



# (주)K반도체의 파운드리 팹 라인 기획 최적화

## Optimization of Foundry Fab Line Planning for K-Semiconductor Inc.

김형훈 (숭실대학교 산업정보시스템공학과 20192208)

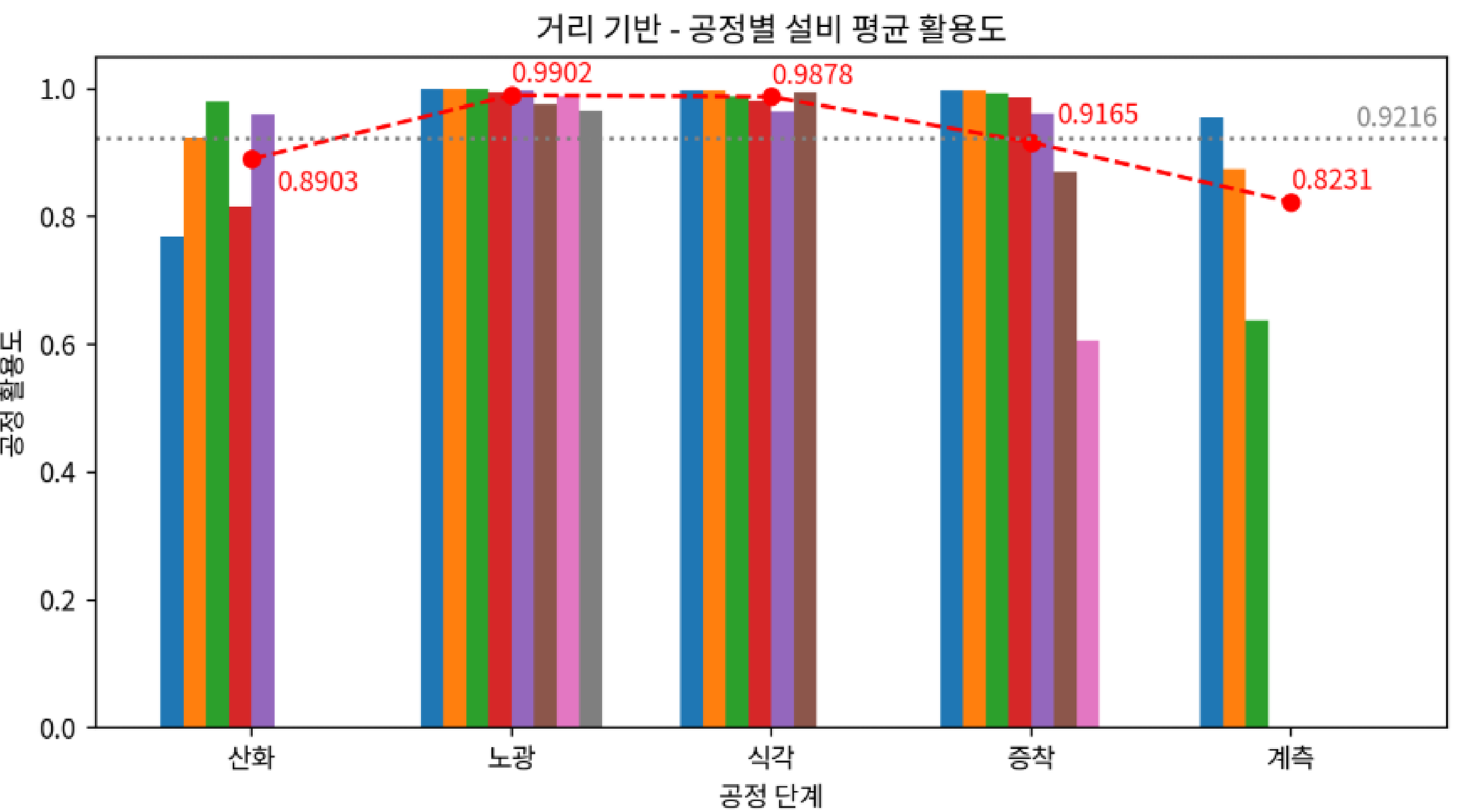
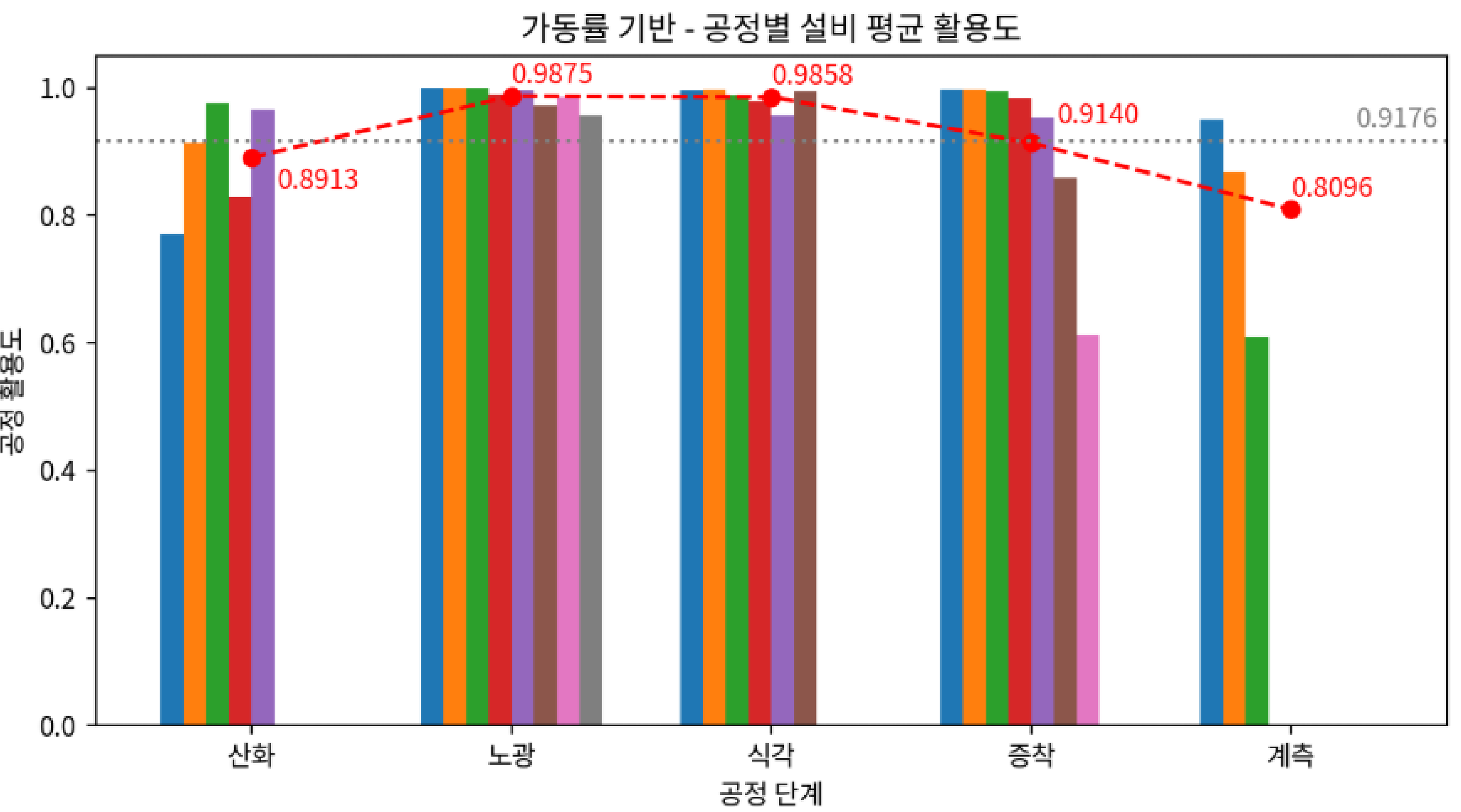
### 이론적 배경 및 요구 조건

