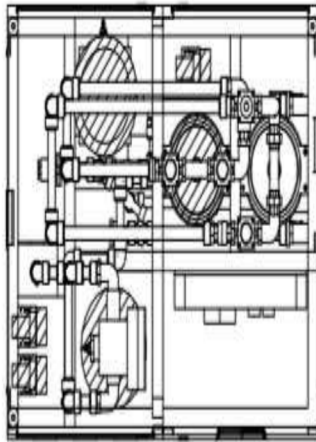
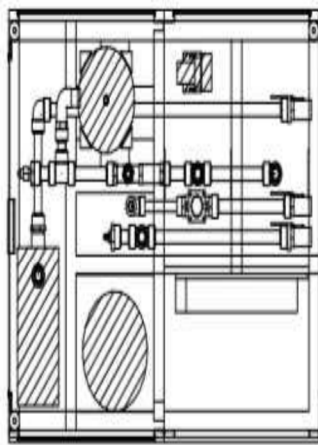


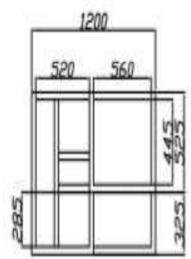
Section C-C"



Section D-D"



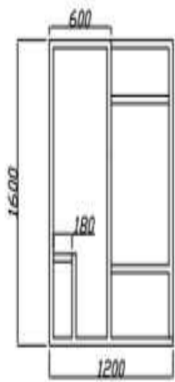
External View



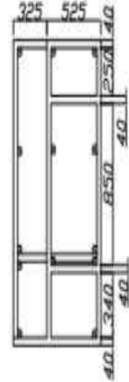
< TOP >



< LEFT >



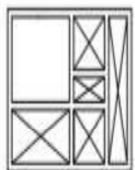
< FRONT >



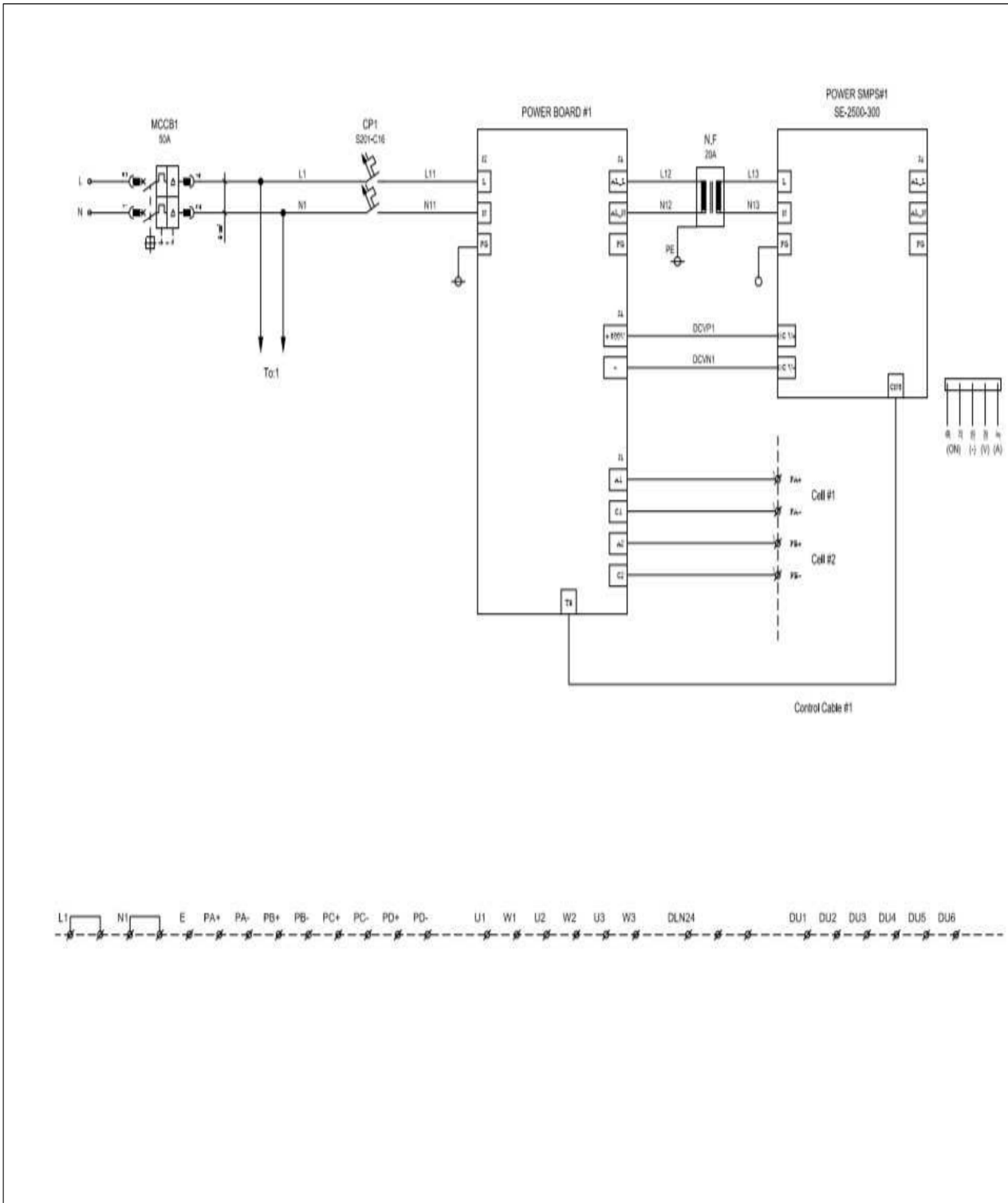
< RIGHT >



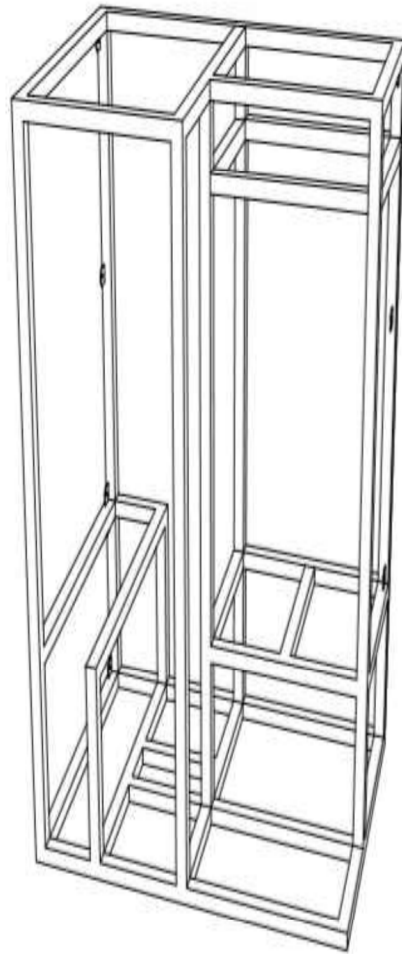
< BACK >

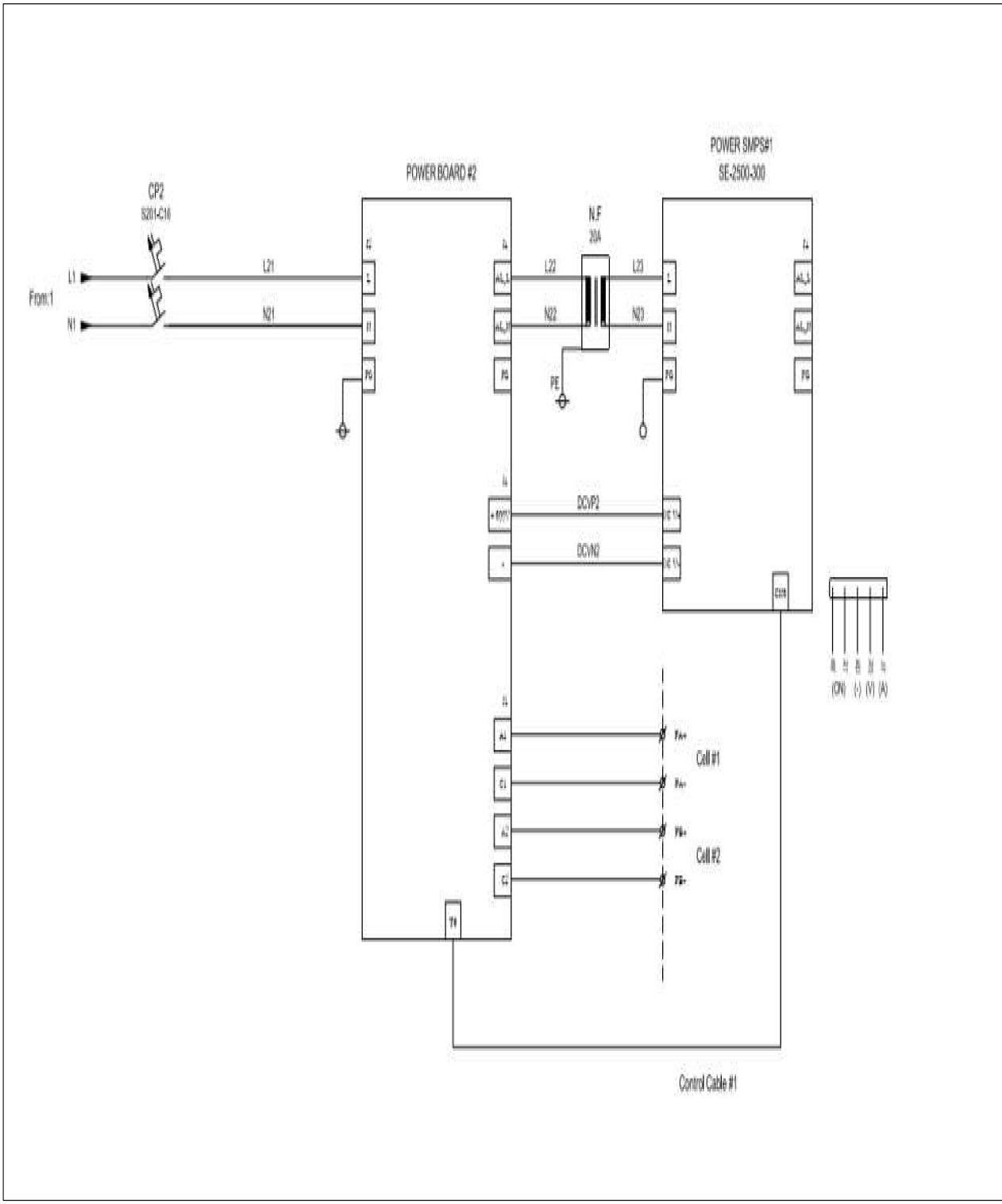


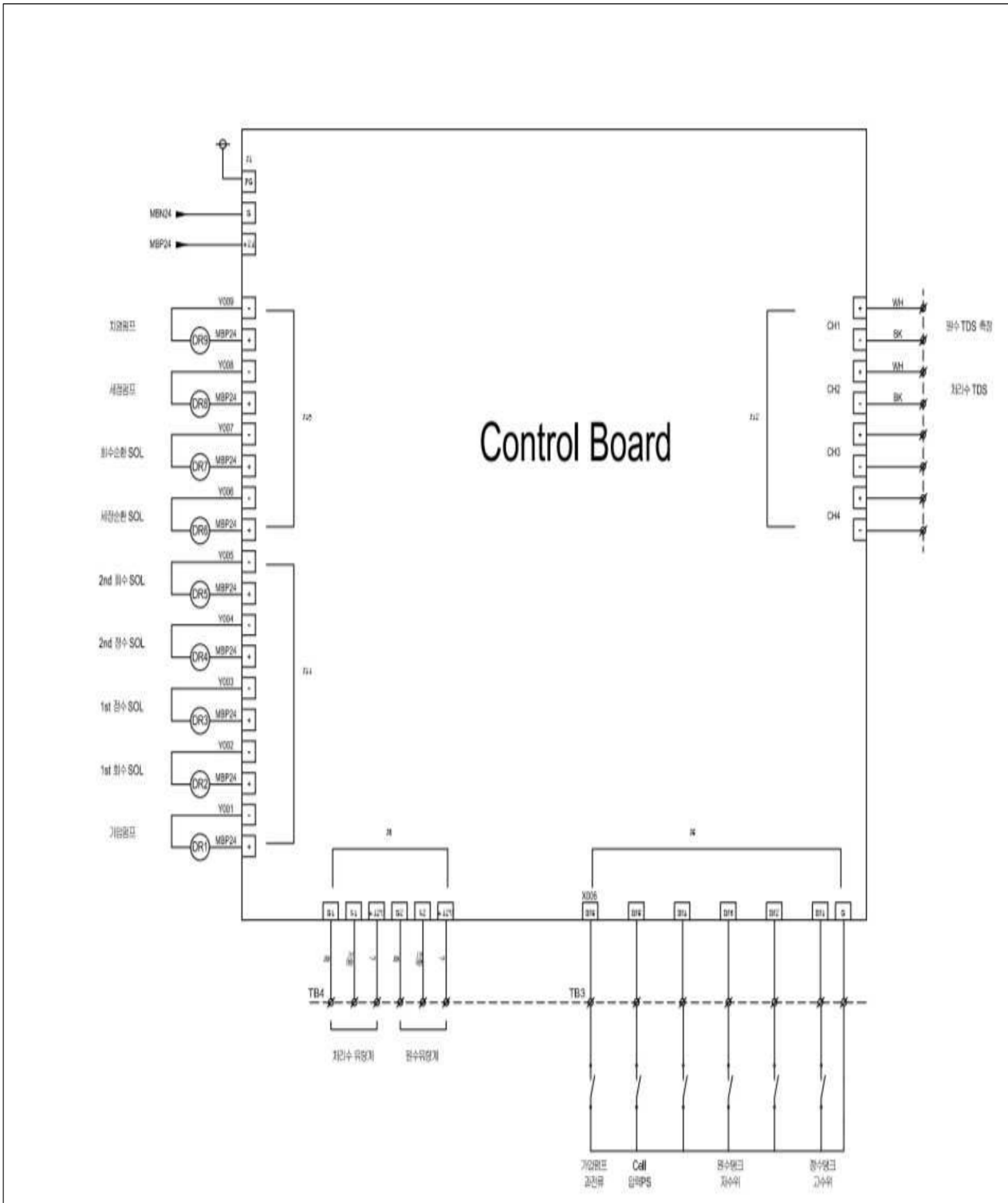
< BOTTOM >

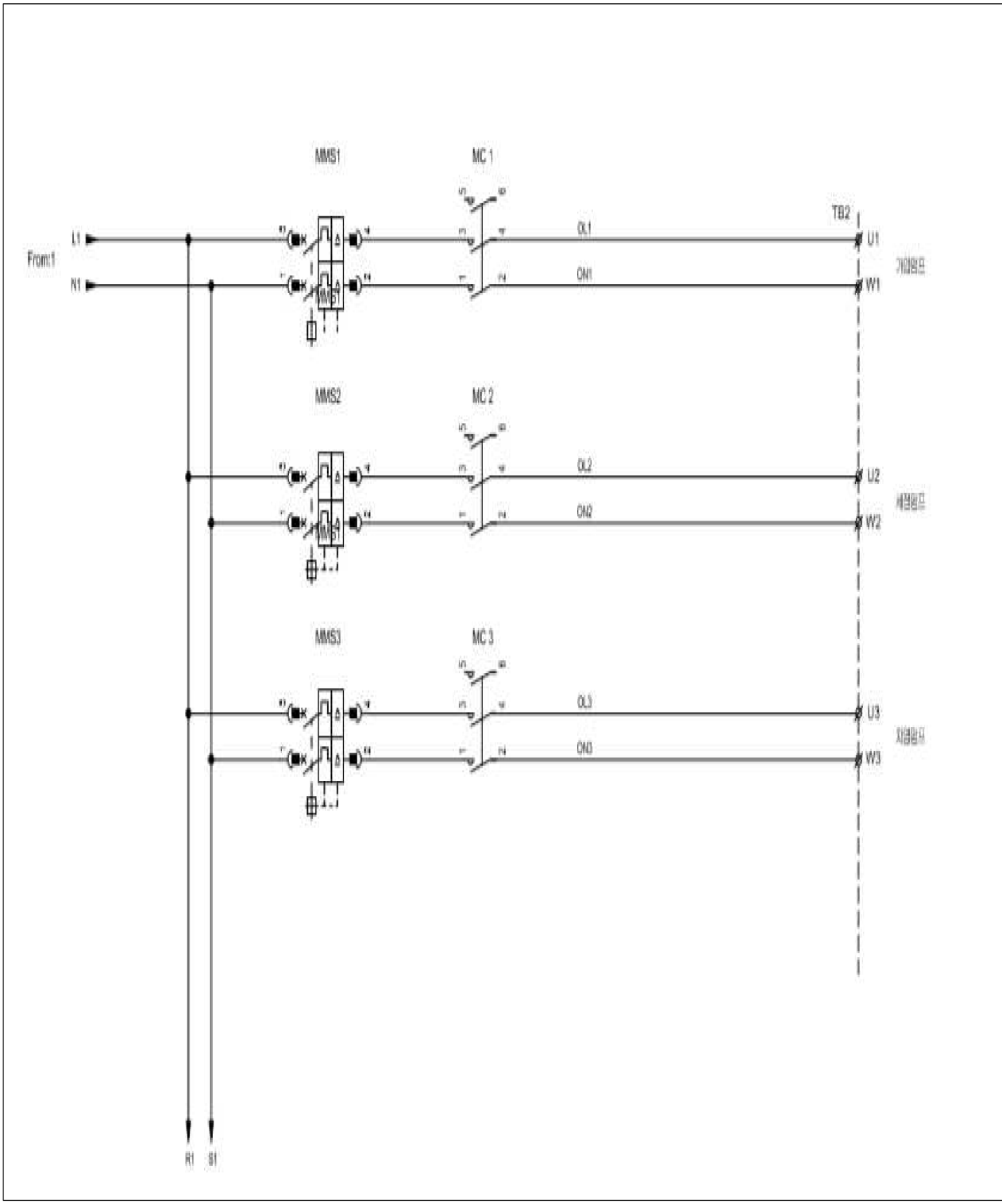


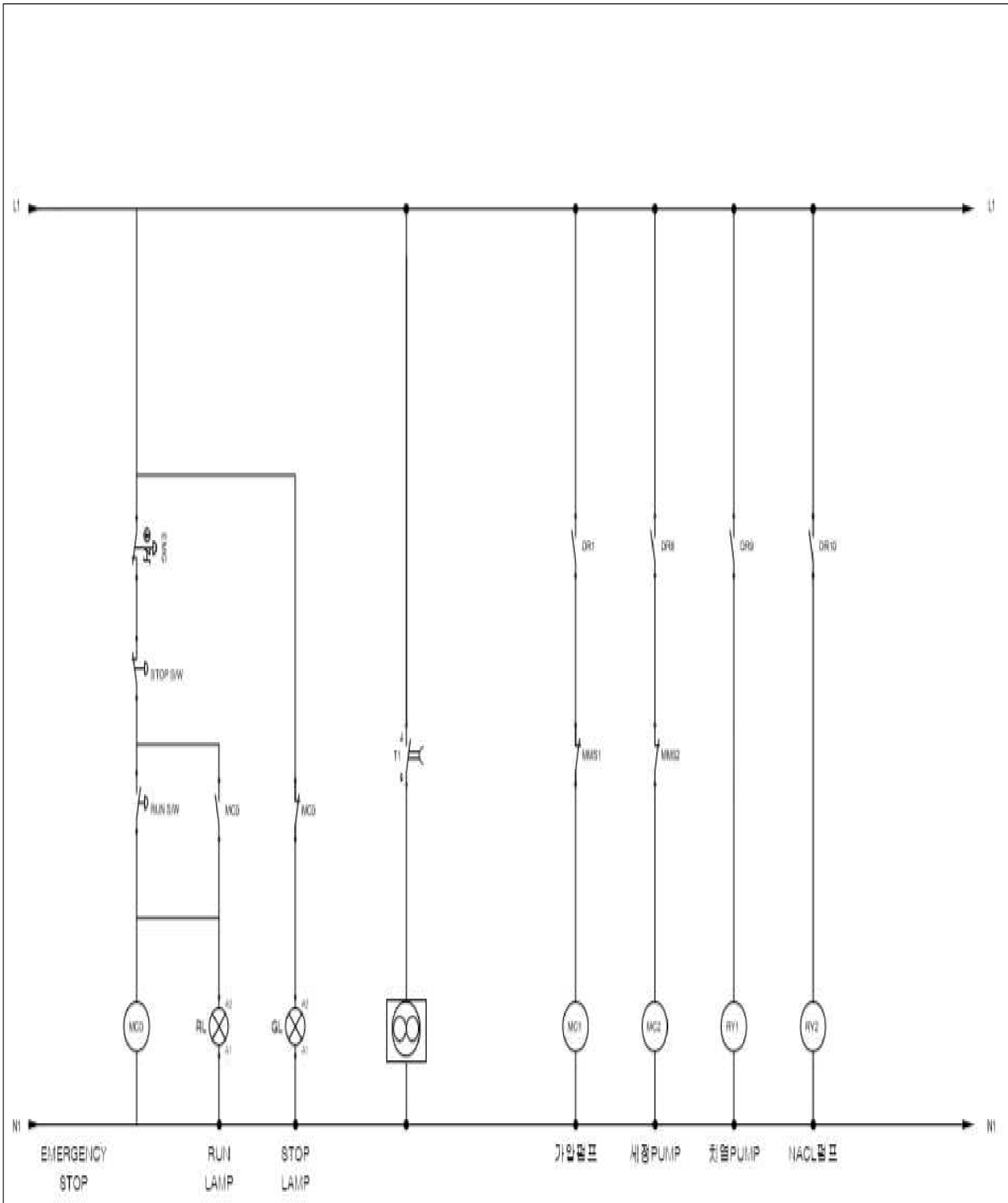
Free View

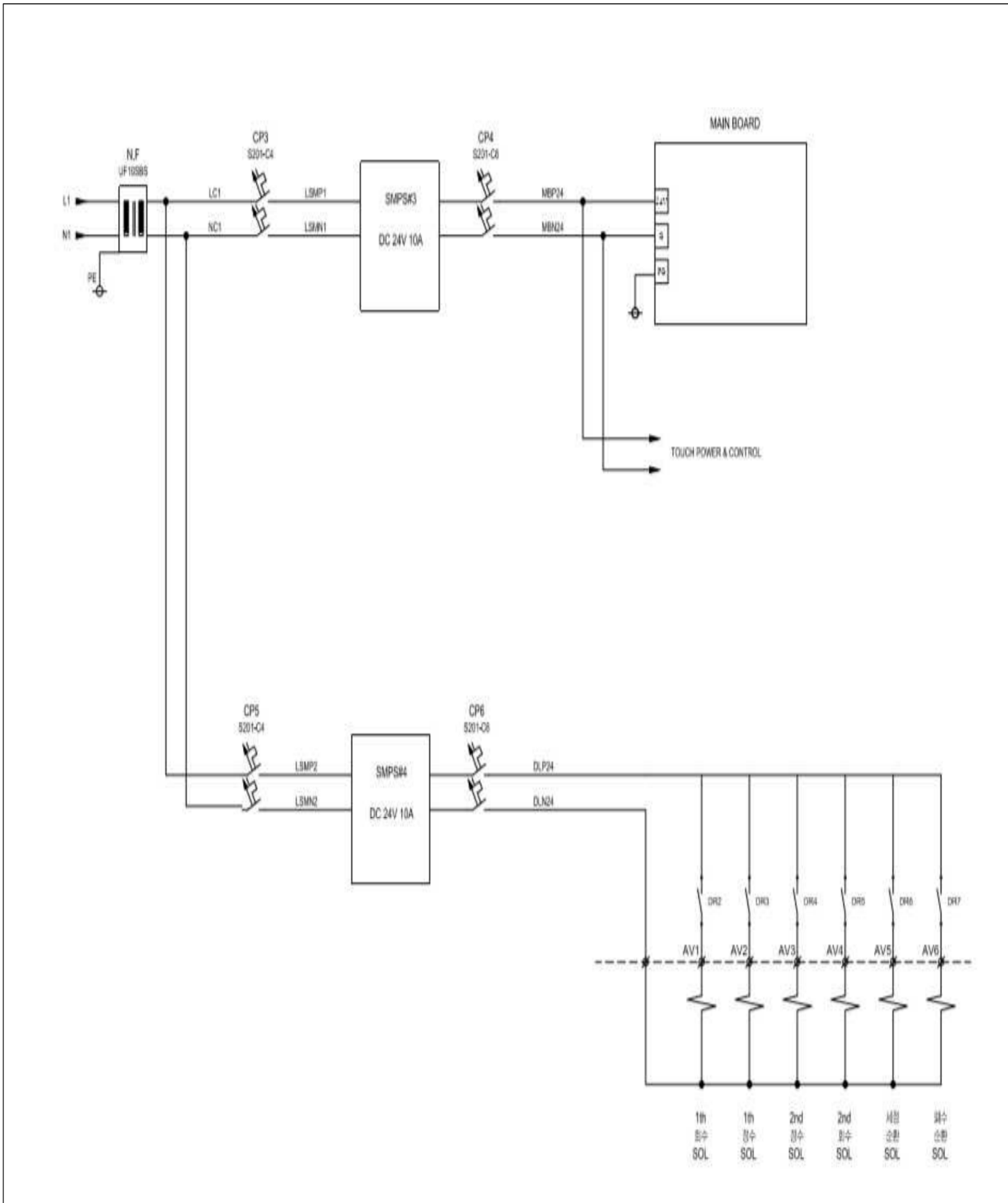












2.3.4. 용량 계산서

□ 용량계산

- 계획정수량: CDI 탈염장치의 특성상 정수량은 TDS(Total Dissolved Solid 총용존물질)에 따라 변화하므로 TDS 550ppm을 기준
- 제거율: 85% (불소는 90%이상)
- 회수율: 85% 이상이며 농축수의 처리문제등으로 회수율을 높일 필요성이 있을 경우에는 이단처리 공법을 적용하여 95% 이상도 가능
- 운전방식: 용존물질의 흡착과 탈착의 반복공정으로 이루어지는 특성상 개별 셀로 보면 운전방식은 단속공정이나 본 정수장치는 전체셀을 2그룹으로 나누어 운전함으로서 연속운전방식을 적용
