
이산사건 시스템 형식론 기반 OSC 공법 적용 모델 구성 및 분석

추계시뮬레이션학회 학술대회 2023.12.01

Department of Computer Engineering Hanbat National University

김창인, 이재운, 장수영, 최창범



Contents

1. Introduction
2. Related Work
3. Proposed Method
4. Case Study
5. Conclusion

Introduction

- 세계 건설 산업은 경제에 중대한 영향을 미치며, 지속적인 성장을 보이고 있음
- 건설 산업은 상당한 온실가스를 배출하며, 이는 심각한 환경 문제를 야기함
- 모델링 및 시뮬레이션 : 대상 시스템의 동작을 모델로 표현한 후, 모델간 상호작용을 통해 문제를 해결하는 방법
- 건설 산업에서 모델링과 시뮬레이션은 작업 효율성을 높이고 환경적 영향을 줄일 수 있는 핵심 요소

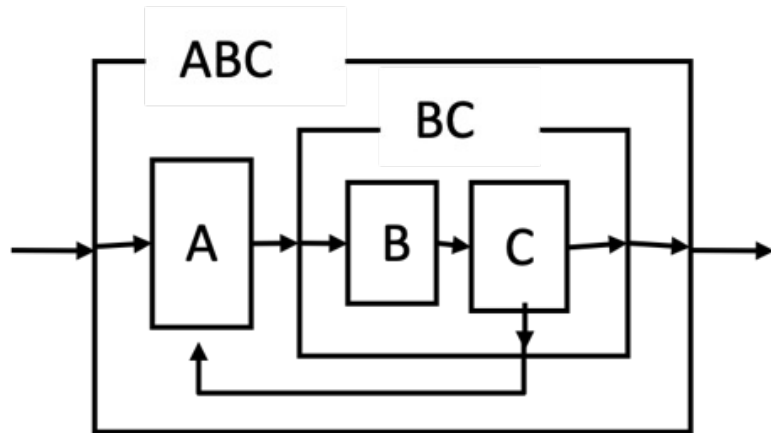
Introduction: Motivation

- OSC 공법
 - OSC(Off-Site Construction)는 건설 프로젝트의 일부 또는 전체를 현장이 아닌 다른 장소에서 미리 제작하고 조립하는 방식
- OSC 공법의 이점
 - 시간 및 비용 절감 : 미리 제작된 부품의 빠른 조립과 설치
 - 품질 향상 : 제어된 환경에서 이루어지는 제작 과정은 일관된 품질을 보장
 - 안전 향상 : 현장에서의 작업량 감소는 작업 중 발생할 수 있는 사고와 위험을 줄임
 - 환경적 이점 : 재료 낭비를 줄이고, 더 효율적인 자원관리를 가능하게 하여 온실가스 배출 감소와 지속적 발전에 기여

Related Work

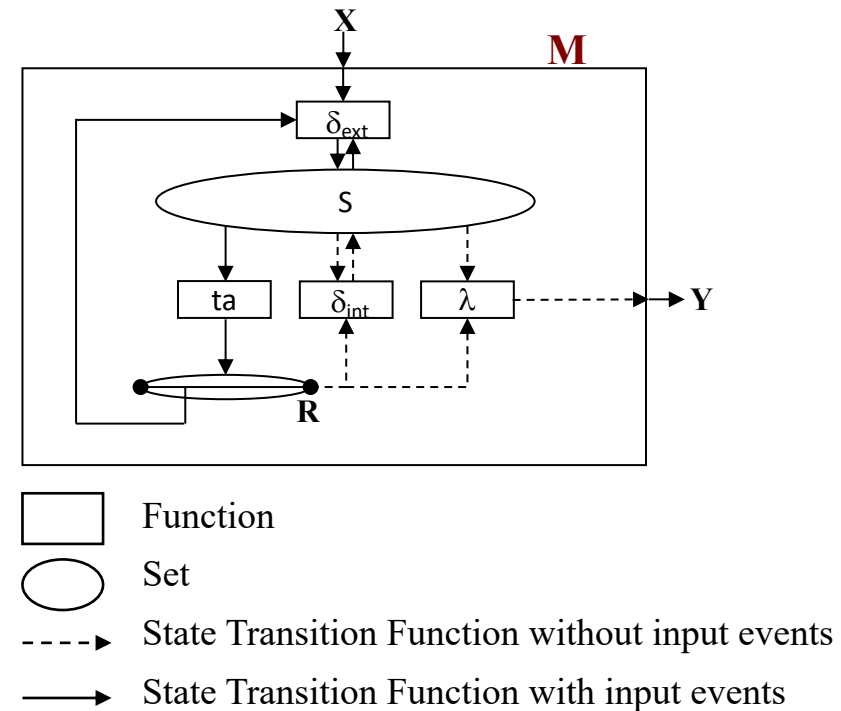
이산사건 시스템 형식론(DEVS : Discrete Event System Specification)

- 외부의 사건 또는 시간의 흐름에 따라 내부적 상태천이가 가능한 수학적 형식론
- 동작을 표현한 원자모델(Atomic model)과 모델들의 결합으로 이루어진 결합모델(Coupled model)로 구성



