

IWA-WWCE 2024

탐방계획

Team 물물교환

2022890021 박세은
2023890068 최민주

CONTENTS

01	탐방 목적	01
02	활동계획	02
03	결과 활용방안	03

01 | 탐방 목적 배경



이상기후 발생



국제 기구 물순환의 중요성 강조

유엔환경계획(UNEP),
물자원의 지속가능한 관리가 기후
변화 대응에 핵심적인 역할을 강조

UNEP의 보고서,
하수처리의 중요성 강조

물재생 및 물순환이 중요 키워드로 떠오르는 상황에서
하수 효율적 처리 문제 매우 중요

01

탐방 목적

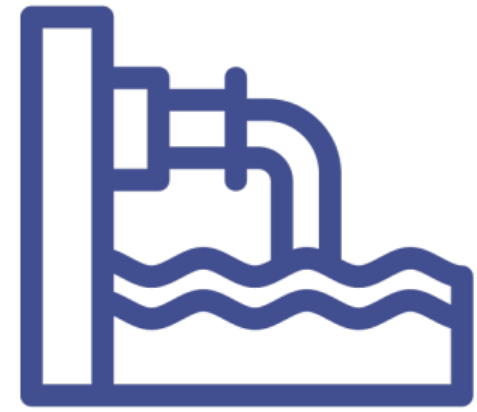
우리나라 하수처리의 문제점



효율적인 하수처리
시스템의 필요성



공공하수처리시설
에너지 자립화



하수도 시설 노후화

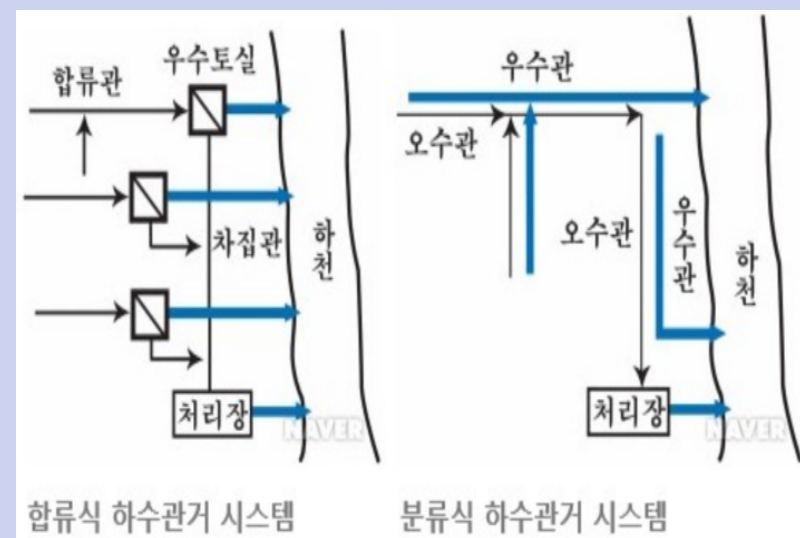
01

탐방 목적

문제1) 효율적인 하수처리 시스템의 필요성

서울시의 하수 처리 방식

합류식 하수도 주로 사용



분류식 하수도로의 전환 고려 중

분류식 하수도의 장점

- 우수과 하수 분리 처리시, 효율적인 처리 가능
- 환경 보호와 수질 개선

문제점

- 상당한 비용 소요
- 경제적 효과/ 투자 대비 이득 고려 필요

탐구 목표

- 현재 처리 하수방식과 분류식 전환의 비용 대비 효과 분석
- 경제적 측면과 환경적 이점 고려하여 결정

01

탐방 목적

문제2) 공공하수처리시설 에너지 자립화

공공하수처리시설 에너지 효율적 운영 및 자원화 필요

<우리나라 하수처리시설 현황>

항목	2019년
총 개소수	4216개
용량 500톤/일 이상 시설 개수	681개(16.2%)
유입 하수량	2,028.8톤(전체용량의 99.%)
재생에너지 종류	태양광, 소화가스, 소수력 등
재생 에너지 생산량	10만 8000ton
에너지 자립률	13.2%

