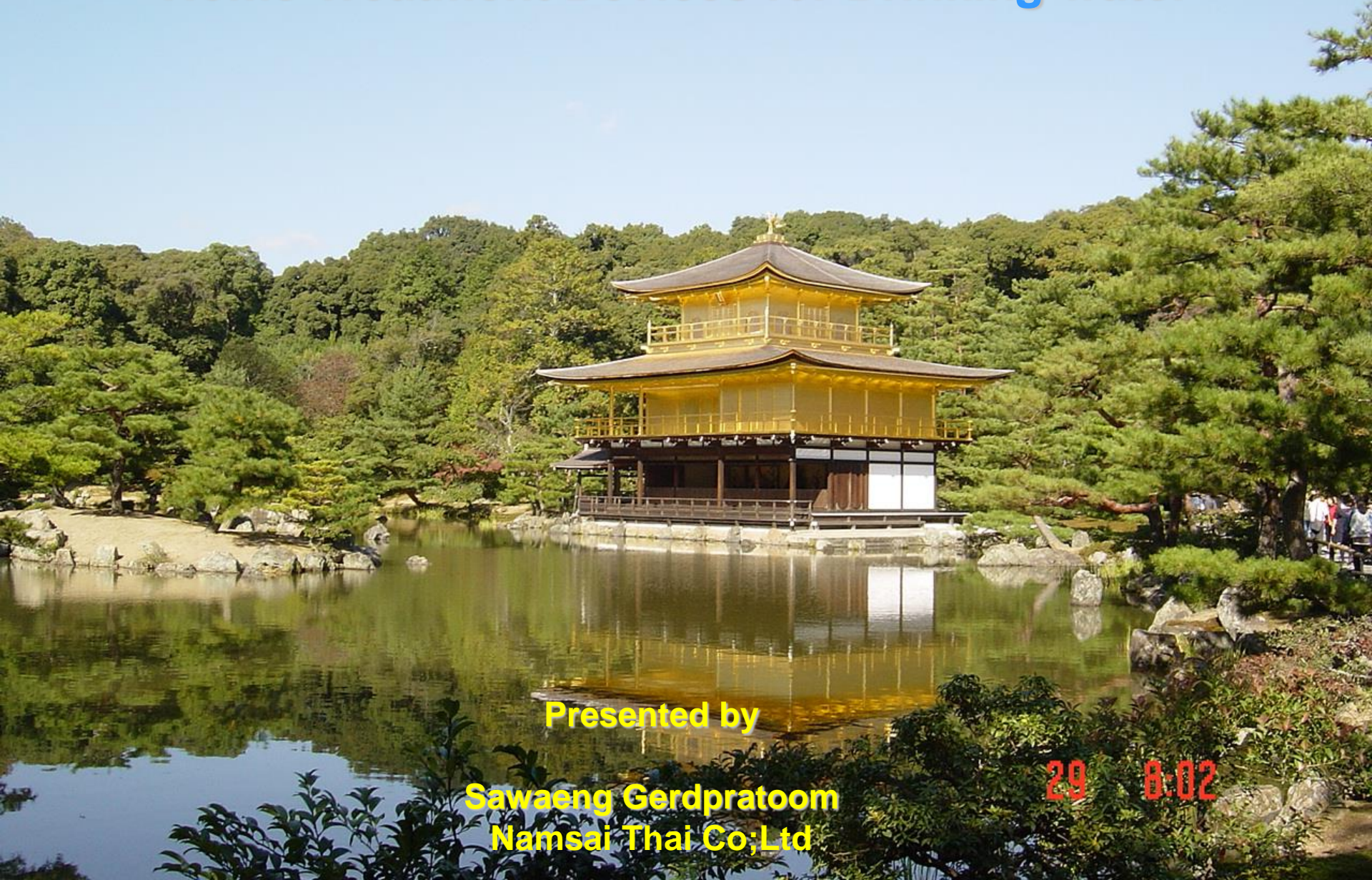


Home Treatment Devices for Drinking water



Presented by

Sawaeng Gerdpratoom
Namsai Thai Co;Ltd

29 8:02

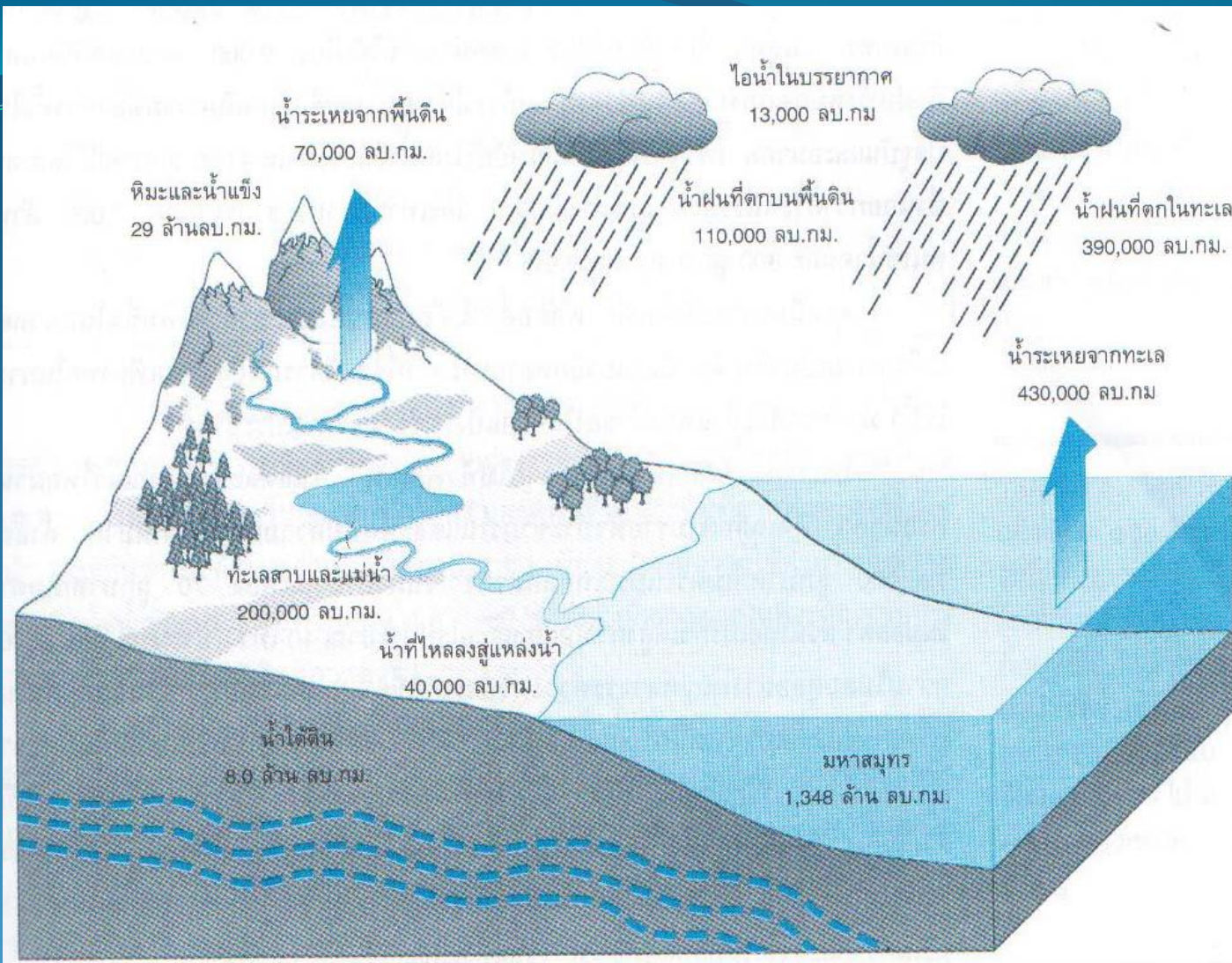
วัฏจักรการคืนรูปของน้ำโดยเฉลี่ยในแหล่งต่างๆ	จำนวน	หน่วย
หิมะที่ปกคลุมถาวรตลอดปี	9,700	ปี
มหาสมุทร	2,500	ปี
น้ำใต้ดิน	1,400	ปี
ทะเลสาบ	17	ปี
หนองบึง	5	ปี
ความชื้นในดิน	1	ปี
ลำธาร	16	วัน
ความชื้นในบรรยากาศ	8	วัน

ตาราง วัฏจักรการคืนรูปของน้ำจืดและน้ำทะเล ซึ่งใช้เวลาต่างกันตั้งแต่ไม่กี่วันจนถึงเวลานับพันๆ ปี

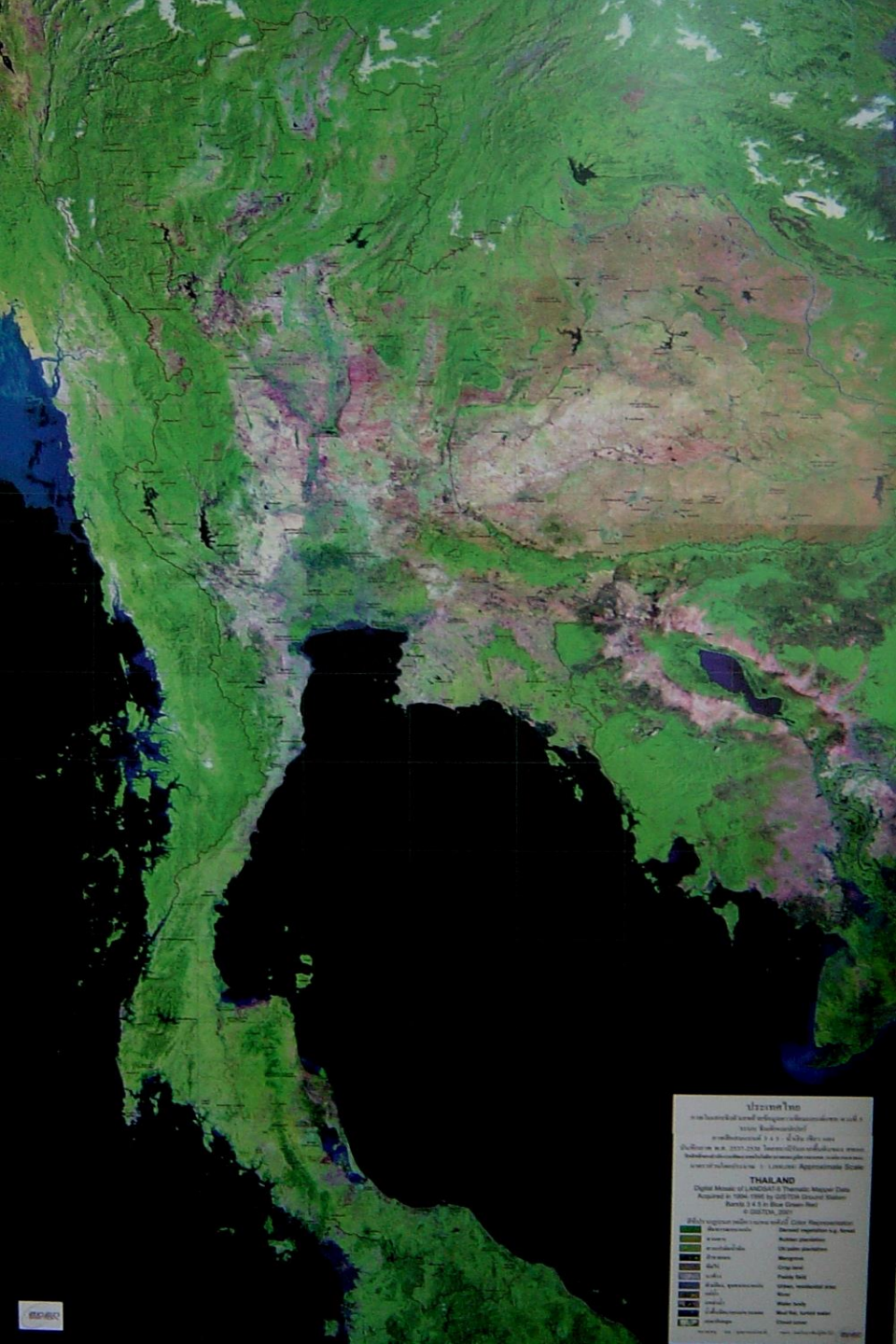
ปริมาณน้ำเฉลี่ยต่อคนในประเทศกลุ่มตัวอย่าง

ประเภท	ปริมาณน้ำต่อคน	ประเทศ(%)
ต่ำมาก	1,000 ลบ.ม./ปี หรือน้อยกว่า	14
ต่ำ	1,000-5,000 ลบ.ม./ปี	37
ปานกลาง	5,000-10,000 ลบ.ม./ปี	14
สูง	10,000 ลบ.ม./ปี หรือมากกว่า	35

ตาราง การสำรวจใน ค.ศ. 1986 ของ สถาบันทรัพยากรโลก พบว่าปริมาณน้ำที่สามารถนำมาใช้ได้อย่างน้อย 51 ของประเทศ กลุ่มตัวอย่างอยู่ในเกณฑ์ต่ำหรือต่ำมาก



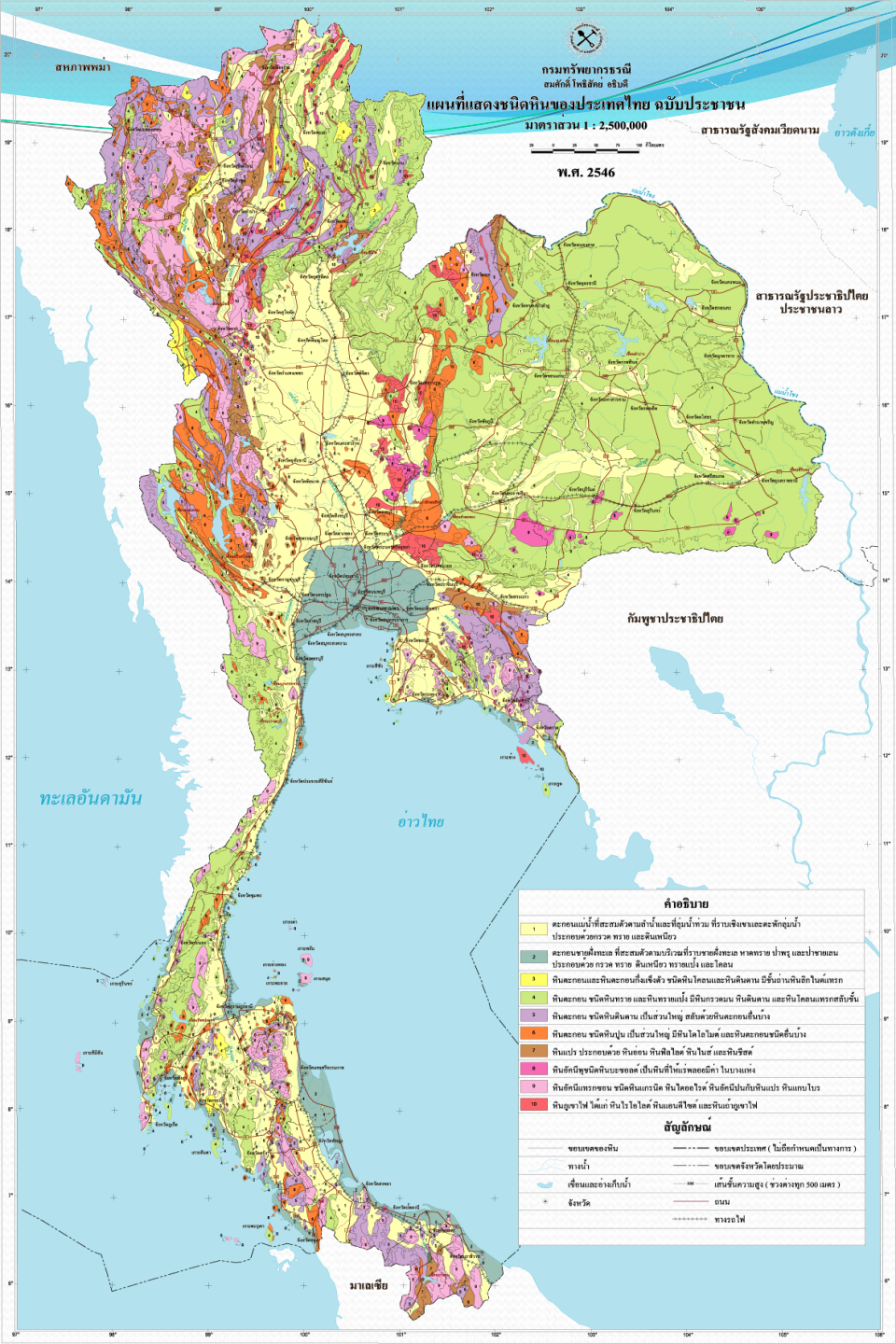
รูป วัฏจักรอุทกหรือวัฏจักรน้ำของโลกควบคุมปริมาณน้ำจืดที่มนุษย์ใช้บริโภค ความแตกต่าง
 และระเหยเป็นไอ มีอยู่ประมาณ 40,000 ลูกบาศก์กิโลเมตร ซึ่งเท่ากับปริมาณน้ำที่ไหลจาก
 จากปริมาณนี้ มีน้ำเพียง 9,000 ลูกบาศก์กิโลเมตรที่ผ่านแหล่งอาศัยของสิ่งมีชีวิต และเป็น