- 회수율 및 제거율
 음용수 수질기준상의 불소농도 1.5ppm을 고려TL
 필요제거율 $R=(8.32-1.5)/8.32= 82\%$ 이나 실제제거율은 90%이상 유지

구분 유량	유량(M ³ /일)	구분	TDS(ppm)	불소(ppm)
원수 유입량	48	원수농도	527	8.32
정수량	40	정수농도	65	1.0
회수율	85%	소요 제거율 (실제 제거율)	0 % (85%)	82% (90%)

2) 셀당 처리량

- CDI 탈염장치의 핵심요소인 셀은 3종류를 생산하고있으며 각 셀의 TDS에따른 85% 제거시 정수량은 다음 표와 같다

표 1. TDS에 따른 85% 제거시 정수량

원수 TDS 농도	E400 Flow	B250 Flow	B170 Flow
250 ppm	9 LPM	16 LPM	20 LPM
500 ppm	6.5 LPM	11 LPM	12 LPM
550 PPM	6.2 LPM	10.7 LPM	11.6LPM
1000 ppm	3.5 LPM	8 LPM	8.5 LPM

3) 용량 계산서

□ 설비 정수처리 용량

- 본 설비는 B170셀 6개를 사용 TDS 에 따른 정수량 산정
- 1일 처리량은 정수시간과 탈착시간을 동일하게 설정시의 값
- 계획정수처리 용량은 TDS 550ppm 기준 40m³ /day 이상을 목표

원수 TDS 농도	B170 1개유량	B170 6개 유량	
		분당 유량	1일 처리량
250 ppm	20 LPM	120LPM	120x60/2x24/1000=86.4 ≒ 86m ³ /day
500 ppm	12 LPM	72LPM	72x60/2x24/1000=51.8 ≒ 51m ³ /day
550 ppm	11.6 LPM	69.6LPM	69.6x60/2x24/1000=50.1 ≒ 50m ³ /day
1000 ppm	8.5 LPM	51 LPM	51x60/2x24/1000=36.7 ≒ 36m ³ /day