<하수처리시설의 에너지 잠재력>

시설	처리내용	에너지화	잠재력 현황
하수슬러지	- 하수슬러지는 생활에서 필히 발생하여 양적·질적으로 안정적이며, 수집을 위한 별도 에너지가 필요 없는 집약형 유기성 자원 - 하수처리장은 바이오메스(하수슬러지, 분뇨, 음폐수 등)를 에너지로 전환할 수 있는 소화조 등의 처리 공정 도입이 용이	소화(消化)가스 이용 하수처리 공정과의 연계를 통해 바이오메스의 처리에 따라 발생하는 폐수의 처리도 용이하므로 주변지역 바이오메스의 효율적인 활용 가능	소화가스 발생량 2,000Nm ³ /일 이상인 하수처리장 38개소에서 연간 299GWh 발전 가능
하수·하수처리수	- 하수처리수 방류 낙차·방류관거 유속 등을 이용하여 소수력 발전 도입이 가능하며, 발생 에너지량은 유량과 유속 낙차에 비례	소수력 이용	방류수 낙차 2m 이상, 발전설비용량 10kW 이상인 15개 시설에서 연간 11GWh 발전 가능
하수열	- 하수는 계절에 영향을 받지 않고 안정된 양·온도를 유지, 히트 펌프를 활용하여 여름에 냉열원, 겨울에 온열원으로 이용 가능	하수열 이용 하수관망이 도시내에 펼쳐져 있어 에너지 수요자인 도시내 추가 열원으로 활용 잠재력이 광범위	전국 하수처리수 평균유량을 바탕으로 이용 온도차 5℃로 가정하여 산출한 냉난방 열이용 가능량은 약 23만 TOE/년
하수처리 시설공간	- 하수처리시설의 침전지, 생물반응조, 관리동 지붕 등에 태양광 발전 도입 가능 - 풍황 조건이 좋은 처리시설 여유 부지에 풍력 발전 도입 가능	태양광 이용 풍력 이용 도입 타당성 및 발전 가능량은 개별처리장의 풍향(풍속, 크기, 분포)에 좌우	하수처리시설 면적의 15%를 설치면적 기준으로 344개소에 도입시 연간 410GWh 발전 가능 연평균 풍속 5m/s 이상인 46개소에서 연간 97GWh 발전 가능

<소화가스를 이용한 발전시설(네덜란드, 캐나다)>

적용시설	운영 및 효과
Garmerwolde 하수처리장 (네덜란드)	<ul style="list-style-type: none"> • 처리인구 : 30만명, 투자금액 : 4억 5천만원, 회수기간 : 약 8.4년 • 452,600m³ 천연가스당량의 에너지 절감 • 전기는 복기조 송풍기, 폐열은 가온용으로 이용
Robert O. Pickard 하수처리장 (캐나다, Ottawa)	<ul style="list-style-type: none"> • 처리용량 450,000톤, \$450만 투자(1998) • 발전효율 32%, 열회수 48%, 전기는 복기조와 원심분리기에 이용 • 810 kW급 3기 (2.4 MW, 2,000 가구분) • \$650,000/년의 전기료 절약, 투자금 회수기간은 8년

탐구 목표

에너지의 효율적 자립화율 높이는 방안 및 기술 발굴

01

탐방 목적

문제3) 하수도 시설 노후화

우리나라의 하수도 시설 노후화

항목	2019년
노후 하수처리시설(30년 이상)	47개소(주로 경기도)
서울의 노후 하수처리시설	모두 30년 이상, 대형시설로 분류
하수관로 노후화 비율	전체 하수관로 중 매설 후 25년 경과 : 40.2%
지방 하수관로 노후화 비율	70.1%

