

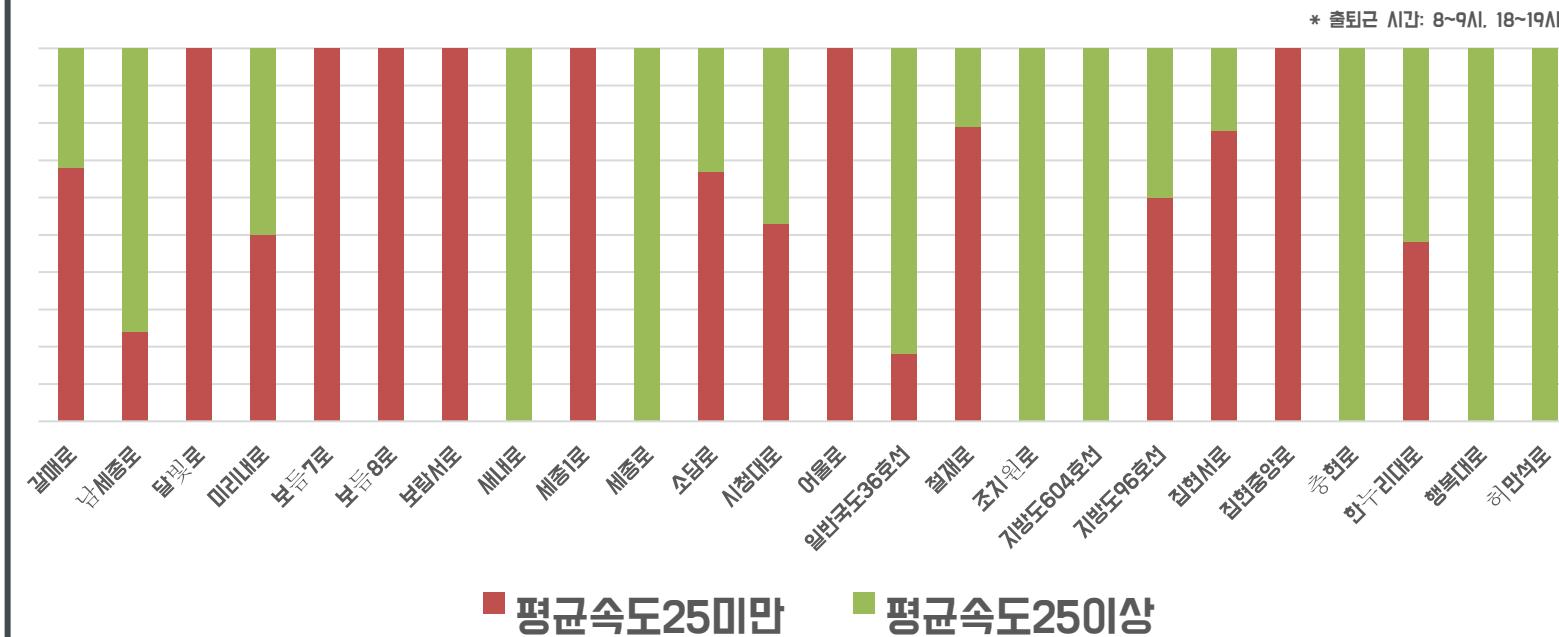
세종시 공공 전기자전거 도입을 위한 거치대 최적 입지 선정

시민이 행복한 도시, 세종특별자치시

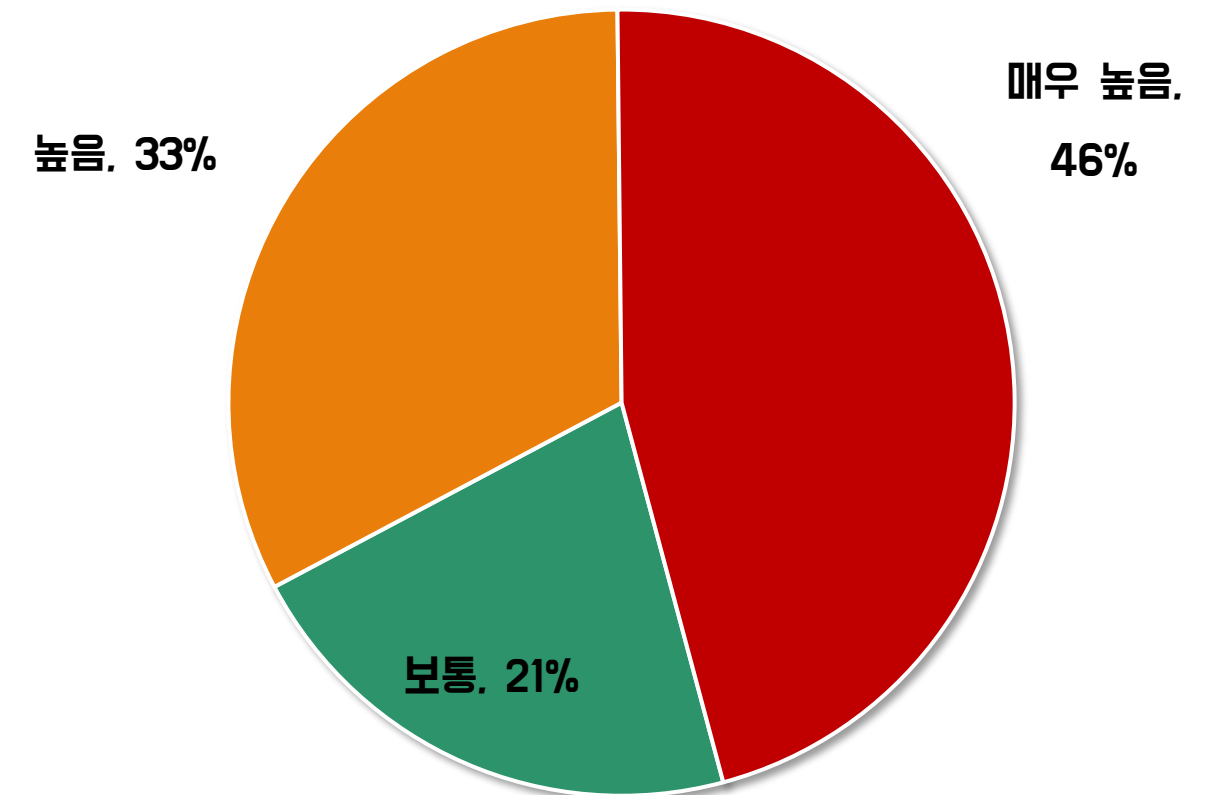
주제 선정 배경

요약

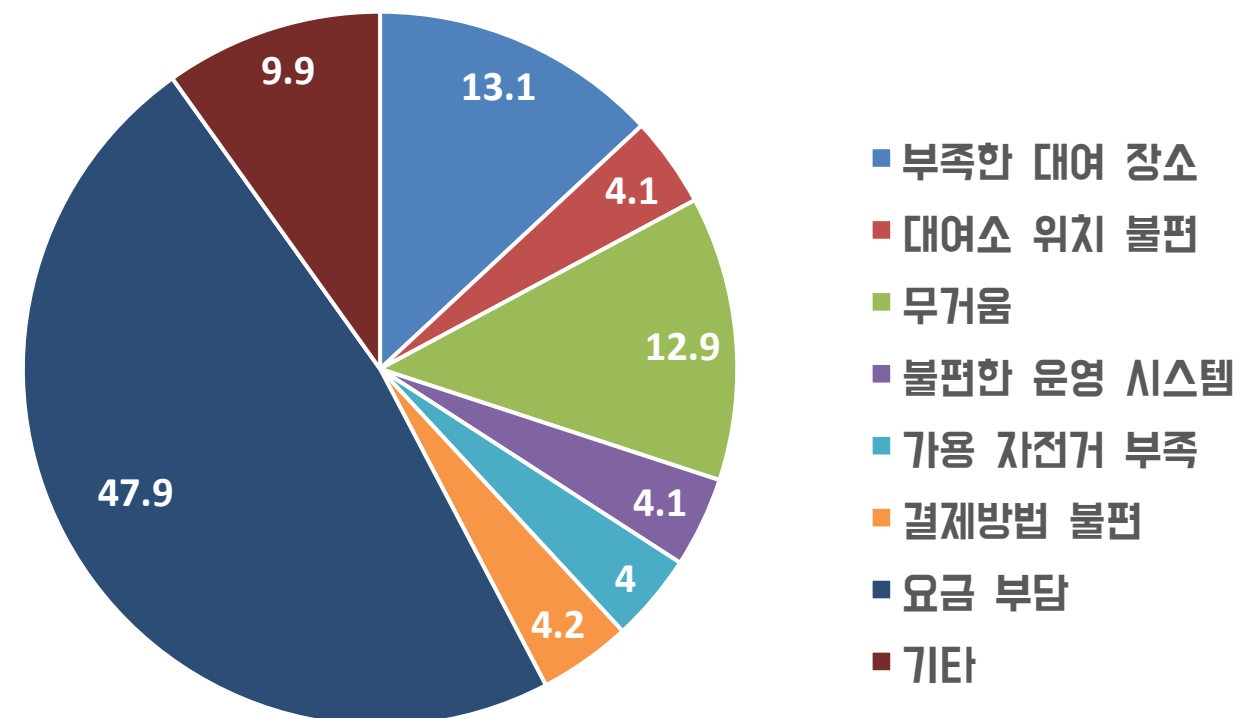
출퇴근 시간 도로별 시속 25km 기준 주행 구간 비율



도로별 감속률에 따른 구간 비율



일레클 이용 불만족 조사



출퇴근 시간대에 시속 25km 미만의

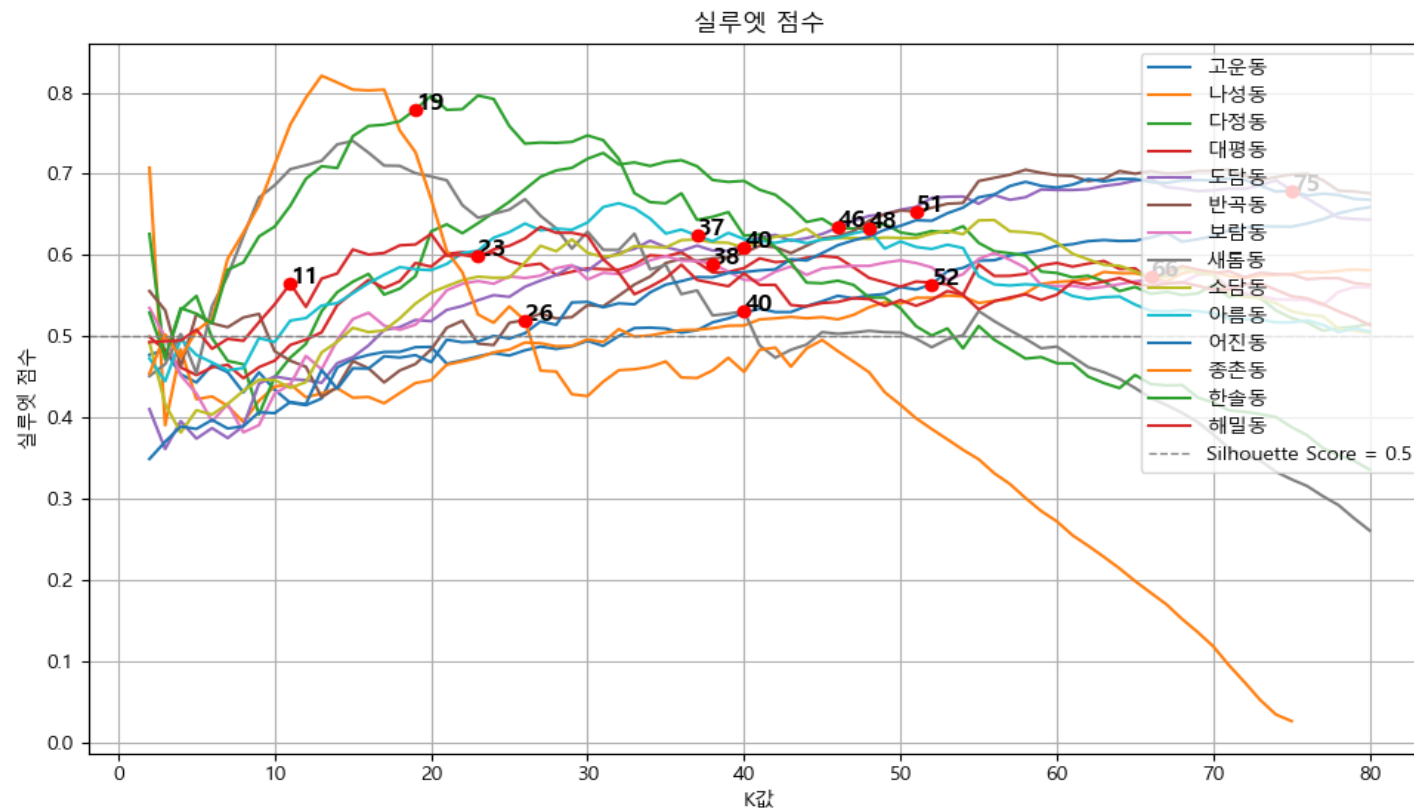
도로 구간이 약 **54%**이고

주요 도로만 한정한다면 그 이상일 것으로 예상됨.

또한 도로별 감속률이 높음 단계 이상인 곳이 **79%**로 많은 도로에서 **교통 혼잡**이 발생하고 있다고 볼 수 있음.

공공 전기자전거 도입을 위한 거치대 최적 입지

요약

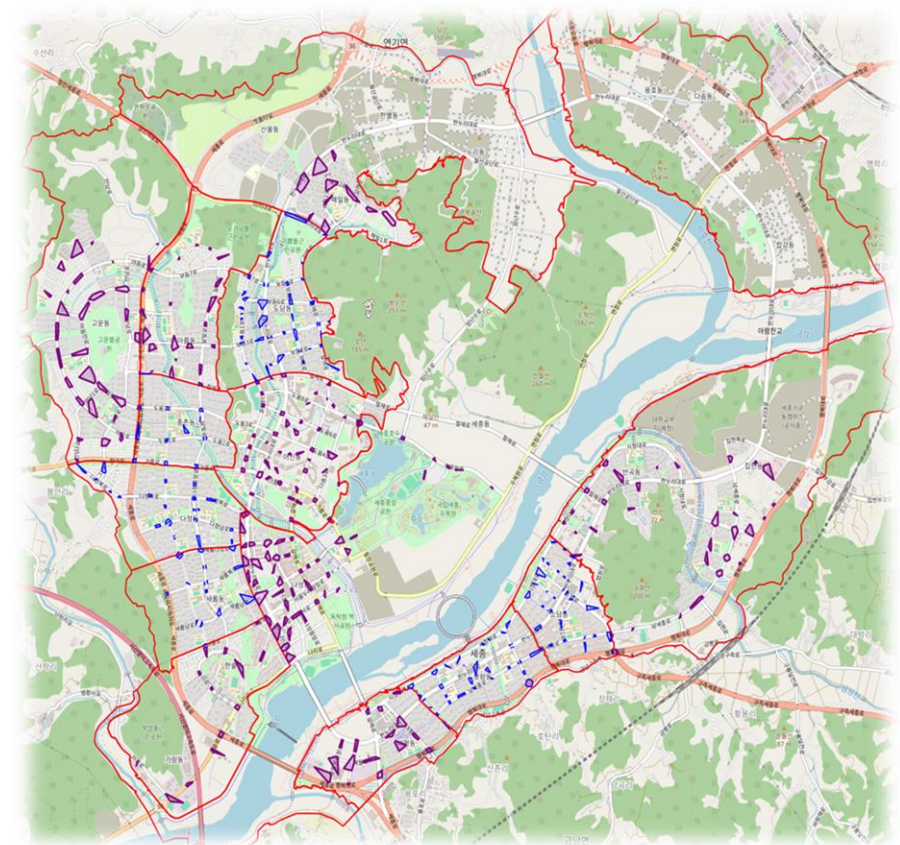
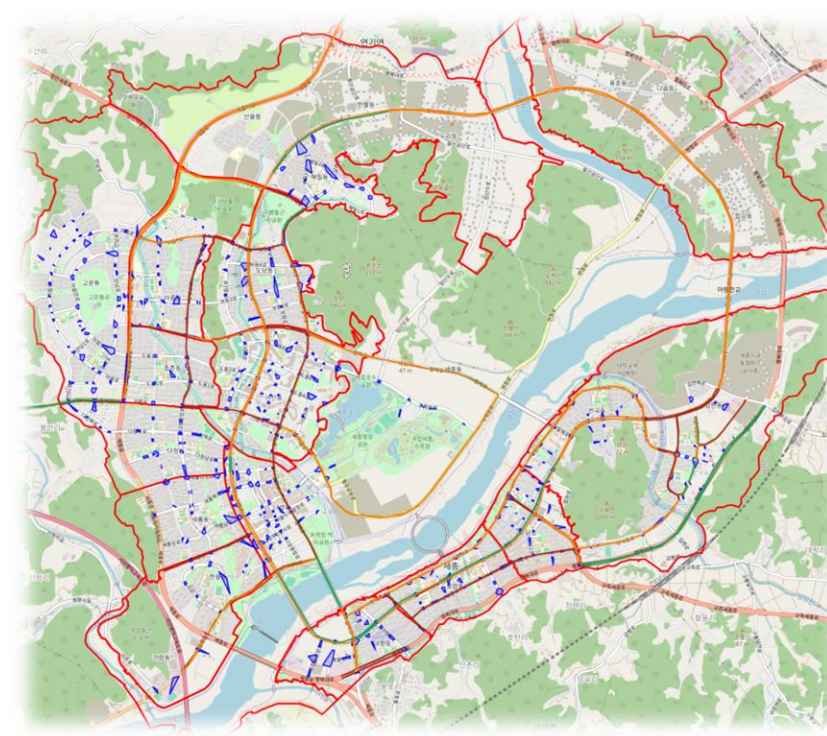
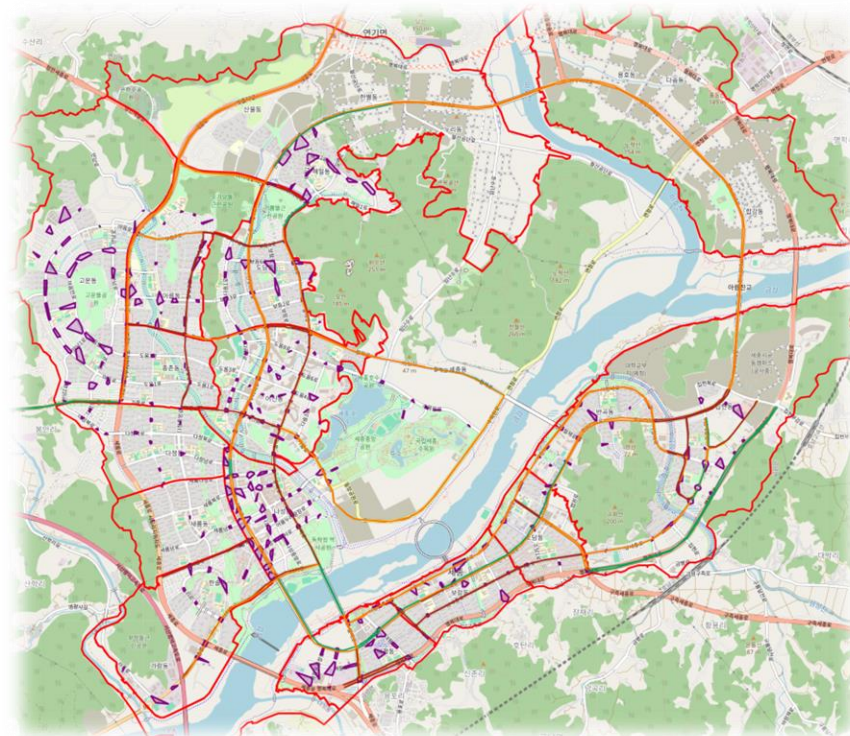


