

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

BLINDERN

O - 301.

Delrapport II.

EN TEKNISK OG ØKONOMISK VURDERING

AV KLOAKKANLEGG FOR TRONDHEIM.

Saksbehandler: Siv.ing. T. Simensen.

Rapporten avsluttet: November 1964.

INNHOOLD.

Side:

I.	<u>INNLEDNING</u>	5
II.	<u>KORT BESKRIVELSE AV EKSISTERENDE KLOAKKFORHOLD</u> <u>I TRONDHEIMSORMÅDET</u>	6
III.	<u>BEFOLKNINGSPROGNOSE</u>	7
IV.	<u>RESIPIENTBETRAKTNINGER</u>	8
V.	<u>BESKRIVELSE AV ALTERNATIVE LØSNINGER</u>	12
	1. FELTER SOM NATURLIG DRENERES TIL NIDELVA	12
	<u>Bykjernen</u>	12
	<u>Alternativ A</u>	13
	"        B	14
	"        C	15
	"        D	15
	"        E	16
	"        F	16
	"        G	16
	2. FELTER ØST FOR BYEN SOM NATURLIG DRENERES TIL TRONDHEIMSFJORDEN	17
VI.	<u>TEKNISK OG ØKONOMISK BEREGNINGSGRUNNLAG</u>	18
	1. GRUNNLAG FOR DE TEKNISKE BEREGNINGENE	18
	A. Kartmateriale	18
	B. Dimensjonerende vannmengder	18
	C. Rørledninger	20
	D. Ledningstracéer	20
	E. Pumpestasjoner	21
	F. Tunneltracéer	21
	G. Renseanlegg	22
	H. Dypvannsutslipp	22

2.	GRUNNLAG FOR DE ØKONOMISKE BEREGNINGENE	23
	A. Rør, grøfter og kummer	23
	B. Tunneller	24
	C. Pumpestasjoner	24
	D. Renseanlegg	25
	E. Generelt	26
VII.	<u>BEREGNEDE OMKOSTNINGER</u>	27
	ALTERNATIV A	27
	" B	30
	" C	33
	" D	36
	" E	39
	" F	42
	" G	45
	OMRÅDET FRA TRONDHEIMS HAVN TIL RANHEIM	48
	SAMMENDRAG AV ALTERNATIVE OMKOSTNINGER	50
VIII.	<u>VURDERING AV ALTERNATIVE LØSNINGER</u>	52
	A. Hensynet til resipientene	52
	B. Hensynet til en etappevis utbygging av ned- børsområdet	53
	C. Hensynet til omkostninger	55
	D. Hensynet til drift av anlegget	56
	E. Konklusjon	56

TABELLER OG FIGURER.

Tabell	1a.	Beregnete nåværende og fremtidige avløpsmengder
"	b.	" " " " "
Figur	1a.	Eksisterende kloakkutslipp med tilhørende nedslagsfelter
"	b.	" " " " "
"	c.	" " " " "
"	d.	" " " " "
"	2.	Antatt fordeling av nedbørens intensitet og varighet i Trondheimsområdet
"	3.	Regnvannsavløstning for karakteristiske områder
"	4.	Brutto arealbehov for kloakkrensning
"	5.	Drifts- og vedlikeholdskosten for biologiske kloakkrensning
"	6.	Plan over alternativ A
"	7.	" " - " - B
"	8.	" " - " - C
"	9.	" " - " - D
"	10.	" " - " - E
"	11.	" " - " - F
"	12.	" " - " - G
"	13.	Plan over foreslått løsning Ladehalvøya - Ranheim
"	14.	Anleggskosten for alternative løsninger
"	15.	Samlede - " - " - " - "

## I. INNLEDNING.

Planavdelingen Strinda kommune rettet 5. mai 1961 en henvendelse til Norsk institutt for vannforskning om mulighetene av å undersøke Nidelva som resipient for kloakkvann. Et forslag til undersøkelse som først og fremst skulle vurdere de biologiske og fiskerimessige forhold i elven, ble godtatt av Trondheim og Strinda kommuner. Resultatene av denne undersøkelse er stillet sammen i delrapport I.

Under arbeidets gang ble det naturlig å utvide rammen til også å omfatte kloakktekniske vurderinger. Disse skulle ta utgangspunkt i de foreliggende hovedresipienter, Nidelva, Leirelva og Trondheimsfjorden. De undersøkelser som byveterinaren i Trondheim hadde utført for Helserådet om transport av forurensninger i fjordbassenget til nærliggende badeplasser, viste at det var ønskelig å studere alle resipientmuligheter.

Etter avtale med kommunen har vi latt utføre en første vurdering av mulige tekniske løsninger av kloakkproblemet i området, kombinert med en økonomisk sammenlikning av forskjellige alternativer, for derved å kunne gi et bedre grunnlag og utgangspunkt for hvor det fortsatte arbeid med å kartlegge forurensningssituasjonen i området bør settes inn.

Den foreliggende rapport behandler 7 alternative løsninger til disponering av det kloakkvann som naturlig vil ha Leirelva og Nidelva som resipienter. For de områdene som ligger i området fra Trondheims havneområde og østover mot Ranheim, og som naturlig har fjorden som resipient, er det derimot foreslått kun én løsning.

En del av grunnlagsmaterialet for de tekniske beregningene i form av nedbørfeltenes størrelse, befolkningsprognoser og beregnede kloakkvannsmengder, er skaffet tilveie og bearbeidet av siv.ing. Bøyum under sitt hospitantopphold ved instituttet. Han har dessuten deltatt i forprosjekteringen og beregningen av alternative løsninger.

For i størst mulig grad å begrense rapportens størrelse er alle tekniske beregninger stilt sammen i et separat bilag.

Nøyaktigheten av beregnede omkostninger er avhengig av grunnlagsmaterialet og arbeidet som er lagt i forundersøkelser. Selv om det i en omkostningsanalyse som den her foreliggende er gjort skjematisk forenklinger, mener vi at de foretatte beregningene bør gi en tilstrekkelig bakgrunn til å vurdere og sammenlikne de alternative løsningene.

## II. KORT BESKRIVELSE AV EKSISTERENDE KLOAKKFORHOLD I TRONDHEIMSONRÅDET.

Hovedresipienter for kloakkvannet i området er idag Leirelva, Nidelva og Trondheimsfjorden. For størsteparten av ledningsanleggene i området er det fellessystem som er benyttet, og flere forholdsvis store bekkeløp er idag lukket og er sterkt kloakkførende. Bare i området Kyvatnet, Lianvatnet og Haukvatnet er det benyttet separat system.

Bortsett fra de øvre deler av Byåsen, hvor kloakkvannet passerer septiktanker før det ledes til bekk, føres alt kloakkvann idag urensset ut i resipienten.

De sydvestlige deler av området har Leirelva som hovedresipient, og denne elven har ialt tilførsel av kloakkvann fra ca. 10.000 mennesker. Mesteparten av kloakkvannet tilføres sidebekker som munner ut i Leirelva, og samles i dennes løp fra nedre Selsbakk og ned til Nidelva. Bortsett fra en del av områdene rundt Uglabekken og Kystadbekken som har separat system, tilføres alle disse bekkeløpene både regnvann og kloakkvann gjennom samme ledningssystem.

Nidelva mottar avløp fra selve bykjernen, fra Byåsen og fra områdene Trondheim - Strinda vest for Moholt. Tilsammen utgjør dette et avløp fra omlag 70.000 mennesker. Avskjærende ledninger langs elven fins ikke, og kloakkvannet tilføres gjennom vel 50 kloakkledninger som er fordelt over strekningen fra havne-

bassenget til Sluppen bro. En rekke av disse kloakkvannstilførselene fører lite kloakkvann, mens andre kan bidra ganske vesentlig. De fleste utslippene munner ut ved elvebredden over laveste vannstand, og bare noen få av de største utslippene er forlenget med trerør ut i hovedstrømmen.

Kanalen ved Nidelvas munningsområde mottar i hele sin lengde, fra Brattora bro til Skansen, en rekke kloakkutslipp fra til sammen vel 8.000 mennesker.

Kloakktillopp føres direkte til Trondheimsfjorden på hele strekningen fra Iilsvika, rundt Ladehammeren og øst til Ranheim. Til sammen utgjør dette kloakkvann fra ca. 40.000 mennesker. Heller ikke langs fjorden eksisterer det samleledninger for å fange opp kloakkvannet til større enheter. De fleste utløpene munner ut ved strandlinjen over lavvannstand, og bare noen få er forsynt med dykkede trerørsledninger.

### III. BEFOLKNINGSPROGNOSE.

Som grunnlag for en befolkningsprognose er følgende tre kilder benyttet:

1. Utredning av Grunnutnyttelseskomitéen for Trondheimsområdet, september 1962.
2. Trondheim og Strinda fellesvannverks prognoser for utvikling i Trondheimsområdet, utarbeidet i 1958.
3. Opplysninger innhentet fra Statistisk Sentralbyrå.

Ved en oppdeling av hele området i mindre nedborfelter, bestemt av de eksisterende kloakkutslipp, er nåværende kloakkvannsmengde beregnet for hvert område. Målinger er ikke utført noe sted. En oversikt over kloakkutslipp med tilhørende nedborfelter er vist i fig. 1a, b, c og d, og det respektive befolkningstall med tilhørende kloakkvannsmengder er angitt i tabell 1a og b.

Det er rimelig å anta sterk vekst i byens utkantområder. På bakgrunn av det materialet som foreligger for å kunne sette opp en prognose, har vi antatt et antall mennesker som kan bo i disse områdene i 1980. Disse persontallene er dimensjoneringsgrunnlaget for kloakkanleggene. Vi antar at selve bykjernen bare vil få en svak økning i løpet av denne perioden, og heller ikke øke nevneverdig i perioden frem til år 2000.

Kontoret for Trondheim og Strinda fellesvannverk regner med en økning for det gamle Trondheims vedkommende fra 57.920 i 1958 til 75.000 i år 2000, d.v.s. en økning på ca. 30 %. For Strinda, Tiller og Leinstrand antas en økning på over 200 % innen år 2000, mens man til år 1980 regner med en økning på henholdsvis 55, 200 og 70 % for de respektive kommuner.

Grunnutnyttelseskomitéen for Trondheimsområdet har satt opp en prognose over folketallet for hele området, og denne viser stigning fra 104.000 år 1961 til 127.000 år 1980, d.v.s. en økning på ca. 22 %.

Statistisk sentralbyrås beregninger viser stort sett sammenfallende verdier med de som er benyttet av fellesvannverket.

Grunnutnyttelseskomitéens prognose synes å være noe forsiktig, og vi har vesentlig benyttet tall som er i overensstemmelse med fellesvannverkets og de fra Statistisk sentralbyrå.

Den antatte fordelingen av en slik befolkningstilvekst på de enkelte nedbørsfelter, samt de respektive totale avløpsmengder, er oppført i tabell 1a og b.

#### IV. RESIPIENTBETRAKTNINGER.

Med utgangspunkt i forurensningssituasjonen i Nidelva og Leir-elva idag kan det foretas en vurdering av eventuelle fremtidige tekniske tiltak som dels kan bedre enkelte eksisterende forhold, og dels kan ta hensyn til at forholdene ikke skal



bli ugunstige i fremtiden, selv med en økende forurensningsbelastning som følge av utviklingen i området.

En slik vurdering er foretatt på grunnlag av det arbeidet som instituttet hittil har utført i forbindelse med undersøkelsen av Nidelva. Delrapport I omhandler resultatene av de kjemiske og biologiske undersøkelsene.

Arbeidet som er utført omfatter feltarbeid og prøvetaking på elvestrekningen Nedre Leirfoss til Gamle Bybro, og laboratoriebearbeiding av prøvene. Området i selve elvemunningen i fjorden har bare ved enkelte anledninger vært tatt med ved prøvetakingen.

Ut fra det foreliggende observasjonsmaterialet kan hovedtrekk ved situasjonen i Nidelva omtales:

Vannmassene på den aktuelle elvestrekningen er bare i liten utstrekning direkte influert av forurensninger. Kjemiske analyseverdier for forurensning viser små variasjoner på strekningen, og vannkvaliteten i Nidelva er i kjemisk henseende lite forandret fra Nedre Leirfoss og ned til området hvor saltvannsinnflytelsen gjør seg gjeldende.

Observasjoner av de biologiske forhold viser god overensstemmelse med den fysisk-kjemiske tilstand. Det må imidlertid fremholdes at dette bildet gjelder hovedvannmassene i Nidelva, mens lokale effekter av kloakkutslipp gjør seg gjeldende mange steder med de symptomer som karakteriserer forurensningssituasjoner.

Organismelivet i Nidelva er dominert av autotrofe arter, synlig begroing av heterotrofe organismer som følger forurensningene med organisk stoff, gjør seg ikke gjeldende i elvens hovedløp. I vinterhalvåret har imidlertid soppen Leptomitius lacteus forekommet lokalt nedenfor de større kloakkutslippene.

På den undersøkte elvestrekningen er det ikke grunn til å anta at forurensningene i Nidelva har en skadelig virkning for laks eller aure. Usikkerheten som industrielle utslipp med eventuell giftvirkning representerer er ikke vurdert i denne sammenheng.

Forurensningenes gjødslingsvirkning i Nidelva er liten, men stor nok til å virke stimulerende på utviklingen av vegetasjon, noe som kan vurderes som positivt for elvens biologiske tilstand. I estuarområdet, hvor ellevann og sjøvann møtes, gjør denne gjødslingen seg særlig synlig ved en frodig utvikling av grønnalger som tilhører slekten Enteromorpha.

Sammenfattende kan det sies at hovedvannmassene i Nidelva i liten grad er influert av de tilførte forurensninger, mens det er mange kloakkutslipp som medfører lokale forurensningssituasjoner. Disse utslipp har stor betydning for det generelle inntrykk av elvens forurensningspreg. Det er særlig grunn til å nevne at det foregår en transport av synlige kloakkpartikler med vannmassene.

Leirelva, Uglabekken, Kystadbekken og Heimdalsbekken er allerede sterkt påvirket av forurensninger, og belastningen overskrider tildels bekkenes evne til selvrensing.

Med bakgrunn i resultatene av våre undersøkelser mener vi at forurensningssituasjonen, såvel i Nidelva som i Leirelva, bør søkes bedret i forhold til den nåværende tilstand.

For Nidelvas vedkommende bør tiltak ta sikte på å fjerne partikulært stoff som idag transporteres med vannmassene og tildels sedimenteres som slambanker. Kloakkvannet må dessuten ledes helt ut i Nidelvas hovedvannmasser, slik at det oppnås en best mulig fortynning.

Det er foreløpig forbundet med en viss usikkerhet å angi virkningene av en øket fremtidig belastning på Nidelva. Det ville være nødvendig med eksperimentelle undersøkelser for eventuelt å kunne skaffe tilveie holdepunkter som belyser dette. Ut fra de biologiske observasjoner som er gjort i Nidelva, er det grunn til å anta gode selvrensningsforhold på elvestrekningen ned til estuarområdet. Det er i det følgende forutsatt at minstekravet må være at alt kloakkvann passerer et mekanisk kloakkrenseanlegg for fjerning av slam før det føres ut i vassdraget. Dessuten må det forutsettes at kloakkvannet føres helt ut i hovedvannmassen for å oppnå en effektiv innblanding.

Hvis Leirelva med sidebekker fortsatt skal brukes som resipient, er det allerede idag nødvendig med biologisk rensing av alt kloakkvann fra dette området.

Vi antar at fjorden har en meget stor evne til å ta hånd om forurensningene, og at dette lar seg utnytte hvis alt kloakkvann fra området føres frem til Trondheimsfjorden og ledes ut på dypt vann. Vi sitter imidlertid idag ikke inne med observasjonsmateriale som kan belyse strøm- og tetthetsforhold i fjorden. Med effektiv fortynning av kloakkvannet i sjøvannet vil man kunne sikre seg mot uhygieniske forhold i strandområdene, og den nødvendige grad av rensing vil kunne begrense seg til en enkel form for avslamning. Det er først og fremst viktig å unngå at synlige, partikulære forurensninger kan påvises på vannoverflaten. Det bør presiseres at posisjonen for eventuelle dypvannsutslipp av kloakkvann i fjorden bør bestemmes på grunnlag av hydrografiske observasjoner.

## V. BESKRIVELSE AV ALTERNATIVE LØSNINGER.

### 1. FELTER SOM NATURLIG DRENERES TIL NIDELVA.

Det er i det følgende beskrevet forslag til alternative løsninger til en disponering av alt kloakkvann fra nedslagsfeltet til Nidelvas nedre del, d.v.s. for områdene fra Heimdal og ned til elvas utløp i havneområdet.

Det er beskrevet 3 alternativer (A, B og C) basert på fortynning av rensset kloakkvann i elvas vannmasser, og 4 alternativer (D, E, F og G) basert på overføring av alt kloakkvann til Trondheimsfjorden, og med en fortynning av rensset kloakkvann ved hjelp av dypvannsutslipp i fjordvannet.

#### Bykjernen.

For å lette sammenlikningen er det for alle 7 alternativer foreslått en felles løsning for sanering av kloakkutslippene fra bykjernen. En slik sanering vil være meget vanskelig og også kostbar å gjennomføre, og det kan utvilsomt finnes flere konstruktive utformninger enn den som er foreslått her. Inidertid har vi, på bakgrunn av befaringer og konferanser med Trondheim kommunale ingeniørvesen, satt oss på et forslag som en antar i store trekk er praktisk gjennomførbart.

Kort beskrevet har vi benyttet følgende hovedretningslinjer for bykjernen:

Alle utslipp som idag føres frem til Nidelvas østside ved øvre og nedre Bakklandet, hvorav enkelte er ganske store, tas inn i en avskjærende ledning og bringes frem til renseanlegg ved Tavern. Kloakkutløpene på elvas vestsida er ganske små og er av den grunn ikke trukket inn i vårt forslag, sett på bakgrunn av de uforholdsmessig store omkostningene i forhold til de små avløpsmengdene.

Av hensyn til det begrensede areal som står til rådighet for bygging av renseanlegg ved Tavern, er alle utslipp til kanalen tatt inn i en avskjærende ledning, som via pumpestasjoner føres frem til et renseanlegg beliggende ved Ilsvika. Anlegget tenkes plassert i en utsprengt hall inne i fjellet.