구분	총계	25년 이상		20~25년 미만		10~20년 미만		10년 미만	
		연장(km)	비중(%)	연장(km)	비중(%)	연장(km)	비중(%)	연장(km)	비중(%)
전국	163,098.9	65,588.0	40.2%	13,704.3	8.4%	51,279.2	31.4%	32,527.3	19.9%
서울	10,798.5	7,067.1	65.4%	593.4	5.5%	1,846.3	17.1%	1,291.7	12.0%
부산	9,898.5	6,839.4	69.1%	836.4	8.5%	1,005.2	10.2%	1,217.5	12.3%
대구	6,139.4	4,302.5	70.1%	373.6	6.1%	905.4	14.7%	557.9	9.1%
인천	5,695.6	3,122.6	54.8%	258.6	4.5%	1,192.2	20.9%	1,122.2	19.7%
광주	4,453.6	2,444.8	54.9%	541.6	12.2%	1,037.0	23.3%	430.3	9.7%
대전	3,599.6	2,398.7	66.6%	163.7	4.5%	900.1	25.0%	137.1	3.8%
울산	3,866.4	1,759.5	45.5%	137.7	3.6%	1,216.9	31.5%	752.2	19.5%
세종	1,578.5	0.2	0.0%	488.5	30.9%	100.9	6.4%	989.0	62.7%
경기	32,537.9	13,404.3	41.2%	2,477.2	7.6%	10,009.3	30.8%	6,647.2	20.4%
강원	9,891.6	2,600.3	26.3%	834.2	8.4%	4,907.7	49.6%	1,549.4	15.7%
충북	7,430.8	2,464.8	33.2%	976.9	13.1%	2,863.0	38.5%	1,126.0	15.2%
충남	8,704.0	1,473.0	16.9%	334.7	3.8%	4,125.1	47.4%	2,771.3	31.8%
전북	9,957.5	4,434.7	44.5%	593.8	6.0%	2,765.0	27.8%	2,164.0	21.7%
전남	12,041.1	1,395.1	11.6%	1,903.9	15.8%	4,909.7	40.8%	3,832.5	31.8%
경북	16,269.2	4,280.8	26.3%	889.8	5.5%	7,293.3	44.8%	3,805.2	23.4%
경남	15,858.4	5,677.4	35.8%	1,730.9	10.9%	5,017.4	31.6%	3,432.7	21.6%
제주	4,378.2	1,922.9	43.9%	569.4	13.0%	1,184.8	27.1%	701.2	16.0%

주 : 1996년 이전 자료는 연도별로 통계가 정리되지 않았으며, 자료 분석의 편의를 위해 2020년 통계를 기준으로 작성함.
 자료 : 환경부(2021), "2020 하수도통계".

탐구 목표

노후화된 시설에 대한 효율적인 정비 과정 및 영구적인 운영장치 설비 연구

02

활동계획 사전 활동계획

중랑구 물 재생센터 견학

하수처리시설 심화 해설 참여



자문 활동

한국상하수도협회/서남물재생센터랑 중랑물재생센터

☆ 안녕하세요, 서울시립대학교 학부생입니다. ☺

보낸사람 최민주 <ju2966@naver.com>
받는사람 pod1000@kwwa.or.kr choi4696@seoul.go.kr

2024년 4월 28일 (일) 오후 7:45

안녕하세요, 저희는 서울시립대학교 환경공학부에 재학하고 있는 최민주, 박서은입니다. 다음이 아니라 현재 우리나라의 하수도에 대해 공부하다가 궁금한 점이 생겨 이렇게 자문을 구하고자 연락드리게 되었습니다. 하수도 처리 시설에서의 문제점과 개선되었으면 하는 방향을 제시하는 연구를 진행하는 가운데, 관련 논문이나 기사 등의 인터넷 자료를 통해서만 알아보기에는 한계가 있음을 느끼게 되었습니다. 첫째는 분류식 하수처리시설과 합류식 하수처리시설에 관한 것입니다. 현재 서울의 하수처리시스템은 대개 합류식 하수처리 시스템이라고 알고 있습니다. 하지만 합류식으로 처리할 경우, 우수와 오수를 따로 구분하지 못하기에 여러모로 비합리적이라고 합니다. 그뿐만 아니라 음식물 처리장 탈리액과 같은 유기성 오염물질 등을 처리하는 데 있어서는 분류식이 더욱 확실하며, 그런 반면에서 바라볼 때 합류식보다 친환경적이라고 합니다. 그에 따라 합류식 하수처리 시스템을 분류식으로 바꾸는 추세라고 알고 있는데, 이에 대해 궁금한 점이 총 4가지 있습니다.