- 분석 기법의 평가지표 **기준을 만족**하는 행정동을 선정하여 각각 **MCLP 기법**과 **OPTICS 기법**에 해당하는 동을 분리 분석
- 최종적으로 세종시 모든 행정동의 공공 전기자전거 도입을 위한 거치대 최적 입지 선정

MCLP

OPTICS

최종 거치대 입지



세종시에 공공 전기자전거가 도입된다면?

요약

공공 전기자전거 도입의 기대 효과

+ 세종시의 교통 체증 완화

→ 공공 전기자전거 도입으로 교통 체증이 줄어 세종시 시민들의 스트레스가 줄 것으로 기대

+ 가까워지는 '세종시 = 자전거 도시'

→ 공공 전기자전거 도입으로 세종시는 차 없는 도시라는 이미지에 더 가까워 질 수 있을 것

+ 환경을 생각하는 세종시

→ 자동차 대신 전기자전거를 이용하면 한 대당 이산화탄소를 연간 약 225kg 저감

공공 전기자전거 추가 제안

유지 보수

전기자전거 사설 업체(예: 일레클)와의 협업을 통해 전기자전거의 유지 보수 및 관리를 효과적으로 할 수 있을 것

이용 요금

기존 이음패스 카드 한도 내에서 공공 전기자전거까지 함께 이용할 수 있도록 도입하는 방안을 통해 시민들의 전기자전거 이용 요금 부담을 감소할 수 있을 것