For de kloakker som har sitt utløp på Nidarøs nordre elvebredd så langt ned som til Elgeseter bro, er det tenkt en avskjærende ledning som fører vannet med selvføll frem til renseanlegg eller pumpestasjon beliggende ved Stadion. Av hensyn til de ytterst små utløpene på motsatt elvebredd, samt på Nidarøs vestside, er heller ikke disse bragt inn i vårt forslag.

#### Alternativ A.

Alternativet er lagt opp med den hensikt å gi størst mulig fleksibilitet med hensyn til en trinnvis utbygging av kloakklednings-systemet, og hvor man benytter Leirelva og Nidelva som resipienter.

Det er forutsatt mange og relativt små renseanlegg, plassert nær vassdragene.

Langs vassdragene Heimdalsbekken, Leirelva, Kystadbekken og Uglabekken er det foreslått avskjærende ledninger og høygradige renseanlegg ( $BR_1$ ,  $BR_2$  og  $BR_3$ ), plassert som vist i fig. 6.

Ved at renseanleggene er plassert såvidt langt opp i vassdragene oppnås det mindre ledningsdimensjoner.

Kloakkvann fra områdene som ligger nedenfor renseanleggene samles i avskjærende ledninger og føres frem til et mekanisk renseanlegg ( $MR_1$ ) beliggende ved samløpet mellom Leirelva og Nidelva.

De avskjærende ledninger langs Uglabekken, Kystadbekken og Leirelva ned til Nedre Selsbakk går i jomfruelig terreng, mens ledningen Heimdal - Nedre Selsbakk - Sluppen bro antas lagt i vei.

Det er forutsatt kun én avskjærende ledning for alle strekninger, uansett topografiske forhold.

Ved Fredlybekkens utløp i Nidelva bygges et mekanisk renseanlegg ( $MR_2$ ) for de østre områder som naturlig dreneres hit i eksisterende ledninger.

Ca. 400 m syd for Dortealyst legges et mekanisk renseanlegg ( $MR_3$ ) som skal betjene utslipp nr. 3 og 4. Anlegget er tenkt plassert mellom veien og elva. Ledningstracéen går delvis i gatelegemet (Nyveien) og delvis utenom.

For utslippene 7, 8, 9 og 10 i Valøområdet, d.v.s. på østsiden av Nidelva, legges renseanlegget i ubebygget terreng ute på Valmoen. Ledningstracéene går delvis utenom bebyggelse.

Mellom Stømne og eksisterende jernbanetunnel ved jernbanens verksteder er tenkt plassert to stk. renseanlegg (MR<sub>5</sub> og MR<sub>6</sub>). Anleggene skal tilsammen betjene utslippene 84 --- 89 samt 11, 12 og 13. Det antas kompliserte og kostbare byggeforhold for begge renseanlegg. Ledningene er tenkt lagt mellom gatelegemet og verkstedsbygningene.

Nidarøfeltet dreneres i avskjærende gateledninger frem til Stadion hvor man antar renseanlegg (MR<sub>7</sub>) plassert. Renseanlegget betjener utslippene 96 --- 103.

Med en allerede sterk utnyttelse av arealene hvor både renseanleggene MR<sub>5</sub>, MR<sub>6</sub> og MR<sub>7</sub> er forutsatt plassert, henvises til figur 4, som viser de nødvendige arealbehov.

For bykjernen henvises til det som er beskrevet foran.

#### Alternativ B.

Alternativet ansees fleksibelt med hensyn til en trinnsvis utbygging, men man benytter i dette tilfellet noe større områdeenheter enn i alt. A.

I helhet baserer planen seg på et mekanisk renseanlegg (MR<sub>1</sub>) plassert ved samløpet mellom Leirelva og Nidelva. Ett plassert ved Dorthealyst (MR<sub>3</sub>) og ett plassert ved Stadion på Nidarø.

Bykjernen behandles som beskrevet foran.

Renseanlegget (MR<sub>1</sub>) betjener alle områdene syd for Sluppen bro, og ledningssystemene følger de samme tracéer som benyttet i alt. A.

Renseanlegg (MR<sub>3</sub>) som er plassert på flate områder nedenfor Dorthealyst betjener Fredlybekkområdet, utslippene nr. 3 og 4 langs Nyveien samt Valøområdet. Både pumpestasjonene på østsiden av elva samt renseanlegget ligger i ubebygget område. Ledningstracéene går delvis i gate og delvis i terreng.

Renseanlegget på Nidarø (MR<sub>7</sub>) betjener Nidarofeltet samt områdene langs vestsiden av Nidelva fra Stamne og nordover. Både renseanlegget og ledningstracéene plasseres og følger de samme linjer som benyttet i alt. A. Pumpestasjon (P<sub>4</sub>) er tenkt lagt inne på jernbanens område.

#### Alternativ C.

Alle områder syd for Dorthealyst, også de på østre side av Nidelva, dreneres i avskjærende ledninger frem til MR<sub>3</sub>.

Både ledninger, pumpestasjoner og renseanlegg følger de samme linjer og forhold som beskrevet i alternativene A og B.

For områdene nord for Dorthealyst benyttes havnebassenget som resipient. Avløpet fra Nidarofeltet samt utslippene mellom Dorthealyst og pumpestasjon P<sub>4</sub> beliggende ved innslaget til eksisterende jernbanetunnel, pumpes opp i en avskjærende tunnel som fører frem til renseanlegg (MR<sub>9</sub>) ved Ilsvika.

Denne tunnelstrekning, d.v.s. strekningen Z - MR<sub>9</sub>, stegbelastes dessuten med avløp fra utslippene 51 - 52 og 53. Med tunnelens avskjæring av disse utløpene vil samleledning V - P<sub>8</sub> i alternativene A og B bortfalle i dette og de følgende alternativer.

Bykjernen kloakkeres forøvrig som tidligere beskrevet.

#### Alternativ D.

I dette og de følgende alternativer benyttes kun fjordbassenget som resipient.

Generelt går alternativet ut på å føre avløpene fra alle distrikter som ligger på oppstrømsiden av Elgeseter bro, via avskjærende ledninger, pumpestasjoner og tunnel frem til renseanlegget ved Ilsvika (MR<sub>9</sub>).

Bykjernen kloakkeres som tidligere beskrevet.

Fra anlegg MR<sub>8</sub> og MR<sub>9</sub> føres det rensede vannet ut i fjordbassenget ved dypvannsledninger, som enten ligger nedsenket på bunn, eller eventuelt flytende forankret og tilstrekkelig dykket for ikke å hindre båttrafikk o.l.

For alle ledningstracéer forøvrig, samt pumpestasjoner og tunnel, gjelder de samme retningslinjer og forhold som er beskrevet for de foregående alternativer.

#### Alternativ E.

I dette alternativ føres tunneltracéen videre sydover med utslag ved Nydalen som ligger på høyde med Tempe idrettsplass.

På hele tunnelstrekningen antas avløpene fra de vestenforliggende områdene ført inn på tunnelen via vertikalanboringer. På denne måten vil de relativt kompliserte ledningsstrekningene mellom Dortealyst og eksisterende jernbanetunnel i nord bortfalle.

Valdområdet, Fredlybekkområdet og distriktene syd for Sluppen bro, dreneres og delvis pumpes frem til tunnelinnslaget ved Nydalen.

Avløpet fra Nidarofeltet pumpes i likhet med alternativ D inn i tunnelen i tunnelpunkt Z.

Dypvannsledningene fra MR<sub>8</sub> og MR<sub>9</sub> legges som forklart under alt. E.

#### Alternativ F.

Tunneltracéen føres videre sydover fra Nydalen til samløpet mellom Leirelva og Nidelva hvor den oppfanger avløpet fra de søndre områder.

Forøvrig er alternativet prinsipielt som alternativ E.

#### Alternativ G.

I dette alternativ føres tunneltracéen frem til Nedre Selsbakk, og på hele strekningen stegbelastes tunnelen via anboringer som beskrevet under alternativ E.

Avløpet på strekningen Heimdal - Nedre Selsbakk pumpes opp i tunnelinnslaget som ligger ved samløpet mellom Uglabekken og Leirelva.

Forøvrig er alternativet prinsipielt som alternativ E.



2. FELTER ØST FOR BYEN SOM NATURLIG DRENERES TIL TRONDHEIMSFJORDEN (LADEHALVØYA - RANHEIMOMRÅDENE).

For utslippene nr. 116, 117 og 118 legges et mekanisk renseanlegg (MR<sub>10</sub>) ute på Lademoen.

Ved Ladebekkens utløp, d.v.s. for utslipp nr. 119, forutsettes det benyttet en roterende silanordning (MR<sub>11</sub>) til fjerning av større partikulært materiale. Dette gjøres av hensyn til de store overvannsmengdene som Ladebekken fører, og som vanskelig kan behandles i et konvensjonelt, mekanisk renseanlegg innenfor en rimelig økonomisk ramme.

For utslippene 120, 121 og 122 legges et renseanlegg (MR<sub>12</sub>) ved Lille Lade. På grunn av de topografiske forhold er anlegget tenkt plassert inne i fjell.

Utslippene nr. 123, 124 og 125 trekkes ikke inn i noe helhetssystem, da de hverken idag eller i fremtiden vil representere noen vesentlig forurensning.

For utslipp nr. 126 anlegges et separat anlegg (MR<sub>13</sub>), mens alle øvrige utslipp fra Leangbukten og øst til områdene rundt Ranheim føres til et felles renseanlegg (MR<sub>14</sub>).

VI. TEKNISK OG ØKONOMISK BEREKNINGSGRUNNLAG.

1. GRUNNLAG FOR DE TEKNISKE BEREKNINGENE.

A. Kartmateriale.

Følgende standard og spesialkart er benyttet:

- |                                       |                             |   |
|---------------------------------------|-----------------------------|---|
| a) Omlandskart                        | M = 1 : 25.000, ekv. = 10   | m |
| b) Kart over Trondheim                | M = 1 : 10.000, ekv. = 4    | m |
| c) Diverse kartblad over<br>Trondheim | M = 1 : 500, ekv. = 0,5     | m |
| d) Kart over Trondheim                | M = 1 : 5.000, ekv. = 4     | m |
| e) Draft over Trondheim<br>havn       | M = 1 : 10.000, dybder i m. |   |

B. Dimensjonerende vannmengder.

- a. For kloakkvannsbelastninger ved utløpspunktene angitt i fig. 1a, b, c, og d henvises til tidligere avsnitt om befolkningsprognose og beregnede vannmengder i tabell 1a og b.
- b. For de områder som dreneres ned til havnebassenget på strekningen Ilsvika - Brattøra, samt de områder som dreneres ned til østre bredd av øvre og nedre elvehavn, benyttes følgende formel:

$$Q \text{ l/s} = q_k \cdot 1,5(1 + m) + q_{\text{innf.}}$$

hvor

- Q = dimensjonerende spillvannsmengde i l/s.  
q<sub>k</sub> = midlere kloakkvannsmengde i l/s.  
1,5 = 50 % tilslag p.g.a. belastningsvariasjon over døgnet i de mere sentrale byområder.

- m = fortynningsfaktor fastsatt til 1,5 (se kommende forklaring).

Grunnlaget for bestemmelse av fortynningsfaktoren er varighetsskurven for nedbør vist i fig. 2 og avlastningskurvene vist i fig. 3.

Varighetskurven er beregnet på bakgrunn av den totale årlige nedbørhøyde i Trondheim by, samt et erfaringsmessig forløp av slike kurver.

Avlastningskurvene er beregnet dels på grunnlag av varighetskurven, og dels på grunnlag av topografi og størrelse av karakteristiske nedslagsområder og andre faktorer.

Om kurvene i begge bilag bør det bemerkes at de bare må benyttes som en rettleiding, da de ikke bygger på et tilstrekkelig antall stedlige observasjoner.

Når vi likevel benytter de nevnte kurvene for fastsettelse av fortynningsfaktoren, så er dette fordi de danner et visst beregningsmessig grunnlag, samtidig som vi antar at slike kurver vil komme mere til anvendelse i fremtiden, etterhvert som man får et større bakgrunnsmateriale å bygge på.

Fortynningsfaktorens størrelse ( $m = 1,5$ ) er fastsatt på bakgrunn av de karakteristiske knekkpunktene i kurvene d, e og f i fig. 3.

Av samtlige kurver i dette bilag fremgår det at for områdene nord for Stanne ledes ca. 85 % av den totale årlige avrenning inn i ledningssystemene, mens regnvannsoverløpene ifølge varighetskurven er i virksomhet over ca. 65 av årets 8760 totale antall timer.

De respektive verdier for områdene syd for Stanne er henholdsvis 27 % og 450 timer.

$q_{\text{innf.}}$  = erfaringsmessig infiltrasjonsmengde i l/s.

- c. For alle øvrige områder enn de nevnt under pkt. b gjelder følgende formel for dimensjonerende vannmengde

$$q \text{ l/s} = q_k (1 + m) + q_{\text{innf.}}$$

Symbolene er analoge med de som er benyttet i likning under pkt. b.

For de områdene som dreneres til Trondheimsfjorden på strekningen Leangbukten - Ranheim, er de dimensjonerende folketall og vannmengde øket med 150 %, basert på 1960-verdiene.

som er oppgitt i tabell 1b. Denne frengangsmåten er benyttet av hensyn til usikkerheten med fremtidig industri i dette området.

### C. Rørledninger.

Ledningsdimensjonene er for alle typer rør, så langt mulig, basert på standard dimensjoner, eventuelt med avrunding oppad til nærmeste standard.

Foruten sementrør er det benyttet støpejernsrør ved kryssing av elv, asbestsmentrør generelt for pumpeledning i grøft og polyetylen plastrør for dypvannsutslipp.

### D. Ledningstracéer.

I områdene syd for Sluppen bro går tracéene i jomfruelig terreng langs Uglabekken, Kystadbekken og Leirelva.

For strekningen Heimdal - Nedre Selsbakk - Sluppen bro er ledningene antatt lagt i veibane.

På vestre side av Nidelva fra Sluppen bro i syd og nord til eksisterende jernbanetunnel ved jernbanens verksteder, er ledningene tenkt lagt delvis i gatelegeme og delvis utenfor.

På østre side av Nidelva, d.v.s. i Valøyområdet, går ledningene delvis i bebygget og delvis i ubebygget terreng, mens det i Nidarøområdet er antatt ledning i gate.

Tracéene langs øvre og nedre elvehavn, samt langs kanalen og frem til Iilsvika er i helhet tenkt lagt i gatelegeme.

Vedr. grøftedyp, så er disse antatt og fastsatt på grunnlag av muntlige opplysninger gitt av Trondheim kommune, samt på grunnlag av iakttakelser ved befaring.

Dypene er således ikke fastsatt på grunnlag av eksakte målinger av noe slag.

#### E. Pumpestasjoner.

For alle pumpestasjoner er det generelt tenkt benyttet type vertikal tørroppstilling.

Det er regnet med pumpestasjoner alle steder hvor ett system tilknyttes et annet system beliggende på et høyere nivå.

Det er dessuten regnet med en pumpestasjon for hver elvekryssing, uansett om vannet kan føres ved selvtrykk.

I forbindelse med renseanlegg er det ikke forutsatt pumper for løfting av spillvannet inn på anleggene, da eventuelt utstyr for dette formål forutsettes innbefattet i renseanleggenes maskinelle utrustning.

For renseanlegget ved Tavern er det imidlertid regnet med pumpeutrustning for utgående rensset vann i de alternativene hvor det er benyttet dypvannsledninger.

Generelt er antall pumpestasjoner i hvert alternativ vurdert ut fra de forutsetninger man har med det foreliggende kartmaterialet og andre opplysninger.

Det kan derfor ved en senere og mere detaljert planlegging muligens vise seg nødvendig med flere pumpestasjoner enn her er antatt.

#### F. Tunneltracéer.

Tunneltracéene er optrukket på bakgrunn av et spesialkart som viser hvor det fins fjell i dagen. Kartet er skaffet tilveie av Trondheim kommune.

For alle tunnelstrekninger gjelder generelt at de antas stegbelastet med avløp enten ved anboringer eller ved innslag. Som eksempel kan nevnes strekningen fra eksisterende jernbanetunnel ved Marienberg og syd til Nydalen beliggende på høyde med Tempe idrettsplass. Her går tunnellen tilnærmet langs en tracé som følger + 30 m koten, hvilket betyr at alle vesentlige beliggenheter på denne strekning dreneres frem til tak-tunnel, og at inntakene anordnes som vertikale anboringer.

På grunn av den foreløpige usikkerhet med hensyn til borehullenes lengde og derved mulig vannføring i disse, er hulldiameter satt til 300 mm, hvilket ansees å være i overkant av det nødvendige.

Fra Nydalen er tunneltracéen tenkt ført rettlinjert frem til samløpet mellom Leirelva og Uglabekken.

Alle tunnelstrekninger utstøpes i bunn med unntakelse av innslaget ved Marienborg. I dette innslag legges pumpeledninger på støpte betongfundamenter.

#### G. Renseanlegg.

- a. For biologiske anlegg er det forutsatt en høy effektivitet med hensyn til fjerning av organisk stoff i kloakkvannet. Anleggene er tenkt utformet etter konvensjonelle metoder med aktivslamprosess og med anaerob utråtning av slam.
- b. De mekaniske anleggene som benytter Nidelva eller havneområdet som resipient er antatt utformet med veldimensjonerte sedimenteringsenheter og fullt maskinelt utstyr for transport av slam til separate anaerobe råtnetanker.
- c. Sett på bakgrunn av den evne som Trondheimsfjorden vil ha til å ta hånd om forurensninger, er de mekaniske anleggene som er foreslått sammen med dypvannsutslipp tenkt utformet etter noe ukonvensjonelle metoder.

Da vi har sett fjerning av flytende partikulært stoff som den primære oppgaven, er vannets oppholdstid i disse anleggene redusert til 1/3 av den ordinære oppholdstiden i mekaniske anlegg. Utråtningsanlegget er følgelig redusert i henhold til den mindre slammengden som vil foreligge.