1. 지하의 수로를 모두 합류식에서 분류식으로 개편하려면 많은 시간과 비용이 소요될 것으로 예상됩니다. 전문가의 시선에서 바라볼 때 이에대한 근접한 수치가 있을까요?
2. 위에서 설명한 바와 같이 많은 시간과 에너지가 소요될텐데 이를 고려했을 때도 모두 개편되어야 할만큼 분류식이 합류식보다 확실히 효율적이라고 말할 수 있을까요? 만약 그렇다면 이는 장기적으로 보기 때문일까요?
3. 분류식에서 합류식으로 일부만 바꾸고, 몇몇은 합류식에서 약간의 수정하는 방식을 채택하는 것은 어떤가요? 만약 그렇게 된다면 분류식으로 분리한 우수과 우수가 아무런 효율성을 갖지 못하게 될까요?
4. 현재 우리나라 하수처리 시스템에서 분류식과 합류식에 관하여 자문을 구하거나 배움을 얻고자 하는 다른 나라가 있을까요? 실제로 다른 나라에서는 이미 분류식으로 많이 바뀐 곳들이 있다고 하는데, 이에 대한 기술을 들여오고 있는 중일까요?

둘째는 하수처리시설의 에너지 자립화에 대한 질문입니다. 현재 하수처리시설에서는 막대한 비용을 들여 우수와 우수를 절화하고, 방류한다고 알고 있습니다. 물론 그 과정에서 일부의 부산물을 활용하여 에너지를 생산하고 있음은 알지만 이는 극히 소수에 불과하다고 생각합니다. 그래서 저희는 이를 빠르게 발전시켜 에너지자립도를 높인다면 앞으로의 하수처리시스템에 큰 도움이 될 수 있으리라고 생각하게 되어 이에 관심을 갖고 공부하고 있는데, 이에 대해 궁금한 것이 총 4가지 있습니다.

1. 현재 하수 슬러지를 이용한 소환가스를 활용하여 에너지를 생산하는 과정에서 가장 많은 에너지를 얻는다고 알고 있습니다. 이에 관련하여 현장에서의 실질적인 어려움이나 문제점은 있을까요?
2. 위 질문이 이어, 하수슬러지는 상당히 많은 양이 배출되고 있는 반면, 앞서 말씀드린 듯 에너지 생산에서 활용하여 얻는 에너지의 양은 그렇게 많지는 않다고 알고 있습니다. 그 이유가 무엇이라고 생각하실까요? 배출되는 하수슬러지를 모두 에너지로 변환할 수 없는 이유가 있을까요?
3. 하수슬러지 말고도 다양한 에너지 자원이 있다고 알고 있습니다. 전문가의 시각에서 바라볼 때 촉망받는 또다른 에너지원이 있을까요? 있다면 왜, 무엇일까요?
4. 하수처리시스템에서의 에너지 자립화는 지속가능한 미래를 위해 꼭 필요한 것이라고 생각합니다. 혹시 이와 관련하여 다른 해외의 사례를 응용하거나 자문을 구하는 곳이 있을까요? 있다면 어느나라에서 어떤 부분을 참고하고자 하는 방향으로 나아가고 있는지 궁금합니다.

마지막으로 노후화된 하수 처리시설의 관리에 대해 공부하던 중, 궁금한 점이 4가지 있었습니다.

