캄보디아 프놈펜 정수장 공무국외출장 결과보고

【주관】 물종합진단처 정현범 부장(3670), 민경은 차장(3671), 이재영 대리(3672) / ('26.11)

I 출 장 개 요

❑ (대 상 지) 캄보디아 프놈펜 Nirodh 정수장(PPWSA 운영)

* (PPWSA) 캄보디아 공공기관으로 100만㎥/일 규모의 상수도 공급체계 운영

❑ (출장기간) 2026. 11. 02.(월) ~ 11. 07.(토), 4박 6일

❑ (출장인원) 물종합진단처 2인, 수도관리처 2인

❑ (출장사유) 기술지원 요청*에 따른 캄보디아 정수장 기술진단 수행

* 캄보디아 프놈펜 정수장 기술진단 요청(아시아지사-969, '26.10.19.)

❑ (수행업무) 연차별 AI(정) 도입을 위한 **정수장별 운영여건 분석, 시설 개선사항 도출, 사업비 산출** 및 **AI 적용방안 제시**

* (물종합진단처) 정수장 공정·설비 운영현황 조사, 펌프 성능분석을 통한 개선사항 도출

** (수도관리처) EMS 도입을 위한 계측·제어 인프라 진단 및 시스템 구축 사업비 산출

II Nirodh 정수장 현황

❑ (시설현황) 시설용량 260천㎥/일(Phase Ⅰ 130천㎥, Phase Ⅱ 130천㎥)

* 수처리공정 : 착수 → 급속혼화 → 응집 → 경사판 침전 → 급속여과 → 소독 → 정수지

구 분	세부 제원
착수정	▸ 1.4W × 11.2L × 1.15D m × 1지
급속혼화	▸ Vertical Mixer, 2.5 × 2.5 × 5.04m × 4지
응집	▸ Vertical Mixer, 6.1 × 6.1 × 4.29m × 12지
침전	▸ Up-flow + Lamella Plate, 16.5 × 6.1 × 4.34m × 12지
여과	▸ 중력식, 단일여재, 12개지, 64.4㎡/지
송수펌프	▸ 유량 1,800㎥/h, 양정 53m, 동력 560kW, 12대(인버터)



정수장 전경



펌프장 전경

Ⅲ 출 장 결 과

현장 진단결과

1. 수처리공정 현황조사

❑ (공정개요) 혼화·응집·침전·여과·소독의 **표준정수처리공정**으로, Mekong강 원수를 2개 계통으로 처리한 후 정수지를 거쳐 송수

구 분	운영현황
취수·착수	▸ Mekong강 원수를 취수펌프 6대로 취수하여 착수정에 유입
약품	▸ PAC, 전염소를 주입하고 주입률은 Jar-Test 결과에 따라 수동설정
침전·여과	▸ 침전슬러지 수집과 급속여과 역세척은 자동화, 수집된 슬러지는 방류
소독	▸ 후염소 주입 후 정수지(4지)에 저류

❑ (**운영현황**) '26년 일평균 공급량은 271,610m^3으로 이용률은 104%이며, 우기철(7~10월) 고탁도 원수가 유입되나 정수 수질은 양호

< '26년 1월~10월 운영데이터 분석 >

구 분	평균 데이터	비 고
용수공급량	▸ (일평균) 271,610m^3 / (일최대) 303,310m^3	전년比 12%↑
원수 탁도	▸ (건기) 13 / (우기) 81NTU	
PAC 주입률	▸ (건기) 8 / (우기) 10.4mg/L	
정수 탁도	▸ (건기) 0.75 / (우기) 0.36NTU	

❑ (**유지관리**) 펌프·모터 진동 측정 등 기계분야 일상점검 시행 중이나, 전기분야는 점검항목 부재로 화재 등 사고위험 상존

○ 전기판넬 후면 밀폐형으로 접속부의 열화 및 절연상태 확인불가

○ 수배전반 자동소화장치, 활선경보장치 등 보호설비 부재


일상점검(진동측정)


수배전반(후면 밀폐)


자동소화장치 부재

2. 송수펌프 진단

❑ (운영현황) 송수펌프 12대(유량 1,800m³/hr, 양정 53m)를 **시간대별 메인 토출압력 설정값(매뉴얼)**에 따라 **운영근무자가 수동으로 인버터 기동**