- 메모리 반도체 제조에서 두각을 나타냈던 (주)K반도체는 시대 변화에 대응하기 위해 몇 년 전 파운드리 사업에 진출하였다. 각고의 노력 끝에 최근 대형 고객사로부터 대규모 주문을 수주했고, 고객 주문을 안정적으로 공급하기 위해 기존 메모리 반도체 팹을 파운드리 제조 팹으로 리뉴얼하는 작업에 착수했다.
- (주)K반도체의 생산 제품은 두 종류이며, 산화-노광-식각-증착-계측 공정을 2회 반복하여 완성된다. 각 제품은 25매 웨이퍼 단위로 1개 로트를 구성하여 FOUP이라는 용기에 담겨 운반 및 가공된다. 계측 공정은 50%의 확률로 진행된다.
- 공정 설비는 투입 포트, 투출 포트, 본체로 구성되며, 투입 포트, 본체, 투출 포트에는 각각 1개의 FOUP만 점유할 수 있다. 투입, 투출 포트의 위치는 좌우로 변경할 수 있다.
- Stocker는 FOUP을 저장하며, 1개 Stocker에는 최대 20개 FOUP을 저장할 수 있다. 포트는 1개이며 투입과 투출 공용이고 상/하 둘 중 하나에 위치한다.
- 공정 설비와 Stocker는 총 36개의 정해진 block에 배치할 수 있다.
- FOUP은 AMR을 통해서 이동 가능하며, AMR은 가로 세로 1m 크기에 주행속도 1m/s로 주행 트랙을 따라 안전거리 1m를 유지하며 이동한다.
- 공정설비나 Stocker로의 이재(unloading), 적재(loading) 시간은 10초이다.
- AMR이 공정 설비의 투입 포트에 도착했을 때 다른 FOUP이 점유하고 있으면 투입 포트가 비워질 때까지 대기해야 한다.