1. 우리나라의 하수처리시설 중 40% 이상이 노후되어 관리가 필요하다고 알고 있습니다. 이러한 노후 시스템에 대한 관리가 어떤 방식으로 진행되고 있는지 궁금합니다.
2. 위의 질문에 이어, 전문가의 시선에서 바라볼 때 현재 우리나라에서 관리하고 있는 시스템에 대한 문제점이 있다면 무엇인지 궁금합니다.
3. 노후된 시설을 관리하는 과정과 합류식에서 분류식으로 바꾸는 과정을 합하여 함께 진행할 수는 없을까요? 그렇게 된다면 이종적으로 생각할 때 훨씬 비용 및 시간 등 다양한 측면에서 효율적일 수 있을 듯 한데, 이에 대한 의견이 궁금합니다.
4. 이와 관련하여 자문을 구하거나 참고할 해외 사례들이 있는지, 우리나라에서는 어느 나라를 따라가고 있는지 등에 대한 구체적인 상황이 알고 싶습니다.

저희의 힘으로는 모든 내용을 이해하고 알기에는 부족한 부분이 많았습니다. 이렇게 저희에게 언저름 질문하려고 말씀해주시고, 자문을 구할 길을 열어주셔서 진심으로 감사드립니다. 공부하다 어려웠던 부분을 정리하여 질문한 내용이나, 확인 후 답변 해주면 너무 감사할 것 같습니다. 좋은 하루 보내시길 바랍니다. :)

02

활동계획

사전 활동계획

기업 조사 활동

2024 IWA에 참여하는 다양한
기업 조사 정리

기업	제품/기술	적용가능성
Xylem	Flygt N-Technology pumps (Flygt N 3127)	우수 처리의 효율성 향상을 위한 고성능 펌프로 적용 가능
HUBER	HUBER 벨트 건조기 BT, HUBER 디스크 건조기 RotaDry, HUBER 열교환기 RoWin	에너지 자립화 및 슬러지 활용을 통한 에너지 회수에 적용 가능
TORONTO	인산염 처리	노후화 및 부식 방지에 대한 기술 적용 가능

02

활동계획 사전 활동계획

물순환 박람회, 전시회 방문 예정

우리나라의 하수도 문제 및
물 기술정보를 추가 탐색 및 구체화 후
IWA-WWCE에 참가할 예정



02

활동계획

탐방 활동 계획

인터뷰 및 기업컨택

관련 기업들과의 심층 인터뷰를 통해
기술에 대한 정보를 구체화 할 계획

체크리스트 작성

우리나라의 문제점 해결에 필요한 요소를 바탕으로
체크리스트를 만들어 탐방 시 활용할 계획

NO	질문리스트	확인 여부
1	지하의 수로를 합류식에서 분류식으로 모두 바꾸는 데 드는 비용과 시간은 어느 정도인가	
2	시간과 비용이 필요할 만큼 분류식이 합류식보다 더 효율적이라고 할 수 있는지	
2-1	만약 2가 yes라면, 이는 장기적인 프로젝트인지	
3	합류식에서 분류식으로 일부만 바꿔 사용하는 것도 가능한지	
3-1	3에서와 같이 일부만 분류식으로 바뀔 경우, 분류식으로 오수와 우수를 분류한 효과를 얻지 못하게 되는지	
3-2	일부만 바꿔 사용하는 게 가능하다면, 분류식으로 바꿔야 하는 그리고 바꾸지 않아도 되는 조건은 무엇인지	
4	다른 나라는 어떤 기술을 통해 어떻게 바뀌고 있는지	
5	하수슬러지는 상당히 많은 양이 배출되고 있는 반면, 활용하여 얻는 에너지의 양은 많지 않은 이유가 무엇인지	
6	배출되는 하수슬러지를 모두 에너지로 변환할 수 없는건가? 그렇다면 그 이유가 무엇인지	
7	하수 처리 과정에서 나오는 다양한 배출물 중, 하수슬러지 외의 또다른 촉망받는 에너지 자원이 있는지	
8	하수 처리 시스템에서의 에너지 자립화는 장기적으로 바라볼 때 가능한 일인지	
8-1	에너지 자립화가 가능해질 경우 아낄 수 있는 비용은 얼마인지	
9	인산염을 사용하여 부식을 제거하여 노후화를 막기도 하던데, 이는 그 물을 사용하는 인간 및 동식물에게 아무런 영향을 끼치지 않는지	
9-1	(yes) 그렇다면 우리나라에 도입 가능성 판단	
9-2	(no) 그런데 어떻게 인산염을 물에 가할 수 있는건지	
10	노후된 시스템을 정비하는 과정에서 합류식 하수 처리시스템을 분류식 하수 처리시스 템으로 바꾸는 과정을 동시에 진행하면 더 효율적인지	
10-1	두 과정을 동시에 진행하는게 가능한지	
11	선진국이라 부르는 나라들의 하수도 시스템 자립율은 어느정도인지	
12	에너지 효율을 극대화할 수 있다면 어느 부분에서 이에 특히 집중해야하는지	