ประเทศไทย
กรมแผนที่ทหาร
แผนที่แสดงชนิดดินของประเทศไทย

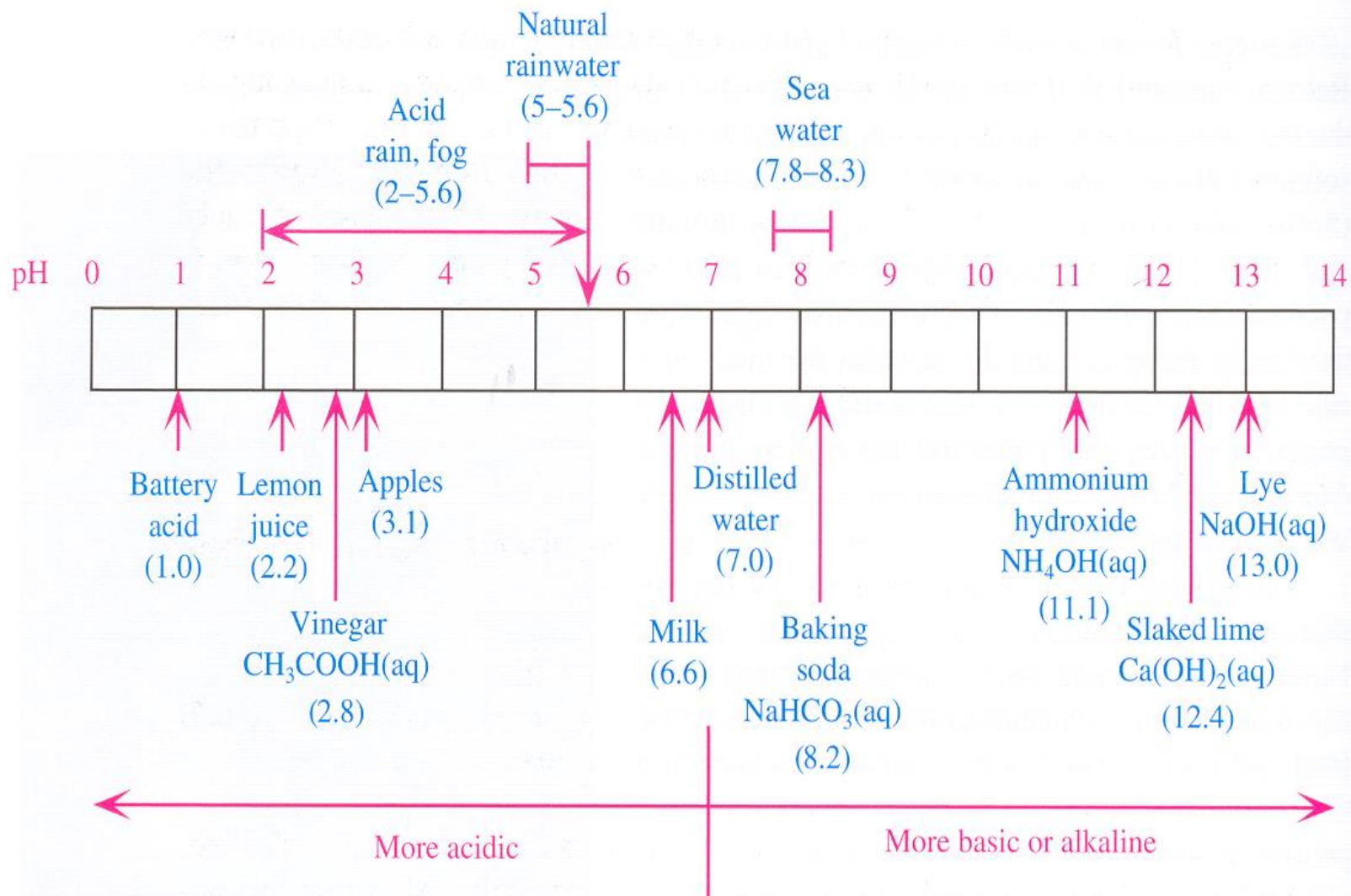
THAILAND
Digital Map of LANDSAT's Thematic Mapper Data
Acquired in 2004, 2009, 2014
Scale: 1:1,000,000
© 2015, 2014

ดินเหนียว	ดินปนทราย	ดินปนทรายปนโคลน	ดินปนทรายปนโคลน	ดินปนทรายปนโคลน
ดินเหนียวปนโคลน	ดินเหนียวปนโคลน	ดินเหนียวปนโคลน	ดินเหนียวปนโคลน	ดินเหนียวปนโคลน
ดินเหนียวปนโคลน	ดินเหนียวปนโคลน	ดินเหนียวปนโคลน	ดินเหนียวปนโคลน	ดินเหนียวปนโคลน
ดินเหนียวปนโคลน	ดินเหนียวปนโคลน	ดินเหนียวปนโคลน	ดินเหนียวปนโคลน	ดินเหนียวปนโคลน
ดินเหนียวปนโคลน	ดินเหนียวปนโคลน	ดินเหนียวปนโคลน	ดินเหนียวปนโคลน	ดินเหนียวปนโคลน

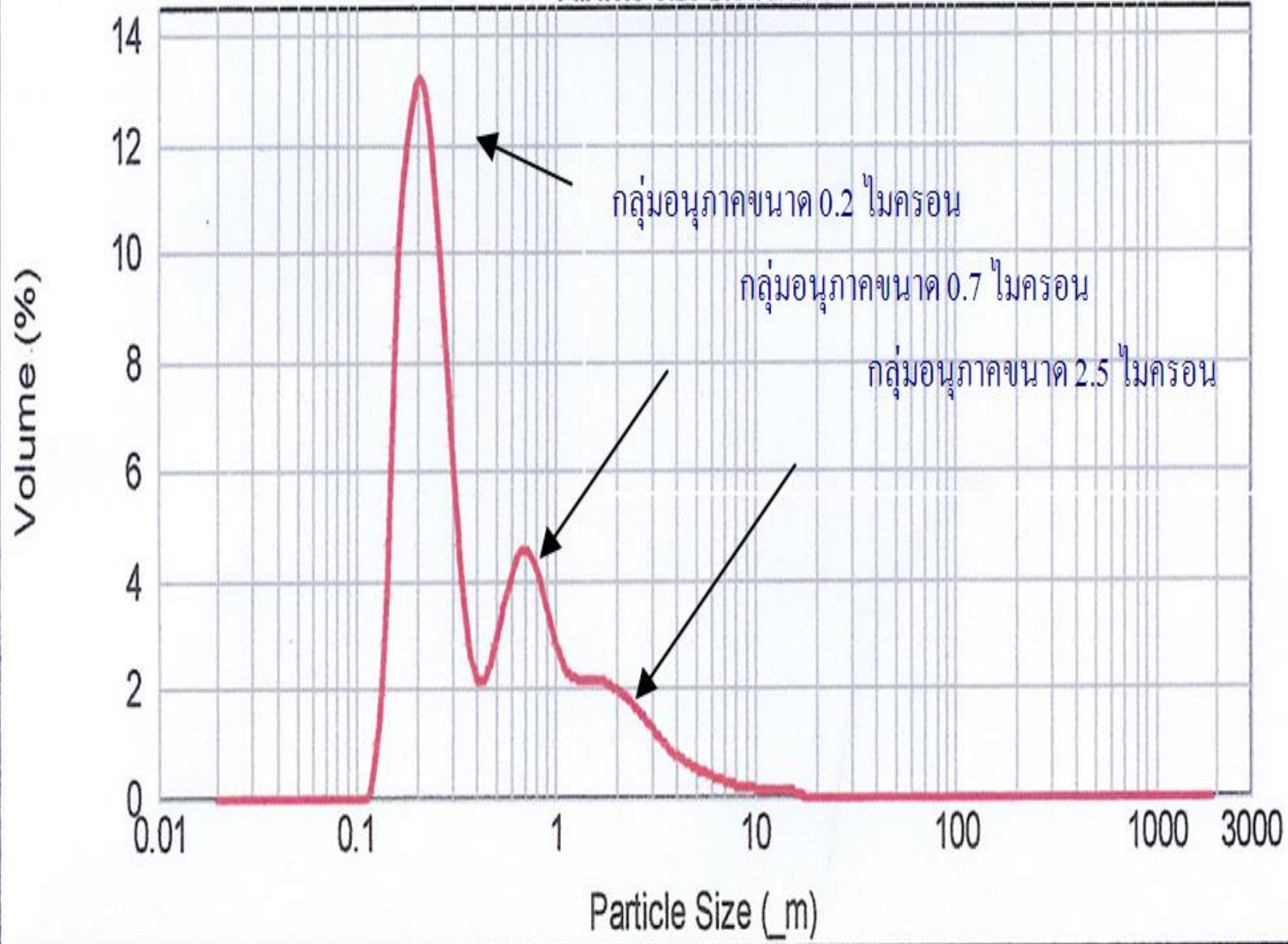


3) ปริมาณน้ำในเขต 25 ลุ่มน้ำประธานของประเทศไทย ^{3/}

ภาค	ลุ่มน้ำ	ปริมาณฝนเฉลี่ย (มม.)	ปริมาณน้ำ (ล้าน ม. ³)	ปริมาณน้ำท่า (ล้าน ม. ³)
เหนือ	สาละวิน กก ปิง วัง ยม น่าน	1,451.37	185,957.36	45,747.66
ตะวันออกเฉียงเหนือ	โขง ชี มูล	1,438.32	252,816.31	48,804.64
กลาง	เจ้าพระยา สะแกกรัง ป่าสัก	1,155.44	120,301.11	33,120.42
ตะวันออก	ท่าจีน แม่กลอง เพชรบุรี ชายฝั่งทะเลตะวันตก			
	ปราจีนบุรี บางปะกง โตนเลสาบ ชายฝั่งทะเลตะวันออก	1,761.80	68,177.18	26,703.53
ใต้	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก ตาปี ทะเลสาบสงขลา ปัตตานี ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	1,604.93	117,833.70	46,453.85
	รวม	1,482.37	745,085.66	200,830.10