사후 관리

시민들의 반응이나 만족도를 조사하는 등의 모니터링을 통해 높은 만족도의 서비스로 개선될 수 있을 것

그늘 마련

자전거 이용률을 높이기 위해 자전거도로에 가로수 등을 활용해 그늘을 마련한다면 시민들의 자전거 이용 만족도를 높일 수 있을 것



세종시 공공 전기자전거 도입 제안

목차

Contents

- 세종시는 지금
- 공공 전기자전거 도입의 필요성
- 공공 전기자전거의 도입 방안
- 공공 전기자전거 도입의 기대 효과
- 추가 제안

01

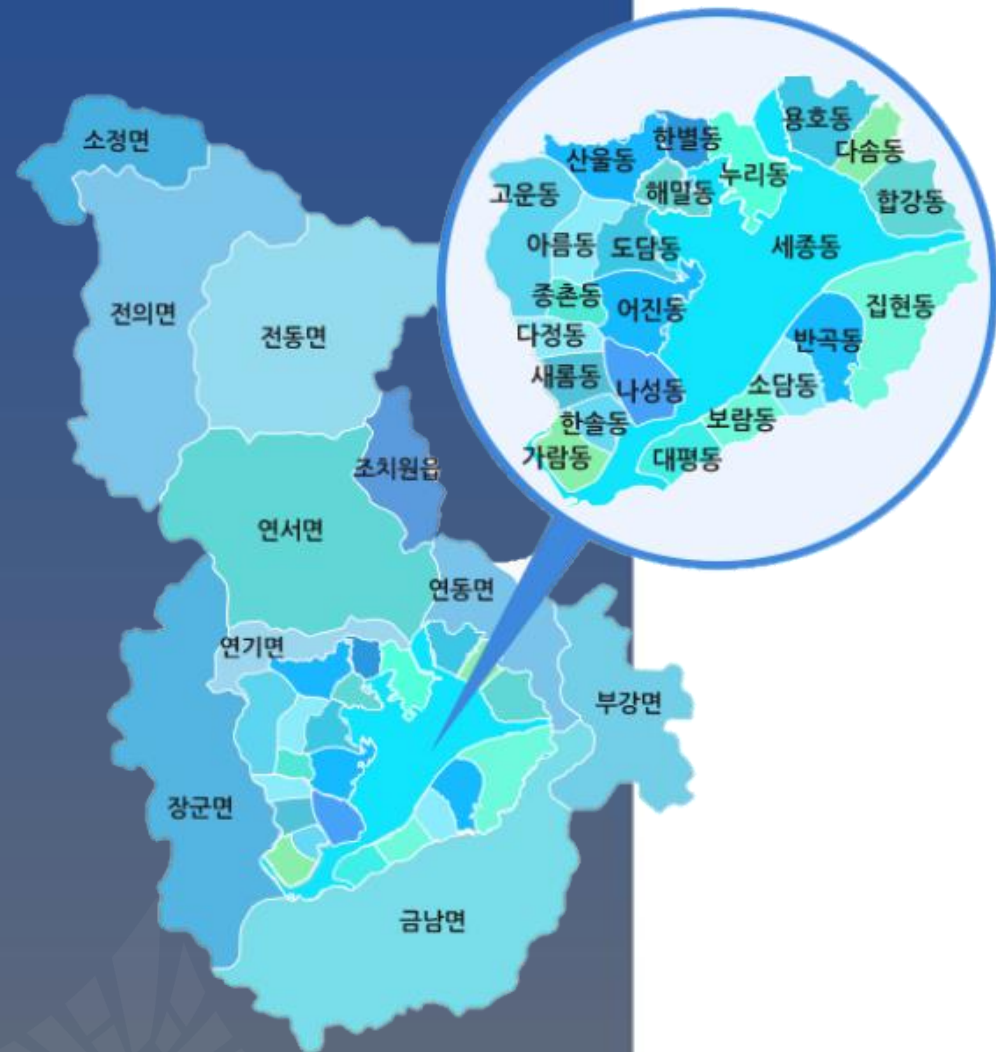
세종시는 지금

시민이 행복한 도시.
세종시

세종특별자치시, 어떤 도시일까?

01

세종시는 지금



+ 인구: 38만 9370명

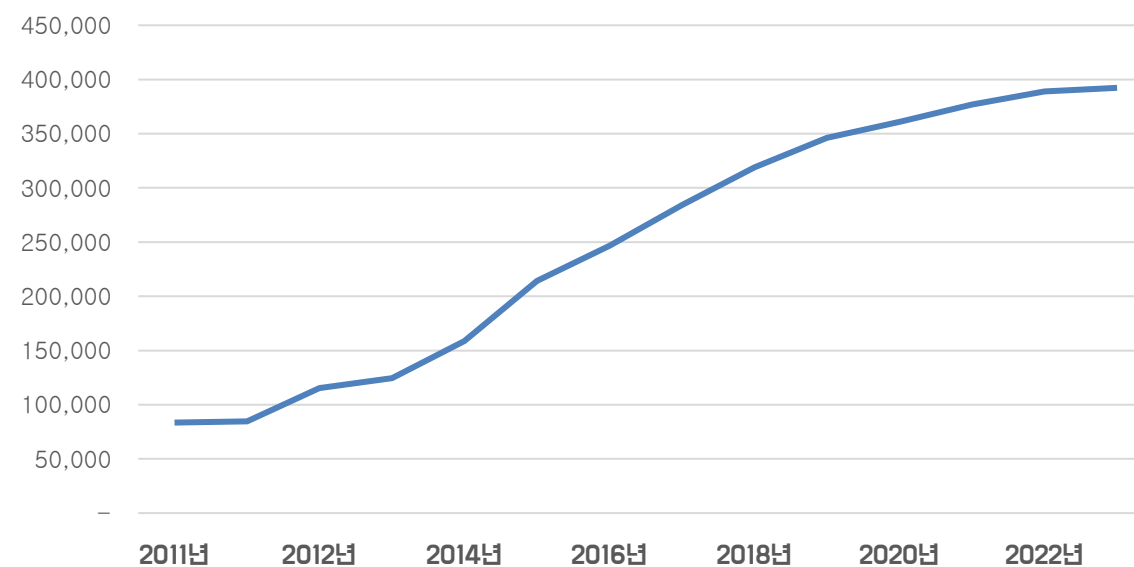
+ 넓이: 전체 면적 464.92km²

+ 읍면: 10개, 행정동: 14개

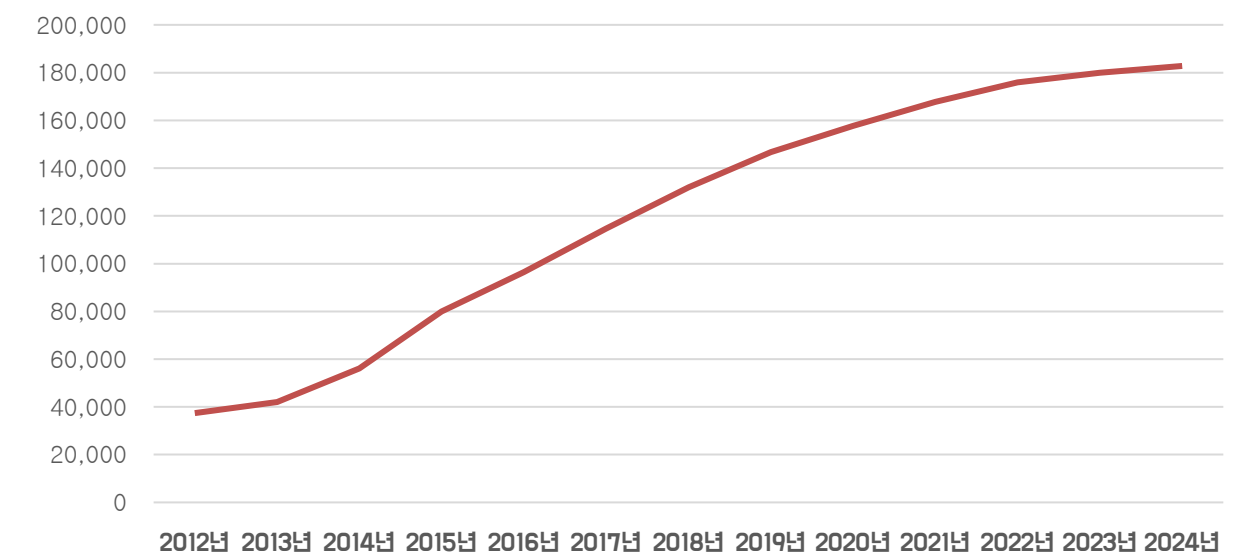
+ 가구 수: 2,207만 3,158

+ 소개: 대한민국 행정 중심 도시로서, 국가 행정을 효율적으로 운영하는 계획도시

세종시의 인구 수 추이



세종시의 차량 수 추이



시민들이 생각하는 세종시의 불편함은 무엇일까?

01

세종시는 지금



세종시의 불편함



검색 빈도가 높은 단어: 도로/교통/정체



세종시의 도로, 교통



검색 빈도가 높은 단어: 정체/이용/사고

출처: 조선일보, 동아일보, 중앙일보

세종시의 교통 체증 현황

01

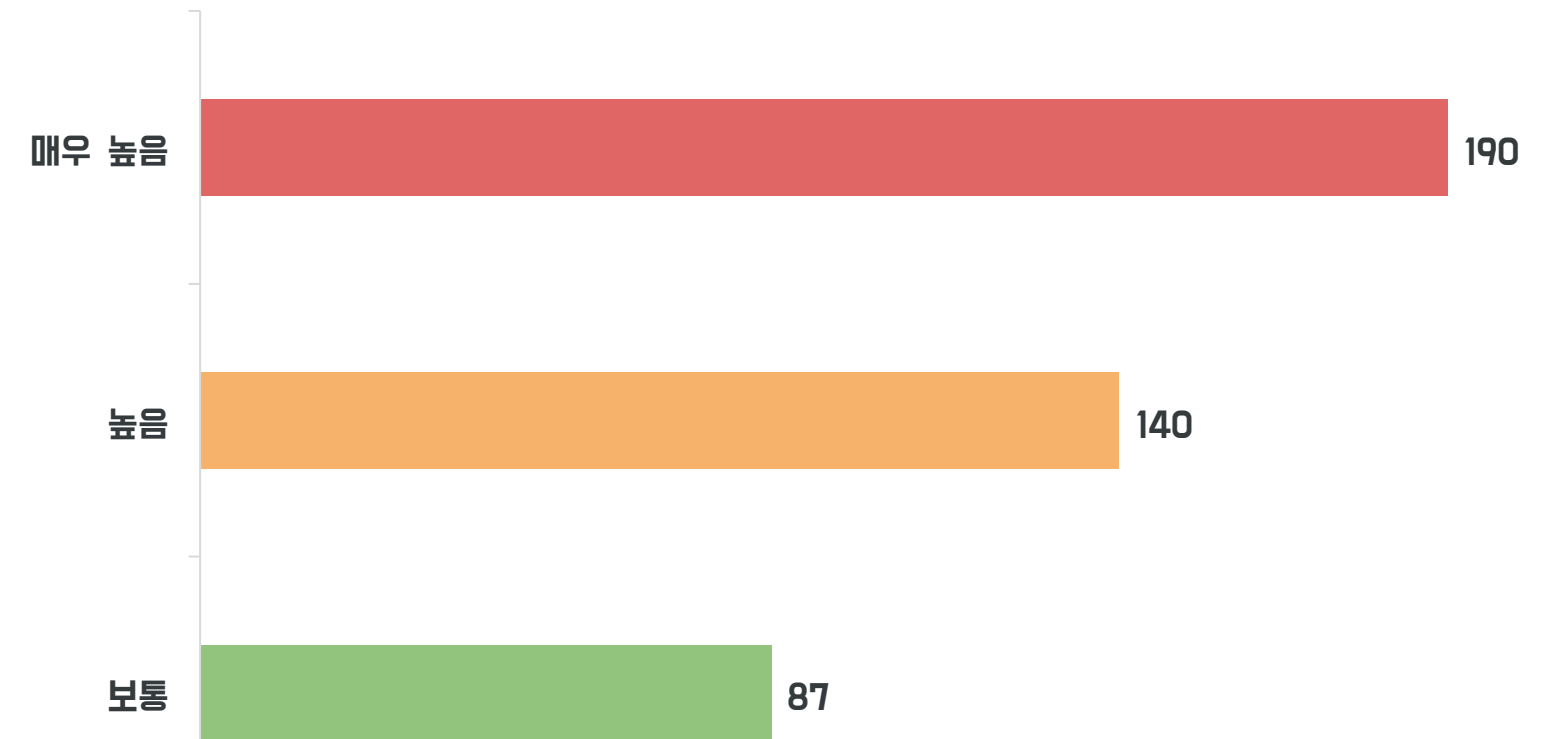
세종시는 지금

구간별 감속률

도로명	구간	방향	구간별 감속률 *
갈매로	갈매로교차로1 ~ 갈매로교차로2	하행	37.87%
갈매로	갈매로교차로1 ~ 금사교고가차로동편	상행	15.108%
갈매로	갈매로교차로2 ~ 갈매로교차로1	상행	43.012%
시청대로	보람고앞 ~ 교육청후분	상행	27.35%
시청대로	보람고앞 ~ 속도변환점	하행	24.904%
일반국도36호선	도장말길시점 ~ 죽림삼거리	상행	16.932%
일반국도36호선	도장말길시점 ~ 홈플러스	하행	16.877%

