTERNATIV 1.2

3.4.1 Fysiske inngrep

3.4.1.1 Nesttunvatnet - Hopsbroen

Se tegning 5710-111.

Dimensjonerende for tiltakene er tillatte maksimale vannstander i Nesttunvatnet, Hopsvatnet og Lille Hopsvatnet samt magasinet ved Hopsfossen.

Terskelen (fjellknaus) ved utløpet av Nesttunvatnet (like oppstrøms Hopsbroen) ligger på kote +12,0 moh. Det er naturlig at denne høyden beholdes da aktiviteten rundt Nesttunvatnet er tilpasset denne minste vannstanden.

Det er beregnet nødvendig tverrsnitt på kanalen ned mot Hopsbroen for å sikre at vannstanden holder seg under kote +14,0 moh.

Tverrsnittet må ha en bredde på om lag 30 m for å slippe gjennom 500-årsflommen. Det er lagt inn samme høyde på bunnen som dagens bunn ligger på.

3.4.1.2 Hopsbroen

Beregningene viser at lysåpningen under broen må ha en lysåpning på om lag 30 m for å slippe gjennom 500-årsflommen med flomvannføring på 153 m³/s med maksimalt tap på 0,8 m.

3.4.1.3 Ny bro gjennom Paradisstranden (jernbanetraseen)

I dag ligger det stikkrenner gjennom fyllingen for den gamle jernbanetraseen (Paradisstranden). Stikkrennene er delvis grodd igjen og har liten / ingen kapasitet og er sett bort fra i vurderingene om kapasitet.

Det må lages en ny bro med kapasitet for en flomvannmengde på 140 m³/s med et falltap gjennom åpningen under broen på 0,7 m. Dette blir en større bro enn ved alternativ 1.1.

Lille Hopsvatnet er i dag et delvis gjengrodd vann / elv, slik at hvis jernbanefyllingen åpnes for en vannføring på inntil 140 m³/s, vil dette kunne medføre en betydelig erosjon av bunn og sider. Det er ikke utført noen grunnundersøkelser i Lille Hopsvatnet, men det må antas at sider / bunn må forsterkes.

3.4.1.4 Ny flomtunnel fra Lille Hopsvatnet til Nordåsvatnet

Flomtunnelen må dimensjoneres for en flomvannføring på 120 m³/s da en forutsetter at om lag 20 m³/s kan gå videre mot Hopsfossen.

Kapasitet på flomtunnel beregnes ved Mannings formel

$$Q = M \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \cdot A$$

Der

Q =	vannmengde, m ³ /s
M =	Mannings tall, satt til 30 m ^{1/3} /s
R =	hydraulisk radius, m ² /m
I =	fall, satt til 10,5 m/140 m = 0,075
A =	tverrsnitt, satt til 25 m ²
HHV =	+2,0 moh

Ved A = 25 m², har tunnelen en kapasitet på om lag 238 m³/s. I tillegg vil det komme både inn- og utløpstap som er helt avhengig av utformingen av inn- og utløp og er derfor ikke beregnet nå. Det forutsettes at inn- og utløpene utformes slik at tapene ikke reduserer kapasitet med mer enn 118 m³/s.

Byggemål

Lengde	L =	230 m
Tverrsnitt	A =	25 m ²

3.4.1.5 Overløpstærskel / luke i Hopsfossen

Overløpet på Hopsfossen samt luke beholdes slik det er i dag da det vil komme ned om lag 46 m³/s til overløpet som det er kapasitet for i dag.

3.4.1.5 Wernersholm bro

Wernersholm bro beholdes slik den er i dag da åpningene under broen har kapasitet på om lag 26 m³/s som er planlagt skal renne under broen.

3.4.2 Risiko for flomskader

Alternativ 1.2 medfører en åpning av jernbanefyllingen som under flomvannføringer vil kunne erodere sider og bunn i Lille Hopsvatnet. Boligen i Wernersholmvegen 18D vil være utsatt for skadelig erosjon om ikke tiltak iverksettes (plastring mm). En vil kunne få god kontroll på vannivået ved at innløpet til flomtunnelen er i Lille Hopsvatnet.

3.4.3 Drift og vedlikehold

Det kreves regulering av Grimevatnet og Myrdalsvatnet for å hindre skadelige flomvannføringer ned til Nesttun sentrum.

Selve flomtunnelene trenger ikke mye vedlikehold, men et visst tilsyn er nødvendig for å sikre at rister og innløp til tunnelen er fritt for grener, trær mm.

3.4.4 Kostnader

Det er inkludert 10 % uforutsett, 7 % til planlegging, administrasjon og byggelånsrenter på 7 %.

Det er beregnet prosjektkostnader til kr 44,7 millioner (eks mva).

3.5 ALTERNATIV 1.3

3.5.1 Fysiske inngrep

3.5.1.1 Nesttunvatnet - Hopsbroen

Se tegning 5710-112.

Dimensjonerende for tiltakene er tillatte maksimale vannstander i Nesttunvatnet, Hopsvatnet og Lille Hopsvatnet samt magasinet ved Hopsfossen.

Terskelen (fjellknaus) ved utløpet av Nesttunvatnet (like oppstrøms Hopsbroen) ligger på kote +12,0 moh. Det er naturlig at denne høyden beholdes da aktiviteten rundt Nesttunvatnet er tilpasset denne minste vannstanden.

Det er beregnet nødvendig tverrsnitt på kanalen ned mot Hopsbroen for å sikre at vannstanden holder seg under kote +14,0 moh.

Tverrsnittet må ha en bredde på om lag 30 m for å slippe gjennom 500-årsflommen. Det er lagt inn samme høyde på bunnen som dagens bunn ligger på.

3.5.1.2 Hopsbroen

Beregningene viser at lysåpningen under broen må ha en lysåpning på om lag 30 m for å slippe gjennom 500-årsflommen med flomvannføring på 153 m³/s med maksimalt tap på 0,8 m.

3.5.1.3 Ny flomtunnel fra Hopsvatnet til Nordåsvatnet

Flomtunnelen må dimensjoneres for en flomvannføring på 160 m³/s da det er forutsatt at resterende 6 m³/s vil gå under Wernersholm bro.

Kapasitet på tunnel beregnes ved Mannings formel

$$Q = M \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \cdot A$$

Der

- Q = vannmengde, m³/s
- M = Mannings tall, satt til 30 m^{1/3}/s
- R = hydraulisk radius, m²/m
- I = fall, satt til 11,2 m/220 m = 0,051
- A = tverrsnitt, satt til 25 m²

Ved A = 25 m², har tunnelen en kapasitet på om lag 196 m³/s. I tillegg vil det komme både inn- og utløpstap som er helt avhengig av utformingen av inn- og utløp og er derfor ikke beregnet nå. Det forutsettes at inn- og utløpene utformes slik at tapene ikke reduserer kapasitet med mer enn 36 m³/s.

Byggemål

Lengde	L = 220 m
Tverrsnitt	A = 25 m ²

3.5.1.4 Stikkrenner gjennom Paradisstranden

Det skal ikke gjøres tiltak på Paradisstranden.

3.5.1.5 Overløpsterskel / luke i Hopsfossen

Overløpet på Hopsfossen samt luke beholdes slik det er i dag da det vil komme ned om lag 6 m³/s til overløpet som det er kapasitet for i dag.

3.5.1.6 Wernersholm bro

Wernersholm bro beholdes slik den er i dag da åpningene under broen har god kapasitet på om lag 6 m³/s som er planlagt skal renne under broen.

3.5.2 Risiko for flomskader

Risiko for flomskader i Hopsvatnet og Lille Hopsvatnet er redusert da flomtunnelen legges med innløp i Hopsvatnet.

3.5.3 Drift og vedlikehold

Det kreves regulering av Grimevatnet og Myrdalsvatnet for å hindre skadelige flomvannføringer ned til Nesttun sentrum.

Selve flomtunnelen trenger ikke mye vedlikehold, men et visst tilsyn er nødvendig for å sikre at rister og innløp til tunnelen er fritt for grener, trær mm.

3.5.4 Kostnader

Det er inkludert 10 % uforutsett, 7 % til planlegging, administrasjon og byggelånsrenter på 7 %.

Det er beregnet prosjektkostnader til kr 45,3 millioner (eks mva).

4.0 ALTERNATIV 2

4.1 OMFANG

Alternativ 2 omfatter å bygge en flomtunnel med innløp i Nesttunvatnet og føre den direkte til Nordåsvatnet. Inntaket er planlagt rett før innsnevringen av utløpskanalen fra Nesttunvatnet mot Hopsbroen. Utløpet er tenkt nede i Hopsfossen enten med bunn på kote 0, delvis eller dykket, se tegning 5710-120.

Hovedprinsippet med alternativet er at det ikke skal gjøres andre tiltak nedstrøms Nesttunvatnet. Området fra Nesttunvatnet og ned til Nordåsvatnet har mange fine områder med stor kulturhistorisk verdi.

Oppstrøms Nesttun sentrum vil det ikke bli utført nye tiltak bortsett fra den reguleringen av Grimevatnet og Myrdalsvatnet som gjøres i dag.

4.1.1 Dimensjonerende vannmengde

Flomtunnelen skal tre i funksjon når vannføringen overstiger kapasiteten på vannveien nedstrøms innløpet.

4.1.1.1 Flomvannføringer ved innløpet til flomtunnelen

Kulminasjonsverdier (momentan)

Innløp til Hopsvatnet = Utløp fra Nesttunvatn	Areal km ²	Q _M		Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀
		l/s·km ²	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Døgnmiddel	39.9	980	39.1	48.5	56.3	62.2	73.1	80.2	88.8	97.4
Momentan	39.9	1540	61.4	76	88	98	115	126	139	153

Det er vurdert å dimensjonere flomtunnelen for en flomvannføring på 140 m³/s og at om lag 13 m³/s blir videreført. Det vil da komme om lag 26 m³/s ned til Hopsfossen.

4.2 FYSISKE INNGREP

4.2.1 Flomtunnel

Det vil komme en flomtunnel med innløp i Nesttunvatnet og utløp i Nordåsvatnet. Tunnelen er 550 m lang, og det er tilstrekkelig med et tverrsnitt på 30 m².

Utløpet kan ende i Nordåsvatnet enten helt eller delvis dykket eller like over sjønivået.

Kapasitet på tunnel beregnes ved Mannings formel

$$Q = M \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \cdot A$$

Der

- Q = vannmengde, m³/s
- M = Mannings tall, satt til 30 m^{1/3}/s
- R = hydraulisk radius, m²/m
- I = fall, satt til 12,0 m/550 m = 0,022
- A = tverrsnitt, satt til 30 m²

Ved A = 30 m², har tunnelen en kapasitet på om lag 164 m³/s. I tillegg vil det komme både inn- og utløpstap som er helt avhengig av utformingen av inn- og utløp og er derfor ikke beregnet nå. Det forutsettes at inn- og utløpene utformes slik at tapene ikke reduserer kapasitet med mer enn 24 m³/s.