□ 공급펌프

- 공급펌프 용량은 회수율 85% 및 여유등을 고려하여

펌프 용량 Q= 40 x1.2=48m³ /day ≒0.034m³ /min

펌프 양정 H=20m(수리계산 참조)

펌프동력 Hp= $\gamma HQ / \mu = 0.163 \times 1 \times 0.034 \times 20 / 0.4 = 0.28 \text{kw} \approx 0.5 \text{Hp}$

2.3.5. 수리계산

□ 수리계산 범위

- 수리계산은 정수장치 외부 시설은 제외하고 기계내부의
 - 셀 내부에서의 수리적 손실과
 - 기계내의 관로시설에서의 손실을 계산하여
 - 공급펌프의 양정계산에 적용

□ 셀 내부에서의 손실수두

- 셀내 손실은 유량 즉 유속의 자승에 비례하고 경심의 2/3승에 비례
- 각셀의 스페이서 두께: 본계획에서는 B170셀을 사용하므로 스페이서두께는 170 μm

유량(L/min)	셀당 Bi-Pola 손실(bar)	
	300 μm-	170 μm-
30	0.22	0.33
27.7	0.20	0.31
20	0.15	0.22
12	0.1	0.15
8	0.05	0.1
5.5	0.01	0.02
3.5	0.001	0.02

구분	MonoPolar E400	Bi-Polar B300	Bi-Polar B170
스페이서 두께	100 μ m	300 μ m	170 μ m

[표] 셀내부에서의 손실은 계획유량에 따른 실험 손실

■ 계획정수량 40m³ /day이고 2개의 계열이므로 계열별 처리량

Q=40m³ /day x1,000/(60x24)/(2/2)=27.7(L/min)로 각 계열은 3개의 셀이 직렬로 연결

손실수두 H₂ = 0.31 x 3=0.91ba r

→10 m로 계획

□ 관로에서의 손실수두

o 적용식: Hazen-Williams 공식적용

$$Q=A*V$$

$$V=0.84935*C*R^{0.63}*I^{0.54}$$

$$A= 3.14*D^2 /4 \quad D:\text{관의 내경(M)}$$

$$Q:\text{유량(M}^3 \text{/sec)} \quad A:\text{관단면적(M}^2 \text{)}$$

$$V:\text{관내 유속(M/sec)} \quad C:\text{유속계수(PE관 :150)}$$

$$R:\text{경심(원형관:D/4) (M)} \quad I:\text{동수구배(H/L)}$$

내경 (m/m)	C	경심 (m)	단면적 (m ²)	동수경사	유속 (m/sec)	유량 (m ³ /day)
25	150	0.00625	0.000491	0.03	0.7838	33.2
25	150	0.00625	0.000491	0.04	0.9155	38.8
25	150	0.00625	0.000491	0.05	1.0328	43.7
25	150	0.00625	0.000491	0.06	1.1396	48.3
25	150	0.00625	0.000491	0.07	1.2386	52.5
25	150	0.00625	0.000491	0.08	1.3312	56.4

표2 관경 25m/m의 동수경사별 유량

o 관로손실 H₃

=동수경사(48M³ /일 때의 값 0.06) x 관로길이(8m) =0.06x8=0.48m→0.5m로 계획

o 곡관손실

$$H_4 = Fc \times V^2 / 2G \times \text{수량} = 0.98 \times 0.066 \times 20 = 1.3\text{m}$$

계획유량 Q= 48m³ /일 G는 중력가속도

계획유속 V=1.14 m/sec

동수경사 I = 0.06

$$Fc(90\text{도일때}) \quad Fc = 0.946 \sin^2 \theta / 2 + 2.05 \sin^4 \theta / 2 = 0.98$$

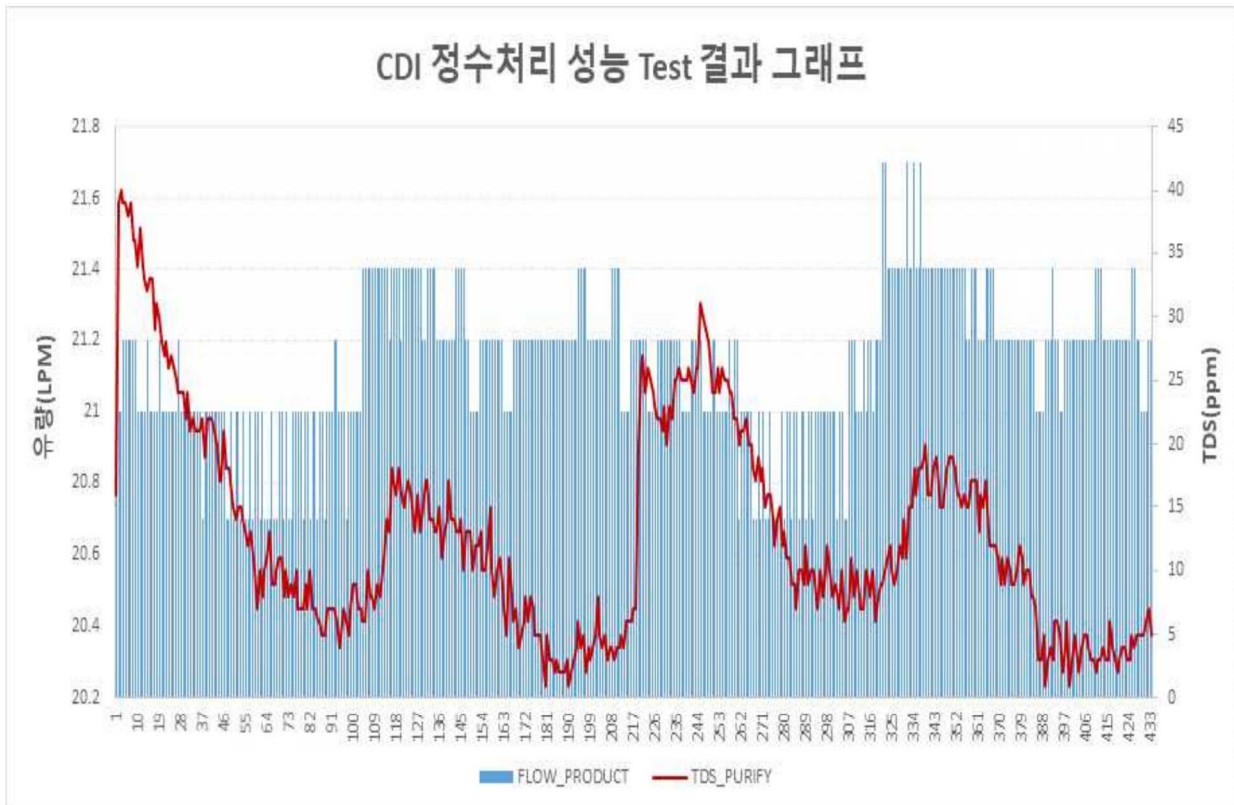
□ 펌프양정

펌프 총양정(H)은 실양 정(H₁) 셀내부 손실(H₂) 직관손실(H₃) 곡관손실(H₄) 및 여유(H₄)로 산정

$$H = H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_4 = 10 + 0.2 + 0.5 + 1.3 + 8 = 20\text{M로 계획}$$

2.3.6 설비 시험 및 운송

가. 제작 장비에 대한 정수 성능시험은 시험실에서 진행



- 평균 인입 유량 : 28.7 lpm
- 평균 생산 유량 : 21.1 lpm
- 회수율 : 74%
- 평균 원수 TDS : 538ppm
- 평균 정수 TDS : 13ppm
- TDS 제거율 : 97.6%
- 불소제거율 : 98%

나. 장비의 포장 및 운송

□ 운송일정

- INCHON 출항 12 OCT
- PORT KELANG 환적 22 OCT.
- DAR ES SALAAM 도착 21 NOV 예정이었으나 29일 도착

□ 장비 포장

	
<p>포장전 장비</p>	<p>포장전 예비품(공구,관재료 필터)</p>
	
<p>포장후 장비</p>	<p>포장후 예비품</p>
	
<p>컨테이너에 적재</p>	<p>운송 컨테이너</p>

2.3.7 설비 현장 설치

가. 개요

1) 적정기술 개발 및 보급 지원 사업 정수장치 설치 및 운영

- Arusha 설치 현장 (Meru uwiro village at Iyan subvillage) 방문 및 정수장치 설치 완료
- 설치 현장 점검 및 공사 완료 후 정수장치 준공식 및 착공식 완료
- 채수 후 현지 수질분석 및 국내 수질분석 공인 기관 수질분석 의뢰

2) 출장의 종합

- 사전에 현지 인력 Derick 및 Meru Council의 담당 공무원에게 정수장치 통관 절차 완료 확인 및 운송 일정을 출장 일정에 맞게 조율함.
- 2020년 1월에 수행한 사전 작업 점검 및 정수장치 최종 설치 작업을 수행함.
- 배관, 전기 및 건축 작업 완료 후 정수장치 설치 및 운영을 실시함.
- 정수장치 설치 후 원활한 운영이 가능할 수 있도록 최종 점검 및 소프트웨어 업데이트를 진행 하여 이틀간 현지 운영을 실시하였고, 현지 운영자에게 운영 교육을 실시함.
- 정수장치로 정수된 물을 채수하여 현지 수질 분석기관에 의뢰하고, 국내로도 샘플을 가져와 공인 수질분석 기관에 분석 의뢰를 하였음.

나. 세부일정

1. Meru uwiro village 현장 점검

- 일 자 : 2020.02.10.~2020.02.19
- 방문지 : Meru uwiro village 설치 현장
- 참석자 : 황형식 기술이사, 현지인력 Derick, 다수의 마을 관계자들
- 내 용 : 설치 현장인 Uwiro 마을 site를 방문하여 사전 작업 점검 후, 정수장치 최종 설치를 위한 작업을 수행함. 황형식 기술이사 및 현지 인력인 Derick, 다수의 마을 엔지니어 및 관계자들과 배관작업, 전기작업, 쉘터 건축 작업을 수행하였으며, 메인 펌프의 용량이 작은 관계로 용량이 큰 펌프로 교체 작업을 수행함. 최종 설치 완료 후에 시운전을 하여 최종 점검을 하였음.



