



Statens  
forurensningstilsyn

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

**aquateam**

norsk vannteknologisk senter as

# BANGKOK`S forurensningsproblemer

Situasjonsanalyse med forslag til  
tiltak fra norsk side



# NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

<b>Hovedkontor</b> Postboks 69, Korsvoll 0808 Oslo 8 Telefon (02) 23 52 80 Telefax (02) 39 41 89	<b>Sørlandsavdelingen</b> Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (041) 43 033 Telefax (041) 43 033	<b>Østlandsavdelingen</b> Rute 866 2312 Ottestad Telefon (065) 76 752 Telefax (065) 78 402	<b>Vestlandsavdelingen</b> Breiviken 5 5035 Bergen-Sandviken Telefon (05) 95 17 00 Telefax (05) 25 78 90
--	---	--	--

Prosjektnr.: 89261
Undernummer:
Løpenummer: 2356
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: BANGKOK'S FORURENSNINGSPROBLEMER Situasjonsanalyse med forslag til tiltak fra norsk side	Dato: 12.2.1990
	Prosjektnummer: 89261
Forfatter (e): Jens Erik Pettersen, Statens forurensningstilsyn Arild Eikum, Aquateam A/S Svein Stene-Johansen, Norsk institutt for vannforsk- ning.	Faggruppe:
	Geografisk område: Thailand
	Antall sider (inkl. bilag): 58

Oppdragsgiver: Miljøverndepartementet/Statens forurensningstilsyn	Oppdragsg. ref. (evt. NTFN-nr.):
--	----------------------------------


Ekstrakt:  
Rapporten beskriver forurensningssituasjonen i Bangkoks kanaler og i elven Chao Phraya. Rapporten belyser også lovverket og håndhevingen av dette. Tekniske løsninger med modifisering av kanalene med ombygging til rensanlegg vurderes, likeså andre tiltak for å bekjempe forurensning-er.

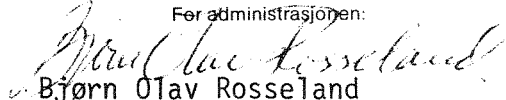
4 emneord, norske:

1. Renseteknikk
2. Hydraulikk
3. Overvåkning
4. Lovverket

4 emneord, engelske:

1. Treatment processes
2. Hydraulic
3. Monitoring
4. Legal aspects

  
Prosjektleder:  
Svein Stene-Johansen

Før administrasjonen:  
  
Bjørn Olav Rossetland

ISBN 82-577 -1652-9



Statens  
forurensningstilsyn

Norsk institutt for vannforskning

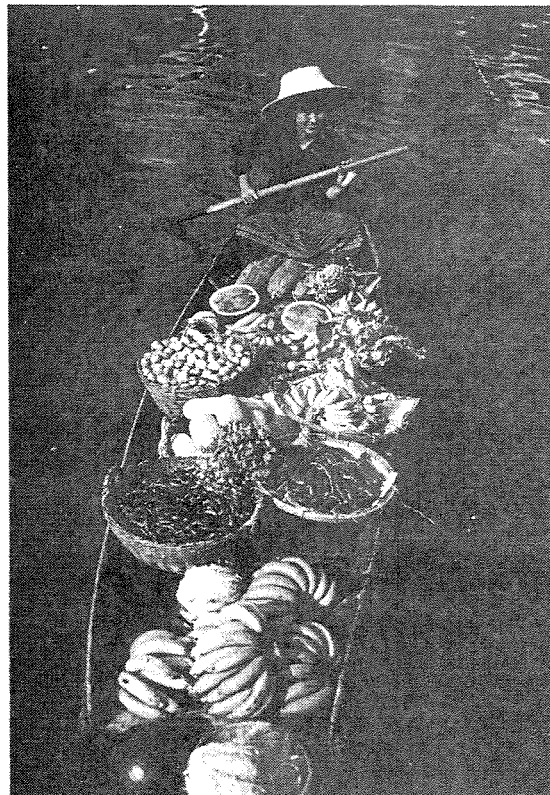


NIVA

**aquateam**  
norsk vannteknologisk senter as

# BANGKOK`S forurensningsproblemer

Situasjonsanalyse med forslag til  
tiltak fra norsk side



## FORORD

Miljøverndepartementet nedsatte i januar 1990 en ekspertgruppe som fikk som mandat å foreta en forundersøkelse av forurensningssituasjonen i Bangkok. Dette inngår som et ledd i et miljøteknologisk samarbeid Norge - Thailand.

Gruppen var i Thailand i tidsrommet 14.1. - 24.1. 1990. Den 25.1. arrangerte NTNF et møte hvor den miljøteknologiske industri i Norge ble informert om ekspertgruppens arbeid.

I Bangkok var representanter fra the Office of the Environmental Board vertskap. De la opp program og skaffet informasjon til veie. Den norske ambassade i Bangkok bidro sterkt til at besøket ble vellykket og kunne gjennomføres på kort varsel.

Oslo 12.februar 1990

Jens Erik Pettersen	Arild Eikum	Svein Stene-Johansen
Statens forurensningstilsyn	Aquateam A/S	Norsk institutt for vannforskning

## INNHALDSFORTEGNELSE

Forord

Sammendrag

### 1. Innledning

- 1.1 Forstudiens målsetting
- 1.2 Forstudiens organisering
- 1.3 Arbeidsgruppens mandat

### 2. Beskrivelse av dagens situasjon

- 2.1 Beskrivelse av området
- 2.2 Kloakkeringsystemer
- 2.3 Vannforsyning
- 2.4 Chao Phraya elven
  - 2.4.1 Generell beskrivelse
  - 2.4.2 Forurensningssituasjonen
- 2.5 Bangkoks kanaler
  - 2.5.1 Generell beskrivelse
  - 2.5.2 Forurensningssituasjonen
  - 2.5.3 Vanngjennomstrømning
- 2.6 Brukerkonflikter

### 3. LOVERK OG ADMINISTRASJON

- 3.1 Organisatoriske forhold
- 3.2 Oversikt over eksisterende utslippskrav og øvrige reguleringer
- 3.3 Finansering
- 3.4 Faglige ressurser og institusjoner
- 3.5 Hva Norge kan bidra med mht. lovverk og administrasjon

#### 4. Forslag til løsninger

- 4.1 Konvensjonelle løsninger med avløpssystemer og renseanlegg
- 4.2 " On site " rensing
- 4.3 Generell opprensning
- 4.4 Optimalisert vannutskiftning
- 4.5 "In situ" rensing av kanalene/alternative metoder

#### 5. Forslag til miljøteknologisk samarbeid Thailand - Norge

- 5.1 Generelt
- 5.2 Samarbeidets innhold
- 5.3 Miljøteknologisk seminar i Bangkok i februar 1990
- 5.4 Miljøteknologisk seminar i Norge med representanter fra Thailand

#### 6. Forslag til organisering av miljøteknologisamarbeidet fra norsk side

- 6.1 Utfordringen

#### BILAG

- 1. Program for delegasjonens opphold i Bangkok
- 2. Liste over personer delegasjonen møtte under sitt opphold i Bangkok.
- 3. Oppsummering av tidligere utredninger om forurensningsproblemene i Bangkok-området.
- 4. Forslag til program for seminaret i Bngkok i februar 1990.

## SAMMENDRAG

En ekspertgruppe oppnevnt av Miljøverndepartementet foretok i januar 1990 en studietur til Bangkok for å bli kjent med forurensningssituasjonen med tanke på å finne løsninger som norsk miljøteknologisk næringsliv og industri kunne bidra med.

Forurensningen i Bangkoks ca. 40 kanaler er meget kritisk. Vannet i de fleste kanalene er septisk og lukter. For de som bor ved eller ferdes på kanalene kan vannet være direkte helsefarlig. Gjennom sluser og pumpestasjoner står kanalene i direkte kontakt med elven Chao Phraya som munner ut i Gulfen. En tidevannsstrøm når ca. 160 km oppover elven. Chao Phraya er bl.a. drikkevannskilde for Bangkok.

Kanalene i Bangkok spiller en viktig rolle som mottaker av overvann i regntiden. Ved hjelp av pumper tilføres elven store mengder kanalvann. Slusene er da stengt. I tørkeperioden tilføres kanalene ellevann ved høyvann ved at slusene for de øvrige kanaler åpnes. På lavvann lukkes disse mens de nedre sluser åpnes. På denne måte får man en viss utspyling. Kanalene tjener som en flomsikring.

Forurensningssituasjonen i elven er meget kritisk og deler av elven er fri for oksygen. Den oksygenfrie sone brer seg stadig oppover og truer vanninntaket. Foruten forurensninger fra selve Bangkok mottar Chao Phraya også forurensningstilførsler fra industriområder sør for Bangkok.

Avløpssystemet i Bangkok er noe spesielt. Overvann samt "gråvann" fra bad, vasker, etc. føres i overvannssystemet frem til nærmeste kanal. Toalettavfall skal føres til septiktanker eller slamavskillere. Tømmingen av disse er ikke velorganisert og mye tyder

på at slammet dumpes i kanalene. Industribedrifter, hoteller, boligkomplekser, etc. skal ha sine egne renseanlegg før avløpsvannet føres ut i kanalene. Flere av disse anleggene er ikke i drift eller virker lite tilfredsstillende.

Uhensiktsmessige ansvarsforhold mellom myndigheter vanskeliggjør gjennomføringen av forurensningsbegrensende tiltak, både miljøvernorganisasjonene og lovverket bør effektiviseres. Driftsassistanse ved renseanlegg og opplæring av driftsoperatører er nødvendig.

En bedre vannutskiftning i kanalene er mulig ved å optimalisere reguleringsystemene.

Det foreligger en rekke utredninger og planer for kloakkering av Bangkok. Kostnadene er imidlertid meget høye. Thailandske myndigheter er derfor interessert i at kanalene kan modifiseres og bygges om til renseanlegg. Ekspertgruppen er av den oppfatning at dette kan være mulig, men anser det som nødvendig at omfattende pilotforsøk må gjennomføres. En rekke forhold som vil være av be-

tydning for et vellykket resultat må undersøkes før man kan prosjektere pilotanlegg.

Norsk miljøteknologi har i Bangkoks forurensningsproblemer kjempemessige utfordringer forutsatt at finanseringsordninger legges til rette for norsk medvirkning. Å vurdere disse forhold har ligget utenfor ekspertgruppens mandat.

Den politiske vilje til å bedre forurensningssituasjonen synes å være til stede.



## 1. INNLEDNING

### 1.1 Prosjektets målsetting

Norske myndigheter har inngått et teknologisamarbeid med thailandske myndigheter som omfatter offshore, shipping, og miljøteknologi. Teknologisamarbeidet koordineres fra norsk side av Norges teknisk- naturvitenskaplige forskningsråd ved en arbeidsgruppe hvor professor Inge Johansen er formann.

Miljøteknologi er utpekt som en sterkt prioritert samarbeidssektor. Dette henger bl.a. sammen med Gro Harlems Brundtlands internasjonale engasjement for et miljø basert på bærekraftig utvikling.

Thailandske myndigheter ønsker hjelp til å rense Bangkoks kanaler som er meget sterkt forurenset av avløpsvann og avfall fra husholdning, industri og jordbruk.