Byggemål

Lengde	L = 550 m
Tverrsnitt	A = 30 m ²

Bybanetraseen vil ikke komme i konflikt med tunnelen.

4.3 RISIKO FOR FLOMSKADER

Ved alternativ 2 må kontroll av flomvannføringer gjøres slik som det gjøres i dag, det vil si å holde Grimevatnet og Myrdalsvatnet nedtappet i forkant av flommer.

4.4 DRIFT OG VEDLIKEHOLD

Det kreves regulering av Grimevatnet og Myrdalsvatnet for å hindre skadelige flomvannføringer ned til Nesttun sentrum.

Selve flomtunnelen trenger ikke mye vedlikehold, men et visst tilsyn er nødvendig for å sikre at rister og innløp til tunnelen er fritt for grener, trær mm.

4.5 KOSTNADER

Det er inkludert 10 % uforutsett, 7 % til planlegging, administrasjon og byggelånsrenter på 7 %.

Det er beregnet prosjektkostnader til kr 20,1 millioner (eks mva).

5.0 ALTERNATIV 3

5.1 OMFANG

Alternativ 3 omfatter å bygge en flomtunnel med innløp i Nesttunelven på strekningen mellom rundkjøringen på E39 der Osvegen går østover, Nesttunvegen nordover og Fanavegen sydover og opp mot der Midtunelven og Øvsttunelven samles til Nesttunelven (Skjoldskiftet), se tegning 5710-130.

Alternativ 3 medfører at det ikke skal gjøres tiltak andre steder nedstrøms innløpet i Nesttunvassdraget.

Tiltaket vil ikke øke kapasiteten oppstrøms inntaket.

Det er derfor nødvendig med regulering av Grimevatnet og Myrdalsvatnet for å hindre skadelige flomvannføringer oppstrøms innløpet til flomtunnelen.

Innløpet til flomtunnelen skal utformes slik at inntil $10 \text{ m}^3/\text{s}$ av flomvannet blir videreført i Nesttunelven.

5.1.1 Dimensjonerende vannmengder

Flomtunnelen skal ta unna om lag $110 \text{ m}^3/\text{s}$ og $10 \text{ m}^3/\text{s}$ går videre i vassdraget.

5.1.1.1 Flomvannføringer

NVE har beregnet følgende flomvannføringer som funksjon av gjentakintervall (returperiode).

Innløp til Nesttun sentrum	Areal km^2	Q_M		Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}
		$\text{l/s} \cdot \text{km}^2$	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s
Døgnmiddel	32.6	970	31.6	39.2	45.5	50.3	59.1	64.8	71.8	78.7
Momentan	32.6	1480	48.2	60	69	77	90	99	110	120

5.1.1.2 Kapasitet på kanal under Nesttun sentrum

Kapasiteten på kanalen under Nesttun senter er tidligere beregnet til cirka $50 \text{ m}^3/\text{s}$ og er ikke kontrollert nå. Kapasiteten er blant annet avhengig av vannstanden i Nesttunvatnet da en oppstuing her, vil redusere kapasiteten gjennom Nesttun senter. Siden vannføringen gjennom Nesttun sentrum er satt til maksimalt $10 \text{ m}^3/\text{s}$ ved en flomvannføring, er det alltid tilstrekkelig kapasitet i vassdraget fra Skjoldskiftet og ned til Nordåsvatnet.

Flomtunnelen må kunne transportere en vannmengde på minimum $Q_{\text{tunnel}} = 110 \text{ m}^3/\text{s}$.

5.2 FYSISKE INNGREP

5.2.1 Flomtunnel

Det vil komme en flomtunnel med innløp i Skjoldskiftet og utløp i Nordåsvatnet. Tunnelen er 1400 m lang, og det er trolig tilstrekkelig med et tverrsnitt på 30 m². I tillegg kommer et tverrslag på 180 m, se tegning 130.

Utløpet kan ende i Nordåsvatnet enten helt eller delvis dykket eller like over sjønivået. Det er ved beregning av kapasitet forutsatt en sjøvannstand på HHV = +2,0 moh. Det er ved beregningene ikke tatt hensyn til inn- og utløpstap da beregning av disse krever at inn- og utløpsdetaljene er detaljprosjektet.

Kapasitet på tunnel beregnes ved Mannings formel

$$Q = M \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \cdot A$$

Der

- Q = vannmengde, m³/s
- M = Mannings tall råsprengt fjell, satt til 30 m^{1/3}/s
- R = hydraulisk radius, m²/m
- I = fall, satt til 18,0 m/1400 m = 0,013
- A = tverrsnitt, 30 m²

Ved A = 30 m², har tunnelen en kapasitet på om lag 123 m³/s. I tillegg vil det komme både inn- og utløpstap som er helt avhengig av utformingen av inn- og utløp og er derfor ikke beregnet nå. Det forutsettes at inn- og utløpene utformes slik at tapene ikke reduserer kapasitet med mer enn 13 m³/s.

Byggemål

Lengde	L =	1400 m
Tverrsnitt	A =	30 m ²

Eksisterende anlegg som en må omsyn til, er den planlagte traseen for bybanen. Det er lagt inn på tegning 5710-130 den traseen som er anbefalt i optimaliseringsrapporten. Nå holder en på med reguleringsplan for bybanen på denne strekningen, slik at det kan komme endringer.

Avløpstunnelen ligger med høyde bunn er om lag på kote +10,0 moh i dette området.

5.2.2 Strekningen Elvenesvegen – Midtun skole

Ved store flommer blir store deler av gravplassen på vestsiden av Øvsttunelven og industriarealet nedenfor oversvømt.

NVE laget i 1998 en rapport (Inngreps nr 9472) om hvordan elvestrekningen kan utbedres, og konklusjonen i rapporten er at elven må senkes på noen steder og tverrprofilen utvides og plastres. Kostnader er beregnet til mellom 1,0 – 2,0 mill kr (1998-kroner).

Tiltaket som er beskrevet av NVE, øker kapasiteten på elvestrekningen Elvenesvegen – Midtun skole slik at en unngår en oversvømmelse på selve gravplassen slik som skjer i dag. Øket kapasitet på elvestrekningen vil imidlertid føre til mindre fordrøyning som igjen fører til øket belastning nedstrøms elvestrekningen (f eks Nesttun sentrum).

Flomsikring av elvestrekningen forutsetter at kapasiteten er tilstrekkelig videre nedstrøms elvestrekningen, og ved valg av alternativ 1 eller 2, vil kapasiteten ikke være tilstrekkelig nedstrøms elvestrekningen ved store flommer.

Alternativ 3 vil gjøre det mulig med en oppgradering av elvestrekningen forbi gravplassen da flomtunnelen har kapasitet til å håndtere den ekstra vannmengden som kommer.

Det ligger til rette for å finne en løsning for en innløp til flomtunnelen og oppgradering av elvestrekningen fra Elvenesvegen og ned til Midtun skole.

5.3 RISIKO FOR FLOMSKADER

Ved alternativ 3 har en kontroll med flomvannføringen fra Nesttun sentrum og ned til Nordåsvatnet.

En trenger ikke å regulere Grimevatnet eller Myrdalsvatnet for å kunne sikre Nesttun sentrum.

For å sikre bygg og anlegg oppstrøms innløpet til flomtunnelen i Skjoldskiftet, må Grimevatnet og Myrdalsvatnet trolig reguleres og/eller utbedre de flaskehalsene som er i vassdraget oppstrøms inntaket til flomtunnelen. Delrapport 1 viser alle flaskehalsene på strekningene.

5.4 DRIFT OG VEDLIKEHOLD

For å sikre Nesttun sentrum, medfører alternativ 3 at en slipper å regulere Grimevatnet og Myrdalsvatnet både før og ikke minst under en nedbør som medfører flomvannføringer. Det er bare behov for regulering i forhold til kraftproduksjon.

Det kan likevel bli et behov for regulering av Grimevatnet og Myrdalsvatnet hvis ikke flaskehalsene oppstrøms Skjoldskiftet utbedres.

Selve flomtunnelen trenger ikke mye vedlikehold, men et visst tilsyn er nødvendig for å sikre at rister og innløp til tunnelen er fritt for grener, trær mm.

5.6 KOSTNADER

Det er inkludert 10 % uforutsett, 7 % til planlegging, administrasjon og byggelånsrenter på 7 %.

Det er beregnet prosjektkostnader til kr 56,2 millioner (eks mva).

6.0 DISKUSJON

6.1 GENERELT

Det er tidligere (delrapport 1) vurdert effekten på flomvannføringene ved å regulere Grimevatnet, Søylevatnet og Myrdalsvatnet innenfor de reguleringsrettene som foreligger.

Konklusjonen var at en ved aktiv regulering av Grimevatnet og Myrdalsvatnet, dvs tappe ned begge i forkant av ekstremnedbør, ville kunne sikre Nesttun sentrum ved en 100-årsflom som vi hadde på høsten 2005.

En vil imidlertid ikke greie å tappe ned innsjøene hvis det er en periode med nedbør i forkant av ekstremnedbør, og da har en ikke noe volum å lagre flommen i.

Det er i denne rapporten (delrapport 2) vurdert tre alternativer som er ment å være en permanent løsning for hele Nesttunvassdraget.

6.2 ALTERNATIV 1 OG 2

Alternativ 1 og 2 krever en fortsatt regulering av Grimevatnet, Søylevatnet og Myrdalsvatnet innenfor de reguleringsrettene som foreligger.

Fysiske inngrep

Ved alternativ 1 blir det store fysiske inngrep med utvidelse av kanalen ned mot Hopsbroen. I tillegg må Hopsbroen utvides, noe som medfører redusert kapasitet på Rv562 i anleggsperioden. Det må også utføres utbedringsarbeider videre gjennom Paradisstranden / flomtunneler.

Risiko for flomskader

Ved begge alternativene kreves det at Grimevatnet og Myrdalsvatnet reguleres.

Ved å tappe ned innsjøene, vil en kunne styre videreført vannmengde etter forutsetningene. En vil likevel kunne oppleve perioder med så mye nedbør at det er problem å tappe vannene, og hvis det da på toppen kommer nedbør med så høy intensitet som høsten 2005, vil en ikke kunne dempe flomvannføringen nevneverdi. En vil opplyse om at det ikke er regnet på sannsynligheten for at overnevnte scenario skal inntreffe.

En vil likevel konkludere med at det fortsatt er fare for skadelig flomvannføring.

Drift og vedlikehold

Noen må utøve regulering av vannene, og per dato er det noe uklart hvilke retter / plikter regulant har i forhold til å regulere vannene for å sikre mot skadelige flomvannføringer. Dette

må eventuelt avklares grundig i forhold til gjeldende lovverk og prosedyrer må utarbeides og etterleves.