통관 후 현장으로 운송중인 정수장치



통관 후 현장으로 운송중인 정수장치
자재



현장으로 운송중인 정수장치



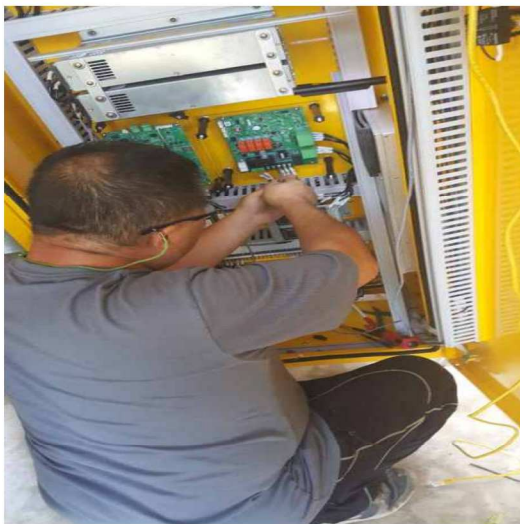
정수장치 설치 현장 운송 완료



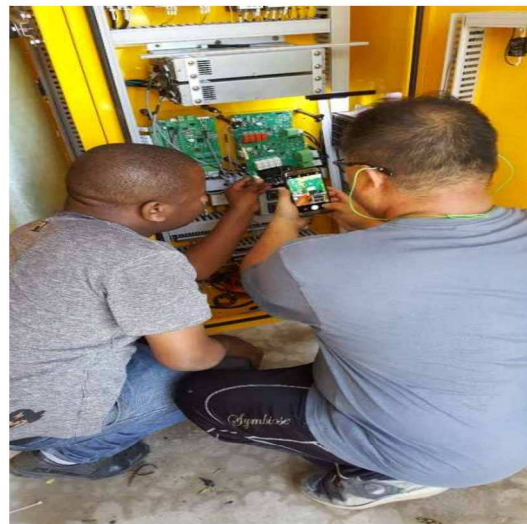
정수장치 설치 현장 운송 완료



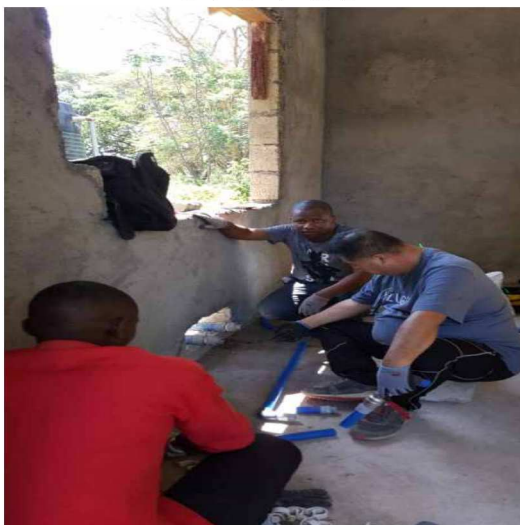
정수장치 쉘터 안으로 위치 시킴



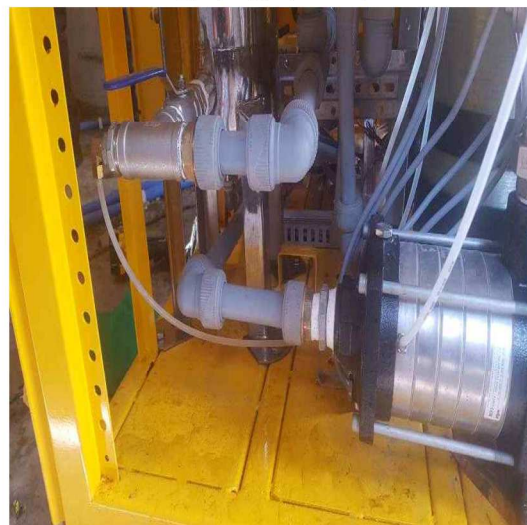
정수장치 점검



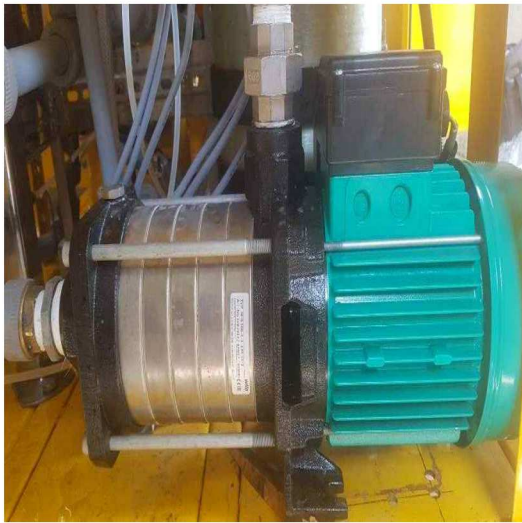
현지 인력 교육



배관 작업 실시



메인 펌프 교체 전



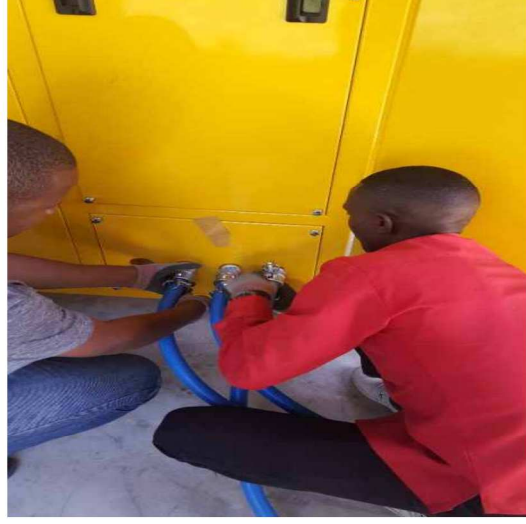
메인 펌프 교체 완료



급수 펌프 설치 완료



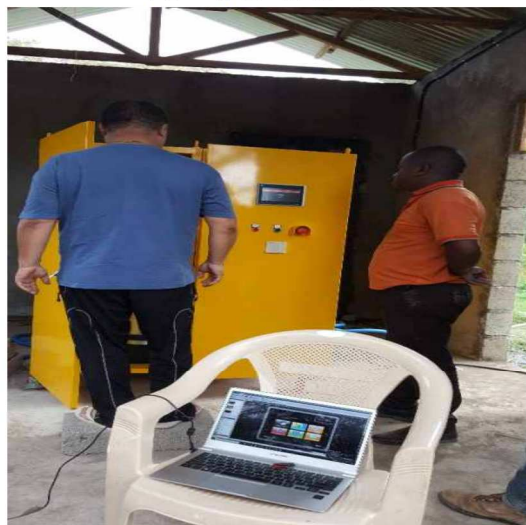
최종 배관 설치 완료



최종 배관 연결 완료



최종 설치 완료



최종 점검 및 시운전

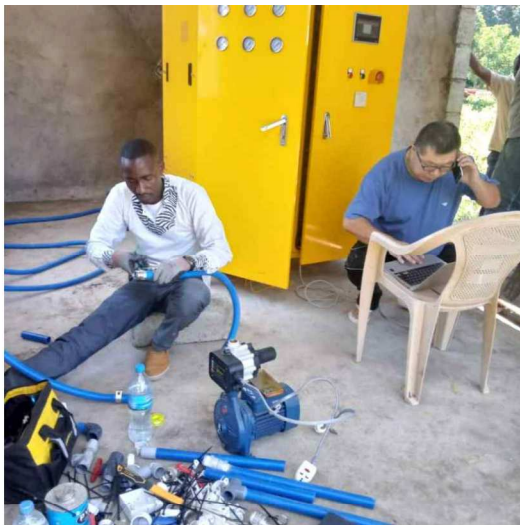
2. 정수장치 소프트웨어 업데이트 및 최종 설치 완료

- 일 자 : 2020.02.20.~02.23

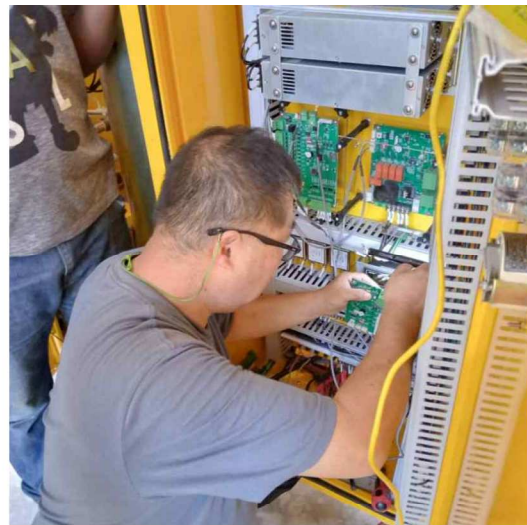
- 방문지 : Meru uwiro village 설치 현장

- 참석자 : 황형식 기술이사, 현지 인력 Derick, 다수의 마을 관계자들

- 내 용 : 최종 설치 후 소프트웨어 업데이트가 필요하여 업데이트 진행 후 이틀간 운영을 하였음. 운영을 하면서 현지 운영자에게 현지 운영 교육을 수행하였음. 최종 점검 후에는 이상이 없이 잘 운영이 되었으며, 원수 TDS 484PPM 에서 정수 처리된 TDS는 31PPM로, 약 TDS 제거율 94%의 성능을 보이는 것을 확인하였음. 마을 사람들의 반응은 대단히 좋았으며, 추후 채수 및 분석을 통해 불소 제거율도 확인할 계획임.



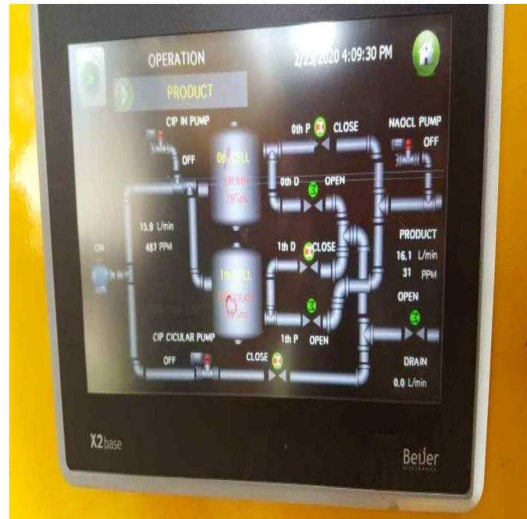
정수장치 소프트웨어 업데이트



정수장치 메인기판 점검



현지 운영자 교육



원수 및 정수 TDS 확인


3. 정수장치 소프트웨어 업데이트 및 최종 설치 완료

- 일 자 : 2020.02.24
- 방문지 : Meru uwiro village 설치 현장
- 참석자 : 황형식 기술이사, 현지 인력 Derick, 다수의 마을 관계자들
- 내 용 : 이틀간 운영 후 채수를 하여 한국에 귀국하여 공인 수질분석 의뢰 기관에다 수질 분석을 의뢰하여 결과를 받았음. 또한 탄자니아 현지에서 채수를 하여 아루샤 현지 수질분석 기관에 분석을 의뢰하여 결과를 받았음. 2019년 9월에 의뢰한 공인 수질분석 기관인 한국환경수도원 분석에 따르면, Uwiro 마을 설치 현장 원수의 수질분석 결과, TDS는 527PPM 이였고, 불소농도는 WHO 먹는 물 수질 기준인 1.5PPM을 훨씬 초과한 8.32PPM으로 나왔었음. CDI 탈염장치를 거쳐 정수된 샘플을 탄자니아 현지에서 분석의뢰한 결과, 정수의 불소 농도는 0.60PPM으로 나왔으며, 정수 TDS는 21.5PPM으로 측정이 되었음. 그 외에 먹는 물 수질 기준에 모든 성분이 기준치 이하로 나오는 것을 확인하였으며, 먹는물에 아주 적합한 물로 판정되었음. 또한 한국에서 분석의뢰를 하여 나온 결과, 정수의 불소농도는 0.69PPM으로 먹는물 수질 기준인 1.5PPM 이하로 나타났으며, 정수의 TDS 농도는 59 PPM으로 확인되었음. 또한 국내 분석 결과에서도, 물 수질 기준에 모든 성분이 기준치 이하로 나오는 것을 확인하였음. 현지 정수장치 설치 및 운영 결과는 아주 좋으며, 현재까지도 별 무리 없이 운영되는 것을 현지 운영자를 통해 확인하였음.

	Uwiro 마을 원수 데이터	Uwiro 마을 정수 데이터 (탄자니아 현지 분석 결과)	Uwiro 마을 정수 데이터 (국내 분석 결과)
불소 농도	8.32PPM	0.60PPM	0.69PPM
불소 제거율	-	93%	92%
TDS 농도	527PPM	21.5PPM	59PPM
TDS 제거율	-	96%	89%