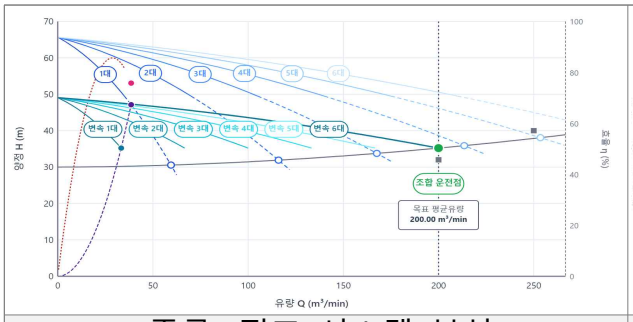
○ 펌프 성능관리 미시행으로 **전체 호기를 균등하게 교번운전 시행**

가동조합	가동시간	평균유량(m³/hr)	운전양정(m)
3대	14.7%	5,695	25.1
6대	9.8%	11,614	36.2
8대	22.3%	13,079	42.9
9대	13.1%	14,810	46.1
10대	8.5%	15,021	49.5

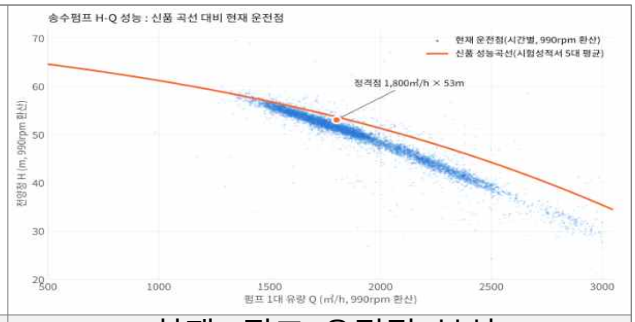
* '26.1월~'26.10월 운영일보에 따라 9% 이상 대표 조합운전 분석

❑ (성능분석) **운영데이터 기반 수력학적 효율 및 최적조합 산정**

○ **(펌프성능)** 준공성적서 대비 펌프효율 평균 3.4%p 저하(85.8→82.4%)



(준공) 펌프 시스템 분석



(현재) 펌프 운전점 분석

* 운영일보상 유량, 압력, 전력량 기반 수동력 및 축동력을 산정하여 효율 역산

○ **(최적조합운전)** 펌프 최적 운전 도입 시 연간 약 121,320kWh 절감

가동조합	최적 운전조합	원단위 절감량* (kWh/m³)	실운전 대비 절감량 (kWh)
3대	#8+#9+#12	0.0038	15,407
6대	#5+#8+#9+#10+#11+#12	0.0042	20,405
8대	#1+#2+#5+#8+#9+#10+#11+#12	0.0032	27,420
9대	#1+#2+#5+#6+#8+#9+#10+#11+#12	0.0026	16,910
10대	#1+#2+#3+#5+#6+#8+#9+#10+#11+#12	0.0018	3,696
전체(2~11대)	-	-	121,320

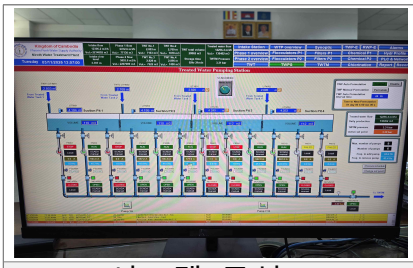
* 동일 가동대수에서 최적 조합 대비 전력원단위 손실이 가장 큰 조합과의 차이

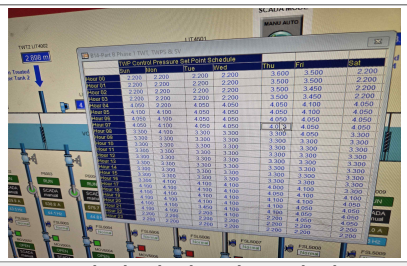
☞ **(검토의견)** 가동년수(10년↑)에 따른 펌프 성능저하와 교번운전에 따른 전력량 손실이 확인되며, **EMS 도입을 통한 최적 펌프조합 운전으로 에너지 절감 필요**