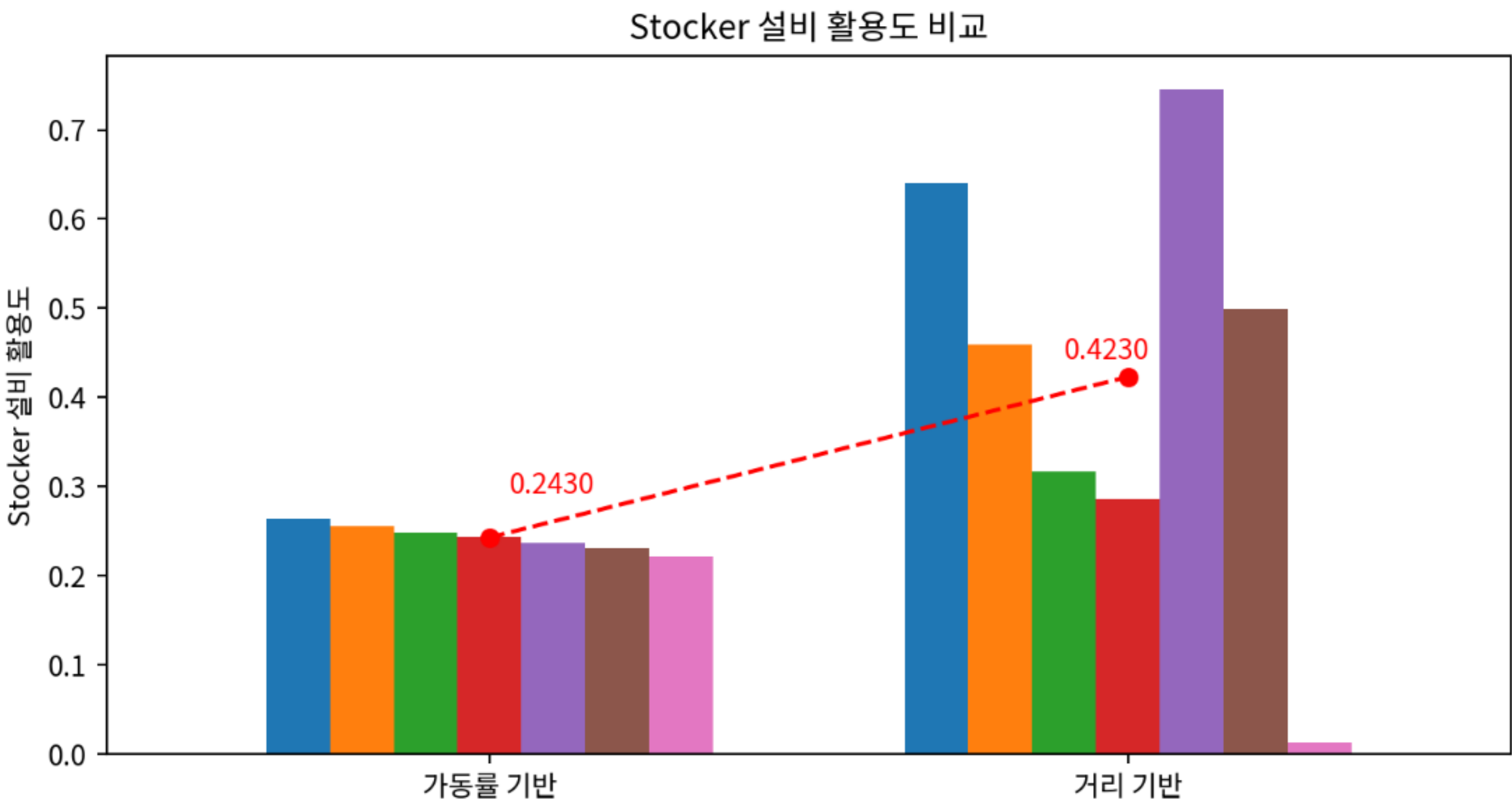
### 수행방법

- 본 연구는 Arena Simulation을 활용하여 (주)K반도체 파운드리 팹의 생산성을 극대화하기 위한 최적의 설비 배치, 적정 AMR 운용 규모, 그리고 최적의 투입량을 도출하였다. 먼저, 병목 공정 노광을 기준으로 공정별 적정 설비 운용 대수를 산출하고, **공정 순서에 따라 시계방향으로 흐름이 이어지도록** 배치하였다.
- 각 공정 별 설비 대수는 **5, 8, 6, 7, 3**대, AMR은 **10**대, 투입량은 A제품은 **평균이 10분**, B제품은 **평균이 19.7분인 지수분포**를 가정하고 시뮬레이션을 진행하였다.
- 각 공정 사이에는 Stocker를 총 **7**대 배치하였고, Stocker 할당 규칙에 대해 다음 두 가지 시나리오를 설정하여 비교 분석을 수행하였다.
- **1. 가동률 기반:** 현재 가동률이 가장 낮은 Stocker를 우선 선택하는 방식.
- **2. 거리 기반:** 현재 위치에서 가장 가까운 Stocker를 우선 선택하는 방식.