Kostnader

Kostnadene for alternativ 1 ligger på rundt 45 – 48 mill kr, mens alternativ 2 vil komme på rundt 20 mill kr.

6.3 ALTERNATIV 3

Alternativ 3 krever ikke en regulering av Grimevatnet, Søylevatnet og Myrdalsvatnet for å sikre Nesttun sentrum bortsett fra det som regulant (Hopsfossen Kraftstasjon AS) ønsker å gjøre for å drifte kraftverket optimalt.

Flaskehalser mellom Grimevatnet og innløp flomtunnel må utbedres, likeledes flaskehalser mellom Myrdalsvatnet og innløp flomtunnel.

Ved flomvannføringer er det i området rundt Grimevatnet boliger med mer som oversvømmes. Dette må løses ved at kapasiteten på utløpet fra Grimevatnet økes, og dette er uavhengig av hvilket alternativ som velges.

Fysiske inngrep

Synlige inngrep blir innløpet like oppstrøms Nesttun sentrum og utløpet i Nordåsvatnet. Steinmassene fra tunnelen er det ikke problemer med å bli kvitt.

Flaskehalser oppstrøms innløp flomtunnel må utbedres.

Alternativet åpner også for at elvestrekningen fra Elvenesvegen og ned til planlagt inntak for flomtunnelen, kan utbedres.

Risiko for flomskader

Det er Nesttun sentrum som har vært mest utsatt for skader, selv om andre bygninger oppstrøms Nesttun også er blitt utsatt for skader, så er det av mindre omfang.

Da Nesttun sentrum ligger nedenfor flomtunnelen, vil også de bygningene og anleggene der være sikret mot overflømmelse.

Det bør gjøres en detaljert vurdering av lokale innsnevringer oppstrøms innløpet til flomtunnelen slik at konstruksjoner og bygninger ikke blir utsatt for skadelig flomvannføring.

Konklusjonen er at risikoen for flomskader er små.

Drift og vedlikehold

Flomtunnelen vil tre i funksjon av seg selv, og det som trengs av drift og vedlikehold, begrenses til kontroll med innløpet at rister med mer er rene slik at de fungerer som de er forutsatt.

Konklusjonen er at drift og vedlikehold er lett og oversiktlig.

Kostnader

Kostnadene for alternativ 3 ligger på rundt 56 mill kr. Hvis en samtidig ønsker å øke kapasiteten i Øvsttunelven fra Elvenesvegen og ned til innløpet til flomtunnelen, kommer kostnader med i tillegg. Dette arbeidet ble kostnadsregnet til i underkant av 2 mill kr 1998-kroner.

6.4 ANDRE FORHOLD

Det er ikke spesielt vurdert virkninger av alternativene på tema som biologisk mangfold, landskap, naturmiljø og friluftsliv med mer.

Myrdalsvatnet må, ved alternativ 1 og 2, tappes ned det meste av året for å kunne lagre en flomvannføring. Ved alternativ 3 kan denne reguleringen reduseres mye.

Grimevatnet og Myrdalsvatnet er rekreasjonsområde for mange fastboende og turgåere, og det er ønskelig at disse innsjøene er fulle med vann hele året, og særlig i sommerhalvåret.

Grimevatnet kan sammenlignes med Myrdalsvatnet, men her må kapasiteten på utløpet fra innsjøen økes uavhengig av hvilke alternativ som velges da boliger med mer blir oversvømt ved ekstremnedbør.

Alternativ 3 medfører at vassdraget nedstrøms Nesttun sentrum blir urørt, mens alternativ 1 medfører til dels store inngrep i til dels verneverdig område. Alternativ 2 medfører mindre inngrep med et innløp i Nesttunvatnet.

Når det gjelder det biologiske mangfoldet, er det vurdert slik at dess mindre regulering som utføres i Grimevatnet og Myrdalsvatnet, dess bedre er vilkårene for det biologiske mangfoldet i influensområdene. Her kommer alternativ 3 bedre ut enn alternativ 1 og 2.

For Grimevatnet og Myrdalsvatnet er det positivt at vannstanden kan holdes høy det meste av året. Fortsatt vil regulanten (Hopsfossen Kraftstasjon AS) kunne regulere innsjøene for å optimalisere driften ved kraftverket. En optimalisering medfører å tappe magasinene sommerstid for å kunne produsere strøm i tørre sommermånedene og være klart til å magasinere høstnedbøren slik at en kan bruke av magasinet vinterstid når avrenningen er mindre enn forbruket i kraftstasjonen.

6.5 KONKLUSJON

Av de undersøkte alternativene, er alternativ 3 det beste alternativet for å løse problemene med skadelig flomvannføring i Nesttunvassdraget fra oppstrøms Nesttun sentrum og ned til Nordåsvatnet.

Alternativ 3 kommer best ut i forhold til risiko for flomskader, drift og vedlikehold samt inngrep i vassdraget. Alternativet er imidlertid det dyreste av de undersøkte alternativene.

Det vil være mulig i sikre vassdraget med rimelig godt selv ved valg av alternativ 1 og 2, men det krever en god oppfølging av flomvarsel, nedbør mm og dertil regulering av Grimevatnet og Myrdalsvatnet, jf konklusjonene i delrapport 1. I dag er det usikkert hvem som har det formelle ansvaret (trolig regulant Hopsfossen Kraftstasjon AS), men det må avklares og formaliseres.

Innmålt maksimal flomvannstand høsten 2005

	Flom vannstand	Ca plassering av punkt	
	Kotehøyde ¹	X-Koordinat	Y-Koordinat
Haugsdalsvannet	56.05	6687132.9	303774.4
Grimevannet	73.90	6695509.7	302202.3
Apeltunvannet	31.84	6690470.7	297469.3
Iglevannet	51.70	6690456.4	298283.1
Haukelandsvannet	74.83	6698066.3	304758.9
Sælenvannet	1.29	6693546.9	294301.0
Ortuvannet	32.90	6695598.7	295080.8
Solheimsvannet	18.04	6697917.8	298518.8
Kristianborgvannet	13.17	6696507.1	298144.5
Heldalen	69.52	6694766.4	301199.6
Sædalen	147.50	6695428.8	300838.9
Lille Nesttunvatnet	15.09	6692685	298450
Store Nesttunvannet	15.30	6692790	298660
Hopsvannet, øvre	14.70	6693585	298090
Hopsvannet, nedre	12.90	6693750	298025
Nesttunelven v/Meny	15.81	6692604	298618
Nesttunelven v/Fana bilutleie	26.89	6691925	298750
Nesttunelven v/kirkegården	32.13	6691800	298900
Sanddalen v/Sanddalsveien 22	17.77	6693418	299233

¹ HREF MHV(middel høy vannstand) NN1954

TIL: Bergen kommune

KOPI TIL:

FRA: Geir Bertelsen, OPTICONSULT

Direkte telefon: 55 27 51 36

E-post: geir.bertelsen@opticonsult.no

DATO: 22. november 2007

Doknr: 571050002-20-1

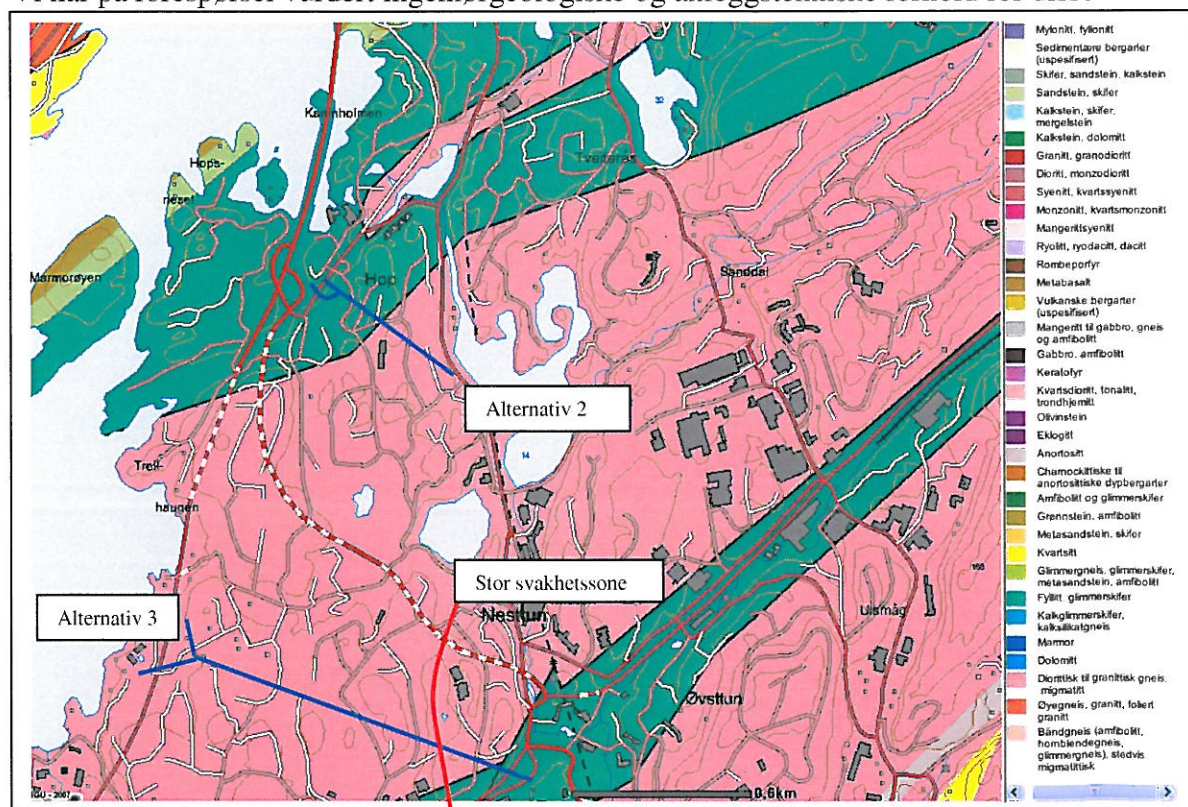
Nesttunelven – Flomtunnel / Ingeniørgeologiske og anleggstekniske forhold

VEDLEGG 2

1. Innledning

Bergen kommune vurderer ulike tiltak for å forebygge flomskader i Nesttunelven. Et tiltak kan være tunnel fra nordvestenden av Nesttunvatnet til Nordåsvatnet ved Wernersholm (Alternativ 2). Et annet alternativ kan være å sprenges tunnel med inntak ved Skjoldskiftet og utløp i Nordåsvatnet ved Skipavika (Alternativ 3).

Vi har på forespørsel vurdert ingeniørgeologiske og anleggstekniske forhold for disse



tunnelalternativene.