Particle Size Distribution

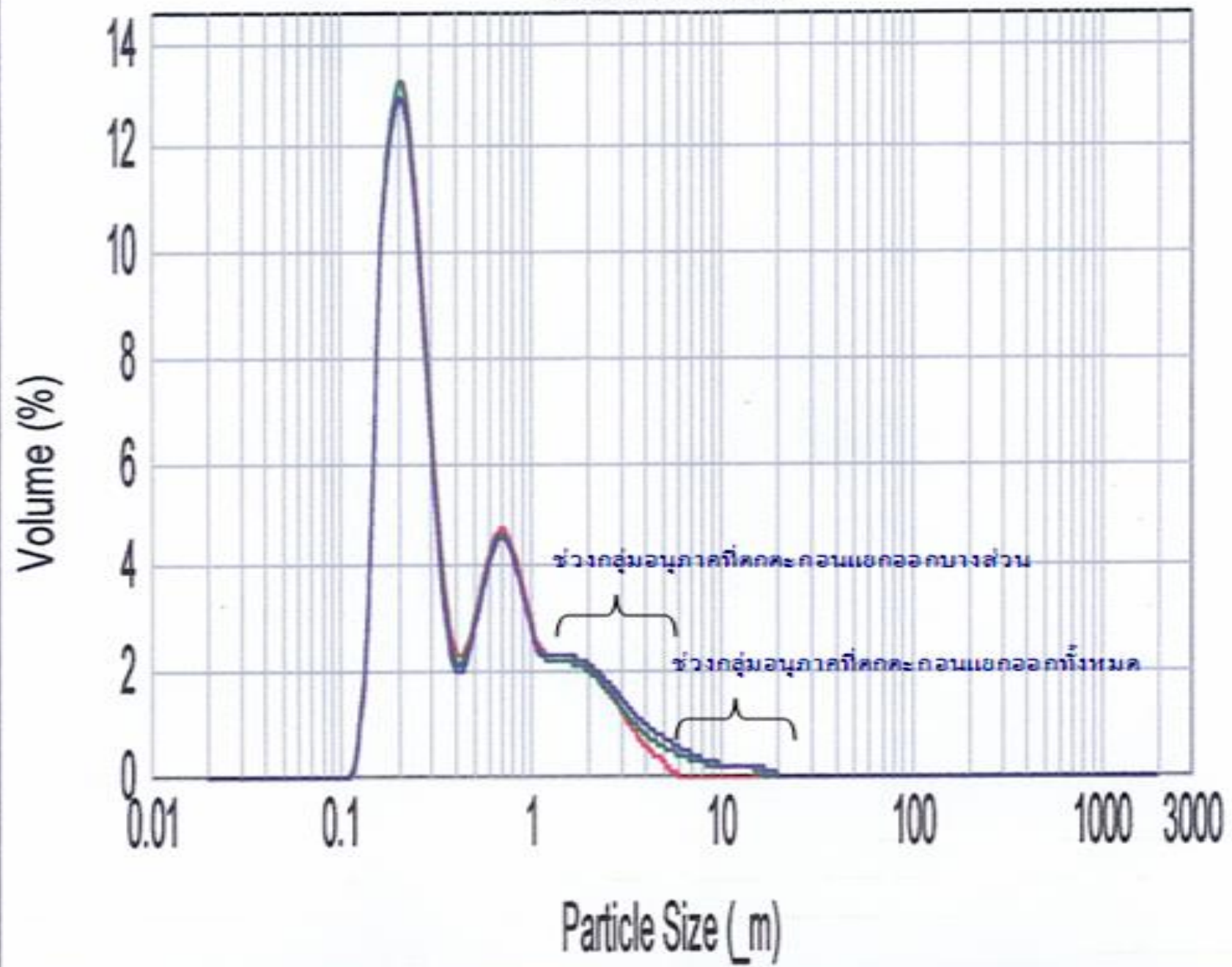


กลุ่มอนุภาคขนาด 0.2 ไมครอน

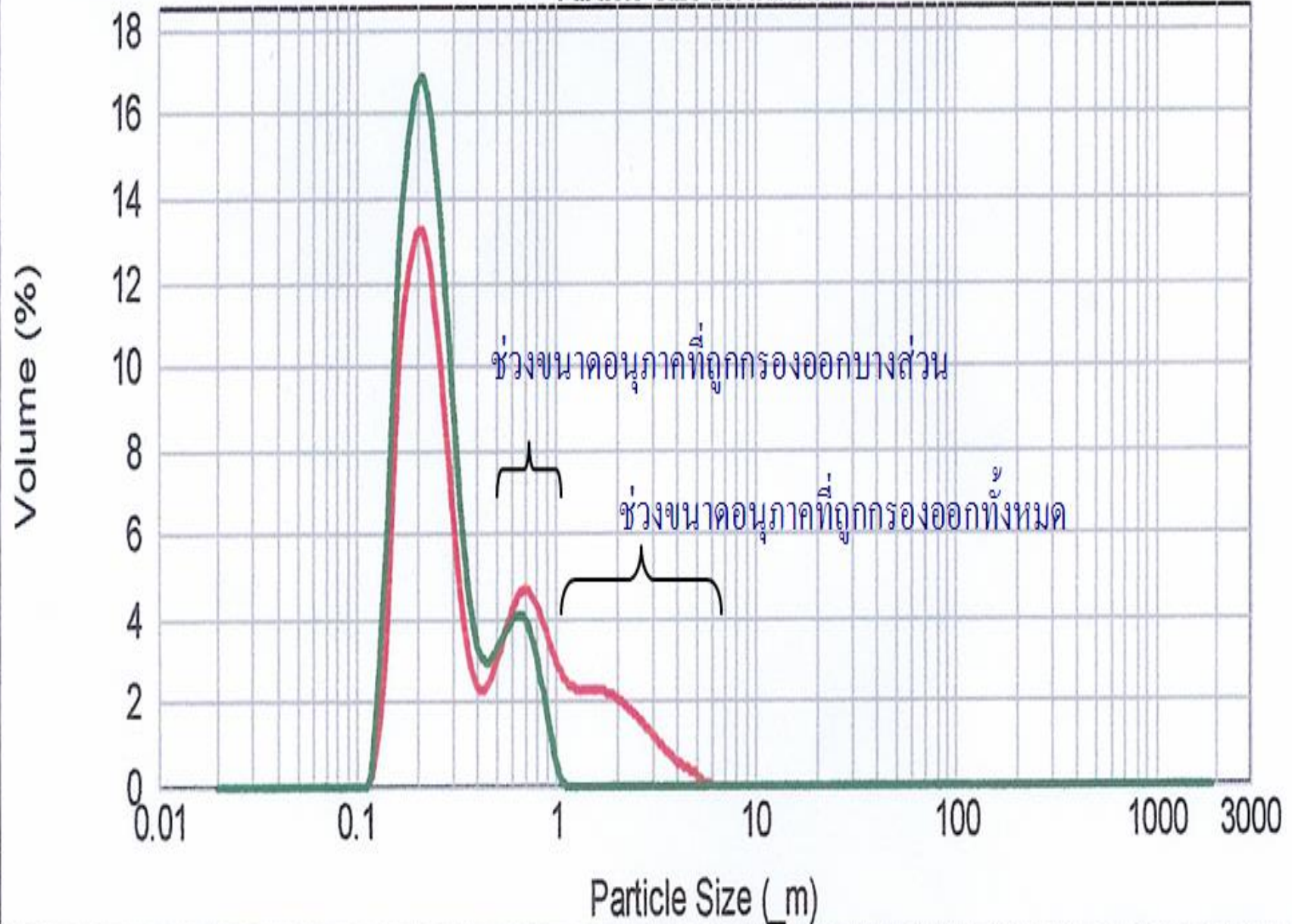
กลุ่มอนุภาคขนาด 0.7 ไมครอน

กลุ่มอนุภาคขนาด 2.5 ไมครอน

Particle Size Distribution



Particle Size Distribution



— upper level, 27 Jun 2005 10:40:03

— filtrate of river water, 27 Jun 2005 15:43:39

Table 7.1 Point-of-use methods for reduction or removal of contaminants in water supply

Method	General Removal Applications
Water Treatment Devices	
Filtration	Turbidity, particulates, color
Adsorption	Chlorine, organic substances, odors
Ion exchange	
Cationic	Calcium, Mercury, Magnesium, Iron
Anionic	Arsenic, Selenium
Distillation	Inorganic substances, dissolved solids
Reverse osmosis	Metals, total dissolved solids
Water softening	Barium
Lime Softening	Cadmium
Water Purifiers	
Filtration barrier	<i>Giardia</i>
Disinfection barrier	Bacteria, viruses

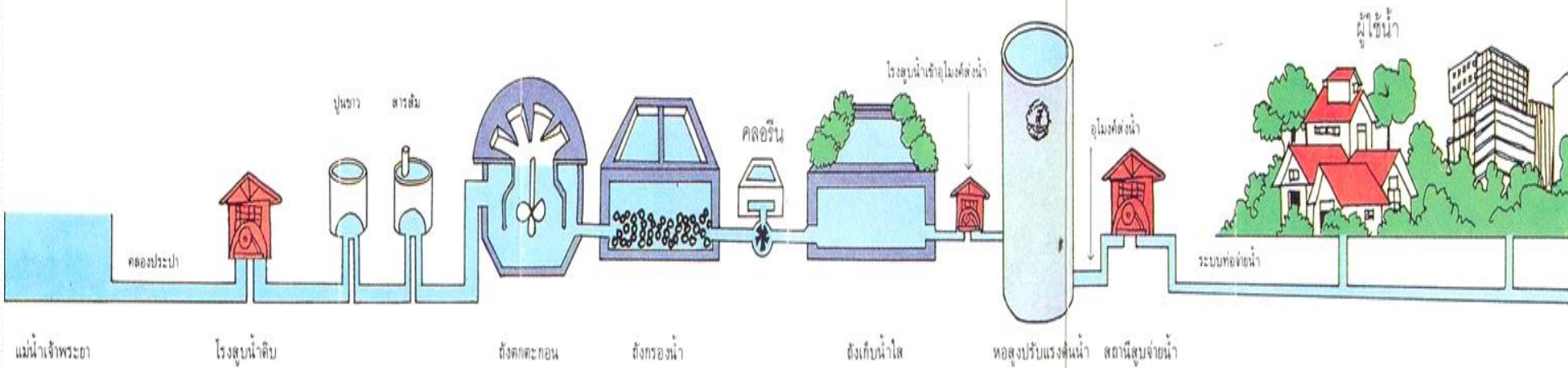
TABLE 12-3. 2
THAI STANDARDS FOR DRINKING WATER

Parameters	Thailand Maximum Acceptable Value	WHO Guideline Value
Colour mg/l TCU : mg/l Pt-Co	5	15
Turbidity NTU : Jackson	5	5
Odour (dilution)	inoffensive to most consumers	inoffensive to most consumers
Taste (dilution)	inoffensive to most consumers	inoffensive to most consumers
pH	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5
Chloride mg/l Cl	250	250
Sulphate mg/l SO ₄	200	400
Calcium mg/l Ca	75	-
Magnesium mg/l Mg	50	-
Sodium mg/l Na		200
Aluminium mg/l Al		0.2
Total hardness mg/l CaCO ₃		50
Total Dissolved Solids mg/l	500	500
Nitrate mg/l NO ₃	45	44
Hydrogen sulphide µg/l S		undetectable
Phenols (phenol index) µg/l	1	
Alkyl benzyl sulfonates (ABS)µg/l	500	
Iron µg/l Fe	500	
Manganese µg/l Mn	300	
Iron and Manganese µg/l	500	

Parameters	Thailand Maximum Acceptable Value	WHO Guideline Value
Copper µg/l Cu	1000	
Zinc µg/l Zn	5000	
Fluorine µg/l F	700	1500
Barium µg/l Ba	1000	
Arsenic µg/l As	50	
Cadmium µg/l Cd	10	5
Cyanide µg/l C	200	100
Chromium µg/l Cr	50	50
Mercury µg/l Hg	1	1
Nickel µg/l Ni		50
Lead µg/l Pb	50	50
Selenium µg/l Se	10	
Pesticides and related substances µg/l- per substance • aldrin and dieldrin		0.03
PAH µg/l: total for the following substances: - fluoranthene - benzo (3,4) fluoranthene - benzo (11,12) fluoranthene - benzo (1,12) perylene - indeno (1,2,3-cd) pyrene - benzo (3,4) pyrene		0.1
Total coliforms (100 ml)		0.01
Faecal coliforms (100 ml)		NONE
Faecal streptococci (100 ml)		NONE
Sulphite-reducing clostridium in 20 ml		NONE
Microbiological Quality Standard Plate Count no/ml Most Probable No of Organisms / 100 ml E. Coli	500 <2.2 NONE	

Organic compounds $\mu\text{g/l}$		
- benzene		10
- carbon tetrachloride		3
- chlordane		0.3
- chlorobenzene		0.1 TO 3
- chloroform		30
- 2,4-D.		100
- DDT		1
- 1,2-dichloroethane		10
- 1,1-dichloroethene		0.3
- heptachlor and heptachloro-epoxy		0.5
- hexachlorobenzene		0.01
- γ -HCH (lindane)		3
- methoxychlor		30
- pentachlorophenol		10
- tetrachlorethene		10
- trichloroethene		30
- 2,4,6-trichlorophenol		10
Radioactivity		
α activity Bq/l		0.1
β activity Bq/l		1

กรรมวิธีผลิตน้ำประปา



แม่น้ำเจ้าพระยา โรงสูบน้ำดิบ ถังตกตะกอน ถังกรองน้ำ คลอรีน ถังเก็บน้ำใส หอสูงปรับแรงดันน้ำ สถานีสูบน้ำจ่ายน้ำ

ผู้ใช้ น้ำ

ระบบท่อจ่ายน้ำ

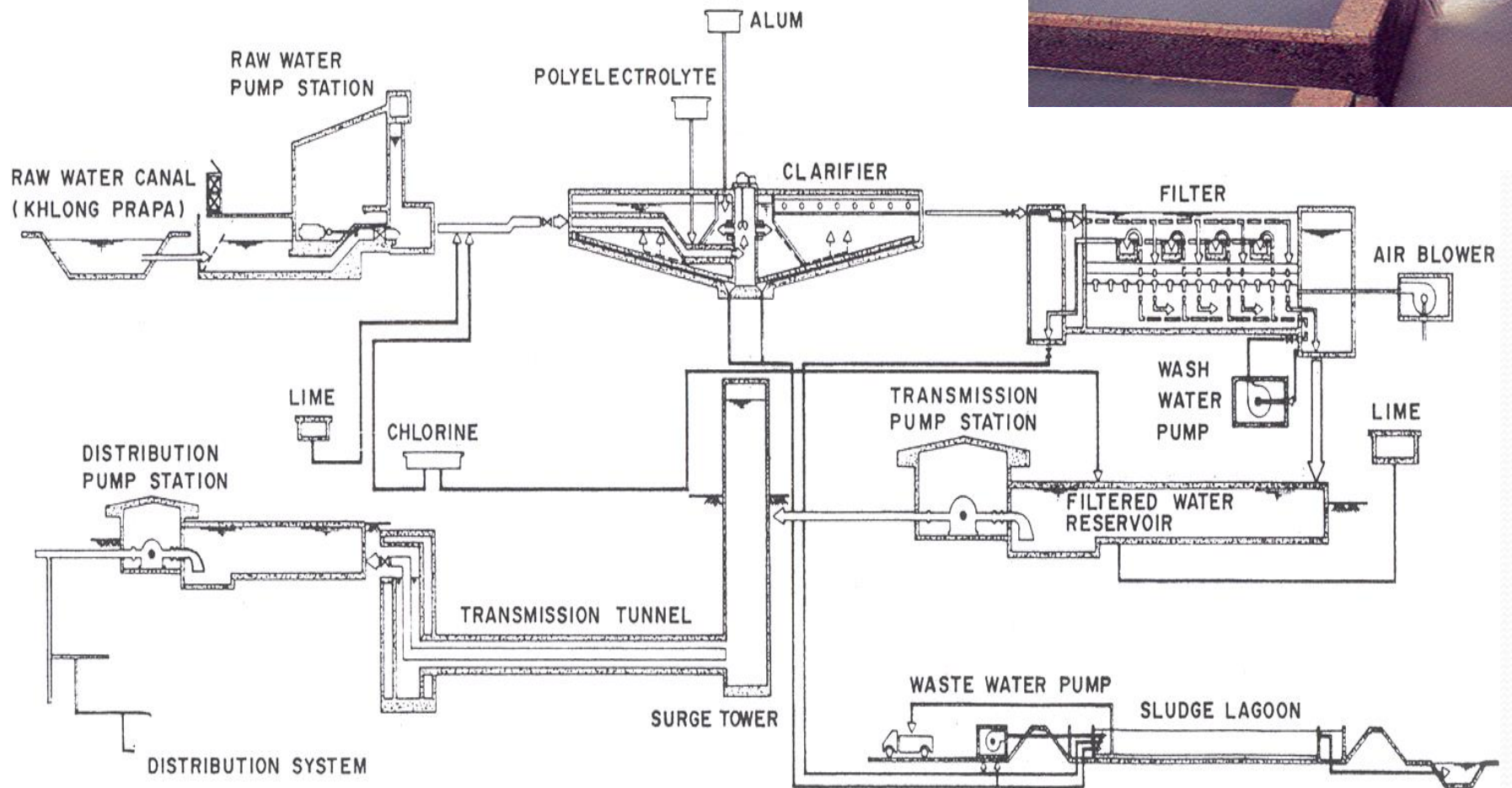
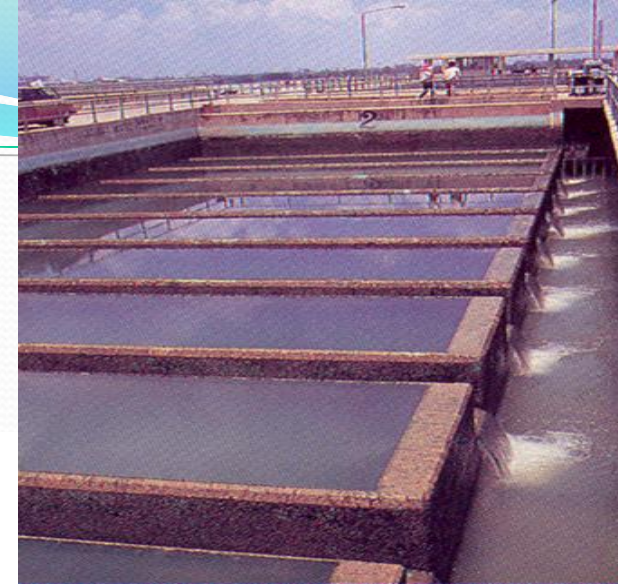


Table 2.1 Waterborne infectious bacteria

Organism	Disease	Infectious dose
<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>	Nosocomial infections	?
<i>Aeromonas hydrophila</i> ^a	Enteritis, wounds	?
<i>A. sobria</i> ^a	Enteritis, wounds	?
<i>A. caviae</i> ^a	Enteritis, wounds	?
<i>Campylobacter jejuni</i> ^a	Enteritis	?
<i>C. coli</i> ^a	Enteritis	?
<i>Chromobacterium violaceum</i> ^a	Enteritis	?
<i>Citrobacter</i> spp. ^a	Nosocomial infections	?
<i>Clostridium perfringens</i> type C ^a	Enteritis	?
<i>Enterobacter</i> spp. ^a	Nosocomial	?
<i>Escherichia coli</i> serotypes ^a	Enteritis	> 10 ⁶ CFU ^b
<i>Flavobacterium meningosepticum</i>	Nosocomial, meningitis	?
<i>Francisella tularensis</i>	Tularemia	10 CFU
<i>Fusobacterium necrophorum</i>	Liver abscesses	10 ⁶ CFU
<i>Klebsiella pneumoniae</i> ^a	Nosocomial, pneumonia	?
<i>Leptospira icterohaemorrhagiae</i> ^a	Leptospirosis	?
<i>Legionella pneumophila</i> ^a	Legionellosis	> 10 CFU
<i>Morganella morganii</i> ^a	Urethritis, nosocomial	?
<i>Mycobacterium tuberculosis</i> ^a	Tuberculosis	?
<i>M. marinum</i>	Granuloma	?
<i>Plesiomonas shigelloides</i> ^a	Enteritis	?
<i>Pseudomonas pseudomallei</i>	melioidosis	?
<i>Salmonella enteritidis</i> ^a	Enteritis	> 10 ⁶ CFU
<i>S. montevideo</i> B ^a	Salmonellosis	?
<i>S. paratyphi</i> A&B ^a	Paratyphoid fever	?
<i>S. typhi</i> ^a	Typhoid fever	10 ⁵ CFU
<i>S. typhimurium</i> ^a	Salmonellosis	> 10 ⁵ CFU
<i>Serratia marcescens</i> ^a	Nosocomial	?
<i>Shigella dysenteriae</i> ^a	Dysentery	?
<i>Staphylococcus aureus</i> ^a	Wounds, food poisoning	?
<i>Vibrio alginolyticus</i> ^a	Wounds	?
<i>V. cholerae</i> ^a	Cholera dysentery	10 ³ CFU
<i>V. fluvialis</i> ^a	Enteritis	?
<i>V. mimicus</i> ^a	Enteritis	?
<i>V. parahaemolyticus</i> ^a	Enteritis	10 ⁵ CFU
<i>V. vulnificus</i> ^a	Wound infections	?
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Enteritis	10 CFU

^a Found in the tropics.^b CFU, colony forming units (see Hazen et al., 1987; Dufour, 1986; Hutchinson and Ridgway, 1977; Hawkins et al., 1985).**Table 2.2** Other waterborne pathogens