#### H. Dypvannsutslipp.

For å sikre en best mulig innblanding av kloakkvannet i de store vannmasser ute i fjorden antas det at kloakkvannet bør slippes ut gjennom en diffusor på ca. 100 m dyp, som foreløpig er tenkt plassert slik som vist i Alt. D, E, F og G.

Utslippspunktene kan imidlertid først endelig bestemmes etter en grundig undersøkelse av hydrografiske forhold i fjorden og en kartlegging av strømforholdene i utslippsområdet.

## 2. GRUNNLAG FOR DE ØKONOMISKE BEREGNINGENE.

### A. Grøfter og kummer.

- a. Kostnader for rør i grøft er basert på aktuelle rørpriser i Oslos utkantområder, og gjelder ferdig lagt og levert.

Meromkostninger for lange transportlengder o.l. er ikke medtatt.

For pumpeledninger ved kryssing av elv er det i tillegg medtatt en antatt merkostnad for fundamenteringsarbeider.

For polyetylen dypvannsledninger gjelder prisene for rør, ferdig levert og nedsenket.

Det er ikke medtatt omkostninger for eventuelle grunnarbeider.

(Til orientering kan det nevnes at disse kan dreie seg om tillegg i størrelsesorden 0 - 200 % av rørkostnadene, alt avhengig av grunnforholdene).

- b. Grøfteomkostningene er basert på aktuelle priser i Oslos utkantområder.

Dette gjelder for grøfter i veibane så vel som i terreng.

For alle strekninger gjelder prisene for grøft ferdig gjenfylt og levert.

For grøfter i veibane er medtatt tillegg for stegvis tilbakefylling med komprimering, samt for utbedring av dekket.

Generelt er det regnet med stemplingskostnader for alle strekninger.

Omkostninger forbundet med trafikkproblemer er ikke medtatt.

Heller ikke er det regnet med generelle tilleggskostninger for spesielt vanskelige terrengforhold.

For gategrøfter langs øvre og nedre elvehavn samt for strekningen Tavern - Skansen bro er det gitt tilslag på 100 %, som antas å dekke lensing på grunn av vanninnsig og øvrige vanskelige graveforhold.

På strekningen Skansen bro - Iilsvika er det gitt tilslag på 50 % for vanskelige graveforhold.

Det er ikke trukket inn omkostninger forbundet med deltidsarbeid på grunn av flo og fjære-virkninger i havnebassenget.

Heller ikke er det regnet med omkostninger forbundet med graving langs bygningsfundamenter o.l.

En vil spesielt bemerke at slike problemer kan medføre betydelige ekstrautgifter, spesielt for strekningene langs havneområdene.

- c. For stake og overløpskummer gjelder prisene for en antatt standard type og utførelse.

#### B. Tunneller.

- a. Tunnelprisene gjelder ferdig utstøpt og levert - utført i fjell uten spesiell vanskelighetsgrad. De utsprengte masser er beregnet henlagt eller på annet vis levert ved innslagene.
- b. Anboringene er priset ifølge erfaringstall hentet fra Osloområdet.

#### C. Pumpestasjoner.

- a. Anleggsomkostningene for pumpestasjonene er anslått ifølge utarbeidede omkostningskurver, som er basert på priser fra utførte anlegg samt tilbud.
- b. Årlige strømutfgifter for pumpestasjoner er beregnet ut fra følgende formel:



$$\text{El. omk. (kr./\text{ar})} = \frac{Q \cdot H \cdot 0,05(\text{tk} + 1,5 \cdot \text{tr})}{75 \cdot 0,5 \cdot 1,36 \cdot 2,5}$$

hvor

Q = de oppgitte vannmengder i l/s,

H = de oppgitte løftehøyder i m,

tk = 3650 t/\text{ar} = konstant,

tr = henholdsvis 458, 210 og 706 t/\text{ar},

458 t/\text{ar} benyttes for P<sub>4</sub> i Alt. D,

210 " " " " øvrige stasjoner nord for  
Stanne.

706 " " " " alle stasjoner syd for  
Stanne.

c. Etersynsomkostninger beregnes ifølge denne oppstilling:

For pumpestasjoner med

Q	≥ 30 l/s	= 3640 kr./\text{ar}
30 l/s < Q	≤ 100 l/s	= 5200 " "
100 l/s < Q	≤ 600 l/s	= 6000 " "
Q	< 600 l/s	= 12000 " "

d. \text{Arlige} vedlikeholdsomkostninger fastsettes til 3/4 % av stasjonenes anleggssomkostninger.

#### D. Renseanlegg.

a. Anleggssomkostninger for renseanlegg er beregnet p\text{a} grunnlag av utenlandske priskurver bearbeidet for norske forhold.

b. \text{Arlige} drifts- og vedlikeholdsomkostninger for renseanlegg er beregnet i henhold til diagram vist i fig. 5.

Diagrammet gjelder for biologiske renseanlegg.

For mekaniske renseanlegg er omkostningene redusert med 2/3.

For mekanisk renseanlegg med dypvannsutslipp beregnes omkostningene direkte og ut fra et fiksert personantall som er lik 1/3 av det virkelige, tilsluttede personantall.

E. Generelt.

Omkostningene forbundet med grunnervervelser er ikke medregnet. For renseanleggenes vedkommende kan disse anslagsvis beregnes ved hjelp av vedlagte kurver i fig. 4, som viser renseanleggenes arealbehov i forhold til personantall tilknyttet anleggene.

Antatt levetid for de ulike komponenter i kloakkanleggene er:

Rørledning og kummer i grøft	40 år
Dypvannsledning	20 "
Tunnel	60 "
Pumpestasjon	25 "
Biologisk renseanlegg	20 "z
Mekanisk renseanlegg	25 "
Anvendt rentefot er	5 % p.a.

VII. BEREGNEDE OMKOSTNINGER.

ALTERNATIV A.

OMKOSTNINGSBEREGNINGER.

Anleggsomkostninger.

LEDNING:

Samleledning	A - BR <sub>1</sub>	Kr.	669.000,-
"	B - BR <sub>2</sub>	"	153.000,-
"	C - BR <sub>2</sub>	"	264.000,-
"	D - BR <sub>3</sub>	"	124.000,-
"	A <sub>1</sub> - G	"	409.000,-
"	E <sub>1</sub> - F, F <sub>1</sub> - F, F - G	"	368.000,-
"	G - MR <sub>1</sub>	"	486.000,-
"	H - MR <sub>3</sub>	"	140.000,-
"	K - MR <sub>4</sub>	"	179.000,-
"	M - MR <sub>5</sub>	"	131.000,-
"	N - MR <sub>6</sub>	"	178.000,-
"	O - MR <sub>7</sub>	"	624.000,-
"	R - P <sub>5</sub>	"	1.622.000,-
Pumpeledning	P <sub>5</sub> - MR <sub>8</sub>	"	330.000,-
Samleledning	T - P <sub>6</sub>	"	557.000,-
"	P <sub>6</sub> - P <sub>7</sub>	"	1.062.000,-
Pumpeledning	P <sub>7</sub> - U	"	170.000,-
Samleledning	U - P <sub>8</sub>	"	456.000,-
"	V - P <sub>8</sub>	"	226.000,-
Pumpeledning	P <sub>8</sub> - MR <sub>9</sub>	"	397.000,-

A. Totale anleggsomkostninger for rør og grøft

Kr. 8.545.000,-

STAKE/OVERLØPSKUMMER:

B. Totale anleggskostninger for kummer Kr. 980.000,-  
=====

PUMPESTASJONER:

P <sub>5</sub>	Kr.: 870.000,-
P <sub>6</sub>	" 325.000,-
P <sub>7</sub>	" 870.000,-
P <sub>8</sub>	" 1.250.000,-

---

C. Totale anleggskostninger for pumpestasjoner Kr. 3.315.000,-  
=====

RENSEANLEGG:

BR <sub>1</sub>	Kr. 1.485.000,-
BR <sub>2</sub>	" 2.050.000,-
BR <sub>3</sub>	" 1.362.000,-

---

D. Sum anleggsk. for biologisk renseanlegg Kr. 4.897.000,-  
=====

MR <sub>1</sub>	Kr. 713.000,-
MR <sub>2</sub>	" 754.000,-
MR <sub>3</sub>	" 768.000,-
MR <sub>4</sub>	" 1.200.000,-
MR <sub>5</sub>	" 582.000,-
MR <sub>6</sub>	" 1.412.000,-
MR <sub>7</sub>	" 1.461.000,-
MR <sub>8</sub>	" 2.105.000,-
MR <sub>9</sub>	" 3.496.000,-

---

E. Sum anleggsk. for mekanisk renseanlegg Kr. 12.491.000,-  
=====

Totale anleggskostninger for Alt. 1

= A + B + C + D + E = Kr. 30.228.000,-  
=====

AMORTISERING OG FORRENTNING AV TOTALOMKOSTNINGENE FOR	ÅRS- OMKOSTNINGER I KR.	KAPITALISERTE OMKOSTNINGER I KR.
Rørledninger og kummer	555.117,-	11.102.340,-
Pumpestasjoner	235.199,-	4.703.980,-
Biologiske renseanlegg	392.935,-	7.858.700,-
Mekaniske "	886.236,-	17.724.720,-
A. Sum	<u>2.069.487,-</u>	<u>41.389.740,-</u>
DRIFTS- OG VEDLIKEHOLDS- OMKOSTNINGER FOR		
Pumpestasjoner	138.182,-	2.763.640,-
Biologiske renseanlegg	113.580,-	2.271.600,-
Mekaniske "	276.300,-	5.526.000,-
B. Sum	<u>528.062,-</u>	<u>10.561.240,-</u>
C. TOTALSUM	<u>2.597.549,-</u>	<u>51.950.980,-</u>

ALTERNATIV B.

OMKOSTNINGSBEREGNINGER.

Anleggskostninger.

LEDNINGER:

Samleledning	A - G	Kr.	1.099.000,-
"	B - E	"	153.000,-
"	C - E	"	264.000,-
"	D - F	"	264.000,-
"	E - F	"	231.000,-
Fall-ledning	F - G	"	53.000,-
"	G - MR <sub>1</sub>	"	644.000,-
Pumpeledning	P <sub>2</sub> - H	"	98.000,-
Samleledning	H - MR <sub>3</sub>	"	339.000,-
"	K - P <sub>3</sub>	"	179.000,-
Pumpeledning	P <sub>3</sub> - MR <sub>3</sub>	"	234.000,-
Samleledning	L - P <sub>4</sub>	"	533.000,-
Pumpeledning	P <sub>4</sub> - MR <sub>7</sub>	"	450.000,-
Samleledning	O - MR <sub>7</sub>	"	624.000,-
"	R - P <sub>5</sub>	"	1.622.000,-
Pumpeledning	P <sub>5</sub> - MR <sub>8</sub>	"	330.000,-
Samleledning	T - P <sub>6</sub>	"	557.000,-
"	P <sub>6</sub> - P <sub>7</sub>	"	1.062.000,-
Pumpeledning	P <sub>7</sub> - U	"	170.000,-
Samleledning	U - P <sub>8</sub>	"	456.000,-
"	V - P <sub>8</sub>	"	226.000,-
Pumpeledning	P <sub>8</sub> - MR <sub>9</sub>	"	397.000,-

A. Totale anleggskostninger for rør og groft Kr. 9.985.000,-

STAKE/OVERLØFSKUMMER:

B. Totale anleggskostninger for kummer Kr. 991.000,-

PUMPESTASJONER:

P <sub>2</sub>	Kr. 270.000,-
P <sub>3</sub>	" 380.000,-
P <sub>4</sub>	" 575.000,-
P <sub>5</sub>	" 870.000,-
P <sub>6</sub>	" 325.000,-
P <sub>7</sub>	" 870.000,-
P <sub>8</sub>	" <u>1.250.000,-</u>

C. Totale anleggskostninger for pumpestasjoner Kr. 4.540.000,-

RENSEANLEGG:

MR <sub>1</sub>	Kr. 2.510.000,-
MR <sub>3</sub>	" 2.195.000,-
MR <sub>7</sub>	" 2.788.000,-
MR <sub>8</sub>	" 2.105.000,-
MR <sub>9</sub>	" <u>3.496.000,-</u>

D. Totale anleggskostninger for renseanlegg Kr. 13.094.000,-

Totale anleggskostninger for Alt. B

= A + B + C + D

= Kr. 28.610.000,-  
~~XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX~~

AMORTISERING OG FORRENTNING AV TOTALOMKOSTNINGENE FOR	ÅRS- OMKOSTNINGER I KR.	KAPITALISERTE OMKOSTNINGER I KR.
Rørledninger og kummer	639.681,-	12.793.620,-
Pumpestasjoner	322.113,-	6.442.260,-
Mekanisk renseanlegg	929.019,-	18.580.380,-
A. Sum	<u>1.890.813,-</u>	<u>37.816.260,-</u>
DRIFTS- OG VEDLIKEHOLDS- OMKOSTNINGER FOR		
Pumpestasjoner	172.289,-	3.445.780,-
Mekanisk renseanlegg	272.000,-	5.440.000,-
B. Sum	<u>444.289,-</u>	<u>8.885.780,-</u>
C. TOTALSUM	<u>2.335.102,-</u>	<u>46.702.040,-</u>



ALTERNATIV C.

OMKOSTNINGSBEREGNINGER.

Anleggsonkostninger.

LEDNINGER:

Samleledning	A - G	Kr.	1.099.000,-
"	B - E	"	153.000,-
"	C - E	"	264.000,-
"	D - F	"	264.000,-
"	E - F	"	231.000,-
"	F - G	"	53.000,-
"	G - H	"	1.043.000,-
Pumpeledning	P <sub>2</sub> - H	"	98.000,-
Samleledning	H - MR <sub>3</sub>	"	518.000,-
"	K - P <sub>3</sub>	"	179.000,-
Pumpeledning	P <sub>3</sub> - MR <sub>3</sub>	"	234.000,-
Samleledning	L - P <sub>4</sub>	"	533.000,-
"	O - P <sub>9</sub>	"	700.000,-
Pumpeledning	P <sub>9</sub> - P <sub>4</sub>	"	270.000,-
"	P <sub>4</sub> - Z	"	149.000,-
Samleledning	R - P <sub>5</sub>	"	1.622.000,-
Pumpeledning	P <sub>5</sub> - MR <sub>8</sub>	"	330.000,-
Samleledning	T - P <sub>6</sub>	"	557.000,-
"	P <sub>6</sub> - P <sub>7</sub>	"	1.062.000,-
Pumpeledning	P <sub>7</sub> - U	"	170.000,-
Samleledning	U - P <sub>8</sub>	"	456.000,-
Pumpeledning	P <sub>8</sub> - MR <sub>9</sub>	"	397.000,-

A. Totale anleggsonkostninger for rør og grøft Kr. 10.382.000,-

STAKE/OVERLØPSKUMMER:

B. Totale anleggsonkostninger for kummer Kr. 1.004.000,-

TUNNEL:

Tunnelinnslag til pkt. Z Kr. 83.000,-

Del av hovedtunnel Z - MR<sub>9</sub> inkl. anbringinger " 1.040.000,-

C. Totale anleggsonkostninger for tunnel Kr. 1.123.000,-

PUMPESTASJONER:

P<sub>2</sub> Kr. 270.000,-

P<sub>3</sub> " 380.000,-

P<sub>4</sub> " 950.000,-

P<sub>5</sub> " 870.000,-

P<sub>6</sub> " 325.000,-

P<sub>7</sub> " 870.000,-

P<sub>8</sub> " 990.000,-

P<sub>9</sub> " 530.000,-

D. Totale anleggsonkostninger for pumpest. Kr. 5.185.000,-

RENSEANLEGG:

MR<sub>3</sub> Kr. 4.112.000,-

MR<sub>8</sub> " 2.105.000,-

MR<sub>9</sub> " 6.829.000,-

E. Totale anleggsonkostninger for renseanlegg Kr. 13.046.000,-

Totale anleggsonkostninger for Alt. C

= A + B + C + D + E

Kr. 30.740.000,-  
=====

AMORTISERING OG FORRENTNING AV TOTALOMKOSTNINGENE FOR	ÅRS- OMKOSTNINGER I KR.	KAPITALISERTE OMKOSTNINGER I KR.
Rørledninger og kummer	663.747,-	13.274.940,-
Tunnel	59.328,-	1.186.560,-
Pumpestasjoner	368.322,-	7.366.440,-
Mekaniske renseanlegg	925.613,-	18.512.260,-
A. Sum	<u>2.017.010,-</u>	<u>40.340.200,-</u>
DRIFTS- OG VEDLIKEHOLDS- OMKOSTNINGER FOR		
Pumpestasjoner	207.847,-	4.156.940,-
Mekanisk renseanlegg	252.000,-	5.040.000,-
B. Sum	<u>459.847,-</u>	<u>9.196.940,-</u>
C. TOTALSUM	<u>2.476.857,-</u>	<u>49.537.140,-</u>

ALTERNATIV D.

OMKOSTNINGSBEREGNINGER.

Anleggskostninger.