[표] Uwiro 마을 원수 및 정수의 불소 농도 및 TDS 농도 데이터

시험 성적서

한국환경수도연구원 우)07201 서울특별시 영등포구 양평로28사길 29 Tel : 02-2637-1234 Fax : 02-2631-8767	성적서 번호 : ID-190771B 페이지 (1) / (총 1) 끝.																																																																																																																																																																																																													
1. 의뢰자 기관명 : ㈜우이엔비 주소 : 서울시 금천구 가산디지털2로 14, 대평테크노타운12차 401호 2. 시험대상 품목/물질/시료 설명 : Meru uwiro village at Iyan subvillage 3. 성적서 용도 : 참고용 4. 시험기간 : 2019. 9. 2. ~ 9. 19. 5. 시험방법 : ① 먹는물수질공정시험기준 (국립환경과학원고시 제2018-66호) ② Standard Method 2540.C (2017) - TDS 6. 시험환경 : 온도 : (최저 23 °C, 최고 25 °C), 습도 : (최저 35 % R.H., 최고 65 % R.H.) 7. 시험결과																																																																																																																																																																																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">항목</th> <th colspan="2">먹는물수질기준</th> <th rowspan="2">결과</th> <th rowspan="2">항목</th> <th colspan="2">먹는물수질기준</th> <th rowspan="2">결과</th> </tr> <tr> <th>농도</th> <th>단위</th> <th>농도</th> <th>단위</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1. 일반세균</td><td>100 이하</td><td>CFU/mL</td><td>360</td><td>25. 불루엔</td><td>0.7 이하</td><td>mg/L</td><td>불검출</td></tr> <tr><td>2. 총대장균군</td><td>불검출</td><td>-/100mL</td><td>검출</td><td>26. 에컬락엔</td><td>0.3 이하</td><td>mg/L</td><td>불검출</td></tr> <tr><td>3. 대장균</td><td>불검출</td><td>-/100mL</td><td>검출</td><td>27. 크실렌</td><td>0.5 이하</td><td>mg/L</td><td>불검출</td></tr> <tr><td>4. 납(Pb)</td><td>0.01 이하</td><td>mg/L</td><td>불검출</td><td>28. 1,1-디클로로에틸렌</td><td>0.03 이하</td><td>mg/L</td><td>불검출</td></tr> <tr><td>5. 불소(F)</td><td>1.5 이하</td><td>mg/L</td><td>8.32</td><td>29. 사염화탄소</td><td>0.002 이하</td><td>mg/L</td><td>불검출</td></tr> <tr><td>6. 비소(As)</td><td>0.01 이하</td><td>mg/L</td><td>불검출</td><td>30. 1,2-디클로로에탄</td><td>0.003 이하</td><td>mg/L</td><td>불검출</td></tr> <tr><td>7. 셀레늄(Se)</td><td>0.01 이하</td><td>mg/L</td><td>0.005</td><td>31. 1,4-다이옥산</td><td>0.05 이하</td><td>mg/L</td><td>불검출</td></tr> <tr><td>8. 수은(Hg)</td><td>0.001 이하</td><td>mg/L</td><td>불검출</td><td>32. 경도</td><td>1000 이하</td><td>mg/L</td><td>64</td></tr> <tr><td>9. 시안(CN)</td><td>0.01 이하</td><td>mg/L</td><td>불검출</td><td>33. 과망간산칼륨소비용</td><td>10 이하</td><td>mg/L</td><td>2.2</td></tr> <tr><td>10. 크롬(Cr)</td><td>0.05 이하</td><td>mg/L</td><td>불검출</td><td>34. 냉새</td><td>두회</td><td>-</td><td>없음</td></tr> <tr><td>11. 암모니아성질소(NH₃-N)</td><td>0.5 이하</td><td>mg/L</td><td>불검출</td><td>35. 맛</td><td>두미</td><td>-</td><td>시험불가</td></tr> <tr><td>12. 질산성질소(NO₃-N)</td><td>10 이하</td><td>mg/L</td><td>5.2</td><td>36. 구리(Cu)</td><td>1 이하</td><td>mg/L</td><td>불검출</td></tr> <tr><td>13. 카드뮴(Cd)</td><td>0.005 이하</td><td>mg/L</td><td>불검출</td><td>37. 색도</td><td>5 이하</td><td>도</td><td>불검출</td></tr> <tr><td>14. 붕소</td><td>1.0 이하</td><td>mg/L</td><td>0.04</td><td>38. 세제(ABS)</td><td>0.5 이하</td><td>mg/L</td><td>불검출</td></tr> <tr><td>15. 페놀</td><td>0.005 이하</td><td>mg/L</td><td>불검출</td><td>39. 총산도(온도(pH))</td><td>5.8~8.5</td><td>-</td><td>7.9</td></tr> <tr><td>16. 다이아지논</td><td>0.02 이하</td><td>mg/L</td><td>불검출</td><td>40. 아연(Zn)</td><td>3 이하</td><td>mg/L</td><td>0.030</td></tr> <tr><td>17. 파라티온</td><td>0.06 이하</td><td>mg/L</td><td>불검출</td><td>41. 염소이온(Cl⁻)</td><td>250 이하</td><td>mg/L</td><td>23.7</td></tr> <tr><td>18. 페니트로티온</td><td>0.04 이하</td><td>mg/L</td><td>불검출</td><td>42. 철(Fe)</td><td>0.3 이하</td><td>mg/L</td><td>불검출</td></tr> <tr><td>19. 카바릴</td><td>0.07 이하</td><td>mg/L</td><td>불검출</td><td>43. 망간(Mn)</td><td>0.3 이하</td><td>mg/L</td><td>불검출</td></tr> <tr><td>20. 1,1,1-트리클로로에탄</td><td>0.1 이하</td><td>mg/L</td><td>불검출</td><td>44. 탁도</td><td>1 이하</td><td>NTU</td><td>0.15</td></tr> <tr><td>21. 테트라클로로에틸렌(PCE)</td><td>0.01 이하</td><td>mg/L</td><td>불검출</td><td>45. 황산이온(SO₄²⁻)</td><td>200 이하</td><td>mg/L</td><td>49</td></tr> <tr><td>22. 트리클로로에틸렌(TCE)</td><td>0.03 이하</td><td>mg/L</td><td>불검출</td><td>46. 알루미늄(Al)</td><td>0.2 이하</td><td>mg/L</td><td>불검출</td></tr> <tr><td>23. 디클로로메탄</td><td>0.02 이하</td><td>mg/L</td><td>불검출</td><td>47. TDS</td><td>-</td><td>mg/L</td><td>827</td></tr> <tr><td>24. 벤젠</td><td>0.01 이하</td><td>mg/L</td><td>불검출</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>			항목	먹는물수질기준		결과	항목	먹는물수질기준		결과	농도	단위	농도	단위	1. 일반세균	100 이하	CFU/mL	360	25. 불루엔	0.7 이하	mg/L	불검출	2. 총대장균군	불검출	-/100mL	검출	26. 에컬락엔	0.3 이하	mg/L	불검출	3. 대장균	불검출	-/100mL	검출	27. 크실렌	0.5 이하	mg/L	불검출	4. 납(Pb)	0.01 이하	mg/L	불검출	28. 1,1-디클로로에틸렌	0.03 이하	mg/L	불검출	5. 불소(F)	1.5 이하	mg/L	8.32	29. 사염화탄소	0.002 이하	mg/L	불검출	6. 비소(As)	0.01 이하	mg/L	불검출	30. 1,2-디클로로에탄	0.003 이하	mg/L	불검출	7. 셀레늄(Se)	0.01 이하	mg/L	0.005	31. 1,4-다이옥산	0.05 이하	mg/L	불검출	8. 수은(Hg)	0.001 이하	mg/L	불검출	32. 경도	1000 이하	mg/L	64	9. 시안(CN)	0.01 이하	mg/L	불검출	33. 과망간산칼륨소비용	10 이하	mg/L	2.2	10. 크롬(Cr)	0.05 이하	mg/L	불검출	34. 냉새	두회	-	없음	11. 암모니아성질소(NH ₃ -N)	0.5 이하	mg/L	불검출	35. 맛	두미	-	시험불가	12. 질산성질소(NO ₃ -N)	10 이하	mg/L	5.2	36. 구리(Cu)	1 이하	mg/L	불검출	13. 카드뮴(Cd)	0.005 이하	mg/L	불검출	37. 색도	5 이하	도	불검출	14. 붕소	1.0 이하	mg/L	0.04	38. 세제(ABS)	0.5 이하	mg/L	불검출	15. 페놀	0.005 이하	mg/L	불검출	39. 총산도(온도(pH))	5.8~8.5	-	7.9	16. 다이아지논	0.02 이하	mg/L	불검출	40. 아연(Zn)	3 이하	mg/L	0.030	17. 파라티온	0.06 이하	mg/L	불검출	41. 염소이온(Cl ⁻)	250 이하	mg/L	23.7	18. 페니트로티온	0.04 이하	mg/L	불검출	42. 철(Fe)	0.3 이하	mg/L	불검출	19. 카바릴	0.07 이하	mg/L	불검출	43. 망간(Mn)	0.3 이하	mg/L	불검출	20. 1,1,1-트리클로로에탄	0.1 이하	mg/L	불검출	44. 탁도	1 이하	NTU	0.15	21. 테트라클로로에틸렌(PCE)	0.01 이하	mg/L	불검출	45. 황산이온(SO ₄ ²⁻)	200 이하	mg/L	49	22. 트리클로로에틸렌(TCE)	0.03 이하	mg/L	불검출	46. 알루미늄(Al)	0.2 이하	mg/L	불검출	23. 디클로로메탄	0.02 이하	mg/L	불검출	47. TDS	-	mg/L	827	24. 벤젠	0.01 이하	mg/L	불검출				
항목	먹는물수질기준			결과	항목			먹는물수질기준			결과																																																																																																																																																																																																			
	농도	단위	농도			단위																																																																																																																																																																																																								
1. 일반세균	100 이하	CFU/mL	360	25. 불루엔	0.7 이하	mg/L	불검출																																																																																																																																																																																																							
2. 총대장균군	불검출	-/100mL	검출	26. 에컬락엔	0.3 이하	mg/L	불검출																																																																																																																																																																																																							
3. 대장균	불검출	-/100mL	검출	27. 크실렌	0.5 이하	mg/L	불검출																																																																																																																																																																																																							
4. 납(Pb)	0.01 이하	mg/L	불검출	28. 1,1-디클로로에틸렌	0.03 이하	mg/L	불검출																																																																																																																																																																																																							
5. 불소(F)	1.5 이하	mg/L	8.32	29. 사염화탄소	0.002 이하	mg/L	불검출																																																																																																																																																																																																							
6. 비소(As)	0.01 이하	mg/L	불검출	30. 1,2-디클로로에탄	0.003 이하	mg/L	불검출																																																																																																																																																																																																							
7. 셀레늄(Se)	0.01 이하	mg/L	0.005	31. 1,4-다이옥산	0.05 이하	mg/L	불검출																																																																																																																																																																																																							
8. 수은(Hg)	0.001 이하	mg/L	불검출	32. 경도	1000 이하	mg/L	64																																																																																																																																																																																																							
9. 시안(CN)	0.01 이하	mg/L	불검출	33. 과망간산칼륨소비용	10 이하	mg/L	2.2																																																																																																																																																																																																							
10. 크롬(Cr)	0.05 이하	mg/L	불검출	34. 냉새	두회	-	없음																																																																																																																																																																																																							
11. 암모니아성질소(NH ₃ -N)	0.5 이하	mg/L	불검출	35. 맛	두미	-	시험불가																																																																																																																																																																																																							
12. 질산성질소(NO ₃ -N)	10 이하	mg/L	5.2	36. 구리(Cu)	1 이하	mg/L	불검출																																																																																																																																																																																																							
13. 카드뮴(Cd)	0.005 이하	mg/L	불검출	37. 색도	5 이하	도	불검출																																																																																																																																																																																																							
14. 붕소	1.0 이하	mg/L	0.04	38. 세제(ABS)	0.5 이하	mg/L	불검출																																																																																																																																																																																																							
15. 페놀	0.005 이하	mg/L	불검출	39. 총산도(온도(pH))	5.8~8.5	-	7.9																																																																																																																																																																																																							
16. 다이아지논	0.02 이하	mg/L	불검출	40. 아연(Zn)	3 이하	mg/L	0.030																																																																																																																																																																																																							
17. 파라티온	0.06 이하	mg/L	불검출	41. 염소이온(Cl ⁻)	250 이하	mg/L	23.7																																																																																																																																																																																																							
18. 페니트로티온	0.04 이하	mg/L	불검출	42. 철(Fe)	0.3 이하	mg/L	불검출																																																																																																																																																																																																							
19. 카바릴	0.07 이하	mg/L	불검출	43. 망간(Mn)	0.3 이하	mg/L	불검출																																																																																																																																																																																																							
20. 1,1,1-트리클로로에탄	0.1 이하	mg/L	불검출	44. 탁도	1 이하	NTU	0.15																																																																																																																																																																																																							
21. 테트라클로로에틸렌(PCE)	0.01 이하	mg/L	불검출	45. 황산이온(SO ₄ ²⁻)	200 이하	mg/L	49																																																																																																																																																																																																							
22. 트리클로로에틸렌(TCE)	0.03 이하	mg/L	불검출	46. 알루미늄(Al)	0.2 이하	mg/L	불검출																																																																																																																																																																																																							
23. 디클로로메탄	0.02 이하	mg/L	불검출	47. TDS	-	mg/L	827																																																																																																																																																																																																							
24. 벤젠	0.01 이하	mg/L	불검출																																																																																																																																																																																																											
※ 시험불가-맛 : 섭취에 따른 안전성이 확보되지 않은 시료임.																																																																																																																																																																																																														
학 인	시험자	박 광 준	기술책임자	송 민 형																																																																																																																																																																																																										
1. 이 성적서는 의뢰자가 제시한 시료(지참) 및 시료명으로 시험한 결과로서 전체 제품에 대한 품질을 보증하지는 않습니다. 2. 이 성적서는 참고자료로서 용도 이외의 홍보, 선전, 광고 및 소송용 등으로 사용될 수 없으며, 서면승인 없이 재발행하지 못합니다.																																																																																																																																																																																																														
한국환경수도연구원 장(인)				2019. 9. 19.																																																																																																																																																																																																										

FPC05-2B(14)

Korea Environment & Water Works Institute

A4(210×297)

[그림] Uwiro 마을 원수 수질 분석 데이터

THE UNITED REPUBLIC OF TANZANIA
MINISTRY OF WATER

Telephone: Tel: 2548103
Mobile: +255 755937804
Email: kjovitus@yahoo.com
arulab@maji.go.tz
Laboratory No: WQL/2020/029



Water Quality Division,
Arusha Regional Water Lab.
P.O. Box 3020,
ARUSHA.

WATER ANALYSIS REPORT

GENERAL

Analysis Requested by: CDI – UWIRO Q=40M³DAY
Region: ARUSHA
Name of water Source: CDI TREATED WATER
Date sampled: March 03, 2020

District: ARUMERU
Location: UWIRO

Table of results:

Physical	Units	RESULTS	EAS 12:2014 Standard
PH	-	5.90	5.50-8.50
Electrical Conductivity (E.C)	µS/cm	39.0	1500
Total dissolved solids (TDS)	mg/L	21.5	1000
Turbidity	NTU	<0.01	25
Chemical Parameters	Units	RESULTS	EAS 12:2014 Standard
Total Alkalinity as CaCO ₃	mg/L	27.0	n.m
Total hardness as CaCO ₃	mg/L	4.60	500
Calcium Ca	mg/L	0.00	200
Magnesium Mg	mg/L	1.12	100
Sulphate (SO ₄ ²⁻)	mg/L	1.00	400
Chloride (Cl ⁻)	mg/L	5.28	250
Iron (Fe ²⁺)	mg/L	0.00	0.30
Manganese (Mn)	mg/L	0.00	0.10
Fluoride (F ⁻)	mg/L	0.60	1.50
Nitrate (NO ₃ ⁻)	mg/L	2.00	30.0
Chromium Cr ⁶⁺	mg/L	<0.01	0.05
Mercury	mg/L	0.00	0.05
Nitrite NO ₂ ⁻	mg/L	0.00	1.0
Lead	mg/L	<0.01	0.10
Sodium Na	Mg/L	1.50	200
Potassium K	mg/L	0.32	150
Silver	mg/L	<0.01	0.10
Phosphate as P	mg/L	<0.01	6.00
Copper	mg/L	<0.01	1.0
Zinc	mg/L	0.00	5.0
Bacteriological parameters	Units	RESULTS	EAS 12:2014 Standard
Coli form Count	cfu/100mL	0	0
Fecal Coli form	cfu/100mL	0	0

n.m = not mentioned,

REMARKS AND RECOMMENDATION:

According to the analysis done, the water is very soft, and chemically within the allowable standard of quality of domestic water. Therefore, the water is acceptable for domestic uses

Kichum, Jovitus

HEAD OF WATER QUALITY LABORATORY


05/03/2020

AWQ 028

WATER ANALYSIS REPORT | ARUSHA WATER QUALITY LABORATORY

[그림] Uwiro 마을 정수 수질 분석 데이터 (탄자니아 현지 분석 기관)

시험 성적서

(재)한국환경수도연구원 우)07201 서울특별시 영등포구 양평로28사길 29 Tel : 02-2637-1234 Fax : 02-2631-8767	성적서 번호: ID-200172 A 페이지 (1) / (총 1) 끝.	
---	---	---

1. 의뢰자 기관명 : ㈜우유헤비글로벌
주 소 : 서울특별시 금천구 가산디지털2로 14 대동테크노타운 12차 401호
2. 시험대상 품목/용실/시료 설명 : Arusha Uwiro Village
3. 성적서 용도 : 참고용
4. 시료 구분 : 지참시료
5. 시험 기간 : 2020. 2. 28. ~ 2020. 3. 13.
6. 시험 장소 : 고성시험실 (서울특별시 영등포구 양평로28사길 29) 현장시험
7. 시험 방법 : ① 먹는물수질공정시험기준 (국립환경과학원고시 제2018-66호)
② Standard Methods 2540.C (2017) - TDS
8. 시험 환경 : 온도 : (최저 18 °C, 최고 25 °C), 습도 : (최저 20 % R.H., 최고 47 % R.H.)
9. 시험 결과