Organism	Disease	Infectious dose
Viruses		
Adenovirus ^a	Enteritis, pharyngitis	1–10 PFU ^c
Calicivirus ^a	Enteritis	1–10 PFU
Norwalk virus ^a	Enteritis	1–10 PFU
Coronavirus	Enteritis	1–10 PFU
Coxsackievirus A & B	Meningitis	1–10 PFU
Echo virus	Enteritis, Meningitis	1–10 PFU
Hepatitis A virus ^a	Hepatitis	1–10 PFU
Poliovirus ^a	Poliomyelitis	1–10 PFU
Rotavirus ^a	Enteritis	1–10 PFU
Astrovirus	Enteritis	1–10 PFU
Cyanobacteria		
<i>Cylindrospermopsis</i> spp. ^b	Hepatoenteritis	Bloom
Fungi		
<i>Candida</i> spp. ^a	Candidiasis	?
<i>Rhinosporidium seeberi</i> ^b	Rhinosporidiosis	?
Protozoa		
<i>Balantidium coli</i> ^a	Balantidiasis	?
<i>Cryptosporidium</i> spp. ^a	Cryptosporidiosis	?
<i>Giardia lamblia</i> ^a	Giardiasis	1 cyst
<i>Entamoeba histolytica</i> ^a	Dysentery	1 cyst
<i>Naegleria fowleri</i> ^a	Meningoencephalitis	?
<i>Acanthamoeba</i> spp. ^a	Meningoencephalitis	?
Helminths		
<i>Schistosoma mansoni</i> ^b	Schistosomiasis	1 cercariae
<i>S. haematobium</i> ^b	Schistosomiasis	1 cercariae
<i>S. japonicum</i> ^b	Schistosomiasis	1 cercariae
<i>S. intercalatum</i> ^b	Schistosomiasis	1 cercariae
<i>S. mekongi</i> ^b	Schistosomiasis	1 cercariae
<i>Fasciola hepatica</i> ^a	Fascioliasis	1 metacercariae
<i>Fasciolopsis buski</i> ^b	Fasciolopsiasis	1 metacercariae
<i>Paragonimus westermani</i> ^a	Paragonimiasis	1 metacercaria
<i>Clonorchis sinensis</i> ^a	Chinese liver fluke	1 metacercaria
<i>Diphyllobothrium latum</i>	Pernicious anaemia	1 pleurocercoid
<i>Dracunculus medienis</i> ^a	Guinea worm	1 larvae
<i>Ascaris lumbricoides</i> ^a	Ascariasis	1 larvae

^a Found in the tropics.^b Found exclusively in the tropics.^c PFU, plaque forming units (see Hazen et al., 1987; Dufour, 1986; Hutchinson and Ridgway, 1977; Hawkins et al., 1985).

การปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบ

หลังจากการสูบน้ำดิบจากแหล่งน้ำดิบที่ไหลมาตามคลองประปา น้ำดิบจะสัมผัสกับแสงแดด อากาศ และจะตกตะกอนตามธรรมชาติ ซึ่งจะทำให้คุณภาพน้ำดิบดีขึ้น และก่อนที่น้ำดิบจะเข้าสู่กระบวนการผลิตจะมีตะแกรงหยาบ (Coars Screen) และตะแกรงละเอียด (Fine Screen) ทำหน้าที่กักและป้องกันไม่ให้วัสดุต่างๆ เช่น สวะ เศษไม้ ดุงพลาสติก และสิ่งแปลกปลอมต่างๆ เข้าไปสู่กระบวนการผลิต ซึ่งเป็นการป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นต่ออุปกรณ์การผลิตน้ำได้



การเพิ่มออกซิเจนและการเติมสารเคมี

ก่อนที่น้ำดิบจะไหลเข้าถังตกตะกอนจะมีการเพิ่มปริมาณออกซิเจนให้กับน้ำดิบ โดยการผ่านอาคารเพิ่มออกซิเจน (Aeration Structure) ซึ่งออกแบบให้น้ำดิบไหลลงจากส่วนบน แล้วตกเป็นชั้นๆ แบบขั้นบันไดทั้งสองข้าง แล้วเติมสารเคมี ได้แก่ สารส้ม (Alum), ปูนขาว (Lime), จุนสี (Copper Sulphate), คลอรีน (Chlorine), ผงถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon) และสารช่วยตกตะกอน (Polymer) ในอัตราส่วนที่เหมาะสม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพน้ำดิบในแต่ละฤดูกาล



การตกตะกอน

เมื่อเติมสารเคมีในน้ำดิบแล้วน้ำดิบจะทำปฏิกิริยากับสารเคมีรวมตัวกันเป็นตะกอนที่โตขึ้นจนเห็นได้ชัดเจนในถังตกตะกอน โดยใช้ระบบทำให้น้ำขึ้นลงเป็นจังหวะเรียกว่า Pulsator ทำให้ออกซิเจนที่เติมเข้าไปในน้ำดิบจะไหลเข้าทางรับน้ำไปยังบ่อกรองน้ำต่อไป ส่วนตะกอนหนักที่อยู่ด้านล่างจะถูกระบายออกไปเก็บไว้ในบ่อตกตะกอนเพื่อรอการกำจัดต่อไป เป็นการรักษาสภาพสิ่งแวดล้อมอีกทางหนึ่งด้วย



การกรอง

น้ำที่ผ่านการตกตะกอนแล้วยังคงมีตะกอนละเอียดแขวนลอยอยู่บางส่วน (ความขุ่นประมาณ 5-7 หน่วยวัดความขุ่น) จะไหลเข้าบ่อกรองน้ำซึ่งมีทรายเป็นสารกรองเพื่อกำจัดเอาตะกอนที่ละเอียดอีกครั้งหนึ่ง น้ำที่ผ่านการกรองขั้นนี้แล้วจะมีความใสมาก โดยมีความขุ่นไม่เกิน 2 หน่วยวัดความขุ่น แต่เนื่องจากบ่อกรองที่ใช้เป็นชนิดอัตราการกรองเร็ว เมื่อใช้งานไปได้ประมาณ 24 ชั่วโมง จะต้องมีการล้างโดยการผันลมและใช้น้ำย้อนขึ้นมาจากใต้บ่อกรอง (Back wash) เพื่อให้ทรายเกิดการขยายตัว และให้ตะกอนที่ติดค้างอยู่บนผิวทรายไหลตามน้ำออกไประบายกลับไปเข้าสู่กระบวนการผลิตน้ำอีกครั้ง ซึ่งน้ำส่วนนี้จะมีค่าความขุ่นไม่มากและจะช่วยลดการสูญเสียน้ำในระบบการผลิตได้ด้วย

การฆ่าเชื้อโรคและควบคุมความเป็นกรด-ด่าง

น้ำที่ออกจากบ่อกรองเพื่อไปเก็บไว้ในถังเก็บน้ำใสจะยังมีแบคทีเรียหลงเหลืออยู่ จึงต้องมีการฆ่าเชื้อโรคเพื่อให้ความปลอดภัยสามารถบริโภคได้ โดยจะใช้คลอรีนเป็นสารฆ่าเชื้อโรคและเติมปูนขาวเพื่อปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างให้ได้มาตรฐานน้ำประปา

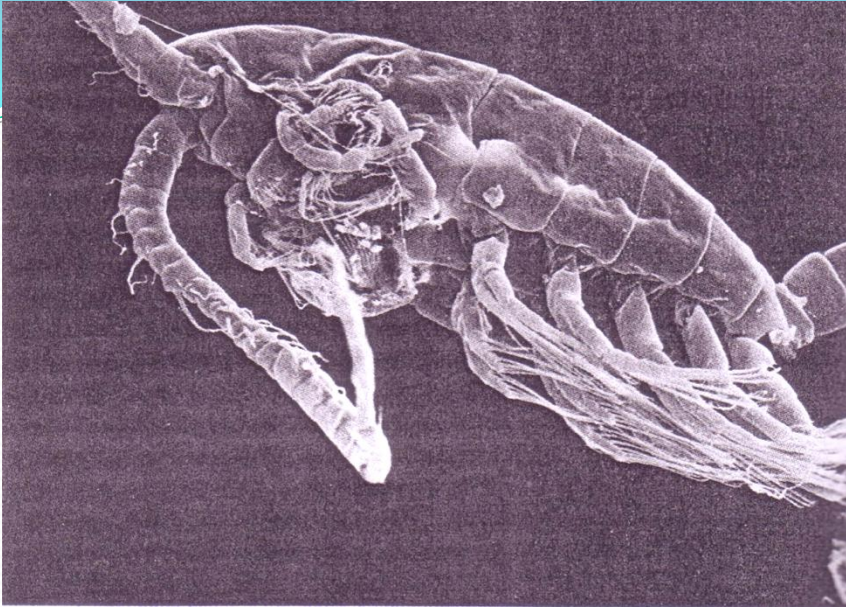


Figure 11.1B

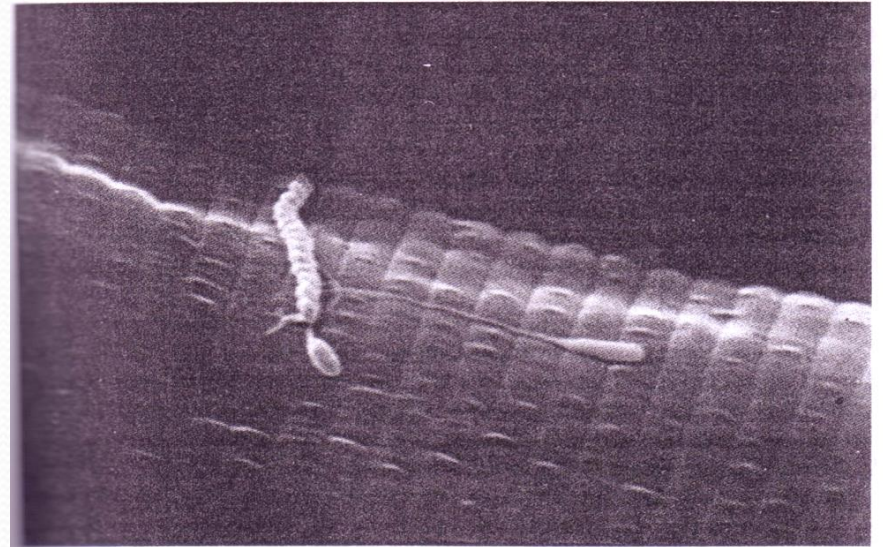
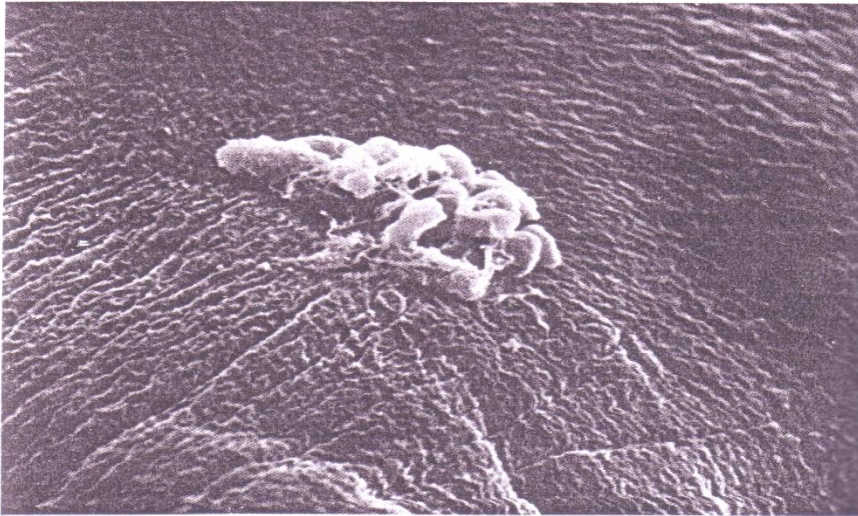


Figure 11.1 Scanning electron micrographs of invertebrates collected from the drinking water distribution system of Worcester, Massachusetts, showing the presence of bacteria on the external surfaces. A (above), and B, amphipods; C, nematodes; D, copepod.

Table 11.1 Bacteria associated with invertebrates collected from a drinking water distribution system, Worcester, Massachusetts, 1982–1984

Bacterium	Invertebrate Type			
	Amphipod	Copepod	Fly Larva	Nematode
<i>Acinetobacter</i> sp.	+			
<i>Achromobacter xylooxidans</i>	+			
<i>Aeromonas hydrophila</i>			+	
<i>Bacillus</i> sp.	+			
<i>Chromobacter violaceum</i>	+			
<i>Flavobacterium meningosepticum</i>		+		
<i>Moraxella</i> sp.	+	+		
<i>Pasteurella</i> sp.	+	+		
<i>Pseudomonas diminuta</i>		+		
<i>Pseudomonas cepacia</i>			+	+
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	+		+	
<i>Pseudomonas maltophilia</i>	+			
<i>Pseudomonas paucimobilis</i>	+	+		
<i>Pseudomonas vesicularis</i>	+			
<i>Serratia</i> sp.	+			
<i>Staphylococcus</i> sp.	+			

Levy et al. (1986).

Table 7.2 Challenge organisms and microbial reduction requirements for evaluating water purifiers^a

Organism	Influent challenge ^b	Minimum required reduction	
		Log	%
Bacteria:			
<i>Klebsiella terrigena</i> (ATCC-33257)	10 ⁷ /100 ml	6	99.9999
Virus:			
Poliovirus 1 (LSc) (ATCC-VR-59) and, Rotavirus (Wa or SA-11) (ATCC-VR-899 or VR-2018)	1 × 10 ⁷ /l	4	99.99 ^c
Cyst (Protozoan):^d			
<i>Giardia muris</i> or <i>Giardia lamblia</i> or As an option for units or components based on occlusion filtration: particles or spheres, 4–6 μm	10 ⁶ /l	3	99.9
	10 ⁷ /l	3	99.9

- Guide Standard and Protocol for Testing Microbiological Water Purifiers (Office of Drinking Water Task Force Report, U.S. Environmental Protection Agency, April 1987)
- The influent challenges may constitute greater concentrations than would be anticipated in source waters, but these are necessary to properly test, analyze, and quantitatively determine the indicated log reductions.
- Virus types are to be mixed in roughly equal 1 × 10⁷/l concentrations and a joint 4 log reduction will be acceptable.
- It should be noted that new data and information with respect to cysts (i.e., *Cryptosporidium* or others) may in the future necessitate a review of the organism of choice and of the challenge and reduction requirements.

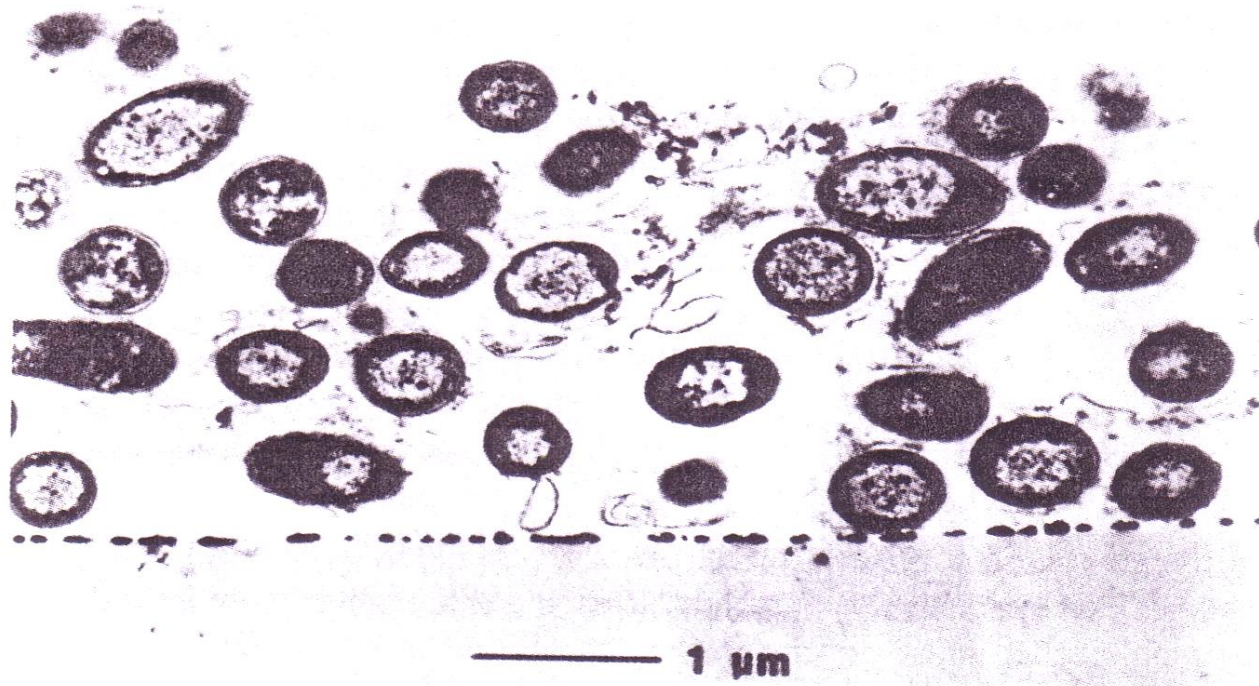


Figure 12.1 Transmission Electron Microscopy (TEM) picture of a cross section of a very thin biofilm.

