

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

BLINDERN.

O - 65/63.

Vurdering av en samlet kloakkplan

for kommunene

Oppegård - Ski - Ås - Frogn.

Saksbehandler: Siv.ing. T. Simensen.

Rapporten avsluttet november 1963.

INNLEDNING.

Follokommunene Oppegård, Ski, Ås og Frogn ligger i et område hvor de topografiske forhold gjør det nødvendig å foreta en samlet kloakkplanlegging, for i størst mulig utstrekning å komme frem til en såvel økonomisk som teknisk heldig løsning.

Med Oppegård kommunes utbygging av Gjersjøen som drikkevannskilde faller nødvendigvis bruken av denne innsjøen som resipient bort, og man er henvist til å lede alt kloakkvann og industri- vann fra området utenom Gjersjøens nedslagsfelt og betrakte Oslofjorden som direkte resipient.

Av hensyn til den store utbyggingen som man venter i disse kommunene, vil omkostningene forbundet med kloakktekniske arbeider bli høye, og det må nødvendigvis være av stor betydning for alle kommunene å komme frem til en klar målsetting med hensyn til kloakkdisponeringen. Samtidig vil det under alle omstendigheter være økonomisk gunstig for enhver av kommunene å gå inn for et interkommunalt samarbeid for løsning av denne oppgaven. I det følgende arbeid er det fremsatt 7 alternative løsninger til en slik kloakkplan sammen med økonomiske overslag for å vurdere de relative omkostninger. Dessuten er det tatt med et alternativ som må betraktes som ureelt i dagens situasjon, nemlig bruken av Gjersjøen som resipient, men som vil kunne ha en viss interesse i senere spørsmål om økonomisk belastning på respektive kommuner.

BEFOLKNINGSPROGNOSE.

Det er i dette arbeidet ikke foretatt noen direkte vurdering av den sannsynlige utviklingen i området med sikte på å kunne sette opp en selvstendig prognose for fremtidig folketall i kommunene. Informasjoner om dette er hentet fra de allerede foreliggende prognoser som man kjenner til, dessuten er det tatt direkte kontakt med de tekniske etatene i kommunene om dette spørsmålet.

Av foreliggende prognosemateriale som er forsøkt sammenstillet, nevnes:

1. Redegjørelse fra Ski kommune til det ved industridepartementets brev av 20/1 1962 nedsatte utvalg til behandling av spørsmålet om felles kloakksystem for Oppegård og Ski kommuner i henhold til overenskomst 30. juni 1961.
2. Redegjørelse av 1/3 1963 til Roll-Mathiesen - utvalget fra Ås kommune.
3. Foreløpig utkast til innstilling nr. 10 fra Regionplan-komiteén for Osloområdet.
4. Utredning av 30/4 1963 til Vegdirektoratet og Oslo Byplan-kontor angående Motorveg - Byutvikling Oslo - Follo fra firma Andersson og Skjånes.
5. Generalplan for Oppegård kommune (oktober 1962).
6. Redegjørelse av 12/5 1962 fra Oppegård kommune ved rådgivende ingeniør K. Hjellnes til Roll-Mathiesen - utvalget.

Med utgangspunkt i dette prognosematerialet er følgende befolkningstall, gjeldende for år 1990, satt opp som dimensjoneringsgrunnlag for kloakkanleggene:

Antall individer med naturlig avløp til:	Fra kommunene:				
	Oppegård	Ski	Ås	Frogn	Sum
Haugbro	12000	40000	2000	-	54000
Fåleslora v/Ringnes	-	-	4000	-	4000
Gjersjøbro	15000	-	-	-	15000
Nesset	-	-	5500	5000	10500
Sum:	27000	40000	11500	5000	83500

RESIPIENTVURDERINGER.

Sett på bakgrunn av det kjennskap man idag har til Oslofjorden, som resipient for kloakkvann og industrielt avløpsvann, er det umulig å komme frem til et entydig og spesifikt krav til kvaliteten av det vann som skal slippes ut i fjorden.

Det fins ulike oppfatninger av betydningen for fjordvannets kvalitet av de forurensningskomponenter som er tilstede i kloakkvannet, og en eventuell fjerning av en eller flere slike komponenter vil by på høyst forskjellig rensetiltak, avhengig av hvilke det kan komme på tale å fjerne.

I tillegg er de hydrodynamiske forholdene i Oslofjorden av stor betydning for å kunne plassere utslippsanordningene gunstig i vannmassen med henblikk på utskiftningsmekanismen.

Ved Norsk institutt for vannforskning er det i noen tid foretatt observasjoner av en rekke av de biologiske og kjemisk-fysiske faktorene som er med på å bestemme fjordens kvalitative helhetsbilde. Foreløpig er det imidlertid ikke satt igang noen konkret analytisk bearbeiding av dette observasjonsmaterialet med henblikk på å komme frem til tilfredsstillende tekniske løsninger til kloakkvannsbehandlingen. Oslofjordprosjektet, som betales av 10 kommuner rundt indre Oslofjord, skal først avsluttes i løpet av 1966.

Skal man foreta en vurdering av de løsninger som kan synes mulige etter det kjennskap man hittil har skaffet seg, kan disse deles opp i to, teknisk sett, prinsipielt forskjellige løsninger:

- A. Fremføring av alt kloakkvann fra Osloområdet til flere hovedpunkter beliggende rundt den del av Oslofjorden som befinner seg innenfor Drøbaksundet, og med en endelig disponering i denne vannmassen etter at vannet har passert nødvendige renseinnretninger.
- B. Fremføring av alt kloakkvann fra Osloområdet til et eller flere endepunkter utenfor Drøbaksundet, plassert slik at kloakkvannet som disponeres i fjordens vannmasser på dette

punktet, etter å ha passert nødvendige renseinnretninger, i tilstrekkelig liten grad influerer vannkvaliteten i det indre fjordområdet.

Rensetiltak som kan komme på tale under pkt. A:

1. Fjerning av alt flytende partikulært materiale og olje, samt en effektiv innblanding av det rensede kloakkvannet i de deler av Oslofjorden hvor vannet er under effektiv utskifting.

Denne løsning under forutsetning av at fjordvannet kan ta vare på tilførte næringsalter og løste og uløste stoffer av såvel organisk som uorganisk natur uten å ta hygienisk og estetisk skade.

2. Fjerning av alt flytende og i stor grad suspendert materiale i kloakkvannet ved hjelp av rent mekaniske sedimenteringsanlegg, samt en effektiv innblanding av kloakkvannet i fjordvannet.

Denne løsning under forutsetning av at fjordvannet kan ta vare på såvel de tilførte næringsalter som løste og uløste organiske stoffer.

3. Fjerning av et eller flere av næringsalterene i kloakkvannet ved hjelp av kjemiske eller kombinasjon av biologisk-kjemiske prosesser.

Med en slik løsning vil nødvendigvis storparten av de organiske og uorganiske stoffene tas ut av kloakkvannet.

Ved vurdering av den foreliggende problemstilling er det valgt en løsning med mekaniske anlegg i henhold til pkt. 2. Dette av hensyn til at et slikt anlegg vil kunne gå inn som en nødvendig del av de anleggene som er skissert under pkt. 3. Anleggene, skissert under pkt. 1, må antas i mindre grad å tilfredsstille de kravene som måtte stilles til fjordvannet på grunn av den store tilførselen av kloakkslam av stort sett organisk natur, samtidig som de i mindre grad enn sedimenteringsanlegg vil kunne inkorporeres i et anlegg for fjerning av næringsalter.

Et kjennskap til hvilke fortynningsvannmengder som foreligger på ulike steder i Bunnefjorden vil være av stor betydning for en heldig plassering av dypvannsutslipp, samtidig som det vil være bestemmende for den grad av rensing som bør gjennomføres. Fortynningsvannmengdene vil avhenge av hele utskiftningsmekanismen i Oslofjorden, og vil sannsynligvis være minst nettopp i denne delen av fjorden. En kartlegging av vannutskiftningen inngår som et viktig ledd i den pågående undersøkelse, men det foreligger opp til idag ikke observasjoner som kan tillate en nærmere vurdering av disse forholdene i Bunnefjorden.

Ved en disponering av kloakkvannet i ytre fjordområde som skissert under pkt. B, vil det kun være tale om å fjerne slam fra kloakkvannet, enten bare det flytende eller både det flytende og suspenderte slammene. For vurderingen av et slikt alternativ er det forutsatt full mekanisk rensning, ved hjelp av sedimenteringsanlegg, av alt kloakkvann før dette føres inn på en avskjærende tunnel. Motiveringen for dette er i første rekke derved å kunne anvende et minst mulig fall på tunnelen, og på den måten i stor grad unngå uforholdsmessig høye pumpeomkostninger ved de forskjellige innføringer. Som endepunkt for en slik avskjærende tunnel har man valgt Skipphelle ca. 3 km. utenfor Drøbak, hvor det er store dyp med relativt åpen føring ut til det ytre fjordområdet. Med hensyn til dette punktets brukbarhet, sett på bakgrunn av eventuell transport av forurensninger inn til indre fjordområde, er det ikke tatt noe standpunkt. Det kan her vel tenkes muligheten av å måtte plassere dette punktet atskillig lenger ut for å unngå en slik transport av forurensninger.

GENERELL BESKRIVELSE AV FORESLÅTTE ALTERNATIVE LØSNINGER.

For den tekniske og økonomiske bearbeidningen av materialet er det forutsatt at alt kloakkvann fra de gjeldende nedslagsfelter blir samlet i 4 forskjellige punkter, nemlig Gjersjø bro, Haugbro, Fåleslora v/Ringnes og Nettet. Tekniske og økonomiske beregninger i forbindelse med de respektive ledningsnett som skal til for å føre kloakkvannet frem til de nevnte punktene, er overhodet ikke tatt med i denne betraktningen.

Alle alternativer, bortsett fra alternativ 4, behandler systemer som er basert på en endelig disponering av kloakkvannet i Bunnefjorden.

På de stedene hvor vannet føres ut i fjorden er det forutsatt et utslippingsdyp på 80 - 100 meter. Utslippingspunktene beliggenhet i horisontalplanet er kun bestemt av dette dypet, da det på grunn av vårt manglende kjennskap til utskiftningsmekanismen av vannmassene i Bunnefjorden har vært umulig å ta noe nærmere standpunkt til hvilke utslippingspunkter som vil kunne gi en optimal transport av forurensninger ut av fjordbassenget.

Alternativ 1.

Denne løsningen omfatter tre utslippingspunkter i Bunnefjorden, nemlig ved Ljansbruket, Sjødalstrand og Nesset. Det er forutsatt en mekanisk rensing av vannet før det slippes ut, og antall kloakkrenseanlegg er begrenset til tre.

For å kunne ta tilbørlig hensyn til et eventuelt fremtidig prosjekt, hvorved alt kloakkvann fra Osloområdet fraktes ut via tunnel til ytre fjordområde, er renselanleggene for avløpet til Gjersjø bro, Haugbro og Fåleslora plassert henholdsvis ved Gjersjø bro og Fåleslora istedenfor nede ved Bunnefjorden ved Ljansbruket og Sjødalstrand.

På denne måte vil man senere unngå å måtte nedlegge disse renselanleggene eller eventuelt pumpe vannet opp i den avskjærende tunnel som er antatt å måtte få en trasé som vist i alternativ 4.

En slik plassering av renselanleggene kan rettferdiggjøres i og med at Svartskog er avsatt som friluftsområde i henhold til generalplanen for Oppegård kommune.

Kloakkvannet som samles fra vel 10 000 mennesker ved Nesset må imidlertid pumpes opp i en eventuell senere avskjærende tunnel.

Etter å ha passert renselanlegget ved Gjersjø bro føres kloakkvannet i gravitasjonsledning langs Gjersjøelven ned til Ljansbruket, hvorfra det uten pumping kan føres ut i dypvannsledning.

Kloakkvannet fra Haugbro føres i tunnel frem til Fåleslora hvor renseanlegget er plassert, og det rensede vannet føres videre i tunnel frem til Sjødalstrand hvorfra det går ut i dypvannsledning uten pumping.

Ved Nesset må inidlertid alt kloakkvann pumpes etter at det har passert renseanlegget, for å kunne fraktes ut i den relativt lange dypvannsledningen.

Alternativ 2.

I dette alternativet er antall utslippingspunkter i Bunnefjorden begrenset til to, i og med at kloakkvannet fra vel 10 000 mennesker ved Nesset er, med delvis pumpeledning og gravitasjonsledning, overført via Vinterbru til Fåleslora.

Som for alternativ 1 er også her renseanleggene plassert ved Gjersjø bro og Fåleslora.

Alternativ 3.

I likhet med de to tidligere løsninger er kloakkvannet som føres frem til Gjersjø bro tenkt disponert på samme måte.

Kloakkvannet fra Haugbro og Fåleslora er derimot ved hjelp av tunnel overført til Pollendalen, hvorfra det ved hjelp av gravitasjonsledning føres frem til et hovedrenseanlegg ved Nesset. Etter å ha passert renseanlegget pumpes vannet ut i dypvannsledning. Med et eventuelt senere anlegg med avskjærende tunnel fra Oslo må alt vannet pumpes opp i denne fra renseanlegget ved Nesset.

