

**ÅRHUS AMTSKommUNE**

**AMTSVANDVÆSENET**

---

**UDNYTTELSE AF KOLINDSUNDS  
KILDER**

---

**JUNI 1982**



**NIELSEN & RAUSCHENBERGER**

RÅDGIVENDE INGENIØRER A/S . TEKNIKERBYEN 19 . DK 2830 VIRUM . TELEFON 02-85 92 22

## INDHOLD

1. Indledning og sammenfatning
  - 1.1 Indledning
  - 1.2 Sammenfatning og konklusion
  
2. Udnyttelse af kilderne til vandforsyning
  - 2.1 Kolindsunds geologiske historie
  - 2.2 Kolindsunds grundvandsforhold
  - 2.3 Muligheder for vandindvinding
  
3. Udnyttelse af kilderne til markvanding
  - 3.1 Forudsætninger
  - 3.2 Forundersøgelser
  - 3.3 Konstruktioner
  - 3.4 Pumpeinstallationer og ledningsarbejder
  - 3.5 El-installationer
  - 3.6 Økonomi
  
4. Referencer

Appendix:

Afsluttende bemærkninger

### Figurer

- Fig. 1 Kolindsunds beliggenhed
- Fig. 2 Skematiske geologiske profiler
- Fig. 3 Kloridmålinger
- Fig. 4 Principskitser for vandindvinding
- Fig. 5 Oversigtsplan for markvandingsanlæg
- Fig. 6 Principdiagram for markvandingsanlæg

KAPITEL 1INDLEDNING, SAMMENFATNING OG KONKLUSION1.1 Indledning

Kolindsunds beliggenhed er vist på figur 1.

## BAGGRUND

Baggrunden for rapporten er, at der fra forskellig side er peget på muligheden af at udnytte Kolindsunds mange kilder til vandforsyningsformål og/eller markvanding. Med henblik på at belyse disse muligheder teknisk og økonomisk anmodede amtsvandvæsenet i efteråret 1981 Nielsen & Rauschenberger, rådgivende ingeniører A/S om at udarbejde en rapport, som omfattede:

## RAPPORT

- a) En vurdering af områdets hydrogeologiske forhold med henblik på udnyttelse af kilderne til vandforsyning i Grenå
- b) Skitsering af et projekt for indvinding, behandling og transport til Grenå af vand fra udvalgte kilder, samt overslag for anlægsudgifter
- c) Skitsering af et projekt for indvinding og transport af vand fra Kolindsund til et hypotetisk kollektivt markvandingssystem for et udvalgt område, samt skøn over anlægsudgifter

Resultatet af den hydrogeologiske vurdering (pkt. a) bevirkede imidlertid, at pkt. b blev opgivet, idet vandkvaliteten formentlig ikke ville blive tilfredsstillende for en drikkevandsforsyning. I stedet blev pkt. a og c udvidet.

## 1.2 Sammenfatning og konklusion

- SALTVANDSPROBLEM** Udfra det foreliggende, forholdsvis spinkle, geohydrologiske grundlag vurderes, at udnyttelse af Kolindsunds kilder til vandforsyning i Grenå (eller andre steder) sandsynligvis ikke er mulig, fordi enhver større koncentreret vandindvinding og deraf følgende grundvandssænkning formodentlig vil medføre optrængning af saltholdigt vand fra bunden af Kolindsund (se Fig. 2), hvilket efter nogen tid må forventes at gøre det indvundne vand uanvendeligt til drikkevandsformål.
- VANDRETTE DRÆN** En begrænset vandindvinding baseret på vandrette dræn, som ikke sænker grundvandsstanden væsentligt, er teoretisk mulig, men drænenes ringe dybde vil gøre et sådant system meget sårbart overfor forurening, og det er tvivlsomt, om vandkvaliteten vil blive tilfredsstillende, selvom der indføres en bred beskyttelseszone omkring indvindingsanlæggene (se Fig. 4).
- GEOLOGISK HISTORIE** Saltvandet i bunden af Kolindsund stammer formentlig fra Litorinahavet, som i flere tusinde år har dækket Kolindsund. Den ferskvandssø, som blev afdrænet i 1878-80, har kun eksisteret i nogle få hundrede år (Fig. 2). Som følge af grundvandets meget lille strømningshastighed og saltvandets tendens til at underlejre det lettere ferskvand findes der i bunden af Kolindsunddalen stadig meget store mængder saltvand fra Litorinahavet.
- STIGENDE SALTINDHOLD** Ved søens afvanding i 1870-80 blev grundvandsstanden sænket fra kote ca. +1 m til ca. -3 m. Som følge heraf er saltvandet i bunden af Kolindsund langsomt på vej op, således at kilderne og Midtkanalen må forventes at få en stigende saltindholdighed fremover. Sandsynligvis er processen

dog så langsom, at stigningen i saltholdighe  
ikke vil være målelig over en kort årræk  
Dette forudsætter dog, at processen ikke acce  
reres ved en kunstig fjernelse af den overl  
gende ferskvandspude, sådan som det delvis  
sket ved Enslev i forbindelse med en grundvan  
sækning i 1936-37.

#### MARKVANDING

En eventuel anvendelse af Kolindsunds kilder  
markvanding er undersøgt ved at skitsere  
prissætte et hypotetisk kollektivt markvandin  
system for et udvalgt område nord for Kolinds  
(se Fig. 5 og 6).

Muligheden for etablering af vandingsanlæg  
det nævnte område er til stede men kræver  
nøjere undersøgelse, da etableringsudgifterne  
forholdsvis store.

#### ØKONOMI

Udgifterne skal nøje sammenholdes med merudby  
tet, som afhænger af jordarten. Sandjorder v  
således umiddelbart give det største afkast  
dette skal igen sammenholdes med den produktio  
som danner baggrund for de dyrkede arealer  
F.eks. vil en animalsk produktion i forbindel  
med dyrkning af græs nok give det største a  
kast, samtidig med at vandingsanlægget vil bli  
mere jævnt belastet. Rent teknisk vil der væ  
gode muligheder for etablering af det skitsere  
anlæg.

Overlagsmæssige beregninger tyder på, at d  
skitserede kollektive anlæg baseret på overfl  
devand vil være noget dyrere end en række mind  
individuelle anlæg baseret på boringer.

For en ordens skyld skal understreges, at bere  
ningerne vedrørende det kollektive markvanding  
system er udført udelukkende som et studiepr  
jekt, hvis formål har været generelt at bely  
evt. økonomiske forskelle mellem store kollekt

ve anlæg baseret på overfladevand fra Kolindsu  
og små individuelle anlæg baseret på grundvan  
Det skitserede anlæg nord for Kolindsund sk  
derfor blot betragtes som et teoretisk eksempe

## KAPITEL 2

### UDNYTTELSE AF KILDERNE TIL VANDFORSYNING

#### 2.1 Kolindsunds geologiske historie

Kolindsund er en ca. 20 km lang dal med en bredde på 1-2 km. Dalens geologi er skitseret på de skematiske tværsnit på figur 2.