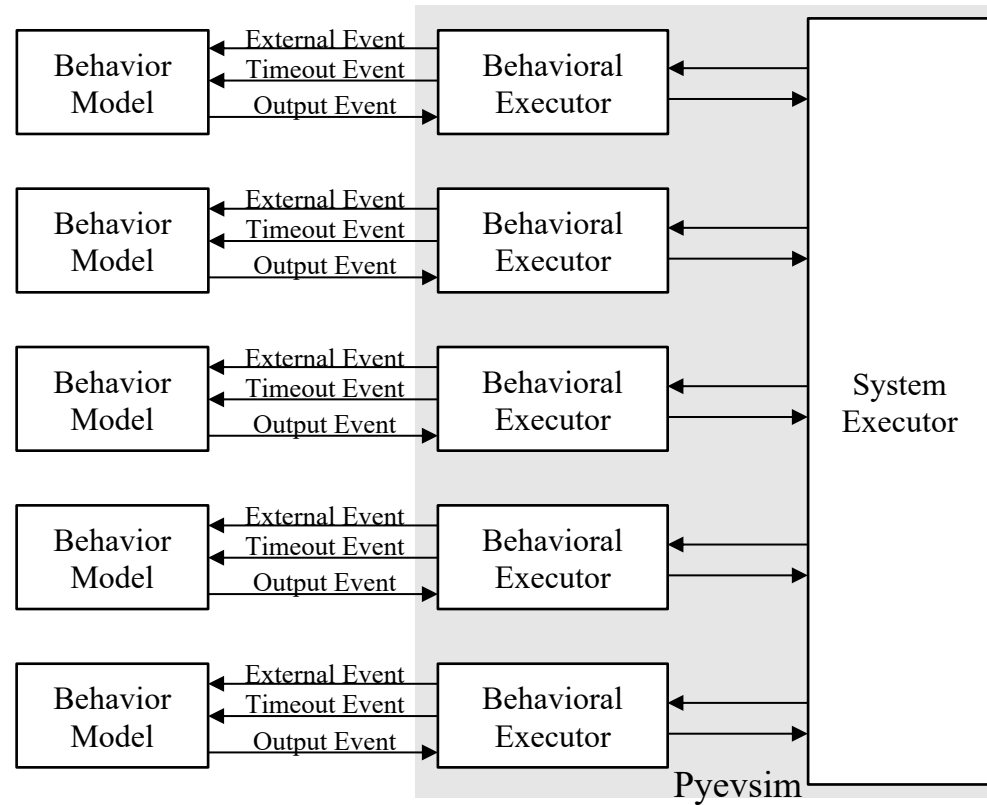
A,B,C : Atomic Model

BC,ABC : Coupled Model



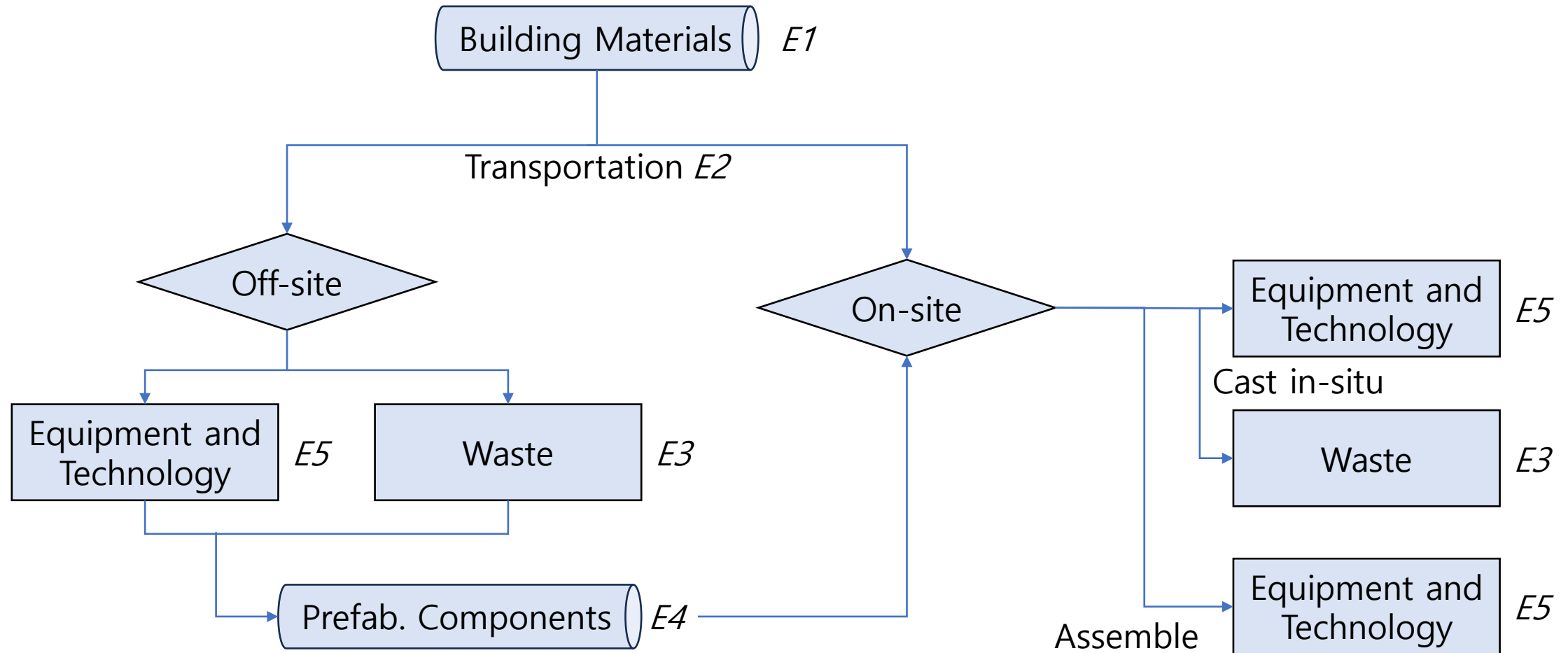
Proposed Method : Design

- 온실가스 배출을 표현한 5개의 원자모델과 모델들의 결합으로 이루어진 온실가스 배출 결합모델 구성
- 5개의 원자 모델 : 자재 온실가스 배출 모델(E1), 운송 온실가스 배출 모델(E2), 폐기물 온실가스 배출 모델(E3), 조립식 부품 온실가스 배출 모델(E4), 장비 및 기술 온실가스 배출 모델(E5)