LEDNINGER:

Samleledning	A - G	Kr.	1.099.000,-
"	B - E	"	153.000,-
"	C - E	"	264.000,-
"	D - F	"	264.000,-
"	E - F	"	231.000,-
"	F - G	"	53.000,-
"	G - H	"	1.043.000,-
Pumpeledning	P <sub>2</sub> - H	"	98.000,-
Samleledning	H - P <sub>10</sub>	"	518.000,-
"	K - P <sub>3</sub>	"	179.000,-
Pumpeledning	P <sub>3</sub> - P <sub>10</sub>	"	234.000,-
"	P <sub>10</sub> - L <sub>1</sub>	"	341.000,-
Fall-ledning	L <sub>1</sub> - L	"	297.000,-
Samleledning	L - P <sub>4</sub>	"	966.000,-
"	O - P <sub>9</sub>	"	700.000,-
Pumpeledning	P <sub>9</sub> - P <sub>4</sub>	"	270.000,-
"	P <sub>4</sub> - Z	"	282.000,-
Samleledning	R - P <sub>5</sub>	"	1.622.000,-
Pumpeledning	P <sub>5</sub> - MR <sub>8</sub>	"	330.000,-
Dypvannsledning fra	MR <sub>8</sub>	"	924.000,-
Samleledning	T - P <sub>6</sub>	"	557.000,-
"	P <sub>6</sub> - P <sub>7</sub>	"	1.062.000,-
Pumpeledning	P <sub>7</sub> - U	"	170.000,-
Samleledning	U - P <sub>8</sub>	"	456.000,-
Pumpeledning	P <sub>8</sub> - MR <sub>9</sub>	"	397.000,-
Dypvannsledning fra	MR <sub>9</sub>	"	1.512.000,-

A. Anleggskostninger for rør og grøftarbeider Kr. 14.022.000,-

STAKE/OVERLØP SKUMMER:

B. Sum anleggsonkostninger for kummer Kr. 1.013.000,-

TUNNEL:

Tunnelinnslag til pkt. Z Kr. 83.000,-

Del av hovedtunnel Z - MR<sub>9</sub> inkl. anboringer " 1.136.000,-

C. Sum anleggsonkostninger for tunnel Kr. 1.219.000,-

PUMPESTASJONER:

P<sub>2</sub> Kr. 270.000,-

P<sub>3</sub> " 380.000,-

P<sub>4</sub> " 1.700.000,-

P<sub>5</sub> " 870.000,-

P<sub>6</sub> " 325.000,-

P<sub>7</sub> " 870.000,-

P<sub>8</sub> " 990.000,-

P<sub>9</sub> " 530.000,-

P<sub>10</sub> " 1.035.000,-

P MR<sub>8</sub> (bare for maskinelt) " 500.000,-

D. Sum anleggsonkostninger for pumpestasjoner Kr. 7.470.000,-

RENSEANLEGG:

MR<sub>8</sub> (redusert) Kr. 882.000,-

MR<sub>9</sub> (redusert) " 4.904.000,-

E. Sum anleggsonkostninger for renseanlegg Kr. 5.786.000,-

Sum anleggsonkostninger for Alt. D

= A + B + C + D + E Kr. 29.510.000,-

AMORTISERING OG FORRENTNING AV TOTALOMKOSTNINGENE FOR	ÅRS- OMKOSTNINGER I KR.	KAPITALISERTE OMKOSTNINGER I KR.
Rørledninger og kummer	929.904,-	18.598.080,-
Tunnel	64.399,-	1.287.980,-
Pumpestasjoner	530.443,-	10.608.860,-
Mekaniske renseanlegg	410.516,-	8.210.320,-
A. Sum	<u>1.935.262,-</u>	<u>38.705.240,-</u>
DRIFTS- OG VEDLIKEHOLDS- OMKOSTNINGER FOR		
Pumpestasjoner	339.032,-	6.780.640,-
Mekanisk renseanlegg	94.900,-	1.898.000,-
B. Sum	<u>433.932,-</u>	<u>8.678.640,-</u>
C. TOTALSUM	<u>2.369.194,-</u>	<u>47.383.880,-</u>

ALTERNATIV E.

OMKOSTNINGSBEREGNINGER.

Anleggskostninger.

LEDNINGER:

Samleledning	A - G	Kr.	1.099.000,-
"	B - E	"	153.000,-
"	C - E	"	264.000,-
"	D - F	"	264.000,-
"	E - F	"	231.000,-
"	F - G	"	53.000,-
"	G - H	"	1.043.000,-
Pumpeledning	P <sub>2</sub> - H	"	98.000,-
Samleledning	H - P <sub>11</sub>	"	242.000,-
"	K - P <sub>3</sub>	"	179.000,-
Pumpeledning	P <sub>3</sub> - H <sub>1</sub>	"	234.000,-
Fall-ledning	H <sub>1</sub> - P <sub>11</sub>	"	150.000,-
Samleledning	O - P <sub>9</sub>	"	700.000,-
Pumpeledning	P <sub>9</sub> - Z	"	345.000,-
Samleledning	R - P <sub>5</sub>	"	1.622.000,-
Pumpeledning	P <sub>5</sub> - MR <sub>8</sub>	"	330.000,-
Dypvannsledning fra	MR <sub>8</sub>	"	924.000,-
Samleledning	T - P <sub>6</sub>	"	557.000,-
"	P <sub>6</sub> - P <sub>7</sub>	"	1.062.000,-
Pumpeledning	P <sub>7</sub> - U	"	170.000,-
Samleledning	U - P <sub>8</sub>	"	456.000,-
Pumpeledning	P <sub>8</sub> - MR <sub>9</sub>	"	397.000,-
Dypvannsledning fra	MR <sub>9</sub>	"	1.512.000,-

A. Totale anleggskostninger for rør og grøft Kr. 12.085.000,-

STAKE/OVERLØPSKUMMER:

B. Totale anleggskostninger for kummer Kr. 981.000,-

TUNNEL:

Del av hovedtunnel	Y - Y <sub>1</sub>	Kr. 1.492.000,-
" " - " -	Y <sub>1</sub> - Z	" 2.261.000,-
" " - " -	Z - MR <sub>9</sub>	" 1.136.000,-
Tunnelinnslag til pkt.	Z	" 83.000,-
Anboringer		" 90.000,-

C. Totale anleggskostninger for tunnel Kr. 5.062.000,-

PUMPESTASJONER:

P <sub>2</sub>	Kr. 270.000,-
P <sub>3</sub>	" 390.000,-
P <sub>5</sub>	" 870.000,-
P <sub>6</sub>	" 325.000,-
P <sub>7</sub>	" 870.000,-
P <sub>8</sub>	" 990.000,-
P <sub>9</sub>	" 550.000,-
P <sub>11</sub>	" 1.010.000,-
P MR <sub>8</sub>	" 500.000,-

D. Totale anleggskostninger for pumpestasjoner Kr. 5.775.000,-

RENSEANLEGG:

MR <sub>8</sub>	Kr. 882.000,-
MR <sub>9</sub>	" 4.904.000,-

E. Totale anleggskostninger for renseanlegg Kr. 5.786.000,-

Sum anleggskostninger for Alt. E

= A + B + C + D + E

= Kr. 29.689.000,-  
=====



AMORTISERING OG FORRENTNING AV TOTALOMKOSTNINGER FOR	ÅRS- OMKOSTNINGER I KR.	KAPITALISERTE OMKOSTNINGER I KR.
Rør og kummer	815.151,-	16.303.020,-
Tunnel	267.425,-	5.348.500,-
Pumpestasjoner	410.183,-	8.203.660,-
Mekaniske renseanlegg	410.516,-	8.210.320,-
A. Sum	<u>1.903.275,-</u>	<u>38.065,500,-</u>
DRIFTS- OG VEDLIKEHOLDS- OMKOSTNINGER FOR		
Pumpestasjoner	231.588,-	4.631.760,-
Mekaniske renseanlegg	94.900,-	1.898.000,-
B. Sum	<u>326.488,-</u>	<u>6.529.760,-</u>
C. TOTALSUM	<u>2.229.763,-</u>	<u>44.595.260,-</u>

ALTERNATIV F.

OMKOSTNINGSBEREGNINGER:

Anleggskostninger.

LEDNINGER:

Samleledning	A - G	Kr.	1.099.000,-
"	B - E	"	153.000,-
"	C - E	"	264.000,-
"	D - F	"	264.000,-
"	E - F	"	231.000,-
"	F - G	"	53.000,-
"	G - X	"	523.000,-
Pumpeledning	P <sub>2</sub> - H	"	98.000,-
Fall-ledning	H - P <sub>11</sub>	"	162.000,-
Samleledning	K - P <sub>3</sub>	"	179.000,-
Pumpeledning	P <sub>3</sub> - H <sub>1</sub>	"	234.000,-
Samleledning	H <sub>1</sub> - P <sub>11</sub>	"	150.000,-
"	O - P <sub>9</sub>	"	700.000,-
Pumpeledning	P <sub>9</sub> - Z	"	345.000,-
Samleledning	R - P <sub>5</sub>	"	1.622.000,-
Pumpeledning	P <sub>5</sub> - MR <sub>8</sub>	"	330.000,-
Dypvannsledning fra	MR <sub>8</sub>	"	924.000,-
Samleledning	T - P <sub>6</sub>	"	557.000,-
"	P <sub>6</sub> - P <sub>7</sub>	"	1.062.000,-
Pumpeledning	P <sub>7</sub> - U	"	170.000,-
Samleledning	U - P <sub>8</sub>	"	456.000,-
Pumpeledning	P <sub>8</sub> - MR <sub>9</sub>	"	397.000,-
Dypvannsledning fra	MR <sub>9</sub>	"	1.512.000,-

A. Totale anleggskostninger for rør  
og grøftarbeid

Kr. 11.485.000,-

AMORTISERING OG FORRENTNING AV TOTALE OMKOSTNINGER FOR	ÅRS- OMKOSTNINGER I KR.	KAPITALISERTE OMKOSTNINGER I KR.
Rør og kummer	779.367,-	15.587.340,-
Tunnel	350.368,-	7.007.360,-
Pumpestasjoner	374.708,-	7.494.160,-
Mekanisk renseanlegg	410.516,-	8.210.320,-
A. Sum	<u>1.914.959,-</u>	<u>38.299.180,-</u>
DRIFTS- OG VEDLIKEHOLDS- OMKOSTNINGER FOR		
Pumpestasjoner	208.038,-	4.160.760,-
Mekaniske renseanlegg	94.900,-	1.898.000,-
B. Sum	<u>302.938,-</u>	<u>6.058.760,-</u>
C. TOTALSUM	<u>2.217.897,-</u>	<u>44.357.940,-</u>

ALTERNATIV G.

OMKOSTNINGSBEREGNINGER.

Anleggskosteninger.

LEDNINGER:

Samleledning	A - P <sub>1</sub>	Kr.	1.099.000,-
"	B - E	"	153.000,-
"	C - E	"	264.000,-
"	D - F	"	264.000,-
"	E - F	"	231.000,-
Pumpeledning	P <sub>1</sub> - F	"	84.000,-
"	P <sub>2</sub> - H	"	98.000,-
Samleledning	H - P <sub>11</sub>	"	162.000,-
"	K - P <sub>3</sub>	"	179.000,-
Pumpeledning	P <sub>3</sub> - H <sub>1</sub>	"	234.000,-
Samleledning	H <sub>1</sub> - P <sub>11</sub>	"	150.000,-
"	O - P <sub>9</sub>	"	700.000,-
Pumpeledning	P <sub>9</sub> - Z	"	345.000,-
Samleledning	R - P <sub>5</sub>	"	1.622.000,-
Pumpeledning	P <sub>5</sub> - MR <sub>8</sub>	"	330.000,-
Dypvannsledning fra	MR <sub>8</sub>	"	924.000,-
Samleledning	T - P <sub>6</sub>	"	557.000,-
"	P <sub>6</sub> - P <sub>7</sub>	"	1.062.000,-
Pumpeledning	P <sub>7</sub> - U	"	170.000,-
Samleledning	U - P <sub>8</sub>	"	456.000,-
Pumpeledning	P <sub>8</sub> - MR <sub>9</sub>	"	397.000,-
Dypvannsledning fra	MR <sub>9</sub>	"	1.512.000,-

A. Totale anleggskosteninger for rør- og grøftarbeider

Kr. 10.993.000,-

STAKE/OVERLØPSKUMMER:

B. Totale anleggskostninger for kummer Kr. 941.000,-

TUNNEL:

Del av hovedtunnel	F - Y	Kr. 2.921.000,-
" " - " -	Y - Y <sub>1</sub>	" 1.492.000,-
" " - " -	Y <sub>1</sub> - Z	" 2.261.000,-
" " - " -	Z - MR <sub>9</sub>	" 1.136.000,-
Tunnelinnslag til pkt.	Z	" 83.000,-
Anboringer		" 100.000,-

C. Totale anleggskostninger for tunnel Kr. 7.993.000,-

PUMPESTASJONER:

P <sub>1</sub>		" 310.000,-
P <sub>2</sub>		" 270.000,-
P <sub>3</sub>		" 390.000,-
P <sub>5</sub>		" 870.000,-
P <sub>6</sub>		" 325.000,-
P <sub>7</sub>		" 870.000,-
P <sub>8</sub>		" 990.000,-
P <sub>9</sub>		" 550.000,-
P <sub>11</sub>		" 510.000,-
P MR <sub>8</sub>		" 500.000,-

D. Totale anleggskostninger for pumpestasjoner Kr. 5.585.000,-

RENSEANLEGG:

MR <sub>8</sub>		Kr. 882.000,-
MR <sub>9</sub>		" 4.904.000,-

E. Totale anleggskostninger for renseanlegg Kr. 5.786.000,-

Totale anleggskostninger for Alt. G

= A + B + C + D + E = Kr. 31.298.000,-

AMORTISERING OG FORRENTNING AV TOTALOMKOSTNINGER FOR	ÅRS- OMKOSTNINGER I KR.	KAPITALISERTE OMKOSTNINGER I KR.
Rørledninger og kummer	749.178,-	14.983.560,-
Tunnel	422.270,-	8.445.400,-
Pumpestasjoner	396.702,-	7.934.040,-
Mekaniske renseanlegg	410.516,-	8.210.320,-
A. Sum	<u>1.978.666,-</u>	<u>39.573.320,-</u>
DRIFTS- OG VEDLIKEHOLDS- OMKOSTNINGER FOR		
Pumpestasjoner	220.803,-	4.416.060,-
Mekaniske renseanlegg	94.900,-	1.898.000,-
B. Sum	<u>315.703,-</u>	<u>6.314.060,-</u>
C. TOTALSUM	<u>2.294.369,-</u>	<u>45.887.380,-</u>



AMORTISERING OG FORRENTNING AV TOTALOMKOSTNINGER FOR	ÅRS- OMKOSTNINGER I KR.	KAPITALISERTE OMKOSTNINGER I KR.
Rør og kummer	113.412,-	2.268.240,-
Mekaniske renseanlegg	467.986,-	9.359.720,-
A. Sum	<u>581.398,-</u>	<u>11.627.960,-</u>
DRIFTS- OG VEDLIKEHOLDS- OMKOSTNINGER FOR		
Mekaniske renseanlegg	163.300,-	3.266.000,-
B. Sum	<u>163.300,-</u>	<u>3.266.000,-</u>
C. TOTALSUM	<u>744.698,-</u>	<u>14.893.960,-</u>



SAMMENDRAG AV ALTERNATIVE ØKOSTNINGER.

Alternativ	Anleggs- østninger	Samlede drifts- og vedlikeholds- østninger	Samlede års- østninger	Samlede kapitaliserte østninger
A. Alle vassdrag syd for Sluppen bro, samt Nidelva og havnebassenget benyttes som resipienter. Vassdragene Uglabekken, Ky-stadbekken, Leirelva og Heimdalsbekken utbygges med biol. renseanlegg, mens øvrige strekn. utbyttes med mange og relativt små mek. renseanlegg.	30.228.000,-	528.062,-	2.597.549,-	51.950.980,-
B. Nidelva og havnebassenget benyttes som resipient. De søndre områder dreneres frem til mek. renseanl. ved Sluppen bro. Øvrige områder langs Nidelva mellom Sluppen bro i syd og nord til Stanne dreneres til et mek. renseanl. ved Dorthelyst. Mek. renseanl. på Nidarø for Nidarøfeltet samt områdene langs Nidelva nord for Stanne. Bykjernen som for Alt. A.	28.610.000,-	444.289,-	2.335.102,-	46.702.040,-
C. Havnebassenget og deler av Nidelva benyttes som resipient. Alle områder syd for Stanne dreneres i avskjærende ledn. frem til mek. renseanlegg ved Dorthelyst. Nidarøfeltet og områdene nord for Stanne dreneres i avskj. ledn. frem til et punkt ved jernbanenes verksteder, hvorfra det slås tunnel frem til renseanlegget ved Iilsvika. Bykjernen dels som for Alt. A.	30.740.000,-	459.847,-	2.476.857,-	49.537.140,-
D. Havnebassenget benyttes som resipient. Alle områder fra Heimdal i syd samt Nidarøfeltet dreneres i avskj. ledn. frem til samme tunnelinnslegg som benyttet i Alt. C, og føres til renseanlegget ved Iilsvika. Bykjernen som for Alt. C.	29.510.000,-	433.932,-	2.369.194,-	47.383.880,-

SAMMENDRAG AV ALTERNATIVE OMKOSTNINGER (forts.).

Alternativ	Anleggs- omkostninger	Samlede drifts- og vedlikeholds- omkostninger	Samlede års- omkostninger	Samlede kapitaliserte omkostninger
Havnebassenget benyttes som resipient. Alle områder syd for Dorthealyst dreneres med avskj.ledn. frem til et tunnelinnslag beliggende på høyde med Tempe idrettsplass. E. Videre stegbelastes tunnelen med avløp fra områdene nord for Dorthealyst samt Nidarøfeltet, og fører frem til rense- anlegget ved Iilsvika. Bykjernen som for Alt. C.	29.689.000,-	326.488,-	2.229.763	44.595.260,-
F. Som for Alt. E, men med tunnelføring fra Sluppen bro.	30.145.000,-	302.938,-	2.217.897	44.357.940,-
G. Som for Alt. E, men med tunnelføring fra Nedre Selsbakk- området	31.298.000,-	315.703,-	2.294.369,-	45.887.380,-
Området øst for byen som naturlig dreneres til Trondheimsfjorden (Ladehalvøya - Ranheimområdene)	8.542.000,-	163.300,-	744.698,-	14.893.960,-

## VIII. VURDERING AV ALTERNATIVE LØSNINGER.

### A. Hensynet til resipientene.

Som det er fremholdt i et tidligere avsnitt om resipientbetragtninger, er hovedvannmassene i Nidelva relativt lite påvirket av kloakkvannstilførslene, bortsett fra mange uholdbare forhold i nærheten av de tallrike utslippspunktene.

Dette betyr at man ved å sanere mange av de eksisterende utslippene, eller med andre ord, utnytter hovedvannmassen i Nidelva på en bedre måte, vil kunne benytte elven som hovedresipient ennå i mange år. Forutsetningen er imidlertid at alt kloakkvannet passerer mekaniske kloakkrensaneanlegg før det blandes inn i hovedvannmassen.