* 구간별 감속률: 1-(시간대별 평균 속도 / 구간별 최고 속도)

감속률에 따른 구간별 도로의 개수



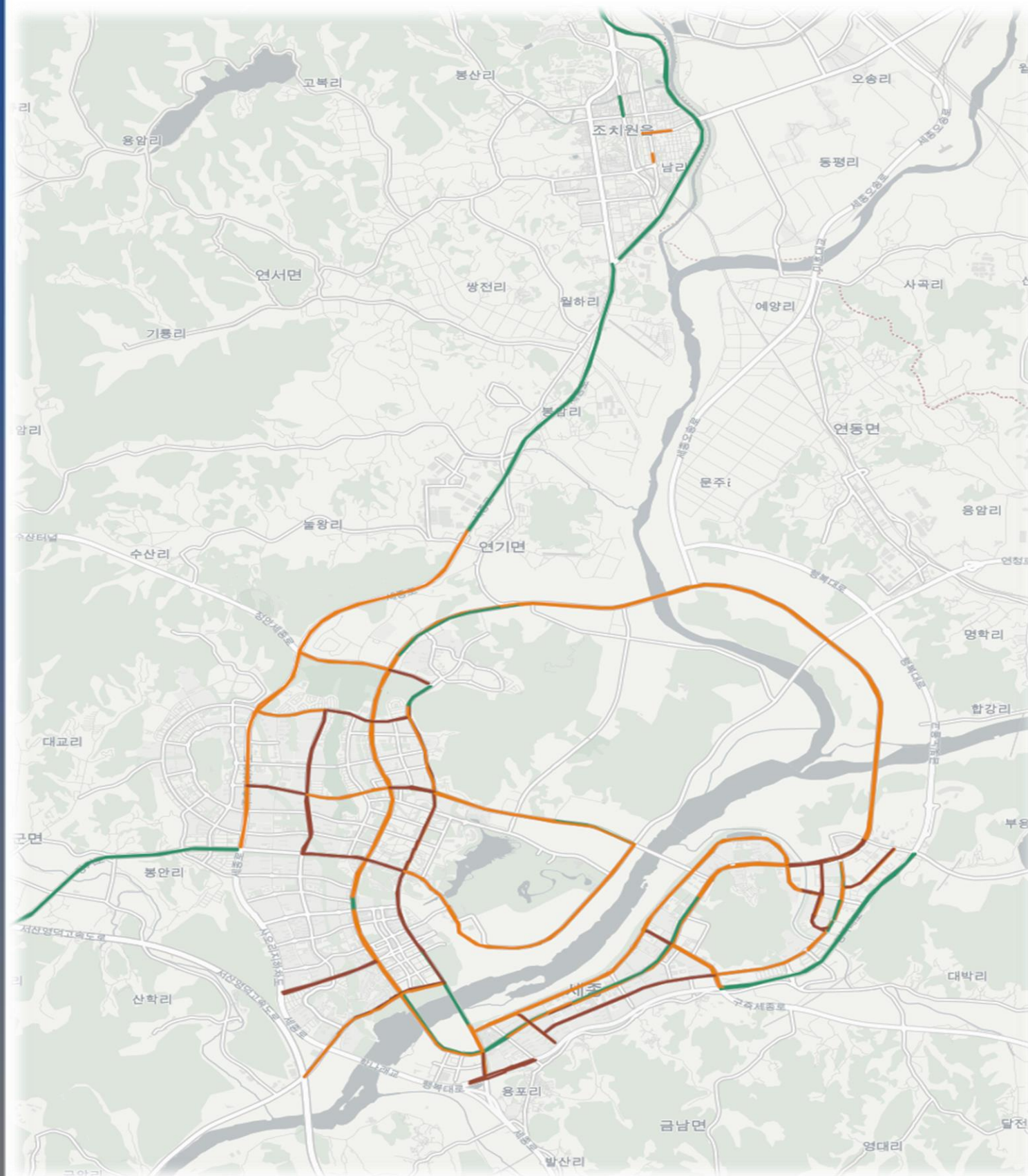
감속율	구간별 감속률 범위	색상
매우 높음	35%~	
높음	20~35%	
보통	0~20%	



세종시의 교통 체증 현황

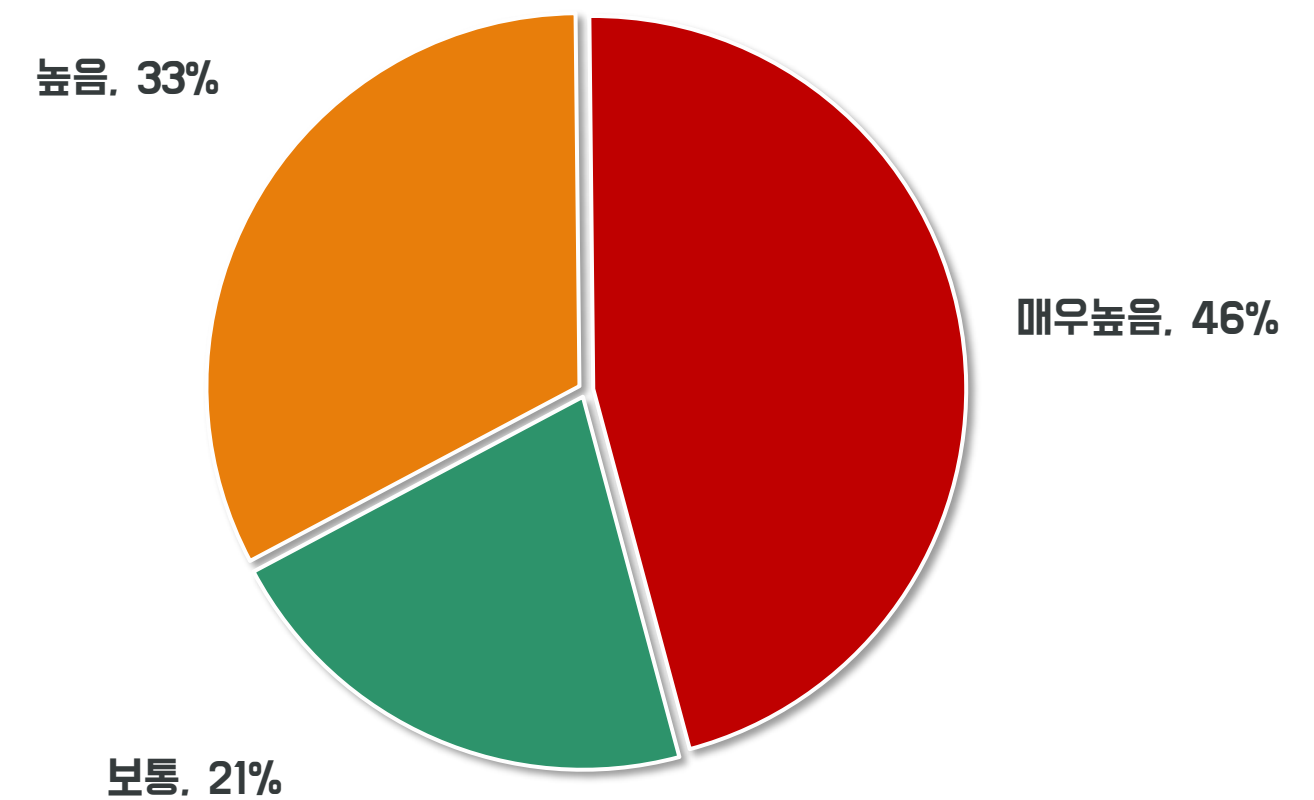
01

세종시는 지금



도로별 감속률 지도

도로별 감속률에 따른 구간 비율



현재 세종시 도로 중 **79%**의 도로가 감속률이 높음 이상임을 알 수 있음.