Alternativ 4.

Alternativet omfatter hovedtunnel for frakt av alt kloakkvann fra Oslo øst, Oppegård, Ski og delvis Ås og Frogn kommuner frem til Skipphelle, beliggende ca. 3 km syd for Drøbak.

Bortsett fra pumping av vannet fra Bekkelaget kloakkrenseanlegg, samt et anlegg for vel 10 000 mennesker ved Nesset, kan alt kloakkvann føres inn på tunnellen med selvføll.

Det er forutsatt at alt kloakkvann fra kommunene Oppegård, Ski, Ås og Frogn gjennomgår en rensing før det føres inn på tunnelen.

Med det forutsatte fall på hovedtunnelen, vil alt vann fra Bekkelaget kloakkrenseanlegg måtte pumpes 16 - 17 meter opp, og det er forutsatt en hovedpumpestasjon ved Skipphelle for føring av alt vann fra området ut på dypt vann. Utføringsanordningen ved Skipphelle er imidlertid ikke tatt med i våre kalkyler.

Alternativ 5.

Kloakkvannet til Gjersjø bro disponeres i dette tilfelle som for alternativ 1, 2 og 3. Kloakkvannet fra Haugbro og Fåleslora føres derimot inn på en hovedtunnel som fører fra et punkt ca. 400 m vest for Ringnes og frem til Nettet, hvorfra kloakkvannet via renseanlegg og pumpestasjon føres ut på dypt vann.

Hovedtunnelen fra Ringnes til Nettet er lagt inn med samme trasé som for hovedtunnelen i alternativ 4, og med samme tverrsnitt og fall, for derved å kunne gjøre nytte av denne som et ledd i en eventuell senere avskjærende tunnel.

Alternativ 6.

Fra den tekniske etat i Oppegård kommune er det fremkastet et forslag om å pumpe alt vann fra Haugbro opp i et nedslagsfelt beliggende i Oppegård kommune for derfra å føres via tunnel frem til Gjersjø bro. I vår bearbeidelse av et slikt alternativ har vi forutsatt to pumpestasjoner i området ved Haugbro, en lavtliggende for å tjene et mindre område i Haugbro-distriktet, samt en større pumpestasjon for pumping av alt kloakkvannet opp i Oppegårds nedslagsfelt.

Pumpeledningen fører frem til Slåbråtveien, med fortsettelse i en gravitasjonsledning frem til Sønsterudveien. Derfra i tunnelføring frem til Ekornrud ved Kolbotnvannet. Herfra føres vannet i gravitasjonsledning rundt Kolbotnvannet til Kantoråsen, hvor det igjen tas inn i tunnel. Fra utslaget på denne går det i gravitasjonsledning frem til Gjersjø bro, hvor renseanlegg anlegges og det rensede vannet fraktes videre i gravitasjonsledning til Ljansbruket og derfra i dypvannsledning ut i Bunnefjorden.

For å kunne sikre Gjersjøen mot enhver forurensning ved eventuell driftsstans i pumpe-stasjonene, er det forutsatt fullt utstyr for bruk av reserveaggregater.

Kloakkvannet fra Fåleslora føres i egen tunnel frem til Pollendalen og derfra inn i dreneringssystemet for dette området. Alt vann fra Ringnes, og det som naturlig renner til Nettet, samles i et punkt ved Nettet for å føres ut i dypvannsledning etter å ha passert renseanlegg og pumpe-stasjon.

Alternativ 7.

I dette alternativ samles kloakkvann fra Haugbro og den del av Ås kommune som sokner til Fåleslora, i en pumpe-stasjon ved Fåleslora, for derfra å pumpes i pumpeledning beliggende langs Gjersjøens vestside frem til Gjersjø bro. Her trekkes inn kloakkvannet fra 15 000 mennesker i Oppegård kommune, og den samlede kloakkvannsmengde fraktes i en gravitasjonsledning til renseanlegg beliggende ved Ljansbruket. Etter å ha passert renseanlegg føres vannet ut i dypvannsledning.

Grunnen til å plassere renseanlegget nede ved Ljansbruket i dette tilfelle er at anleggelsen av en kostbar pumpeledning langs Gjersjøen med tilhørende pumpe-stasjon vil være et lite realistisk prosjekt, sett på bakgrunn av en fremtidig avskjærende tunnel. Av den grunn vil det være riktigere å plassere renseanlegget ved Ljansbruket, for derved å kunne trekke inn eventuell spredt bebyggelse i området omkring Gjersjøelven.

Kloakkvannet som sokner til Nettet passerer som i tidligere alternativer renseanlegg og pumpe-stasjon for å fraktes ut i dypvannsledning.

For å kunne sikre Gjersjøen mot enhver forurensning ved eventuell driftsstans i pumpe-stasjonen, er det forutsatt fullt utstyr for bruk av reserveaggregater.

Alternativ 8.

Av hensyn til å kunne foreta sammenlikninger med et prosjekt som kunne være realistisk under forutsetning av at Gjersjøen

ikke skulle brukes til vannkilde, er det også tatt med et alternativ hvor det for kloakkvannet ved Haugbro og Fåleslora er benyttet biologiske kloakkrenseanlegg ved direkte utføring av det rensede kloakkvannet i Gjersjøens søndre del.

Kloakkvannet ved Gjersjø bro fraktes i gravitasjonsledning til Ljansbruket, med et der beliggende mekanisk renseanlegg og dypvannsledning i Bunnefjorden.

Kloakkvannet ved Nettet passerer mekanisk renseanlegg og pumpes ut i Bunnefjorden gjennom dypvannsledning.

OVERSIKT OVER DE TEKNISK-
ØKONOMISKE BEREGNINGSGRUNNLAG.

Oversikt over det tekniske beregningsgrunnlag for de
alternative løsninger.

<u>Dreneringspkt.</u>	<u>Dreneringsfelt</u>	<u>Antall personer</u>
a) Gjersjø bro	del av Oppegård	<u>15000</u>
b) Haugbro	" " Oppegård	12000
- " -	" " Ski	40000
- " -	" " Ås	<u>2000</u>
		<u>54000</u>
c) Fåleslora v/Ringnes	" " Ås	<u>4000</u>
d) Nesset	" " Ås	5500
- " -	" " Frogn	<u>5000</u>
		<u>10500</u>

Videre forutsettes for alle alternativene:

a) Befolkningstetthet 2 P/da = 20 P/ha

Herved blir boligarealene tilsluttet hvert dreneringspkt.
følgende:

a) Gjersjø bro	$\frac{15000 \text{ pers.}}{20 \text{ pers./ha}}$	= 750 ha
b) Haugbro	$\frac{54000}{20}$	= 2700 ha
c) Fåleslora v/Ringnes	$\frac{4000}{20}$	= 200 ha
d) Nesset	$\frac{10500}{20}$	= 525 ha

For samtlige boligarealer fordeles:

- a) 3/4 av bebyggelsen på 1 og 2-m. boliger på småtomter.
- b) 1/4 - " - " blanding av blokker og 2-m. boliger.

På dette grunnlag fastsettes antall meter ledning pr. ha for:

- | | | |
|----|--------------------------|----------|
| a) | 3/4 av boligarealene til | 210 m/ha |
| b) | 1/4 " - " - til | 185 m/ha |

Totalt antall meter ledning pr. dreneringspkt. blir da:

- | | | | |
|----|---------------------|---|-------------------|
| a) | Gjersjø bro | : 750 ha · $\frac{3}{4}$ · 210 $\frac{m}{ha}$ | = 118,4 km |
| | | + 750 ha · $\frac{1}{4}$ · 185 $\frac{m}{ha}$ | = <u>34,6 "</u> |
| | | | = <u>153,- km</u> |
| b) | Haugbro | : 2700 · $\frac{3}{4}$ · 210 | = 425 km |
| | | + 2700 · $\frac{1}{4}$ · 185 | = <u>125 "</u> |
| | | | = <u>550 km</u> |
| c) | Fåleslora v/Ringnes | : 200 · $\frac{3}{4}$ · 210 | = 31,5 km |
| | | + 200 · $\frac{1}{4}$ · 185 | = <u>9,25 "</u> |
| | | | = <u>40,75km</u> |
| d) | Nesset | : 525 · $\frac{3}{4}$ · 210 | = 82,7 km |
| | | + 525 · $\frac{1}{4}$ · 185 | = <u>24,3 "</u> |
| | | | = <u>107,- km</u> |

Spesifikke vannmengder.

- | | | |
|----|---|--|
| a) | Q _k (kloakk) | = <u>$\frac{1}{300}$ pxd</u> |
| b) | Q _i (industri) - 30% tilslag | = <u>$\frac{1}{Q_k s} \times 100$</u> |
| c) | Q _{inf.} (infiltrasjon) | = <u>$\frac{1}{0,5 s x km}$</u> |

$$d) \text{ Max døgnfakt. for } (Q_k + Q_i) = \underline{\underline{1,5}}$$

$$e) \text{ Max timefakt. for } (Q_k + Q_i) = \underline{\underline{1,6}}$$

Dimens. vannmengder for hvert dreneringspkt.

a) BEKKELAGET

$$\text{Antar } Q \text{ total} = \underline{\underline{2900 \frac{1}{s}}}$$

b) GJERSJØ BRO

$$Q_k = \frac{15000 \text{ p} \cdot 300 \frac{1}{\text{p.d}}}{86400 \frac{\text{s}}{\text{d}}} = 52 \frac{1}{\text{s}}$$

$$Q_i = 52 \frac{1}{\text{s}} \cdot \frac{30}{100} = \frac{16}{\text{s}}$$

$$= \underline{\underline{68 \frac{1}{\text{s}}}}$$

$$Q(k + i) \text{ max} = 68 \frac{1}{\text{s}} \cdot 1,5 \cdot 1,6 = 163 \frac{1}{\text{s}}$$

$$Q \text{ inf.} = 153 \text{ km} \cdot 0,5 \frac{1}{\text{s} \cdot \text{km}} = \underline{\underline{77 \text{ "}}}$$

$$Q \text{ totalt} = \underline{\underline{240 \frac{1}{\text{s}}}}$$

c) HAUGBRO

$$Q(k + i) \text{ max} = \frac{54000 \text{ p} \cdot 300 \frac{1}{\text{p.d}}}{86400 \frac{\text{s}}{\text{d}}} \left(1 + \frac{30}{100} \right) 1,5 \cdot 1,6 = 585 \frac{1}{\text{s}}$$

$$Q \text{ inf.} = 550 \text{ km} \cdot 0,5 \frac{1}{\text{s} \cdot \text{km}} = \underline{\underline{275 \text{ "}}}$$

$$Q \text{ total} = \underline{\underline{860 \frac{1}{\text{s}}}}$$

d) FÅLESLORA

$$Q(k+i)_{\max} = \frac{4000 \text{ p} \cdot 300 \frac{1}{\text{p.d}}}{86400 \frac{\text{s}}{\text{d}}} \left(1 + \frac{30}{100} \right) \cdot 1.5 \cdot 1.6 = 43,5 \frac{1}{\text{s}}$$

$$Q \text{ inf.} = 40,75 \text{ km} \cdot 0,5 \frac{1}{\text{s.km}} = \underline{20,5} \frac{1}{\text{s}}$$

$$Q \text{ total} = \underline{\underline{64,-}} \frac{1}{\text{s}}$$

e) NESSET

$$Q(k+i)_{\max} = \frac{10500 \text{ p} \cdot 300 \frac{1}{\text{p.d}}}{86400 \frac{\text{s}}{\text{d}}} \left(1 + \frac{30}{100} \right) \cdot 1.5 \cdot 1.6 = 114 \frac{1}{\text{s}}$$

$$Q \text{ inf.} = 107 \text{ km} \cdot 0,5 \frac{1}{\text{s.km}} = \underline{54} \frac{1}{\text{s}}$$

$$Q \text{ total} = \underline{\underline{168}} \frac{1}{\text{s}}$$

Kort oversikt over det økonomiske beregningsgrunnlag for de alternative løsninger.

- a) Rørkostnadene er basert på aktuelle omkostningskurver som gjelder i Oslo by's utkant. Prisene omfatter alle nødvendige utgifter og avgifter, for rør ferdig lagt i grøft.
- b) Dypvannsledn. er beregnet etter norske omkostningskurver og gjelder alt inkludert for ferdig lagt rør i Oslofjordområdet.
- c) Grøfteomkostningene er basert på aktuelle priser i Oslo by's utkant, og de omfatter løsgjøring av masser, lemping, grusseng, gjenfylling med grus inntil 60 cm over topprør samt gjenfylling med utgravet masse.

Forøvrig er alle nødvendige utgifter og avgifter medtatt.

Gjennomsnittlig grøftedyp er satt til 3 m.

- d) Tunnelprisene inkluderer sprengning, transport av masser ut av tunnel, renskning av fjell samt utstøpning av semisirkulær betongkanal.

Angående tunnelprisene vil en bemerke at omkostningene er satt relativt høyt. Dette av hensyn til mulige uforutsette detaljer vedr. drivingen osv.

- e) Anleggs- drifts- og vedlikeholdsomk. for renseanl. er beregnet etter utenlandske erfaringskurver.

Kurvene er bearbeidet for norske forhold og antas derfor å være representative for oversiktsberegninger.