Hvilken maksimal forurensningsbelastning Nidelva kan tåle er selvsagt først og fremst avhengig av den målsetting man kommer frem til med hensyn til bruken av vassdraget. Spørsmålet om hvordan elven vil reagere på en vesentlig økning av belastningen kan imidlertid bare besvares med å gjennomføre spesielle belastningsforsøk i testanlegg plassert i området.

Den fremtidige forurensningspåvirkning i havneområdet og spesielt kanalen er et særlig komplisert problem å analysere. Dette er et brakkvannsområde under påvirkning av tidevannsvariasjoner og med relativt lange oppholdstider for vannet. Det vil derfor vise andre reaksjoner på forurensningsbelastning enn selve Nidelva.

For vannmassene ute i det åpne fjordbassenget kan man imidlertid anta at de, selv med sterkt økende kloakkvannsmengder i fremtiden, vil kunne ta imot en tilførsel av alt kloakkvann fra området. Problemet vil i så fall i alt vesentlig være begrenset til å finne et arrangement som fortynner avløpsvannet i fjordbassengets hovedvannmasser. Alternativene D, E, F og G er alle basert på Trondheimsfjorden som hovedresipient, og skulle alle gi den samme gode disponering av avløpsvann i resipienten.

Det skulle være fullt mulig å oppnå tilfredsstillende hygieniske og estetiske forhold ved badeplasser i Trondheims nærmeste

omegn, ved å benytte fjorden som direkte resipient. Benyttes Nidelva som resipient vil derimot overflatevannet i fjorden bli utsatt for en langt sterkere forurensning.

Om Nidelva nyttes som resipient for de tilgrensende nedbørfelter, vil det kunne få en viss betydning for lokalisering av industrien. En slik begrensning vil i første rekke gjelde industribedrifter som har høyt innhold av organisk stoff i avløpsvannet, samt de som gjennom sitt avløp kan forårsake giftvirkninger i vassdraget. Benyttes fjorden som direkte resipient, vil slike hensyn gjøre seg mindre gjeldende.

Blant de tre alternativene A, B og C som baseres på utslipp i Nidelva, synes alternativ A å utnytte resipienten best. Dette fordeler utslippene over hele elvestrekningen og utnytter derfor elvens selvrensende effekt bedre enn alternativene med få utslippsteder.

#### B. Hensynet til en etappevis utbygging av nedbørsområdet.

Med det beskjedne kjennskap man foreløpig har til hvordan nedbørsområdet til Nidelva vil bli utnyttet, og i hvilket tempo utbyggingen vil skje, er det av stor betydning for kommunen å gå inn for et mest mulig fleksibelt opplegg av det fremtidige kloakkanlegg. Dette gjelder ikke bare den tempomessige fremdriften av anlegget, men også hensynet til å kunne utnytte spesielle områder til industrielle formål.

Blant de 7 alternative løsningene til en kloakkplan som her foreligger, er alt. A, B og C de som best egner seg for en trinnvis utbygging. I alt. A har vi forsøkt å oppnå en maksimal fleksibilitet i så måte, ved at Leirelva også er trukket inn som resipient. På denne måten kan ulike distrikter i dette området kloakkeres uavhengig av hverandre.

I alt. B og C er derimot kloakkvannet samlet i større enheter, og dette vil derfor kreve større omkostninger på et tidlig tidspunkt.

Alternativene D, E, F og G er alle basert på en overføring av alt kloakkvannet til fjorden ved en avskjærende hovedledning eller tunnel. For å kunne gjennomføre ett av disse, må man finne frem til midlertidige løsninger for de sydligst beliggende områdene, inntil en avskjærende ledning eller tunnel kan tilkoples.

Som en midlertidig løsning for disse alternativene kan man tenke seg å samle alt kloakkvannet fra nedbørfeltet til Leirelva til et punkt i området ved Sluppen bro, og der anlegge et primitivt avslammingsanlegg, f.eks. i form av en lagune hvis plassforholdene tillater det. Det antall mennesker som vil være bosatt i Leirelvas nedbørfelt på det tidspunkt da det avskjærende anlegget vil kunne tas i bruk, skulle antakelig ikke bli større enn at det midlertidige anlegget også kan bygges i en mer kompakt form.

For Fredlybekkens vedkommende måtte man vurdere muligheten for en tilsvarende midlertidig ordning.

I alt. G er den avskjærende tunnellen ført helt frem til Nedre Selsbakk. Av den grunn vil dette alternativet by på større omkostninger i forbindelse med et midlertidig anlegg, da man vanskelig kan begrense en midlertidig rensing til en avslamming med utslipp i Leirelva. På den annen side vil denne løsningen kreve mindre investeringer i avskjærende ledninger på et tidlig tidspunkt.

Spørsmålet om kloakkanleggets kapasitet til å ta imot uforutsette belastninger i fremtiden, vil ligge gunstig an ved et tunnelalternativ med ett sentralt renseanlegg. På grunn av anleggsdriften vil en tunnel automatisk få et stort tverrsnitt og vil derfor kunne føre vesentlig mere vann enn det prognosene viser at det er behov for. Et sentralt anlegg ved Ila vil, i tillegg til at det er enklere i utforming enn de konvensjonelle mekaniske renseanleggene, forholdsvis enkelt og økonomisk kunne utvides etter behov.

C. Hensynet til omkostninger.

Som det fremgår av den samlede oversikten over omkostninger, fremstilt grafisk i fig. 14 og 15, ligger alle alternativenes anleggsomkostninger overraskende jevnt fordelt omkring 30 mill. kroner.

De samlede kapitaliserte omkostninger viser derimot en spredning fra maks. ca. 52 mill.kroner til min. ca. 44 mill. kroner. Det er de tre første alternativene A, B og C, hvor det er mange kostbare renseanlegg, som gir de største omkostningene. Dette er en følge av korte avskrivningstider og høye driftsomkostninger for slike anlegg.

Sett fra et økonomisk synspunkt skulle derfor alternativene D, E, F og G, som alle er basert på å bruke Trondheimsfjorden som direkte resipient, være gunstige.

Blant disse fire alternativene er det alt. D som viser de minste anleggsomkostninger, mens alternativene med tunnel gir lavere totalomkostninger som følge av mindre pumpeenheter og lengre avskrivningstider.

I alternativene A, B og C er det B som utpeker seg som det rimeligste både anleggs- og driftsmessig. I alt. A er det det større antallet med renseanlegg som forårsaker høyere omkostninger, mens det i alt. C er mere pumping og lengre ledninger som bidrar mest i forhold til alt. B.

I tillegg til det økonomiske bildet som forekommer ved våre beregninger, bør det også tas hensyn til grunnerstatninger som kan bli betydelige og variere sterkt fra et alternativ til et annet. Generelt kan vi si at tunnelalternativene i denne sammenheng vil gi de minste omkostningene.

Det er brukt gjennomsnittspriser for de forskjellige anleggsenheter. Disse må antas sikrere for tunnellene enn for ledninger, idet uforutsette vanskeligheter ved anlegg av ledninger i gater, veier og annen beslaglagt grunn kan oppstå.

D. Hensynet til drift av anlegget.

For å sikre økonomisk og effektiv drift av et kloakkanlegg er det av vesentlig betydning å holde antallet av maskinelle komponenter så lavt som mulig. Dette gjelder først og fremst antallet av renseanlegg, men også pumpestasjoner. Med store og få sentrale anlegg vil man oppnå en jevn og effektiv drift både med hensyn til anleggets virkningsgrad og vedlikehold. Her er det spesiell grunn til å nevne at problemene som kan oppstå i forbindelse med behandling og disponering av kloakkslam generelt vil være større jo mindre anlegget er. Det må dessuten fremholdes at slammengdene fra de renseanleggene som er prosjektert i forbindelse med dypvannsutslipp i alt. D, E, F og G vil bli betydelig mindre enn ved de øvrige alternativene.

Når det gjelder drift av rørledninger og tunneller er det avhengig av hvilken utformning man gir disse enhetene. Tunneller i større grad enn rørledninger kunne bygges med et jevnt og tilstrekkelig fall for å unngå slamavsetninger. De er dessuten mer tilgjengelige for inspeksjon og spyling.

E. Konklusjon.

På grunnlag av de bemerkningene som er anført foran synes meget å tale for å benytte ett av tunnelalternativene til løsning av kloakkvannsdiskonering for områdene med avløp til Nidelva.

Dette er dog under forutsetning av at man, inntil den avskjærende tunnellen er ferdig bygget, kan finne frem til en midlertidig løsning for kloakkvannsdiskonering som ikke hindrer kommunens videre utbygging.

Valg av tunnelalternativ bør blant annet skje på bakgrunn av det midlertidige arrangement som ansees mest hensiktsmessig.

Saneringen av kloakkforholdene i bykjernen må sees for seg som en sekundæroppgave i forhold til dreneringen av nye områder som vil være under utbygging.

Områdene Ladehalvøya - Ranheim må også sees separat, og kan utbygges i takt med det behov som til enhver tid melder seg. Her synes det som om det ikke er grunn til å vurdere alternative løsninger, da det er naturlig å bygge videre på de hovedkloakker som foreligger.



Tabell 1 a

Utslipp nr.	Personekvivalenter		Vannforbruk l/p.d.		Spillvann l/sek.		Infiltrasjon				Merknad
	1960 (1)	2000 (2)	1960 (3)	2000 (4)	1960 (1) <sub>2</sub> (3) 10=60=60	1980 (2) <sub>2</sub> (4) 10=60=60	(l/sek/km) (10)	(m/pers) (11)	1960(l/sek) (1)-(11)·(10) 1000	1980(l/sek) (2)-(11)·(10) 1000	
51	1500	2000	200	375	8,5	31					
52	200	250	700	1300	4	9					
53	3000	4000	400	700	33	78					
54	500	600	700	1300	10	22					
55	200	250	700	1300	4	9					
56	500	600	900	1300	13	22					
57	250	300	900	1300	6	11					
58	500	600	900	1300	12	22					
59	3800	4500	300	500	32	62					
60	400	500	700	1300	7,8	18					
61	1400	1500	700	1300	27	42					
62	500	600	700	1300	10	22					
63	250	300	700	1300	5	11					
64	250	300	700	1300	5	11					
65	250	300	700	1300	5	11					
66	350	400	700	1300	7	14					
67	150	200	700	1300	3	7					
68	200	250	700	1300	4	9					
69	50	50	300	400	-	1					
70	-	-	-	-	-	-					
71	50	50	300	400	-	-					
72	250	300	300	400	2	3					
73	300	350	500	800	4	8					
74	300	350	500	800	4	8					
Sum					207	431					
75	50	50	500	800	1	1	1	2	0,1	0,1	
77	200	250	300	500	2	3	1	2	0,5	0,5	
78	150	200	300	500	1	2	1	2	0,3	0,5	
79	50	50	300	500	-	1	1	2	0,1	0,1	
80	200	250	300	500	2	3	1	2	0,5	0,5	
81	250	300	300	500	2	4	1	2	0,5	0,5	
82	100	150	700	1300	2	5	1	2	0,2	0,3	
83	650	750	700	1300	13	28	1	2	1,5	1,5	
84	1100	1300	700	1300	21	47	1	2	2,5	3	
85	150	200	300	400	1	2	1	2	0,3	0,5	
86	500	600	300	400	4	7	1	2	1,0	1,2	
87	1350	1400	300	400	11,5	15,5	1	2	2,7	2,8	
88	750	900	300	400	6	10	0,5	2	1,5	2	
89	100	150	300	400	1	2	0,5	2	0,1	0,3	
91	700	900	475	750	9	19	0,5	2	1,5	2	
92	100	150	475	750	1	3	2	2	0,2	0,3	
93	100	150	475	750	1	3	2	2	0,4	0,5	
94	100	150	475	750	1	3	2	2	0,4	0,5	
95	50	50	475	750	-	2	2	2	0,2	0,2	
96	150	200	475	750	2	4	2	2	0,5	1	
97	50	50	475	750	-	2	2	2	0,2	0,2	
98	800	1100	475	750	10	23	2	2	3,5	4,5	
99	400	600	475	750	5	12	2	2	1,5	2,5	
100	450	550	475	750	6	13	2	2	2	2,2	
101	4700	6500	300	400	40	72	0,5	2	5	6,5	
102	150	200	300	400	1	2	0,5	2	0,2	0,2	
103	2500	3500	475	750	33	73	0,5	2	2,5	3,5	
104	200	200	280	630	1,3	3,5	0,5	2	0,2	0,2	
105	3000	3800	300	600	25	63	0,5	2	3	4	
106	100	130	300	600	1	2	0,5	2	0,1	0,1	
107	3300	5000	250	400	23	35	0,5	2	3,5	5	
108	150	180	700	600	1	3	0,5	2	0,2	0,2	
109	100	130	250	400	1	1	0,5	2	0,1	0,1	
Sum					241,5	541,5			44	61	
110	500	650	300	600	4	11	1,5	1,5	1,5	1,5	
111	50	50	300	600	-	1	1,5	1,5	0,2	0,2	
112	100	150	475	750	1	3	1,5	1,5	0,3	0,3	
113	600	800	475	750	8	17	1,5	1,5	1,5	2	
114	100	150	475	750	1	3	1,5	1,5	0,2	0,2	
115	7000	9000	250	400	49	100	1,5	1,5	16	20	
116	1000	1300	250	400	7	14	1,5	1,5	2,5	2,5	
117	4000	5500	250	400	28	60	1,5	4	9	12,5	
118	14000	20000	250	400	100	220	1,5	4	31	45	
119	14000	20000	250	400	100	220	1,5	4	31	45	
120	100	150	450	950	1	4					
121	900	1200	450	950	11	32					
122	1200	1800	450	950	15	47					
123	400	600	300	500	3	8					
124	50	50	300	500	-	1					
125	500	600	300	500	4	8					
126	1800	2500	300	500	15	35					
2							1	4			
5							1	4	15	22	
3	3650	5500	300	400	30	60	1	4	7	11	
4	1800	2800	300	400	15	31	1	4	7	11	
6	1800	2800	300	400	15	31	1	4	7	11	
	250	375	300	400	2	4	1	4	1	1,5	
7	4900	7500	300	400	41	83	1	4	20	30	Bedrifter
8											
9	1600	2500	300	400	13	28	1	4	7	10	Skoler, N.T.H.
10											
11											
12	7610	11500	300	400	64	128	1	4	30	46	Skoler.
13											
Sum					180	365			87	132	



Munkholmen

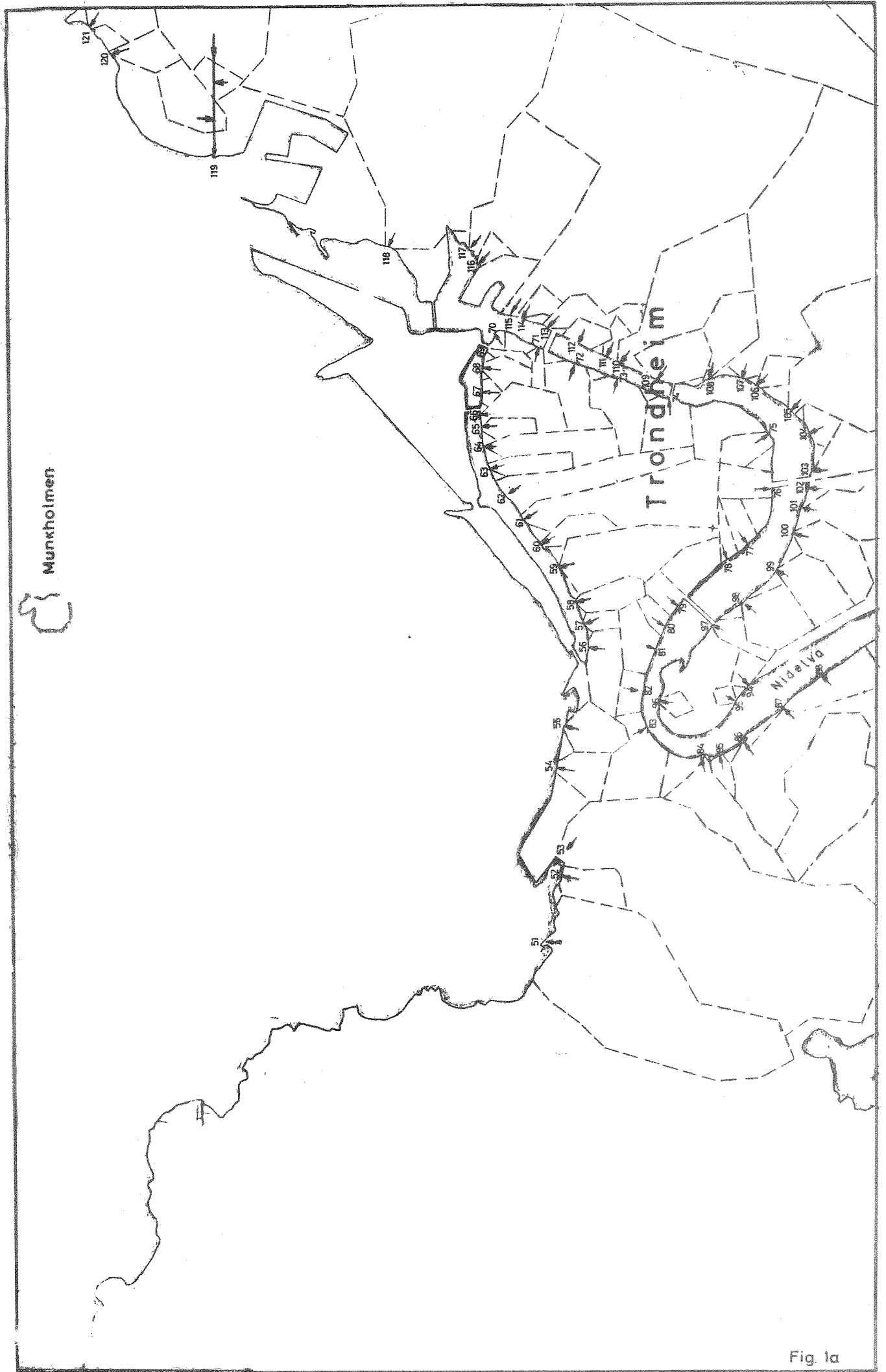
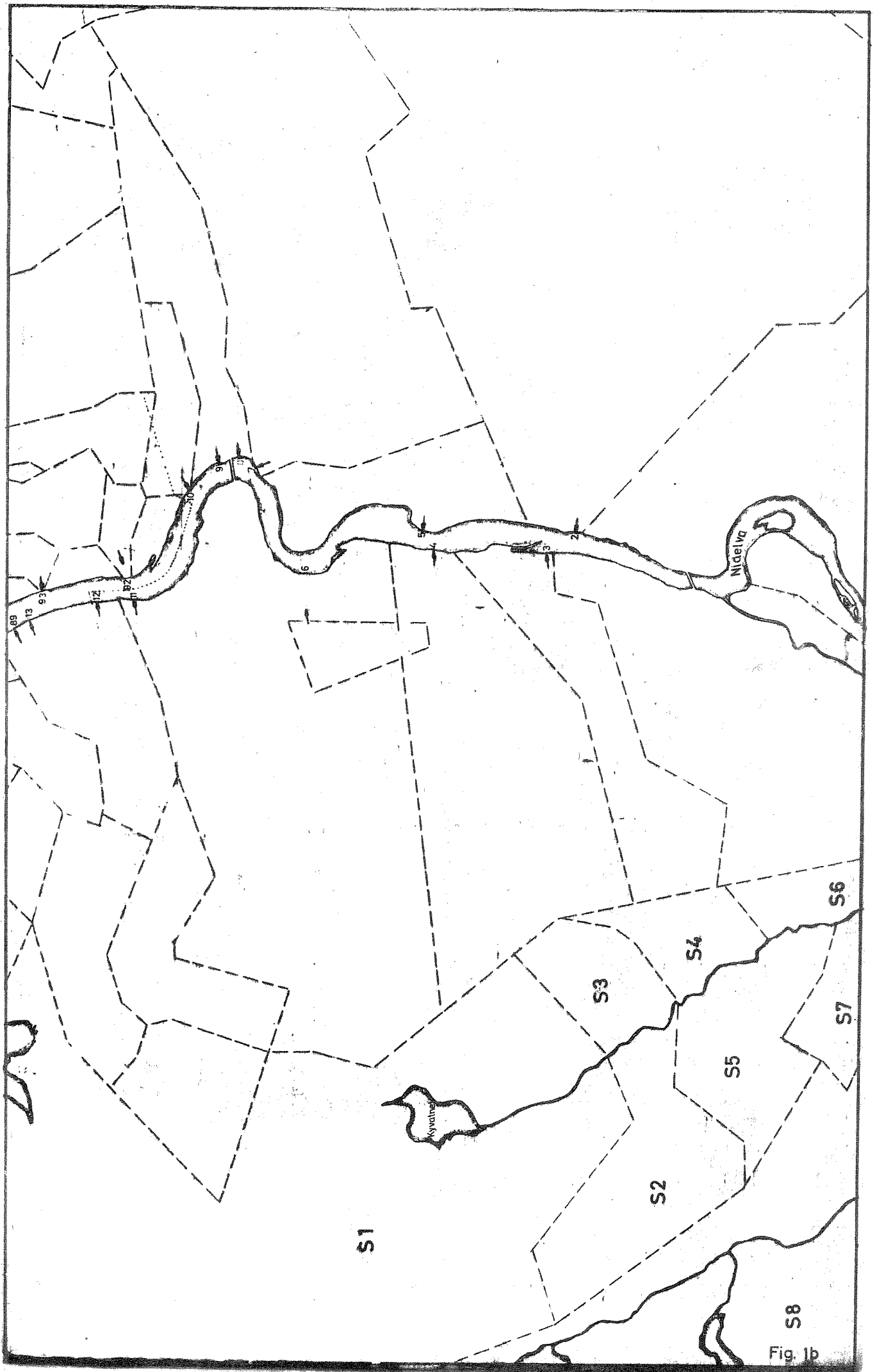