For å imøtekomme dette ønske fant man det nødvendig med en forstudie av mulighetene for å bedre vannkvaliteten i kanalene med skisse til mulige tiltak.

Forstudien skulle ha som hovedmål å identifisere årsakene til forurensningsproblemene og å diskutere et opplegg for hvordan disse kan løses.

Da thaiene sterkt prioriterte rensing i selve kanalene var det vanskelig å få fremskaffet informasjon om andre forhold som vil ha stor betydning for helhetsløsninger.

## 1.2 Prosjektets organisering

Det ble dannet en ekspertgruppe med følgende representanter:

- Jens Erik Pettersen, Statens forurensningstilsyn
- Arild Eikum, Aquateam A/S
- Svein Stene-Johansen, Norsk institutt for vannforskning

Ansvarlig for gjennomføringen av forstudien ble gitt SFT. Midler ble stilt til disposisjon av Miljøverndepartementet.

Ekspertgruppen reiste til Bangkok 14.1.90. A. Eikum returnerte til Oslo 22.1. mens de øvrige returnerte den 24.1.90. Neste dag arrangerte NTNf et orienteringsmøte for norsk næringsliv hvor gruppen fremla sine synspunkter på Bangkoks forurensningsproblemer samt mulighetene for et miljøteknologisk samarbeid.

## 1.3 Ekspertgruppens mandat

Med grunnlag i utførte utredninger, samtaler med nøkkelpersoner og befaringer, skulle ekspertgruppen gjennomføre en forstudie av hvilke tiltak som bør gjennomføres for å bedre forurensningssituasjonen i Bangkoks kanaler.

Studien skulle omfatte en analyse av behov og muligheter for å redusere tilførsel av forurensninger ved kilden og ved rensing av utslipp. Vurderingene skulle være av både teknisk og organisatorisk art.

Ekspertgruppen skulle enten selv eller via en kontaktperson i Norge presentere foreløpige konklusjoner fra forstudien på et møte i NTNf den 25.1.90. Hensikten med dette møtet var å gi norsk næringsliv grunnlag for å vurdere om norsk teknologi og "know how" kunne bidra til å løse problemene.

Ekspertgruppen skulle videre foreslå et program for et seminar i Bangkok hvor norske interesser skulle kunne møte representanter for thailandske myndigheter, næringsliv og relevante institusjoner.

Ekspertgruppens ansvar opphører etter avsluttet seminar i Thailand som skal finne sted i slutten av februar.

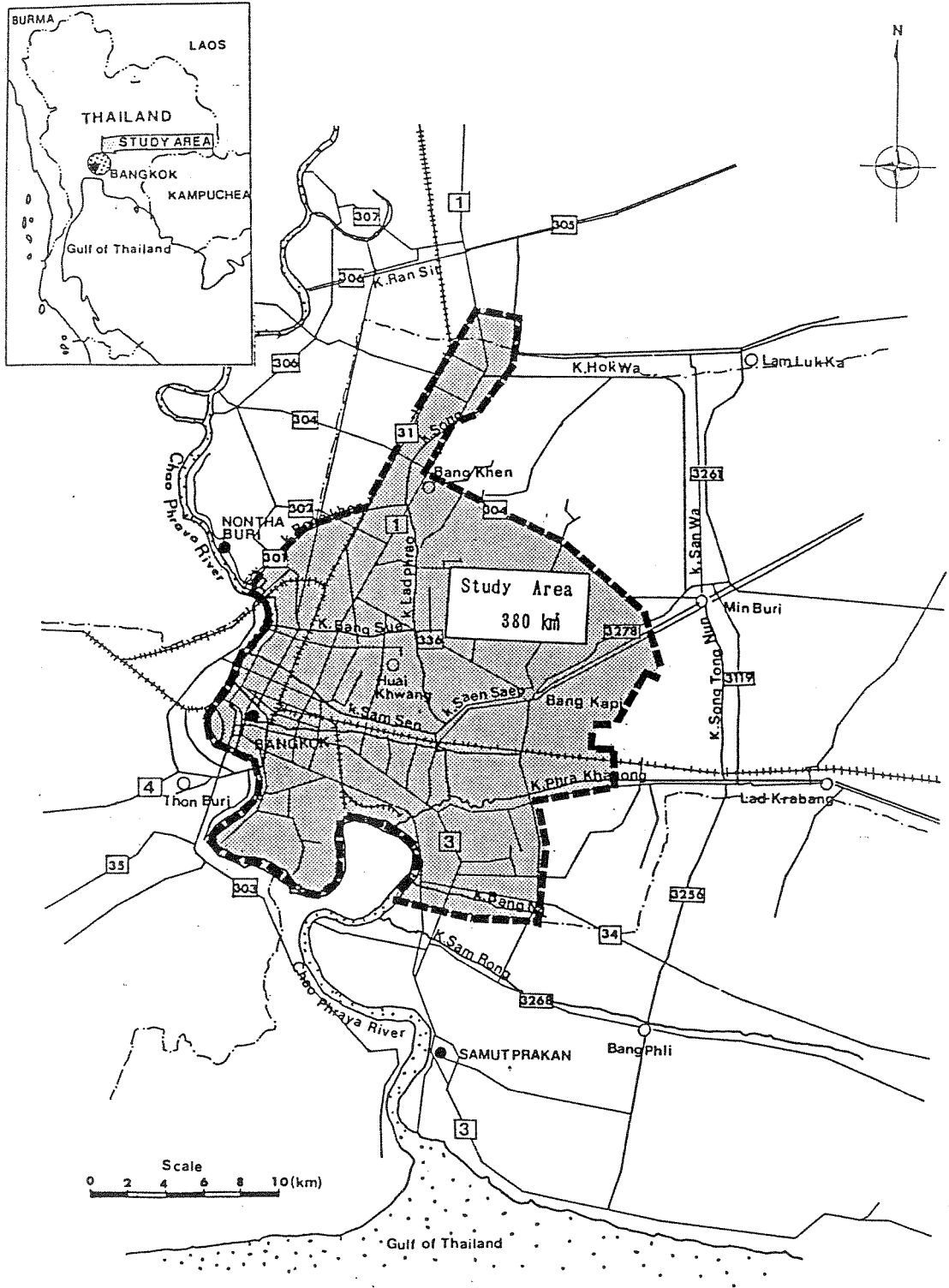
## 2. BESKRIVELSE AV DAGENS SITUASJON

### 2.1 Beskrivelse av området

Området hvor man ønsker norsk miljøteknologisk bistand utgjør Bangkok Metropolitan Region som omfatter Bangkoks sentrum samt fem forsteder. Se fig. 2.1. I areal utgjør området ca. 380 km<sup>2</sup> som har et befolkningstall på ca. 10 mill. Det offisielle tallet er på vel 6 mill.

Området ligger i den såkalte sentrale thailandske dal og er en del av deltaområdet for elva Chao Phraya. Terrenget er flatt og består av alluvial jord karrakteristisk for deltaet. De høyeste områdene ligger ca. 2 m o.h. mens den største del av Bangkok ligger ca. 0.8 m o.h. Deler av Bangkok synker med 0.1 m pr. år.

Thailand har tre klimasesonger, den kalde årstid som inkluderer månedene november, desember og januar, den varme årstid som omfatter februar, mars, april og mai og den våte årstid som utgjør juni, juli, august, september og oktober.



**FIG. 2.1**  
**BANGKOK METROPOLITAN AREA MED KANALER**

Midlere årlige temperatur utgjør ca. 28 C, mens den midlere månedlige verdi varierer i området 25,5 C til 29,6 C.

De midlere årlige nedbør ligger i størrelsesorden i underkant av 1 500 mm. Ca 70% av nedbøren faller i perioden may - oktober. De kraftigste regnskylt inntreffer i september - oktober da monsunen kommer inn over landet.

De klimatiske forhold fremgår av fig. 2.2.

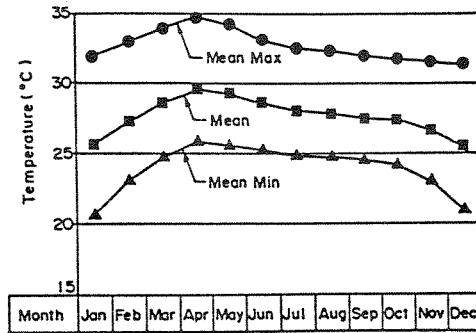
## 2.2 Kloakkeringsystemer og tilførsler

Overvannssystemet i Bangkok er basert på et nettverk av kanaler, kalt klongs, som fører vannet ut i Chao Phraya elven. Overvannssystemet var opprinnelig åpne u-formede kanaler som ble lukket etterhvert som områdene ble utbygd. De er idag kulverter som fører både overvann og avløpsvann fra husholdning og industri i Bangkoks sentrale bydeler samt i boligområder.

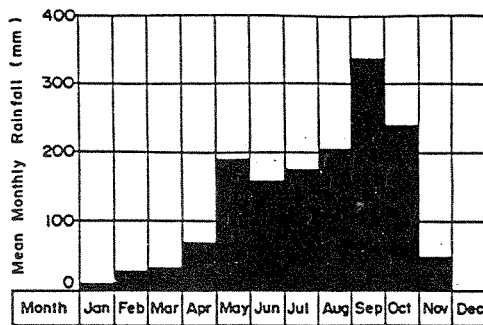
Avløpsvann fra bad, kjøkken, etc. føres i separate ledninger frem til overvannssystemet. Avløp fra toaletter skal føres til septiktanker/"cesspools" med drenering til grunnen eller til overvannssysteme og kanalene. Slammet fra septiktankene skal dumpes i laguner eller i dertil egnede behandlingsanlegg. Det ble fra flere hold hevdet at slammet svært ofte ble dumpet i kanalene. En cesspool er en slamavskiller eller synkekum og billigere enn septiktanker. Ca. 70% av Bangkoks befolkning er tilknyttet cesspools, de resterende septiktanker. Unntatt er de som er direkte tilknyttet avløpsrenseanlegg.

I mange tilfeller er septiktanker og cesspools illegalt tilsluttet overvannssystemet eller kanalene.

Climate Condition



Temperature



Monthly Rainfall

**FIG. 2.2**  
**KLIMATISKE FORHOLD I BANGKOK**

Industri, næringsvirksomheter, institusjoner og boligkomplekser skal ha egne renseanlegg som de selv har driftsansvaret for. Dette er en forutsetning for å få byggetillatelse. Det er imidlertid intet effektivt kontrollapparat som sjekker renseanleggene. Ansvarsforholdene er også uklare. Tømming av septiktanker kan skje tilfeldig da piratfirmaer opererer på markedet.

Da flere av kanalene benyttes til irrigasjon vil en betydelig del av forurensningstilførslene kunne komme fra jordbruket.

### 2.3 Vannforsyning

Bangkoks overflatevannforsyning er basert på elven Chao Phraya med inntak ved Sam Lea ca. 35 km nord for Bangkok. Hefra pumpes råvannet til Thonburi Purification Plant og graviteres gjennom kanal til Sam Sen Purification Plant i selve Bangkok.

Det er bare de sentrale deler av Bangkok som forsynes med overflatevann som suppleres med grunnvann. De periferte områder forsynes med grunnvann fra et stort antall offentlige og private grunnvannsbrønner.