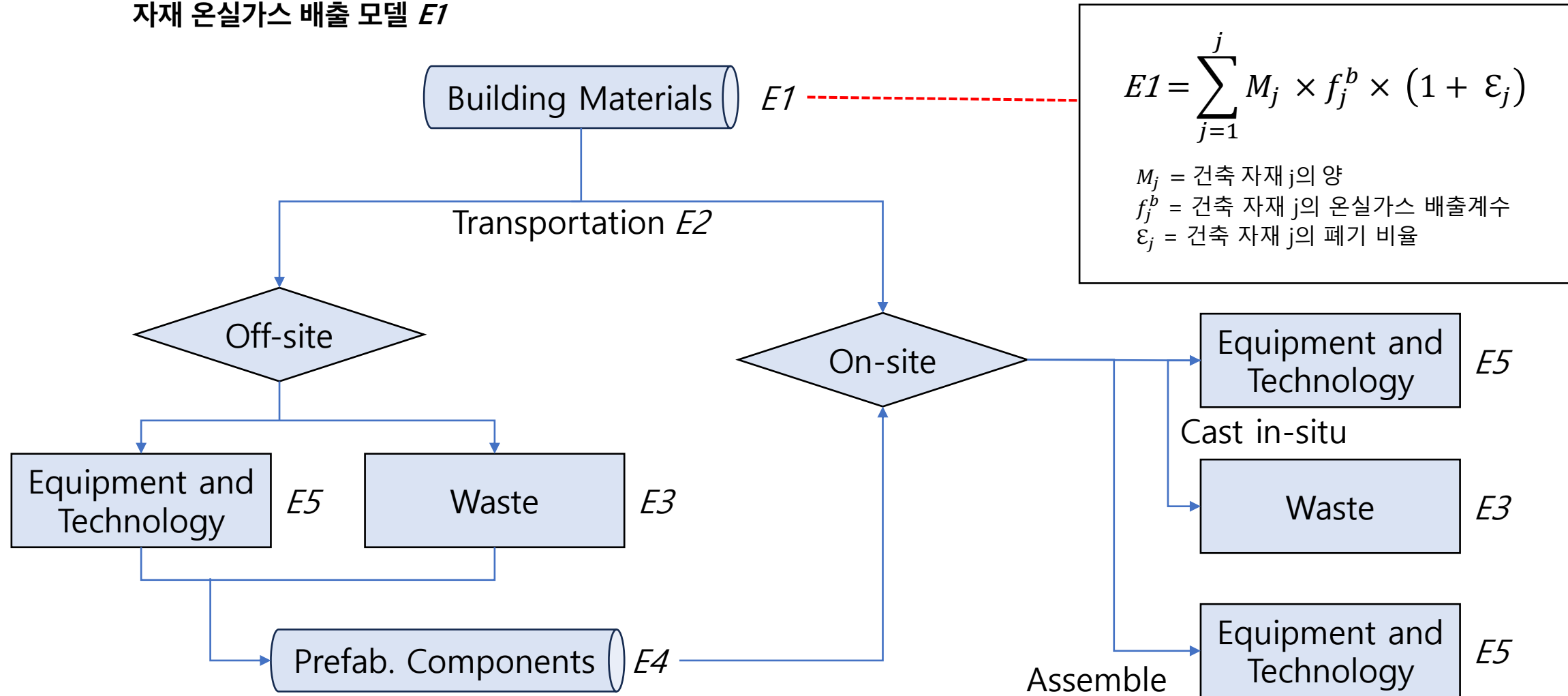
Proposed Method

건설 단계의 온실가스 배출 원인



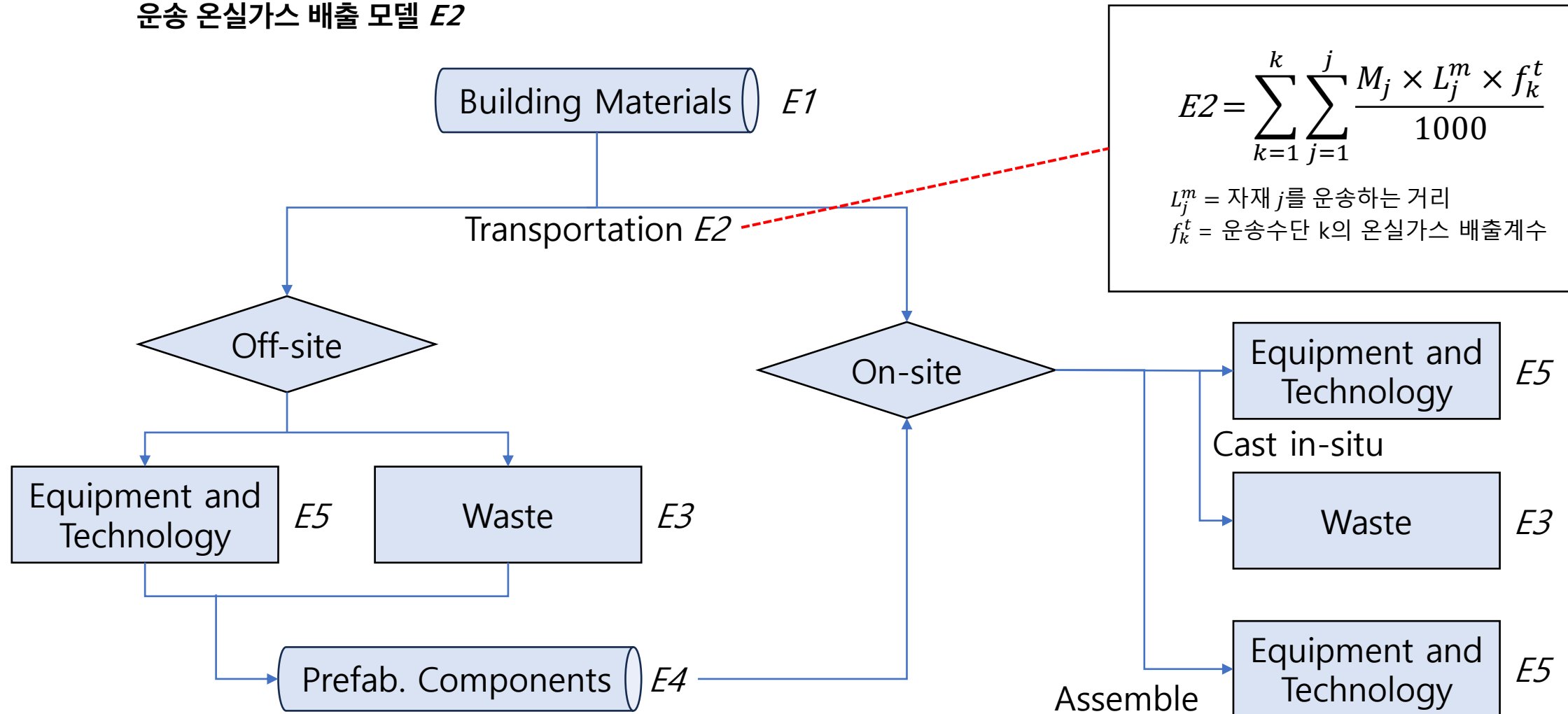
Proposed Method

자재 온실가스 배출 모델 E1



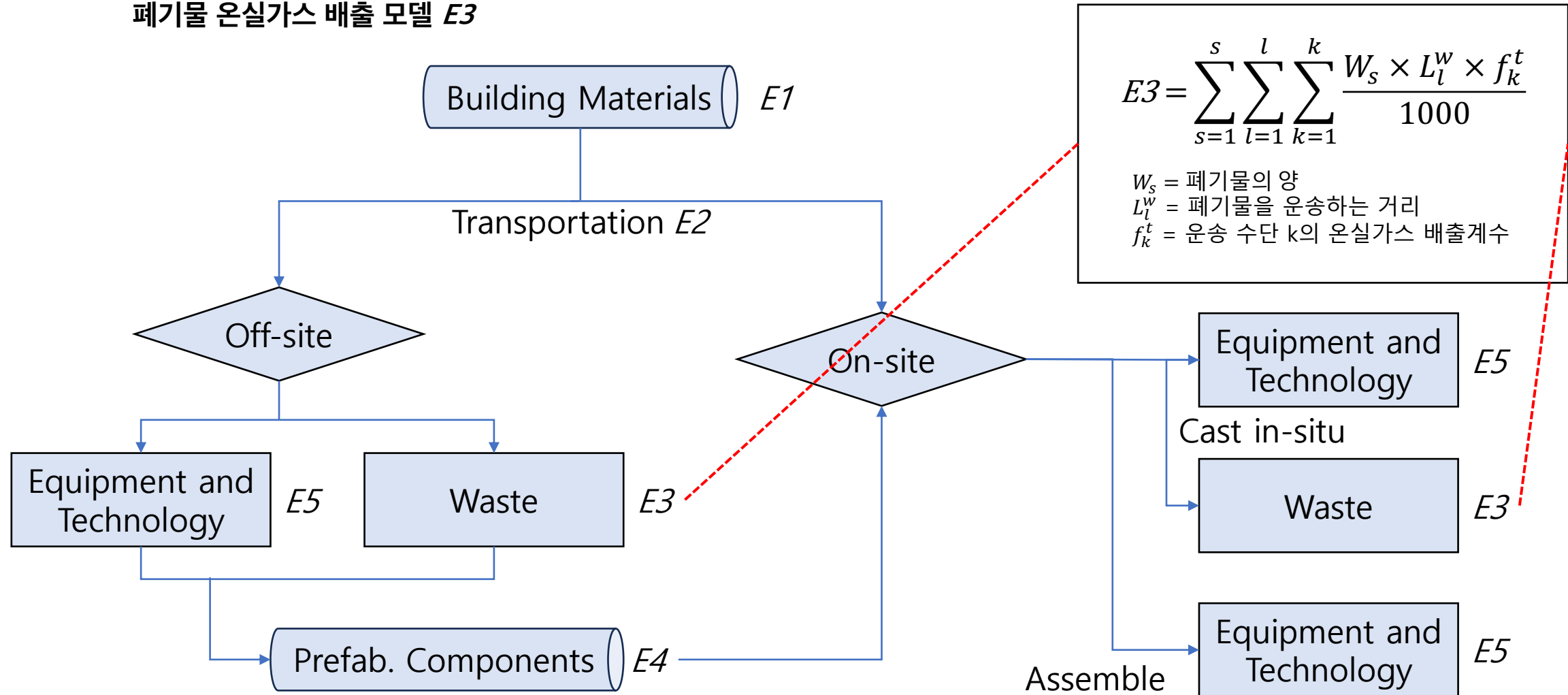
Proposed Method

운송 온실가스 배출 모델 $E2$



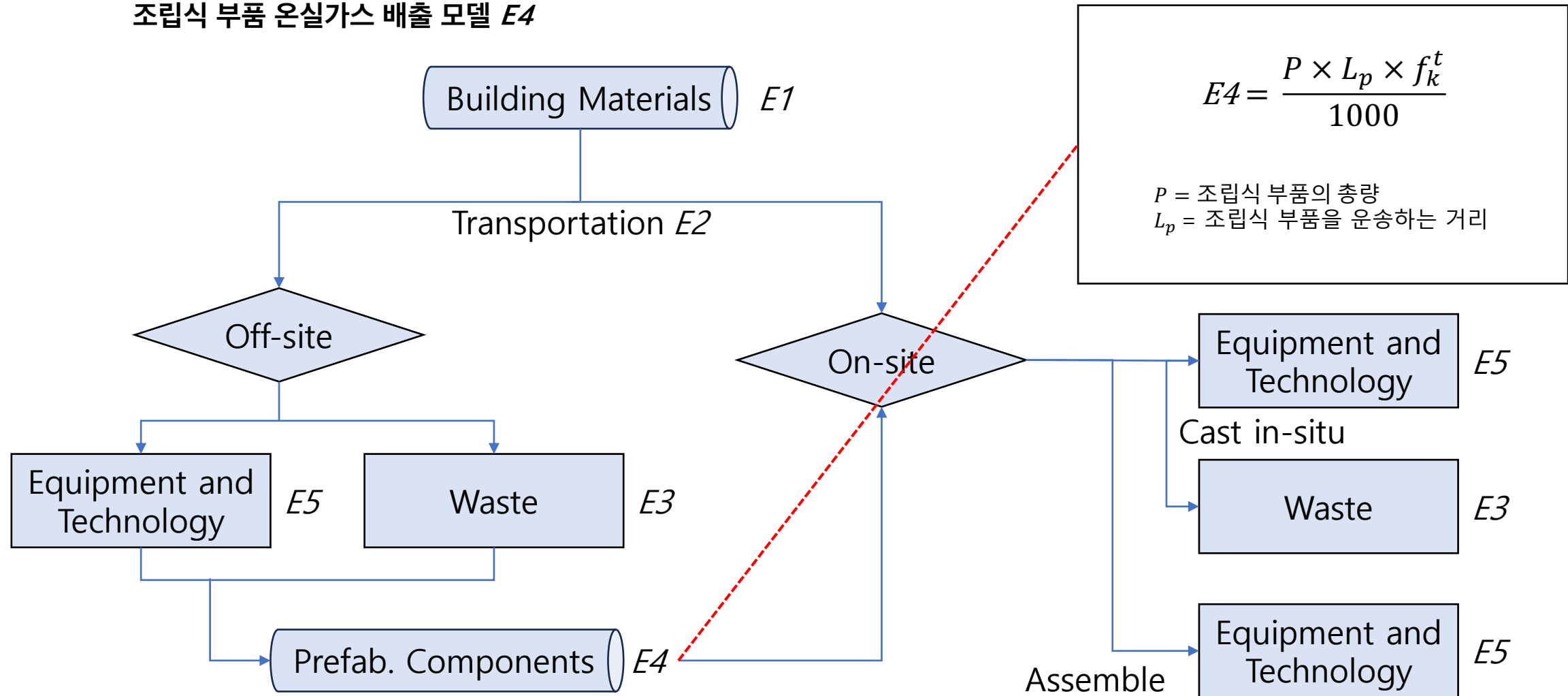
Proposed Method

폐기물 온실가스 배출 모델 E3



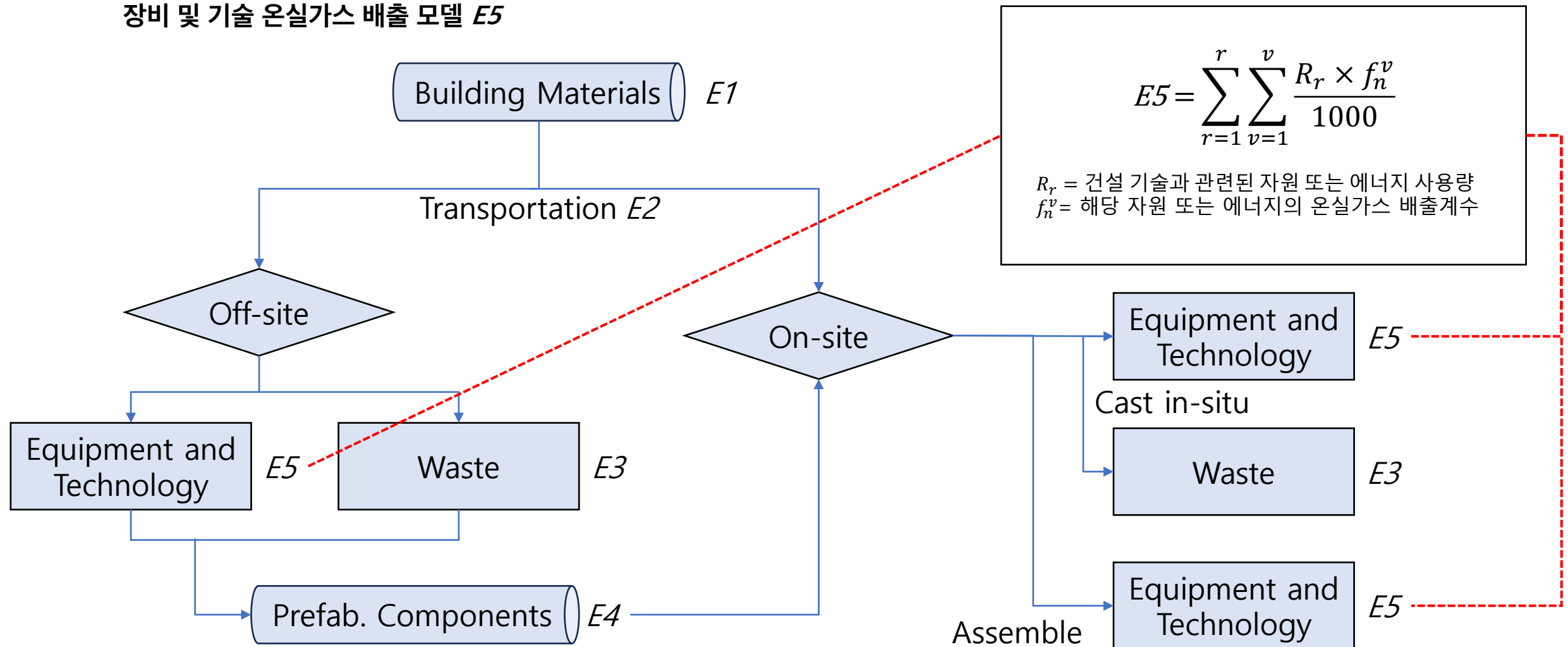
Proposed Method

조립식 부품 온실가스 배출 모델 E4



Proposed Method

장비 및 기술 온실가스 배출 모델 E5