Fig 1 viser geologisk kart med de aktuelle tunneltraseene inntegnet.

2 Grunnlag

Følgende grunnlag er benyttet:

- Grunnkart Bergen og www.bergenskart.no
- NGU (Arealis på nett). Berggrunnsgeologisk kart

3 Utførte undersøkelser

Enkle feltobservasjoner er gjort ved befaringer i uke 41 – 2007.

4. Grunnforhold

4.1 Topografi / løsmasseforhold

Alternativ 2

Fra utslagsområdet i Nordåsvatnet ved Wernersholm stiger terrenget bratt opp til ca kote 40 i Hopsåsen. Terrenget faller så mot Nesttunvatnet, som ligger på ca kote 15.

Det er berg i dagen i naturlige skrenter og sprengte skjæringer langs store deler av traseen. I et søkk ved Østre Hopsnesvei kan det være en del løsmasse. Ellers antar vi at løsmassemekthetene i denne sammenhengen er ubetydelige

Alternativ 3

Fra det aktuelle utslagsområdet ved Skiparvika stiger terrenget bratt til kot 40-50.

I et markert søkk øst for Odinsvei ligger terrenget nede på ca kot 32. Ellers ligger terengoverflaten langs traseen stort sett mellom kote 40 og 50.

Det er berg i dagen langs store deler av traseen. I noen søkk kan imidlertid løsmassemekthetene være betydelige. Det gjelder i første rekke myrdraget øst for Odins veg. Her antar vi at det kan være løsmasser av myrjord og finsand/silt, med mektighet mer enn 5 m. Det kan også være en del løsmasser i oppdyrkede områder syd for Sundts veg.

4.2 Berggrunn

Alternativ 2

I nordøstre del av tunnelen vil berggrunnen bestå av glimmerskifer og amfibolittisk skifer. Litt over midtveis vil tunnelen krysse en bergartsgrense og gå over i en krystallin gneis med granittisk til diorittisk mineralsammensetning.

Oppsprekkingen har i hovedsak samme mønster som for alt 3 (se nedenfor).

Det er ingen store svakhetssoner som gir seg til kjenne i overflaten. Noen mindre svakhetssoner og slepper kan skjære tunnelen.

Alternativ 3

Berggrunnen i området består i hovedsak av amfibolittisk gneis. Inntaket i Nesttunelven ligger i et grenseområdet mellom krystallin gneis og glimmerskifer.

Bergmassen er relativt tett oppsprukket. Det mest markerte sprekkesystemet faller sammen med gneisens foliasjon som har strøk SV-NØ og varierende sydøstlig fall 10-60°.

Det finnes i tillegg et markert sprekkesystem med strøk tilnærmet N-S, og et med strøk tilnærmet Ø-V. Begge disse har varierende steile fall.

Det finnes også en del tilfeldig oppsprekking. Det vil si sprekker som ikke kan defineres til noe bestemt sprekkesystem.

Tunnelen vil krysse noen svakhetssoner. Den mest markerte sonen følger søkket og myrdraget syd for Lille Nesttunvatn og øst for Odinsvei.

4.3 Hydrogeologiske forhold

Generelt vil sprekkekanaler i bergmassen være vannførende, i større eller mindre grad. Innlekkasje i tunnelene vil normalt ytre seg som spredt vanndrypp, og ikke medføre noe stort anleggstekniske problemer. Større konsentrerte lekkasjer kan imidlertid ikke utelukkes.

Tunnelene vil drenere grunnvann / sprekkevann fra omkringliggende bergmasse. Det er ikke mulig, ut fra enkle overflateobservasjoner, å gi detaljerte prognoser for lekkasjenivå.

Bare i spesielle tilfeller vil lekkasjer i tunnelene kunne gi merkbare utslag på overflaten.

Alternativ 2

For denne tunnelen er det ingen områder som ser ut til å være sårbare ved drenering av grunnvann/sprekkevann. Injeksjon vurderes bare nødvendig dersom man treffer på soner med så stor vannføring at anleggsdriften hindres. Sannsynligheten for slike forhold vurderes som svært liten.

Alternativ 3

Tunnelen krysser under et myrområde øst for Odinsvei med liten overdekning. Her er det en teoretisk mulighet for at tunnelen kan føre til grunnvannssenking i myren og merkbare konsekvenser på overflaten.

I dette området må det defineres krav til tetthet i tunnelen, og det må legges opp til rutiner med sonderboring og injeksjon slik at lekkasjenivået hele tiden er under kontroll.

5 Trasevalg

Alternativ 2

Vi har lagt til grunn at tunnelen drives fra et tverrslag ved stikkvei fra Wernersholmsveien. Den drives i rett linje og på slak stigning mot inntak ved nordvestenden av Nesttunvatn.

Inntak etableres ved å sprengne en kort inntakssjakt. Topografi og grunnforhold gjør at vi her vurderer det som mest aktuelt med tørt tunnelutslag i Nordåsvatnet (i- eller like over havnivå).

Alternativ 3

Tunnelen kan drives fra et tverrslag ved Skiparviklia. Her finnes et gunstig påhuggsområde og et egnet riggområde umiddelbart øst for kulverten under motorveien.

Fra et kort tverrslag drives tunnelen i rett linje, og på svak stigning mot et inntak i Nesttunelven, ved krysset Fanavegen / Osvegen. Den drives i motsatt retning, til utslag i Nordåsvatnet syd for Skiparvika.

Ved videre prosjektering kan det være aktuelt å vurdere justeringer i traseen. Blant annet kan det være aktuelt å legge tunnelen i en kurve mot nord. Hensikten vil eventuelt være å krysse den markerte svakhetssonen med bedre fjelloverdekning.

Det finnes fra før noen tunnelanlegg i området. Det gjelder veitunnelene Hop-Nesttun og det gjelder avløpstunnel Sandalen – Skjoldbukta. Videre er det planlagt tunnel for bybane i området. Disse er det tatt hensyn til ved trasevalget.

Inntak kan etableres ved at det bores eller sprenges en kort sjakt fra enden av tunnelen. Utslag kan etableres ved at det sprenges en gjennomslagssalve, enten umiddelbart over havnivå, eller noe under havnivå.

6 Anleggstekniske forhold

6.1 Generelt

Vi har tatt utgangspunkt i at tunnelene drives med konvensjonelt utstyr, og med et tverrsnitt på 30 m².

6.2 Sprengning

Alternativ 2 og 3

Store deler av tunnelene vil gå under etablert bebyggelse. Det må man ta hensyn til ved å definere grenseverdier for sprengningsinduserte vibrasjoner. Sprengningsarbeidene må planlegges og utføres slik at grenseverdiene ikke overskrides.

Det vil i denne forbindelse bli nødvendig med et omfattende program for bygningsbesiktigelse før anleggsstart, og et program for å måle vibrasjoner i anleggsperioden.

Erfaringsmessig vil de anleggstekniske utfordringene som følger av nærheten til bebyggelse kunne løses uten store kostnadsmessige konsekvenser.

6.3 Stabilitetsforhold / Sikring

Alternativ 2 og 3

Det bør kalkuleres med relativt omfattende sikring.

Vi har lagt til grunn at det sikres med sprøytebetong i store deler av tunnelen og at det i tillegg sikres med ca 3-4 bolter pr meter tunnel.

Ved kryssing av svakhetssoner kan det bli nødvendig med mer omfattende sikring. Her kan det være aktuelt full utstøping eller sikring armerte sprøytebetongbuer.

7 Kostnader

Nedenfor har vi anslått kostnader for tunnel pr løpemeter. Kostnadene gjelder en tunnel med tverrsnitt ca 30 m²:

Tunnelsprengning og relaterte arbeider (opplasting, transport, diverse sikkerhetstiltak etc)	kr 12 000 / lm
Diverse ekstra rensk / bunnrensk etc.	kr 2 000 /lm
Sikring med bolter og sprøytebetong	kr 8 000 / lm
Sonderboring / Injeksjon etc	kr 2 000 /lm
Totalt tunnelarbeider	kr 24 000 / lm

8 Videre prosjektering / undersøkelser

Ved videre prosjektering bør det utføres en mer detaljert geologisk kartlegging.

Videre bør det utføres fjellkontrollboringer eller seismikk i inntaksområder, utslagsområder og i enkelte områder langs aktuelle traseer.

Bergforholdene er generelt godt kjent gjennom eksisterende tunnelanlegg i området. Det vurderes derfor i utgangspunktet ikke nødvendig med kjerneboringer eller andre former for tunge grunnundersøkelser.

Med vennlig hilsen

OPTICONSULT AS



Geir Bertelsen
Ingeniørgeolog

**ALTERNATIV 1.1**

Post	Beskrivelse	Enhet	Masse	E.pris	Sum
1.0	Rigg, drift, nedrigging og kapitalkostnader				
1.1	Alle kostnader	RS	1	5000000	5 000 000
	Sum kap 1.0				<u>5 000 000</u>
2.0	Ny Hopsbro				
2.1	Rigg/uspesifisert	RS	1	6000000	6 000 000
2.2	Stillas	m3	4500	80	360 000
2.3	Forskaling	m2	700	800	560 000
2.4	Armering	kg	120000	15	1 800 000
2.5	Spennarmering	mMN	6000	250	1 500 000
2.6	Betong	m3	1000	2000	2 000 000
2.7	Landkar	m3	300	8000	2 400 000
	Sum kap 2.0				<u>14 620 000</u>
3.0	Utvidelse av kanal i Nesttunvatnet (350 m)				
3.1	Graving og transport av løsmasser	m3	1500	500	750 000
3.2	Sprengning og opplasting av fjell	m3	15000	150	2 250 000
3.3	Transport av sprengstein	m3	22000	100	2 200 000
3.4	Tørrmur (350 m x 5 m)	m2	1800	2500	4 500 000
3.5	Arrondering av terreng	RS	1	500000	500 000
	Sum kap 3.0				<u>10 200 000</u>
4.0	Ny bro ved jernbanetraseen (Paradisstranden)				
4.1	Stillas	m3	350	100	35 000
4.2	Graving	RS	1	300000	300 000
4.3	Forskaling	m2	130	800	104 000
4.4	Armering	kg	5000	15	75 000
4.5	Stål	kg	10000	40	400 000
4.6	Betong	m3	35	2000	70 000
4.7	Midlertidig G/S-veg under anleggsarbeider	RS	1	200000	200 000
4.8	Landkar	m3	20	8000	160 000
	Sum kap 4.0				<u>1 344 000</u>
5.0	Flomtunnel ved Wernersholm bro				
5.1	Innløpsarrangement/utslag	RS	1	1500000	1 500 000
5.2	Tunnel, 20 m2	m	70	18000	1 260 000
	Inkludert sprengning, opplasting og vekk-transport, bunnrensk, sikring, sonderboring og injeksjon				
	Sum kap 5.0				<u>2 760 000</u>