Det har gjennom flere år foregått en overpumping som har resultert i en senkning av grunnvannsspeilet som igjen har ført til en senkning av terrenget. Grunnvannet er dessuten blitt mer salt- og jernholdig.

## 2.4 Chao Phraya elven

### 2.4.1 Generell beskrivelse

Chao Phraya elven renner gjennom Thailand fra nord til sør og har et nedslagsfelt på ca. 177 000 km<sup>2</sup>. Det lavere området utgjør Bangkok. Tidevannet fra Gulfen strekker seg 160 km oppstrøms av munningen.

De viktigste brukerinteressene er vannkraft, irrigasjon, vannforsyning, navigasjon, fiske og resipient for avløpsvann.

Minimumsvannføringen ved Bangkok er mindre enn 50 m<sup>3</sup>/s i perioden april - juni, mens vannføringen i månedene august - desember overstiger 1 000 m<sup>3</sup>/s med en maksimumsvannføring på vel 4 000 m<sup>3</sup>/s

Tidevariasjonene i Gulfen er dels daglige, dels halvdaglige. Fra november til januar varierer tidevannet fra 3,5 m til 1,5 m, fra februar til april innenfor området 2,5 m til 1,8 m.

Ved Bangkok har elva en maksimal bredde på ca. 180 m og et dyp på 20 m eller mer. 10 km oppstrøms munningen er bredden på ca. 500 m og ved munningen ca. 1 000 m.

### 2.4.2 Forurensningssituasjonen

Office of the National Environmental Board (ONEB) overvåker vannkvaliteten i elva ved en rekke stasjoner. Parametrene som måles er temperatur, oksygen, BOF, klorid og nitrat.



Temperaturen varierer i området  $28^0$  til  $34^0$  C med de høyeste temperaturene i april og de laveste i februar.

Oksygeninnholdet varierer oppetter elva avhengig av elvas vannføring. På grunn av den sterke forurensingsbelastningen fra Bangkok kan visse elvestrekninger i perioder ha oksygensvikt. Dette oksygenfrie området brer seg stadig oppover elva, og ONEB ga uttrykk for bekymring for råvanninntaket til Bangkoks vannforsyning.

BOF - belastningen er tilsvarende høy.

Saliniteten ved munningen utgjør ca. 50% av innholdet i sjøvannet utenfor, ved Bangkok ca. 30 km oppstrøms ca. 15%.

Nitratkonsentrasjoner varierer fra 0 til ca. 3 mg/l ved Memorial Bridge. Dette indikerer en nitrifikasjon av ammonium som stammer fra avløpsvannet og denitrifikasjon kan opptre i elva.

## 2.5 Bangkoks kanaler

### 2.5.1 Generell beskrivelse

I den nedre del av deltaet finnes det en rekke kanaler, fig. 2.3. Noen av disse er naturlige, men de aller fleste er kunstige. De fleste av disse benyttes til navigasjon, drenering og irrigasjon.

I de sentrale deler av Bangkok mottar kanalene overflateavrenning som dreneres til Chao Phraya elven. Enkelte kanaler har kanalprofiler i betong mens andre har naturlige profiler uten for-

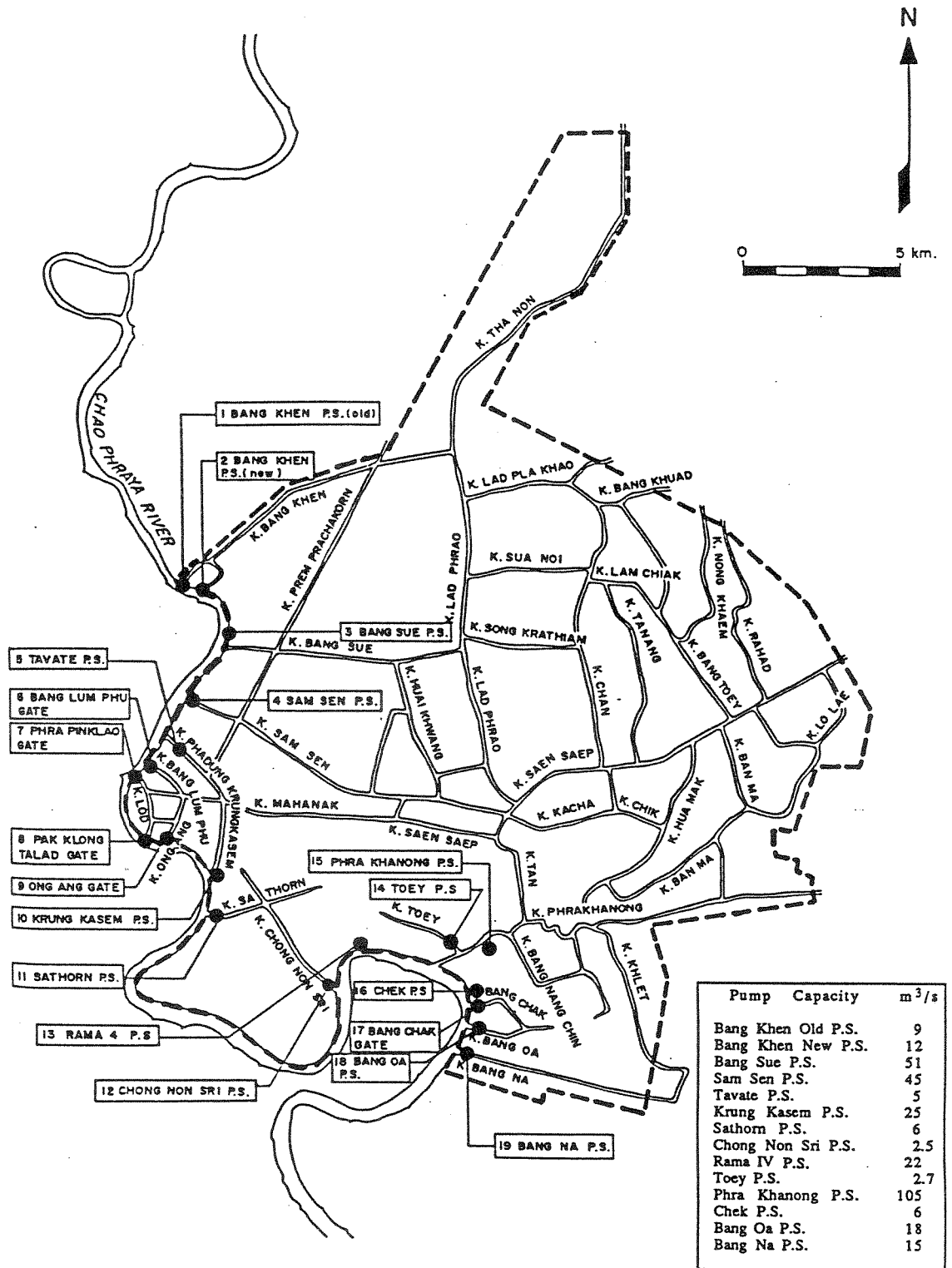


FIG. 2.3  
BANGKOK METROPOLITAN AREA MED KANALER, PUMPER OG SLUSER

støtning av sidekantene. Kanalenes bredde varierer fra ca. 1 m til ca. 50 m. Dybden varierer fra ca. 0.5 m til ca. 1.0 m.

Vannføringen og vannstanden i kanalene er avhengig av tidevannspåvirkningen og vannstanden i elva. Kanalene som munner ut i elva har sluser og pumpestasjoner. I regntiden skal kanalene i prinsipp ikke ha tilførsler fra elva. Fig. 2.3 viser også beliggenheten av pumpestasjoner og sluser.

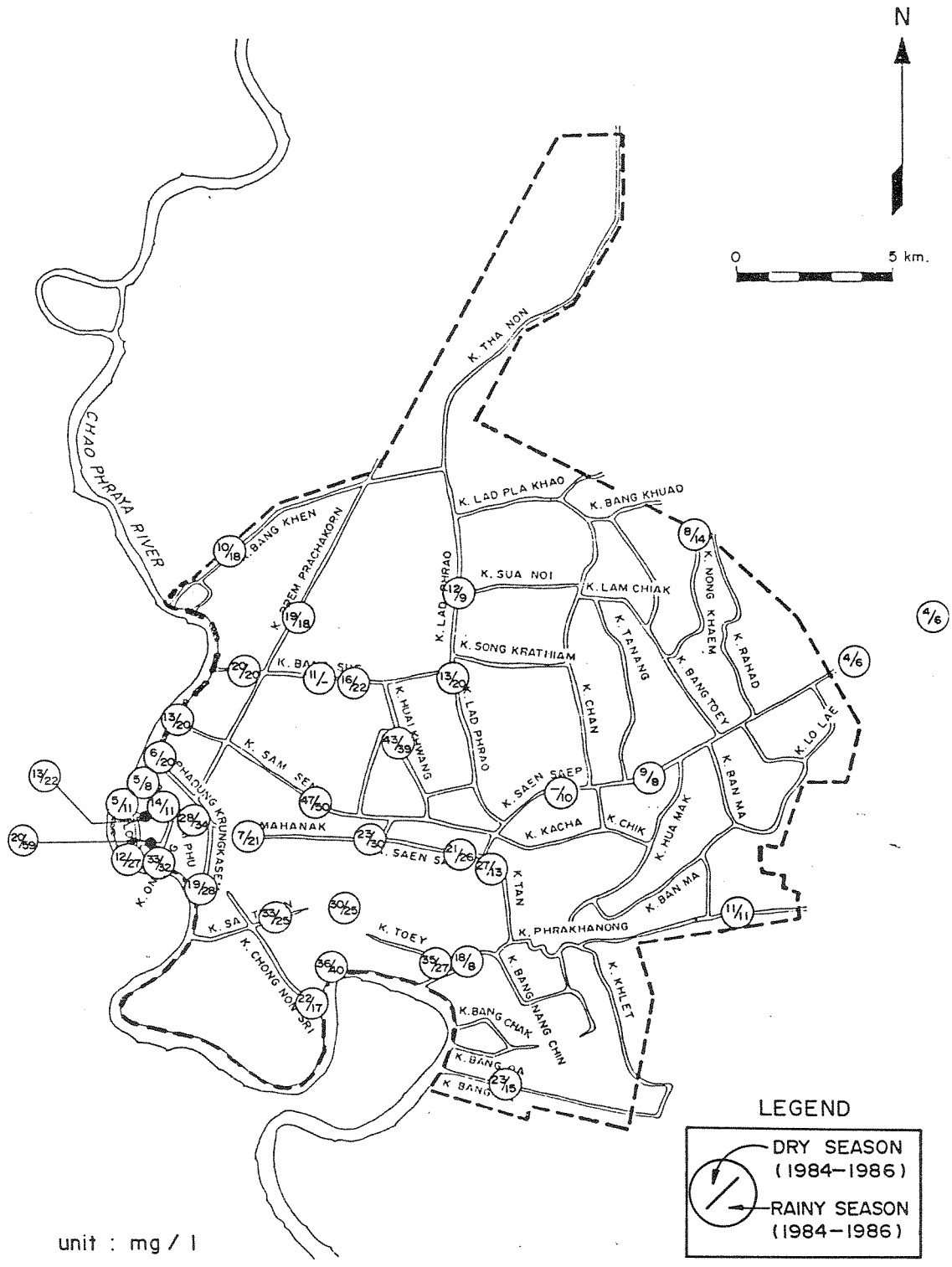
Kanalene som hovedsaklig benyttes til irrigasjon er administrativt underlagt The Royal Irrigation Department mens kanalene innenfor Bangkok Metropolitan Region administreres av Bangkok Metropolitan Administration.