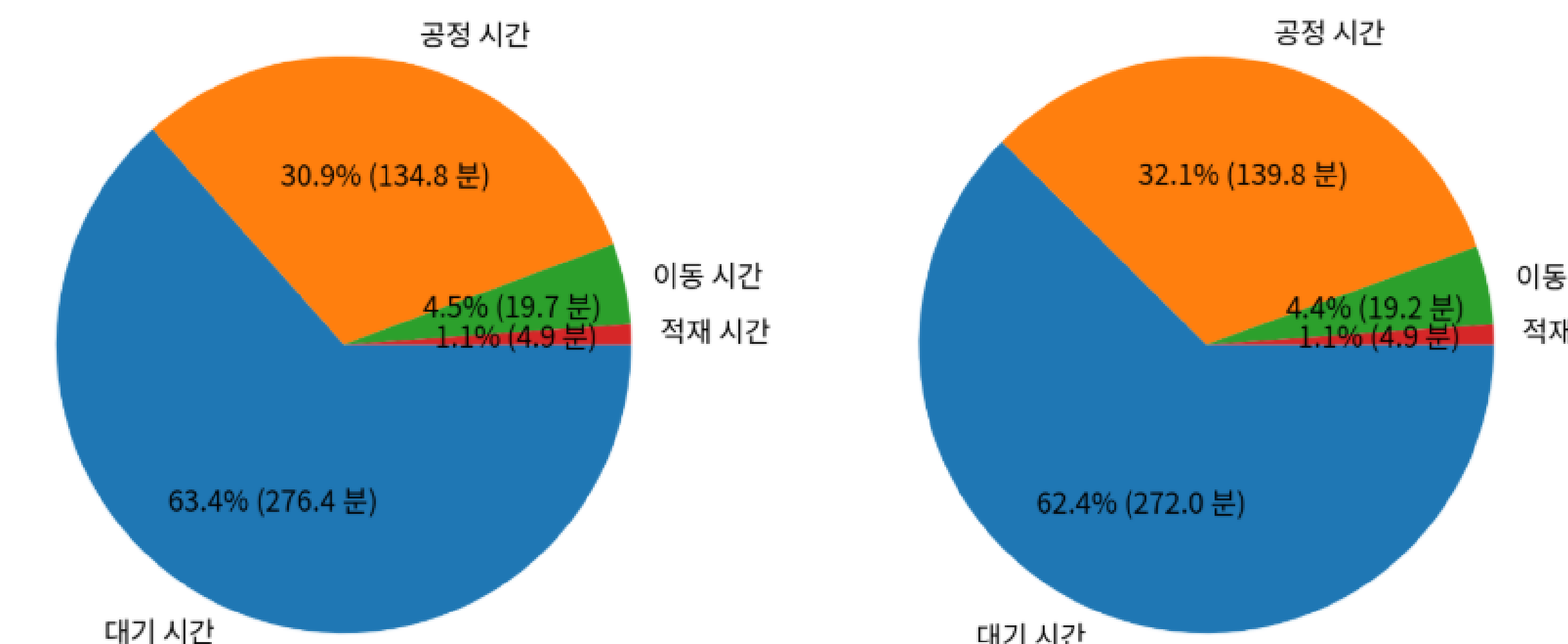
### 조사결과 분석 및 해석



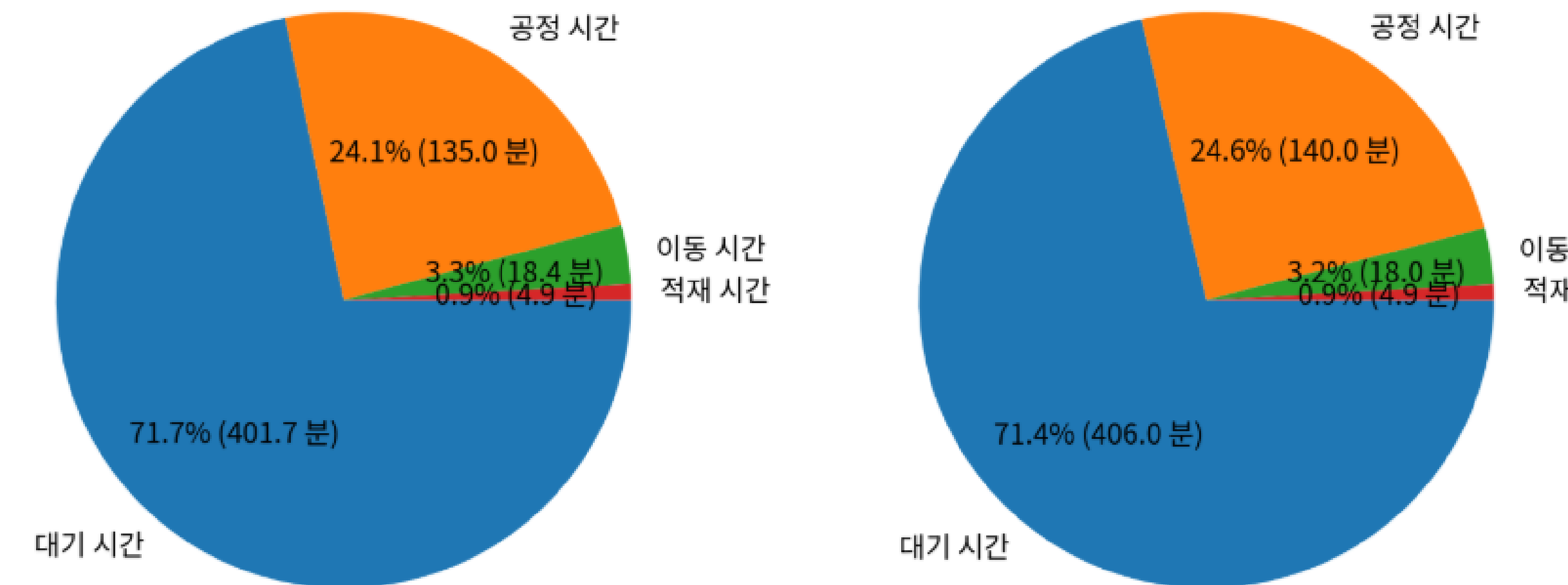
- 두 시나리오는 공정 설비를 찾아가는 로직에서는 차이가 없다. 하지만 거리 기반 시나리오에서 단축되는 설비 간 이동시간이 가동률에 긍정적인 영향을 미치는 것을 확인할 수 있다.