02

공공 전기자전거 도입의 필요성

시민이 행복한 도시,
세종시

공공 전기자전거 도입의 필요성

DATA 공공데이터포털
.GO.KR

공공데이터 포털

- 세종시 주차장 정보
- (국토교통부)행정동 경계 정보
- 어린이 보호구역 정보

세종특별자치시 Traffic BigData Analysis System

세종시 교통 빅데이터분석 시스템

- 도로 구간별 통행속도
- 버스 정류장 및 버스 정류장별 노선 수

KOSIS 국가통계포털
Korean Statistical Information Service

KOSIS 국가통계포털

- 일레클 이용률 데이터
- 자전거 이용률 데이터
- 어울링 및 일레클의 만족도 조사 결과

세종시 횡단보도 위치 데이터

- 구글 어스 위성 지도를 사용해 직접 데이터 제작

전기자전거를 도입하고자 하는 이유 - 출퇴근 시간 주행 속도

02

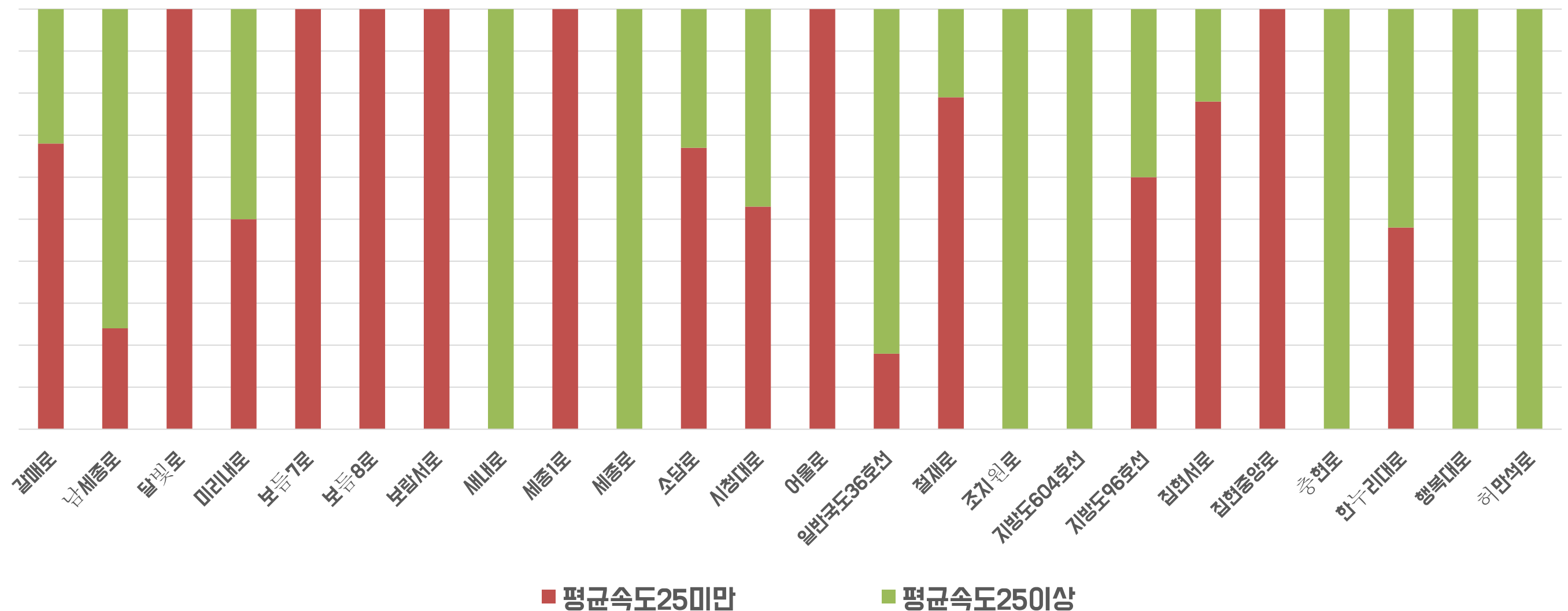
공공 전기자전거 도입의 필요성

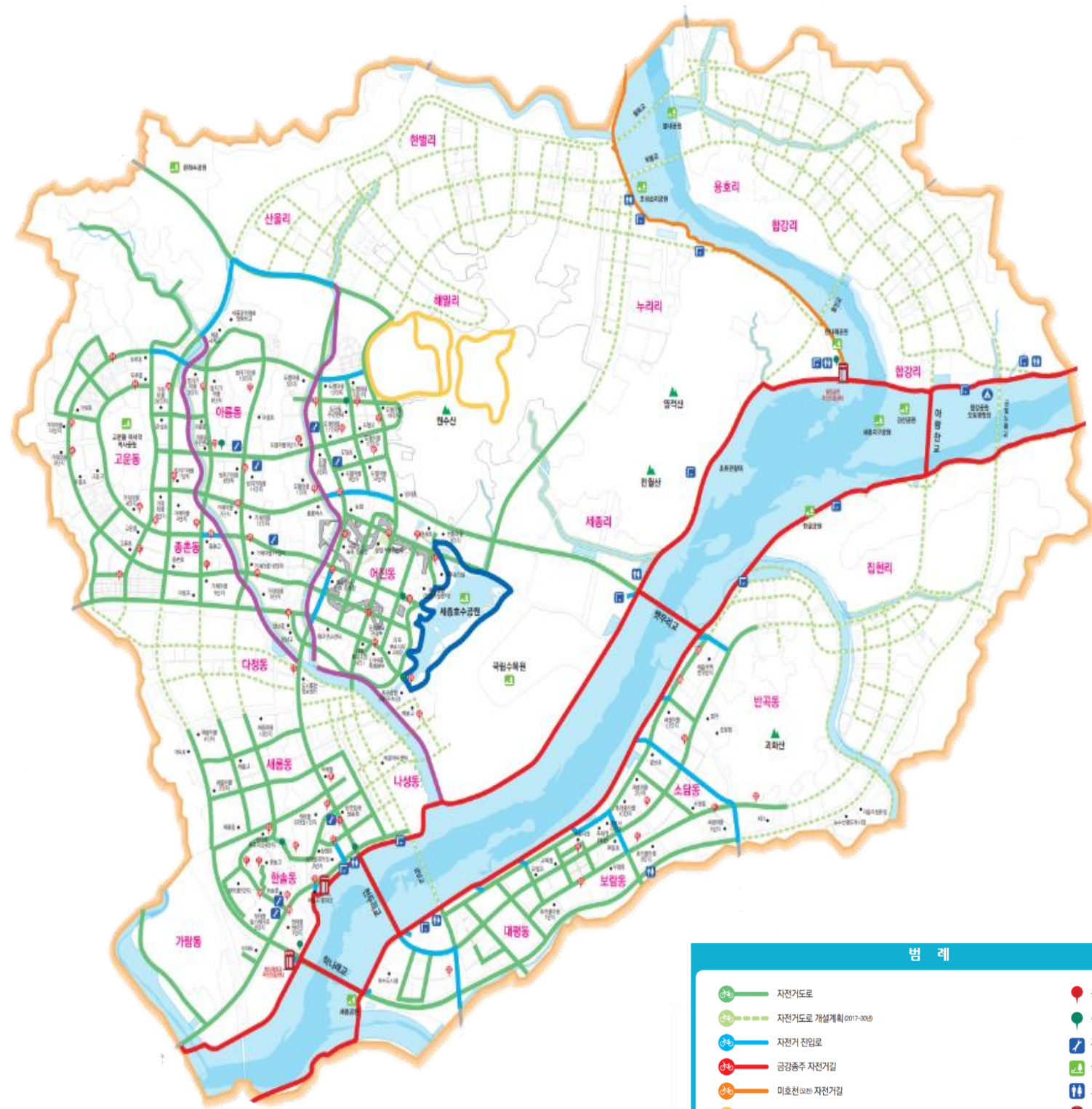
세종시의 국도와 지방도로를 제외한 전체 도로 구간 중
153개의 구간에서 출퇴근 시간에 **25km미만**으로 주행하고 있음을 확인(약 53.68%)

해당 도로의 구간은 승용차보다 전기자전거를 이용하여 이동하는 것이 더 빠른 시간이 소요될 것으로 예상됨.

출퇴근 시간 도로별 시속 25km 기준 주행 구간 비율

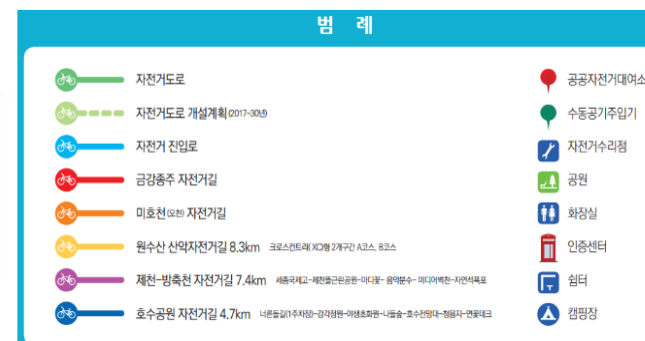
* 출퇴근 시간: 8~9시, 18~19시





세종시 자전거 도로의 길이: 406.8km

전국 최고 수준의 세종시의 자전거 도로를 통해
전기자전거로 출퇴근을 한다면 시민들은 교통 체증에
영향을 받지 않고 안전하고 여유로운 출퇴근이 가능할 것

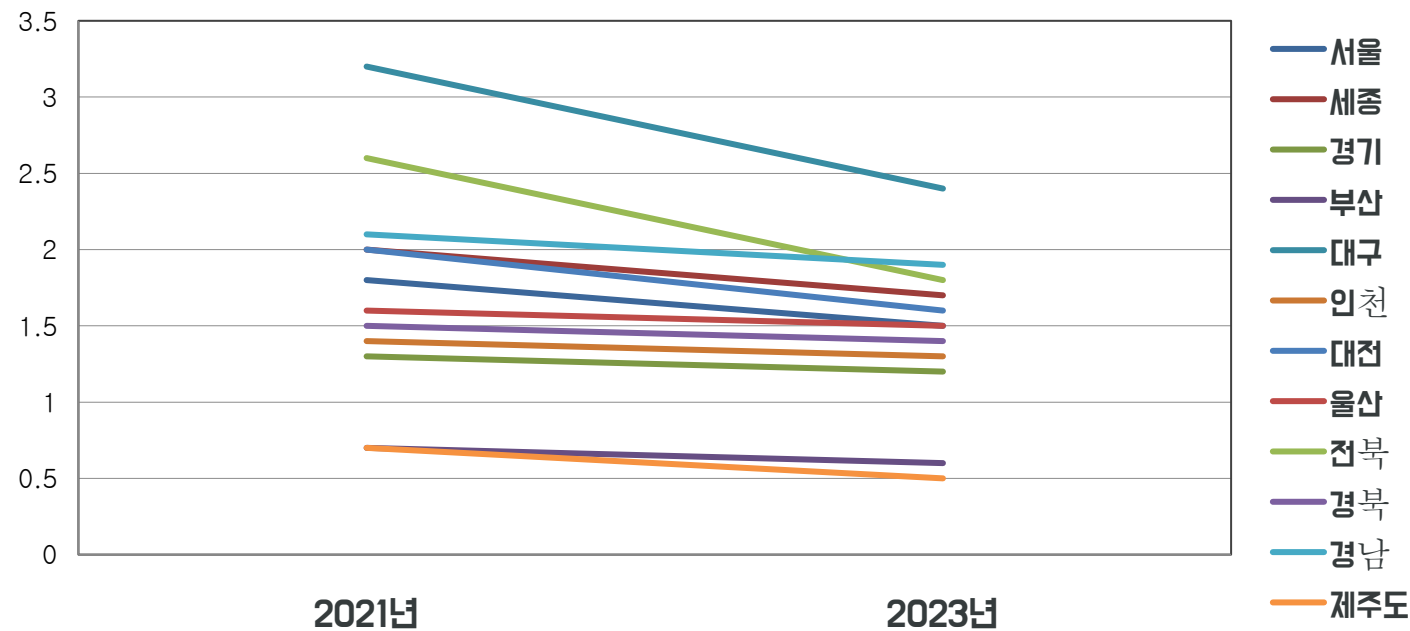


전기자전거여야 하는 이유 - 출퇴근 시 자전거 이용률

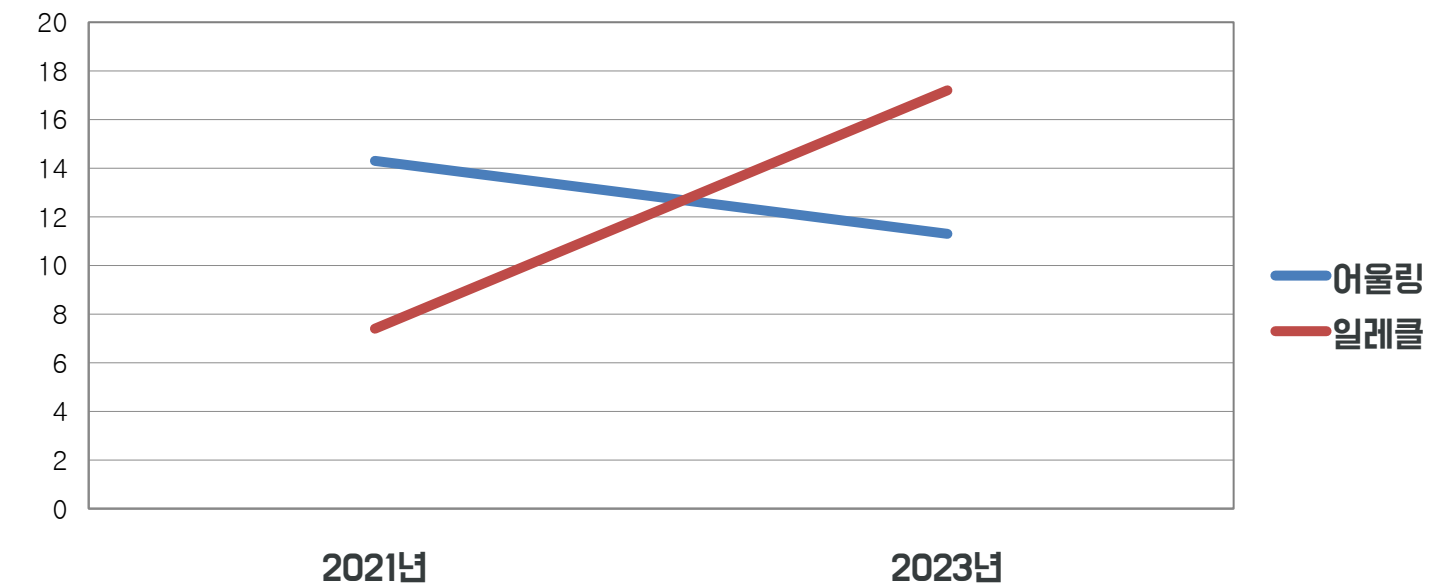
02

공공 전기자전거 도입의 필요성

지역별 출퇴근시 자전거 이용 비율



세종시의 출퇴근 시간 어울링과 일레클의 이용률



출퇴근 시 일반자전거 이용 비율 감소

- 전국적으로 출퇴근 시에 자전거를 이용하는 비율이 줄어들고 있음.
- 어울링의 경우 24년도 1~2분기 출퇴근 시간에 어울링을 사용하는 비율은 18.26%로 어울링 전체 이용량에 비해 낮은 수치임.