항목	먹는물수질기준		결과	항목	먹는물수질기준		결과
	농도	단위			농도	단위	
1. 납(Pb)	0.01이하	mg/L	불검출	23. 아질산염	0.3이하	mg/L	불검출
2. 불소(F)	1.5이하	mg/L	0.69	24. 크롬(VI)	0.5이하	mg/L	불검출
3. 비소(As)	0.01이하	mg/L	불검출	25. 1,1-디클로로에틸렌	0.03이하	mg/L	불검출
4. 셀레늄(Se)	0.01이하	mg/L	불검출	26. 사정제잔사	0.002이하	mg/L	불검출
5. 수은(Hg)	0.001이하	mg/L	불검출	27. 1,2-디클로로에탄	0.003이하	mg/L	불검출
6. 시안(CN)	0.01이하	mg/L	불검출	28. 1,4-다이옥산	0.05이하	mg/L	불검출
7. 크롬(Cr)	0.05이하	mg/L	불검출	29. 경도	1000이하	mg/L	5
8. 암모니아질소(NH ₃ -N)	0.5이하	mg/L	0.47	30. 과산화수소	10이하	mg/L	2.5
9. 질산성질소(NO ₃ -N)	10이하	mg/L	불검출	31. 냄새	무취	-	없음
10. 카드뮴(Cd)	0.005이하	mg/L	불검출	32. 맛	무미	-	없음
11. 붕소	1.0이하	mg/L	0.04	33. 구리(Cu)	1이하	mg/L	불검출
12. 페놀	0.005이하	mg/L	불검출	34. 색도	5이하	도	불검출
13. 다이아진	0.02이하	mg/L	불검출	35. 세제(ABS)	0.5이하	mg/L	불검출
14. 파라티론	0.05이하	mg/L	불검출	36. 수소이온농도(pH)	5.8~8.5	-	6.7
15. 페니트로탄	0.04이하	mg/L	불검출	37. 아연(Zn)	3이하	mg/L	0.043
16. 카바질	0.07이하	mg/L	불검출	38. 염소이온(Cl ⁻)	250이하	mg/L	0.8
17. 1,1,1-트리클로로에탄	0.1이하	mg/L	불검출	39. 철(Fe)	0.3이하	mg/L	불검출
18. 테트라클로로에틸렌(TCE)	0.01이하	mg/L	불검출	40. 망간(Mn)	0.3이하	mg/L	불검출
19. 트리클로로에틸렌(TCE)	0.03이하	mg/L	불검출	41. 탁도	1이하	NTU	0.75
20. 디클로로에탄	0.02이하	mg/L	불검출	42. 황산이온(SO ₄ ²⁻)	200이하	mg/L	21
21. 벤젠	0.01이하	mg/L	불검출	43. 알루미늄(Al)	0.2이하	mg/L	0.02
22. 몰부엔	0.7이하	mg/L	불검출	44. TDS	-	mg/L	59

학 인	시험자	이준혁	기술책임자	송민형
-----	-----	-----	-------	-----

1. 이 성적서는 의뢰자가 제시한 시료 및 시료명으로 시험한 결과로서 전체 제품에 대한 품질을 보증하지는 않습니다.
2. 이 성적서는 KS Q ISO/IEC 17025 와 KOLAS 인정과 관련 없으며 용도 이외의 홍보, 선전, 광고 및 소송용 등으로 사용될 수 없고, 서면승인 없이 재발행하지 못합니다.

(재)한국환경수도연구원장 (인)



2020. 3. 13.

4. 킬리만자로 공항(아루샤) > 인천 공항 이동

- 일 자 : 2020.02.24.~02.25

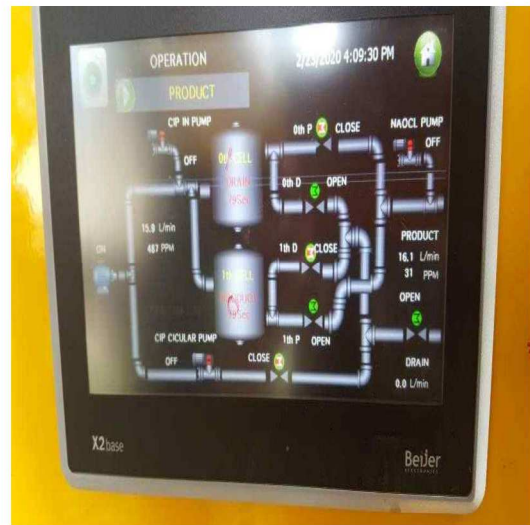
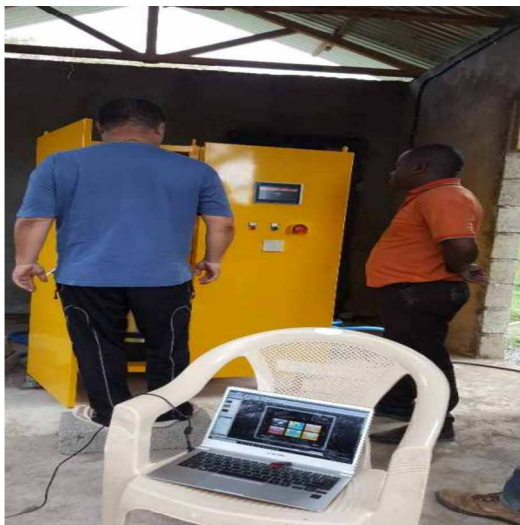
5. 정수 샘플 현지 수질분석 결과 및 국내 공인 인증 기관 수질 분석 결과 수령

- 내용 : 2020.03.05. 현지 수질분석 결과 수령,
2020.03.13. 국내 공인 인증 기관 수질 분석 결과 수령

2.4. 시운전 및 유지관리 교육

2.4.1 시운전

- . 2020.02.19. 정수장치 설치 완료 및 시운전을 시행함
 - 시운전 결과 정수장치 소프트웨어에 업데이트가 필요하여 업데이트를 함
 - 소프트웨어 업데이트 후 약 이틀간 연속운전을 하였음
 - 원수 TDS 농도 487PPM을 정수처리 한 결과 약 평균 31PPM의 정수 TDS 농도를 보임
TDS 제거율은 약 94%정도로 효율을 보이며 정상적인 작동을 하는 것으로 확인됨.



[그림] 시운전 및 소프트웨어 업데이트 [그림] 원수 및 정수 TDS 데이터 확인

2.4.2 유지관리비

- . 유지관리비는 인건비, 약품비, 전기료, 부품교체등 관리비로 구분
 - 자동운전이고 원격 감시 및 조정이 가능하므로 인건비는 거의 없다
 - 필터에의한 여과이므로 약품비는 6개월에 1회정도 세척시에 사용하는 구연산등의 약품이외에는 없으므로 약품비는 거의 없다
 - 전기사용료는 수원의 취수등 원수공급에 필요한 전기료 정수에 필요한 전기료 및 난방에 필요한 전기료로 구분될 수 있으며 취수나 난방용 전기를 제외하고 수처리에 필요한 전기료만을 검토

① 산업용 전력 요금

구분	기본요금 (원/kw)	전력량요금(원/kwh)		
		여름(6-8월)	봄,가을	겨울(11-2월)
저압	5550	81	59.2	79.3

★평균:(81x3+59.2x5+79.3x4)/12=72원/kwh →기본요금을 고려 80원/kwh로 계획

② 주시설인 CDI흡착 시설의 전기사용량 및 요금은 용존물질의 TDS값에 비례하여 변화

TDS(ppm)	250	440	500	550
전기소모량(kwh/m ³)	0.35	0.62	0.7	0.77
전기요금(원/m ³)	25	50	56	62

③ 주 공급 시설인 주 펌프의 소요양정 20M로 산정

1M³ 당 소요동력 : $H_p = 0.163 \times 1 \times 20 \times 1 (M^3 / 분) / 0.4 \times 1.1 / 60 (M^3 / 시간) = 0.15 kwh / M^3$

전기요금 : $0.15 kwh / M^3 \times 80 \text{원} / kwh = 12 \text{원} / M^3$

o 소모품 및 관리비

■ 주시설인 CDI흡착 시설의 소모품 및 관리비(TDS 550 기준)

- CDI흡착판 관리비: $700,000 / (5 M^3 / 일 \times 365 \text{일} \times 3 \text{년}) = 130 \text{원} / M^3$

- 부대시설 관리비(주 시설의 100%) 130원/M³

- 계 260원/M³

■ 전처리 시설의 소모품 및 관리비

- 전처리 시설의 관리비: $90,000 / (5 M^3 / 일 \times 180 \text{일}) = 100 \text{원} / M^3$

o 유지관리비(100m³ /일 및 TDS 440 기준)

구분	CDI탈염공 정전기료	주펌프 전기료	주요부품 관리비	기타시설 관리비	계
비용(원/M ³)	62	12	260	100	450

2.4.3 유지관리 교육

□. 2020.02.20.~2020.02.22. 이틀간 연속운전을 하면서 현지 운영자에게 유지관리 교육을 수행함

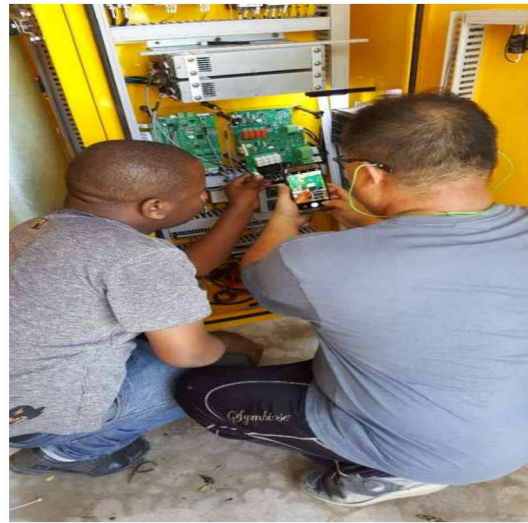
o 소모성 여재 및 필터 교체 방법과 교육 실시

o 운영 방법 및 운영 시 숙지해야 할 주의사항 교육 실시

o 특이사항 발생 시, 현지 직원을 통한 문제 파악 및 현지 상황 보고를 받고 문제 해결을 위한 조치를 실시할 예정.



[그림] 현지 운영자 운영 교육


















[그림] 현지 운영자 운영 교육

2.4.4 사용자 매뉴얼(영문)

CDI Water Treatment System Operation Manual

1. Precautions
2. Front part of water purification system
3. Touch Screen
4. Water purifier rear face

1. Precautions

	<ul style="list-style-type: none"> ● Before connecting power, visually check all components of the water purifier.
	<ul style="list-style-type: none"> ● Visually check the valve connection for leaks.
	<ul style="list-style-type: none"> ● Visually check each part of the water purification system for damage and cracks
	<ul style="list-style-type: none"> ● To prevent electric shock, do not touch the water purifier with wet hands.
	<ul style="list-style-type: none"> ● In maintenance work, turn off the power.
	<ul style="list-style-type: none"> ● Do not touch with wet hands
	<ul style="list-style-type: none"> ● Danger or electric shock
	<ul style="list-style-type: none"> ● Make sure Power is 380 V and 3-stage
	<ul style="list-style-type: none"> ● In case Low go high Voltage, Motor or Equipment get damaged.
	<ul style="list-style-type: none"> ● Check valve and pipe condition before start the system
	<ul style="list-style-type: none"> ● Read and understand thoroughly Manual before operate the system.
	<ul style="list-style-type: none"> ● If the system is interrupted by a malfunction, check before restarting the cause of the problem.
	<ul style="list-style-type: none"> ● Do not open the control panel while operation to avoid electric shock.
	<ul style="list-style-type: none"> ● Protect control panel, pumps and electric equipment from water.
	<ul style="list-style-type: none"> ● Do not operate the system in thunder.

2. Front part of water purification system

(1) Front Part



(2) Front Description

■ Pressure gauge Part



Display	Description
INLET	The pressure value of the incoming section can be checked.
PRODUCTS	The pressure values of the production section can be checked.
OUTLET	The pressure value of the drain section can be checked.
C.I.P	The pressure values of the CIP section can be checked.

■ Touch Screen



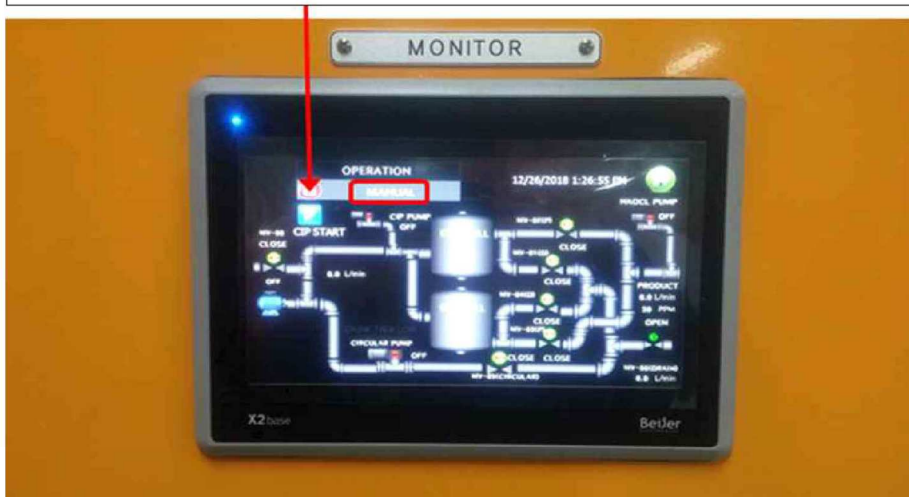
NO	Display	Description
①	Operation	Real-time operation status can be checked.
②	Power Measure	It is possible to check the real-time voltage and current status of each cell.
③	Setup	Water purification time and discharge time can be set.
④	Alarm	Alarm settings and status can be checked.
⑤	Data Logger	It is possible to check the data (TDS) of production water in real time through a graph.
⑥	Cleaning Setup	It is possible to configure the environment of C.I.P.

3. Touch Screen

(1) OPERATION : Real-time operation status can be checked.

■ MANUAL OPERATION

It is possible to change the operation method (manual or automatic) by touching the corresponding part with the finger as shown.



■ AUTOMATIC OPERATION

When automatic operation is selected, the status of "INITIAL → PRODUCT" is automatically changed.

1) INITIAL STATE



2) PRE DRAIN STATE

- The corresponding motion state is a free-drain, and text is displayed on the screen when it is a free-drain.



3) PRODUCT STATE

- The corresponding operation status is Product and a text is displayed indicating Product status.
- You can check the process and operation time of Product in Cell Image #0 or #1 on the screen.



(2) POWER MEASURE : It is possible to check the real-time voltage and current status of each cell.

When the cell is PRODUCT, the current value indicates '-'.
When the cell is DRAIN, the current value indicates '+'.



When the cell is DRAIN, the current value indicates '+'.