02

활동계획

탐방 활동 계획

체크리스트 작성

조사한 기업을 조사할

세부적인 체크리스트를 추가 작성

	기업별 체크리스트	NO	확인 여부
TORONTO	지하의 수로를 합류식에서 분류식으로 모두 바꾸는 데 드는 비용과 시간은 어느 정도일까?	1	
	그 막대한 시간과 비용이 필요할 만큼 분류식이 합류식보다 더 효율적이라고 할 수 있을까?	2	
	만약 2가 yes라면, 이는 장기적으로 보기 때문일까?	2-1	
	합류식에서 분류식으로 일부만 바꿔 사용하는 것도 가능한가?	3	
	3에서와 같이 일부만 분류식으로 바뀔 경우, 분류식으로 오수와 우수를 분류한 효과를 얻지 못하게 되는 건가?	3-1	
	일부만 바꿔 사용하는 게 가능하다면, 분류식으로 바꿔야 하는 그리고 바꾸지 않아도 되는 조건은 어떻게 되는가?	3-2	
	다른 나라는 어떤 기술을 통해 어떻게 바뀌어가고 있는가?	4	
	인산염을 사용하여 부식을 제거하여 노후화를 막기도 하던데, 이는 그 물을 사용하는 인간 및 동식물에게 아무런 영향을 끼치지 않나?	9	
	(no) 그런데 어떻게 인산염을 물에 가할 수 있는건가?	9-2	
	노후된 시스템을 정비하는 과정에서 합류식 하수 처리시스템을 분류식 하수 처리시스템으로 바꾸는 과정을 동시에 진행하면 더 효율적일까?	10	
	두 과정을 동시에 진행하는게 가능한건가?	10-1	
Xylem	에너지 효율을 극대화할 수 있다면 어느 부분에서 이에 특히 집중해야하는가?	12	
HUBER	하수 처리 과정에서 나오는 다양한 배출물 중, 하수슬러지 외의 또다른 촉망받는 에너지 자원이 있는가?	7	
	하수 처리 시스템에서의 에너지 자립화는 장기적으로 바라볼 때 가능한 일인가?	8	
	에너지 자립화가 가능해질 경우 아낄 수 있는 비용은 얼마인가?	8-1	