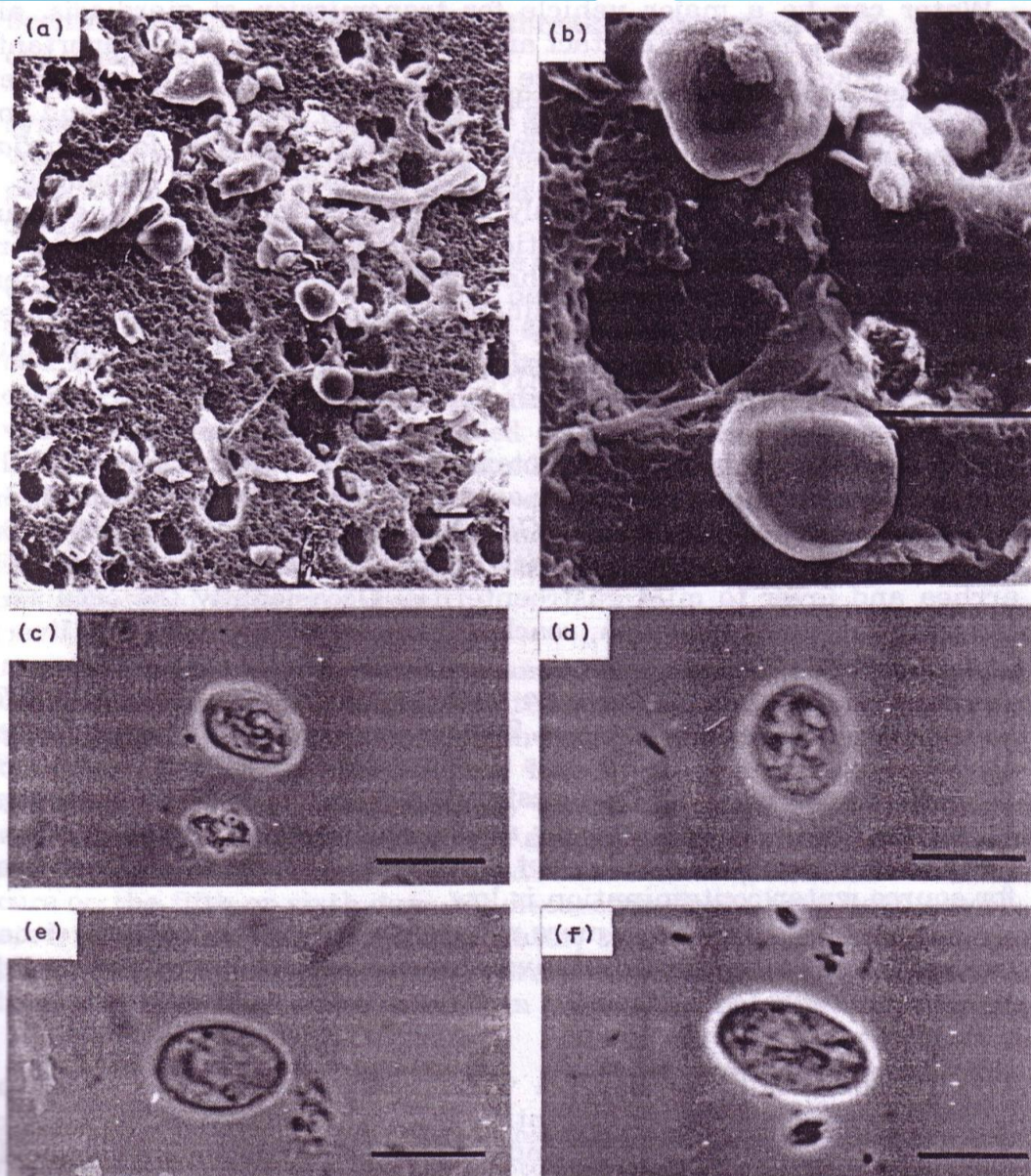


Figure 2.2 *Giardia* cysts from humans. (a) An SEM micrograph of several *Giardia* cysts from human material on an 8- μm pore membrane at 750 \times . (b) The same material magnified to 3000 \times . (c) to (f) Photo micrographs of cysts of the same sources at 2000 \times . [Source: W. Jakubowski and J. C. Hoff (eds.), *Waterborne Transmission of Giardiasis*, USEPA 600/6-79-001, June 1979.]

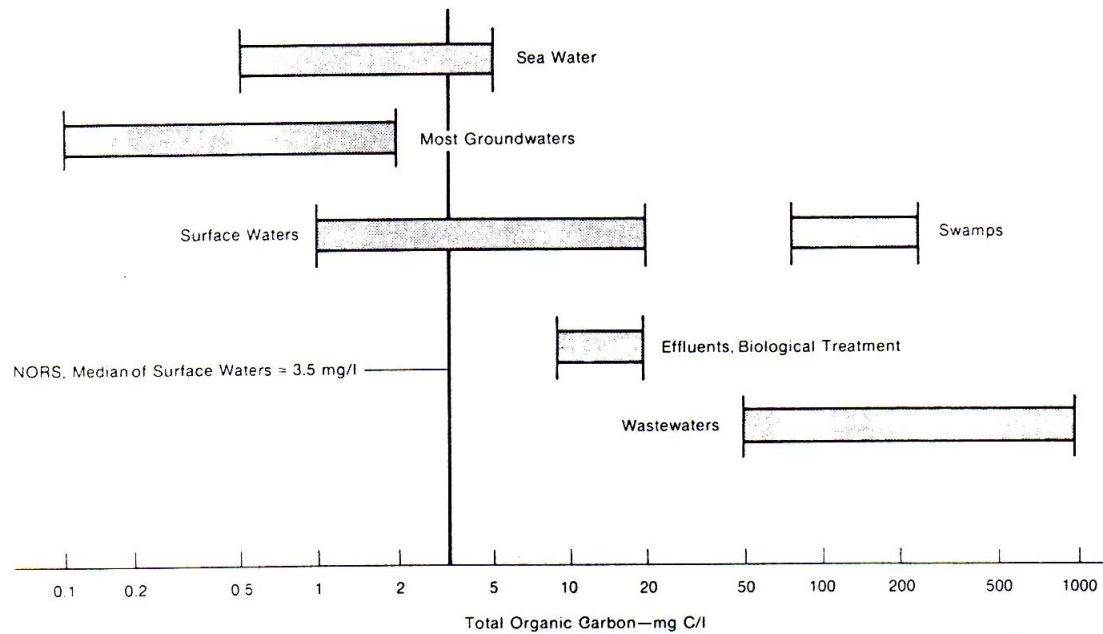


Figure 2.7 Ranges of TOC reported for a variety of natural waters. (Source: M. C. Kavanaugh, *Coagulation for Improved Removal of Trihalomethane Precursors*, Journal AWWA, vol. 70, no. 11, Nov. 1978, p. 613.)

TABLE 2.2 Cancer Risk Estimates for VOCs⁹

Compound	Concentration in drinking water, corresponding to a 10^{-5} risk, $\mu\text{g/L}$	
	NAS*	CAG†
Trichloroethylene	45	26
Tetrachloroethylene	35	6.7
Carbon tetrachloride	45	2.7
1,2-Dichloroethane	7.0	3.8
Vinyl chloride	10	0.15

*National Academy of Sciences.

†Cancer Assessment Group.

**Table 6 Research Efforts on Oxidation by Utilities
Serving >50,000 People from the WIDB**

	Recent/ongoing (%)	Future (%)
Ozone	14	18
Chlorine dioxide	10	9
Chloramines	14	8
Chlorine	22	6
KMnO ₄	13	6

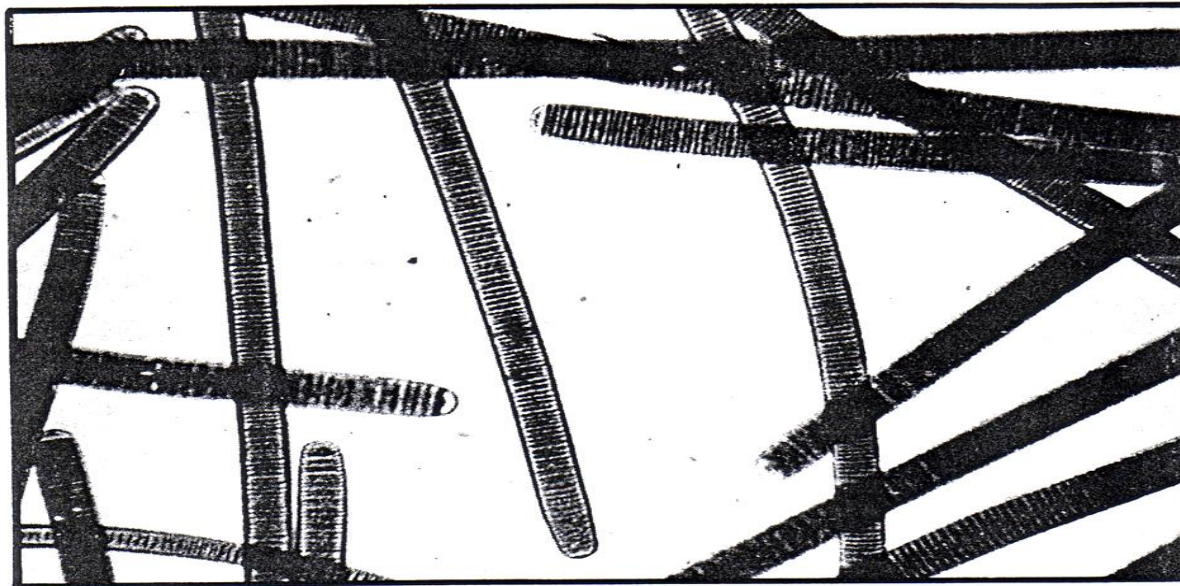
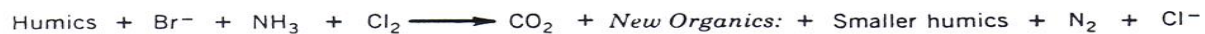


Figure 2.4 Blue-green algae, *Oscillatoria limosa*. (Courtesy James M. Montgomery Consulting Engineers, Inc.)



Trihalomethanes
 +
 Dihaloacetonitriles
 +
 Halogenated carboxylic acids
 +
 Halogenated amines
 +
 Halogenated phenols
 +
 Halogenated ketones
 +
 Halogenated aromatics
 +
 Halogenated humics
 +
 Aldehydes
 +
 Aromatics
 +
 Phthalates

Figure 2.5 Chlorination by-products. (Source: James M. Montgomery Consulting Engineers, Inc., *Water Treatment Principles and Design*, John Wiley & Sons, Inc., Copyright 1985.)

Table 7 Classes of By-Products Associated with Alternative Oxidants

Chloramines	Haloacetic acids(HAAs) Nitrite/nitrate Cyanogen chloride/bromide 1,1-Dichloropropanone Trihalomethanes (THMs)* ? **
Chlorine dioxide	Chlorite Chlorate ?
Ozone	Bromate BDOC Aldehydes Ketoacids Bromoform Peroxides Epoxides ?
UV	?
KMnO ₄	?

* If formed by chlorination followed by ammonia addition.

? ** By-products may be formed that still have not been identified.

Table 4 Disinfection Practices of Surface Water Utilities From the WIDB

	Population > 50,000 (%)	Population < 50,000 (%)
Preoxidation/disinfection		
Chlorine	64	67
Chlorine dioxide	9	12
Chloramines	15	8
Ozone	0.7	0.7
Potassium permanganate	31	35
Postdisinfection		
Chlorine	71	85
Chlorine dioxide	2	3
Chloramines	25	2
Number reporting	427	276

Table 5 Disinfection Practices of Groundwater Utilities From the WIDB

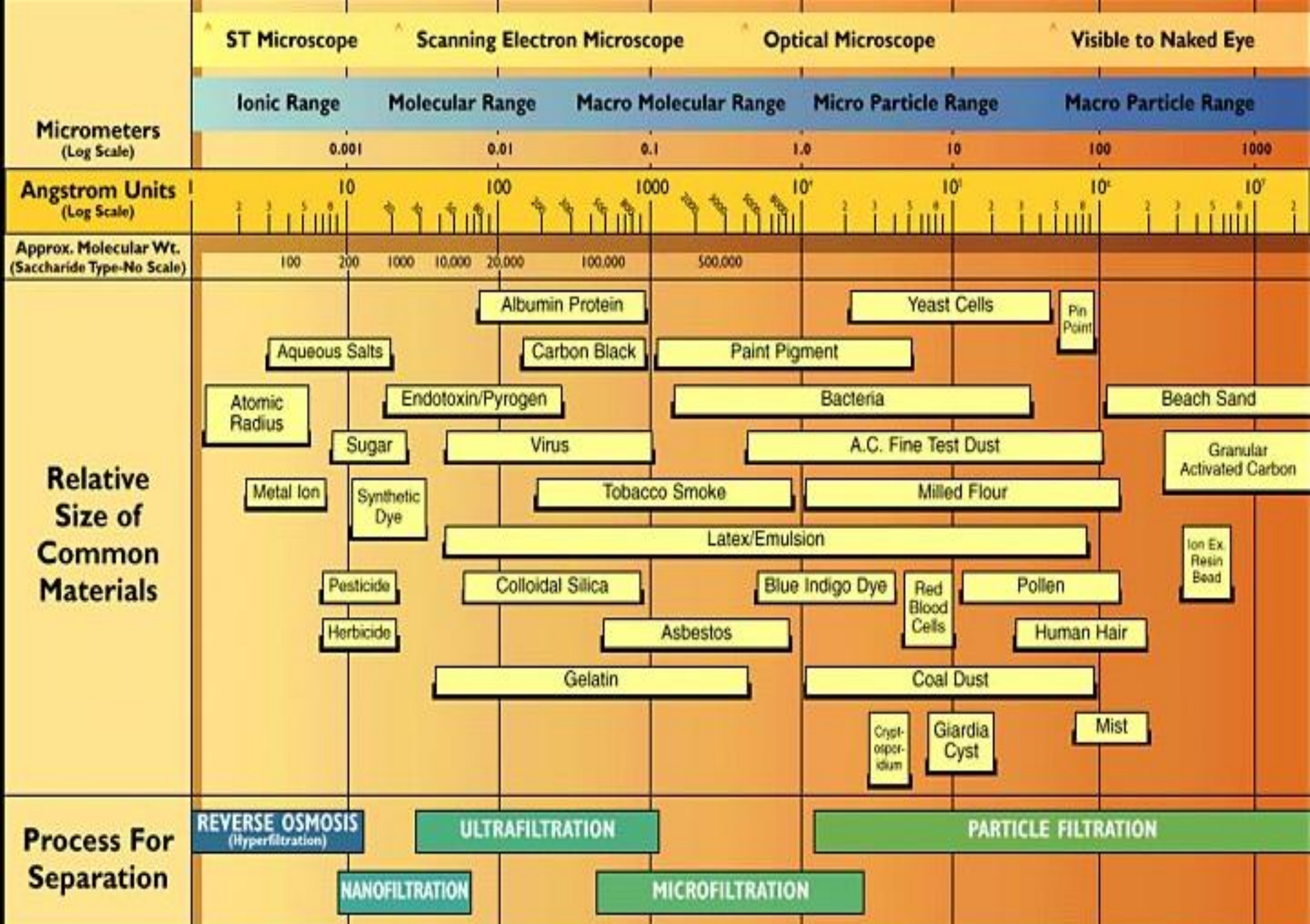
	Population > 50,000 (%)	Population < 50,000 (%)
Any disinfectant	88.4	85.8
Chlorine	84	83
Chlorine dioxide	0.9	0.3
Chloramines	10	5
Ozone	0	0.3
Potassium permanganate	4	6
Number reporting	232	359