KALK

Den underliggende kalk er danien-kalk, aflejret i kridttiden for ca. 70-80 millioner år siden.

Selve dalen i kalken er formentlig eroderet i tertiærtiden, dvs. perioden fra for 70 millioner år siden til begyndelsen af istiden for 1-2 millioner år siden.

Dalen er under og efter istiden delvis fyldt op med aflejringer af hovedsagelig sand og dynd (ref. 1 og 5).

SAND

Sandet findes fortrinsvis i bunden af dalen. Ved dalsiderne findes dog også sandaflejringer i form af strandvolde.

DYND

Dyndaflejringerne er op til 20 m tykke og er aflejret af Litorinahavet, med undtagelse af det øverste lag på ca. 1 meters tykkelse, som er aflejret af den senere Kolindsund-sø.

Efter istidens afslutning ca. 15.000 år f.Kr. har Yoldiahavet formentlig i en kortere periode dækket Kolindsund. Derefter har området ligget over havniveau i en lang periode op til ca. 6.000 år f.Kr. (fastlandstiden). I de næste ca. 4.000 år har Litorinahavet dækket Kolindsund op til kote ca. +4,5 m. Derefter er der sket en landhævning, således at det tidligere sund med havvand omkring år 1000-1500 gradvis er blevet

til en lavvandet ferskvandssø med vandspejl i kote 1-2 m.

Omkring år 1870 afvandedes søen og området blev opdyrket.

## 2.2 Kolindsunds grundvandsforhold

Det er sandsynligt, at betydelige mængder grundvand strømmer til Kolindsund fra oplandet både mod syd og nord. Korkman (ref. 1) har beregnet grundvandsstilstrømningen til ca. 60 mm/år for hele oplandet. Muligvis er en del af tilstrømningen udsivning fra Nord- og Sydkanalen, men selvom f.eks. kun halvdelen er grundvandsstilstrømning, er der alligevel tale om store mængder grundvand, ca.  $13 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{år}$ .

### KANALINDSIVNING

En del af det tilstrømmende grundvand siver op i kanalerne, specielt Midtkanalen, medens resten fordeles mellem underjordisk afstrømning i bunden af dalen og områdets mange kilder.

### SALTVANDS-PROBLEM

Det væsentligste problem i forbindelse med en evt. indvinding af grundvand i Kolindsund er vandkvaliteten, idet der er konstateret højt kloridindhold i grundvandet visse steder i området.

For at undersøge dette problem nærmere er optegnet kloridindholdet i de af Korkman (ref. 1 og 4) indsamlede vandprøver (se Figur 3). Det bemærkes, at vandprøverne ikke alle er taget på samme tidspunkt, hvilket gør sammenligningen usikker, men Figur 3 formodes trods alt at vise hovedtrækkene i fordelingen af klorid.

Af Figur 3 ses følgende:

1. Overfladevandet fra Ryom å m.fl. har et kloridindhold på ca. 80 mg/l (middel af 3 prøver taget 9. juni 1979)



2. Nordkanalen har indtil Fannerup pumpestation samme kloridindhold som Ryom å. Sydkanalen har overalt samme kloridindhold som Ryom å.
3. Midtkanalen har et stadig stigende kloridindhold hen til Fannerup og Enslev pumpestation.
4. De fleste kilder, som ligger et stykke inde i Kolindsund, har et højt kloridindhold.
5. Grundvandet i kalken udenfor Kolindsund har et kloridindhold, som i gennemsnit svarer til indholdet i Ryom å.

På grundlag heraf konkluderes:

KONKLUSION  
VEDRØRENDE  
SALTVANDSPROBLEM

1. Grundvandet i Kolindsund er generelt salt, undtagen i de øverste få meter, hvor nedbør, regional grundvandstilstrømning og evt. indsvivende kanalvand har givet en fortynding.
2. Blandingen af fersk og salt grundvand strømmer ind i Midtkanalen på grund af, at man her har områdets laveste potential (vandspejl i kote -3 til -4 m).
3. En større vandindvinding og dermed en grundvandssænkning vil medføre optrængning af saltvand (jævnfør Enslev pumpestation, hvor en kraftig grundvandssænkning i forbindelse med anlægsarbejder i 1936-37 formentlig har fjernet en stor del af ferskvandspuden, således at den naturlige langsomme udskiftning af ferskvand med saltvand nedefra er blevet accelereret. Dette er sandsynligvis forklaringen på, at saltvandet idag ligger relativt højt ved Enslev, jævnfør ref. 5).

Forklaringen på tilstedeværelsen af salt grundvand i bunden af Kolindsund kan findes i områdets geologiske historie.

#### SALTVANDSGRÆNSE

Da Litorinahavet dækkede sundet, sivede saltvand ud i kalken, og der dannedes en ferskvands/saltvandsgrænse som vist øverst på Figur 2 (tværprofil ca. 3000 år f.Kr.).

I perioden efter Litorinahavets tilbagetrækning og op til år 1870 dannedes en ferskvandsø, og saltvandet blev gradvis udvasket sådan, at ferskvands/ saltvandsgrænsen langsomt blev forskudt nedefter (se Figur 2 nederst, tværprofil år 1870).

Overslagsmæssige beregninger af saltvandets strømningshastighed tyder på, at der i 1870 endnu ikke var nået en stationær situation, dvs. saltvandsgrænsen lå højere end svarende til ligevægtstilstanden. Da sandet i bunden af Kolindsund-dalen sandsynligvis er mere permeabel end kalken, er saltudvaskningen i sandet gået hurtigere end i kalken, således at saltvandsgrænsen i 1870 sandsynligvis har ligget højere i kalken end i sandet. Der har formentlig foregået en stadig indsivning af saltvand fra kalken ind i sandet, hvorfra det som en tung bundstrøm har bevæget sig ud mod havet gennem Kolindsund-dalen.

#### GRUNDTVANDSSÆNKNING

Ved afvandingsprojektet i 1870-80 blev grundvandet i Kolindsund sænket fra kote ca. +1 til kote ca. -3 m og er siden holdt konstant på dette niveau ved hjælp af Midtkanalen, hvis vandspejl ligger i kote ca. -4,0 m ved pumpestationerne.

Grundvandssænkningen bevirkede, at saltvandsgrænsen under Kolindsund begyndte at bevæge sig opad som vist på Figur 2, øverst. Samtidig blev

den langsomme strømning af saltvand i bunden af Kolindsund-dalen ud mod havet stoppet, fordi grundvandets potential mellem østenden af den gamle sø og Grenå blev højere end i det tidligere sø-område. Herved dannedes en hydraulisk barriere, som spærrede saltvandet inde i Kolindsund (Figur 2, nederst).

Disse forhold bevirkede, at der fra ca. 1880 langsomt akkumuleredes saltvand i de sandede aflejringer i bunden af Kolindsund.