#### 2.5.2 Forurensningssituasjonen

Det er gjennom flere år gjennomført en overvåking av vannkvaliteten i kanalene. Det har vært foretatt månedlige stikkprøver fra 56 stasjoner i 34 kanaler. Prøvene er tatt i overflaten.

Parametrene som har vært analysert er BOF, oksygen, koliforme bakterier og hydrogensulfid. Dataene er for BOF gjengitt i fig. 2.4 både for regn- og tørkeperioden. Verdiene for oppløst oksygen fremgår av fig. 2.5.

Samtlige kanaler som arbeidsgruppen befarte under besøket i Bangkok var sterkt forurenset, de fleste var septiske med kullsort farge og illeluktende.



**FIG. 2.4**  
**GJENNOMSITLIGE BOF-VERDIER FOR KANALENE**



I Chao Phraya elven er BOF-belastningen mindre i tørkeperioder enn i regntiden. Dette kan blant annet skyldes en mer optimal drift av pumper og sluser.

Vannet i K. Tan og de lavere områder av K. Phra Khanong var mindre forurenset i regnperioden enn i tørkeperioden. Dette kan skyldes uttynning med overflatevann.

De øvrige kanaler i de sentrale bydeler viser ingen klare forskjeller i vannkvalitet i de to sesonger.

### 2.5.3 Vanngjennomstrømning

I forbindelse med JICAs " feasibility study " av kanalene ble det gjennomført en registrering av vanngjennomstrømningen i kanalene. Vannhastighetsmålinger ble målt en gang pr. time over 24 timer både i regn- og tørketiden.

I tørkeperioden ble det målt 4 ganger på 31 utvalgte steder i hovedkanalene. I regntiden ble det målt 2 ganger på i alt 36 stasjoner.

Følgende strømningsmønstre ble registrert:

Tørketiden

-----

Normale strømningsretninger med maksimal observert vannføring er vist i fig. 2.6.

og er som følger:

28, January, 1988

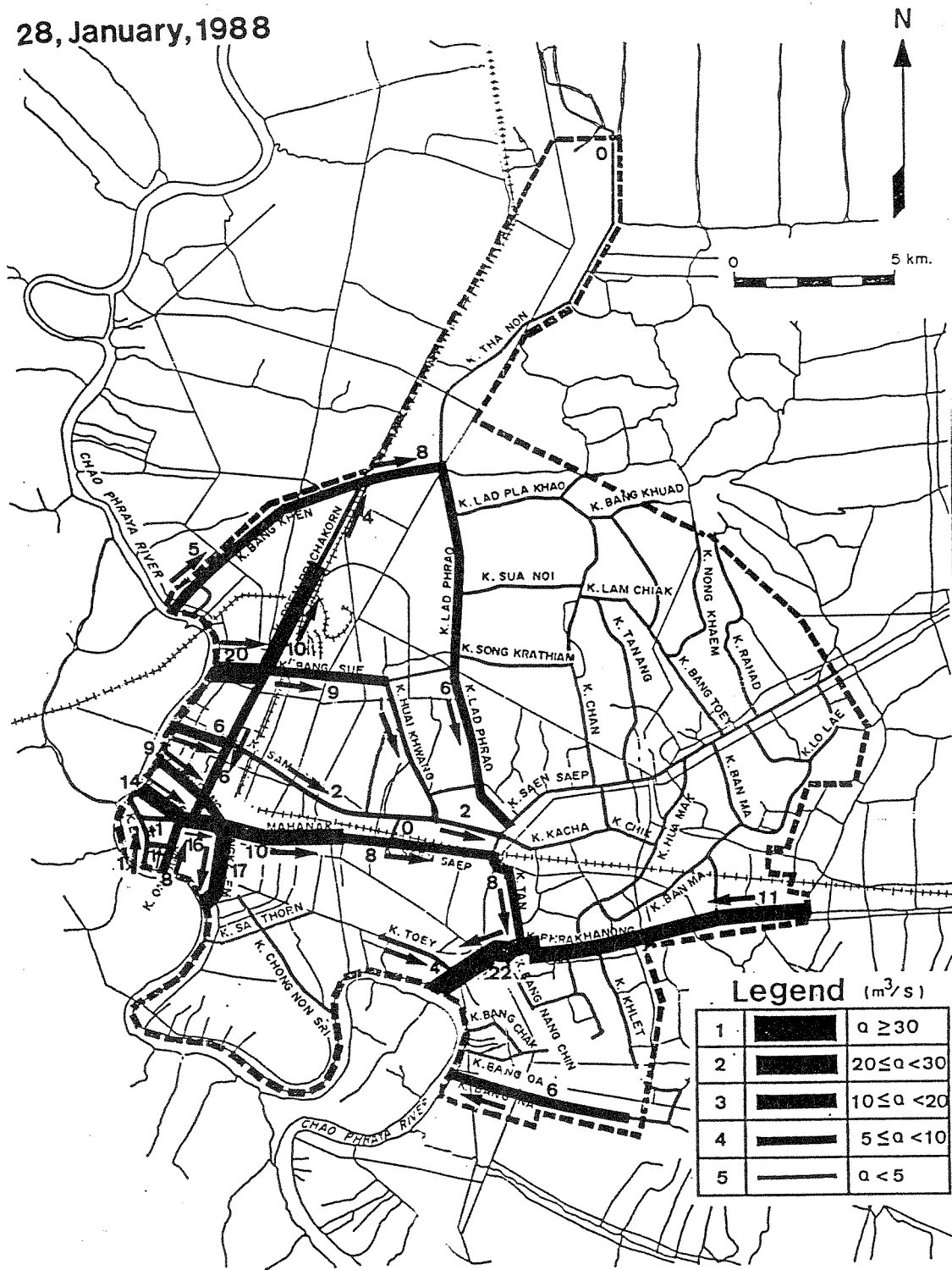


FIG. 2.6  
STRØMNINGSRETNINGER I KANALER I TØRKETIDEN

1. Bang Ken -> Lad Phrao -> Tan -> Phra Khanong
2. Phadung Krung Kasem
3. Bang Lum Phu, On Ang, Phadung Krung Kasem -> Mahansk -> Saen Saep -> Tan -> Phra Khanong

#### Regntiden

-----

I regntiden skal slusene til til Chao Phraya elven være lukket. Det strømmer altså intet vann inn fra elva. Overflateavrenningen samt overflødig irrigasjonsvann som dreneres til kanalene pumpes ut i elva.

De typiske strømningsretningene i regnperioden er helt forskjellige fra tørkeperioden og er vist i fig. 2.7. De er som følger:

1. Eastern Outer Areas -> Lad Phrao -> Tan -> Phra Khanong
2. Eastern Outer Area -> Saen Saep -> Tan -> Phra Khanong
3. Eastern Outer Areas -> Phra Khanong

I Chao Phraya elven er BOF-belastningen mindre i tørkeperioden enn i regntiden. Dette kan blant annet skyldes en mer optimal drift av pumper og sluser.

Vannet i K. Tan og de lavere områder av K. Phra Khanong var mindre forurenset i regnperioden enn i tørketiden. Dette kan skyldes uttynning med overflatevann.



16-17, July, 1988

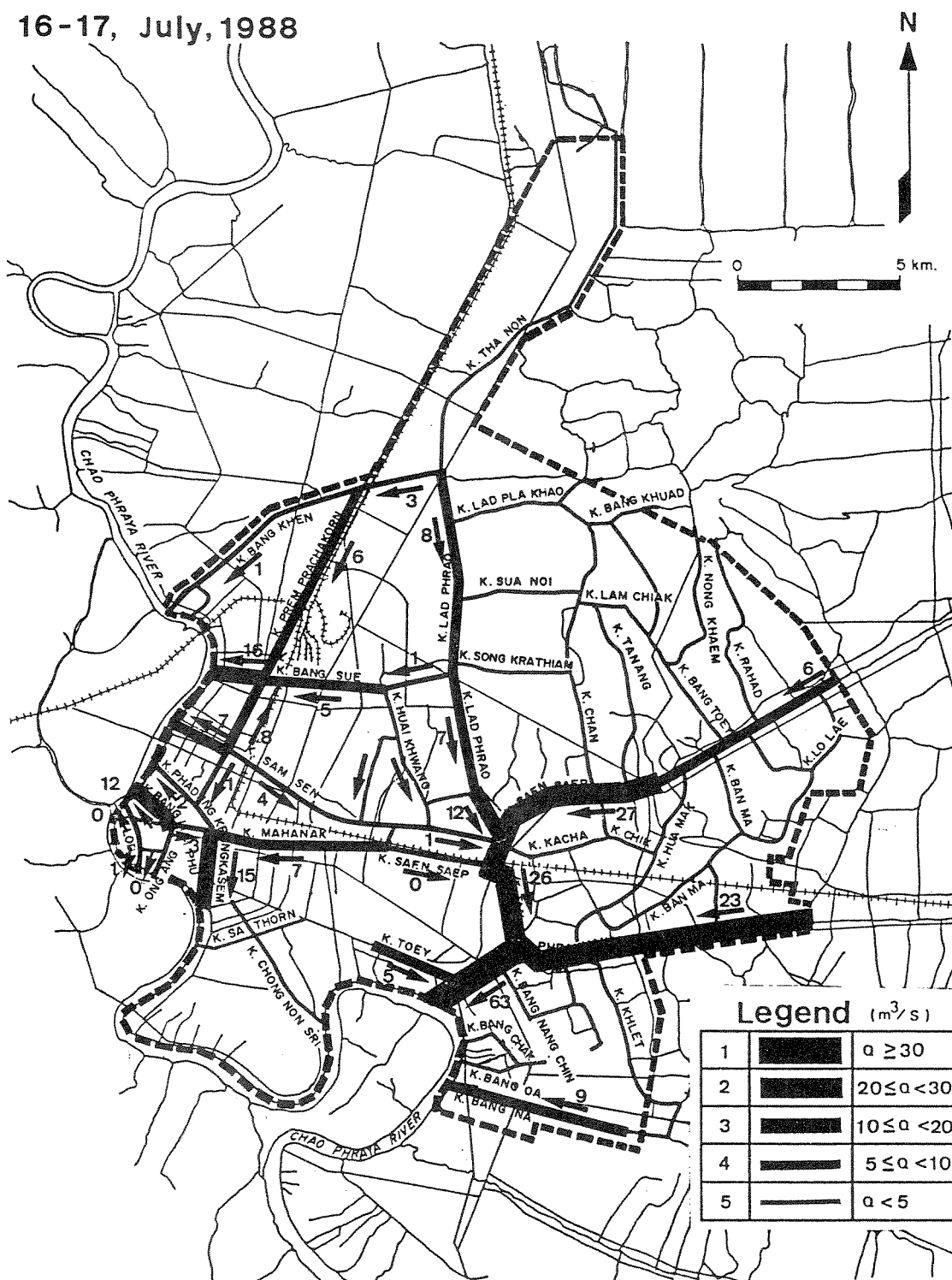


FIG. 2.7  
STRØMNINGSRETNINGER I KANALER I REGNTIDEN

De øvrige kanaler i de sentrale bydeler viser ingen klare forskjeller på regn- og tørketid.