6.0	Flomtunnel ved bro Wernersholmveg				
6.1	Innløpsarrangement/utslag	RS	1	1500000	1 500 000
6.2	Tunnel, 20 m2	m	40	18000	720 000
	Inkludert sprengning, opplasting og vekk-transport, bunnrensk, sikring, sonderboring og injeksjon				
	Sum kap 6.0				2 220 000
7.0	Utvide overløpet i Hopsfossen og større luke				
7.1	Utvide overløpet (fjellknaus nestrøms)	RS	1	500000	500 000
7.2	Ny luke	RS	1	2000000	2 000 000
	Sum kap 7.0				2 500 000
	Sum 1 (sum alle kapitler)				38 644 000
8.0	Andre kostnader				
8.1	Uforutsett, 10 %				3 864 400
8.2	Byggelånsrenter, 7 %, byggetid 1 år				1 690 675
8.3	Planlegging, administrasjon, 10%				3 864 400
	Sum 2				9 419 475
	Prosjektkostnader (sum 1 + 2)				48 063 475

**ALTERNATIV 1.2**

Post	Beskrivelse	Enhet	Masse	E.pris	Sum
1.0	Rigg, drift, nedrigging og kapitalkostnader				
1.1	Alle kostnader	RS	1	5000000	5 000 000
	Sum kap 1.0				5 000 000
2.0	Ny Hopsbro				
2.1	Rigg/uspesifisert	RS	1	6000000	6 000 000
2.2	Stillas	m3	4500	80	360 000
2.3	Forskaling	m2	700	800	560 000
2.4	Armering	kg	120000	15	1 800 000
2.5	Spennarmering	mMN	6000	250	1 500 000
2.6	Betong	m3	1000	2000	2 000 000
2.7	Landkar	m3	300	8000	2 400 000
	Sum kap 2.0				14 620 000
3.0	Utvidelse av kanal i Nesttunvatnet (350 m)				
3.1	Graving og transport av løsmasser	m3	1500	500	750 000
3.2	Sprengning og opplasting av fjell	m3	15000	150	2 250 000
3.3	Transport av sprengstein	m3	22000	100	2 200 000
3.4	Tørrmur (350 m x 5 m)	m2	1800	2500	4 500 000
3.5	Arrondering av terreng	RS	1	500000	500 000
	Sum kap 3.0				10 200 000
4.0	Ny bro ved jernbanetraseen (Paradisstranden)				
4.1	Stillas	m3	350	100	35 000
4.2	Graving	RS	1	300000	300 000
4.3	Forskaling	m2	130	800	104 000
4.4	Armering	kg	5000	15	75 000
4.5	Stål	kg	10000	40	400 000
4.6	Betong	m3	35	2000	70 000
4.7	Midlertidig G/S-veg under anleggsarbeider	RS	1	200000	200 000
4.8	Landkar	m3	20	8000	160 000
	Sum kap 4.0				1 344 000
5.0	Flomtunnel Lille Hopsvatn - Nordåsvatn				
5.1	Innløpsarrangement/utslag	RS	1	2000000	2 000 000
5.2	Tunnel, 25 m2	m	140	20000	2 800 000
	Inkludert sprengning, opplasting og vekk-transport, bunnrensk, sikring, sonderboring og injeksjon				
	Sum kap 5.0				4 800 000
	Sum 1 (sum alle kapitler)				35 964 000

6.0 Andre kostnader

6.1	Uforutsett, 10 %	3 596 400
6.2	Byggelånsrenter, 7 %, byggetid 1 år	1 573 425
6.3	Planlegging, administrasjon, 10%	3 596 400

Sum 2	8 766 225
--------------	------------------

Prosjektkostnader (sum 1 + 2)	44 730 225
--------------------------------------	-------------------

**ALTERNATIV 1.3**

Post	Beskrivelse	Enhet	Masse	E.pris	Sum
1.0	Rigg, drift, nedrigging og kapitalkostnader				
1.1	Alle kostnader	RS	1	5000000	5 000 000
	Sum kap 1.0				5 000 000
2.0	Ny Hopsbro				
2.1	Rigg/uspesifisert	RS	1	6000000	6 000 000
2.2	Stillas	m3	4500	80	360 000
2.3	Forskaling	m2	700	800	560 000
2.4	Armering	kg	120000	15	1 800 000
2.5	Spennarmering	mMN	6000	250	1 500 000
2.6	Betong	m3	1000	2000	2 000 000
2.7	Landkar	m3	300	8000	2 400 000
	Sum kap 2.0				14 620 000
3.0	Utvidelse av kanal i Nesttunvatnet (350 m)				
3.1	Graving og transport av løsmasser	m3	1500	500	750 000
3.2	Sprengning og opplasting av fjell	m3	15000	150	2 250 000
3.3	Transport av sprengstein	m3	22000	100	2 200 000
3.4	Tørrmur (350 m x 5 m)	m2	1800	2500	4 500 000
3.5	Arrondering av terreng	RS	1	500000	500 000
	Sum kap 3.0				10 200 000
4.0	Flomtunnel Hopsvatn - Nordåsvatn				
4.1	Innløpsarrangement/utslag	RS	1	2000000	2 000 000
4.2	Tunnel, 25 m2	m	230	20000	4 600 000
	Inkludert sprengning, opplasting og vekk-transport, bunnrensk, sikring, sonderboring og injeksjon				
	Sum kap 5.0				6 600 000
	Sum 1 (sum alle kapitler)				36 420 000

5.0 Andre kostnader

5.1	Uforutsett, 10 %	3 642 000
5.2	Byggelånsrenter, 7 %, byggetid 1 år	1 593 375
5.3	Planlegging, administrasjon, 10%	3 642 000

Sum 2	8 877 375
--------------	------------------

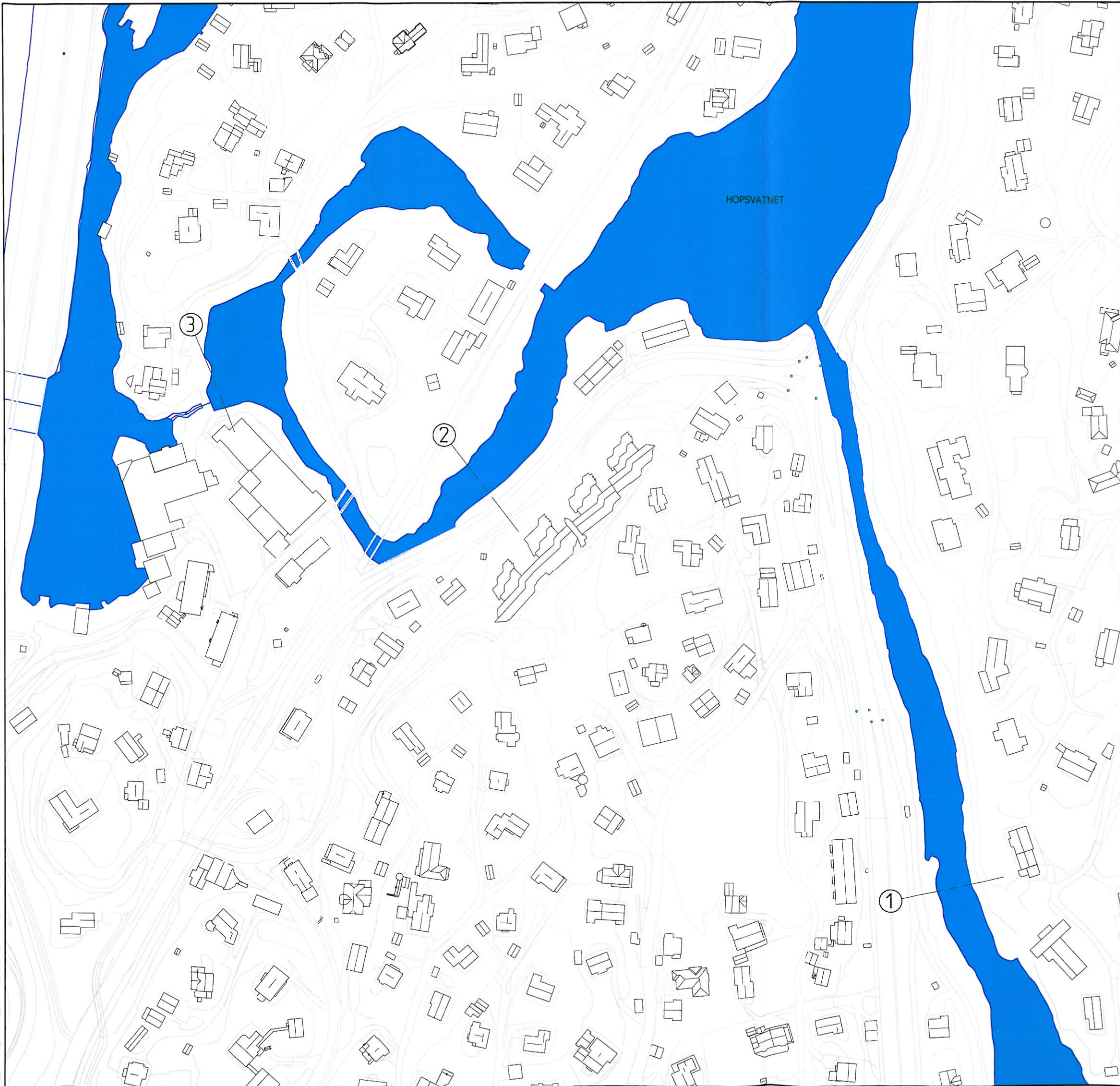
Prosjektkostnader (sum 1 + 2)	45 297 375
--------------------------------------	-------------------

**ALTERNATIV 2**

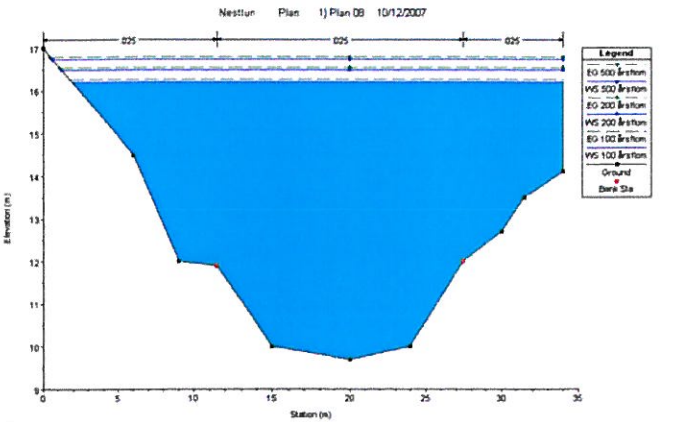
Post	Beskrivelse	Enhet	Masse	E.pris	Sum
1.0	Rigg, drift, nedrigging og kapitalkostnader				
1.1	Alle kostnader	RS	1	4000000	4 000 000
	Sum kap 1.0				4 000 000
2.0	Tunnel fra Nesttunvatnet til Nordåsvatnet				
2.1	innløpsarrangement/utslag	RS	1	3000000	3 000 000
2.2	tunnel, 30 m2	m	550	24000	13 200 000
	inkludert sprengning, opplasting og vekk-transport, bunnrensk, sikring, sonderboring og injeksjon				
	Sum 1 (sum alle kapittel)				16 200 000
3.0	Andre kostnader				
3.1	Uforutsett, 10%				1 620 000
3.2	Byggelånsrenter, 7 %, byggetid 1 år				708 750
3.3	Planlegging, administrasjon, 10%				1 620 000
	Sum 2				3 948 750
	Prosjektkostnader (sum 1 + 2)				20 148 750