En del af saltvandet siver nu op i Midtkanalen sammen med fersk grundvand og bevirker, at vandet i Midtkanalen og dermed den nedre del af Nordkanalen bliver mere og mere salt.

Hvorvidt der er nået en ligevægtstilstand, hvor tilgangen af saltvand til bunden af kolindsund er i balance med opsivningen til Midtkanalen, vides ikke. Formentlig er grundvandsstrømningerne så langsomme, at målinger over en kort årrække ikke kan afgøre spørgsmålet.

Det væsentlige i denne forbindelse er imidlertid, at der ikke er nogen grund til at formode, at saltvandsproblemet bliver mindre fremover, snarere tværtimod.

### 2.3 Muligheder for vandindvinding

På det foreliggende geohydrologiske grundlag vurderes, at der ikke kan indvindes større mængder grundvand inde i selve Kolindsund, uden at der opstår væsentlige kloridproblemer. Det skal dog samtidig bemærkes, at det foreliggende geohydrologiske grundlag er forholdsvis spinkelt, specielt savnes egentlige undersøgelsesboringer i Kolindsund, som kan af- eller bekræfte den ovenfor anførte hypotese vedrørende grundvandets

saltholdighed og dennes variation horisontalt og vertikalt.

#### KILDER

Teoretisk er det muligt at udnytte de eksisterende kilder i Kolindsund uden at ændre på grundvandet potentialforhold ved at begrænse vandindvindingen til den mængde, som naturligt strømmer frem. Herved kan man muligvis undgå, at kloridindholdet stiger over det nuværende niveau.

Kilderne i Kolindsund er imidlertid meget "diffuse", så selvom den samlede ydelse af kilderne er betydelig, er ydelsen af de enkelte kilder beskednen, og de fleste kilder har ikke et enkelt udspring, hvorfra vandet kunne indvindes, men vandet siver frem over et større område.

Desuden er kilderne i det flade Kolindsund meget udsat for forurening, idet dybden til det vandførende lag er beskednen. Andre steder, hvor man udnytter kilder til vandforsyning, er der i reglen tale om kilder, som springer frem midt på stejle skrænter, hvor vandet er godt beskyttet mod forurening, indtil det strømmer frem i dagen.

Kilderne kan muligvis udnyttes ved hjælp af vandrette dræn, som skitseret på Figur 4. Herved kan den lokale sænkning i grundvandsstanden begrænses til et minimum, hvilket reducerer faren for opstrømning af saltvand.

Ved at lægge drænene parallelt med Nord- eller Sydkanalen kan såvel den eventuelle udsivning fra kanalen som den dybe regionale grundvands-tilstrømning udnyttes.

#### FORURENINGSFARE

Af hensyn til drænernes ringe dybde vil et stort beskyttelsesområde være nødvendigt for at sikre vandets kvalitet. Indenfor beskyttelsesområdet

bør der ikke gødes eller sprøjtes med kemiske midler. Muligvis må den landbrugsmæssige anvendelse af arealet helt ophøre.

Selvom disse foranstaltninger gennemføres, kan der alligevel vise sig at være store problemer med vandets kvalitet, da det udnyttede grundvand ligger tæt ved jordoverfladen og derfor er meget udsat for forurening. Desuden er det usikkert om evt. forurenede udsivningsvand fra kanalen vil blive rensede tilstrækkeligt før det når hen til drænet.

#### UDNYTTELSE MED BORINGER

For at undgå såvel klorid- som forureningsproblemer kunne man udnytte grundvandet i Kolindsund ved hjælp af boringer langs kanten af Kolindsund (Fig. 4).

Fordelen ved at indvinde vandet på denne måde er:

1. Det ferske grundvand, som strømmer mod Kolindsund fra nord og syd, indvindes inden det opblandes med det salte grundvand fra bunden af Kolindsund-dalen.
2. Eventuel udsivning fra Nord- henholdsvis Sydkanalen kan dels bidrage med vand til boringerne, dels skabe en hydraulisk barriere, som kan hindre saltvandet inde i Kolindsund i at strømme ud mod boringerne.

Hvor boringerne bedst placeres afhænger især af, hvor der findes højpermeable lag tæt ved overfladen. Muligvis kunne området omkring Revn bruges, idet Sydkanalen her vides at have stor udsivning samtidig med, at de udførte geoelektriske sonderinger tyder på, at saltvandet ligger i stor dybde, ca. 100 m (ref. 5).

Desuden er afstanden til Grenå forholdsvis lille.

Med denne løsning har man imidlertid i nogen grad bevæget sig væk fra den oprindelige tanke om en mere eller mindre direkte udnyttelse af kilderne og over i en mere traditionel grundvandsindvinding.

Endvidere er der en vis risiko for, at borerne trods alt vil få kloridproblemer på grund af den ringe afstand til saltvandet i bunden af Kolindsund. Hvis indvindingen skal foretages med traditionelle dybe borer, vil det af hensyn til kloridproblemet derfor være rimeligt at placere borerne længere væk fra Kolindsund, f.eks. i området ved Homå, som der tidligere har været planer om.

På denne baggrund blev det besluttet at opgive den påtænkte skitsering af et projekt til forsyning af Grenå med vand fra Kolindsunds kilder, idet man på grundlag af de foreliggende data skønner, at det vil være meget vanskeligt at opnå en tilstrækkelig god vandkvalitet.

KAPITEL 3UDNYTTELSE AF KILDERNE TIL MARKVANDING3.1 Forudsætninger

Århus amtskommune ønsker - som et teoretisk eksempel på udnyttelse af vandressourcerne til markvanding - foretaget en skitse-mæssig teknisk/økonomisk vurdering af muligheden for markvanding af et område nord for Kolindsund.

## OMRÅDE

Amtskommunen har på et kort i målestok 1:50.000 indtegnet et område omkring Debild Hede. Området er vist på Figur 5. For dette område ønskes udført en vurdering af et markvandingssystem med oppumpning af vand fra Nordkanalen ved Enslev pumpestation.

## TILSLUTNING

Det forudsættes, at alle grundejere indenfor det viste areal tilsluttes, og at markvandingssystemet anlægges og drives af grundejerne i fællesskab.

## AFGRØDER

Det aktuelle areal er opmålt til ca. 500 ha. Det forudsættes, at der på arealet dyrkes korn, roer, græs m.v. svarende til ca. 320 ha med korn, 35 ha med roer, 125 ha med græs og andet (kartofler og lign.) sættes til 20 ha. Denne afgrødefordeling svarer til normalfordelingen i Århus-området.

## VANDMÆNGDER

Disse afgrøder forudsættes at tilføres maksimalt ca. 500.000 m<sup>3</sup> vand i et normalt år, medens der i et tørt år påregnes at skulle tilføres maksimalt ca. 1 mill. m<sup>3</sup> vand.