## 2.6 Brukerkonflikter

Brukerinteressene er som følger:

- vannforsyning
- resipient og transportsystem for avløpsvann
- vasking
- bading
- navigering
- marked
- søppelfyllplass
- rekreasjon (svømming, fiske)
- irrigasjon

JICA-undersøkelsen foretok en intervjuundersøkelse blant befolkningen hvorav 90% prioriterte rensing av vannet i kanalene.

Ved sammenlikningen av fem hovedprosjekter, nemlig flomsikring, vannforsyning, avløpsanlegg, bygging/reparasjon av veier samt rensing av kanalvannet svarte 25% av de spurte at rensing var det viktigste, 21% anga bygging av avløpsanlegg mens 20% mente flomsikring var viktigst.

Hele 53% svarte at de benyttet kanalene som kloakksystemer, 27% benyttet kanalene for bading og vasking, 18% for navigering, 15% som flytende marked, 10% som søppelfyllplass, 10% for rekreasjon mens 8% benyttet kanalene for irrigasjon.

Når det gjalt kanalenes tilstand svarte 83% av de spurte at kanalene hadde en råtten stank, var skittene og sortfargede. 52% mente de var klekkingsområder for moskitoer og larver. Bare ca. 7% mente at kanalene var naturlige.

Bangkoks befolkning er daglig plaget av lukten fra kanalene. 88% mente at fjerning av lukt var det viktigste og vel 70% mente det var en direkte sammenheng mellom hygiene/helse og kanalenes vannkvalitet. Vel 60% ønsket seg en vannkvalitet som muliggjorde vasking, bading, etc.

Også turister ble forespurt om deres oppfatning av situasjonen. Ca. 87% hadde observert den dårlige vannkvaliteten og av disse var det 45% som mente at tilstanden hadde en dårlig effekt på turismen. 29% svarte at de ønsket seg tilbake om vannet i kanalene ble rensset.

Ekspertgruppen kjenner ikke til hvorledes undersøkelsen ble gjennomført, hvor representativ den er, etc. Konklusjonene er imidlertid meget klare. Befolkningen i Bangkok er plaget og bekymret over forurensningssituasjonen i kanalene.

### 3. LOVVERK OG ADMINISTRASJON

#### 3.1 Organisatoriske forhold og lovverk

Organiseringen av miljøvernet og hvilke lover som regulerer forurensninger, er uoversiktlig. Vi fikk ikke fullstendig oversikt over dette.

Sentrale myndigheter er:

1. National Environmental Board (NEB) and Office of the National Environmental Board (ONEB)

NEB/ONEB ble opprettet i 1975. ONEB er underlagt Ministry of Science, Technology and Energy. Lovverket som forvaltes er "National Environmental Quality Act" (1975, rev. 1979).

NEB som er utnevnt av "the Cabinet", har "the deputy Prime Minister" som formann, "the Permanent Secretary\_ in the Ministry of Science, Technology and Energy" (Dr. Sangha) som sekretær.

Blant de andre medlemmene er "Permanent Secretaries" fra Forsvars-, Landbruks-, Samferdsels-, Innenriks-, Helse-, Industri-, Vitenskap og Energi-departementet samt eksperter fra universitet og privat sektor.

ONEB er fagetaten med ansvar for bl.a. å utarbeide miljøkvalitetstandarder, vurdere konsekvensanalyser, overvåke vannkvalitet og foreta kontroller ved klage på utslipp. ONEB har ikke myndighet til å håndheve krav til forurensende virksomhet.

ONEB har følgende divisjoner:

- Office of Administration
- Information and Environmental Quality Promotion Division
- Environmental Policy and Planning Division
- Environmental Impact Evaluation Division
- Environmental Quality Standards Division

Våre kontaktpersoner tilhørte Environmental Quality Standards Division, Water Quality Section som bl.a. har ansvar for å følge opp med kontroll ved klager. Det hevdes imidlertid at de har alt for få ressurser. Det er 2 personer som skal følge opp kontrollen av industri. I tillegg har disse også andre oppgaver.

Til arbeidet med kommunale utslipp fikk vi inntrykk av detbare er avsatt ett årsverk.

## 2. Department of Industrial Works (DIW)

Dette er underlagt Industridepartementet. DIW har ansvar for rutinemessig kontroll av industri og for å håndheve standarder for industriforurensning som er utarbeidet av ONEB. Myndigheten er hjemlet i "Factory Act" (1969). Det ble sagt at det finnes kontrollprogram for utslipp fra industrien. Det lyktes imidlertid ikke å få tak i dette.

## 3. Helsemyndighetene

Vi fikk ikke klarhet i om helsemyndighetene spiller noen aktiv rolle. "The Public Health Act" kan brukes til å regulere bl.a. forurensning fra småindustri. Loven er foreldet og gir dårlige sanksjonsmuligheter. Loven skal revideres.

#### 4. Institusjoner underlagt Ministry of Interior

Bangkok Metropolitan Administration (BMA) har bl.a. ansvar for utbygging av avløpsanlegg. De har også fått delegert myndighet til å kontrollere industri. Det lyktes ikke å få tak i en organisasjonsplan for BMA.

BMA har også ansvar for regulering av sluser og pumper i kanalene for å hindre flom. Royal Irrigation Department har ansvaret for regulering i forbindelse med vanning til landbruksformål.

Department of Public Cleansing har ansvar for tømning av septiktanker.

Public Works Department er "byggningskontrollen". Forutsetningen for å tillate bygging av hotell, sykehus, forretningsgårder, boligblokker, etc. er at det bygges renseanlegg for klosettavløpet i tilknytning til bygget.

### 3.2 Oversikt over eksisterende utslippskrav og øvrige reguleringer

Det finnes regler for når det skal gjennomføres konsekvensanalyser for ny virksomhet. Som eksempel nevnes at det for alle oljeraffinerier og for treforedlingsindustri med produksjonskapasitet større enn 50 tonn pr. dag kreves konsekvensanalyser. Systemet synes imidlertid ikke å fungere tilfredstillende fordi ONEB ikke har kapasitet til å følge opp analysene. I praksis blir fabrikkene bygd før det er tatt stilling til miljøpåvirkning.

Regulering av utslipp foregår ved at det er fastsatt utslippsstandarder. Det finnes standarder for virksomhet som medfører utslipp til luft, støy og utslipp til vann. Til standarden er det som regel knyttet straffesanksjon i form av bot ved overskridelser. Boten er som regel angitt som en maksimum.

For industri er det standarder for utslipp og for driftskontroll.

Utslippststandarden består av maksimale tillatte konsentrasjoner for spesifiserte parametere. Straffen for overskridelse av standarden er fastsatt til en bot som ikke skal overskride 10.000 baht (ca. kr. 2.500,-).

Standarden for driftskontroll forutsetter at industrier over en viss størrelse skal ha operatører og formenn med et eget ansvar for den forurensende delen av virksomheten. Det stilles krav til kompetanse.

Straffen for ikke å oppfylle dette er også begrenset til 10.000 baht.

Standard for håndtering av industriavfall omfatter disponering og overvåking. Med maksimumstraff 10.000 baht.

Det finnes en egen lov om toksiske stoffer som bl.a. omfatter lagring, transport og disponering.

For kommunale utslipp finnes det bare retningslinjer for begrensnig av forurensningsparametere. Dvs. at det ikke foreligger juridisk grunnlag for å pålegge bygging av kommunale renseanlegg. Man er i ferd med å utarbeide standarder for kommunale utslipp. I forbindelse med tillatelse til oppføring av større bygninger (hotell, kontor/forretningsbygg, sykehus etc.) kreves bygging av renseanlegg for toalettavløpet (Buildings Control Act). Det foregår imidlertid ingen oppfølging av at anleggene drives. Det er hevdet at det formelle grunnlaget for kontroll av at disse drives finnes i "Public Health Act".

Landbruksforurensning er ikke regulert av noe lovverk. (Hvorvidt helselovgivningen kan benyttes, vet vi ikke). Av hensyn til vannforsyning, er det opprettet en sone på 350 m<sup>2</sup> som omfatter Bangkok der det ikke er tillatt å utvide eller bygge ny virksomhet som har utslipp av toksiske stoffer til vann eller utslipp av organisk stoff over 1 kg/dag.

Disponering av kommunalt avfall og latrineavfall reguleres av "Public Health Act". Det er den lokale administrasjonen (BMA) som har ansvar for at det er



etablert innsamlings- og disponeringssystem. Maksimumsstraffen for ikke å oppfylle kravene er 50 baht (Ca. kr. 15,-!)

Disponering av kommunalt avfall og industriavfall/spesialavfall reguleres også i en rekke andre lover, f.eks. "the public Clensing and Orderliness Act", "The Royal Thai Irrigation Act", "The Maintenance of Canal Act", "The National Park Act" osv.

### 3.3 Finansiering

Det er redusert importtoll på "miljøvernutstyr". Importtollen på denne type varer er 50% av normalt eller 10% av totalkostnaden.

Ved utbygging av avløpsanlegg vil staten kunne være med å finansiere investeringene. Staten har f.eks. bevilget 470 mill. baht til et prosjekt som går på å bygge avskjærende ledninger og et sentralt renseanlegg for en avløpsbane i Bangkok.

Hovedansvaret for å rydde opp i kommunale forurensninger tilligger imidlertid de lokale myndighetene. Tilskudd fra staten vil normalt være en engangssum og driften av anleggene må finansieres via skatt eller avgift.

På forespørsel til BMA om mulighetene for å bruke kloakkavgift ble det sagt at det var foreslått å knytte kloakkavgift til vannavgiften. Ansvar for vannforsyningen ligger hos "Metropolitan Waterworks Authority" (MWA) som er negativ til en slik kobling fordi det vil skape protester fra de berørte.

Det er antydnet at utbygging av avløpssystemene i Bangkok kan finansieres ved å øke skatten med 6%. (I hvilken grad dette er omdiskutert, er ukjent)

#### 3.4 Faglige ressurser og institusjoner

Inntrykket er at de ansatte på ONEB holder et høyt faglig teoretisk nivå. I hvilken grad de ansatte på ONEB har tilfredstillende erfaring i forhold til den praktiske gjennomføringen av tiltak, er mer uvisst. Våre kontaktpersoner på BMA synes å være godt kvalifiserte i forhold til den jobben de skal utføre.

Det ble imidlertid pekt på at BMA ikke sitter inne med tilstrekkelig kapasitet når det gjelder ekspertise for å gjennomføre foreliggende planer for avløpsanlegg. Det ble også pekt på at et viktig problem er manglende ressurser og kvalifikasjoner for å kunne operere "on-site"-renseanlegg.

Det ble sagt at the "Environment Engineering Assosiation" har drevet opplæring. Vi fikk ikke klarhet i hva dette er og hva opplæringen har omfattet. Det virket som om rutine for dette var temmelig uregulære.