가동률 기반 - 제품A 평균 공정 시간 (총 435.8948분)      가동률 기반 - 제품B 평균 공정 시간 (총 435.8958분)



거리 기반 - 제품A 평균 공정 시간 (총 560.0826분)      거리 기반 - 제품B 평균 공정 시간 (총 568.8793분)



- 대기시간 측면에서는 가동률을 기준으로 stocker를 우선 선택하는 방식이 2배에 근접한 수치로 더 우세한 모습을 보여주고 있다. 이는 거리 기반 시나리오에서 특정 설비에만 부하가 발생함으로써 늘어난 AMR 대기시간이 주요 원인인 것으로 해석할 수 있다. 그에 비해 가까운 거리를 선택함으로써 줄어드는 이동 시간의 차이는 미비한 것으로 확인되었다.
- 30일 기준 시뮬레이션 결과 각 시나리오 별 최종 FOUP 투입, 투출량은 다음과 같다.

Table1. 시나리오 별 30일 FOUP 투입, 투출량					
시나리오	제품	투입량	투출량	평균 WIP	최종 스코어
가동률 기반	A	4307	4266	43.3249	4207
	B	4259	4207	42.8274	
거리 기반	A	4280	4239	55.1757	4239
	B	4290	4257	56.2606	

### 결론

- 최종 생산량은 약 0.8% 정도로 그 차이가 미비한 것을 확인하였다. 그러나 가동률 기반 시나리오가 WIP를 약 20% 더 낮게 유지하며, 공정 흐름의 안정성 측면에서 우수한 결과를 보였다. 또한 거리 기반 시나리오는 특정 Stocker의 과부하로 인해 전체 공정 시간 중 대기 시간의 비중이 약 71%까지 증가하는 비효율을 초래한 반면 가동률 기반 규칙은 대기 시간을 약 63% 수준으로 억제하여 물류 흐름 측면에서 상대적으로 더 좋은 모습을 확인할 수 있었다.
- 결론적으로, 전체 라인의 부하 균형과 WIP 최소화를 통한 운영 안정성을 확보하기 위해서는 가동률 기반의 할당 로직이 더 적합함을 확인하였다.

### 논의

- 공정 처리 능력을 상회하는 물량 투입 시 시스템 전체의 정체를 유발할 수 있는 잠재적 위험이 존재한다. 따라서 실제 현장 적용 시에는 시뮬레이션을 통해 검증된 최적 투입량을 기준으로 투입 수준을 관리하는 것이 필요하다.
- 순환 구간 경로에서 낮은 확률로 AMR 간 교착상태가 발생할 가능성이 존재한다. 따라서 교착 상태 징후를 모니터링하여 경로를 우회할 수 있는 수단을 마련해야 한다.