- f) Grunnervervelser er omkostningsberegnet iflg. sveitsiske kurver over plassbehov for ulike typer og størrelser av renseanlegg, og antatte tomtepriser.

- g) Omkostninger for pumpestasjoner er beregningsmessig inndelt i følgende:

- 1) Pumpeaggregater m/automatikk, stasjonsrør, bend, ventiler osv.

- 2) Diesel- el. reserveaggregat (gjelder for Alt. 6 og 7)
 - 3) Bygningsomkostninger basert på formler for byggets volumetriske størrelse.
- h) El. omkostninger for pumping av kloakkvann er beregnet på grunnlag av et strømforbruk basert på midlere vannmengde og en strømpris på 0,05 kr./kwh.
- i) Levetid for de enkelte deler av kloakkanleggene er antatt å være:
- | | |
|----------------------|--------|
| 1) Dypvannsledn. | 20 år |
| 2) Biol. renseanlegg | 20 " |
| 3) Mek. renseanlegg | 25 " |
| 4) Pumpestasjoner | 25 " |
| 5) Rørledninger | 40 " |
| 6) Tunnel | 60 " . |
- j) Antatt rentefot er 5%.

TEKNISK-ØKONOMISKE BEREGNINGER.

ALTERNATIVENE 1 - 8.

Alternativ 1.

Mekanisk renseanlegg ved Gjersjø bro.

a) Renseanlegget skal betjene 15000 personer fra dreneringspkt. ved Gjersjø bro. Anlegget ligger på kote + 40 m.o.h.

b) Gravitasjonsledn. Gjersjø bro - Ljansbruket.

$$\begin{aligned} Q \text{ max fra Gjersjø bro} &= 240 \frac{1}{s} \\ \Delta h \text{ Gjersjø bro - Ljansbruket} &= 35 \text{ m} \\ &= + 40 \text{ m.o.h.} - (+ 5 \text{ m.o.h.}) \\ L &= 2400 \text{ m} \\ \text{fall} &= \frac{35 \text{ m}}{2400 \text{ m}} = \frac{1}{69} = 14,5\% \\ \text{Nødv. rørdimensj.} &= \frac{\varnothing 40 \text{ cm}}{2,1 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \\ V \text{ max} &= 2,1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \end{aligned}$$

c) Dypvannsutslipp ved Ljansbruket

$$\begin{aligned} \text{Utslippingsdyp} &= -(80-100\text{m}) \\ L \text{ ifølge draft} &= 400 \text{ m} \\ \text{fall} &= \frac{5 \text{ m}}{400 \text{ m}} = 12,5\% \\ Q \text{ max} &= 240 \frac{1}{s} \\ \text{Nødv. PEL rør} &= \frac{\varnothing 35 \text{ cm}}{2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \\ V \text{ max} &= 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \end{aligned}$$

a) Tunnel Haugbro - Fåleslora

$$\begin{aligned} Q \text{ max fra Haugbro} &= 360 \frac{1}{s} \\ L &= 1550 \text{ m} \\ \Delta h \text{ Haugbro - Fåleslora} &= 6 \text{ m} \\ &= + 41 \text{ m.o.h.} - (+35 \text{ m.o.h.}) \\ \text{fall} &= \frac{6 \text{ m}}{1550 \text{ m}} = \frac{1}{258} = 3,88\% \end{aligned}$$

Tunnelen utstøpes i bunn med semisirkulært rørtverrsnitt

$$\begin{aligned}
 Q \text{ semisirk.} &= \frac{Q \text{ sirk.}}{2} \\
 Q \text{ sirk. blir da} &= 860 \frac{1}{s} \cdot 2 = 1720 \frac{1}{s} \\
 \text{Nødv. semisirk. tverrsn. m/diam.} &= \frac{\varnothing \ 105 \text{ cm}}{2} \\
 V \text{ max} &= 2,0 \frac{m}{s} \\
 \text{tunneltverrsnitt } b \times h &= 2,1 \cdot 2,8 \text{ m} = \underline{\underline{5,8 \text{ m}^2}}
 \end{aligned}$$

b) Tunnel Fåleslora - Sjødalstrand

$$\begin{aligned}
 Q \text{ max fra Haugbro} &= 860 \frac{1}{s} \\
 \text{" - " Fåleslora} &= \frac{64}{s} \\
 Q \text{ totalt} &= 924 \frac{1}{s} \\
 \Delta h \text{ Fåleslora - Sjødalstrand} &= 30 \text{ m} \\
 &= + 35 \text{ m.o.h.} - (+5 \text{ m.o.h.}) \\
 L &= 2840 \text{ m} \\
 \text{fall} &= \frac{30 \text{ m}}{2840 \text{ m}} = \frac{1}{95} = 10,5\% \\
 Q \text{ sirk.} &= 924 \frac{1}{s} \cdot 2 = 1848 \frac{1}{s} \\
 \text{Nødv. semisirk. tverrsnitt m/diam.} &= \frac{\varnothing \ 90 \text{ cm}}{2} \\
 V \text{ max} &= 3,0 \frac{m}{s}
 \end{aligned}$$

c) Ved minste økonomiske tunnelbredde på 2,1 m og beregnede rørbredder, skulle det være mulig å tilpasse gangbane mellom vegg og rørside.

$$\text{d) Tunneltverrsnitt } b \times h = 2,1 \cdot 2,8 \text{ m} = \underline{\underline{5,8 \text{ m}^2}}$$

e) Mekanisk renseanlegg ved Fåleslora

Renseanlegget skal betjene følgende:

1) Haugbro dreneringspkt.	54000 p
2) Fåleslora - " -	<u>4000 p</u>
	<u>58000 p</u>

Inntak på anlegget ligger på kote + 35 m.o.h.

f) Dypvannsutslipp ved Sjødalstrand

Utslippingsdyp	- (80-100 m)
L iflg. draft	= 400 m
fall = $\frac{5 \text{ m}}{400 \text{ m}}$	= 12,5‰
Q max	= $924 \frac{1}{\text{s}}$
Nødv. PEL rør	<u>\varnothing 60 cm</u>
V max	= $3,7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

a) Mekanisk renseanlegg ved Nesset

Renseanlegget skal betjene 10500 personer fra Nesset dreneringspunkt.

Anlegget ligger på kote + 3 m.o.h.

b) Dypvannsutslipp ved Nesset

Utslippingsdyp	-(80-100m)
L ifølge draft	= 3500 m
Q max	= $168 \frac{1}{\text{s}}$

P.g.a. dårlige fallforhold baserer en seg på pumpestasjon.

Pumpehastighet velges $1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Nødv. PEL rør blir da \varnothing 40 cm

Nødv. trykkehøyde = $3500 \cdot \frac{5}{1000}$ = 17,5 m

Omkostningsberegninger for
Alternativ 1 - anleggsmk.

A.	a) Mek. renseanlegg ved Gjersjø bro	= Kr. 1.665.000
	b) Gravitasjonsledn. Gjersjø bro - Ljansbruket	= " 761.000
	c) Dypvannsledn. ved Ljansbruket	= " <u>35.000</u>
	Tilsammen	Kr. 2.461.000
B.	a) Tunnel Haugbro - Fåleslora	= Kr. 1.937.000
	b) - " - Fåleslora - Sjødalsstrand	= " 3.550.000
	c) Mek. renseanl. ved Fåleslora	= " 4.990.000
	d) Dypvannsledn. ved Sjødalsstrand	= " <u>102.000</u>
	Tilsammen	Kr. 10.579.000
C.	a) Mek. renseanlegg ved Nesset	= Kr. 1.260.000
	b) Dypvannsledn. - " -	= " 350.000
	c) Pumpestasjon - " -	= " <u>227.000</u>
	Tilsammen	= Kr. 1.837.000
D.	Grunnerververvelser	= Kr. <u>216.000</u>
	Totalt = A+B+C+D	<u><u>= Kr. 15.093.000</u></u>

Amortisering og forrentning av anleggsomk. (A-B-C)		Årsmk.	Kapitalisert
A.	a) Mek. renseanlegg ved Gjersjø bro	118.100	2.362.000
	b) Gravitasjonsledn. Gjersjø bro - Ljansbruket	44.800	896.000
	c) Dypvannsledn. v/Ljansbruket	2.800	56.000
B.	a) Tunnel Haugbro - Fåleslora	102.300	2.046.000
	b) - " - Fåleslora - Sjødalsstrand	187.400	3.748.000
	c) Mek. renseanlegg ved Fåleslora	353.800	7.076.000
	d) Dypvannsledn. v/Sjødalsstrand	8.200	164.000
C.	a) Mek. renseanlegg v/Nesset	89.400	1.788.000
	b) Dypvannsledn. " "	28.100	562.000
	c) Pumpestasjon " "	16.100	322.000
D.	Grunnerververvelser	10.800	216.000
E.	Drifts- og vedlikeholdsomk. av:		
	a) Renseanlegg ved Gjersjø bro	39.000	780.000
	b) - " - " Fåleslora	120.000	2.400.000
	c) - " - " Nesset	30.800	616.000
	d) Pumpestasjon " "	18.000	360.000
Totalt		1.169.600	23.392.000

Kr.

Alternativ 2.

a) Mekanisk ronseanlegg ved Gjersjø bro

Er beregnet i Alt. 1 side 1.

b) Gravitasjonsledn. Gjersjø bro - Ljansbruket.

Er beregnet i Alt. 1 side 1.

c) Dypvannsledning ved Ljansbruket.

Er beregnet i Alt. 1 side 1.

a) Tunnel Haugbro - Fåleslora.

Er beregnet i Alt. 1 side 1.

b) Tunnel Fåleslora - Sjødalsstrand.

Q max fra Haugbro	=	860 $\frac{1}{s}$
- " - Fåleslora	=	64 "
- " - Nettet	=	<u>168 "</u>
Q totalt	=	1092 $\frac{1}{s}$
Δh Fåleslora - Sjødalsstrand		
= + 35 m.o.h. - (+ 5m.o.h.)	=	30 m
L	=	2840 m
fall = $\frac{30 \text{ m}}{2840 \text{ m}} = \frac{1}{95}$	=	10,5‰
Q sirk. = $1092 \frac{1}{s} \cdot 2$	=	2184 $\frac{1}{s}$
Nødv. semisirk. tverrsn. m/diam.	<u>\varnothing</u>	<u>100 cm</u>
V max	=	3,0 $\frac{m}{s}$
Tunneltverrsn. b x h = 2,1 m x 2,8 m	=	<u><u>5,8 m^2</u></u>

c) Mekanisk renseanlegg ved Fåleslora.

Anlegget skal betjene følgende:

1) Haugbro dreneringspkt.	54000 p
2) Fåleslora - " -	4000 p
3) Nesset - " -	<u>10500 "</u>
	<u>68500 p</u>

Inntak på anlegget ligger på kote + 35 m.o.h.

d) Dypvannsutslipp ved Sjødalsstrand.

Utslippingsdyp	= -(80-100m)
L ifølge draft	= 400 m
fall = $\frac{5 \text{ m}}{400 \text{ m}}$	= 12,5‰
Q max	= 1092 $\frac{1}{\text{s}}$
Nødv. PEL. rør	<u>Ø 65 cm</u>

a) Pumpepostasjon for strekningen Nesset- Vinterbro

Kloakken må pumpes opp til høyeste pkt. som antas å være Myrås ved Vinterbro.

Herfra legges gravitasjonsledning frem til Fåleslora, hvor kloakken føres inn på renseanlegget.

Q max fra Nesset	= 168 $\frac{1}{\text{s}}$
Pumpehastighet velges	= 1,5 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$
Δh Myrås- Nesset	
= + 53 m.o.h. - (+3 m.o.h.)	= 50 m
L	= 2750 m
Nødv. Eternit trykkledn. blir da	<u>Ø 40 cm</u>
Nødv. trykkhøyde = 50 + 2750 $\cdot \frac{5}{1000}$	= <u>64 m</u>

b) Gravitasjonsledn. Myrås - Fåleslora.

$$\begin{aligned}
 Q \text{ max fra Høset dreneringspkt.} &= 168 \frac{\text{l}}{\text{s}} \\
 Q \text{ max fra Fåleslora dreneringspkt.} &= \underline{64 \text{ ''}} \\
 Q \text{ total} &= 232 \frac{\text{l}}{\text{s}} \\
 \Delta h \text{ Myrås - Fåleslora} & \\
 = + 53 \text{ m.o.h.} - (+ 40 \text{ m.o.h.}) &= 13 \text{ m} \\
 L &= 2150 \text{ m} \\
 \text{fall} = \frac{13 \text{ m}}{2150 \text{ m}} = \frac{1}{165} &= 6,5 \text{ ‰} \\
 \text{Nødvendig rørdimensj.} &= \underline{\underline{\emptyset 45 \text{ cm}}} \\
 V \text{ max} &= 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}
 \end{aligned}$$

c) Samme gravitasjonsledn. dimensjonert for 4000 p.
fra Fåleslora dreneringspkt.

$$\begin{aligned}
 Q \text{ max} &= 63 \frac{\text{l}}{\text{s}} \\
 \text{fall} &= 6,5 \text{ ‰} \\
 \text{Nødv. rørdimensj.} &= \underline{\underline{\emptyset 30 \text{ cm}}} \\
 V \text{ max} &= 1,1 \frac{\text{m}}{\text{s}}
 \end{aligned}$$

Omkostningsberegninger for
Alternativ 2 - anleggsomk.