Av universitetsmiljøer nevnes:

Asian Institute of Technology (AIT) som finansieres av forskjellige nasjoner, har et eget institutt for "environmental engineering". Det er snakk om å få et norsk professorat ved AIT.

Chulalongkorn University, The Institute of Environmental Research. Dette instituttet brukes mye av ONEB og vi ble anbefalt å samarbeide med disse i forbindelse med et pilotprosjekt.

Chiangmai University. Chiangmai er en by som ligger ca. 600 km. nord for Bangkok. Universitetet har et eget institutt for "environmental engineering". Her er bl.a. ansatt en med dr.ing. utdanning fra NTH.

I forbindelse med deltagelse fra universitetsnivå på seminaret i februar, ble også Kasetsart Univ. og Madihsl Univ. nevnt.

### 3.5 Hva Norge kan bidra med mht. lovverk og administrasjon

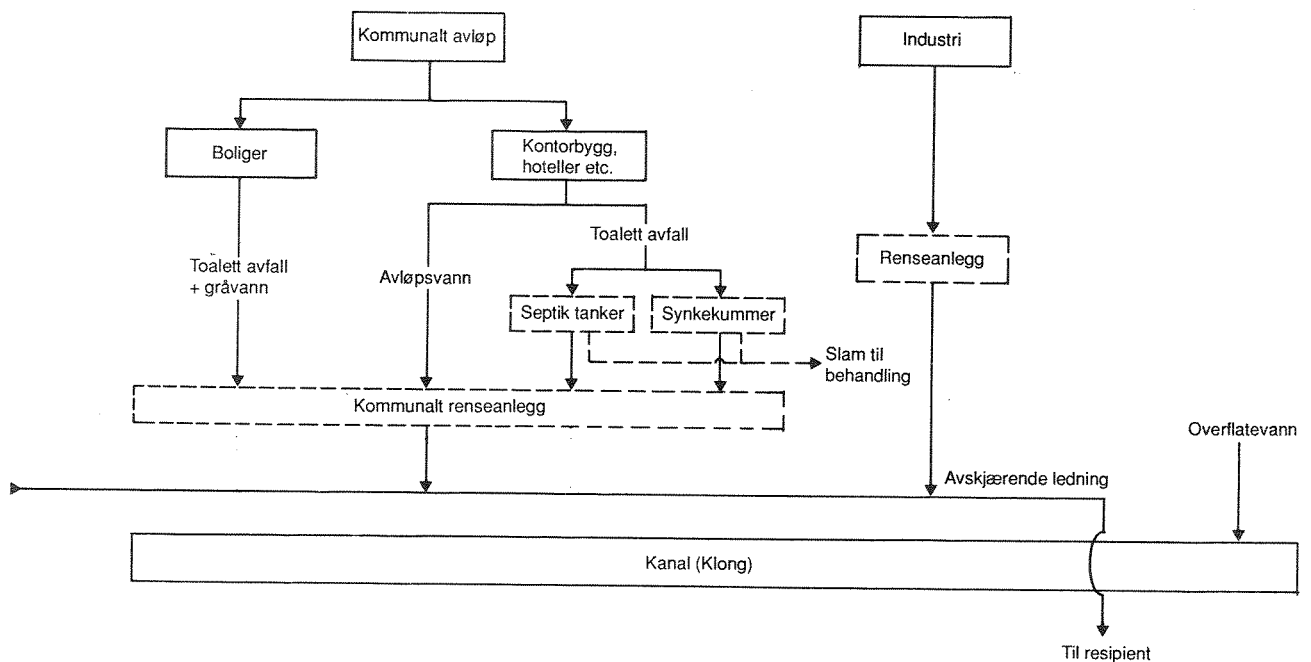
Norge er fortsatt en relativt "ung" nasjon når det gjelder miljøvernaorganisasjonen. Det var først på 60-tallet at man begynte en mer bevisst arbeid med å bekjempe forurensninger. Granneloven som ble brukt for å begrense utslipp til luft, kom i 1961, vannvernloven kom i 1971 og forurensningsloven, som erstatter disse, kom i 1981. Miljøverndepartementet ble opprettet i 1972 og Statens forurensningstilsyn i 1974.

Til tross for (eller kanskje på grunn av) den korte historien, har norsk forurensningsforvaltning funnet en form som gir muligheter for en effektiv regulering av forurensende virksomhet.

Vi vil peke på følgende sider av norsk miljøvernforvaltning

1. Alternativ neddykkede rør i kanalene i forbindelse med avskjærende hovedkloakker.
2. Mottak/behandling av septik (eventuelt mobil avvanning).
3. Prosesser for behandling av kommunalt og industrielt avløpsvann.
4. Drift av renseanlegg (hovedanlegg og on-site anlegg) og opplæring av driftsoperatører.
5. Drift og vedlikehold av ledningsnett.

En langsiktig løsning av Bangkoks forurensningsproblemer ved bruk av konvensjonelle løsninger vil være avhengig av at punktene ovenfor tas hånd om på en forsvarlig måte. Under ekspertgruppens besøk ble det gitt uttrykk for at behovet for spisskompetanse var stort, spesielt i forbindelse med behandling av avløpsvann.



Figur 4.1 Konvensjonelle løsninger

#### 4.2 "On-site" rensing

Svært mange industribedrifter, hoteller og kontorbygg har egne renseanlegg for avløpsvannet før dette slippes ut i nærmeste kanal. Ekspertgruppens innledende vurdering av slike anlegg kan tyde på at drift og vedlikehold av disse anleggene ikke er akseptabelt. En oppgradering av disse anleggene vil kunne redusere mengden urensset kloakk som går ut i kanalene.

Det må forventes at mange av de eksisterende "on-site" anleggene må gjennomgå en omfattende rehabilitering eller en komplett utskifting for å kunne oppnå en tilfredsstillende rensing. I dette arbeidet vil norsk kompetanse og norske produkter kunne bidra vesentlig.

#### 4.3 Generell opprensning

Bangkoks gatebilde er preget av søppel som samles i store hauger på parkeringsplasser, fortau og langs med kanalene. Mye søppel kastes også direkte i kanalene, eller flyter ut ved høyvann. Renovasjonssystemet er ineffektivt og synes ikke å omfatte de befolkningsgrupper som bor langs med eller på kanalene. Denne tilgrisingen er sterkt skjemmende samtidig som den er en forurensningskilde som forholdsvis enkelt bør kunne stopper, bl.a. gjennom en bedre organisering og holdningskampanjer.

#### 4.4 Optimalisert vannutskiftning

En deløsning til å bedre vannkvaliteten i kanalene er en optimalisering av vannutskiftningen. En måte å gjøre dette på er å benytte høyvannssituasjoner i elva sammen med en optimal drift av pumper og sluser langs elvebredden til å øke vannvolumet i kanalene. Ved lavvann åpnes de nedre sluser i tillegg til utpumping.

Asian Institute of Technology (AIT) har foretatt simuleringsberegninger ved hjelp av elvemodellen Mike II. I følge modellberegningene kan man oppnå en vannutskiftning på ca. 4 mill. m<sup>3</sup> pr. døgn.

Beregningene er basert på en rekke antatte forutsetninger. En rekke registreringer må foretas skal modellberegningene ha troverdighet. Det må dessuten foretas en konsekvensanalyse av de sjokkbelastninger som påføres elvesystemet, estuaret og gulfen.

AIT er imidlertid interessert i å foreta nye beregninger om det bevilges noe midler til en bedre kartlegging av de nødvendige bakgrunnsdata.

#### 4.5 "In situ" rensing av kanalene/alternative metoder

Målet med ekspertgruppens reise til Bangkok var blant annet å vurdere mulighetene for en "in situ" rensing av kanalene. En "in situ" behandling ville kunne ha enkelte fordeler fremfor konvensjonelle løsninger dersom man kom frem til anvendbar teknologi. Vi vil blant annet nevne:

1. En raskere bedring av forurensningssituasjonen i Bangkok sammenlignet med en tidkrevende konvensjonell løsning.
2. En "in situ" løsning vil kunne være langt billigere enn en konvensjonell løsning.
3. En "in situ" løsning vil kunne være en integrert del av en totallosning.

Før man eventuelt går i gang med en behandling av vannet i selve kanalene, er det viktig å ha klart for seg hvilken målsetting en slik behandling skulle ha. Ved befaringen i en rekke av Bangkoks kanaler kom ekspertgruppen frem til at det var tre forhold som var viktige:

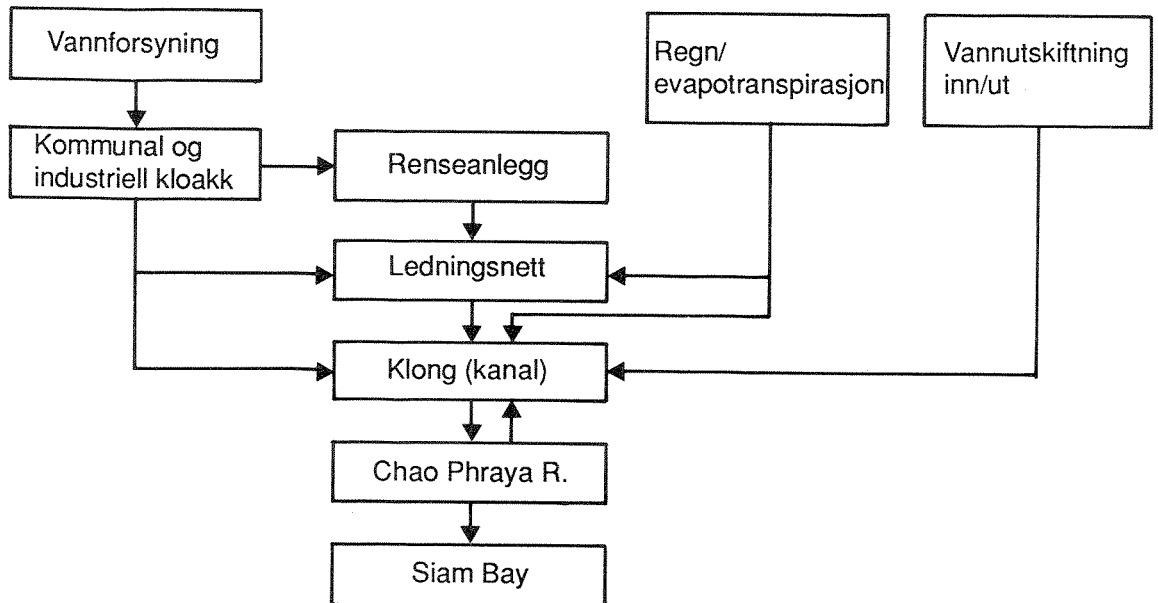
1. Reduksjon/eliminering av luktulempen på grunn av septiske forhold i kanalene.
2. Generell bedring av vannkvalitet til ulike bruksformål.
3. Reduksjon av organisk stoff som vil kunne avlaste Chao Phraya River og dermed stoppe den gradvise økningen av anoksisk sone i elven.

I forbindelse med et prøveprosjekt er det svært viktig at det er en bred enighet om målsettingen før prosjektet settes i gang. Det vil blant annet ha stor betydning for valg av teknisk løsning og selvsagt kostnader.