**ALTERNATIV 3**

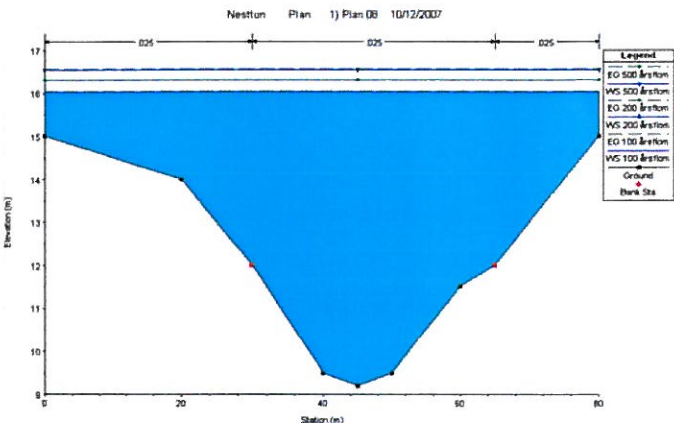
Post	Beskrivelse	Enhet	Masse	E.pris	Sum
1.0	Rigg, drift, nedrigging og kapitalkostnader				
1.1	Alle kostnader	RS	1	5000000	5 000 000
	Sum kap 1.0				5 000 000
2.0	Tunnel fra Skjold til Nordåsvatnet				
2.1	Innløpsarrangement/utslag	RS	1	3000000	3 000 000
2.2	Tverrslag, 25 m2	m	180	20000	3 600 000
2.3	Tunnel, 30 m2	m	1400	24000	33 600 000
	Inkludert sprengning, opplasting og vekk-transport, bunnrensk, sikring, sonderboring og injeksjon				
	Sum kap 2.0				40 200 000
	Sum 1 (sum alle kapitler)				45 200 000
3.0	Andre kostnader				
3.1	Uforutsett, 10%				4 520 000
3.2	Byggelånsrenter, 7 %, byggetid 1 år				1 977 500
3.3	Planlegging, administrasjon, 10%				4 520 000
	Sum 2				11 017 500
	Prosjektkostnader (sum 1 + 2)				56 217 500



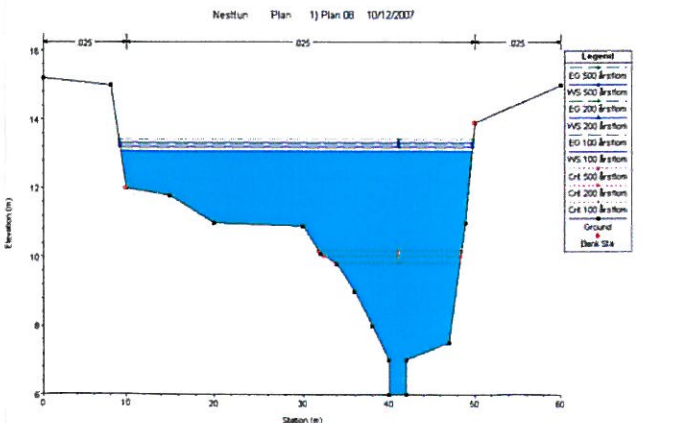
PROFIL 1



PROFIL 2

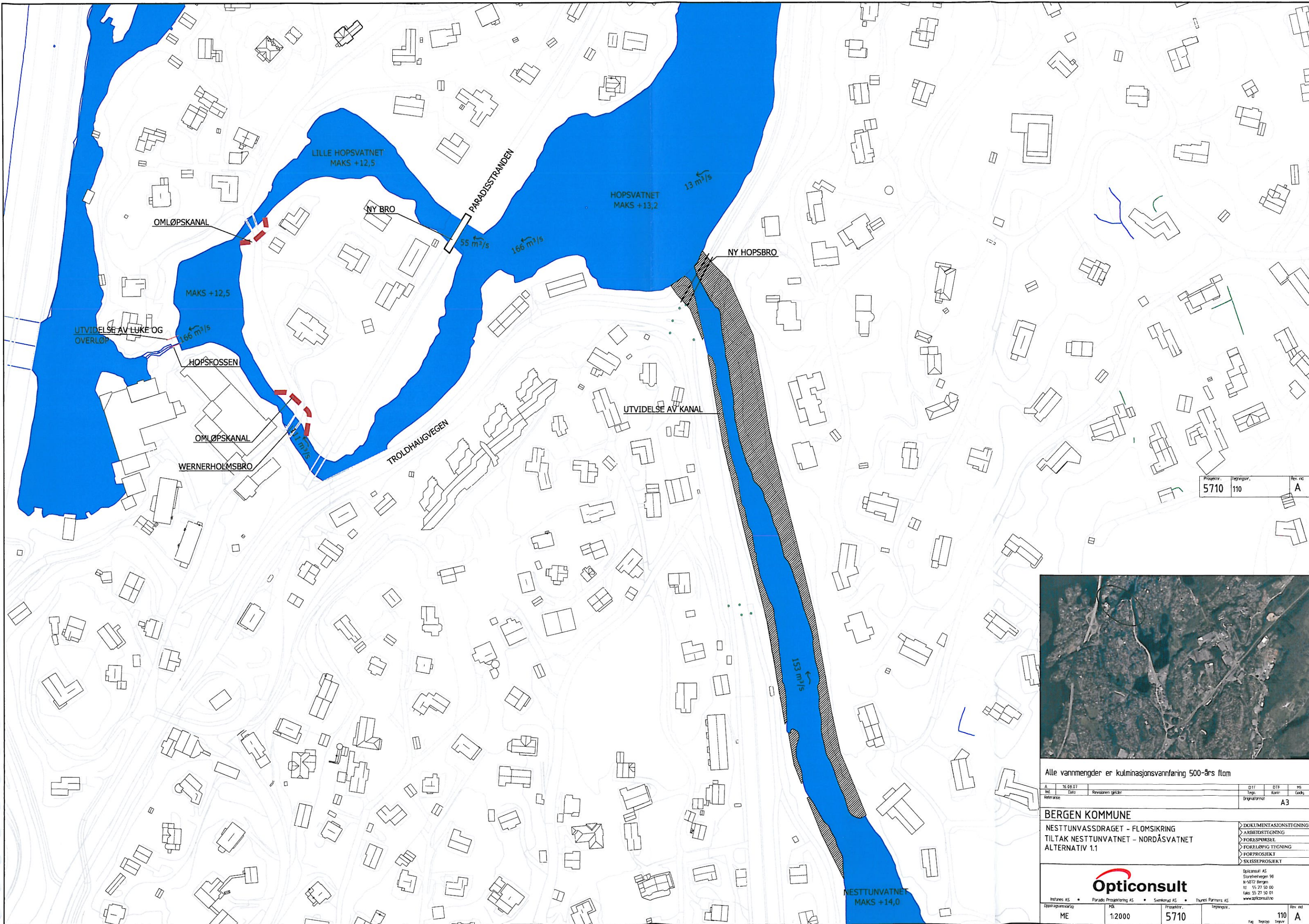


PROFIL 3



Prosjekt	Tegning	Rev. ind.
5710	101	A

A	12.10.07					DTE	DTE	ME
Rev.	Dato	Revisjon gitt			Tegn	Kont	Leds	
Reference					Originalform			
					A3			
BERGEN KOMMUNE								
NESTUNVASSDRAGET - FLOMSIKRING					DOKUMENTASJONSTEGNING			
PROFILER HEC-RAS					ARBEIDSTEGNING			
					FORESPORSEL			
					FORELØPIG TEGNING			
					FORPROSJEKT			
					SKISSEPROSJEKT			
					Opticonsult AS Storgateveien 98 N-5072 Bergen tlf: 55 27 50 00 faks: 55 27 50 01 www.opticonsult.no			
Illustrasjon AS		Paradis Prosjekt AS		Sveinrud AS		Thunet Partners AS		
Oppdragsleder		Prosjekt		Tegning		Rev. ind.		
ME		1:2000		5710		101 A		
						Fag Tegning Tegning		



Prosjekt nr.	110	Rev. nr.	A
5710			



Alle vannmengder er kulminasjonsvannføring 500-års flom

A	16.08.07	D11	D15	M5
Ind.	Dato	Revisjonen gjelder	Tegn.	Kont.
Referanse			Originaltittel	A3