Det dimensionsgivende vandforbrug skønnes til 2 m<sup>3</sup>/ha/ time svarende til ca. 0,28 m<sup>3</sup>/sek (jævnfør ref. 6, side 278). Ved fastsættelsen af dis-

se vandmængder er taget hensyn til at jordbunden i det valgte område er forholdsvis sandet.

Ifølge ref. 1 er oppumpningen til Nordkanalen fra Midtkanalen ved Enslev ca. 22 millioner  $m^3$ /år, og minimumoppumpningen er ca.  $0,6 m^3$ /sek.

Opstrøms for Enslev er Nordkanalens minimumvandføring af Århus amtskommune målt til ca.  $0,5 m^3$ /sek (528,9 l/s d. 19.06.1979 ved Sivested).

Der synes således at være tilstrækkeligt vand til markvandingsprojektet.

Af økonomiske grunde er markvandingsanlægget opdelt i to hovedsystemer, hver med sin hovedpumpestation.

### 3.2 Forundersøgelser

Inden en egentlig undersøgelse kan udføres, er det nødvendigt at foretage en tilbundsående forundersøgelse af det aktuelle område.

VANDBEHOV

Forundersøgelsen vil bestå af en vandbehovsanalyse med hensyntagen til jordbunds- og vandressourceforhold samt en kontrolopmåling og nivellering af området.

FINANCIERING

På det økonomiske område bør der foretages en undersøgelse af finansieringsmulighederne, herunder evt. statstilskud som for øjeblikket kan forventes at udgøre ca. 33,3%. Ligeledes bør der foretages en vurdering af økonomien sammenholdt med værdien af merudbyttet.

### 3.3 Konstruktioner

PUMPESTATIONER

Hovedpumpestationerne påregnes udført i jernbeton. Pumpestationerne påregnes nedgravet i dæmningen ved vejen langs Nordkanalen. Stationerne placeres i en sådan kote, at der altid er positivt tryk på sugesiden af pumperne.



Terræn omkring pumpestationerne sikres med gabions (grovmaskede net fyldt med sten) el.lign.

Adgangen sker via trappe og dør.

Der udføres dræningsarrangement i pumperummet af hensyn til indsvivende vand.

Boosterpumpestationerne (trykforøgeranlæg) udføres i princippet som hovedstationerne. Adgangen til disse foreslås dog at ske via lem med lejder.

For at hindre kondens m.v. forsynes samtlige stationer med udluftningsmulighed.

#### 3.4 Pumpeinstallationer og ledningsarbejder

Princippet for installationerne fremgår af Figur 5 og 6.

Fra hovedpumpestationerne føres vandet til boosterstationerne, hvorfra det pumpes til hydranterne (en hydrant er en afgrening på rørledningen som er ført op til terræn og forsynet med ventil for tilslutning af vandingsmaskine).

Hydranterne, som placeres pr. ca. 80 m, tjener som tilkoblingssted for vandingsmaskinen.

Det påregnes, at driftretningen på vandingsmaskinerne er vinkelret på sideledningerne, hvorved hele arealet kan dækkes med vand.

#### PUMPER

Af hensyn til reparation, driftsudgifter m.v. tænkes hovedpumpestationerne forsynet med 4 ens pumper, som tilsammen kan yde den nødvendige max. vandmængde.

Boosterpumpestationerne forsynes med 2 ens pumper som tilsammen kan yde den max. nødvendige vandmængde indenfor det aktuelle område.

#### LEDNINGER

Ledninger er overalt tænkt nedgravet til frostfri dybde svarende til en jorddækning på ca. 1,2

m. Ledningerne tænkes udført af PVC trykklasse 10.

#### HYDRANTER

Hydranterne er ligesom ledningerne nedgravet og er tænkt placeret i betonbrønde.

Der anbringes aftapningshaner på ledningernes dybdepunkter, således at rørene kan tømmes fuldstændig for vand.

På passende steder monteres udluftningsventiler.

Ved vejunderføringer m.v. lægges ledningerne i beskyttelsesrør ligesom ledningerne må forankres ved retningsændringer og lign.

#### VANDMÅLERE

Til registrering af vandmængderne indbygges vandmålerarrangementer på afgangsledningen i hoved- og boosterpumpestationerne.

### 3.5 El-installationer

Højspændings- og signalkabler påregnes nedlagt i samme grav som vandledninger. Til markering af kablerne lægges gule markeringsbånd.

Der påregnes opsat belysning og stik for kraft ved samtlige pumpestationer.

#### STYRING

Start og stop af pumper sker normalt fra hydranterne, således at boosterpumpen(erne) automatisk starter hovedpumperne.

### 3.6 Økonomi

De skitserede priser er kun overslagspriser og er beregnet udfra et kvalificeret skøn, da forholdene på stedet ikke kendes tilstrækkeligt og da projektet har en meget skitse-mæssig karakter. Der er således ikke i overslaget regnet med tilslutningsafgift til eksisterende højspændingsanlæg samt projekteringsudgifter.

## ANLÆGSUDGIFTER

1. Hovedpumpestation		
1 stk. á 350.000		350.000 kr.
2. Ø 315 PVC tn10		
2,700 m á 440,00		1.190.000 -
3. Ø 250 PVC tn10		
1,000 m á 310,00		310.000 -
4. Ø 160 PVC tn 10		
1,500 m á 160,00		240.000 -
5. Ø 110 PVC tn10		
3,100 m á 100,00		310.000 -
6. Hydranter		
55 stk. á 1.500,00		82.500 -
7. Hovedafspærringsventiler		
5 stk. á 5.000,00		25.000 -
8. Boosterpumpestationer		
5 stk. á 100.000		500.000 -
9. El-arbejde		<u>1.200.000 -</u>
Pr. system		4.207.500 kr.
		<u>4.207.500 -</u>
		8.415.000 kr.

Overslag ialt 8.500.000 kr. svarende til  
ca. 17.000 kr. pr. ha.

Hvis der kan opnås 33 1/3% tilskud jvf. grundforbedringsloven, vil udgiften være ca. 6.200.000 kr. eller ca. 12.400 kr. pr. ha.

Til sammenligning kan det nævnes, at et individuelt vandingsanlæg med en kapacitet på 200 m<sup>3</sup>/h svarende til et areal på ca. 120 ha skønnes at koste ca. 1,1 mill. kr. svarende til ca. 9.200 kr. pr. ha efter at statstilskudet er fratrukket.

Vandet påregnes taget fra boreriger og der påregnes udført ca. 5.000 m ledning.

## DRIFTSUDGIFTER

For det kollektive anlæg skønnes følgende årlige driftsomkostninger, idet anlægsudgiften forudsættes finansieret med et 15-årigt lån til 17% rente:

Energiudgifter		
320.000 kWh á 0,50 kr.		160.000 kr.
Renter og afdrag		1.160.000 -
Vedligeholdelsesomkostninger (3% af investering)		<u>250.000 -</u>
	Ialt ca.	<u>1.570.000 kr.</u>

svarende til 3.140 kr. pr. ha. Hertil skal lægges arbejdsomkostninger.