A.	a) Mek. renseanlegg ved Gjersjø bro	= Kr.	1.665.000
	b) Gravitasjonsledn. Gjersjø bro - Ljansbruket	= "	761.000
	c) Dypvannsledn. ved Ljansbruket	= "	<u>35.000</u>
	Tilsammen	Kr.	2.461.000
B.	a) Tunnel Haugbro - Fåleslora	= Kr.	1.937.000
	b) - " - Fåleslora - Sjødalsstrand	= "	3.550.000
	c) Mek. renseanlegg ved Fåleslora	= "	5.754.000
	d) Dypvannsledn. ved Sjødalsstrand	= "	<u>120.000</u>
	Tilsammen	= Kr.	11.361.000
C.	a) Pumpestasjon Nesset - Vinterbro	= Kr.	267.000
	b) Trykkledn. Nesset - Myrås	= "	874.000
	c) Gravitasjonsledn. Myrås - Fåleslora = omk.diff. mellom \emptyset 45 og \emptyset 30 cm	=	<u>65.000</u>
	Tilsammen	= Kr.	1.206.000
D.	Grunnerververvelser	= Kr.	210.000
Totalt = A+B+C+D		= Kr.	<u><u>15.238.000</u></u>

Amortisering og forrentning
av anleggsomk. (A-B-C)

		Årsomk.	Kapitalisert
A.	a) Mek. renseanl. ved Gjersjø bro	118.100	2.362.000
	b) Gravitasjonsledn. Gjersjø bro - Ljansbruket	44.800	896.000
	c) Dypvannsledn. ved Ljansbruket	2.800	56.000
B.	a) Tunnel Haugbro - Fåleslora	102.300	2.046.000
	b) - " - Fåleslora - Sjødalsstrand	187.400	3.748.000
	c) Mek. renseanlegg ved Fåleslora	407.900	8.158.000
	d) Dypvannsledn. v/Sjødalsstrand	9.600	192.000
C.	a) Pumpestasjon Nesset - Vinterbro	18.900	378.000
	b) Trykkledn. Nesset - Myrås	50.900	1.018.000
	c) Gravitasjonsledn. Myrås - Fåleslora (= omk.diff. mellom \emptyset 45 og \emptyset 30 cm)	3.800	76.000
D.	Grunnerververvelser	10.500	210.000
E.	Drifts- og vedlikeholdsomk. av:		
	a) Renseanl. v/Gjersjø bro	39.000	780.000
	b) - " - " Fåleslora	141.000	2.820.000
	c) Pumpestasjon ved Nesset	52.000	1.040.000
Totalt		1.189.000	23.780.000

Kr.

Alternativ 3.

a) Mekanisk renseanlegg ved Gjersjø bro.

Er beregnet i Alt. 1 side 1.

b) Gravitasjonsledn. Gjersjø bro - Ljansbruket.

Er beregnet i Alt. 1 side 1.

c) Dypvannsledn. ved Ljansbruket.

Er beregnet i Alt. 1 side 1.

a) Tunnel Haugbro - Fåleslora.

Er beregnet i Alt. 1 side 1

b) Tunnel Fåleslora - Pollendalen.

1) Q max fra Haugbro	= 860 $\frac{1}{s}$
2) - " - Fåleslora	= $\frac{64}{924} \frac{1}{s}$
Q totalt	$\frac{1}{s}$
Δh Fåleslora - Pollendalen	
= + 35 m.o.h. - (+ 25 m.o.h.)	= 10 m
L	= 1200 m
fall = $\frac{10 \text{ m}}{1200 \text{ m}}$ = $\frac{1}{120}$	= 8,33‰
Q sirk. = $924 \frac{1}{s} \cdot 2$	= 1848 $\frac{1}{s}$
Nødv. semisirk. tverrsn. m/diam.	$\frac{\varnothing}{100 \text{ cm}}$
V max	= 2,7 $\frac{1}{s}$
Tunneltverrsn. b x h = 2,1 * 2,8 m	= <u><u>5,8 m²</u></u>

c) Gravitasjonsledn. Pollendalen - Nettet.

Q max	= 924 $\frac{1}{s}$
Δh Pollendalen - Nettet	
= + 25 m.o.h. - (+ 3.m.o.h.)	= 22 m
L	= 3100 m

$$\begin{aligned} \text{fall} &= \frac{22 \text{ m}}{3100 \text{ m}} = \frac{1}{141} &= 7,1\% \\ \text{Nødv. rørdimensj.} & &= \underline{\underline{\varnothing 80 \text{ cm}}} \\ V \text{ max} & &= 2,3 \frac{\text{m}}{\text{s}} \end{aligned}$$

d) Mekanisk renseanlegg ved Nesset.

Anlegget skal betjene følgende:

1) Haugbro dreneringspkt.	54000 p
2) Fåleslora - " -	4000 p
3) Nesset - " -	<u>10500 p</u>
	<u>68500 p</u>

Anlegget ligger på kote + 3 m.o.h.

e) Dypvannsutslipp ved Nesset.

Utslippingsdyp	-(80-100m)
Q max fra Haugbro og Fåleslora	= 924 $\frac{1}{\text{s}}$
- " - Nesset	= <u>168 "</u>
Q totalt	= 1092 $\frac{1}{\text{s}}$

P.g.a. dårlige fallforh. baserer en seg på pumpestasjon.

Pumpehastighet velges	= 1,5 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$
L iflg. draft	= 3500 m
Nødv. PEL. rør	<u><u>\varnothing 100 \text{ cm}</u></u>
Nødv. trykkehøyde = 3500 $\cdot \frac{1,5}{1000}$	= <u><u>5,3 m</u></u>

Omkostningsberegninger for
Alternativ 3 - anleggsmk.

A.	a)	Mek. renseanl. ved Gjersjø bro	= Kr.	1.665.000
	b)	Gravitasjonsledn. Gjersjø bro - Ljansbruket	= "	761.000
	c)	Dypvannsledn. v/Ljansbruket	= "	<u>35.000</u>
		Tilsammen	= Kr.	2.461.000
B.	a)	Tunnel Haugbro - Fåleslora	= Kr.	1.937.000
	b)	- " - Fåleslora.- Pollendalen -	= "	1.500.000
	c)	Gravitasjonsledn. Pollendalen - Neset	= "	1.263.000
	d)	Mek. renseanl. ved Neset	= "	5.754.000
	e)	Dypvannsledn. " "	= "	2.013.000
	f)	Pumpestasjon " "	= "	<u>818.000</u>
		Tilsammen	Kr.	13.285.000
C.		Grunnerververvelser	= Kr.	210.000
		Totalt = A+B+C	= Kr.	<u><u>15.956.000</u></u>

Amortisering og forrentning
av anleggsmk. (A-B)

- a) Mek. renseanlegg ved Gjersjø bro
b) Gravitasjonsledn. Gjersjø bro -
Ljansbruket
c) Dypvannsledn. v/Ljansbruket

- a) Tunnel Haugbro - Fåleslora
b) - " - Fåleslora - Pollendalen
c) Gravitasjonsledn. Pollendalen
Neset

- d) Mek. renseanl. v/Neset
e) Dypvannsledn. " "
f) Pumpestasjon " "

Grunnerververvelser

Drifts- og vedlikeholdsmk. av:

- a) Renseanl. v/Gjersjø bro
b) - " - v/Neset
c) Pumpestasjon v/Neset

Totalt

Kr.

Årsmk. Kapitalisert

Årsmk.	Kapitalisert
118.100	2.362.000
44.800	896.000
2.800	56.000
102.300	2.046.000
79.200	1.584.000
73.500	1.470.000
407.900	8.158.000
161.400	3.228.000
58.000	1.160.000
10.500	210.000
39.000	780.000
141.000	2.820.000
42.000	840.000
1.280.500	25.610.000

Alternativ 4.

a) Mekanisk renseanlegg ved Gjersjø bro.

Anlegget skal betjene 15000 personer fra dreneringspkt. ved Gjersjø bro.

Anlegget ligger på kote + 40 m.o.h.

b) Tunnel Gjersjø bro - hovedtunnel.

Inntaket på hovedtunnel ligger ca. 100 m nord-vest for Gjersjø bro.

Ifølge antatt fall på hovedtunnel vil inntaksnivået ligge på kote + 11,4 m.o.h.

Tunnelen Gjersjø bro - hovedtunnel utføres som skråsjakt med konstant fall.

Δh Gjersjø bro - hovedtunnel

$$+ 40 \text{ m.o.h.} - (+ 11,4 \text{ m.o.h.}) = 28,6 \text{ m}$$

$$L = 100 \text{ m}$$

$$\text{fall} = \frac{28,6}{100 \text{ m}} = \frac{1}{3,5} = 268 \text{ ‰}$$

$$Q \text{ max} = 240 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

$$Q \text{ sirk.} = 240 \frac{\text{l}}{\text{s}} \cdot 2 = 480 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

$$\text{Nødv. semisirk. tverrsn. m/diam.} = \frac{\varnothing}{2} = \frac{30 \text{ cm}}{2}$$

$$V \text{ max} = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

(evt. legges \varnothing 20 cm Eternitrør på betong forankringsklosser)

$$\text{Min. tverrsn. på tunnel} = b \cdot h = 2,1 \cdot 2,8 \text{ m} = \underline{\underline{5,8 \text{ m}^2}}$$

a) Tunnel Haugbro - Fåleslora.

Er beregnet i Alt. 1 side 1.

b) Mekanisk renseanlegg ved Fåleslora

Er beregnet i Alt. 1 side 3.

c) Tunnel Fåleslora - hovedtunnel ved Seiersten

Er beregnet i Alt. 5. side 1.

a) Mekanisk renseanlegg ved Nesset.

Er beregnet i Alt. 1 side 3.

b) Pumpestasjon Nesset renseanlegg- tunnelinnslag.

Inkluderer også 100 m trykkledn. frem til innslaget.

Er beregnet i Alt. 5 side 3.

c) Tunnelinnslag til hovedtunnel

L	=	180 m
fall (kanal)	=	1,5‰
Q	=	168 $\frac{1}{s}$
Q s emisirk. = 168 $\frac{1}{s}$ · 2	=	336 $\frac{1}{s}$
Nødv. s emisirk. tverrsn. m/diam.	$\frac{\phi}{r}$	$\frac{70 \text{ cm}}{m}$
V max	=	1,0 s
Tunneltverrsnitt = b·h = 2,1 · 2,8 m	=	<u>5,8 m²</u>

a) Hovedtunnel Bekkelaget - Skiphelle

Tunnelen gis konst. fall

 Δh Bekkelaget - Skiphelle

$$+ 16,2 \text{ m.o.h.} - (+ 0,0 \text{ m.o.h.}) = 16,2 \text{ m}$$

1) L Bekkelaget - Gjersjø bro = 8900 m

2) " Gjersjø bro - Seiersten = 5750 "

3) " Seiersten - Nesset = 3900 "

4) " Nesset - Skiphelle = 11400 "

L totallengde = 29950 m

fall = $\frac{16,2}{29950} = \frac{1}{1850} = 0,54\text{‰}$

Tunnelen utstøpes i hele lengden med semisirkulær betongkanal.

b) Tunnelstrekingen Bekkelaget - Seiersten

$$\begin{aligned}
 L &= 8900 + 5750 &&= 14650 \text{ m} \\
 \text{fall} &&&= 0,54\text{‰} \\
 Q \text{ max fra Bekkelaget} &= 2900 \frac{1}{\text{s}} \\
 \text{" " " Gjersjø bro} &\underline{240 \text{ "}} \\
 Q \text{ total} &&&= 3140 \frac{1}{\text{s}} \\
 Q \text{ sirkul.} &= 3140 \cdot 2 &&= 6280 \frac{1}{\text{s}} \\
 \text{Nødv. semisirk. tverrsnitt m/diam.} &&&\underline{\underline{\emptyset 250 \text{ cm}}} \\
 V \text{ max} &&&= 1,3 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\
 \text{Tunnelvertsn. } b \cdot h &= 3,5 \cdot 2,8 \text{ m} &&= \underline{\underline{9,8 \text{ m}^2}}
 \end{aligned}$$

c) Tunnelstrekn. Seiersten - Skipphelle.

$$\begin{aligned}
 L &= 29950 - 14650 &&= 15300 \text{ m} \\
 \text{fall} &&&= 0,54\text{‰} \\
 Q \text{ max fra Bekkelaget} &= 2900 \frac{1}{\text{s}} \\
 \text{" " " Gjersjø bro} &240 \text{ "} \\
 \text{" " " Haugbro} &860 \text{ "} \\
 \text{" " " Fåleslora} &64 \text{ "} \\
 \text{" " " Nettet} &\underline{168 \text{ "}} \\
 Q \text{ total} &&&= 4232 \frac{1}{\text{s}} \\
 Q \text{ sirkul.} &= 4232 \cdot 2 &&= 8464 \frac{1}{\text{s}} \\
 \text{Nødv. semisirk. tverrsn. m/diam.} &&&\underline{\underline{\emptyset 280 \text{ cm}}} \\
 V \text{ max} &&&= 1,3 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\
 \text{Tunnelvertsnitt } b \times h &= 3,5 \cdot 2,8 \text{ m} &&= \underline{\underline{9,8 \text{ m}^2}}
 \end{aligned}$$

Omkostningsberegninger for
Alternativ 4 - anleggsomk.