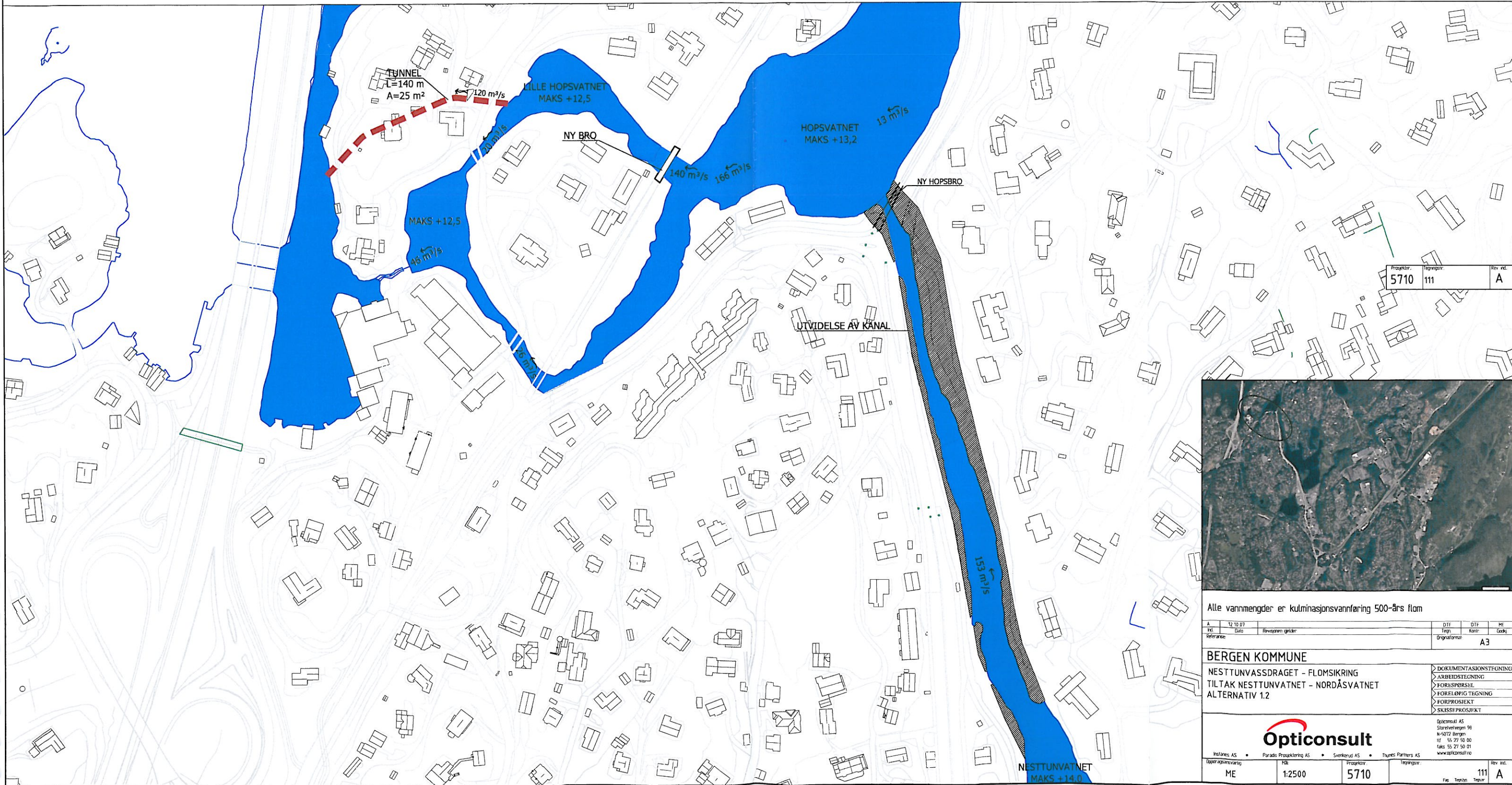
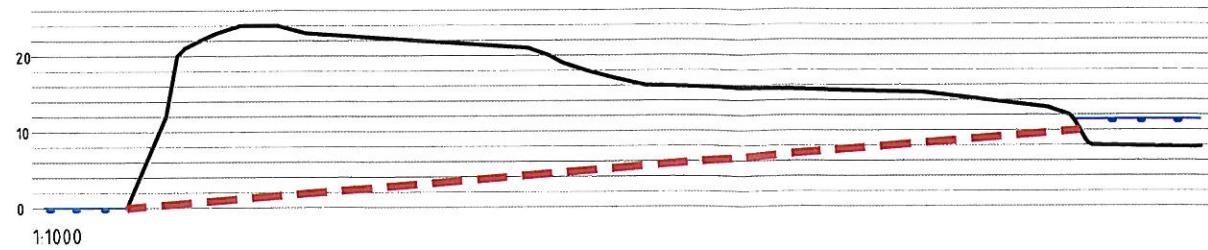
BERGEN KOMMUNE
NESTTUNVASSDRAGET - FLØMSIKRING
TILTAK NESTTUNVATNET - NORDÅSVATNET
ALTERNATIV 1.1

- DOKUMENTASJONSTEGNING
- ARBEIDSTEGNING
- FORESPØRSEL
- FORELØPIG TEGNING
- FORPROSJEKT
- SKISSEPROSJEKT

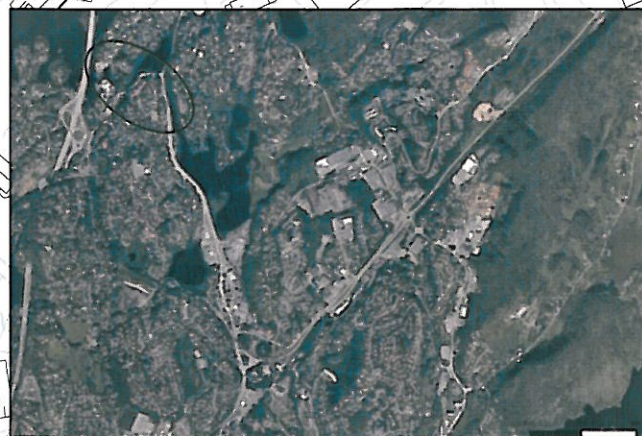
Opticonsult
Opticonsult AS
Storehøvetvegen 98
N-5072 Bergen
tlf: 55 27 50 00
faks: 55 27 50 01
www.opticonsult.no

Instans AS	Parade Prosjektering AS	Sveinrud AS	Touret Partners AS
Oppdragsansvarlig	Må	Prosjektør	Tegning
ME	1:2000	5710	110
			A

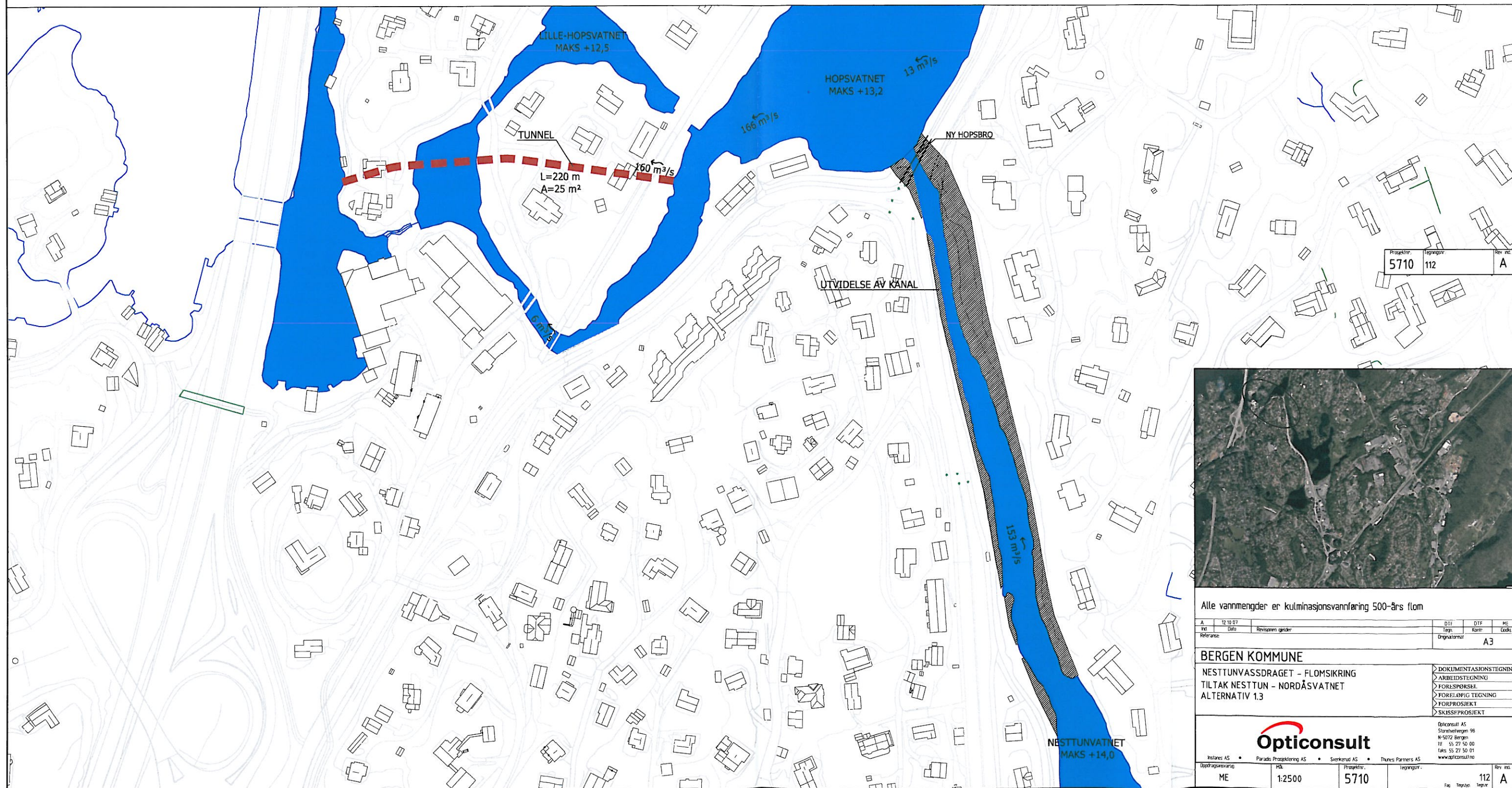
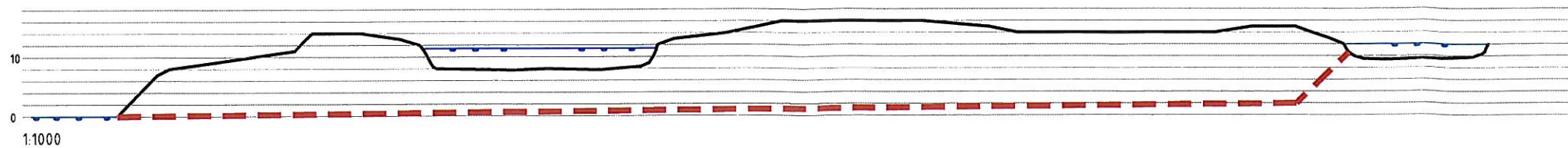
Fag: Tegning



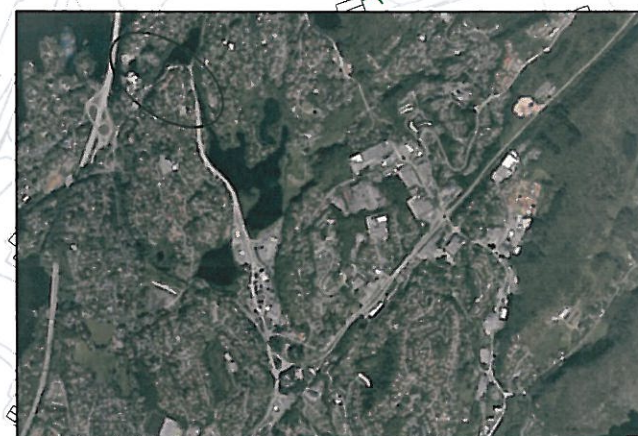
Prosjekt	111	Rev. ut.
5710		A



Alle vannmengder er kulminasjonsvannføring 500-års flom			
A	12 10 07	DTF	DTF
Rev.	Dato	Fags	Kont.
Referanse	Revisjonen gjelder	Original	ME
BERGEN KOMMUNE			A3
NESTTUNVASSDRAGET - FLOMSIKRING			DOKUMENTASJONSTEGNING
TILTAK NESTTUNVATNET - NORDÅSVATNET			ARBEIDSTEGNING
ALTERNATIV 1.2			FORESPØRSEL
			FORELØPIG TEGNING
			FORPROSJEKT
			SKISSEPROSJEKT
Opticonsult AS			Opticonsult AS
Svanhvitveien 56			Svanhvitveien 56
N-5072 Bergen			N-5072 Bergen
tlf. 55 27 50 00			tlf. 55 27 50 01
www.opticonsult.no			www.opticonsult.no
Installas AS	Paradis Prosjektering AS	Svenkerud AS	Thunet Partners AS
Oppdragsleder	Prosjekt	Tegner	Rev. ut.
ME	1:2500	5710	111
			A