For det individuelle anlæg skønnes de årlige driftsudgifter til:

Energiudgifter		32.000 kr.
Renter og afdrag		205.000 -
Vedligeholdelsesomkostninger (3% af investering)		<u>45.000 -</u>
	Ialt ca.	<u>282.000 kr.</u>

svarende til ca. 2.350 kr. pr. ha. Hertil skal ligeledes lægges arbejdsomkostninger.

## SAMMENLIGNING

I det her undersøgte tilfælde ser det således ud til, at individuelle markvandingsanlæg baseret på boringer er noget billigere end et kollektivt anlæg, der forsynes fra en overfladevandsresourc.

Overlagsmæssige beregninger har vist, at denne konklusion stadig vil gælde selvom den dimensiongivende vandmængde sættes ned fra 2 til f.eks.  $1 \text{ m}^3/\text{h}/\text{ha}$ , som en del af de eksisterende markvandingsanlæg i Århus amtskommune er dimensioneret efter.



APPENDIXAFSLUTTENDE BEMÆRKNINGER

GRUNDVANDSSÆNKNING	Afvandingen af Kolindsund sø i 1870-80 og den efterfølgende grundvandssænkning har medført et betydeligt indgreb i områdets geohydrologiske forhold. Således er grundvandsstanden sænket 4-5 m over et område af størrelsesorden 26 km <sup>2</sup> .
SALTVANDSPROBLEM	Dette har, som skitseret i kapitel 2, formentlig bevirket en opsivning af dybtliggende salt grundvand, som i væsentlig grad har forringet mulighederne for at udnytte det ferske grundvand.
SÆTNINGER	Grundvandssænkningen har desuden bevirket en afdræning af de øverste dyndlag, hvorefter der er sket en iltning af disse lag med efterfølgende sætninger. Muligvis er der også sket sætninger i de vandmættede dyndlag som følge af reduktionen i porevandstrykket.
SUPPLERENDE DRÆNING	De langsomt fremadskridende sætninger vil efterhånden gøre det nødvendigt at sænke grundvandet yderligere, hvis områderne fortsat skal dyrkes.
	Sænkningen i grundvandsstanden kan opnås gennem uddybning af Midtkanalen og dennes tilløb. Formentlig vil det samtidig være nødvendigt at ombygge pumpestationerne ved Fannerup og Enslev og installere større pumper for at kunne klare den forøgede vandmængde og løftehøjde. Muligvis vil der også opstå problemer med at få de forøgede vandmængder bortledt, idet der er meget lidt fald til rådighed gennem Grenå.
DRÆNINGENS FØLGEVIRKNINGER	Udover en forøgelse i de vandmængder, der skal pumpes bort, vil grundvandssænkningen sandsynligvis accelerere opsivningen af saltvand, hvorved kilder og kanaler vil blive mere saltholdige

end nu. Dette kan medføre en række problemer af miljømæssig karakter for plantevækst, dyreliv m.v. i kanalerne og i Grenåen.

Desuden kan det tænkes, at der i Kolindsund vil ske en ophobning af salte i planternes rodzone, som vil nedsætte jordens frugtbarhed.

RENTABILITETS-  
ANALYSE

Disse og eventuelle andre ulemper samt anlægs- og driftsomkostningerne ved det supplerende dræningsprojekt bør afvejes mod de samfundsmæssige fordele ved en forbedring af dyrkningsforholdene i Kolindsund, før der træffes beslutning om, hvorvidt projektet gennemføres.

For at fremskaffe det nødvendige grundlag for afvejningen vil det være nødvendigt at udføre en detaljeret geohydrologisk undersøgelse omfattende bl.a. boringer, prøvepumpninger og modelberegninger samt en teknisk/økonomisk analyse af dræningsprojektet.