**Table 6 Research Efforts on Oxidation by Utilities
Serving >50,000 People from the WIDB**

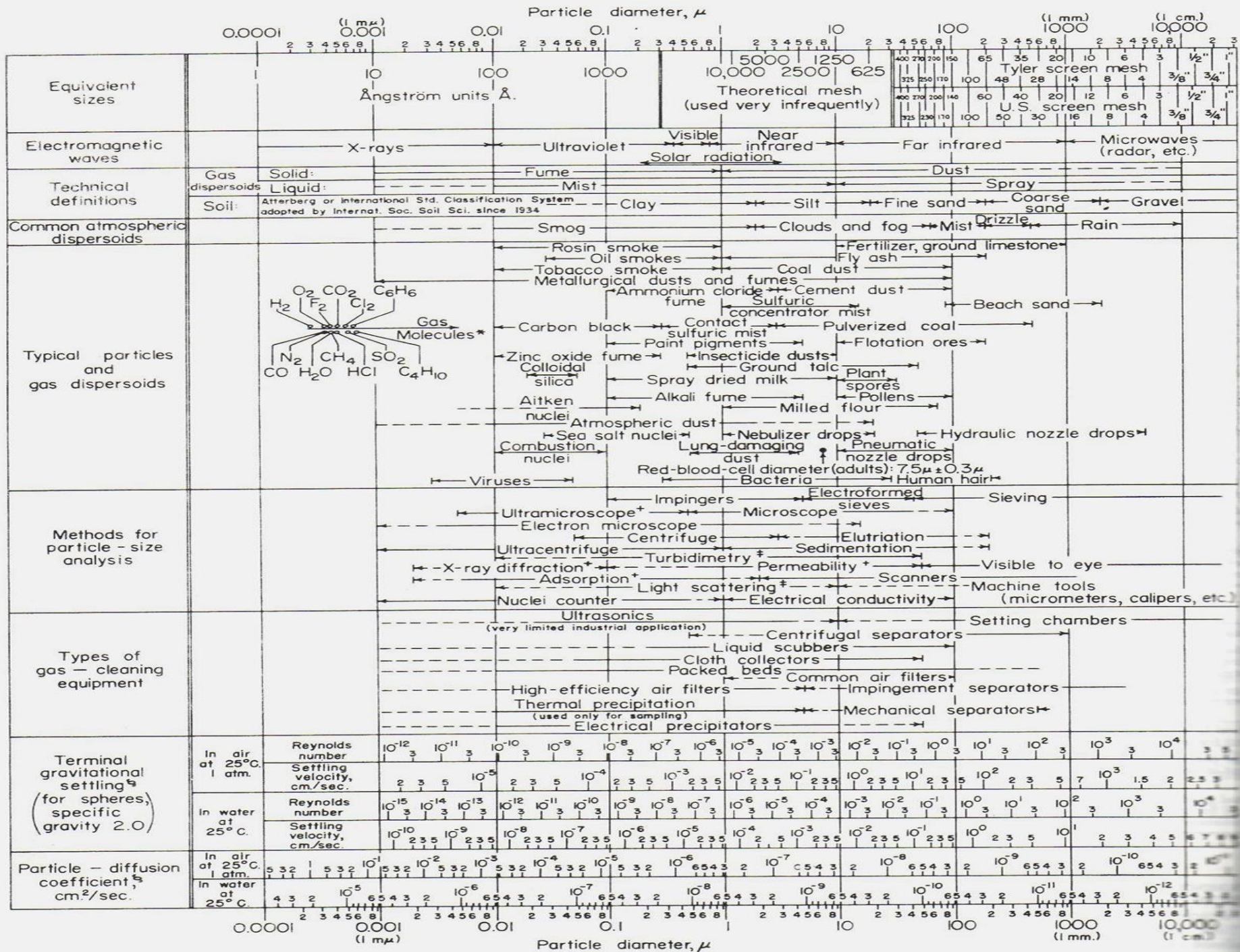
	Recent/ongoing (%)	Future (%)
Ozone	14	18
Chlorine dioxide	10	9
Chloramines	14	8
Chlorine	22	6
KMnO ₄	13	6

Table 3 Average and Median TOC Values Reported in the WIDB

	Reporting/ Total	Average mg/l	Median mg/l
Groundwater	68/591	3.4	0.78
Surface water	138/703	4.66	3.9



Note: 1 Micron (1x10⁶ Meters) = 4x10⁴ Inches (0.00004 Inches)
 1 Angstrom Unit = 10⁻¹⁰ Meters = 10⁴ Micrometers (Microns)



	MF	UF	NF	RO	ED
Membrane	Porous isotropic	Porous asymmetric	Finely porous asymmetric/composite	Nonporous asymmetric/composite	Porous/Nonporous electrically charged membrane
Pore size	50 nm-10 μ m	5-20 nm	2-5 nm	5-20 A	< 10 A
Transfer mechanism	Sieving and adsorptive mechanisms (solute migrate by convection)	Sieving and preferential adsorption	Sieving/electrostatic hydration/diffusion	Diffusion (solute migrate by diffusion mechanisms)	Diffusion electrical potential
Law governing transfer	Darcy's Law	Darcy's Law	Fick's Law Darcy's Law	Fick's Law Darcy's Law	Fick's Law Darcy's Law
Typical solution treated	Solution with particles	Solution with colloids and/or macromolecules	Solution with ions, small molecules	Solution with ions, small molecules	Solution with ions, small molecules
Typical pure water flux (L/m².d)	500-10,000	100-2,000	20-200	10-100	5-10 Kg/M ² .d Kg of salt
Pressure applied (bar)	0.5-5	1-10	7-30	20-100	0.5-5

ตาราง 2 แสดงการเปรียบเทียบสมรรถนะในการจัดการสารของเทคโนโลยีเมมเบรนแบบต่าง ๆ

คุณสมบัติ	MF	UF	NF	RO	ED/EDR
การกำจัดสารแขวนลอย	ดี	ดี	ดี	ดี	ไม่ได้
การกำจัดเชื้อโรคแบคทีเรีย	ปานกลาง	ดี	ดี	ดี	ไม่ได้
ความสามารถในการกำจัดสารอินทรีย์	ไม่ได้	ปานกลาง 1	ได้ดี	ได้ดี	ไม่ได้
ความสามารถในการกำจัดสารอนินทรีย์ ในรูปไอออน	ไม่ได้	ไม่ได้	ปานกลาง 2	ได้ดี	ได้
ระดับความบริสุทธิ์ของน้ำที่ผ่านการ กรอง	ปานกลาง	สูง	สูง	สูง	ปานกลาง
พลังงานที่ใช้	ต่ำ	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	ปานกลาง
ความทนแรงดันของเมมเบรน	สูง	สูง	ปานกลาง	ปานกลาง	สูง

หมายเหตุ : 1. จะกำจัดสารอินทรีย์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลมากกว่า 1,000 ขึ้นไป
 2. กำจัดไอออนที่มีประจุบวก 2 หรือ ลบ 2 ขึ้นไปได้ดี ส่วนไอออนที่มีประจุบวก 1 จะกำจัดได้ปานกลาง

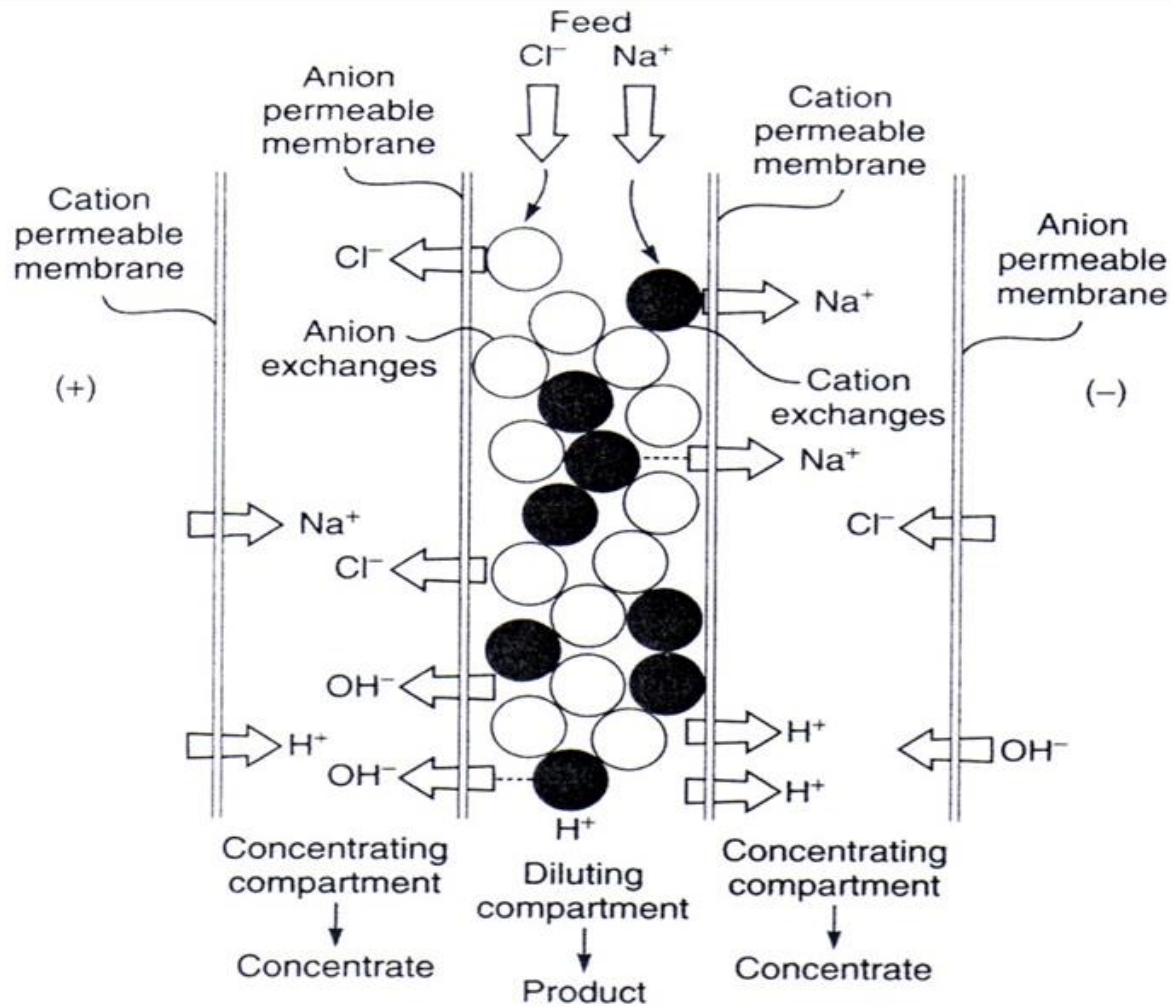


Figure 10.18 Schematic of the electrodeionization process using mixed-bed ion exchange resin to increase the conduction of the dilute compartments of the electro-dialysis stack

TABLE 2.8 Odor Thresholds of Chlorinated Solvents

Solvent	Detection odor threshold, mg/L
1,4-Dichlorobenzene	0.0003
Trichloroethylene	0.5
Tetrachloroethylene	0.3
Carbon tetrachloride	0.2

SOURCE: Van Gemert, L. J., and Nettenbreijer, A. H. (eds.): *Compilation of Odour Threshold Values in Air and Water*. Natl. Inst. for Water Supply, Voorburg, Netherlands; and Centr. Inst. for Nutr. & Food Res. TNO, Zeist, Netherlands, 1977.

Zinc	4-9
Copper	2-5
Iron	0.04-0.1
Manganese	4-30

TABLE 2.9 Algae-Generated Tastes and Odors

Algae class	Odor description		Taste description	Tactile sensation
	Moderate quantities of algae	Large quantities of algae		
Cyanophyceae				
<i>Anabaena</i>	Grassy, musty, nasturtium	Rotten, septic, medicinal		
<i>Anabaenopsis</i>	—	Grassy		
<i>Aphanizomenon</i>	Grassy, musty, nasturtium	Rotten, septic, medicinal	Sweet	Dry
<i>Cylindrospermum</i>	Grassy	Septic		
<i>Gloeotrichia</i>	—	Grassy		
<i>Gomphosphaeria</i>	Grassy	Grassy	Sweet	
<i>Microcystis</i> or <i>Anacystis</i>	Grassy, musty	Rotten, septic, medicinal	Sweet	
<i>Nostoc</i>	Musty	Rotten, septic, medicinal		
<i>Oscillatoria</i>	Grassy	Musty, spicy		
<i>Rivularia</i>	Grassy	Musty		
Chlorophyceae				
<i>Actinastrum</i>	—	Grassy, musty		
<i>Ankistrodesmus</i>	—	Grassy, musty		
<i>Chara</i>	Garlic, skunk	Musty, garlic		
<i>Chlamydomonas</i>	Musty, grassy	Fishy, septic, medicinal	Sweet	Sickly sweet, oily
<i>Chlorella</i>	—	Musty		
<i>Cladophora</i>	—	Septic		
<i>Closterium</i>	—	Grassy		
<i>Cosmarium</i>	—	Grassy		
<i>Dictyosphaerium</i>	Grassy, nasturtium	Fishy		
<i>Eudorina</i>	—	Fishy		
<i>Gloeocystis</i>	—	Rotten, medicinal		
<i>Gonium</i>	—	Fishy		
<i>Hydrodictyon</i>	—	Rotten, septic		
<i>Nitella</i>	Grassy	Grassy, rotten	Bitter	
<i>Pandorina</i>	—	Fishy		
<i>Pediastrum</i>	—	Grassy		
<i>Scenedesmus</i>	—	Grassy		
<i>Spirogyra</i>	—	Grassy		
<i>Staurastrum</i>	—	Grassy		
<i>Tribonema</i>	—	Fishy		
<i>Ulothrix</i>	—	Grassy		
<i>Volvox</i>	Fishy	Fishy		
Diatoms				
<i>Asterionella</i>	Spicy, geranium	Fishy		
<i>Cyclotella</i>	Grassy, spicy, geranium	Fishy		
<i>Diatoma</i>	—	Aromatic		
<i>Fragilaria</i>	Grassy, spicy, geranium	Musty		
<i>Melosira</i>	Grassy, spicy, geranium	Musty	—	Sickly sweet, oily
<i>Meridion</i>	—	Spicy		
<i>Pleurosigma</i>	—	Fishy		

Table 7.3 Organic chemical removal by point-of-use treatment units

Unit Type	No.	Estimated contact, sec.	GAC, grams	THM, % Reduction	NPTOC, % Reduction	Service LIFE, Gallons
Faucet, bypass	5	1.6–36.9	27–895	6–69	6–31	40–4000
Faucet, no bypass	1	0.9	16	6	2	200
Line bypass	14	5.0–185.0	146–3402	23–99	6–87	720–4000
Stationary	5	1.2–4.5	208–398	15–46	7–12	3000–3400
Portable pour-through	3	14.1–43.8	30–97	19–74	6–30	300–2000
Portable, other	1	0.9	n.a.*	4	0	200

Data from Bell et al. (1984)

* n.a. not applicable.

GAC = granular activated carbon

THM = trihalomethane

NPTOC = non purgeable total organic carbon.

Table 7.2 Challenge organisms and microbial reduction requirements for evaluating water purifiers^a

Organism	Influent challenge ^b	Minimum required reduction	
		Log	%
Bacteria:			
<i>Klebsiella terrigena</i> (ATCC-33257)	10 ⁷ /100 ml	6	99.9999
Virus:			
Poliovirus 1 (LSc) (ATCC-VR-59) and, Rotavirus (Wa or SA-11) (ATCC-VR-899 or VR-2018)	1 × 10 ⁷ /l	4	99.99 ^c
Cyst (Protozoan):^d			
<i>Giardia muris</i> or <i>Giardia lamblia</i> or As an option for units or components based on occlusion filtration: particles or spheres, 4–6 μm	10 ⁶ /l	3	99.9
	10 ⁷ /l	3	99.9

^a Guide Standard and Protocol for Testing Microbiological Water Purifiers (Office of Drinking Water Task Force Report, U.S. Environmental Protection Agency, April 1987)

^b The influent challenges may constitute greater concentrations than would be anticipated in source waters, but these are necessary to properly test, analyze, and quantitatively determine the indicated log reductions.