출퇴근 시 전기자전거 이용률 증가

- 출퇴근 시의 어울링과 일레클 이용률을 비교했을 때, 일반자전거인 어울링의 이용률은 감소하고 전기자전거인 일레클의 이용률은 증가하고 있음을 알 수 있음.

어울링(세종시 공공자전거)만으로는 출퇴근 교통 체증을 해결하기에 한계가 있음.

전기자전거여야 하는 이유 - 전기자전거(PAS)의 특징

02

공공 전기자전거 도입의 필요성



이미지 출처: 어울링

VS



이미지 출처: Flaticon

일반 자전거	차이	전기자전거 (PAS)
15km/h	시속	25km/h
유지 어려움	가속력	일정한 속도 유지
페달	구동 방식	페달 + 모터

PAS
전용
모델

전기자전거 모델 제안

페달을 돌리는 PAS 방식만으로 작동하는 모델

페달을 밟을 때만 모터가 작동

전기자전거로 분류되어
개인형 이동 장치에 속하지 않음

PAS 방식의 전기자전거는
사실상 일반자전거와 동일하게 취급

배터리 교체식

일반자전거보다 적은 힘을 필요로 하며, 빠른 시속으로 주행 가능하므로 출퇴근 시 용이

03

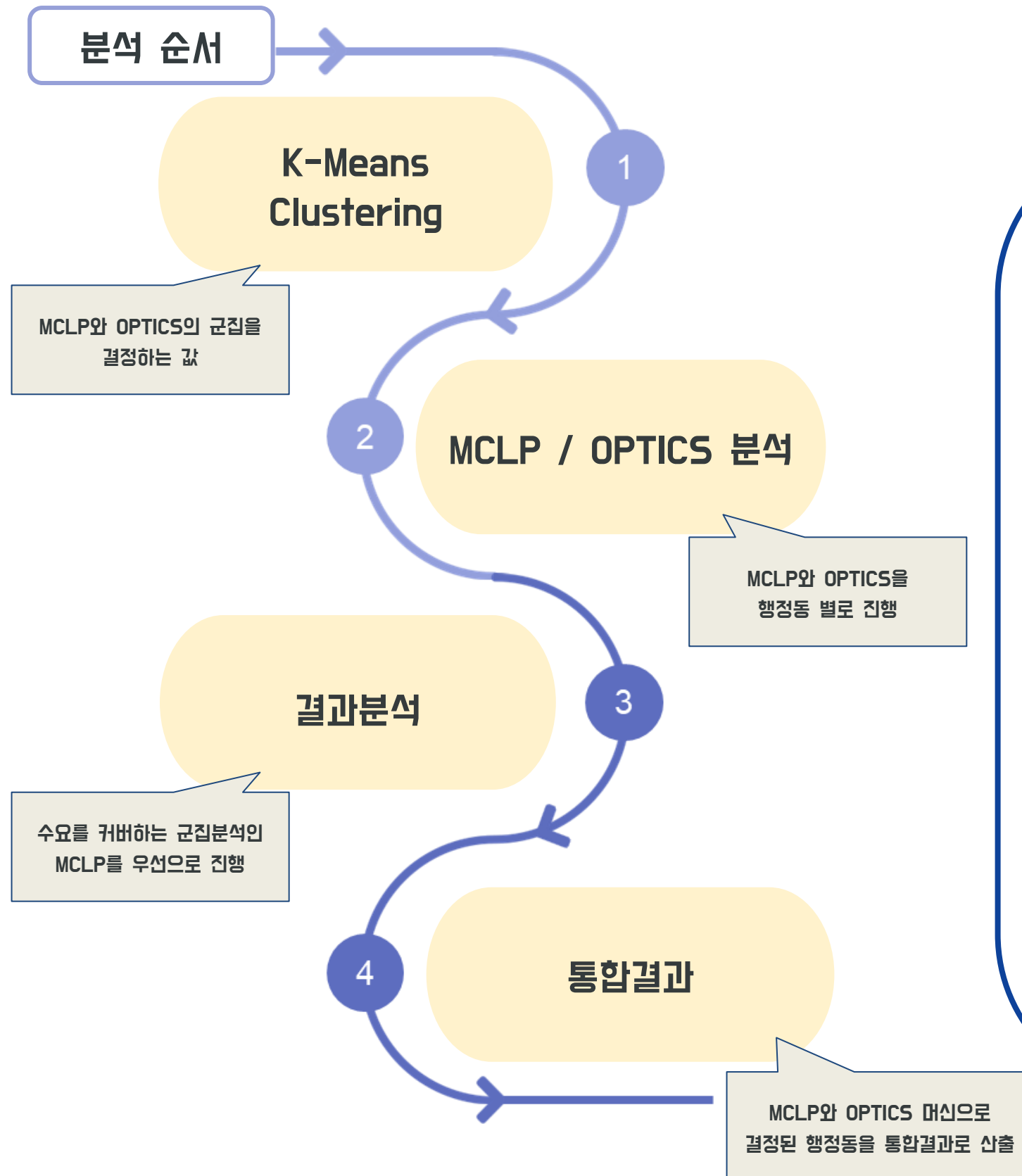
공공 전기자전거의 도입 방안

시민이 행복한 도시,
세종시

공공 전기자전거 거치대 수 선정 - " K-Means Clustering "

03

공공 전기자전거의 도입 방안



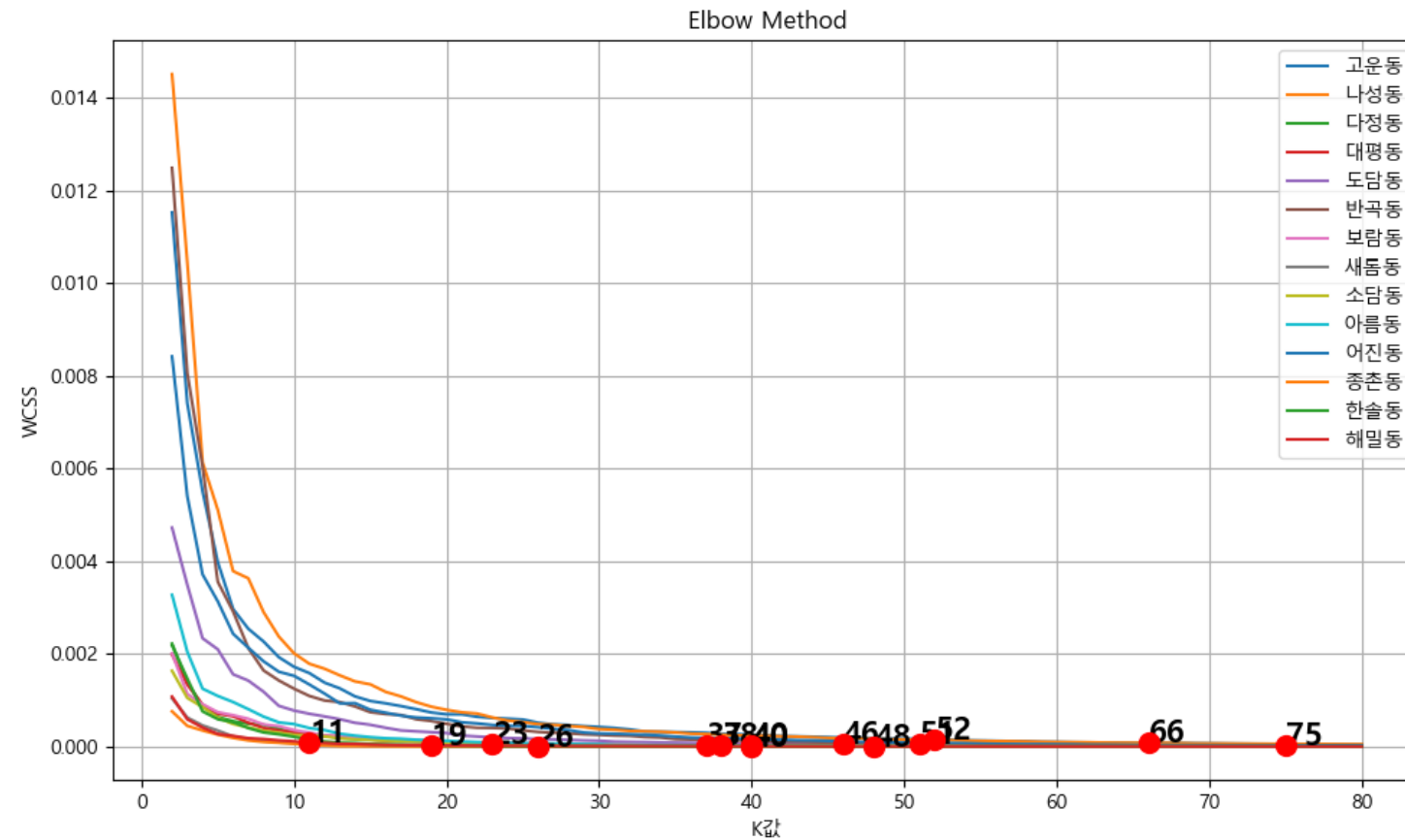
" K-Means Clustering "

1. 변수: 버스정류장 / 횡단보도 위치 / 버스 정류장별 노선 수 / 주차장
2. K 값 설정 근거:
 - 2-1) 공공 전기자전거 거치대 수를 기존 각 동의 지역적 특성에 맞는 **최적의 수**를 반영하기 위해 각 동의 어울링 거치대 수를 **K값**으로 설정
 - 2-2) 해당 K값으로 K-Means Clustering을 진행하여 실루엣 점수를 출력
 - 2-3) 실루엣 점수가 **0.5이상**이라면 해당 K값으로 지정
 - 2-4) 실루엣 점수가 **0.5이하**라면 지정한 K값에서 가장 **가까운 지점 0.5 이상**을 도달한 K값으로 지정
 - 2-5) 실루엣 점수가 **0.5이상**이 되는 지점을 발견하지 못한다면 **OPTICS** 모델을 적용

공공 전기자전거 거치대 입지 선정 - " K-Means Clustering "