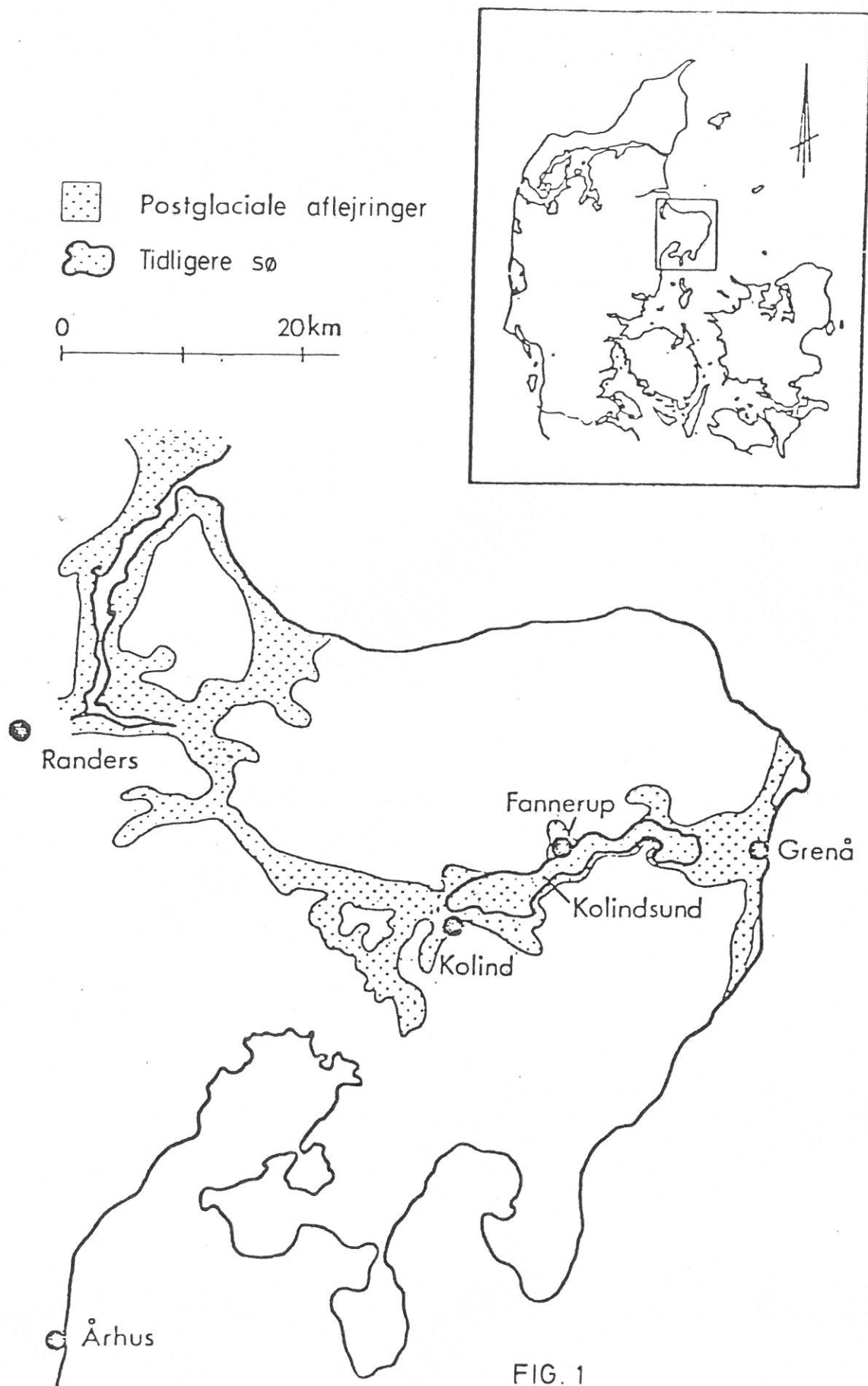


FIG. 1

KOLINDSUNDS BELIGGENHED  
 UDNYTTELSE AF KOLINDSUNDS KILDER  
 JUNI 1982



# SKEMATISKE TVÆRSNIT I KOLINDSUND

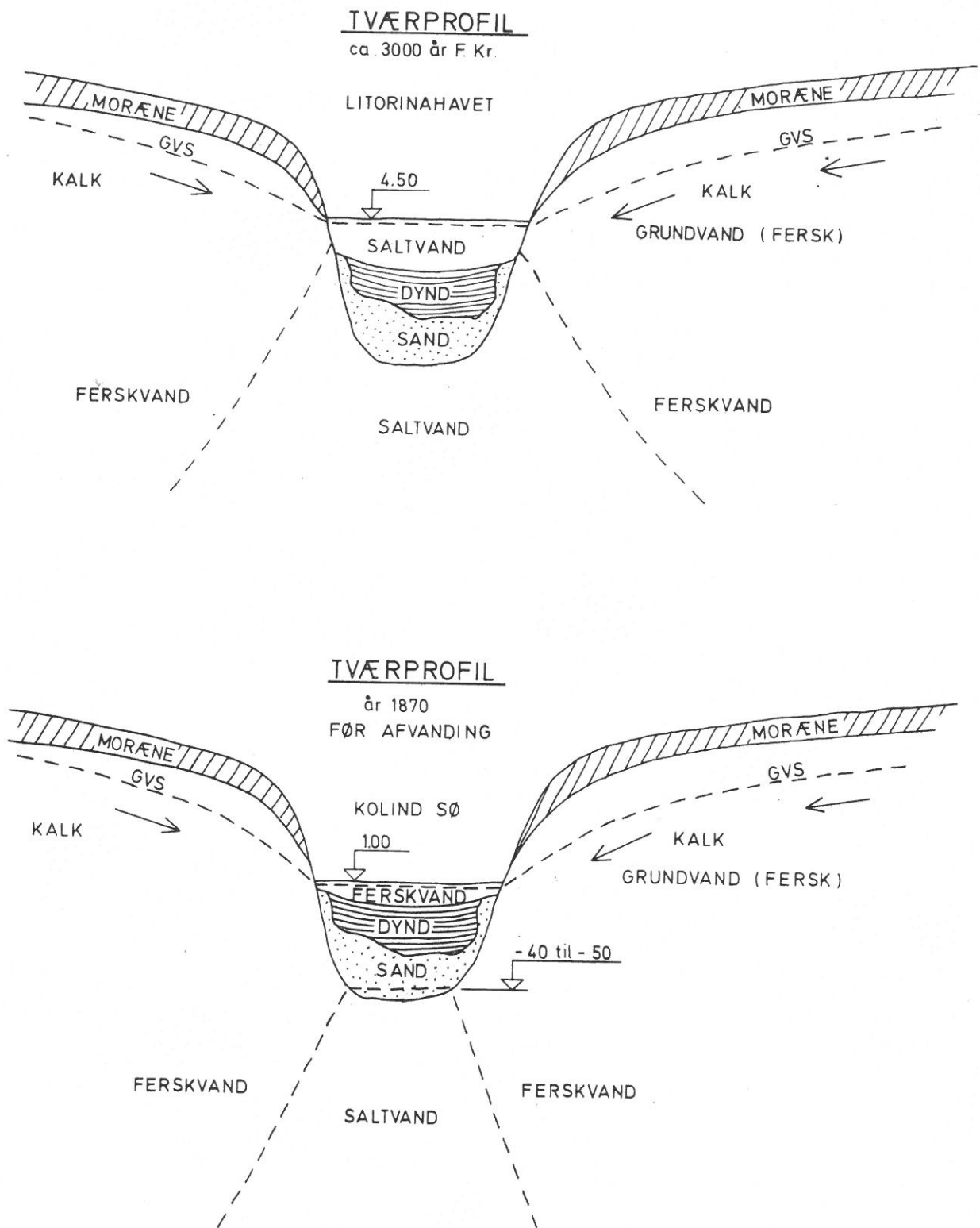