Prosjekt	112	Rev. nr.
5710		A



Alle vannmengder er kulminasjonsvannføring 500-års flom

A	12.10.07	Revisjonen gjelder	DTF	DTF	ME
Referanse			Original		A3

BERGEN KOMMUNE

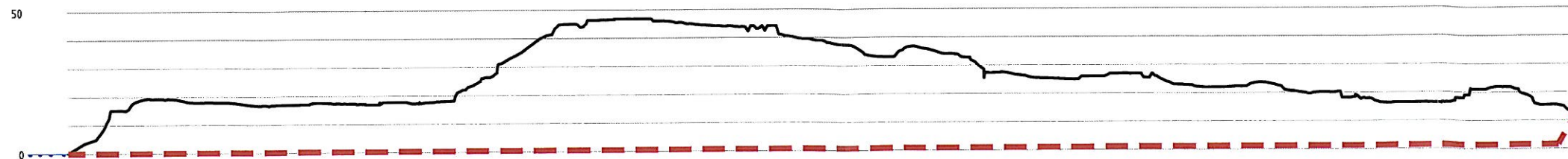
NETTUNVASSDRAGET - FLOMSIKRING
TILTAK NETTUN - NORDÅSVATNET
ALTERNATIV 1.3

- > DOKUMENTASJONSTEIGNING
- > ARBEIDSTEIGNING
- > FORSLØSSKILL
- > FORSLØSSKILL
- > FORSLØSSKILL
- > SKISSEPROSJEKT

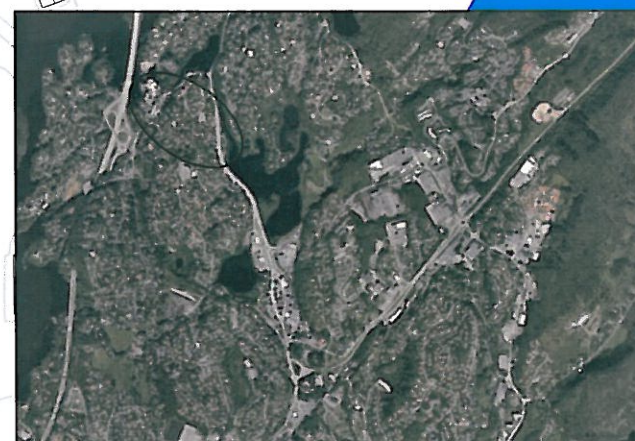
Opticonsult

Opticonsult AS
Storveien 16
N-5072 Bergen
Tlf. 55 21 50 00
Faks 55 21 50 01
www.opticonsult.no

Instans AS	Parade Prosjektering AS	Sveinrud AS	Thores Partners AS
Oppdragsleder	ME	Prosjekt	112
ME	1:2500	5710	A



Prosjekt:	5710	Revisjon:	120	Rev. nr.:	A
-----------	------	-----------	-----	-----------	---



Alle vannmengder er kulminasjonsvannføring 500-års flom

A	12.10.07	Revisjonen gir:	DIF	DIF	ME
Int.	Dato		Legg.	Kont.	Endr.
Referanse			Original		A3

BERGEN KOMMUNE

NESTTUNVASSDRAGET - FLOMSIKRING

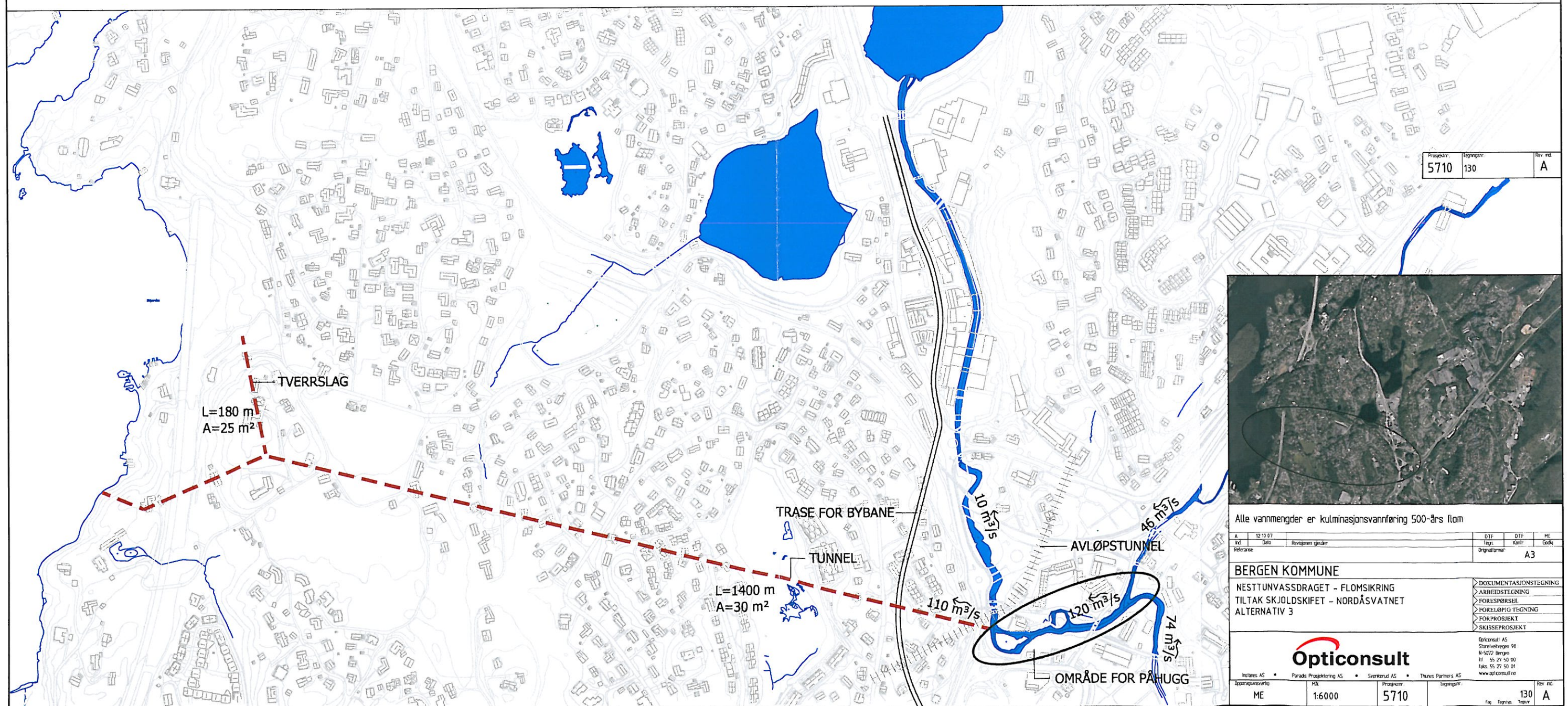
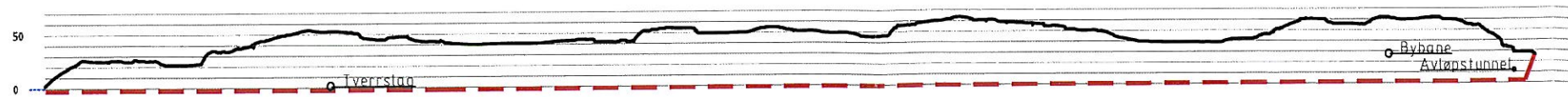
TILTAK NESTTUNVATNET - NORDÅSVATNET
ALTERNATIV 2

- > DOKUMENTASJONSTEKNING
- > ARBEIDSTEKNING
- > FORESPØRSEL
- > FORELØPNING TEKNING
- > FORPROSJEKT
- > SKISSEPROSJEKT

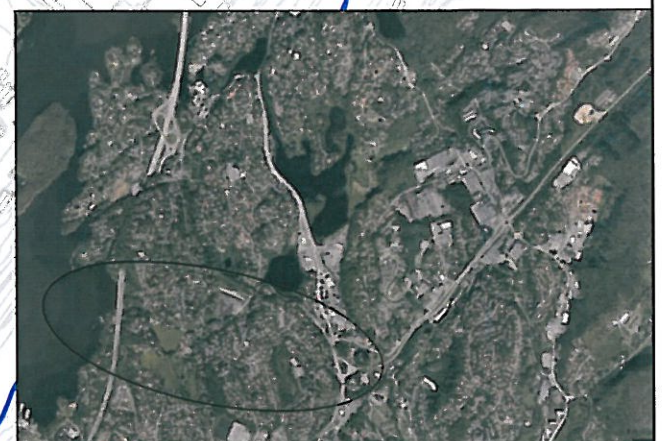
Opticonsult

Opticonsult AS
Storheimgaten 98
N-5072 Bergen
tlf: 55 27 50 00
faks: 55 27 50 01
www.opticonsult.no

Oppdragsnavn:	ME	Skala:	1:2500	Prosjekt:	5710	Revisjon:	120	Rev. nr.:	A
---------------	----	--------	--------	-----------	------	-----------	-----	-----------	---



Prosjekt	130	Rev. nr.
5710		A



Alle vannmengder er kulminasjonsvannføring 500-års flom			
A	12.10.07	Revisjonen gjelder	DTF
10	Dato	Revisjonen gjelder	DTF
Referanse			Opprinnelig
			A3
BERGEN KOMMUNE			
NESTUNVASSDRAGET - FLOMSIKRING			
TILTAK SKJOLDSKIFET - NORDÅSVATNET			
ALTERNATIV 3			
DOKUMENTASJONSTEGNING			
ARBEIDSTEGNING			
FORESPØRSEL			
FORELØPIG TEGNING			
FORPROSJEKT			
SKISSEPROSJEKT			
Opticonsult AS			
Storeveien 98			
N-4072 Bergen			
Tlf: 55 27 50 00			
Tlf: 55 27 50 01			
www.opticonsult.no			
Instans AS	Parade Prosjektering AS	Sveinrud AS	Thues Rønne AS
Oppdragsnavn	Prosjekt	Tegning	Rev. nr.
ME	1:6000	5710	130
			A