A.	a) Mek. renseanlegg ved Gjersjø bro	= Kr.	1.665.000
	b) Tunnel Gjersjø bro - Hovedtunnel	= "	155.000
	Tilsammen	Kr.	1.820.000
B.	a) Tunnel Haugbro - Fåleslora	= Kr.	1.937.000
	b) Mek. renseanl. v/Fåleslora	= "	4.990.000
	c) Tunnel Fåleslora - Hovedtunnel	= "	697.000
	Tilsammen	= Kr.	7.624.000
C.	a) Mek. renseanlegg v/Nesset	= Kr.	1.260.000
	b) Pumpestasjon for strekn. renseanl. - tunnelinnslag	= "	216.000
	c) Trykkledn. renseanl. - tunnelinnslag	= "	39.000
	Innslag til hovedtunnel	= "	225.000
	Tilsammen	Kr.	1.740.000
D.	a) Hovedtunnel Bekkelaget - Skipphelle (som andel for Oppegård - Ski - Ås og Frogn kommuner)	= Kr.	17.420.000
E.	Grunnervervelser	= Kr.	216.000
	Totalt = A+B+C+D+E	= Kr.	28.820.000

Amortisering og forrentning
av anleggsomk. (A-B-C-D)

		<u>Årsomk.</u>	<u>Kapitalisert</u>
A.	a) Mek. renseanl. v/Gjersjø bro	118.100	2.362.000
	b) Tunnel Gjersjø bro - Hovedtunnel	8.200	164.000
B.	a) Tunnel Haugbro - Fåleslora	102.300	2.046.000
	b) Mek. renseanl. v/Fåleslora	353.800	7.076.000
	c) Tunnel Fåleslora - Hovedtunnel	36.800	736.000
C.	a) Mek. renseanl. v/Nesset	89.400	1.788.000
	b) Pumpestasjon renseanl.-tunnelinnsl.	15.300	306.000
	c) Trykkledn. " - "	2.300	46.000
	d) Innslag til hovedtunnel	11.900	238.000
D.	a) Hovedtunnel - Skipphelle (som andel for Oppegård-Ski- Ås og Frogn kommuner.)	919.800	18.396.000
E.	Grunnerververvelser	10.800	216.000
F.	Drifts- og vedlikeholdsomk. av:		
	a) Renseanl. v/Gjersjø bro	39.000	780.000
	b) - " - v/Fåleslora	120.000	2.400.000
	c) - " - v/Nesset	30.800	616.000
	d) Pumpestasjon v/Nesset	8.000	160.000
Totalt		1.866.500	37.330.000

Kr.

Alternativ 5.

- a) Mekanisk renseanlegg ved Gjersjø bro - gravitasjonsledning langs Gjersjøelva og dypvannsutslipp ved Ljansbruket.

Er beregnet i Alt. 1 side 1.

-
-
- a) Tunnel Haugbro - Fåleslora.

Er beregnet i Alt. 1 side 1.

- b) Mekanisk renseanlegg ved Fåleslora.

Renseanlegget skal betjene følgende:

1) Haugbro dreneringspkt.	54000 p
2) Fåleslora - " -	<u>4000 p</u>
	<u>58000 p</u>

- c) Tunnel Fåleslora - hovedtunnel ved Seiersten.

Inntaket på hovedtunnel ligger ved Seiersten - ca. 450 m vest for Ringnes, og på kote + 8,3 m.o.h.

Tunnelen Fåleslora - hovedtunnel utføres som skråsjakt med konstant fall.

L	=	450 m
Δh Fåleslora - hovedtunnel		
= + 40 m.o.h. - (+ 8,3 m.o.h.)	=	31,7 m
fall = $\frac{31,7\text{m}}{450\text{ m}}$	=	$\frac{1}{14,2}$
	=	70,5‰
Q max fra Haugbro og Fåleslora	=	924 $\frac{1}{\text{s}}$
Q sirk. $924 \frac{1}{\text{s}} \cdot 2$	=	1848 $\frac{1}{\text{s}}$
Nødv. semisirk. tverrsn. m/diam.		<u>Ø 60 cm</u>

$$V \text{ max} = 7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{Min. tverrsn. på tunnel} = b \times h = 2,1 \cdot 2,8 \text{ m} = \underline{\underline{5,8 \text{ m}^2}}$$

d) Tunnel Seiersten - Nesset.

Denne tunnelstrekningen blir beregnet som del av hovedtunnelen mellom Bekkelaget og Skipphelle:

Q max fra Bekkelaget	=	2900	$\frac{1}{\text{s}}$	
" - " Gjersjø bro	=	240	"	
" - " Haugbro	=	860	"	
" - " Fåleslora	=	<u>64</u>	"	
Q totalt				= 4064 $\frac{1}{\text{s}}$
L				= 3900 m
Δh Seiersten - Nesset				
	=	+ 8,3 m.o.h. - (+6,15 m.o.h.)		= 2,15 m
fall	=	$\frac{2,15}{3900}$	=	$\frac{1}{1820}$ = 0,54‰

Tunnelbunnen utstøpes semisirkulært, og er dimensjonert også for event. fremtidig vannmengder fra Bekkelaget og Gjersjø bro.

Q sirk.	=	4064 $\frac{1}{\text{s}}$ · 2	=	8128 $\frac{1}{\text{s}}$
Nødv. semisirk. tverrsnitt m/dian.				$\frac{\varnothing \quad 280 \text{ cm}}{\underline{\underline{1,3 \text{ m}}}}$
V max				= 1,3 s
Min. tverrsn. på tunnel				
= b x h =		3,5 · 2,8 m		= <u><u>9,8 m²</u></u>

e) Beregning av max hastighet i tunnelen ved redusert utnyttelsesgrad.

Q 1 = max fra Haugbro og Fåleslora	=	924	$\frac{1}{\text{s}}$
Q 2 = fremtidig full kapasitet	=	8128	$\frac{1}{\text{s}}$

$$\text{Utnyttelsesgrad for } Q_1 = \frac{924 \cdot 100}{8128} = 11,4\%$$

Fyllingshøyde blir da 21%

Hastighet ved 20% fyllingshøyde er 66% av V max for fullt rør, dvs.

$$V \text{ max for } 11,4\% \text{ utnyttelsesgrad} = 1,3 \cdot 0,66 = 0,86 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

f) Mekanisk renseanlegg ved Nesset

Er beregnet i Alt. 1 side 3.

g) Pumpestasjon Nesset renseanlegg - hovedtunnel

Det rensede vannet pumpes opp i utslaget for hovedtunnelen.

Δh renseanlegg - utslaget

$$= + 6 \text{ m.o.h.} - (+ 3 \text{ m.o.h.}) = 3,0 \text{ m}$$

$$L = 100 \text{ m}$$

$$Q = 168 \frac{1}{\text{s}}$$

Pumpehastighet velges

$$1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Nødv. Eternit trykkledn.

$$\underline{\underline{\emptyset 40 \text{ cm}}}$$

$$\text{Nødv. trykkhøyde} = 3 \text{ m} + 100 \text{ m} \cdot \frac{5}{1000}$$

$$= \underline{\underline{3,5 \text{ m}}}$$

h) Utslaget fra hovedtunnel

$$\Delta h \text{ hovedtunnel - utkant i utslaget} = (6,15 - 6,0) \text{ moh} = \underline{\underline{0,15 \text{ m}}}$$

$$L = 180 \text{ m}$$

$$f_{all} = \frac{0,15}{180} = \frac{1}{1200} = 0,83\%$$

i) Q max fra Haugbro

$$= 860 \frac{1}{\text{s}}$$

" " " Fåleslora

$$= \underline{64 \text{ "}}$$

Q totalt

$$= 924 \frac{1}{\text{s}}$$

$$Q \text{ sirkul.} = 924 \frac{1}{\text{s}} \cdot 2$$

$$= 1848 \frac{1}{\text{s}}$$

Nødv. semisirk. tverrsn. m/diam.

$$\underline{\underline{\emptyset 150 \text{ cm}}}$$

$$\begin{aligned}
 V \text{ max} &= 1,2 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\
 \text{Tunneltverrsn. } b \times h &= 2,1 \cdot 2,8 \text{ m} = \underline{\underline{5,8 \text{ m}^2}}
 \end{aligned}$$

a) Dypvannsutslipp ved Nossset.

Alt rensset vann fra Haugbro, Fåleslora og Nossset føres i en dypvannsledning som går ut fra et samlingspunkt i tunnelutslaget, og ender 3500 m. ut i sjøen.

$$\begin{aligned}
 Q \text{ fra Haugbro og Fåleslora} &= 924 \frac{1}{\text{s}} \\
 - \text{ " - Nossset} &= \underline{168 \text{ "}} \\
 Q \text{ totalt} &= 1092 \frac{1}{\text{s}} \\
 L \quad 3500\text{m} + 100 \text{ m} &= 3600 \text{ m} \\
 \text{fall} = \frac{6 \text{ m}}{3600 \text{ m}} = \frac{1}{600} &= 1,67\text{‰} \\
 \text{Nødv. PEL-rør blir da} &= \underline{\underline{\varnothing 100 \text{ cm}}} \\
 V \text{ max} &= 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}
 \end{aligned}$$

Omkostningsberegninger for
Alternativ 5 - anleggsomk.

A.	a)	Mek. renseanlegg ved Gjersjø bro	= Kr.	1.665.000
	b)	Gravitasjonsledn. Gjersjø bro - Ljansbruket	= "	761.000
	c)	Dypvannsledn. ved Ljansbruket	= "	<u>35.000</u>
		Tilsammen	= Kr.	2.461.000
B.	a)	Tunnel Haugbro - Fåleslora	= "	1.937.000
	b)	Mek. renseanl. v/Fåleslora	=	4.990.000
	c)	Tunnel Fåleslora - hovedtunnel	= "	697.000
	d)	Del av hovedtunnel Seiersten - Nesset	= Kr.	7.215.000
	e)	Mek. renseanl. v/Nesset	= "	1.260.000
	f)	Pumpestasjon for strekn. renseanl. - utslag i hovedtunnel	= "	216.000
	g)	Trykkledn. renseanl. -utslaget	= "	39.000
	h)	Utslag fra hovedtunnel	= "	225.000
	i)	Dypvannsledn. v/Nesset	= "	<u>2.070.000</u>
		Tilsammen	= Kr.	18.649.000
C.		Grunnerververvelser	= Kr.	216.000
		Totalt = A+B+C	=	<u><u>Kr. 21.326.000</u></u>

Amortisering og forrentning av anleggssomk. (A-B)		Årsomk.	Kapitalisert
A.	a) Mek. renseanl. v/Gjersjø bro	118.100	2.362.000
	b) Gravitasjonsledn. Gjersjø bro - Ljansbruket	44.800	896.000
	c) Dypvannsledn. v/Ljansbruket	2.800	56.000
B.	a) Tunnel Haugbro - Fåleslora	102.300	2.046.000
	b) Mek. renseanl. v/Fåleslora	353.800	7.076.000
	c) Tunnel Fåleslora - Hovedtunnel	36.800	736.000
	d) Tunnel Seiersten - Nesset (del av hovedtunnel)	380.900	7.618.000
	e) Mek. renseanl. v/Nesset	89.400	1.788.000
	f) Pumpest. renseanl.-tunnelutslag	15.300	306.000
	g) Trykkledn. - " -	2.300	46.000
	h) Utslag fra hovedtunnel		
	i) Dypvannsledn. fra Nesset	166.000	3.320.000
C.	a) Grunnerververvelser	10.800	216.000
D.	Drifts- og vedlikeholdsomk. av:		
	a) Renseanl. v/Gjersjø bro	39.000	780.000
	b) - " - v/Fåleslora	120.000	2.400.000
	c) - " - v/Nesset	30.800	616.000
	d) Pumpestasjon v/Nesset	8.000	160.000
Totalt		1.521.100	30.422.000
		Kr.	

Alternativ 6.

Kloakken pumpes fra kote + 41 m.o.h. ved Haugbro dreneringspunkt opp til kote + 125 m.o.h. ved Slåbråtvn.

Pumpingen skjer i to trinn.

a) Første pumpe-stasjon.

Løftehøyde fra kote + 41 m.o.h. til kote + 83 m.o.h.

h	=	42 m
Antall personer fra del av Ås	=	2000
- " - " " " " Ski	=	<u>2000</u>
Total		4000 p.
Q (k+i) max	=	43,5 $\frac{1}{s}$
Q innf.	=	<u>20,5 "</u>
Q total	=	64,0 $\frac{1}{s}$
L	=	550 m
Velger pumpehastighet	=	1,5 m/s
Nødv. Eternit trykkledn.	\varnothing	<u>25 cm</u>
Nødv. trykkhøyde	=	<u>42 m + 550 m \cdot \frac{9}{1000}</u>
	=	<u>47 m</u>

b) 2. pumpe-stasjon.