FIG. 2a

SKEMATISKE GEOLOGISKE PROFILER  
UDNYTTELSE AF KOLINDSUNDS KILDER  
JUNI 1982



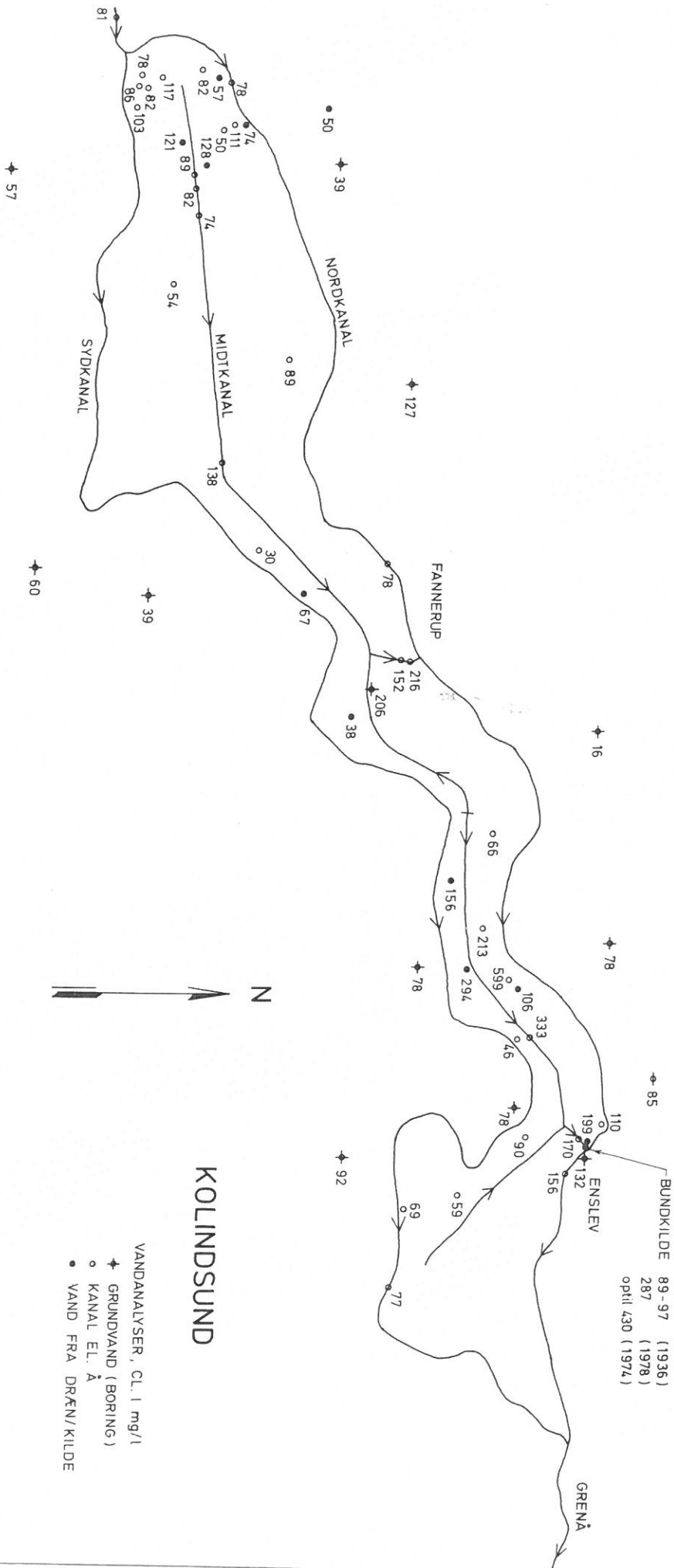
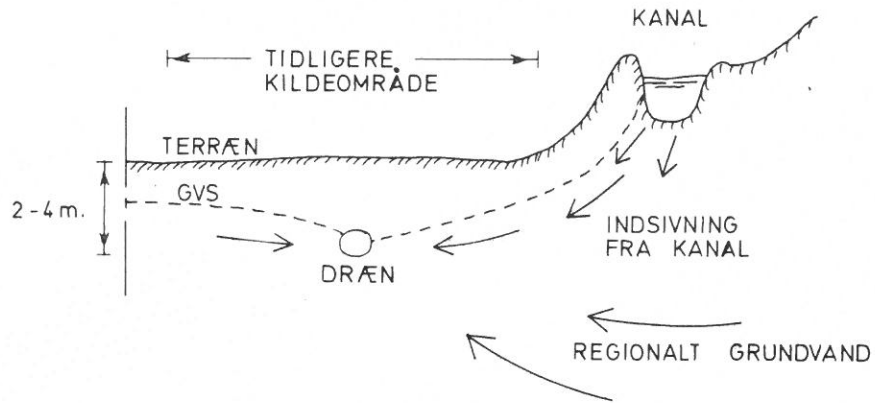
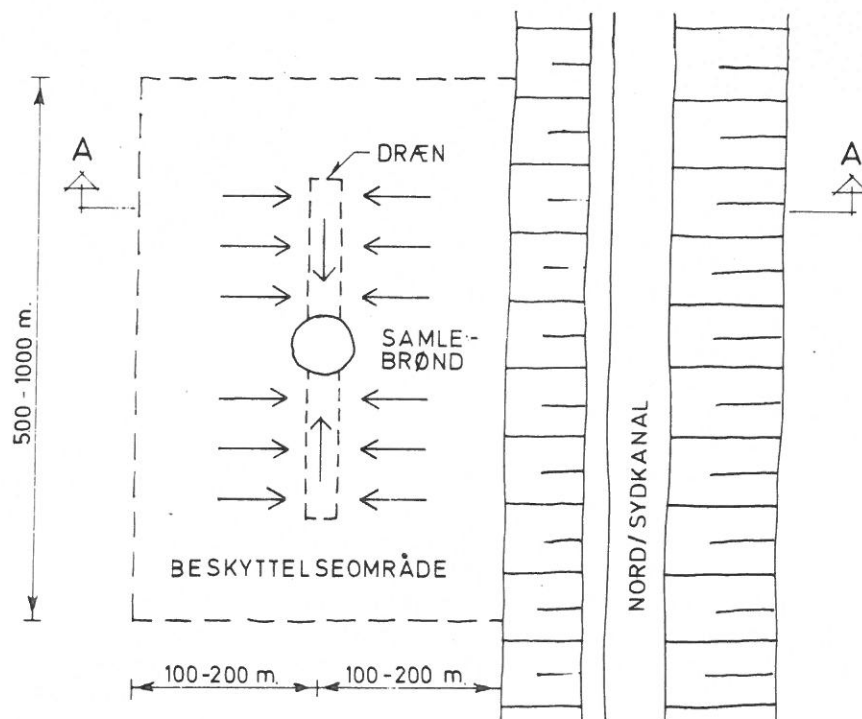