Fig. 1a



S8  
Fig. 1b

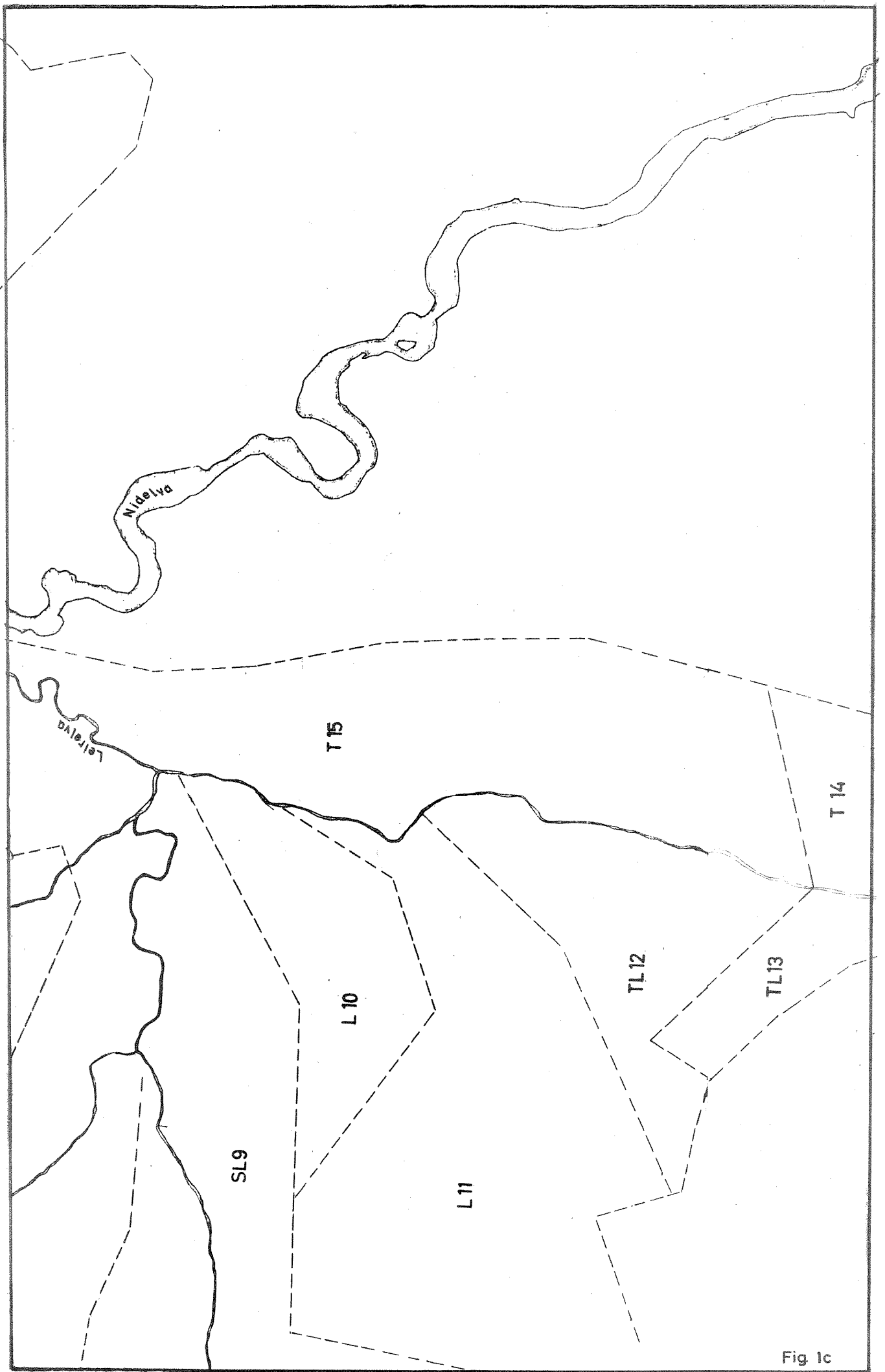


Fig 1c

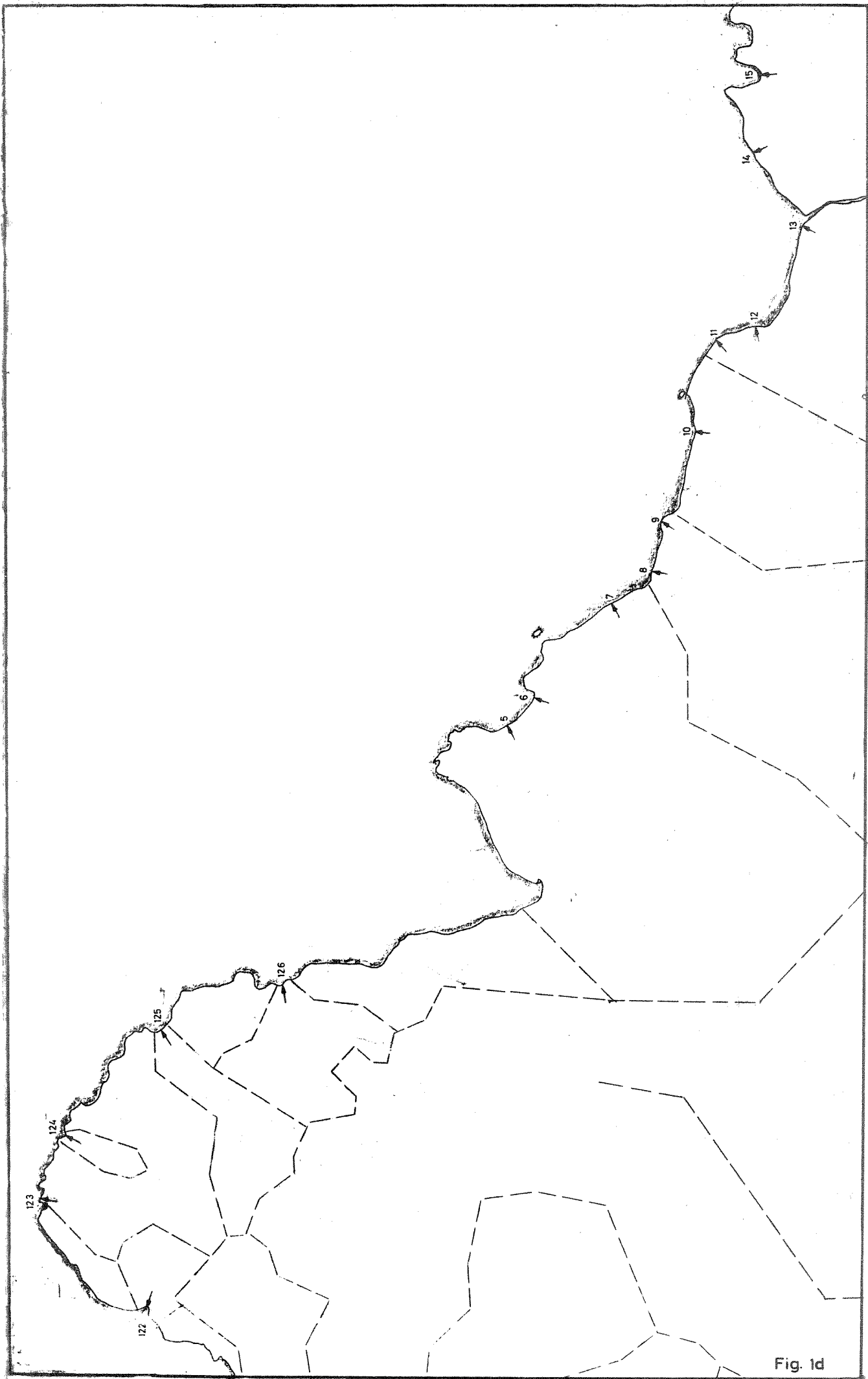


Fig. 1d

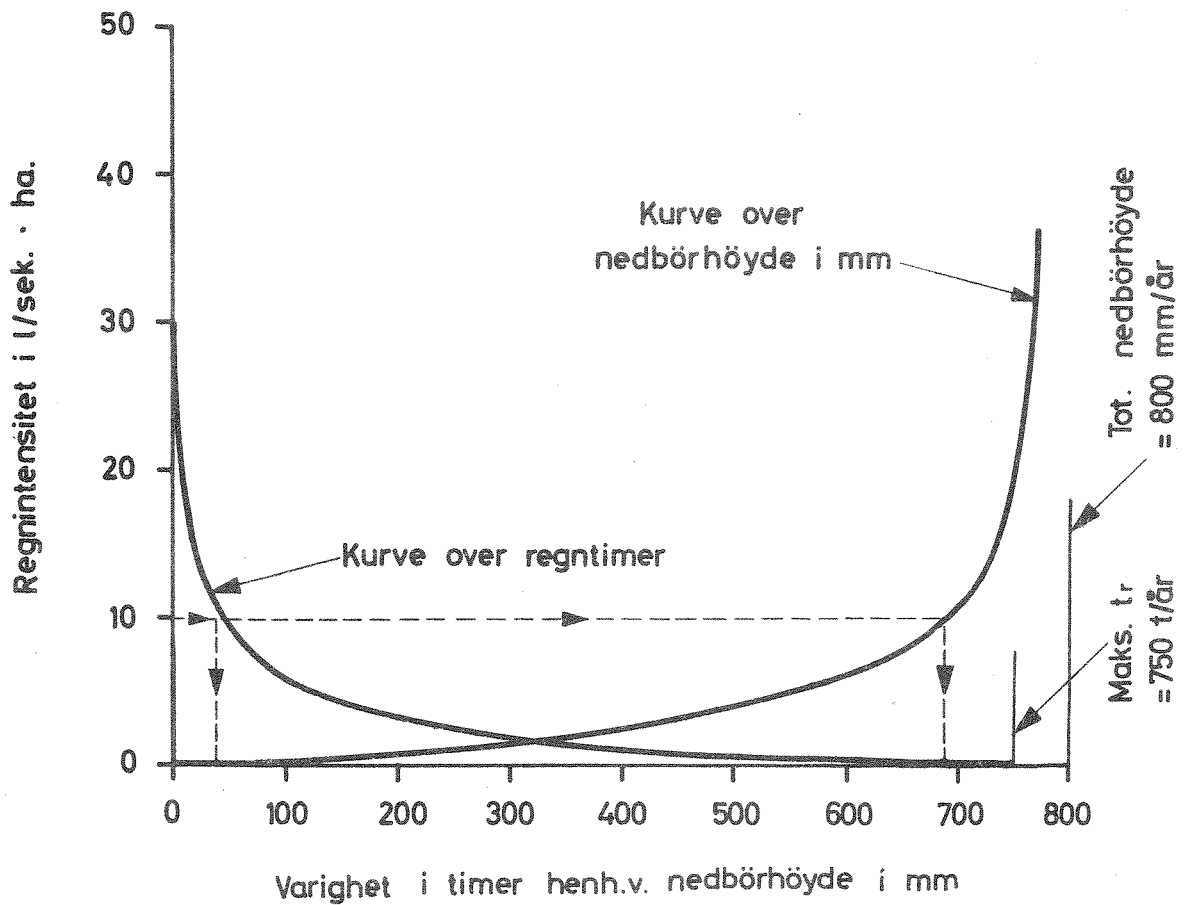
Brukseksempel:

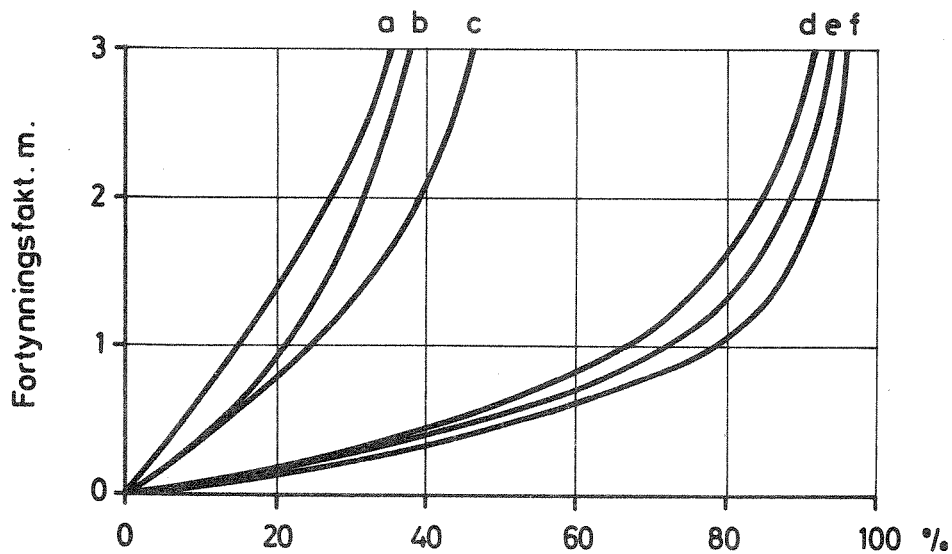
Ønsket: Korresponderende verdier for grenseintensitet = 10 l/s·ha