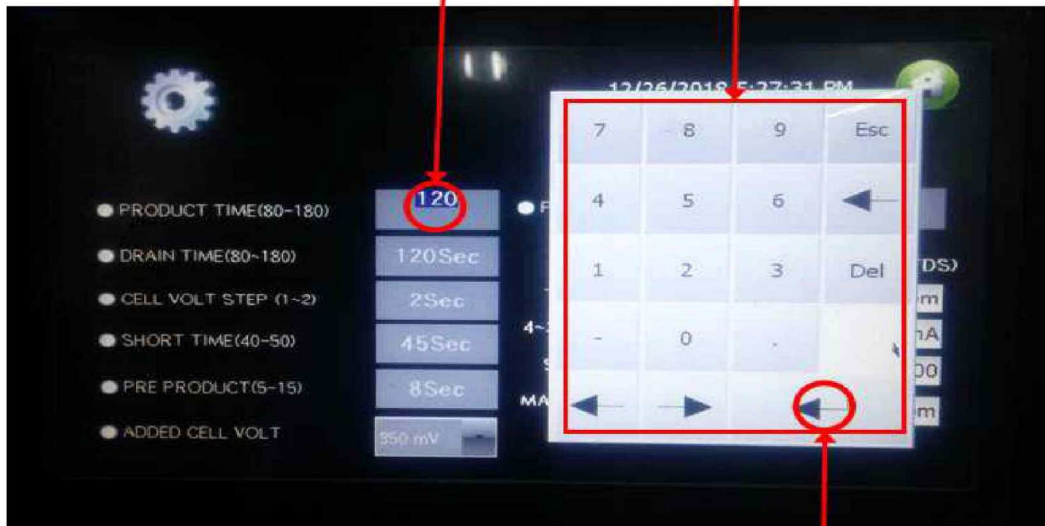
(3) SETUP : Water purification time and discharge time can be set.

Water purification time (80-180sec) and discharge time (80-180sec) can be changed.



■ Change settings

When touching the corresponding part with the finger in the manual state, the screen on the right appears.



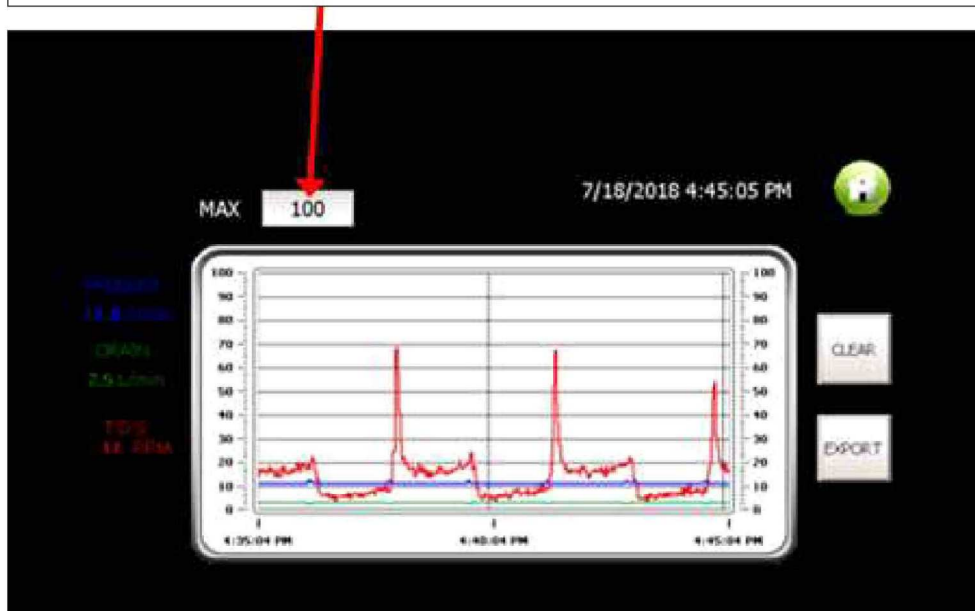
After entering the desired time (SEC), press ENTER to change the time setting.

(4) ALARM : Alarm settings and status can be checked.

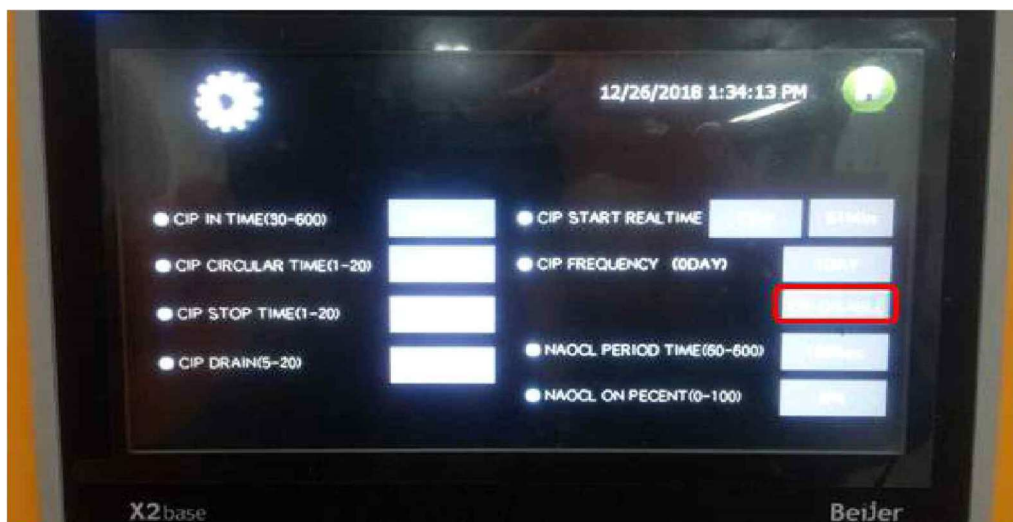


(5) DATA LOGGER : It is possible to check the data (TDS) of production water in real time through a graph.

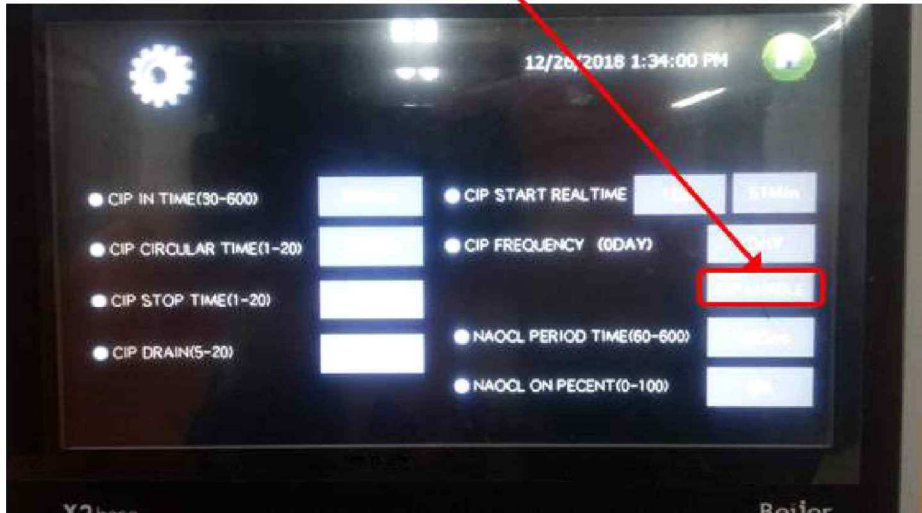
It is possible to change the range value of the graph shown on the screen by touching the corresponding part with the finger.



(6) CLEANING SETUP : It is possible to configure the environment of C.I.P.



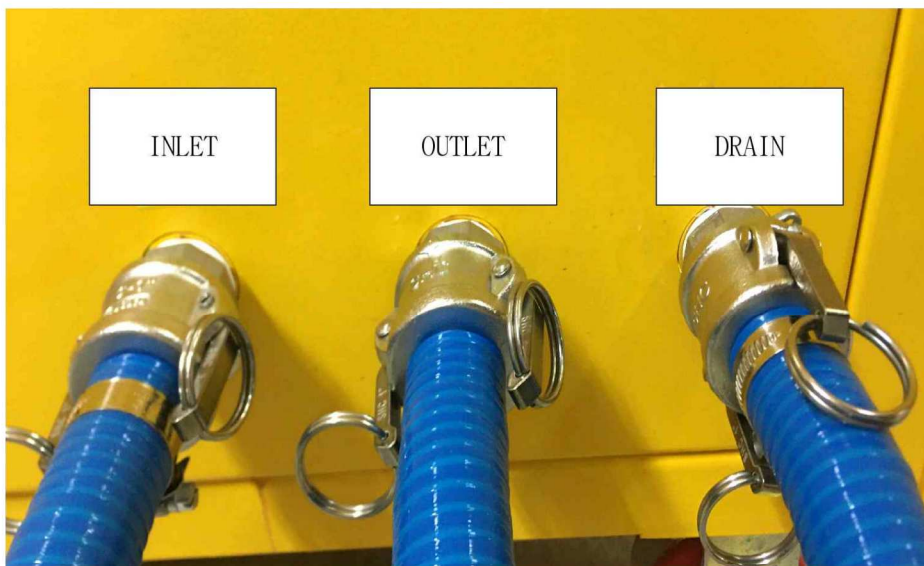
It is possible to change the setting (DISABLE or ENABLE) by touching this part with the finger in the manual state.



4. Water purifier rear face

(1) pipe connection

- The picture below shows the connection of each pipe at the rear of the water purifier.



(2) CELL connection



■ Stage 1

- 1) The water passing through the three CELLS located in column 1 is drained into production and concentrated water.
- 2) Water passing through the three CELLS located in the second row is drained into production and concentrated water.

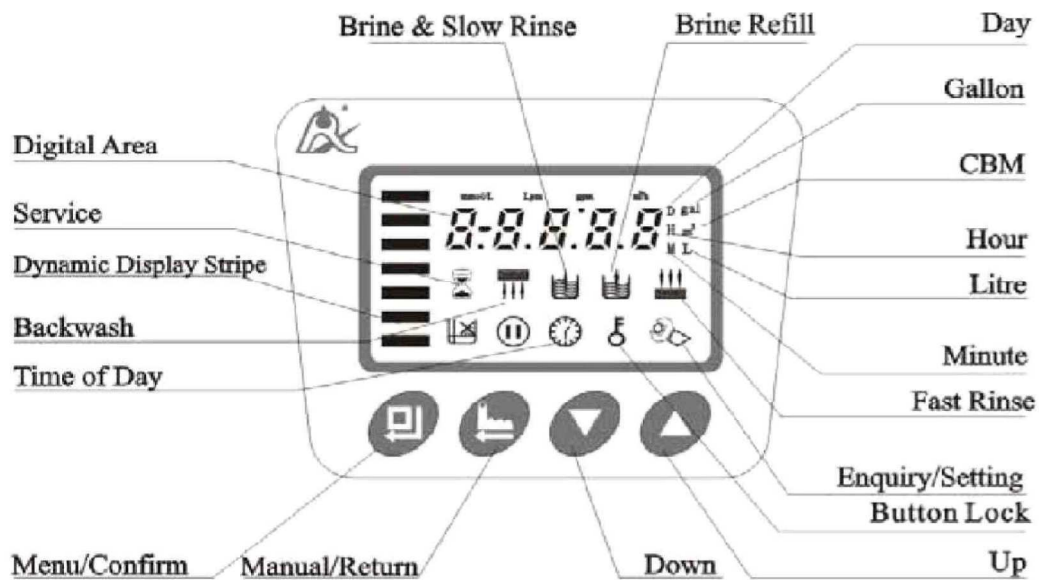
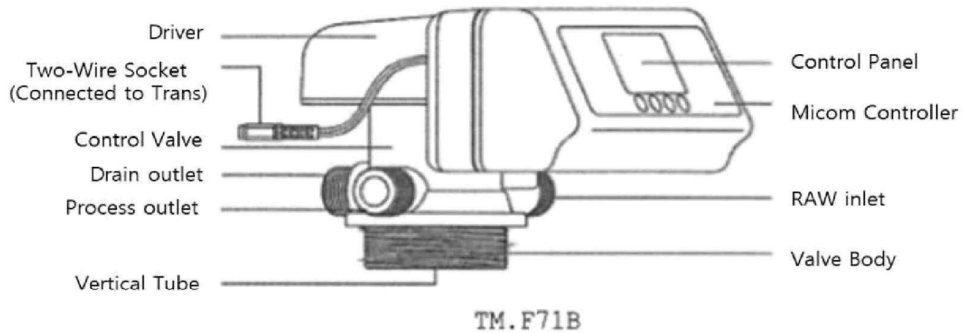
■ Stage 2

- 1) The process changes according to the time set by the first stage process, which is continuous process.
- 2) Since continuous process is possible, production water is drained in real time.

(3) AC Filter Control Valve

- Reliable for opening and closing of valves.
 - It has applied excellent high-level ceramic plates such as wear and corrosion.
- Manual function
 - Press button to manually at any time to clean. It is possible to operate manually even if the controller is not operating due to the power cut off.
- Keyboard Lock function
 - The keyboard is automatically locked if the user is not operating for 1 minute
 - Press the two buttons on the ▲ and ▼ for 5 seconds to release them.
 - This function is to effectively prevent incorrect operation due to confusion.
- LED Dynamic Screen
 - A sign indicating the state of filtration or cleaning according to continuous movement.
- Indication of Power Loss
 - If the power is lost for more than three days, turn on the power to flash the clock.
 - At this time, the current visual angle is set.
 - No other parameter setup is possible.
- 2 Modes of Reproducer Regenerative Control
 - Switch switch on control panel allows selection of unit mode and unit time mode
- External signal
 - Control signal terminal such as pressurized pump and solenoid valve
 - Performing Cleaning Repeats
 - Cleaning function can be repeated.
 - During filtration operation, the filtrate can be kept in good condition by repeating the backflow and calibration.
- Bypass Function
 - After disconnecting the power, turn the manual handle to "●" the indicator.
 - The water is discharged directly from the outlet and does not enter the filtration tank.

- This function is used not only for tank management or for replacing filtrate, but also for situations where the quality of the water does not need to be good.