FIG. 3  
 KLORIDMÅLINGER  
 UDNYTTELSE AF KOLINDSUNDS KILDER  
 JUNI 1982

# PRINCIPSKITSE FOR VANDINDVINDING VED HJÆLP AF DRÆN



SNIT A-A



PLAN

FIG. 4a

PRINCIPSKITSER FOR VANDINDVINDING  
UDNYTTELSE AF KOLINDSUNDS KILDER  
JUNI 1982

# PRINCIPSKITSE FOR VANDINDVINDING VED HJÆLP AF BORINGER

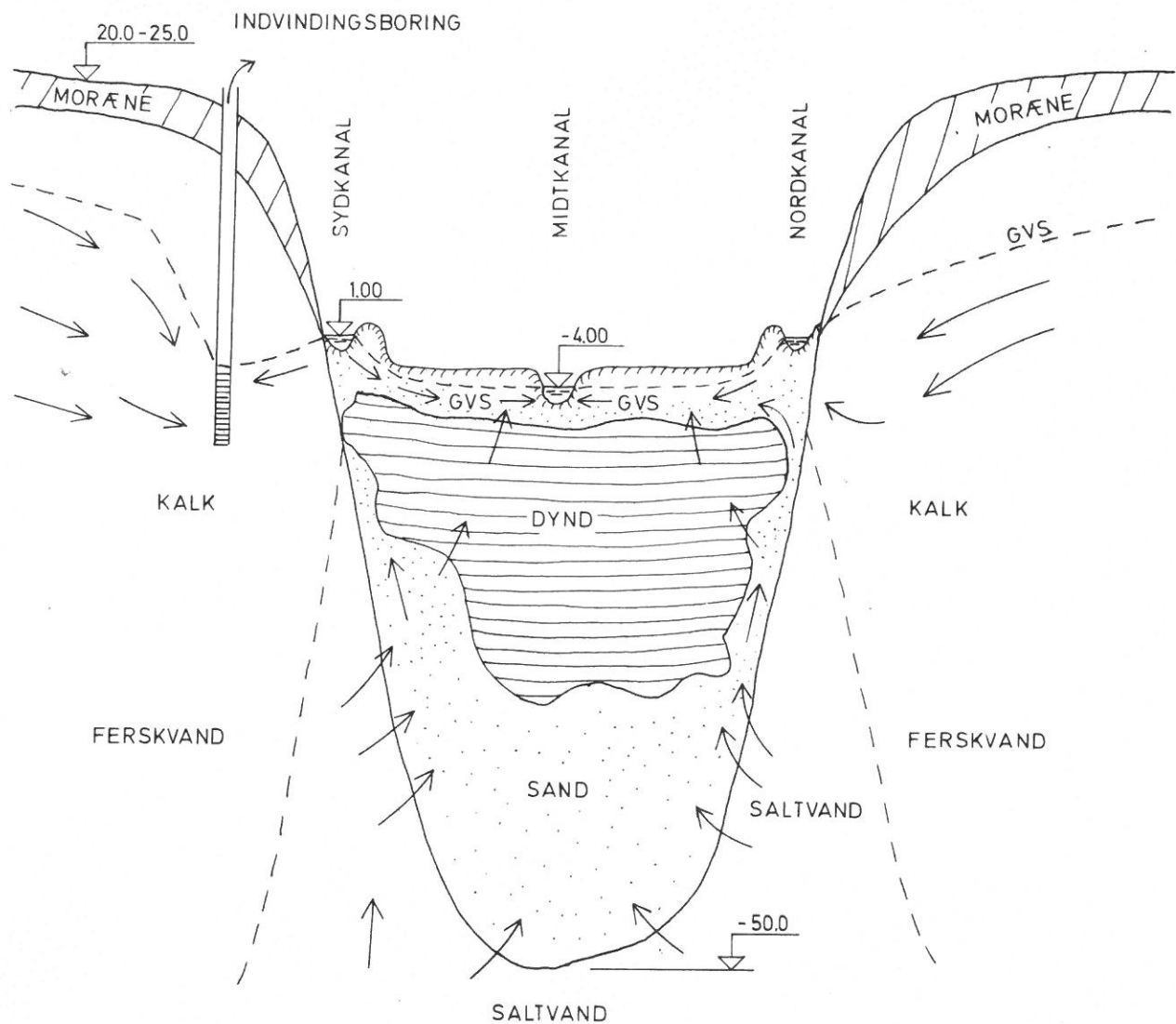
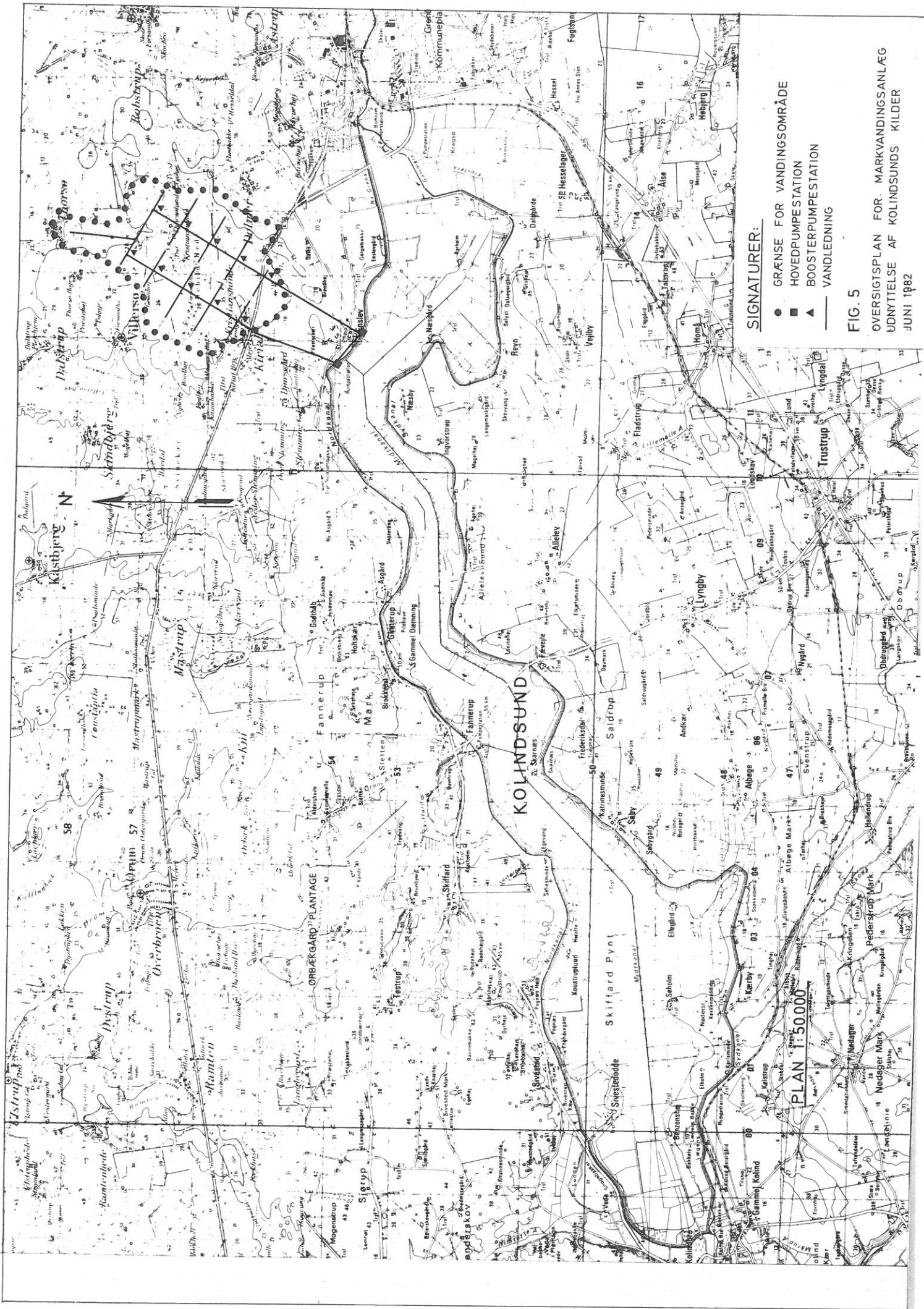


FIG. 4b

PRINCIPSKITSER FOR VANDINDVINDING  
UDNYTTELSE AF KOLINDSUNDS KILDER  
JUNI 1982



**SIGNATURER:**

- GRÅNSE FOR VANDINGSOMRÅDE
- HOVEDPUMPESTATION
- ▲ BOOSTERPUMPESTATION
- VANDLEDNING

**FIG. 5**  
 OVERSIGTSPLAN FOR MARKVANDINGSANLÆG  
 UDNYTTELSE AF KØLINDSUNDS KILDER  
 JUNI 1982