03

공공 전기자전거의 도입 방안

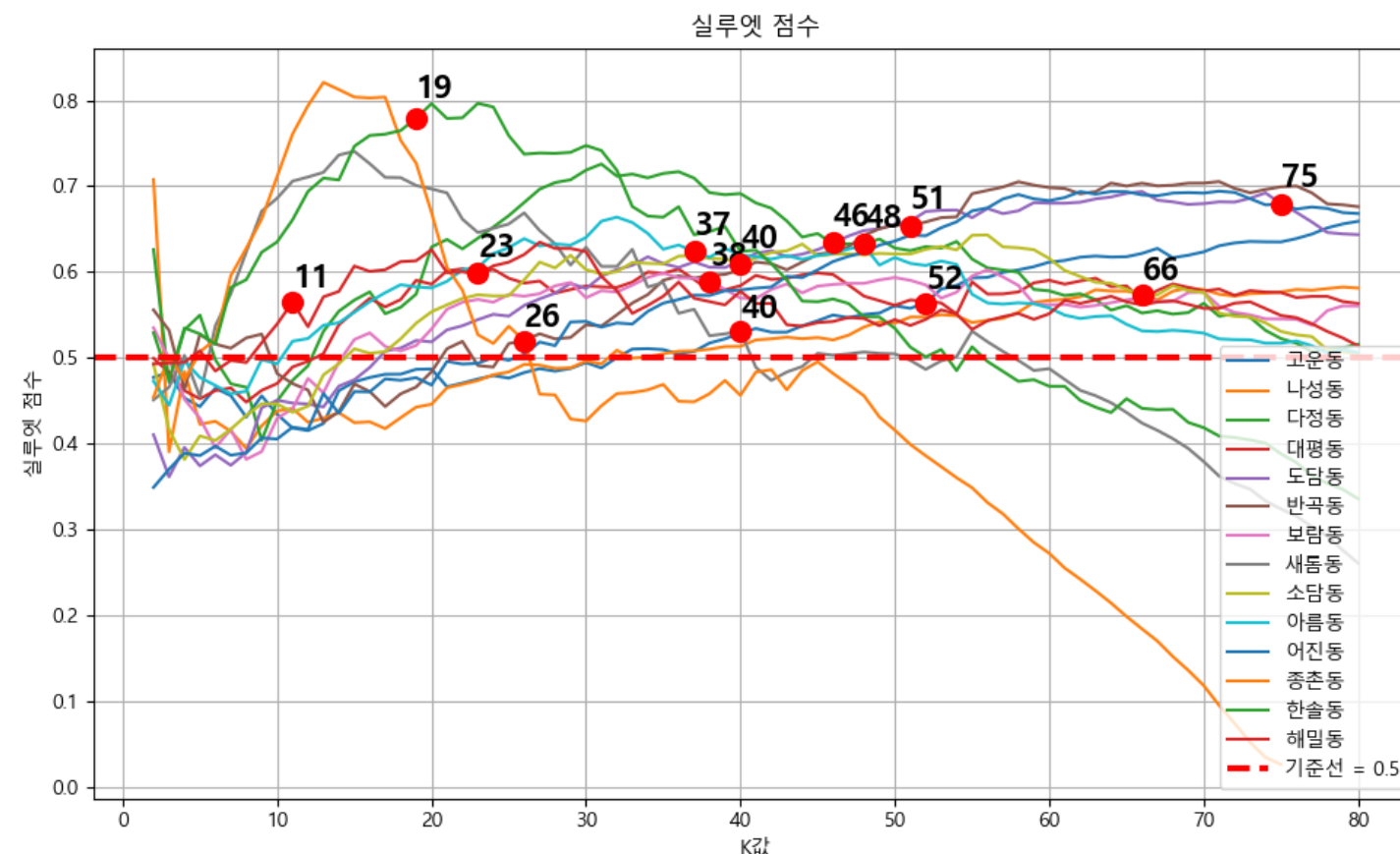


" Elbow Method(엘보우 기법) "

- K-Means Clustering 에서 **최적의 Cluster 개수**를 찾기 위한 방법 중 하나
- 이는 클러스터 내의 데이터 포인트들이 클러스터 중심으로부터 얼마나 떨어져 있는지 측정하는 지표

$$WCSS = \sum_{i=1}^k \sum_{x \in C_i} (x - \mu_i)^2$$

k: 클러스터의 수
 C_i : i번째 클러스터
 x : 클러스터 C_i 에 속하는 데이터 포인트
 μ_i : i번째 클러스터의 중심점



" 실루엣 점수(Silhouette Score) "

- Clustering 의 품질을 평가하는 방법
- **1에 가까울수록** 클러스터링의 품질이 좋음을 나타냄.

공공 전기자전거 거치대 입지 선정 - " MCLP 분석 "

03

공공 전기자전거의 도입 방안

MCLP: 시설을 설치할 위치를 선정할 때, 정해진 반경 내에서 **최대한 많은 수요**를 커버할 수 있도록 도와주는 최적화 기법
 각 변수들을 적용하여 자전거 거치대가 최대한 많은 사람들에게 편리하게 제공될 수 있는 **최적의 위치**를 찾아냄.

목적 함수

- 자전거 거치대가 **최대한 많은** 자전거 이용자를 **커버**할 수 있게 하는 함수

$$\text{Maximize} = -\sum_{i=1}^N x_i$$

- 수요지점 i 가 거치대를 이용가능한 범위에 **있으면 1, 아니면 0**을 부여 (j 는 거치대가 위치할 클러스터)

$$\sum_{i=1}^N A_{ji} x_i \geq 1 \text{ for all } j$$

제약 조건

- 자전거 거치대 수 = 각 행정동의 **어울링 거치대 수**
- 커버리지 조건 = 각 행정동의 인구밀도와 면적을 바탕으로 **기준반경(200m) 내외의 반경 설정**
(세종시 각 행정동의 면적을 내림자순으로 했을 때 중앙값인 새롬동의 기준반경을 적용)
- 제약조건 1 : 설치할 전기자전거 거치대 개수는 **최대 K개**
- 제약조건 2 : 각 자전거 거치대는 반경 내 **이용자를 커버**

공공 전기자전거 거치대 입지 선정 - " MCLP 분석 "

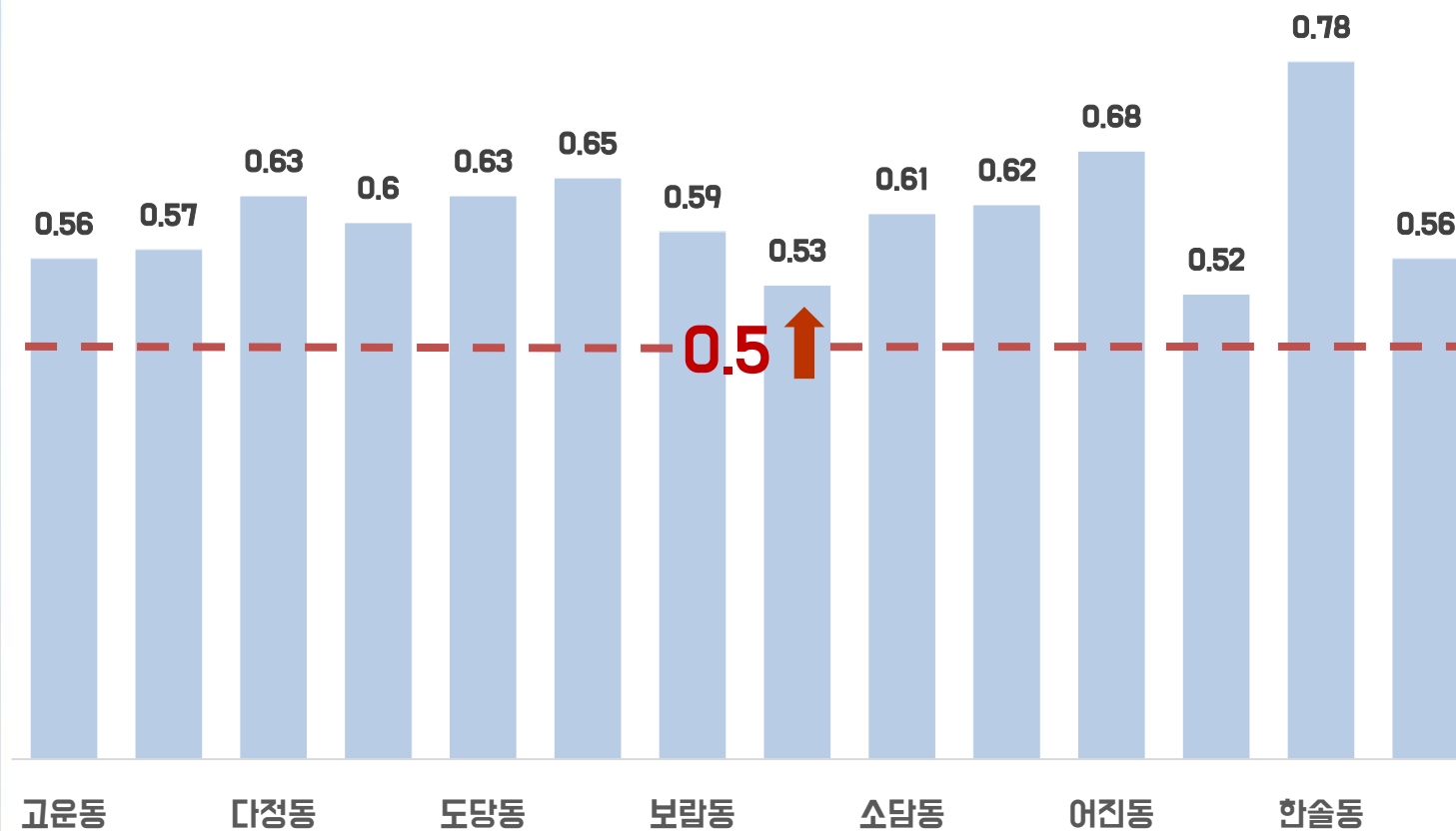
03

공공 전기자전거의 도입 방안

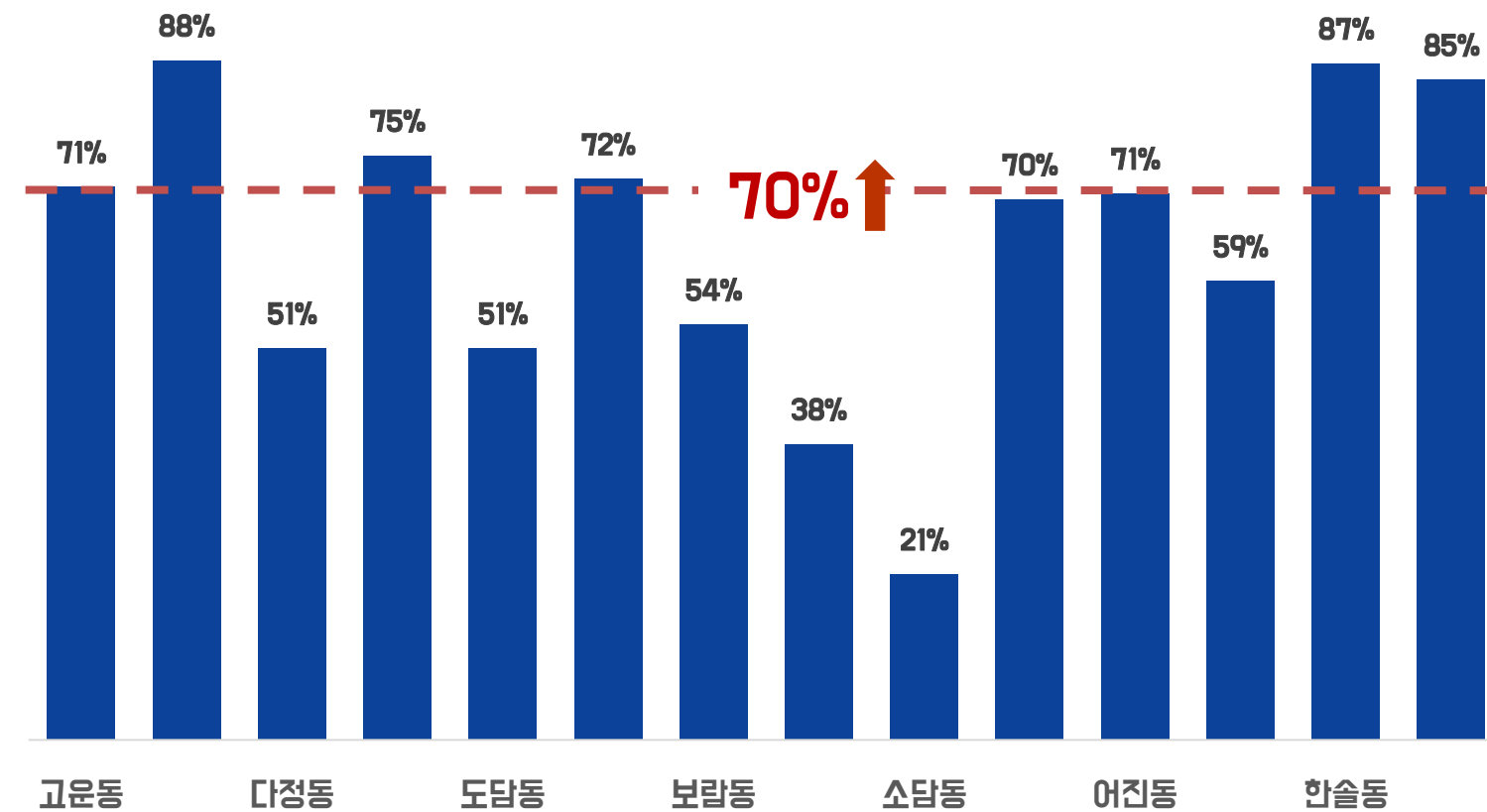
커버리지 비율: 전체 데이터 중 커버된 데이터가 차지하는 비율로서 거치대의 배치가 얼마나 **효율적**인지 평가하는 지표

$$\text{커버리지 비율} = \frac{\text{선택된 포인트가 포함된 군집의 데이터 수}}{\text{전체 데이터 수}} \times 100$$