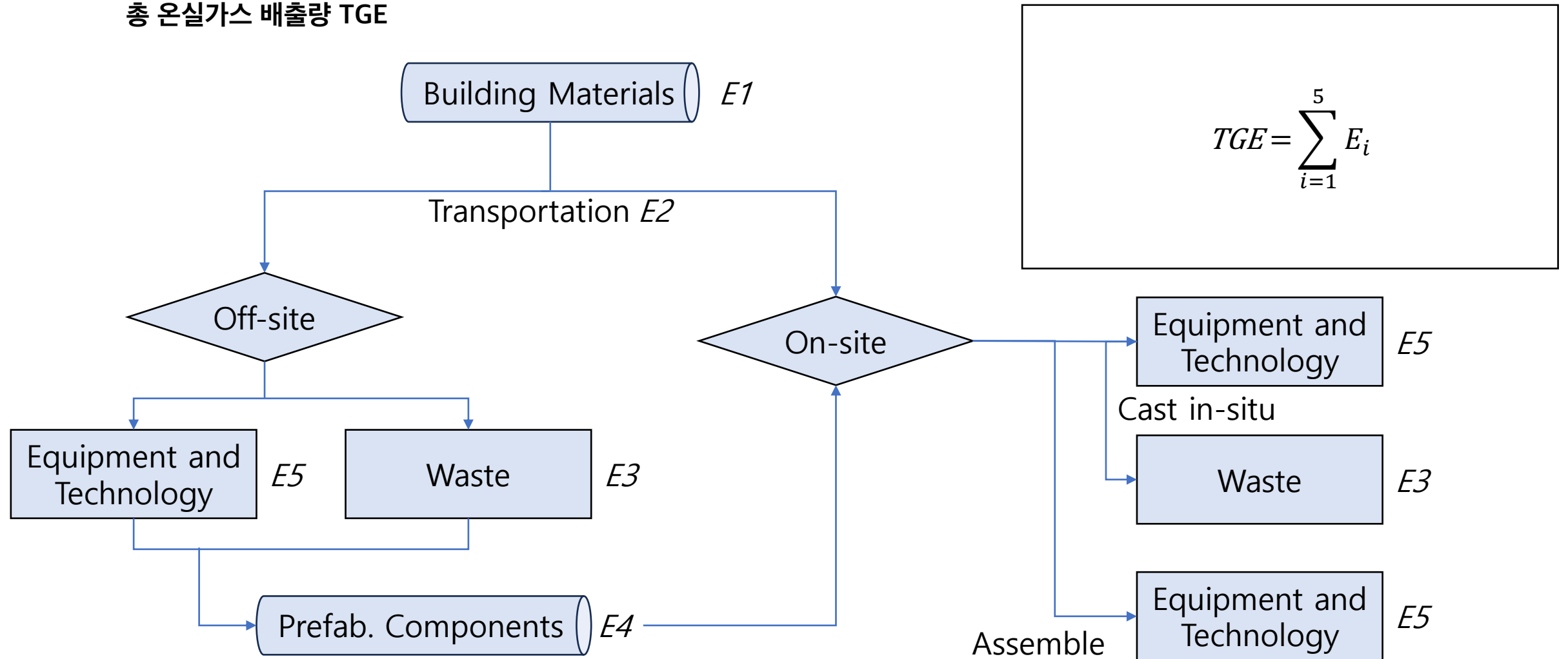


$$E5 = \sum_{r=1}^r \sum_{v=1}^v \frac{R_r \times f_n^v}{1000}$$

R_r = 건설 기술과 관련된 자원 또는 에너지 사용량
 f_n^v = 해당 자원 또는 에너지의 온실가스 배출계수

Proposed Method

총 온실가스 배출량 TGE



Proposed Method

- 폐기물 온실가스 배출 모델 E3, 조립식 부품 온실가스 배출 모델 E4, 장비 및 기술 온실가스 배출 모델 E5 경우 기존 데이터 활용
- 자재 온실 가스 배출 모델 E1 - Concrete, Cement

Materials	Waste factors	CO_2 emission factor ($kgCO_2/kg$)	GHG emission factor ($kgCO_{2-e}/kg$)