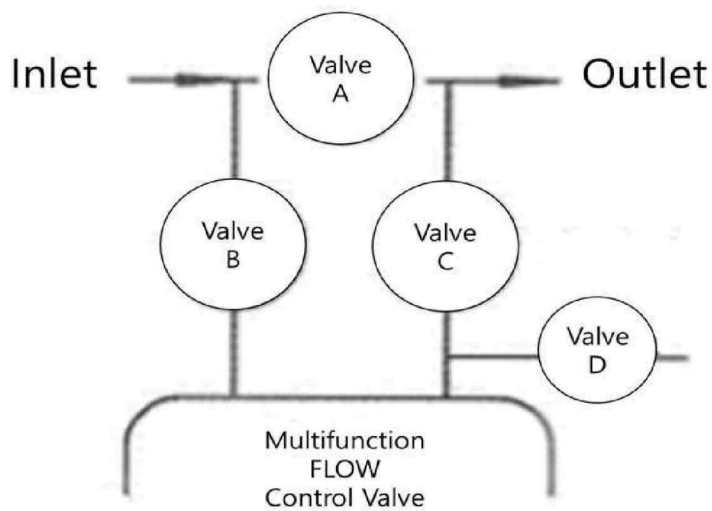


■ Product specification

- Control Mode : Time
- Operation conditions: allowable feedwater pressure of 0.1 to 0,6 MPa
- Permissible temperature between 5 and 45 degrees
- Trans specification: 100~240V/50~60Hz

- The installation location
 - The closer it is to the wastewater site, the better.
 - It is convenient to leave the operation and management area empty.
 - Avoid heat source is near, or direct sunlight, and where affected by heavy rain, etc. No outdoor installations.
 - Avoid acid or alkaline environments, affected locations, and electrically affected control systems.
 - Wastewater and other piping areas should be avoided where temperatures below 5 degrees Celsius and above 45 degrees Celsius are feared to be present.
 - If a water leak occurs, you should choose the location where the damage can be minimal.

■ Piping Connection



[Reference 1] Piping Connection

- To facilitate management, three ball valves are installed as shown in Reference 1.
 - Attach the valve B to the inlet pipe and the valve C to the outlet tube, and open the valve A when the filter material is injected or the tank is managed, and close the valve B and C.
 - When filtration is performed, open valves B and C and close valve A.
 - Valve D is used for sampling.

■ Drain hose connection

- The control valve shall be higher than the drain
- Make sure the drain hose is not too far away.
- precautions
- It should not be connected directly to the sewer.
- Inhalation should be prevented from drains.
- When sewage is used for other purposes, some space is required between reservoir installation, wastewater and reservoir.

■ Electrical connection

- Connect the two wire socket of the transformer output adapter and the controller.
- Connect 100~240V/50~60Hz to the adapter.

■ Switch to Daily or Time Unit Mode

- Due to the need to select a daily or time unit mode, this is possible in the following ways:
 - Step 1. Detach the controller cover using a screwdriver.
 - Step 2. Check the switch on the main control panel as indicated.
 - Step 3. If the switch is "ON", the system is in unit daily replay mode or unit replay mode when switch 1 is unit.
 - Step 4. It can be changed according to the needs of the user.
 - Step 5. Install the cover once the adjustment has been completed.
 - Changing the mode does not require any other parts.
 - When shipped from the factory, the product is initially set to daily mode.
 - The setup mode is divided into the following:
 - Daily unit mode for "D"
 - H time unit mode

제3장 성과 활용도

3.1. 최종성과 및 향후계획

3.1.1 최종성과

□ 기술적 측면

- 현지 수질(고농도 불소)에 적합한 최적 설비 개발 및 안정적 운전 조건 수립으로 Uwiro 마을 뿐만아니라 아루샤지역에 경제적인 물 생산이 가능한 소규모 마을 상수도 설비 표준 설계 기술 및 운전기술 확보
- 본 사업의 최종 목표인 탄자니아 현지의 수질에 맞춰 최저의 유지비로 최상의 목표 음용 수량의 안정적 공급으로 한국 중소기업에서 독자적으로 개발된 기술의 성공적 적용을 통하여 적적기술을 확대보급
- 국가기술 R&D사업의 결과물로 도출된 당사의 지역맞춤형(저개발국)소규모 이동형 정수설비의 실증을 토하여 발주처의 요구사항을 충족한 맞춤형 수주전략을 통해 탄자니아의 마을 상수도 및 학교,병원등의 표준급수시설로 정착 유도 하는 것에 있음.
- 탄자니아는 불소 및 염분이 과다 함유된 지하수의 식수 문제가 심각하며 개선 수요가 높으므로 이를 효과적으로 처리할 수 있는 신공법인 CDI(Capacitive deionization)공법을 적용 유지관리비도 대폭적으로 절감시킴으로서 탄자니아 뿐만 아니라 아프리카 전역으로 확장할 수 있도록 확대 방안 강구

□ 환경적 측면

- 수질의 안전성 확보
처리가 어려운 용존물질인 불소처리 공법으로 불소처리를 음용수 수질기준인 1.5ppm 이하로 공급함으로써 주민들에게 깨끗한 음용수 공급 가능
- 탄자니아에 수처리 기술 보급 및 기술 발전 기회 제공 특히 탄자니아 수처리의 국가적인 과제인 불소처리를 위하여 탄자니아 국립 불소연구소와 협업 체계 구축
- 안전한 음용수 공급으로 혜택 지역 주민 건강 및 복지 증진
- 기존의 음용수(Sachet Water) 구입으로 인한 비용 지출 절감

□ 경제·산업적 측면

- 탄자니아 상수도 사업 연계 지원을 통한 향후 국내 물 기업의 탄자니아 및 아프리카 지역 수처리 프로젝트 참여 기회 확대
 - 특히 현재 진행중인 아루샤 시 상수도 사업에 참여 할 수 이는 기회확보 현재는 1단계 사업인 28,000m³ /day의 사업에서 CDI 탈염공법이 처리 공법으로 선정된 상태이며 짧은 기간안에 계약까지 이루어 질 것으로 기대
 - 설비 이동, 설치가 간편하여 별도의 토목, 기반공사를 최소화하는 컨테이너 타입으로 제작

3.1.2. 향후 계획

□ 사후관리 계획

- 2년간 사용할 소모품 및 예비용품을 별도로 준비하여 사후관리에 대비
- 지속가능한 유지관리를 위하여 현지에 자회사를 설립할 계획이나 그 이전까지는 현지업체와 협업하여 유지관리에 전력할 계획

- 현지관리인의 운전교육과 협력회사의 인원교육
- 현지어 사용자 매뉴얼 작성
- 협업계획인 현지법인
 - 현황조사에서 현장공사 및 안내까지 수행할 예정이며
 - 현지 관리인의 교육 및 유지관리까지 시행할 계획
 - 장래 탄자니아의 사업을 위하여 적극 협력할 계획
- O2NB 직원인 탄자니아인이 근무할 사무실 확보 철저한 사후관리 수행계획
- 본 설비의 안정적 가동을 위한 주기적 모니터링 실시 및 필요시, 현장 방문 및 설비 점검

□ 인력양성 측면

- 탄자니아에는 오투앤비의 직원(현지인)이 상근 중이며 Mero council 내에 오투앤비의 사무실이 확보된 상태이고 2019년 말까지는 오투앤비 장비 5개가 가동될 예정
- 현지 운전자 교육을 통한 정수 설비 운전·관리 전문 인력 양성
 - 수처리 설비 운전·관리 능력 개발을 통해 전문 인력으로 양성하여 유사 설비 운영시 활용 계획
- 탄자니아 불소연구소와의 협의등으로 탄자니아 중앙정부, 지방정부 및 민간과의 적극적인 협력 기반을 마련

3.2. 사업 기대성과

□ 탄자니아에서의 사업성과

- O2NB에서는 탄자니아에 현재 3개소에서 장비가 가동중에있으며 올해안에 2개소에 추가적으로 운영될 계획으로 탄자니아의 음용수 해결을 위한 실증적인 자료 축적중
- 탄자니아 기술자 1인을 국내에서 교육후 탄자니아 현지에서 업무수행중으로 장비의 유지관리 및 수주업무에 적극 대응중
 - 탄자니아 중앙정부와의 MOU, 대학과의 MOU 등으로 탄자니아 중앙정부, 지방정부 및 민간과의 적극적인 협력 기반을 마련
 - 제안서 제출 5개소에 대한 세부적인 추진방안 협의중이며 특히 세계은행 차관사업인 아루샤 정수시설은 규모가 1단계 2.8만M³ /일로 크기때문에 신용도등이 문제점으로 정부기관의 적극적인 협조가 필요한 사항
 - 아프리카의 정수사업은 기술과 자금이 동시에 이루어져야되는 문제점이 있으며 1년 이상 3개소의 장비의 가동으로 기술력은 인증되고있으며 자금을 위해 금융기관 및 민간투자등을 협의중이고 특히 민간업체와의 협업을 통해 물 판매사업을 위한 정수장비 1대를 11월까지 설치예정이며 올해안에 물(생수) 판매를 시작할 예정
- 탄자니아에서의 CDI탈염공법을 적극적으로 확장하기위하여 탄자니아 특허청의 특허 2건을 획득

□ 불소처리를 위한 사업성과

- 탄자니아 불소연구소와의 MOU 및 협의를 통하여 탄자니아내에 기개발되었으나 수질문제로 사용이 어려워 폐기된 300여개소의 지하수를 개발하는 방안을 협의중(불소연구소가

자료를 확보중)

- CDI 탈염기술은 용존물질들의 조합에 따라 처리율이 서로 다르므로 현장에서 불소의 선택적 처리적용을 실행할수 있는 기반을 마련

3.3. 사업성과 활용방안

가. 탄자니아 신규 사업추진현황

사업명	발주처	내용	금액	비고
아루샤 SEED FARM 상수도 사업	1) AUWSA(The Arusha Urban Water Supply and Sanitation Authority)	정수량 :24,000m ³ /day 불소처리	70.억원	
MANYARA 정수시설	MANYARA COUNCIL	정수량 :2,400m ³ /day 불소처리	2,800천 달러	
Kilimanjaro 공항 정수시설	Kilimanjaro 공항공사	정수량 :200m ³ /day 불소처리	1.2억	

1) 아루샤 SEED FARM 상수도 사업

- 원수 공급량: 28,000m³/day
- 계획 정수량: 24,000m³/day

□개요

- 발주처:AUWSA(The Arusha Urban Water Supply and Sanitation Authority)
- 수원 : 지하수
- 수질 : 불소가 함유되어 식수 불가 불소농도 5.45ppm
- 불소 제거율:80% 이상(잔류 불소 농도: 1.5 ppm 이하)
- 회수율: 86% 이상
- 주 처리장치: 이온성 용존물질 제거시스템인 CDI 탈염장치
- 예정공사비 : 70억
- 아루샤 정수시설은 차관사업으로 현재 정수시설을 제외한 모든 시설이 발주되어 현재 공사중이며, 2020년 12월 준공예정인 사업으로 급격하게 진행되는 사업임



2) MANYARA 정수시설

- 계획 처리량: 200m³/시간
- 원수 수질

Location	MERENANI	NAISINYAI
TDS	668	518
Fluoride	4.03	2.76

- 처리 수질은 MERENANI 지역의 불소 4.03 ppm 은 1.5ppm으로 처리
- 제거율 70%면 가능하나 안전을 고려 80% 제거를 목표
- 소요셀(B250) $200/0.45=444 \rightarrow 4$ 개직열 x2열 x4층 =32개
- 공사비 = 2,800,000달러

3) Kilimanjaro 공항 정수시설

- Kilimanjaro 공항은 국제공항으로 외국인들의 와래가 잦은 곳으로 불소농도를 국제수질 기준인 1.5ppm으로 공급하기를 원함
- 원수공급량 200 m³/day

- 원수 수질 TDS 700ppm이고 불소는 2.8 ppm
- 회수율 85%로 정수 공급량 170m³/day
- 정수 불소 농도 = 1.3ppm
- 공사비 = 1.2억

나. BOT 방식의 사업추진

- 탄자니아는 수처리의 필요성은 높으나 자금부족이 문제이므로 이의 해결 방안으로 BOT방식의 해결 방안으로 BOT방식의 사업을 NGAUWSA와 협의중
- 국내에서 투자자 모집중
- 당국과는 단가 협의중

[그림] NGAUWSA(가우사) 2500톤/일 규모로 추진중 BOT방식



다. 물판매사업

- 현재 물판매사업자와 공동으로 판매하는 방안을 협의중
- 20m³/hr 장비를 현장에 운송중이며, 2020년 부터는 판매를 시작할 예정임

[그림] 협력사업 발굴 현황 - 도도마 먹는 물 공급사업



3.4 결론

□ 본사업은 탄자니아 정부 및 주민들의 숙원사업인 고농도의 불소를 처리하여 안전한 식수를 공급 주민들의 건강보전에 기여함으로써 적정기술을 확대 보급 할 수 있는 최적의 기술임

□ 아루샤 지역은 전체적으로 불소가 많이 발생하는 지역이며 불소는 몸에 극히 해로운 물질이나 처리가 어렵기 때문에 탄자니아에는 불소처리가 국가적 과제이며 이를 극복하기 위하여 국립 불소연구소를 설치 대책을 강구중에 있으므로 본사업을 계기로 협력하여 탄자니아의 불소처리 장치의 표본으로 만들고제 함

□ Arusha는 2010년 Municipalition에서 City로 승격되었으며 이로 인해

① 면적은 93km² 에서 208km² 로 증가되고

② 인구는 416,442명이 되었으며

③ 상수도 급수량은 현재 94,000m³ /day이나 장래 급수량은 200,000m³ /day

□ 아루샤시의 수도 공급은 AUWSA(The Arusha Urban Water & Sanitation Delivery ProjectArthority)에서 담당하고 있으며

① Arusha Sustainable Urban Water & Sanitation Delivery Project 일환

② 아루샤시에서 북서쪽으로 10km 떨어진 Seed Farm 정수장에 1단계 사업으로 28,000m³ /day(원수기준 :정수 24,000m³ /day) 시설 공사중

■ 2020년말 준공예정이며 정수를 제외한 모든 시설은 발주 완료상태로 정수시스템은 CDI 시스템 적용에 대한 협의는 완료된 상태이고, 구체적인 계약방안을 진행중이며 다음 단계의 정수계획도 연속될 예정임

주 의

1. 이 보고서는 한국환경산업기술원에서 시행한 “환경분야 적정 기술 개발 및 보급 지원 사업”의 보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 한국환경산업기술원에서 시행한 환경분야 적정기술 개발 및 보급 지원 사업”의 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 기타 문의사항은 한국환경산업기술원 또는 주관기관에게 연락하시기 바랍니다.