Løftehøyde fra kote + 83 m.o.h. til kote + 125 m.o.h. ved Slåbråtvn.

h	=	42 m
Antall personer totalt	=	40.000 p
Q (k+i) max	=	432 $\frac{1}{s}$
Q innf.	=	204 $\frac{1}{s}$
Q total	=	636 $\frac{1}{s}$
L	=	700 m
Velger pumpehastighet	=	1,5 m/s
Nødv. Eternit trykkledn.	\varnothing	<u>80 cm</u>
Nødv. trykkhøyde	=	<u>42m + 700 m \cdot \frac{2}{1000}</u>
	=	<u>43,4m</u>

c) Gravitasjonsledn. Slåbråtvn. - Sønsterudvn.

Ledn. legges frem til et tunnelinnslag ca. 140 m vest for Sønsterudvn. på høyde med Dammen.

h	Slåbråtvn. - Sønsterudvn.	
	= + 125 m.o.h. - (+ 110 m.o.h.)	= 15 m
L		= 1400 m
fall	= $\frac{15}{1400}$ = $\frac{1}{93}$	= 10,8‰
Q		= 636 $\frac{1}{s}$
Nødv. rørdimensjon		$\frac{\emptyset \quad 60 \text{ cm}}{\quad}$
V max		= 2,5 $\frac{m}{s}$

d) Tunnel Sønsterudvn. - Ekornrud v/Kolbotnvann.

1)	Q max fra Haugbro	= 636 $\frac{1}{s}$
2)	Q max fra del av Oppegård ved 15000 personer	= $\frac{240}{s}$
	Q total	= 876 $\frac{1}{s}$
h	Sønsterudvn. - Ekornrud	
	= + 110 m.o.h. - (+ 105 m.o.h.)	= 5 m
L		= 1600 m
fall	= $\frac{5}{1600}$ = $\frac{1}{320}$	= 3,12‰
Q sirkul.	= 876 · 2	= 1752 $\frac{1}{s}$
Nødv. semisirk. tverrsn. m/diam.		$\frac{\emptyset \quad 110 \text{ m}}{\quad}$
V max		= $\frac{1,8m}{s^2}$
Tunneltverrsn.	= b · h = 2,1 · 2,8 m	= 5,8 m ²

e) Gravitasjonsledn. Ekornrud - Kantoråsen.

Ledn. legges fra Ekornrud og langs sydvestre strandlinje frem til et tunnelinnslag ved foten av Kantoråsen på høyde med Storøya i Kolbotnvann.

h	Ekornrud - innslaget i Kantoråsen	
	= + 105 m.o.h. - (+ 100 m.o.h.)	= 5 m

$$\begin{aligned}
 L &= 500 \text{ m} \\
 \text{fall} &= \frac{5}{500} = \frac{1}{100} = 10\% \\
 1) \quad Q &= 876 \frac{1}{\text{s}} \\
 + & \\
 2) \quad Q \text{ max for 4000 personer fra del av Oppegård} &= 64 \frac{1}{\text{s}} \\
 Q \text{ total} &= 876 + 64 = \underline{\underline{940 \frac{1}{\text{s}}}} \\
 \text{Nødv. rørdimensj.} &= \underline{\underline{\varnothing 70 \text{ cm}}} \\
 V \text{ max} &= 2,5 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

f) Tunnel under Kantoråsen

Utslaget ligger ca. 150 m øst for Vassbonn.

$$\begin{aligned}
 h \text{ innslag} - \text{utslag} &= 23 \text{ m} \\
 = 100 \text{ m.o.h.} - (+ 77 \text{ m.o.h.}) & \\
 L &= 650 \text{ m} \\
 \text{fall} &= \frac{23}{650} = \frac{1}{28} = 36\% \\
 Q \text{ max} &= 940 \frac{1}{\text{s}} \\
 Q \text{ sirkul.} &= 940 \cdot 2 = 1880 \frac{1}{\text{s}} \\
 \text{Nødv. semisirk. tverrsn. m/diam.} &= \underline{\underline{\varnothing 70 \text{ cm}}} \\
 V \text{ max} &= 6,0 \text{ m/s} \\
 \text{Tunneltverrsn.} \quad b \cdot h &= 2,1 \cdot 2,8 \text{ m} = \underline{\underline{5,8 \text{ m}^2}}
 \end{aligned}$$

g) Gravitasjonsledn. Kantoråsen - Gjersjø bro

Fra tunnelutslaget legges ledningen rett nord og frem til Kolbotnveien. Ledningen følger Kolbotnvn. frem til Gjersjø bro.

$$\begin{aligned}
 h \text{ Kantoråsen} - \text{Gjersjø bro} &= 37 \text{ m} \\
 = + 77 \text{ m.o.h.} - (+ 40 \text{ m.o.h.}) & \\
 L &= 1600 \text{ m}
 \end{aligned}$$

4

$$\text{fall} = \frac{37 \text{ m}}{1600 \text{ m}} = \frac{1}{43} = 23\text{‰}$$

$$\text{Nødv. rørdimensj.} = \underline{\underline{\emptyset \quad 60 \text{ cm}}}$$

$$V \text{ max} = 3,5 \text{ m/s}$$

h) Mek. renseanl. ved Gjersjø bro

Renseanl. skal betjene Haugbro og Gjersjø bro
 dreneringspunkt med tilsammen 69000 p
 Anlegget ligger på kote + 40 m.o.h.

i) Gravitasjonsledn. Gjersjø bro - Ljansbruket

$$Q \text{ total} = 1100 \frac{1}{\text{s}}$$

$$h \quad \text{Gjersjø bro} - \text{Ljansbruket} = 35 \text{ m}$$

$$= + 40 \text{ m.o.h.} - (+ 5 \text{ m.o.h.})$$

$$L = 2400 \text{ m}$$

$$\text{fall} = \frac{35 \text{ m}}{2400 \text{ m}} = \frac{1}{69} = 14,5\text{‰}$$

$$\text{Nødv. rørdimensj.} = \underline{\underline{\emptyset \quad 70 \text{ cm}}}$$

$$V \text{ max} = 3,0 \text{ m/s}$$

j) Dypvannsledn. ved Ljansbruket

$$\text{Utslippingsdyp} = -(80-100 \text{ n})$$

$$L \text{ iflg. draft} = 400 \text{ m}$$

$$\text{fall} = \frac{5 \text{ m}}{400 \text{ m}} = 12,5\text{‰}$$

$$Q \text{ max} = 1100 \frac{1}{\text{s}}$$

$$\text{Nødv. PEL rør} = \underline{\underline{\emptyset \quad 70 \text{ cm}}}$$

$$V \text{ max} = 3,5 \text{ m/s}$$

a) Tunnel Fåleslora - Pollendalen

Q Fåleslora dreneringspunkt.

= 64 $\frac{1}{s}$

h Fåleslora - Pollendalen

= + 40 m.o.h. - (+ 30 m.o.h.)

= 10 m

L

= 1200 m

fall = $\frac{10 \text{ m}}{1200 \text{ m}} = \frac{1}{120}$

= 8,3‰

Q sirkul. = 64 · 2

= 128 $\frac{1}{s}$

Nødv. semisirk. tverrsn. m/diam.

$\frac{\varnothing}{35 \text{ cm}}$

V max

= 1,4 $\frac{m}{s}$

Tunneltverrsn. b · h = 2,1 · 2,8 m

= 5,8 m²

(evt. legges Eternitrør \varnothing 25 cm på betong forandringsklosser)b) Mekanisk renseanlegg ved Nesset

Renseanlegget skal betjene følgende:

1) Fåleslora dreneringspunkt

4000 p

2) Nesset - " -

10500 "14500 p

Anlegget ligger på kote

+ 5 m.o.h.

c. Dypvannsutslipp fra Nesset

Utslippingsdyp

-(80 - 100m)

L iflg. draft

= 3500 m

Q max = 64 + 168

= 232 $\frac{1}{s}$

P.g.a. dårlige fallforh. baserer en seg på pumpestatjon.

Pumpehastighet velges

1,5 m/s

Nødv. PEL rør blir da

$\frac{\varnothing}{50 \text{ cm}}$

Nødv. trykkhøyde = 3500 · $\frac{4}{1000}$

14 m

Omkostningsberegninger for
Alternativ 6 - anleggsomk.

A.	a)	1. pumpestation	= Kr.	171.000
	"	2. "	= "	945.000
	b)	Trykkledn. 1. - 2. pumpest.	= "	179.850
	"	" 2. pumpest.- Slåbråtvn.	= "	500.500
	c)	Gravitasjonsledn. Slåbråtvn. - Sønsterud Sønsterudvn.	= "	534.800
	d)	Tunnel Sønsterudvn. - Ekornrud	= "	2.000.000
	e)	Gravitasjonsledn. Ekornrud - Kantoråsen	= "	138.500
	f)	Tunnel under Kantoråsen	= "	942.000
	g)	Gravitasjonsledn. Kantoråsen - Gjersjø bro	= "	715.300
	h)	Mek. renseanl. ved Gjersjø bro	= "	5.790.000
	i)	Gravitasjonsledn. Gjersjø bro - Ljansbruket	= "	1.048.000
	j)	Dypvannsledn. ved Ljansbruket	= "	<u>138.000</u>
		Tilsammen		Kr.13.102.950
B.	a)	Tunnel Fåleslora - Pollendalen	= Kr.	1.500.000
	b)	Mek. renseanl. Nesset	= "	1.610.000
	c)	Dypvannsledn. ved Nesset	= "	553.000
	d)	Pumpestation ved Nesset	= "	<u>312.000</u>
		Tilsammen	= Kr.	3.975.000
C.		Grunnervervelser	= Kr.	210.000
		Totalt (A+B+C)		<u><u>Kr.17.287.950</u></u>

Amortisering og forrentning av anleggsmk. (A-B)		Årsomk.	Kapitalisert
A.	a) 1. pumpe-stasjon	12.200	244.000
	" 2. "	67.000	1.340.000
	b) Trykkledn. 1. - 2. pumpe-st.	10.500	210.000
	" " 2. pumpe-st. - Slåbråtvn.	29.200	584.000
	c) Gravitasjonsledn. Slåbråtvn. - Sønsterudvn.	31.100	622.000
	d) Tunnel Sønsterudvn. - Ekornrud	105.700	2.114.000
	e) Gravitasjonsledn. Ekornrud - Kantoråsen	8.100	162.000
	f) Tunnel under Kantoråsen	49.700	994.000
	g) Gravitasjonsledn. Kantoråsen - Gjersjø bro	41.600	832.000
	h) Mek. renseanl. ved Gjersjø bro	410.500	8.210.000
	i) Gravitasjonsledn. Gjersjø bro - Ljansbruket	61.000	1.220.000
	j) Dypvannsledn. ved Ljansbruket	11.100	222.000
B.	a) Tunnel Fåleslora - Pollendalen	79.200	1.584.000
	b) Mek. renseanl. ved Nesset	114.200	2.284.000
	c) Dypvannsledn. ved Nesset	44.400	888.000
	d) Pumpe-st. ved Nesset	22.100	442.000
C.	Grunnerververvelser	10.500	210.000
F.	Drifts- og vedlikehold av:		
	a) 1. pumpe-st.	21.000	420.000
	b) 2. "	137.500	2.750.000
	c) Renseanl. ved Gjersjø bro	138.000	2.760.000
	d) Renseanl. ved Nesset	38.600	772.000
	e) Pumpe-stasjon ved Nesset	20.000	400.000
Totalt		Kr. 1.463.200	29.264.000

Alternativ 7.

a) Tunnel Haugbro - Fåleslora

Er beregnet i Alt. 1 side 1

b) Pumpe-stasjon Fåleslora - Gjersjø bro

1) Q Haugbro dreneringspkt.

$$= 860 \frac{1}{s}$$

+

2) Q Fåleslora - " -

$$= \frac{64}{s}$$

Q total

$$= 924 \frac{1}{s}$$

L

$$= 6600 \text{ m}$$

Velger pumpehastighet

$$1,5 \text{ m/s}$$

Nødv. Eternit trykkledn.

$$\underline{\underline{\varnothing 90 \text{ cm}}}$$

$$\text{Nødv. trykkhøyde} = 6600 \cdot \frac{1,7}{1000}$$

$$= \underline{\underline{11,3 \text{ m}}}$$

c) Gravitasjonsledn. Gjersjø bro - Ljansbruket

1) Q fra Fåleslora pumpe-stasjon

$$= 924 \frac{1}{s}$$

+

2) Q " Gjersjø bro dreneringspkt.

$$= \frac{240}{s}$$

Q total

$$= 1164 \frac{1}{s}$$

$$\text{fall} = \frac{\Delta h}{L} = \frac{35 \text{ m}}{2400 \text{ m}}$$

$$= 14,5\%$$

L

$$= 2400 \text{ m}$$

Nødv. rørdimens.

$$\underline{\underline{\varnothing 70 \text{ cm}}}$$

V max

$$= \frac{m}{3 \text{ s}}$$

d) Mek. renseanlegg ved Ljansbruket.