Concrete	2.5%	0.113	0.120
Cement	2.5%	0.653	0.698

- 운송 온실가스 배출 모델 E2 - Truck(gas, disel)

Transportation method	Energy use	Fuel CO_2 emission factor	Fuel CH_4 emission factor	Fuel N_2O emission factor	GHG emission factor ($kgCO_{2-e}/ton\ km$)
Truck(gas)	3.663	74.8	0.009	0.012	0.288
Truck(diesel)	2.423	74.8	0.070	0.030	0.207

Case Study - 1

OSC 공법의 온실가스 배출량과 전통적인 건설 방법의 온실가스 배출 비교

```
E1 Initialized
E2 Initialized
E3 Initialized
E4 Initialized
E5 Initialized
External transition in E1
External transition in E2
External transition in E3
External transition in E4
External transition in E5
Calculating emissions for model E1
798.0
result get
[798.0, 0, 0, 0, 0, 0]
Internal transition in E1
Calculating emissions for model E2
121.5
result get
[798.0, 121.5, 0, 0, 0, 0]
Internal transition in E2
Calculating emissions for model E3
43.05
result get
[798.0, 121.5, 43.05, 0, 0, 0]
Internal transition in E3
Calculating emissions for model E4
9.94
result get
[798.0, 121.5, 43.05, 9.940000000000001, 0, 0]
Internal transition in E4
Calculating emissions for model E5
52.25
result get
[798.0, 121.5, 43.05, 9.940000000000001, 52.25, 0]
Calculation Ended.
E1 Model Emission : 798.0
E2 Model Emission : 121.5
E3 Model Emission : 43.05
E4 Model Emission : 9.94
E5 Model Emission : 52.25
Total Emission : 1024.74
```