Antall timer/år som overløpet er i funksjon = 37 tr

mm nedbør som føres i avskj. ledn. = 690 mm/år

Antall mm nedbør som avlastes = (800-690) = 110 mm/år

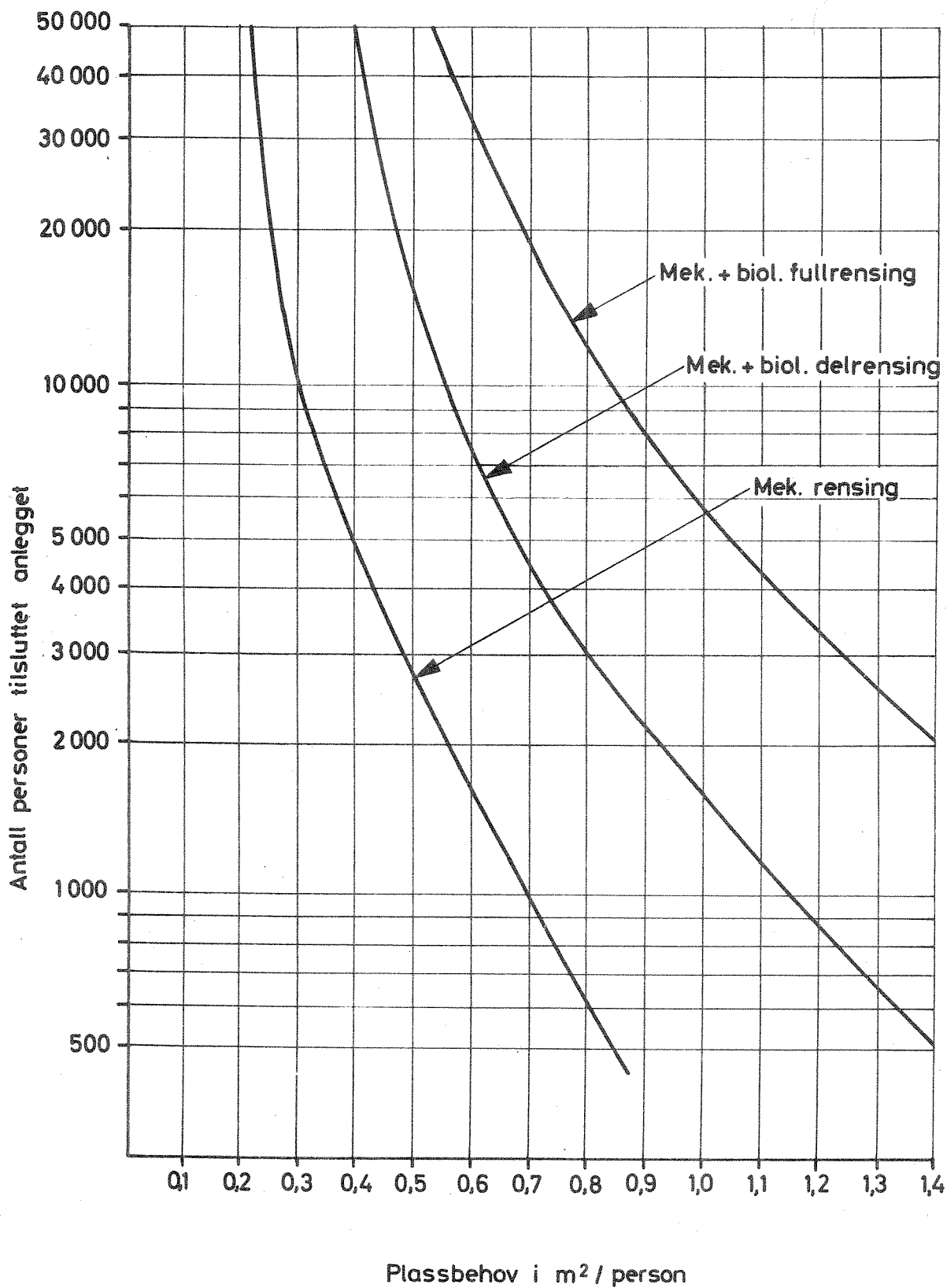


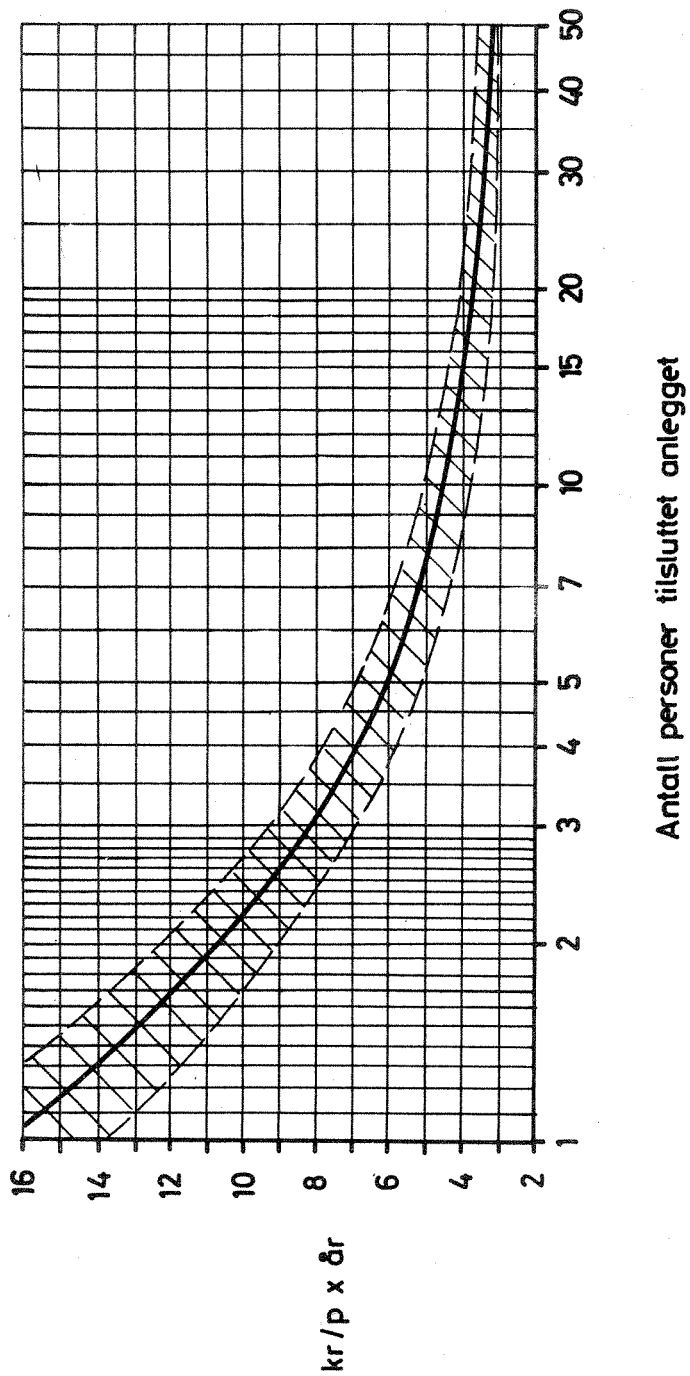


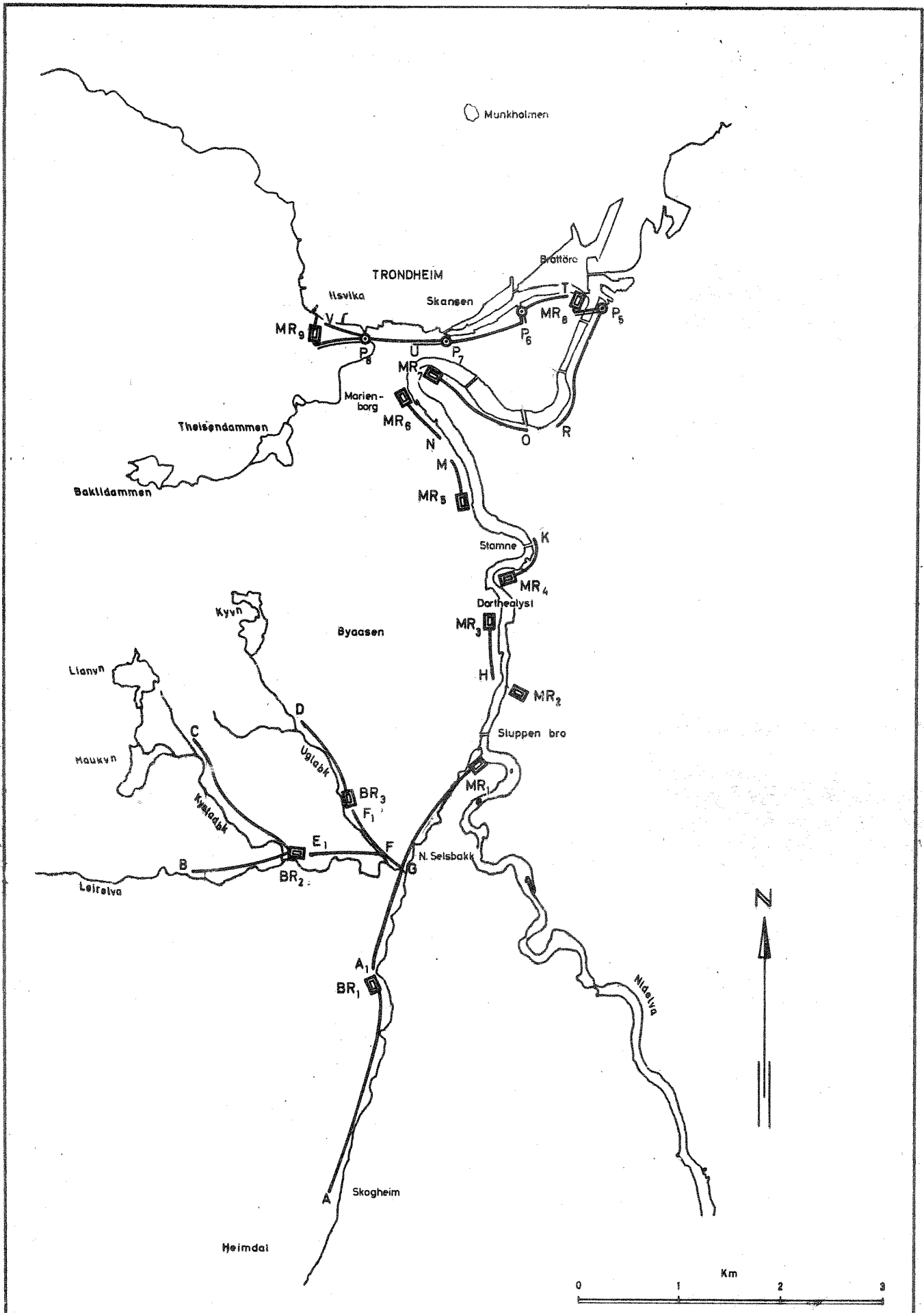
% av total nedbörshöjde  
som föres i avskj. ledn.

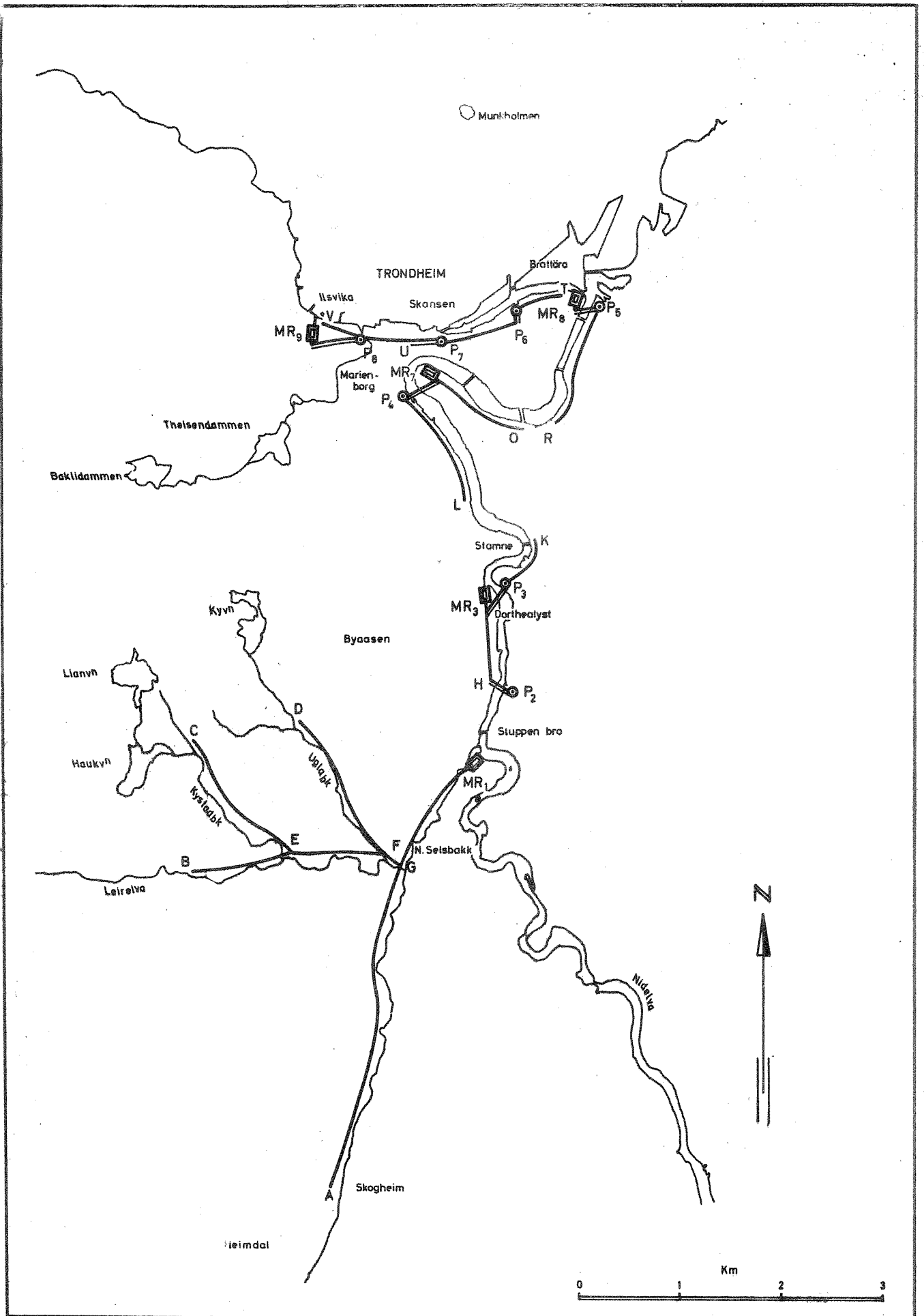
- a = Fredlybekk-området
- b = Uglabekk-området
- c = Heimdal - N. Selsbakk-området
- d = Nidarö-området
- e = IISvika - Skansen bro - området
- f = Skansen bro - Tavern-området