^c Virus types are to be mixed in roughly equal 1 × 10⁷/l concentrations and a joint 4 log reduction will be acceptable.

^d It should be noted that new data and information with respect to cysts (i.e., *Cryptosporidium* or others) may in the future necessitate a review of the organism of choice and of the challenge and reduction requirements.

Table 4.1 Effect of cell density on susceptibility of selected bacteria to chlorine dioxide

Organism	% Glucose in inflow medium	Temp (°C)	D (h ⁻¹)	Cell density ^a	Log N ₁₅ /N ₀	Reference
<i>Escherichia coli</i>	0.15	25	0.40	1.10	-3.09 ± 0.13 ^b	Berg et al. (1982)
	0.02	25	0.40	0.20	-5.06 ± 0.13	
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	0.2	37	0.05	0.8	-4.22 ± 0.061 ^c	Harakeh et al. (1985)
	0.4	37	0.05	1.8	-4.29 ± 0.045	
<i>Yersinia enterocolitica</i>	0.2	29	0.05	1.0	-4.98 ± 0.001 ^c	Harakeh et al. (1985)
	0.4	29	0.05	1.6	-5.79 ± 0.017	

^a Average optical density at 660 nm.

^b Survival ratio after 15 min of contact with a dose of 0.75 mg of ClO₂ per liter at 23°C.

^c Survival ratio after 15 min contact with a dose of 0.25 mg of ClO₂ per liter at 23°C.

Table 5 – Water Hardness Classification

Hardness Level		Classification
<u>mg/L</u>	<u>gpg</u>	
0-17	<1	soft water
17-60	1-3.5	slightly hard water
60-120	3.5-7.0	moderately hard water
120-180	7.0-10.5	hard water
>180	>10.5	very hard water

ตารางที่ 1-1 ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของร่างกายคนน้ำหนัก 70 กิโลกรัม

OCHN

ธาตุโลหะ	กรัม	ธาตุอโลหะ	กรัม
โซเดียม	70	ไฮโดรเจน	6,580
โพแทสเซียม	250	คาร์บอน	12,590
แมกนีเซียม	42	ไนโตรเจน	1,815
แคลเซียม	1,700	ออกซิเจน	43,550
เหล็ก	7	ฟอสฟอรัส	680
สังกะสี	<1	กำมะถัน	100
โคบอลต์	<1	คลอรีน	115
ทองแดง	<1	ไอโอดีน	<1
สังกะสี	<1		
โมลิบดีนัม	<1		

ตารางที่ 1-2 องค์ประกอบทางเคมีของแบคทีเรีย Escherichia coli ขณะ
ที่แบ่งตัวอย่างรวดเร็ว

องค์ประกอบ	% น้ำหนัก เซลล์	จำนวนโมเลกุลต่อ เซลล์
น้ำ	70	4×10^{10}
สารอนินทรีย์ (Na, K, Mg, Ca...)	1	2.5×10^8
สารอินทรีย์ หรือชีวโมเลกุล	(29)	
คาร์โบไฮเดรต	3	2×10^8
กรดอะมิโน	0.4	3×10^7
นิวคลีโอไทด์	0.4	1.2×10^7
ไขมัน	2	2.5×10^7
สารอินทรีย์ขนาดเล็กอื่น ๆ	0.2	1.5×10^7
โปรตีน	15	10^6
กรดนิวคลีอิก DNA	1	4
กรดนิวคลีอิก RNA	6	$10 - 10^5$

Table 2.1 Waterborne pathogens and their significance in water supplies

Pathogen	Health significance	Main route of exposure ^a	Persistence in water supplies ^b	Resistance to chlorine ^c	Relative infective dose ^d	Important animal reservoir
Bacteria						
<i>Campylobacter jejuni, C.coli</i>	High	O	Moderate	Low	Moderate	Yes
Pathogenic <i>Escherichia coli</i>	High	O	Moderate	Low	High	Yes
<i>Salmonella typhi</i>	High	O	Moderate	Low	High	No
Other salmonellae	High	O	Long	Low	High	Yes
<i>Shigella</i> spp.	High	O	Short	Low	Moderate	No
<i>Vibrio cholerae</i>	High	O	Short	Low	High	No
<i>Yersinia enterocolitica</i>	High	O	Long	Low	High(?)	Yes
<i>Legionella</i>	Moderate	I	May multiply	Moderate	High	No
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Moderate	C,I,N	May multiply	Moderate	High(?)	No
<i>Aeromonas</i> spp.	Moderate	O,C	May multiply	Low	High(?)	No
<i>Mycobacterium</i> , atypical	Moderate	I,C	May multiply	High	?	No
Viruses						
Adenoviruses	High	O,I,C	?	Moderate	Low	No
Enteroviruses	High	O	Long	Moderate	Low	No
Hepatitis A	High	O	Long	Moderate	Low	No
Hepatitis E	High	O	?	?	Low	Probable
Norwalk virus	High	O	?	?	Low	No
Rotavirus	High	O	?	?	Moderate	No(?)
Small round viruses (other than Norwalk virus)	Moderate	O	?	?	Low(?)	No
Protozoa						
<i>Entamoeba histolytica</i>	High	O	Moderate	High	Low	No
<i>Giardia intestinalis</i>	High	O	Moderate	High	Low	Yes
<i>Cryptosporidium parvum</i>	High	O	Long	High	Low	Yes
<i>Acanthamoeba</i> spp.	Moderate	C,I	May multiply	High	?	No
<i>Naegleria fowleri</i>	Moderate	C	May multiply	Moderate	Low	No
<i>Balantidium coli</i>	Moderate	O	?	Moderate	Low	Yes

TABLE 3.1 General Effectiveness of Water Treatment Processes for Contaminant Removal¹⁻⁴⁵

Contaminant categories	Aeration and stripping (Chap. 5)	Coagulation processes, sedimentation, filtration (Chaps. 6,7,8)	Ion exchange		Membrane processes			Chemical oxidation, disinfection (Chaps. 12,14)	Adsorption		Activated alumina (Chap. 9)	
			Lime softening (Chap. 10)	Anion (Chap. 9)	Cation (Chap. 9)	Reverse osmosis (Chap. 11)	Ultra filtration (Chap. 11)		Electrodialysis (Chap. 11)	GAC (Chap. 13)		PAC (Chap. 13)
A. Primary contaminants												
1. Microbial and turbidity												
Total coliforms	P	G-E	G-E	P	P	E	E	—	E	F	P	P-F
<i>Giardia lamblia</i>	P	G-E	G-E	P	P	E	E	—	E	F	P	P-F
Viruses	P	G-E	G-E	P	P	E	E	—	E	F	P	P-F
<i>Legionella</i>	P	G-E	G-E	P	P	E	E	—	E	P	P	P-F
Turbidity	P	E	G	F	F	E	E	—	P	F	P	P-F
2. Inorganics												
Arsenic (+ 3)	P	F-G	F-G	G-E	P	F-G	—	F-G	P	F-G	P-F	G-E
Arsenic (+ 5)	P	G-E	G-E	G-E	P	G-E	—	G-E	P	F-G	P-F	E
Asbestos	P	G-E	—	—	—	—	—	—	P	—	—	—
Barium	P	P-F	G-E	P	E	E	—	G-E	P	—	P	P
Cadmium	P	G-E	E	P	E	E	—	E	P	P-F	P	P
Chromium (+ 3)	P	G-E	G-E	P	E	E	—	E	P	F-G	F	P
Chromium (+ 6)	P	P	P	E	P	G-E	—	G-E	P	F-G	F	F
Cyanide	P	—	—	—	—	G	—	G	E	—	—	—
Fluoride	P	F-G	P-F	P-F	P	E	—	E	P	G-E	P	E
Lead	P	E	E	P	F-G	E	—	E	P	F-G	P-F	P
Mercury (inorganic)	P	F-G	F-G	P	F-G	F-G	—	F-G	P	F-G	F	P
Nickel	P	F-G	E	P	E	E	—	E	P	F-G	P-F	P
Nitrate	P	P	P	G-E	P	G	—	G	P	P	P	P
Nitrite	F	P	P	G-E	P	G	—	G	G-E	P	P	P
Radium (226 and 228)	P	P-F	G-E	P	E	E	—	G-E	P	P-F	P	P-F
Selenium (+ 6)	P	P	P	G-E	P	E	—	E	P	P	P	G-E
Selenium (+ 4)	P	F-G	F	G-E	P	E	—	E	P	P	P	G-E
3. Organics												
VOCs	G-E	P	P-F	P	P	F-E	F-E	F-E	P-G	F-E	P-G	P
SOCs	P-F	P-G	P-F	P	P	F-E	F-E	F-E	P-G	F-E	P-E	P-G
Pesticides	P-F	P-G	P-F	P	P	F-E	F-E	F-E	P-G	G-E	G-E	P-G
THMs	G-E	P	P	P	P	F-G	F-G	F-G	P-G	F-E	P-F	P
THM precursors	P	F-G	P-F	F-G	—	G-E	F-E	G-E	F-G	F-E	P-F	P-F
B. Secondary contaminants												
Hardness	P	P	E	P	E	E	G-E	E	P	P	P	P
Iron	F-G	F-E	E	P	G-E	G-E	G	G-E	G-E	P	P	P
Manganese	P-F	F-E	E	P	G-E	G-E	G	G-E	F-E	P	P	P
Color	P	F-G	F-G	P-G	—	—	—	—	F-E	E	G-E	G
Taste and odor	F-E	P-F	P-F	P-G	—	—	—	—	F-E	G-E	G-E	P-F
Total dissolved solids	P	P	P-F	P	P	G-E	P-F	G-E	P	P	P	P
Chloride	P	P	P	F-G	P	G-E	P	G-E	P	P	P	—
Copper	P	G	G-E	P	F-G	E	—	E	P-F	F-G	P	—
Sulfate	P	P	P	G-E	P	E	P	E	P	P	P	G-E
Zinc	P	F-G	G-E	P	G-E	E	—	E	P	—	—	—
TOC	F	P-F	G	—	G-E	G	G-E	P-G	G-E	F	F-G	—
Carbon dioxide	G-E	P-F	E	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Hydrogen sulfide	F-E	P	F-G	P	P	P	P	P	F-E	F-G	P	P
Methane	G-E	P-E	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
C. Proposed contaminants												
VOCs	G-E	P	P-F	P	P	F-E	F-E	F-E	P-G	F-E	P-G	P
SOCs	P-F	P-G	P-F	P	P	F-E	F-E	F-E	P-G	F-E	P-E	P-G
Disinfection by-products	—	P-E	P-F	P-F	—	P	F-G	F-G	F-G	F-E	P-G	—
Radon	G-E	P	P	P	P	P	P	P	P	E	P-F	P
Uranium	P	G-E	G-E	E	G-E	E	—	E	P	F	P-F	G-E
Aluminum	P	F	F-G	P	G-E	E	—	E	P	—	—	—
Silver	F-G	G-E	P	G	—	—	—	P	F-G	P-F	—	—

P—poor (0 to 20 percent removal); F—fair (20 to 60 percent removal); G—good (60 to 90 percent removal); E—excellent (90 to 100 percent removal); “—”—not applicable/insufficient data
 Note: Costs and local conditions may alter a processes applicability.

TABLE 2.6 Organic By-products Produced from the Four Most Common Disinfectants

Disinfectant	Research status	Compounds produced	Levels detected, $\mu\text{g/L}$	
			A	B ^a
Chlorine	Compounds found to date comprise a small fraction of the TOC or TOX content of samples tested; many more, particularly nonvolatiles, remain to be detected.	Chloroform	65	28
		Bromodichloromethane	8.7	7.6
		Dibromochloromethane	2.4	6.8
		Dichloroacetonitrile	1.0	2.2
		Bromochloroacetonitrile	0.5	0.5
		Chloropicrin	0.3	0.4
		Bromoform	< 0.5	0.2
		Dibromoacetonitrile	< 0.3	< 0.2
		Dichloroacetic acid		10-100
		Trichloroacetaldehyde		10-100
		1,1,1-Trichloropropanone		< 10
		Trichloroacetic acid		< 10
		Chloroacetic acid		< 10
Chloramine	To the extent that chloramine hydrolyzes to form hypochlorous acid, the same products as are formed during chlorination can be expected, but at much lower concentrations.	Trihalomethanes	19 ^b	
		Dichloroacetic acid ^c		
		Trichloroacetic acid ^c		
Chlorine dioxide	Does not form trihalomethanes. Very few aldehydes studies done simulating drinking water conditions. Postulated compounds include aldehydes, quinones, and epoxides. ⁴³	C ₂ -C _n aliphatic aldehydes ^d		

Disinfectant	Research status	Compounds produced	Levels detected, $\mu\text{g/L}$	
			A	B ^a
Ozone	Ozonation of naturally occurring organics produces compounds that can be found without treatment, because ozone mimics environmental oxidation processes. ^f Few studies of ozone reactions with synthetic organics under drinking water conditions exist.	Phthalates Fatty acids Carboxylic acids Ketones Aldehydes Toluene ^e		

^aData from two recent USEPA surveys (A. Reding et al., 1986; B. Stevens et al., 1987).

^bData from the NORS survey. Ten out of 80 cities surveyed used chloramine disinfection. The range of THM concentrations was 1 to 81 $\mu\text{g/L}$; 19 was the average.

^cDCA and TCA were found during laboratory chlorination of humic acids (Johnson et al., 1986, cited in Ref. 41).

^dProduced during treatment of Ohio River water with ClO₂ (Stevens et al., 1978, cited in Ref. 43).

^eAll the above compounds found during ozonation of fulvic acid (Lawrence et al., cited in Glaze, 1986). A series of aldehydes *n*-hexanol, *n*-heptanol, *n*-octanol, and *n*-nonanol were detected in the waterworks in Zurich, Switzerland, after ozonation (Schalekamp, 1977).

^fGlaze, 1986.

References for above footnotes:

- Reding, R., et al.: "Measurement of Dihaloacetonitriles and Chloropicrin in Drinking Water," USEPA Office of Drinking Water, Technical Support Div., Cincinnati, Ohio, 1986.
- Stevens, A. A., et al.: "Detection and Control of Chlorination By-products in Drinking Water," *Proc. Conf. Current Research in Drinking Water Treatment*, Cincinnati, Ohio, 1987.
- Glaze, W. H.: "Reaction Products of Ozone: A Review," *Environmental Health Perspectives*, vol. 69, 1986, pp. 151-157.
- Lawrence, J., et al.: "The Ozonation of Natural Waters: Product Identification," *Ozone: Science and Engineering*, vol. 2, 1980, pp. 55-64.
- Schalekamp, M.: Experience in Switzerland with Ozone, Particularly in Connection with the Neutralization of Hygienically Undesirable Elements Present in Water. *Proc. AWWA Ann. Conf.*, Anaheim, Calif., 1977.