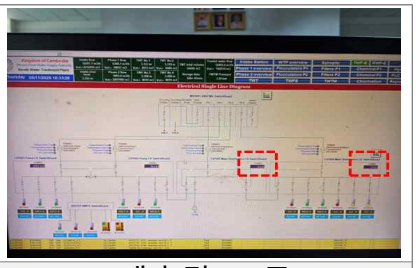
3. AI(정) 진단

❑ (**운영현황**) SCADA·PLC 기반 취수·송수펌프 자동제어, 침전슬러지 수집 및 역세척 자동화 등 주요 공정별 감시·제어체계 구축 운영 中

구 분	주요 진단결과 및 AI 적용방향
EMS	토출압력 기반 시간대별 송수펌프 제어 및 인버터 운전 수행, 펌프별 성능·전력특성 분석을 통한 효율 기반 최적조합 적용성 검토
약품	원수수질·PAC 주입데이터 및 유량비례 제어기능 보유, 실제는 Jar-test 기반 수동운영 중이며 침전수 탁도계 설치를 통한 데이터 검증 필요
기타 공정	용수수요 예측, 슬러지 인발·역세 스케줄링 등 적용성 확인, 혼화응집 RPM 제어, 여과지별 탁도 및 잔류염소 계측체계 등 일부 보완 필요


시스템 구성도


시간대별 펌프제어


계측값 오류

❑ (**데이터관리**) 최근 6개월간 SCADA 원본데이터 보유 중이며(5초단위), 공정 운영상 주요데이터는 '22년부터 일보 형태로 별도 관리(1시간단위)

○ 운영일보상 정수지 수위, 잔류염소 등에서 동일 데이터 반복 및 이상값이 확인되어, 계측기 실제값과 SCADA 저장값에 대한 검증 필요

☞ (**검토의견**) AI 도입을 위한 자동제어 기반은 양호하나, K-water 표준 알고리즘 적용을 위한 일부 핵심 계측데이터 및 제어기능 보완 필요

❑ (**단계별 적용방안**) K-water와 PPWSA 간 업무협약*(MOA) 및 금회 현장 진단 결과에 따라 기존 SCADA 자동화 기반을 활용, 핵심 데이터·인프라 개선과 병행하여 EMS·약품공정부터 AI 적용성 검증 후 단계적 확대

* (1차년도) EMS → (2차년도) AI 약품주입 → (3차년도) PMS, 지능형 영상감시 도입

① 기반정비 (데이터·인프라 확보)	② 우선적용 (우선공정 AI 도입)	③ 확대적용 (全 공정 AI 도입)	④ 고도화 (요소기술 고도화)
▸ 데이터 확보 및 분석 ▸ 핵심 계측데이터 및 설비인프라 구축	▸ EMS 최적 펌프조합 ▸ 약품투입 최적화 ▸ AI 성능검증 수행	▸ 착수 수요예측, 침전·여과 스케줄 최적화 ▸ 혼화응집·소독 AI 확대	▸ 공정 간 연계운영 ▸ EPANET 기반 관망 운영데이터 반영

킥오프 미팅 및 총평

❑ 킥오프 미팅

○ (참 석 자) (PPWSA) 청장, 생산시스템관리국장 등 6인
(K-water) 캄보디아사업 센터장, 설비진단 차장 등 5인

○ (時 / 所) ’26. 11. 3.(화) 09:00 ~ 10:00 / PPWSA 회의실

○ (회의내용) 기술진단 일정 공유, AI(정) 기술 소개 및 협조사항 협의

✔ (PPWSA) AI(정)은 효율적인 운영관리에 크게 기여할 것으로 판단되며, 금회 진단 결과를 바탕으로 구체적인 사업제안 필요성 언급



킥오프 회의



PPWSA 의견수렴

❑ 총평(진단결과 공유)

○ (참 석 자) (PPWSA) 청장, 생산시스템관리국장 등 6인
(K-water) 캄보디아사업 센터장, 설비진단 차장 등 5인

○ (時 / 所) ’26. 11. 6.(금) 09:00 ~ 10:00 / PPWSA 회의실

○ (회의내용) 진단결과 공유 및 후속 추진계획 협의

✔ (PPWSA) 진단성과에 감사의 뜻을 표하며, 향후 결과보고서 내 AI(정) 도입에 대한 사업비 산출 및 제안 요구



총평



PPWSA 의견수렴

Ⅳ 향후계획

❑ ’26. 12월 : 캄보디아 프놈펜 정수장 기술진단 결과보고