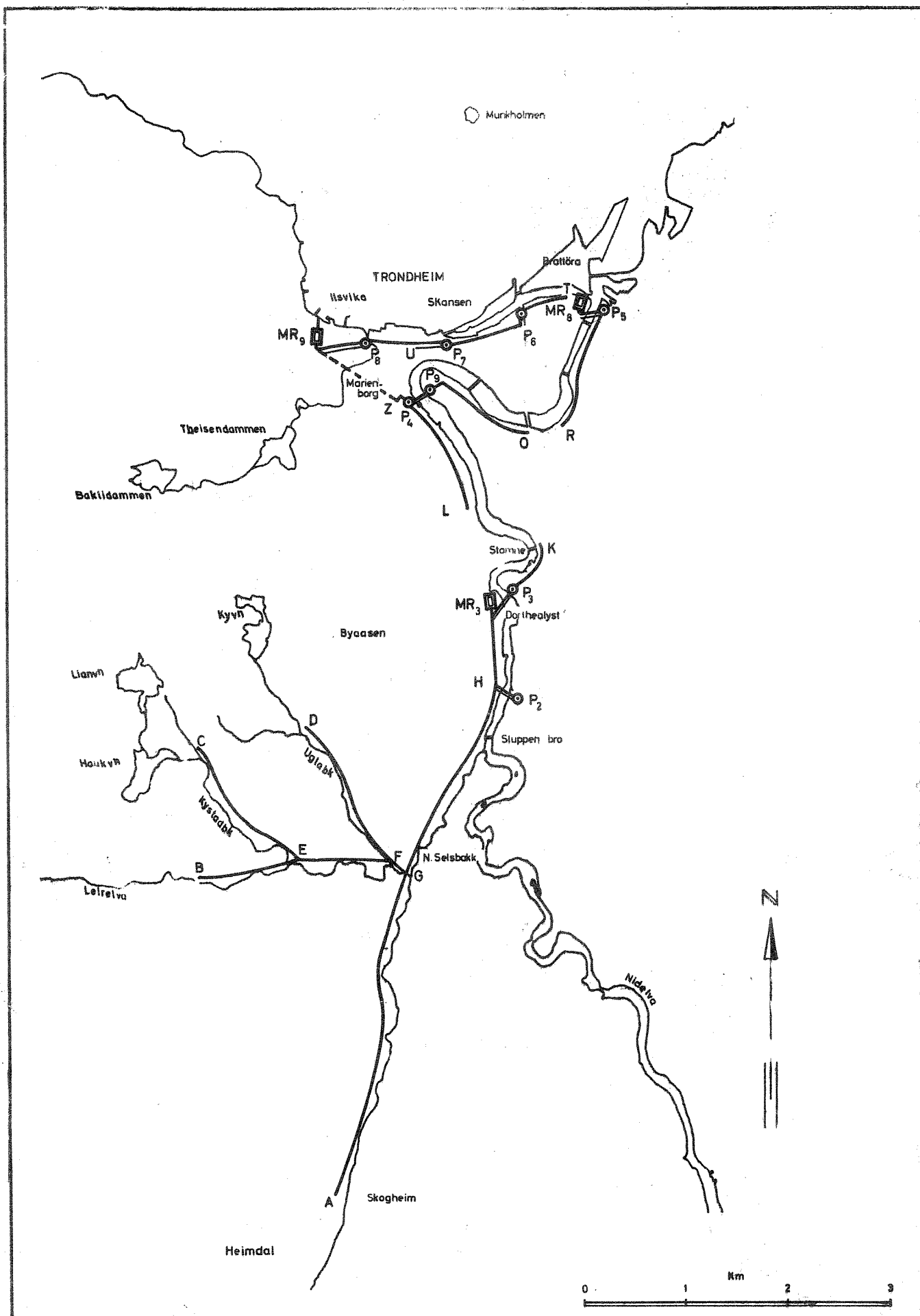


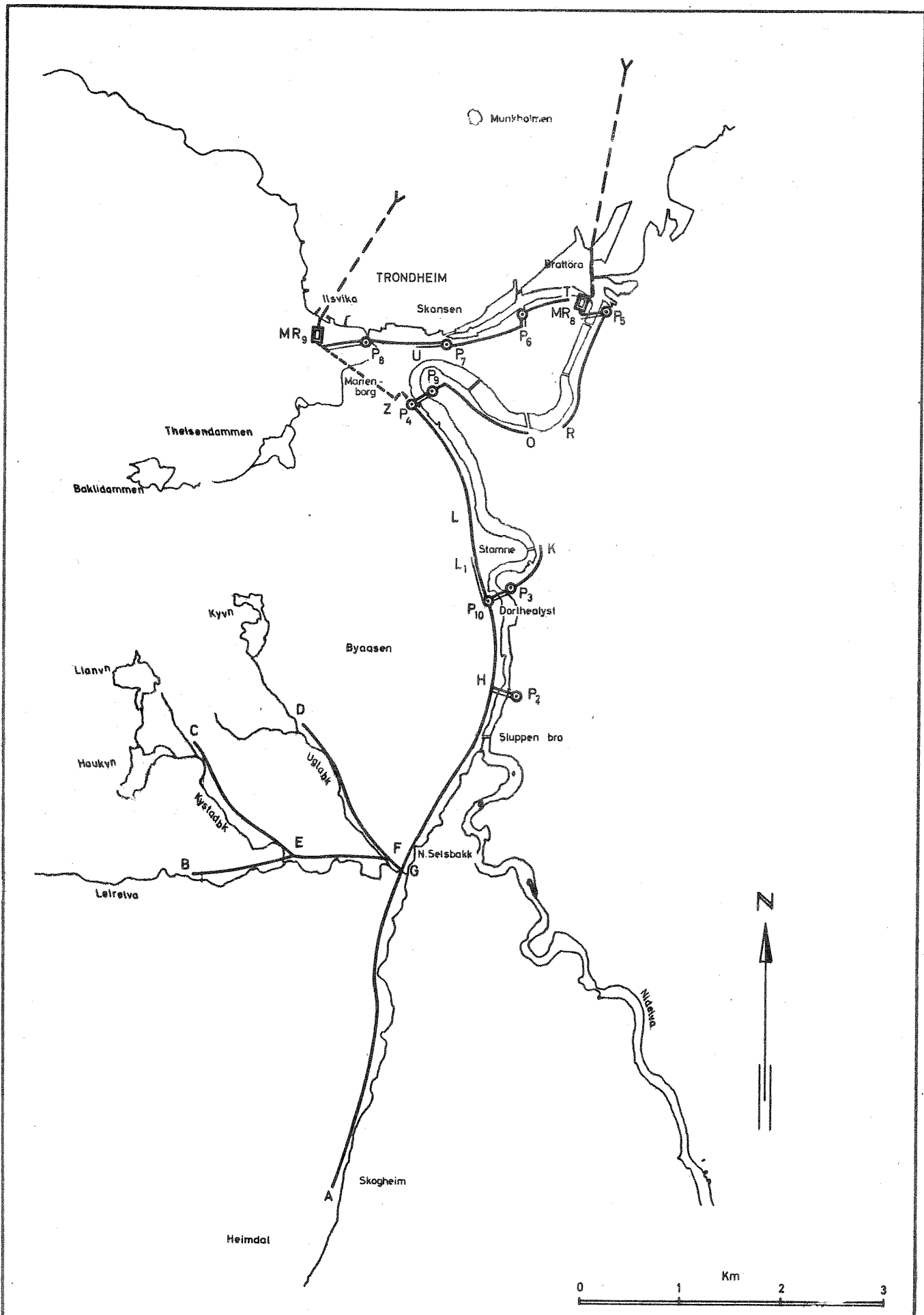


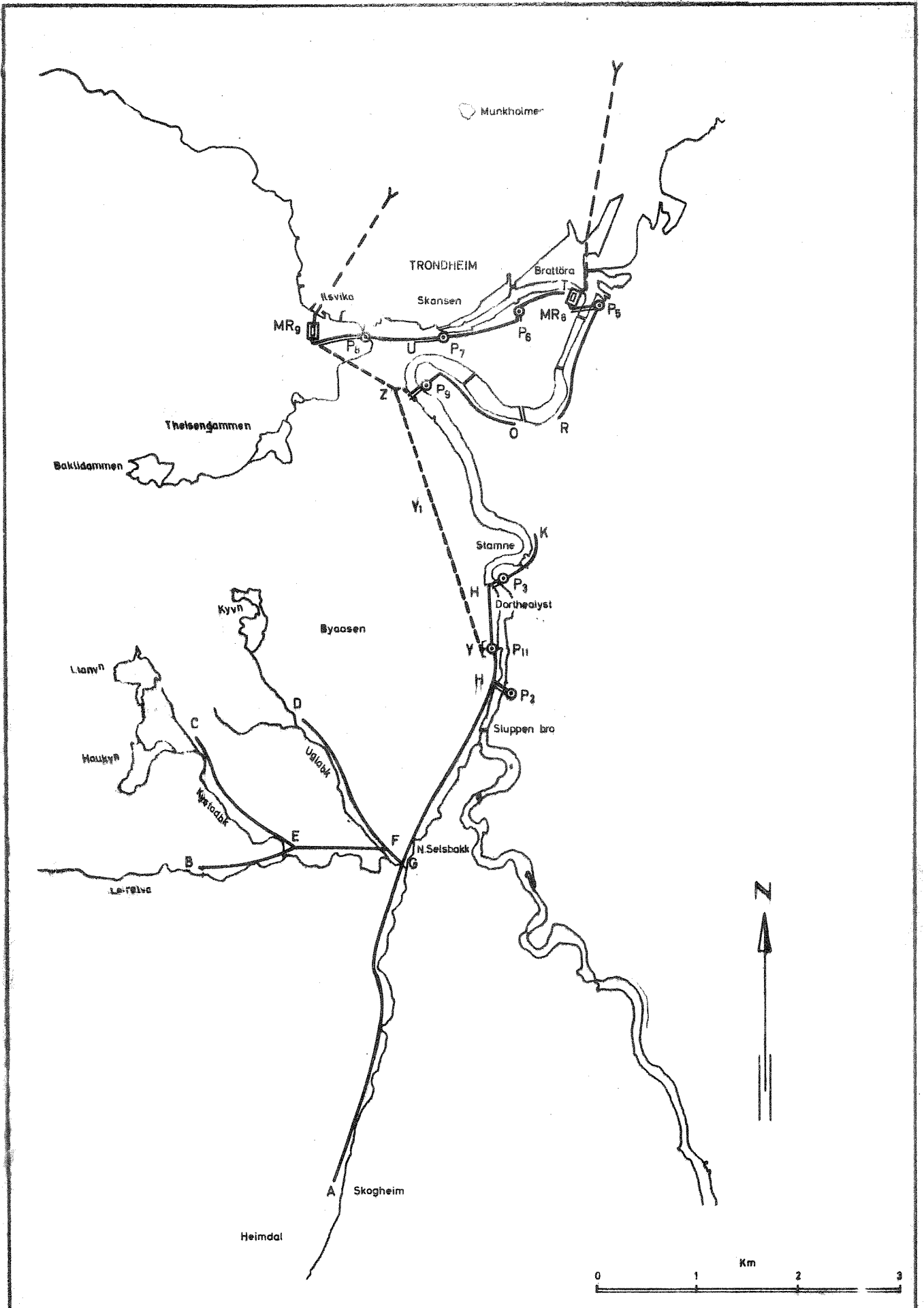


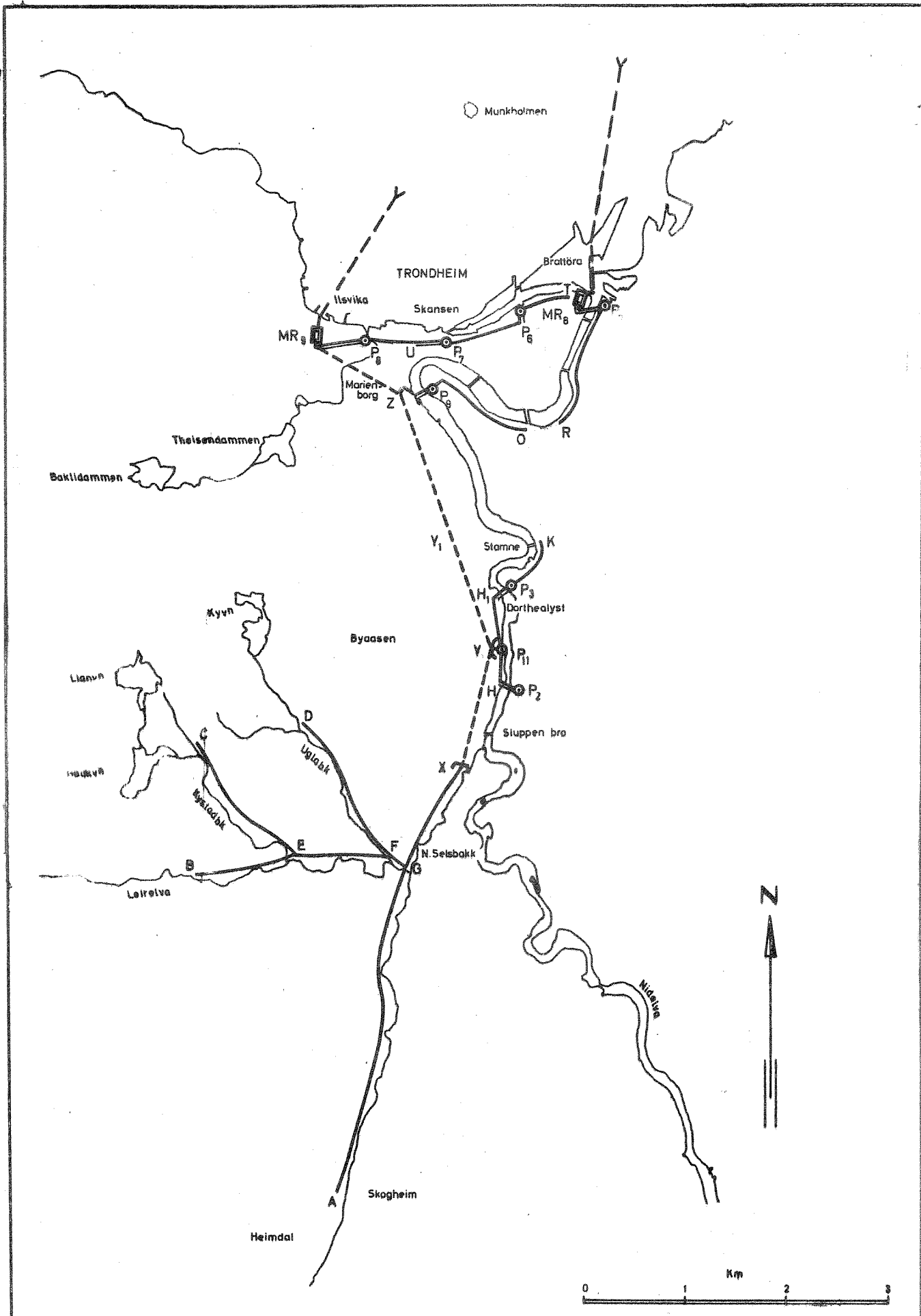




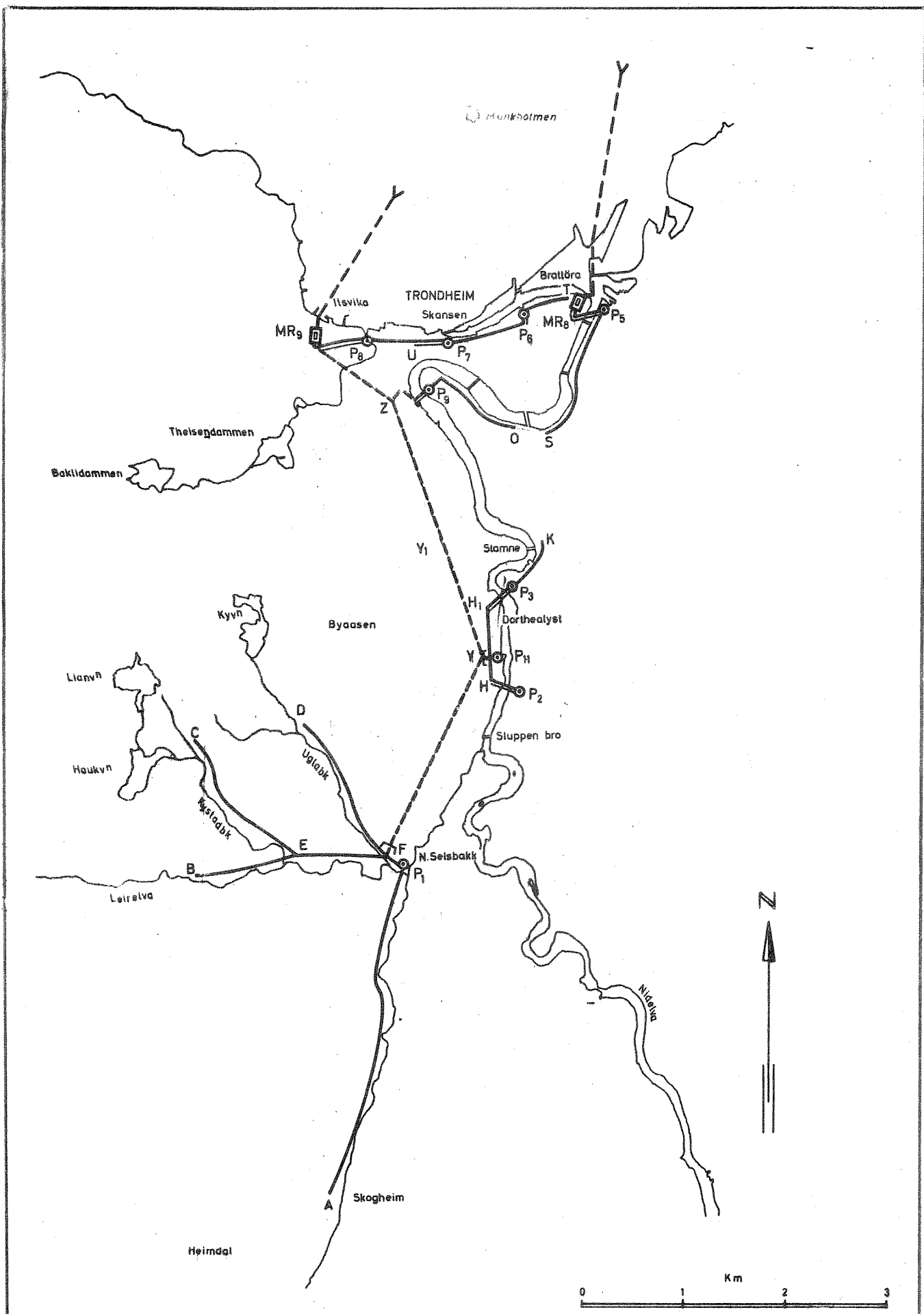








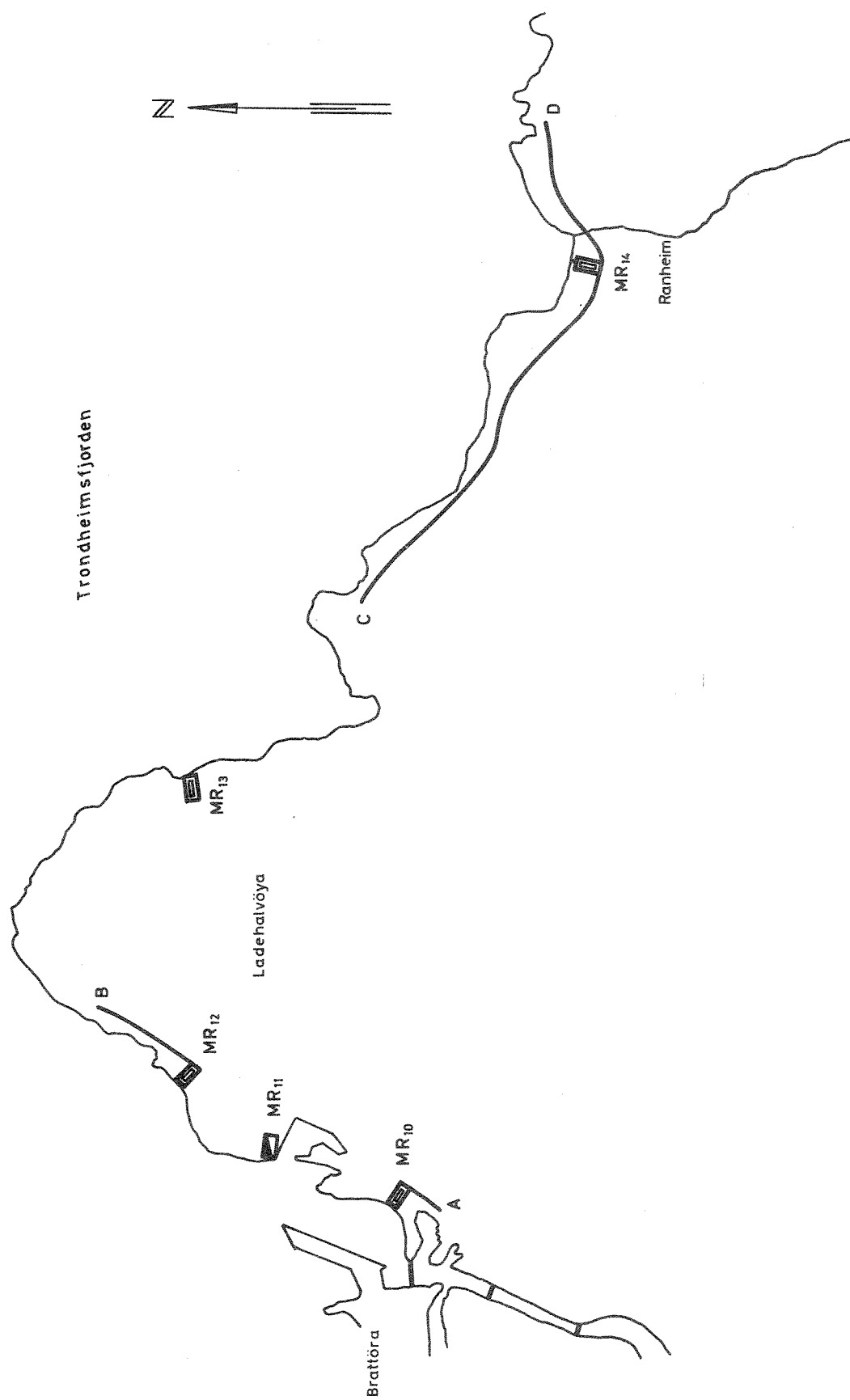




NORSK INSTITUTT FOR  
VANNFORSKNING  
BLINDERN

Alternativ G

Fig. 12



NORSK INSTITUTT FOR  
VANNFORSKNING  
BLINDERN

Ladehalvöya - Ranheim

M. Fig. 13

Nr. 0-301 3207