ตารางที่ 12. เปรียบเทียบคุณสมบัติของถ่านกัมมันต์ที่เตรียมได้กับถ่านกัมมันต์ในท้องตลาด

ชื่อวัตถุดิบที่ใช้ผลิตถ่านกัมมันต์ชนิดผง	BD (g/ml)	MB (mg/g)	SA (m ² /g)
ผลิตโดย วท.			
ลิกไนต์			
- Steam act. 900°C, 120 min	0.40	251	1,211
- KOH act. 4:1, 800°C, 80 min	-	851	2,600
ถ่านกะลามะพร้าว			
- Steam act. 900°C, 90 min	0.30	460	1,637
- KOH act. 3:1, 900°C, 80 min	-	449	1,354
ถ่านกะลาปาล์ม			
- Steam act. 900°C, 90 min	0.36	351	1,290
- KOH act. 5:1, 900°C, 80 min	-	1,109	3,422
ถ่านหินในท้องตลาด* ผลิตโดย			
- Sutcliffe Speakman Co., Ltd. ประเทศอังกฤษ	0.40-0.56	-	600-1,250
- Kuraray Chemical Co., Ltd. ประเทศญี่ปุ่น	-	288.06	1,130
บิทูมินัส ผลิตโดย			
- Pittsburgh Activated Carbon Co., Ltd. ประเทศสหรัฐอเมริกา	-	-	1,250-1,400
กะลามะพร้าว ผลิตโดย			
- Sutcliffe Speakman Co., Ltd. ประเทศอังกฤษ	0.40-0.59	-	700-1,500
- PJAC Co., Ltd. ประเทศญี่ปุ่น	0.42-0.47	170	1,200-1,300
- UDP Chemical Co., Ltd. ประเทศไทย	0.40-0.55	230	1,200-1,300

* ที่มา : เอกสารประกอบการประชุมคณะกรรมการร่างมาตรฐาน “ถ่านกัมมันต์”
สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, กระทรวงอุตสาหกรรม

Table 5-10 Surface Areas of Activated Carbon

<i>Carbon</i>	<i>Source</i>	<i>Surface Area (m²/g)</i>
PCC SGL	Bituminous coal	1,000-1,200
PCC BPL	Bituminous coal	1,000-1,200
PCC RB	Bituminous coal	1,200-1,400
PCC GW	Bituminous coal	800-1,000
Columbia CXA/SXA	Coconut shell	1,100-1,300
Columbia AC	Coconut shell	1,200-1,400
Columbia G	Coconut shell	1,100-1,150
Darco S 51	Lignite	500-550
Darco G 60	Lignite	750-800
Darco KB	Wood	950-1,000
Hydro Darco	Lignite	500-600
Nuchar Aqua	Pulp mill residue	550-650
Nuchar C	Pulp mill residue	1,050-1,100
Nuchar (various)	Pulp mill residue	300-1,400
Norit (various)	Wood	700-1,400

Source: Reproduced from Mantell [7], courtesy of the Robert E. Kreiger Publishing Co.

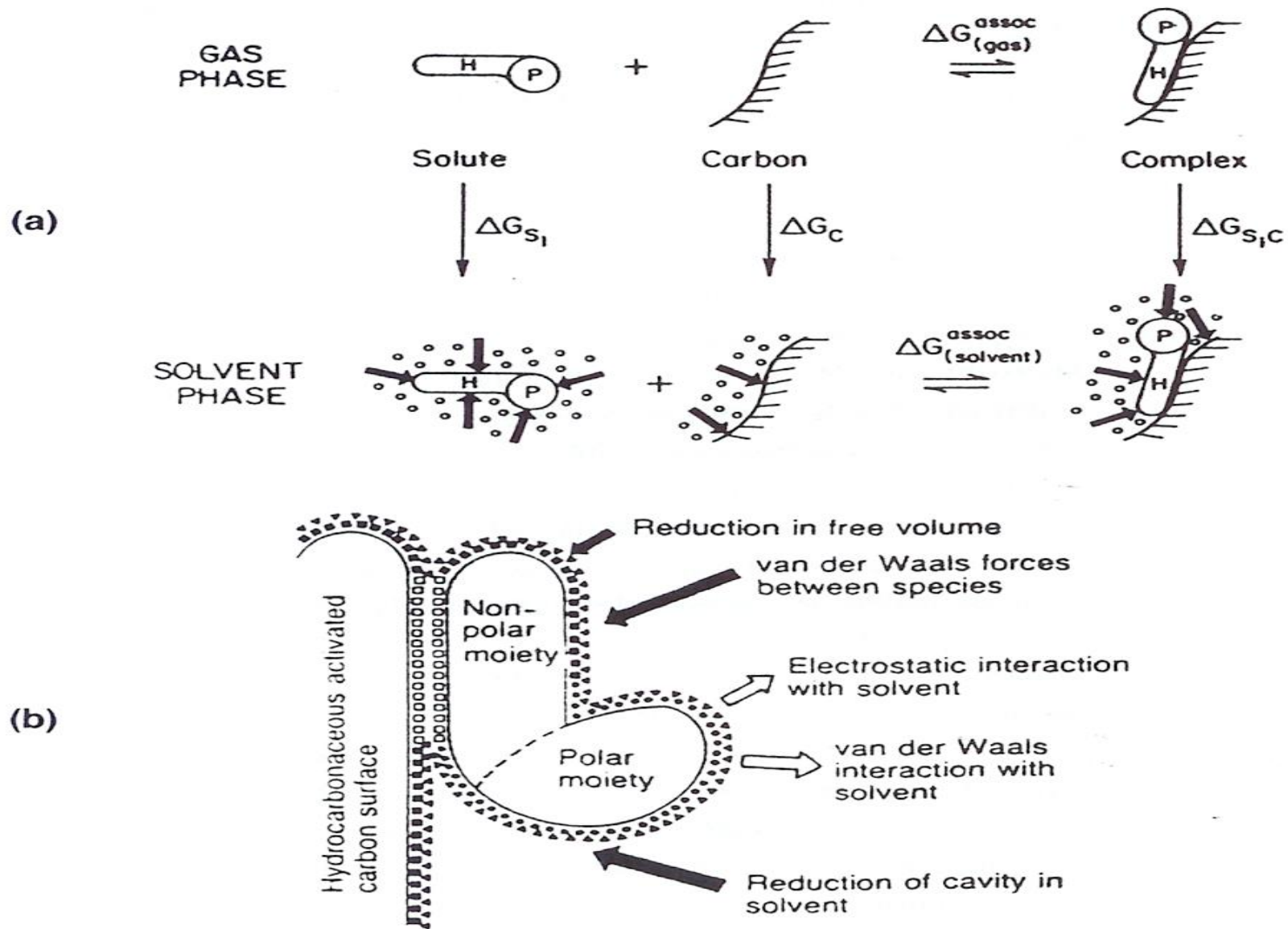
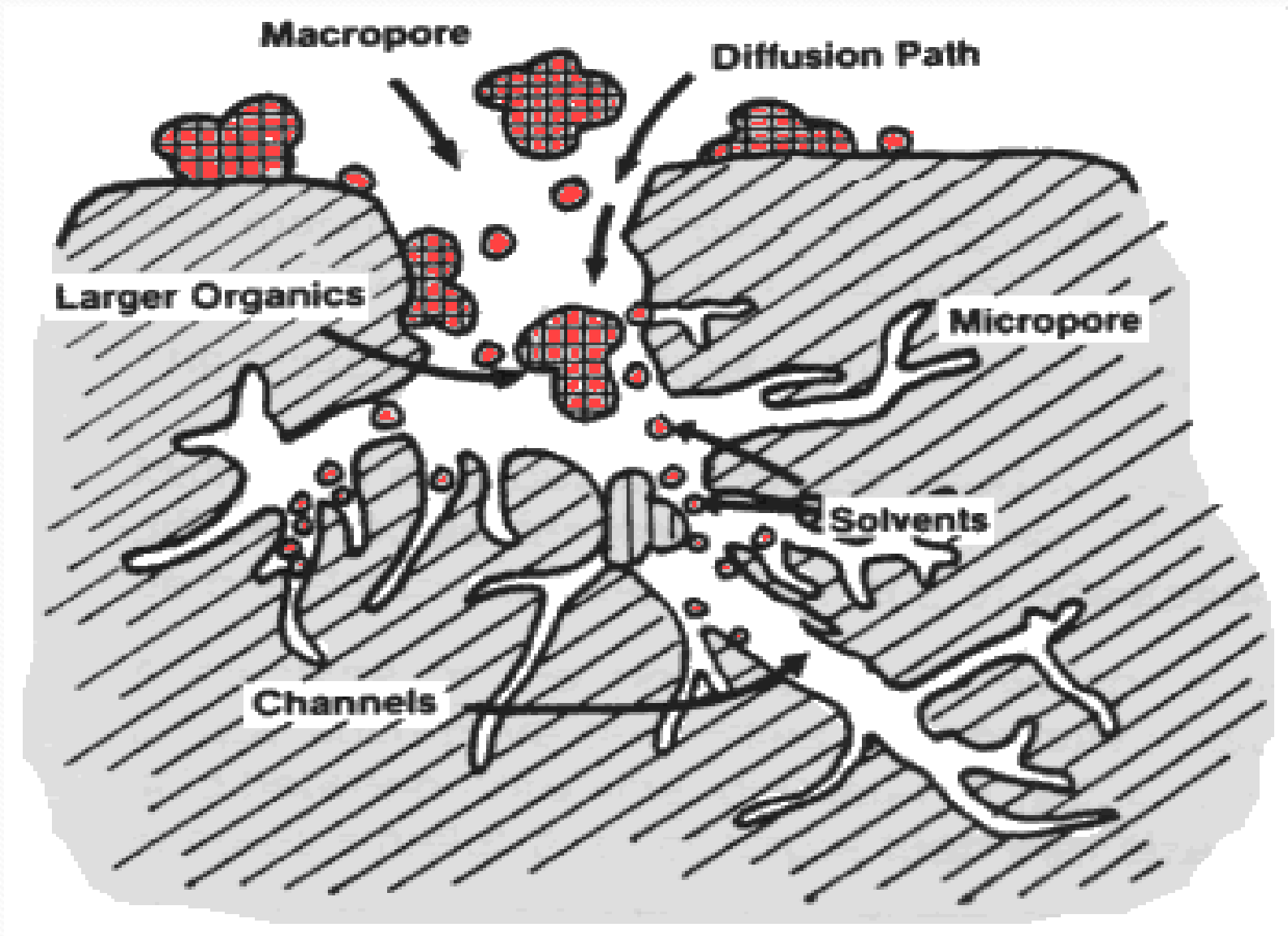


Figure 2-9 (a) A pictorial representation of the association adsorption reaction in the gas and liquid phase. Reproduced from Altshuler and Belfort [27], courtesy of the American Chemical Society. (b) Surface area reduction of amphiphilic solute adsorbed onto activated carbon surface. Reproduced from Horvath and Melander [28], courtesy of the American Chemical Society.



ภารกิจช่วยภัยแล้งที่ ขอนแก่น กรองน้ำบาดาลที่เค็มและกร่อยเป็นน้ำดื่มบริการประชาชน



ภารกิจช่วยภัยแล้งที่ นครราชสีมา

กรองน้ำบาดาลที่เค็มและกร่อยเป็นน้ำดื่มบริการประชาชน



ภารกิจช่วยภัยแล้งที่ นครราชสีมา

กรองน้ำบาดาลที่เค็มและกร่อยเป็นน้ำดื่มบริการประชาชน





Ingredients:

Silica (SiO ₂)	251	mg/kg of fluid
Sodium (Na)	7.643	—
Potassium (K)	1.177	—
Calcium (Ca)	1.274	—
Magnesium (Mg)	0,60	—
Carbon dioxide (CO ₂)	11,4	—
Sulphate (SO ₄)	31,8	—
Chlorine (Cl)	15.740	—
Fluorine (F)	0,18	—
Total soluble Chemicals	25.800	—

The seawater includes small amounts of other ingredients.

OXIDATION REDUCTION POTENTIAL (ORP)

Chemical name	Symbol	ORP Value
Fluorine	F_2	2.25
Hydroxyl Ion	OH^-	2.05
Atomic Oxygen	O^\cdot	1.78
Ozone	O_3	1.52
Hydrogen Peroxide	H_2O_2	1.30
Permanganate	KMn_2O_7	1.22
Hypochlorous Acid	$HClO$	1.10
Chlorine Gas (Salt)	Cl_2	1.00
Oxygen	O_2	0.94
Sodium Hypochlorite (Chlorine)	$NaClO$	0.69



เครื่องทรงน้ำ ว. ช่วยเหลือผู้ประสบภัย
โศ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย วท.
กรมการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โส

พฉ 1117
๗

พฉ 1170
๗

Shiny ผู้แทนจำหน่าย บั๊ย โคโตซาน และผลิตภัณฑ์การเกษตร

บริษัท ไร่ อีเนเตอร์คอร์ปอเรชั่น จำกัด

อำเภอ ท่ายาง จังหวัด เพชรบุรี

ชื่อ คุณแก้ว จุยกะจาง

โทร. 087-032-5205

ตรา วัน วัน วัน

อ.บ. ไร่ อีเนเตอร์คอร์ปอเรชั่น เพชรบุรี





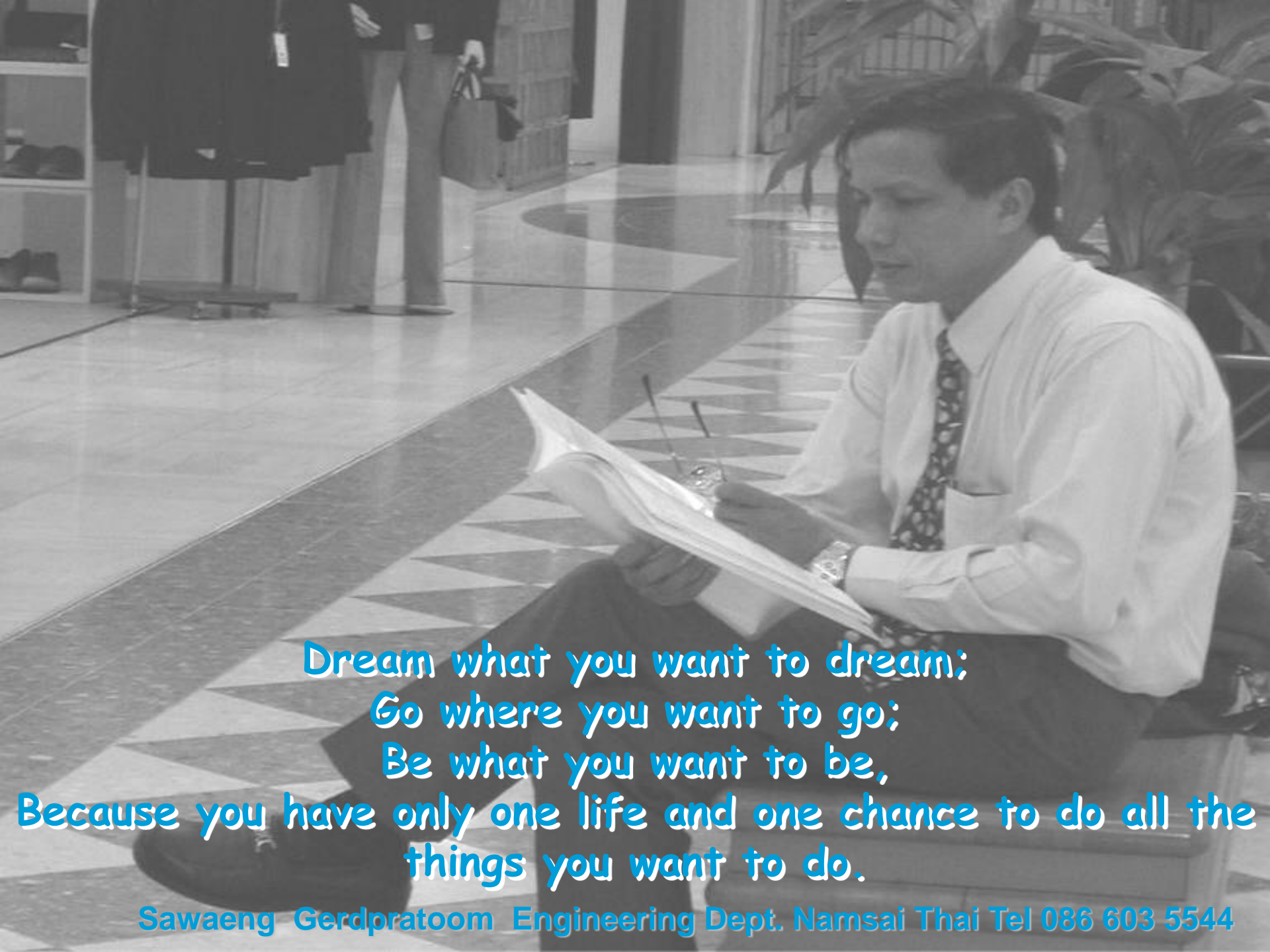
เครื่องกรองตราฟิวเตรชั่น (ULTRAFILTRATION UF)
กรองเชื้อโรค สามารถกรองน้ำขุ่นให้ใสโดยไม่ต้องใช้
สารช่วยตกตะกอน





ระบบบำบัดน้ำเสียโรงงานฟอกซ้อม ระบบIntegrated Membrane
เพื่อการนำน้ำกลับไปใช้





Dream what you want to dream;

Go where you want to go;

Be what you want to be,

Because you have only one life and one chance to do all the things you want to do.

Sawaeng Gerdpratoom Engineering Dept. Namsai Thai Tel 086 603 5544