I figur 4.2 viser vi hvilke vanntilførsler som belaster en kanal. I forbindelse med et prøveprosjekt er det helt nødvendig å ha en fullstendig oversikt over vannmengder og vannkvalitet til og fra kanalen. Det samme er tilfelle med de organiske belastninger og eventuelle industriutslipp. Industriutslipp vil i enkelte områder kunne vanskeliggjøre bruk av biologiske metoder.

Ved en "in situ" behandling vil det være nærliggende å basere behandlingen på biologiske renseprosesser. Vi skal kort nevne enkelte metoder som kan være aktuelle i forbindelse med rehabili-

tering av kanalene. Vi skal imidlertid være oppmerksom på at ulike tiltak vil være aktuelt for de forskjellige kanalene avhengig av organisk belastning, vannutskiftning, type og mengde bunnsedimenter etc.



Figur 4.2 Vann til og fra kanaler

#### A. TILFØRSEL AV OKSYGEN

Dette konseptet bygger på tilførsel av oksygen i kanalen uten annen optimalisering av kanalvolumet forøvrig. Oksygen kan tilføres som rent oksygen, hydrogenperoksyd eller som luft. Kanalene er svært grunne (ca. 1 m) slik at en oksygentilførsel ved bruk av luft vil nok kostnadmessig og driftsmessig være å foretrekke. Det kan anvendes overflatelufter (børsteluftere) eller diffusorinnblåsning. Spesifikt oksygenforbruk må selvsagt bestemmes på forhånd. Det bør legges vekt på oksygentilførsel som i minst mulig grad virvler opp bunnsedimentene og dermed øker oksygenforbruket.



## B. SONE-INNDELING AV KANALEN M/BEHANDLING

De fleste kanaler vil ha en ulik organisk, så vel som hydraulisk, belastning langs kanalens lengde. Det vil derfor kunne tenkes å dele kanalen inn i ulike soner etter samme prinsipp som benyttes i en tradisjonell oksydasjonskanal. I praksis vil dette si at vi drenerer her høyt belastede soner for oksydasjon hvor tilførselen av oksygen finner sted mens andre deler av kanalen benyttes til sedimentering av partikulært materiale. Sonefordelingen ville selvsagt bli forskjellig fra kanal til kanal. Det kreves en nøye renseteknisk vurdering av kanalen før en slik soneinndeling eventuelt prøves ut.

## C. "SHUNT"-BEHANDLING AV VANN I KANALEN

Japan har i et prøveprosjekt demonstrert at vann fra en kanal kan behandles biologisk i en luftet lagune med påfølgende poleringslagune. Dimensjoneringskriterier for denne type teknologi finnes allerede etablert. Dersom denne metoden skal bedre vannkvaliteten vesentlig, må imidlertid en større prosentdel av vannmengden i kanalen behandles. Kun 10 % av vannmengden som i det japanske demonstrasjonsanlegg, vil neppe være tilstrekkelig, selv i kanaler med relativt brukbar vannkvalitet.

En "shunt" behandling vil kunne anvende mindre arealkrevende behandlingsprosesser enn luftede laguner. Biorotoranlegg vil kunne være et slikt alternativ. Det bør imidlertid legges vekt på å anvende enkel teknologi med et minimum av behov for drift og vedlikehold.

## D. INTERKANAL BEHANDLING

En analyse av belastningene og vannutskiftningen av hver enkelt kanal vil kunne gi muligheten for at enkelte kanaler kunne gis en

bestemt renseteknisk funksjon som også kunne bidra til å bedre vannkvaliteten i andre kanaler. En kanal som har en høy organisk belastning og hvor fysisk utforming etc. ligger til rette for det vil kunne tjene som et oksydasjonsbasseng før vannet ledes inn i en tilstøtende kanal som har en lavere tilførsel av organisk stoff. Som nevnt innledningsvis vil det måtte gjennomføres en detaljert studie av hver enkelt kanal med hensyn på vannutskiftning, organisk belastning etc. før dette prinsippet kan prøves ut i full skala.

## 5. FORSLAG TIL MILJØTEKNOLOGISK SAMARBEID THAILAND-NORGE

### 5.1 Generelt

Det er viktig at man fra norsk side forstår fullt ut omfanget og den faglige kompleksitet i det forurensningsproblem som eksisterer i Bangkok. Septiske kanaler med en så elendig vannkvalitet at den truer livsgrunnet for mange mennesker er et resultat av lang tids unfallighet på miljøsektoren. Tilførsler av kommunal kloakk, industrielt avløp, septisk slam og industrislam har nådd et slikt omfang at man har forlenget passert kanalsystemets selvrensningsevne.

Thailand er svært opptatt av å forbedre forholdene i kanalene så raskt som mulig. Ekspertgruppen som har hatt en rask befaring av forholdene tror at det er mulig å sette inn kortsiktige tiltak i enkelte av kanalene som vil gi en miljømessig bedring på kort sikt, slik som beskrevet i kap. 4. Man må imidlertid være klar over at forurensningssituasjonen i Bangkok ikke er en statisk situasjon, men at de kortsiktige tiltak som eventuelt skal demonstreres, vil ikke kunne "holde stand" mot den stadig økende forurensningsbelastning som kanalene er utsatt for. Det er derfor viktig at et

miljøteknologisk samarbeid omfatter andre delområder enn kortsiktig renseteknologi for kanalene. Et slikt miljøteknologisk samarbeid kunne gjerne organiseres etter vår egen Prosjekt Rensning av Avløpsvann (PRA-programmet). Program i perioden 1970-80. Samarbeidet bør imidlertid også ha en klar målsetting om å finne straksløsninger for de verst belastede kanalene. Vi skal i stikkordsform nevne hva som faglig sett bør med i et videre samarbeidsprogram.

## 5.2 Samarbeidets innhold

Det er ekspertgruppens oppfatning at følgende programinnhold bør diskuteres med Thailand:

1. Kortsiktige tiltak i kanaler
  - A. Forurensningskartlegging av pilotkanal
  - B. Vurdering av teknologiske løsninger
  - C. Bygging og drift av pilotanlegg
  - D. Oppfølgingsprogram og dokumentasjon.
  
2. Myndighetsutøvelse
  - A. Organisering/ansvarsforhold
  - B. Lover og regelverk
  - C. Kontrolltiltak/overvåking

3. "On site" behandling
  - A. Renseteknologi
  - B. Drift og vedlikehold/driftsamarbeid
  
4. Mottak og behandling av slam/retningslinjer
  - A. Industrielle slamtyper
  - B. Septikslam
  - C. Slam fra sentrale renseanlegg
  - D. Slam fra mudring av kanaler
  
5. Drift og vedlikehold av kanalene
  - A. Vannkvalitetskriterier
  - B. Mudringsprogram/opprydding
  - C. Vannutskiftning
  
6. Utdanning/opplæring/forskning
  - A. Samarbeidsprosjekter Thailand-Norge
  - B. Stipendier/utvekslingsprogram

### 5.3 Miljøteknologisk seminar i Bangkok i februar 1990

Opplegget for seminaret ble under ekspertgruppens besøk i Thailand diskutert med thailandske myndigheter, representanter fra ambassaden samt norsk næringsliv. Det var enighet om at seminaret skal ha to funksjoner, en politisk og en teknisk.

Det vil være viktig å få frem budskapet om at det er nødvendig med en politisk vilje for å få redusert forurensningsprobleme og at en slik prosess vil ta tid. Vannforurensningsproblemet kan ikke løses ved et skippertak og publikums medvirkning er nødvendig.

Denne funksjonen vil bli ivaretatt ved at statsministeren åpner seminaret med stor dekning fra massemedia. Innlegg fra en høyere norsk politiker eller den norske ambassadøren samt formannen i den norsk- thailandske arbeidsgruppen bør også understreke dette.

Den tekniske delen bør legges opp slik at thailandske myndigheter presenterer problemene og at de norske representanter dels presenterer en serie av problemløsninger som alle er viktige for en bedring av situasjonen, dels presenterer forslag til konkrete løsninger som må starte med pilotanlegg for deretter å omsette forsøkene i stor målestokk. Et utvalg av norsk miljøteknologisk næringsliv og industri bør deretter presenteres.

Seminaret slik det er presentert ovenfor vil ta en dag. En etterfølgende dag foreslår ekspertgruppen at det arrangeres en workshop med tekniske representanter fra Thailand.

Seminar og workshop bør kunne fremskaffe tilstrekkelig informasjon for næringsliv til å kunne vurdere hvorvidt det teknisk sett er interessant å gå videre.

Forut for seminaret foreslår ekspertgruppen at det arrangeres befaringer til en rekke kanaler samt båtur på elva og i kanalene.

Ekspertgruppas forslag til seminarprogram er vedlagt i bilag 4. Et rammeprogram for seminaret ble diskutert med representanter fra ONEB som vil få anledning til å komme med motforslag.

Programmet for workshop bør utarbeides i samråd med representanter fra norsk næringsliv som ønsker å delta på seminaret.

#### 5.4 Miljøteknologisk seminar i Norge med representanter fra Thailand

Ekspertgruppa er av den oppfatning at norsk miljøvernforvaltning og forskning kan være til stor hjelp for den videre utvikling på området i Thailand. Dette gjelder lovverket, hvordan dette håndheves og hvorledes man over sikt har bygget opp kompetanse for å møte forurensningsproblemene. Stikkord som kompetanseoppbygging, retningslinjer, driftsassistanse, etc. er av stor viktighet. En rekke befaringer vil inngå i opplegget. En videre diskusjon av dette arrangementet foreslås tatt opp under seminaret i februar.

### 6. FORSLAG TIL ORGANISERING AV MILJØTEKNOLOGISAM ARBEIDET FRA NORSK SIDE

#### 6.1 Utfordringen

Bangkoks miljøproblemer er enorme og krever store ressurser for å løses. Foruten tilgang på kapital trenger man spisskompetanse på en rekke områder for å bekjempe vannforurensningen.

Lovverk, håndhevingen av disse, kontrollorganer, etc. er en forutsetning for å kunne lykkes. De hundrevis av "on site" rense-

anlegg trenger rehabilitering og driftsassistanse. Dette gjelder renseanlegg for såvel industri som for andre næringsvirksomheter og boligområder.

Slam fra septiktanker og cesspools må behandles og ikke dumpes tilfeldig i laguner og kanaler. Ukontrollerte utslipp må stanses, kanalene må renskes opp og vannutskiftningen optimaliseres. Det vil være behov for en utbygging av avløpsnett i en rekke soner.

Spesielt viktig er utbyggingen av avskjærende ledninger i eller langs kanalene.

Et annet viktig område er avfalldisponeringen. Den må organiseres bedre og også omfatte de befolkningsgrupper som bor langs med eller på kanalene.

Mudring av kanalene må intensiveres. Bruksområder for slammet bør utredes. Bruksområder kan være som jordforbedringsmiddel eller i forbindelse med energiproduksjon. Her er det bl.a. viktig å avklare innhold av miljøgifter.

Det må bygges avskjærende ledninger og kommunale renseanlegg. I tillegg må vannet i kanalene renses. Slike løsninger er meget kompliserte og man bør starte i laboratorieskala for deretter å fortsette prøvedrift i pilotanlegg. Det kan være snakk om ulike metoder i ulike kanaler. Lykkes man med pilotanlegg vil det kunne åpne seg muligheter for anlegg i full skala. For å kunne prosjektere og innkjøre disse kreves det stor spisskompetanse. Her vil man møte konkurransen fra det internasjonale marked. Finanseringsordninger vil kunne bli avgjørende for de thailandske myndigheters valg av tjenester.