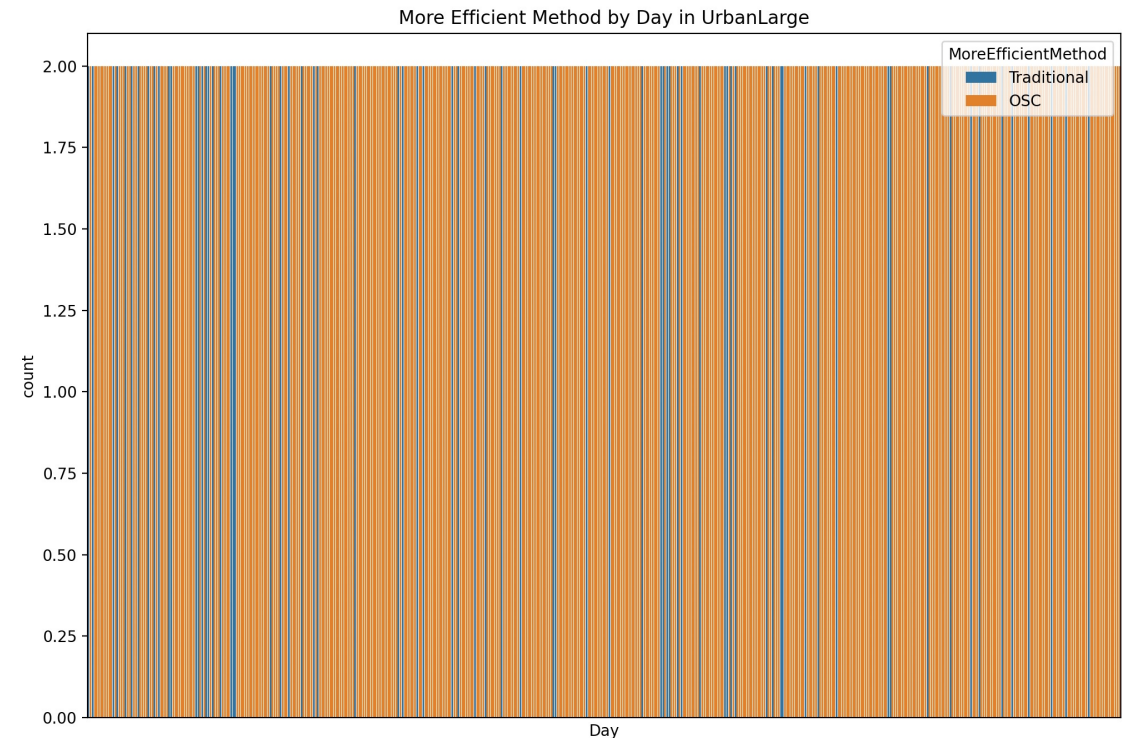
```
E1 Initialized
E2 Initialized
E3 Initialized
E4 Initialized
E5 Initialized
External transition in E1
External transition in E2
External transition in E3
External transition in E4
External transition in E5
Calculating emissions for model E1
798.0
result get
[798.0, 0, 0, 0, 0, 0]
Internal transition in E1
Calculating emissions for model E2
121.5
result get
[798.0, 121.5, 0, 0, 0, 0]
Internal transition in E2
Calculating emissions for model E3
155.8
result get
[798.0, 121.5, 155.8, 0, 0, 0]
Internal transition in E3
Calculating emissions for model E4
0.0
result get
[798.0, 121.5, 155.8, 0.0, 0, 0]
Internal transition in E4
Calculating emissions for model E5
104.5
result get
[798.0, 121.5, 155.8, 0.0, 104.5, 0]
Calculation Ended.
E1 Model Emission : 798.0
E2 Model Emission : 121.5
E3 Model Emission : 155.8
E4 Model Emission : 0.0
E5 Model Emission : 104.5
Total Emission : 1179.8
```

Case Study - 2

이산사건 시뮬레이션을 통한 건설 공법 비교 분석

- 품질점수와 건설 위치, 규모 결합 모델을 활용하여 파라미터 값을 적용하여 진행함
- OSC 공법이 온실가스 배출량 성능차이를 명확히 보여줌

Type	OSC building	Traditional building
Concrete(m^3/m^2)	0.42(76.87₩)	0.36(65.89₩)
Building installation ($1m^2$)	221.31 (40503.34₩)	224.29 (41048.73₩)
Engineering ($1m^2$)	792.45 (145031.27₩)	1008.64 (184597.56₩)
	576.46 (105501.58₩)	



Conclusion

- **Proposed Method**

- 건설 분야 및 사회과학 분야의 문제를 Computer Modeling & Simulation 과정을 통하여 구성함
- 이산사건 시스템 형식론 기반 5개의 온실가스 배출 모델을 구성하고 온실가스 배출 결합 모델을 구성

- **Case Study**

- 이산사건 시스템 형식론(DEVS : Discrete Event System Specification)에 기반하여 다양한 확장성을 나타냄
- 시뮬레이션을 통해 OSC 공법 적용 모델의 활용성을 보여줌

- **Future Study**

- 현재는 가장 많이 쓰이는 Concrete, Cement, Truck 데이터만 활용하였지만 추후 다양한 건설자재와 운송수단을 구성
- 시뮬레이션의 정확도를 높이기 위한 기후 변화 적응 모델, 생애 주기 분석 모델 등 다수의 모델 추가적 통합