Renseanlegget skal betjene følgende

1) Haugbro dreneringspkt.

$$54000 \text{ p}$$

2) Fåleslora - " -

$$4000 \text{ "}$$

3) Gjersjø bro " -

$$\underline{15000 \text{ "}}$$

$$\underline{\underline{73000 \text{ p}}}$$

Renseanlegget ligger på kote + 5 m.o.h.

e) Dypvannsutslipp fra Ljansbru

Utslippingsdyp	-(80-100 m)
L iflg. draft	= 400 m
fall $\frac{5 \text{ m}}{400 \text{ m}}$	= 12,5‰
Q	= 1164 $\frac{1}{\text{s}}$
Nødv. PEL-rør	$\frac{\varnothing \quad 70 \text{ cm}}{\quad \quad \quad}$
V max	= 3,4 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$

a) Mek renseanlegg ved Nesset.

Er beregnet i Alt 1 side 3. .

b) Dypvannsutslipp ved Nesset.

Er beregnet i Alt. 1 side 3 .

c) Pumpestasjon for dypvannsutslipp ved Nesset.

Er beregnet i Alt. 1 side 3.

Omkostningsberegninger for
Alternativ 7 - anleggsomk.

A.	a) Tunnel Haugbro - Fåleslora	= Kr.	1.937.000
	b) Pumpest. Fåleslora - Gjersjø bro	= "	974.000
	c) Trykkledn. " "	= "	5.676.000
	d) Gravitasjonsledn. Gjersjø - Ljansbruket	= "	1.044.000
	e) Mek. ved Ljansbruket	= "	5.913.000
	f) Dypvannsledn. ved Ljansbruket	= "	<u>138.000</u>
	Tilsammen	Kr.	15.682.000
B.	a) Mek. renseanl. ved Nesset	= "	1.260.000
	b) Dypvannsledn. ved "	= "	350.000
	c) Pumpest. " "	= "	<u>227.000</u>
	Tilsammen	= Kr.	1.837.000
C.	Grunnerververelser	= Kr.	200.000
	Totalt	= A+B+C	<u><u>17.719.000</u></u>

Amortisering og forrentning av anleggsomk. (A-B)		Årsomk.	Kapitalisert
A.	a) Tunnel Haugbro - Fåleslora	102.300	2.046.000
	b) Pumpest. Fåleslora - Gjersjø bro	69.000	1.380.000
	c) Trykkledn. Fåleslora - Gjersjø bro	330.800	6.616.000
	d) Gravitasjonsledn. Gjersjø bro - Ljansbruket	60.800	1.216.000
	e) Mek. renseanlegg ved Ljansbruket	419.200	8.384.000
	f) Dypvannsledn. " "	11.100	222.000
B.	a) Mek. renseanlegg ved Nesset	89.400	1.788.000
	b) Dypvannsledn. " "	28.100	562.000
	c) Pumpest. " "	16.100	322.000
C.	a) Grunnervervelser	10.000	200.000
D.	Drifts- og vedlikeholdsomk. av:		
	a) Pumpest. ved Fåleslora	61.000	1.220.000
	b) Renseanlegg ved Ljansbruket	151.000	3.020.000
	c) Renseanl. ved Nesset	30.800	616.000
	d) Pumpest. " "	18.000	360.000
Totalt		1.397.600	27.952.000

Kr.

Alternativ 8.

a) Biologisk renseanlegg ved Haugbro.

Anlegget dimensjoneres for 54000 personer fra Haugbro dreneringspkt.

Utslippet foregår i Gjersjøens overflate.

a) Biologisk renseanlegg ved Fåleslora.

Anlegget dimensjoneres for 4000 personer fra Fåleslora dreneringspkt.

Utslipp i Gjersjøens overflate.

a) Gravitasjonsledn. Gjersjø bro - Ljansbruket.

Er beregnet i Alt. 1 side 1

b) Mek. renseanlegg ved Ljansbruket.

Anlegget beregnes for 15000 personer fra Gjersjø bro dreneringspkt.
Anlegget ligger på kote + 5 m.o.h.

c) Dypvannsledn. ved Ljansbruket.

Er beregnet i Alt. 1 side 1 .

a) Mek renseanlegg ved Nasset.

Er beregnet i Alt. 1 side 3 .

b) Dypvannsutslipp ved Nesset.

Er beregnet i Alt. 1 side 3.

c) Pumpestasjon for dypvannsutslipp ved Nesset.

Er beregnet i Alt. 1 side 3.

Omkostningsberegninger for
Alternativ 8 - anleggsomk.

A.	a)	Biol. renseanlegg ved Haugbro	= Kr. 7.992.000
B.	a)	Biol. renseanl. ved Fåleslora	= " 988.000
C.	a)	Gravitasjonsledn. Gjersjø bro - Ljansbruket	= Kr. 761.000
	b)	Mek. renseanl. ved Ljansbruket	= " 1.665.000
	c)	Dypvannsledn. " "	= " <u>35.000</u>
		Tilsammen	Kr. 2.461.000
D.	a)	Mek. renseanl. ved Nesset	= Kr. 1.260.000
	b)	Dypvannsledn. " "	= " 350.000
	c)	Pumpest. " "	= " <u>227.000</u>
		Tilsammen	= Kr. 1.837.000
E.		Grunnerververvelser	= Kr. 450.000
		Totalt	= <u>Kr. 13.728.000</u>

Amortisering og forrentning av anleggsmk. (A-B-C-D)		Årsomk.	Kapitalisert
A.	a) Biol. renseanl. ved Haugbro	641.300	12.826.000
B.	a) Biol. renseanl. ved Fåleslora	79.300	1.586.000
C.	a) Gravitasjonsledn. Gjersjø bro - Ljansbruket	44.800	896.000
	b) Mek. renseanl. ved Ljansbruket	118.100	2.362.000
	c) Dypvannsledn. " "	2.800	56.000
D.	a) Mek. renseanl. ved Nesset	89.400	1.788.000
	b) Dypvannsledn. " "	28.100	562.000
	c) Pumpestasjon " "	16.100	322.000
E.	a) Grunnervorvelser	2.500	450.000
F.	Drifts- og vedlikeholdsmk. av:		
	a) Biol. renseanl. ved Haugbro	172.800	3.456.000
	b) Biol. renseanl. ved Fåleslora	27.200	544.000
	c) Mek. renseanl. ved Ljansbruket	39.000	780.000
	d) Mek. renseanl. ved Nesset	30.800	616.000
	e) Pumpest. ved Nesset	18.000	360.000
Totalt		1.330.200	26.604.000
		Kr.	

TABELLARISK SAMMENSTILLING
AV OMKOSTNINGENE.

ALTERNATIVER.

	Samlede anleggssomkostninger	Samlede drift og vedlikeh.-omkostninger	Årsomkostninger	Kapitaliserte omkostninger
1) Mek renseanlegg ved Gjersjø bro, gravitasjonsledn. langs Gjersjøelva og dypvannsledn.v/Ljansbruket. Tunnel Haugbro-Fåleslora-Sjødalstrand, mek.renseanlegg ved Fåleslora og dypvannsledn. ved Sjødalstrand. Mek.renseanlegg ved Nesset med pumpestasjon og dypvannsledn.	15.093.000,-	207.800,-	1.169.600,-	23.392.000,-
2) Mek.renseanl. ved Gjersjø bro, gravitasjonsledn. langs Gjersjøen og dypvannsledn.v/Ljansbruket. Tunnel Haugbro-Fåleslora-Sjødalstrand med mek.renseanl. ved Fåleslora og dypvannsledn. v/Sjødalstrand. Pumpestasjon ved Nesset for overføring til renseanl. ved Fåleslora.	15.238.000,-	232.000,-	1.189.000,-	23.780.000,-
3) Mek.renseanl.v/Gjersjø bro samt gravitasjonsledn. langs Gjersjøelva og dypvannsledn.v/Ljansbruket. Tunnel Haugbro-Fåleslora-Pollendalen med gravitasjonsledn.videre frem til mek.renseanl.v/Nesset samt pumpestasjon og dypvannsledn. her	15.956.000,-	222.000,-	1.230.500,-	25.610.000,-
4) Mek.renseanl.v/Gjersjø bro m/inntak til avskjærende hovedtunnel. Tunnel Haugbro-Fåleslora-avskjærende hovedtunnel, samt mek.renseanl. v/Fåleslora. Mek.renseanl. v/Nesset m/pumpestasjon for overføring til avskjærende hovedtunnel. Avskjærende hovedtunnel Bekkelaget-Skiphelle.	28.820.000,-	197.800,-	1.866.500,-	37.330.000,-

ALTERNATIVER

	Samlede anleggsomkostninger	Samlede drift og vedlikeh.-omkostninger	Årsomkostninger	Kapitaliserte omkostninger
5) Mek.renseanl.v/Gjersjø bro, gravitasjonsledn. langs Gjersjøelva og dypvannsledn.v/Ljansbruket Tunnel Haugbro-Fåleslora - del av hovedtunnel frem til Nesset. Mek.renseanl. v/Fåleslora og Nesset samt pumpe-stasjon og dypvannsledn. ved Nesset.	21.326.000,-	197.800,-	1.521.100,-	30.422.000,-
6) Trinnavis pumping Haugbro-Slåbråtn. m/delvis gravitasjonsledn. og delvis tunnel frem til mek.renseanl. v/Gjersjø bro. Gravitasjonsledn. langs Gjersjøelva og dypvannsledn.v/Ljansbruket. Tunnel Fåleslora-Pollendalen med gravitasjonsledn. frem til mek.renseanl. v/Nesset, samt pumpe-stasjon og dypvannsledn. her.	17.287.950,-	355.100,-	1.463.200,-	29.264.000,-
7) Tunnel Haugbro-Fåleslora.Pumpe-stasjon v/Fåleslora for pumping frem til Gjersjø bro.Gravitasjonsledn. langs Gjersjøelva og mek.renseanl.v/Ljansbruket med dypvannsledn. her. Mek.renseanl. ved Nesset med pumpe-stasjon og dypvannsledn.	17.719.000,-	260.800,-	1.397.600,-	27.952.000,-
8) Biol.renseanl. v/Haugbro og Fåleslora. Gravitasjonsledn.langs Gjersjøelva med mek.renseanl. og dypvannsledn. v/Ljansbruket. Mek.renseanl. v/Nesset med pumpe-stasjon og dypvannsledn.	13.728.000,-	287.800,-	1.330.200,-	26.604.000,-

VURDERING AV ALTERNATIVE LØSNINGER.

VURDERING AV ALTERNATIVE LØSNINGER.

Av de bearbejdede alternativer er det tre stykker som det synes naturlig, i den foreliggende situasjon, å forkaste:

Alt. 8: Dette prosjektet er kun trukket inn i sammenlikningen for å gi et økonomisk bakgrunnsbilde.

Alt. 7: En slik løsning angir høye pumpeomkostninger og kommer av den grunn ut med uforholdsmessig store totalomkostninger.

Alt. 6: Totalomkostningene er ikke i dette tilfellet spesielt høye, men da driften av en pumpestasjon ved Haugbro er svært kostbar, er dette et prosjekt som vil være meget følsomt for eventuelle kloakkvannsbelastninger fra Skiområdet som måtte overskride de som har bakgrunn i den foreslåtte befolkningsprognose.

Vurderingen av de resterende alternativene må nødvendigvis ta utgangspunkt i den usikkerheten som idag foreligger i spørsmålet om hvorvidt det blir tale om å frakte alt kloakkvannet fra Osloområdet til ytre fjordområder, slik som angitt i alt. 4.

Alt. 5 er bragt inn spesielt med henblikk på en slik senere disponering, men med utslipp i Bunnefjorden som en midlertidig løsning. Pumpestasjonen ved Nettet vil senere kunne falle inn i rammen av et samlet tunnelprosjekt.

Den del av anleggssummen som må legges ned i et slikt prosjekt uten senere å ha nytte for tunnelprosjektet er:

Dypvannsledning Nesset

Kr. 2.070.000,-

De høye totalomkostninger forbundet med et slikt prosjekt skyldes i første rekke delstrekningen av hovedtunnellen som allerede idag må konstrueres med henblikk på et senere hovedprosjekt.

Ser vi på de resterende alternativer 1, 2 og 3, er alt. 1 og 2 basert på utslipning ved Sjødalstrand mens alt. 3 baseres på samling av hoved-vannmengdene ved Nesset.

Under forutsetning av en endelig disponering i Bunnefjorden vil alt. 1 være å foretrekke økonomisk, mens alt. 3 gir bedre forutsetning for en økonomisk utnyttelse av hele kloakkanlegget ved en eventuell uforutsett økende utnyttelse av arealene i Ås og Frogn kommuner.

Ser vi alternativ 1 i relasjon til et senere samlet tunnelprosjekt, vil renseanlegget og pumpestasjonen ved Nesset uten videre fortsatt kunne benyttes uendret. Den del av anleggssummen som må legges ned i prosjektet uten senere å ha nytte for tunnelprosjektet er:

1. Del av tunnel Fåleslora - Sjødalstrand	Kr. 2.860.000,-
2. Dypvannsledning Sjødalstrand	" 102.000,-
3. Gravitasjonsledning langs Gjersjøelva	" 761.000,-
4. Dypvannsledning Ljansbruket	" 35.000,-
	<hr/>
	Kr. 3.758.000,-

Ved sammenlikning av alt. 1 og 2, synes alt. 1 å måtte foretrekkes sett på bakgrunn av eventuelle uforutsette vannmengder fra kommunene Ås og Frogn, som nevnt tidligere, idet driftsomkostninger til en øket pumping av dette vannet vil stige sterkere enn driftsomkostninger forbundet med økning i rensekapasitet ved Nesset.