03

탐방 결과 활용방안 방향성 제시



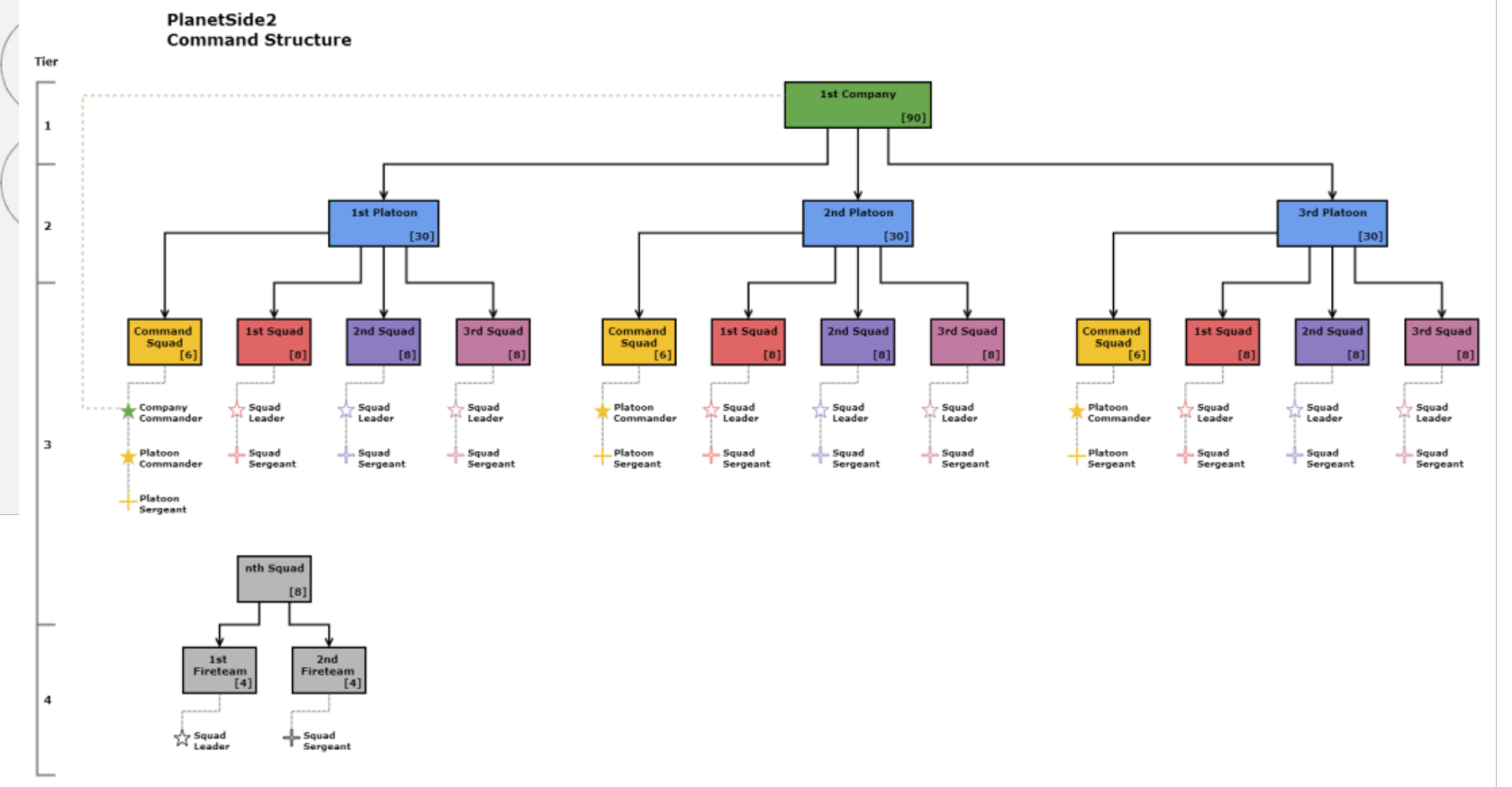
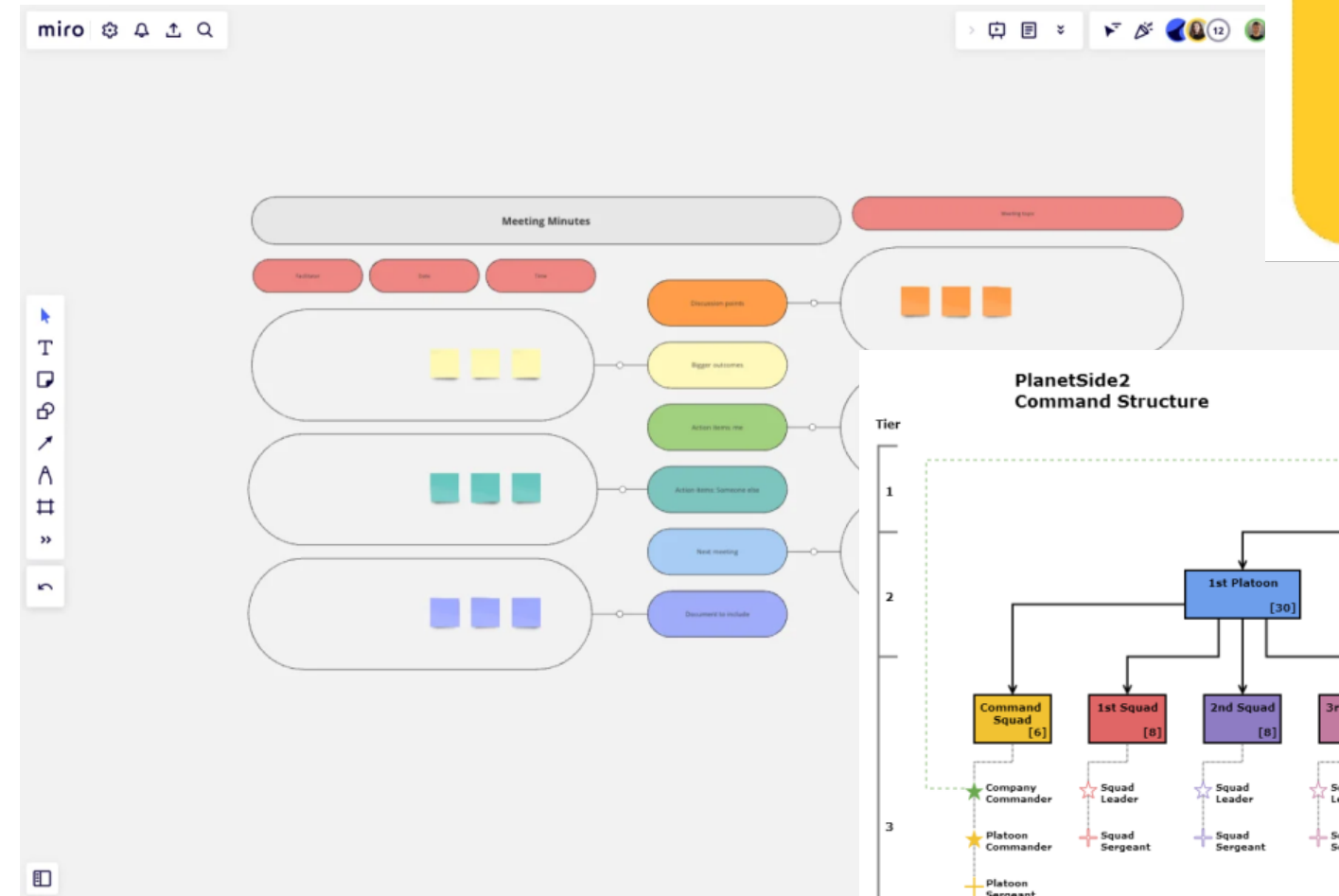
03

탐방 결과 활용방안 구체적 정보 정리 방안



정보
정리

- 체크리스트
- 및 인터뷰 자료 정리
- 자료 시각화
- SNS 홍보




03


탐방 결과 활용방안 구체적인 피드백 계획

기업의
피드백

기술 오류 부분
피드백 받기




water swap
Embracing international expertise to solve our own challenges



water swap

Seeun Park
Student at University of Seoul
ppssee437@gmail.com

Min-ju Choi
Student at University of Seoul
jju2966@naver.com



@WATER_SWAP_

Associated with University of Seoul Contact number +82.10.5377.3149

감사합니다