Forutsetter man at pilotanlegg finanseres fra norsk side bør forsøks- og driftsresultater holdes hemmelig slik at norske interesser har et best mulig utgangspunkt for videre engasjement.

Et forslag til miljøteknologisk samarbeid fra norsk side bør etter arbeidsgruppens oppfatning presenteres som en miljøteknologisk pakke med de elementer som er skissert ovenfor. Tilfeldig salg av miljøteknologisk "isenkram" vil etter gruppens mening kunne ødelegge Norges anseelse i Thailand også på andre områder.\_

**BILAG 1.****PROGRAM FOR OPPHOLDET I BANGKOK**

Tirsdag 16.1.1990

- 10 00 - 12 00        Institute of Environmental Research
- 13 00 - 15 00        Ministry of Science, Technology and Energy.  
Høflighetsvisitt til minister og statssekretær.
- 15 00 - 16 00        Office of the National Environmental Board

Onsdag 17.1.1990

- 09 00 - 12 00        Infrastructure and Environment Division,  
Bangkok metropolitan Administration (BMA)
- 13 30 - 16 00        Waste Water Control Division, BMA  
including fieldtrip tho the JICA pilot plant.

Torsdag 18.1.1990

- 09 00 - 12 00        Boat trip to observe nature of waste discharge  
in BMA.
- 13 00 - 16 00        Field trip to Klong Toey and Klong Bang Prak

Fredag 19.1.1990

- 09 00 - 13 00        ONEB



14 00 - 16 00 Norwegian Embassy

19 30 Dinner at the Ambassadors residence

Lørdag 20.1.1990

07 00 - 16 00 Boat trip on the Chao Phraya river and  
klongs to the floating market.

Mandag 22.1.1990

09 00 - 10 00 ONEB

10 00 - 15 00 Field trip to K. Toey and the klongs at  
the Marbel Temple

Tirsdag 23.1.1990

09 00 - 10 30 BMA, meeting with the deputy Governor and  
division heads

11 00 - 12 30 Asian Institute of Technology (AIT)

Onsdag 24.1.1990

09 00 - 12 00 ONEB, summing up meeting, discussions re-  
garding seminars.

14 00 - 15 30 Norwegian Embassy, summing up meeting

**BILAG 2.****PERSONER DELEGASJONEN MØTTE UNDER SITT OPPHOLD I BANGKOK I JANUAR  
1990**

Arthorn Suphapodok  
Secretary General  
Office of the National Environmental Board (ONEB)  
60/1 Soi Phibulwatana 7  
Rama VI Rd  
Bangkok 10 400

Nisakorn Kositratana  
Chief Water Quality Section  
ONEB

Suriya Supatanasinkasem  
Industrial Effluent Sub-Section  
ONEB

Sittiporn Kajornatiyudh  
Acting Chief of Domestic Effluent Sub-Section  
ONEB

Suthirak Sujarittanonta  
Director  
Institute of Environmental Research,  
Chulalongkorn University  
Bangkok 10 330

Paktarawimol Phienlumplert  
Institute of Environmental Research  
Chulalongkorn University  
Bangkok 10 330

Orawan Siriratpiriya  
Institute of Environmental Research  
Chulalongkorn University  
Bangkok 10 330

Sanga Sabhasri  
Senator, Permanent Secretary  
Ministry of Science, Technology and Energy  
Yothi Rd., Phayathai  
Bangkok 10 400

Prachuab Chaiyasarn  
Minister of Science, Technology and Energy  
Youth Road, Phayathai  
Bangkok 10 400

Krisda Arunvongse  
Professor, Deputy Governor  
Bangkok Metropolitan Administration (BMA)  
City Hall  
Bangkok 10 200

Ksemsan Suvarnarata  
Director of Division I  
Land-use, Infrastructure & Environment  
Policy and Planning Department  
BMA  
City Hall  
Bangkok 10 200

Bampen Jatoorapreuk  
Director  
Department of Public Works  
BMA  
Mit Maitri Rd., Huay Khwang District  
Bangkok 10 400

Niels Einar Jensen  
Assistant professor  
Division of Water Resources Engineering  
Asian Institute of Technology (AIT)  
Bangkok 10 501

Hans Schroder  
Associate Professor  
Environmental Engineering Division  
AIT  
Bangkok 10 501

Asle K. Berger  
Resident Representative  
Norconsult International A.S.  
Lake View Apt. 1 B  
146 Sukhumvit Rd., Soi 16  
Bangkok 10 110

Eivind Schei  
Resident representative  
Kværner Engineering

Johan H. Dahl  
Ambassador of Norway  
Chokchai International Building, 20th floor  
690 Sukhumvit Rd.  
Bangkok

Knut Langeland  
First Secretary  
Norwegian Embassy  
Bangkok

Berit Gjølme  
Attache  
Norwegian Embassy  
Bangkok

**BILAG 3.****OPPSUMERING AV TIDLIGERE STUDIER OG UTREDNINGER**

Det har gjennom de 30 siste år vært utført en rekke studier og utredninger om kloakkeringsforhold, overvannsavrenning, flomsikring, bruken av kanalene samt forurensningsproblemene i kanalene og i elvan Chao Phraya.

De viktigste er kort nevnt nedenfor.

## Lichtfield Plan

-----

" Greater Bangkok Plan - 2533 (1990)", Lichtfield Whiting Browne & Associates (International Architects and Engineers, New York City, N.Y., U.S.A) and Adams, Howaard and Grely (City Planning Consultants, Cambridge Mass., U.S.A.) ble overlevert 13.8.1960.

Hensikten med dette arbeidet var å lage en omfattende generalplan. Som avløpssystem ble det foreslått separatsystem med to sentrale avløpsrenseanlegg.

## Husband Report

-----

" Report on Sewerage and Sewage Disposal for the Central Area of Bangkok, including References to Associated Problems of Surface Water Drainage", Husband & Co (Consulting Engineers, London, England) ble overlevert 10.9.1962.

Denne rapporten anbefalte separatsystem med avløpsrenseanlegg for de sentrale deler av Bangkok.

### Tholin Study

-----

" A Study of Drainage and Sewerage of Bangkok, Thailand", A.L. Tholin (Technical Consultant, sponsored by the United Presbyterian Church in the United States and the Church of Christian Thailand), ble overlevert 12.10.1962.

Denne studien anbefalte et kombinert system ut fra kostnadsmessige betraktninger i det man anså at a) overflateavrenning og kloakkering var av lik betydning og b) at man var nødt til å fylle igjen enkelte kanaler for å anlegge veier for å unngå trafikk-kaos.

### Camp Dresser & McKee (CDM) Plan

-----

"Sewerage, Drainage and Flood Protection Systems, Bangkok and Thonburi, Thailand", Camp Dresser & McKee ( Consulting Engineers, Boston, Massachusetts, U.S.A.) ble overlevert 29.2.1968.

Planen hadde en rekke anbefalinger.

Man antok at 40% av befolkningen ville være tilkopleet avløpsnett innen 1985, de resterende 60% innen år 2000.

Denne studien anbefalte at man skilte mellom overflatevann og spillevann.

### Japan International Cooperation Agency (JICA) Master Plan

-----

"Bangkok Sewerage System Project in Kingdom Thailand, Master Plan"

ble overlevert i august 1981.

Planen anbefaler i prinsipp separatsystem, men tillater inntil videre kombinertsystemer i områder hvor det allerede finnes overvannsnnett. Byen ble inndelt i 10 avløpssoner fordelt på 370 km<sup>2</sup> med dekning for 70% av Bangkoks innbyggere. Planen er meget omfattende og detaljert.

Development of a Framework for Water Quality Management  
of Chao Phraya and Tachin River

-----

Studien ble gjennomført i 1986 av Thailand Development Research Institute (TDRI) etter oppdrag fra ONEB. Studien er et forsøk på å lage en strategi for hvorledes forurensningsproblemene i de nedre deler av Chao Phraya elven kan løses.

Som hovedstrategi anbefaler studien av daværende forurensningsgrad ikke måtte overskrides og at man tok nødvendige skritt for å hindre ytterligere forurensningsbelastning.

Studien inneholder også kost/nytte betraktninger av fire hovedområder; lavere kostnader for å rense råvannet til vannforsyning, stimulere produksjonen på grunn av lavere produksjonsutgifter, øket verdi av arealer og bedre helse

En nytte effekt på 1.1 million bath pr. år ble anslått.

Studien anbefaler en gradvis opprustning fra lavkost-teknology til avløpssystemer hvor dette ble ansett nødvendig. For områder med høy befolkningstetthet ble det anbefalt avskjærende ledninger langs kanalene. Kostnadene ble anslått til 11,000 mill bath for



året 2007. For individuelle husholdninger ble "on site" løsninger anbefalt.

ONEB anbefalte deretter regjeringen om å bevilge 480 mill. bath til avløppsanlegg for Patanakosin-området. Arbeidet er nå i gang.

Japan International Cooperation Agency (JICA) Feasibility Study  
-----

"The Feasibility Study on Purification of Klong water in Bangkok" ble overlevert som "draft report" i november 1989. Rapporten er foreløpig ikke offentlig tilgjengelig, men ventes å bli firgitt med det første. Rapporten vil være et nyttig bidrag til forståelse av forurensningsproblemene i kanalene. Den skisserer enkelte løsninger, men synes å mangle en totalforståelse av problemene.

## BILAG 4.

PROGRAMME FOR A SEMINAR ON WATER RESOURCES MANAGEMENT IN THE  
BANGKOK METROPOLITAN REGION

22nd. february

Fieldtrip for the norwegian delegation and representatives from the Office of the National Environmental Board to the klongs and on the Chao Phraya river.

23rd. february

0830 - 0930 REGISTRATION

0930 - 1030 OPENING SESSION

The Norwegian Ambassador to Thailand

The Prime Minister

The chairman of the norwegian working group  
on technology cooperation Norway - Thailand

The chairman of the thai working group on  
technology cooperation Thailand - Norway

1030 - 1045 COFFEEBREAK

1045 - 1200 WATER RESOURCES MANAGEMENT PROBLEMS IN  
THE BANGKOK METROPOLITAN AREA

Water pollution control in the Chao Phraya river  
and klongs

Master Plan for Bangkok Sewerage System

Legal and administrative aspects related to the operation and control of "on site" treatment plants, septic tanks, cesspools, sludge disposal, industrial treatment plants, etc.

1200 - 1330 LUNCH

1330 - 1600 HOW CAN NORWAY ASSIST THAILAND IN ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY

Experiences from Norway on legal and administrative aspects relevant to the situation in Thailand.

The treatment of klongs - alternative technical solutions.

1445 - 1500 COFFEEBREAK

1500 - 1600 CONTN.

Recommendation by the norwegian expertgroup including supplementary measures as a precondition to the treatment of klong water.

Presentation of norwegian industry and private sector experienced in environmental technology.

1600 - 1615    SUMMING UP SESSION

Where do we go from now ?

26th. february

0930 - 1200    WORKSHOPS