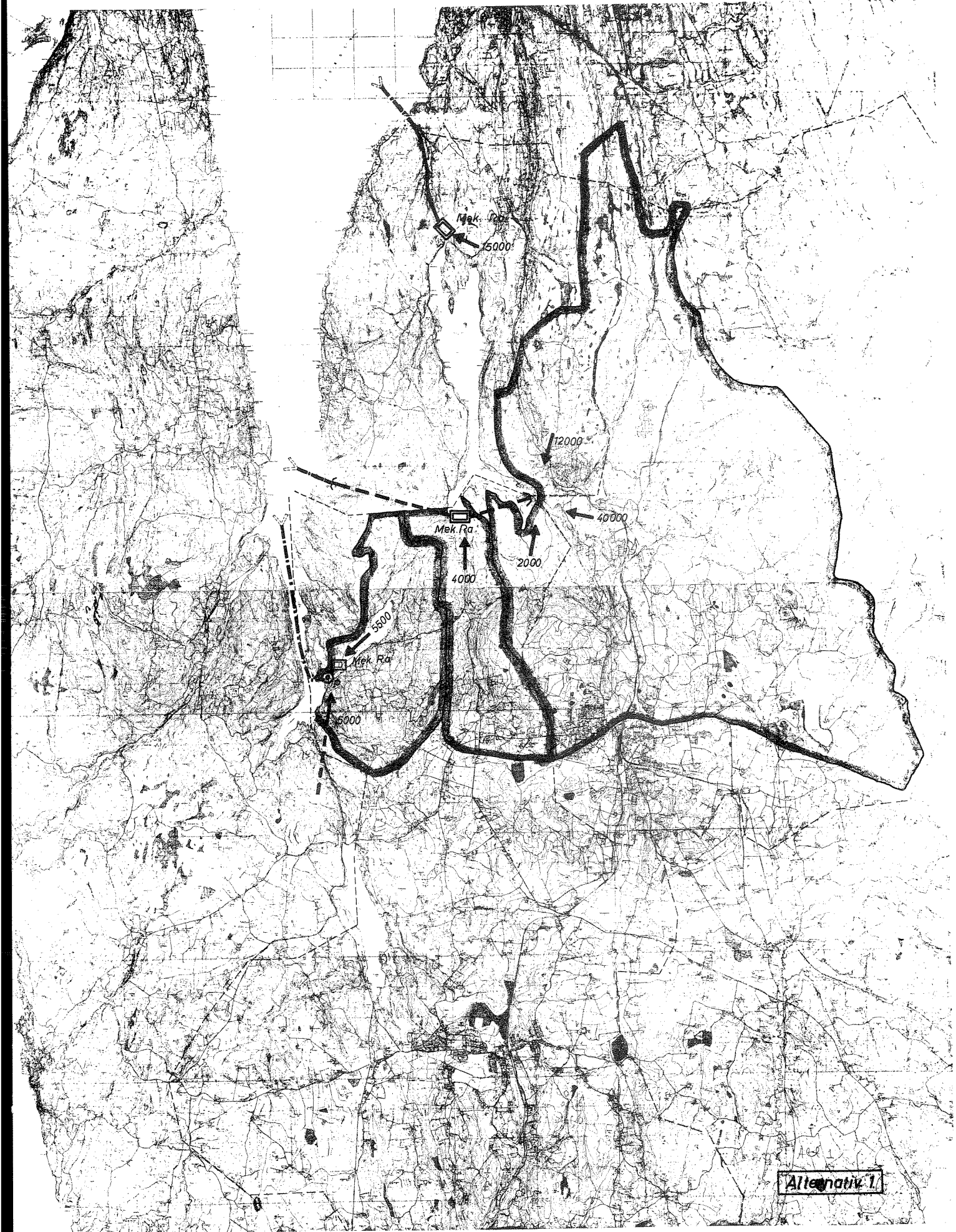
For alt. 3 vil den del av anleggssummen som nå legges ned i prosjektet uten senere å ha nytte for tunnelprosjektet, være:

1. Del av tunnel Fåleslora - Pollendalen	Kr. 500.000,-
2. Gravitasjonsledning til Nettet	" 1.263.000,-
3. - " - langs Gjersjøelv	" 761.000,-
4. Dypvannsutslipp Nettet	" 2.013.000,-
5. - " - Ljansbruket	" 35.000,-
	<hr/>
Tilsammen	Kr. 4.572.000,-
	<hr/>

I en samlet vurdering er det alternativene 1, 3 og 4 som man må bli stående ved. Alternativ 4 kan det imidlertid vanskelig satses på i den nåværende situasjon, idet det idag ikke eksisterer et reelt grunnlag for fastsettelse av utslippingspunktet i ytre fjordområde.

Ved en sammenlikning av alternativene 1 og 3 må det nødvendigvis tas hensyn til disse løsningenes brukbarhet i fremtiden, basert på en endelig disponering i Bunnefjorden. Hvis man senere vil komme frem til at det er nødvendig, av hensyn til utskiftningsforholdene, å føre dypvannsutslippene lenger ut enn det som her er foreslått, vil alternativ 1 utvilsomt by på store fordeler. Dette skyldes i første rekke at man kan unngå å pumpe vannet gjennom dypvannsledningen.

Denne fordelene, sammenholdt med de totalt sett lavere omkostninger, må settes opp imot de fordeler alternativ 3 byr på ved en eventuell sterkere utbygging i Ås kommune.



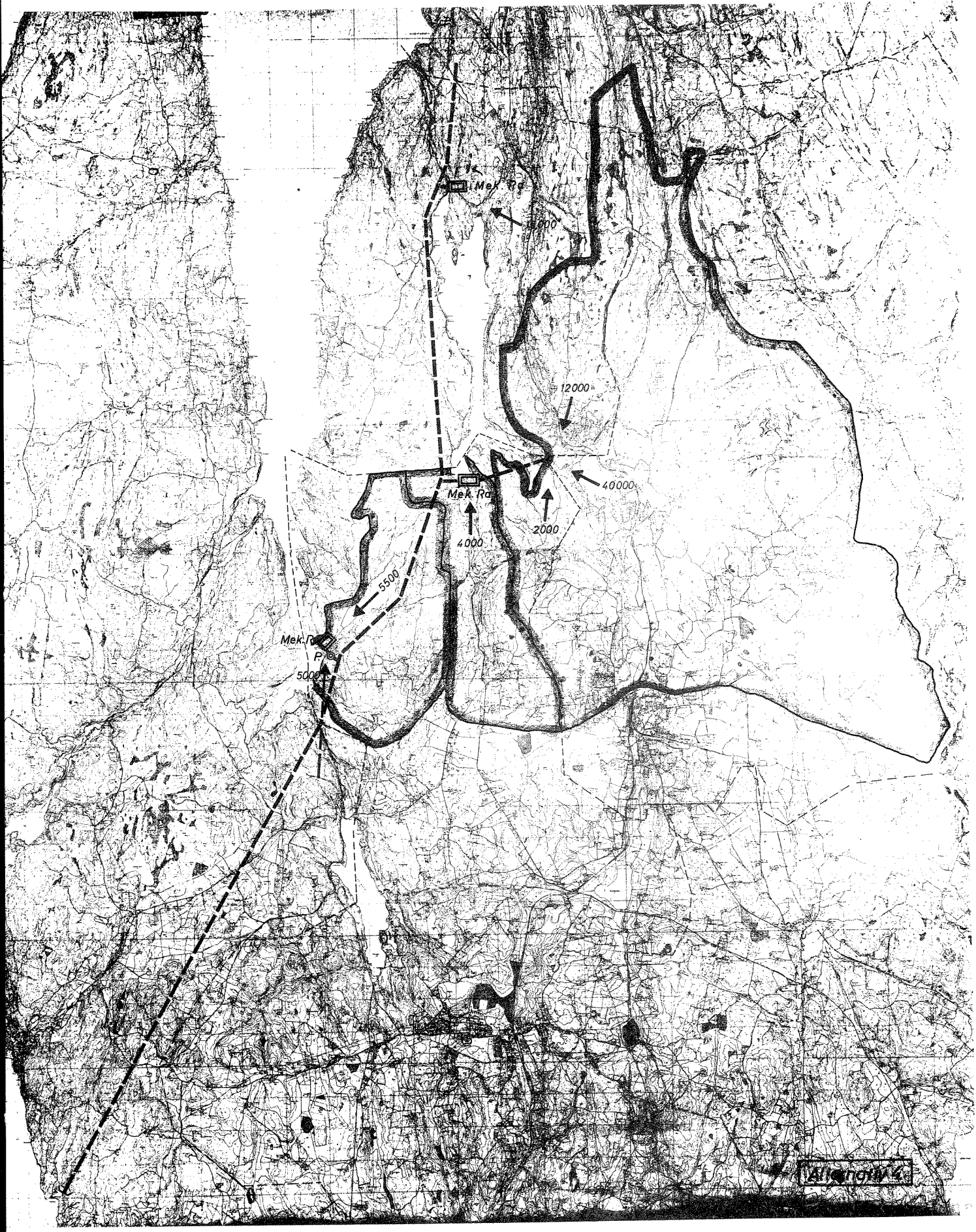
Alternative 1



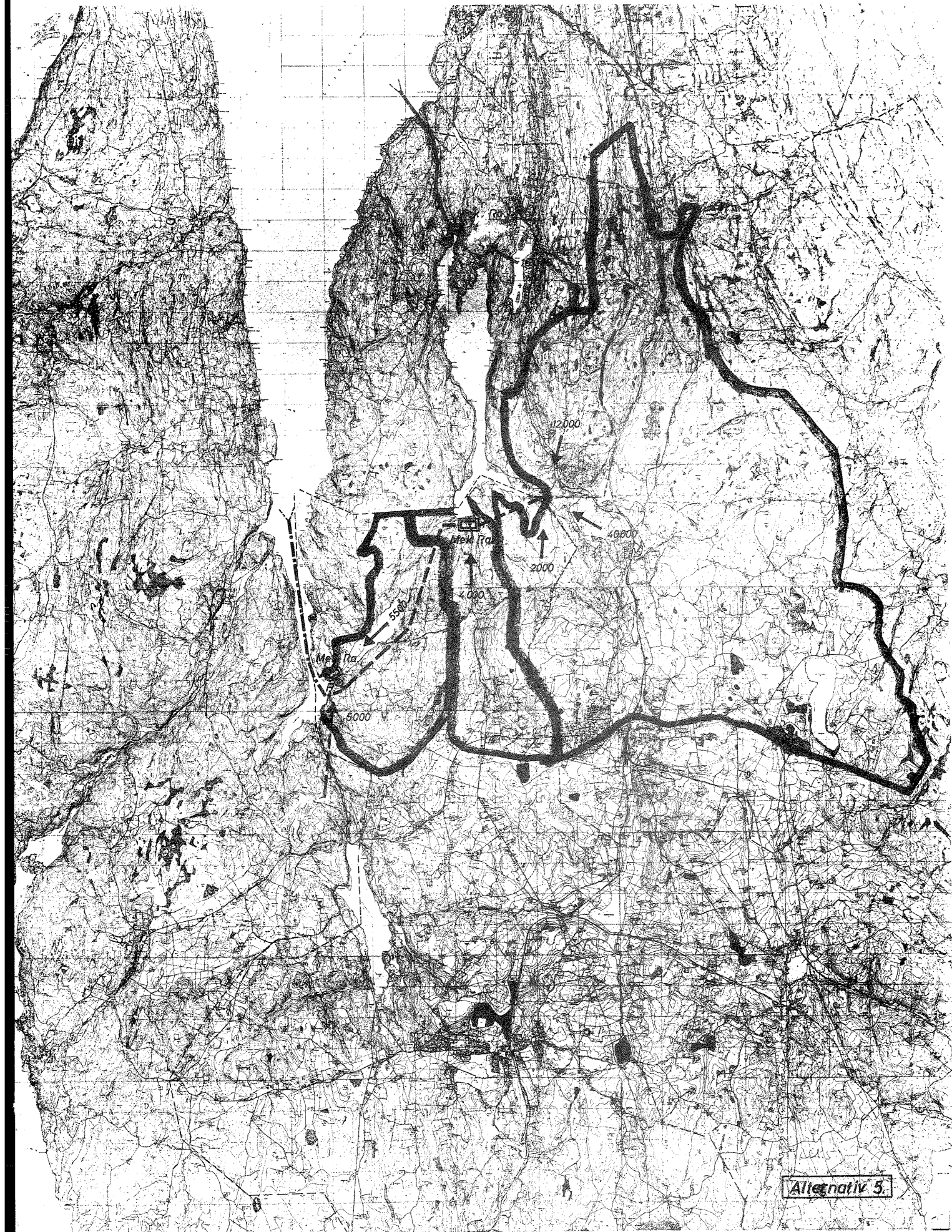
Alternativ 2



Alternativ 3.



Altitude 4



Alternativ 5.



Alternately 6



Alternative 7



Alternative B