K값에 대한 실루엣 점수



MCLP 커버리지 비율 (%)



공공 전기자전거 거치대 입지 선정 - " OPTICS 분석 "

03

공공 전기자전거의 도입 방안

OPTICS: 특정 반경 내에 데이터 포인트가 얼마나 밀집되어 있는지를 기준으로 군집을 형성

이를 계산하는 주요 지표는 "도달 가능 거리(reachability distance)"와 "핵심 거리(core distance)" 임.

핵심 거리

자전거 거치대를 설치할 후보 지점(p)이 중심이 되기
위해 주변의 **최소 이웃(minPts)** 지점까지의 거리

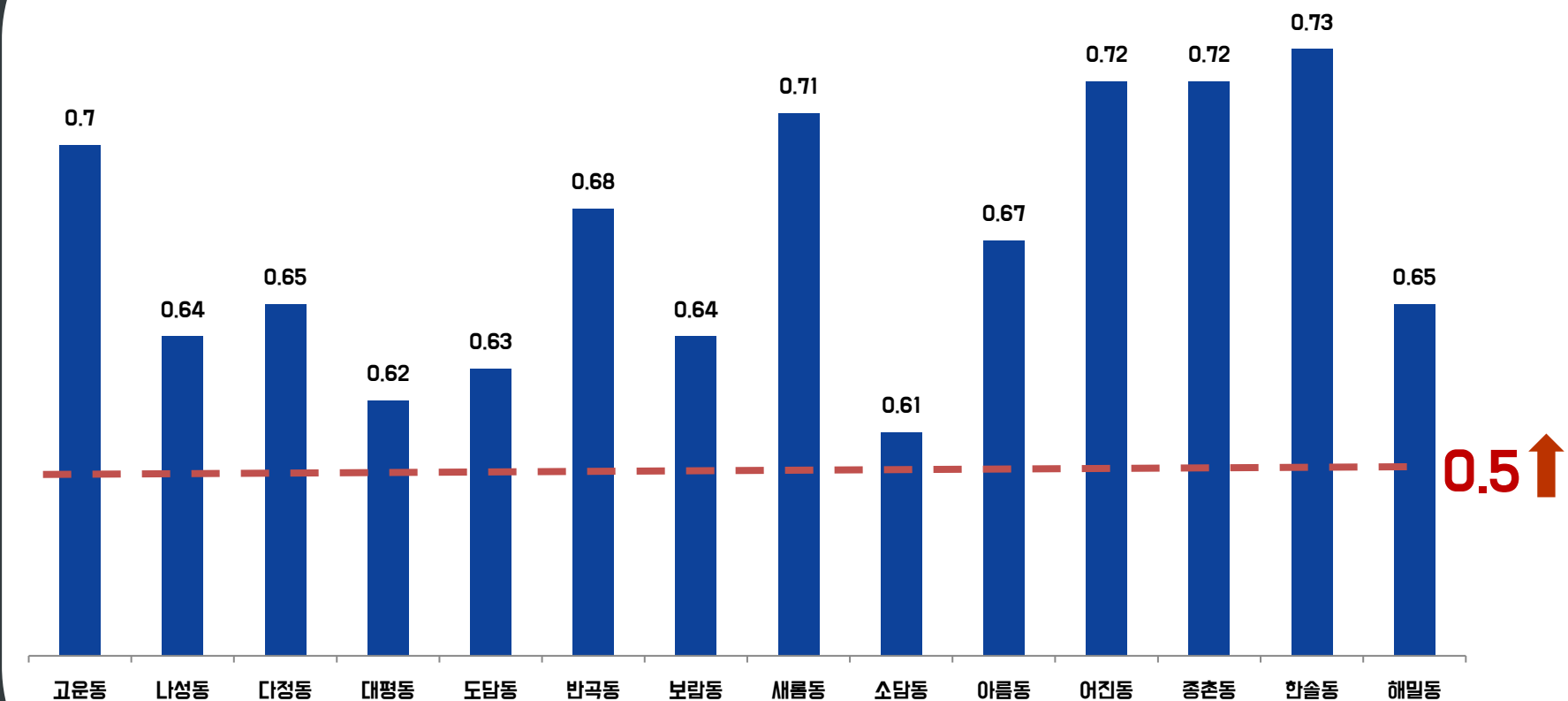
도달 가능 거리

중심점(p)에서 특정 자전거 이용 지점(q)까지 가는
실제 거리와 q가 중심점이 될 수 있는지를 평가하는
핵심 거리의 크기 중 **더 큰 값**

$$\text{ReachDist}(p,q) = \max(\text{CoreDist}(p), \text{Distance}(p,q))$$

$$\text{Distance}(p,q) = \sqrt{(p_1 - q_1)^2 + (p_2 - q_2)^2 + \dots + (p_n - q_n)^2}$$

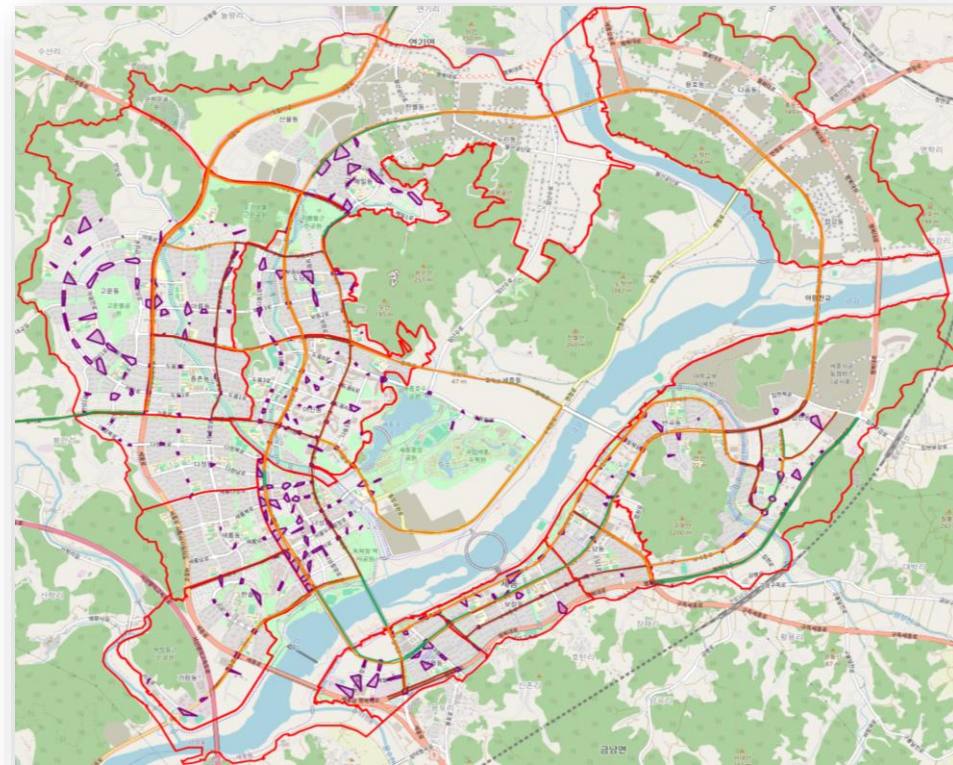
실루엣 점수



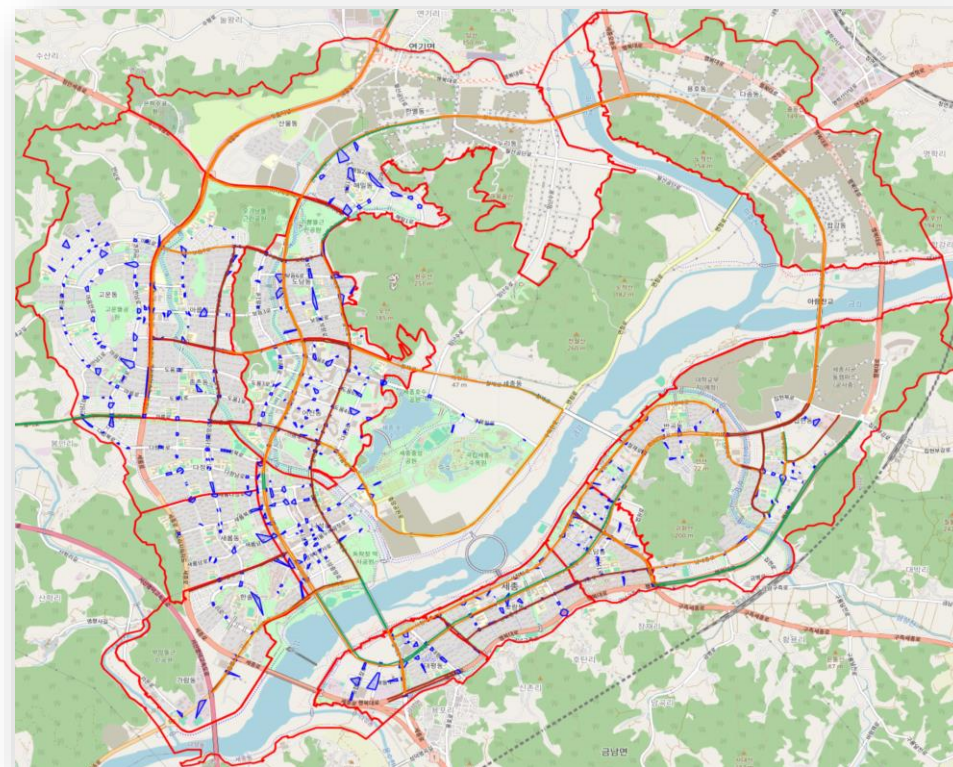
공공 전기자전거 거치대 입지 선정 - 행정동별 비교 분석

03

공공 전기자전거의 도입 방안



MCLP 분석 - 지도



OPTICS 분석 - 지도

실루엣 점수가 **0.5 초과**이고 **커버리지 비율이 70% 초과**일 경우
타당한 입지 선정이라 판단

위의 기준을 만족하지 못하는 행정동은 **OPTICS**을 통해 입지 선정을 진행

모델 적용 결과

MCLP

고운동, 나성동, 대평동,
반곡동, 아름동, 어진동,
한솔동, 해밀동
(총 8개의 행정동)

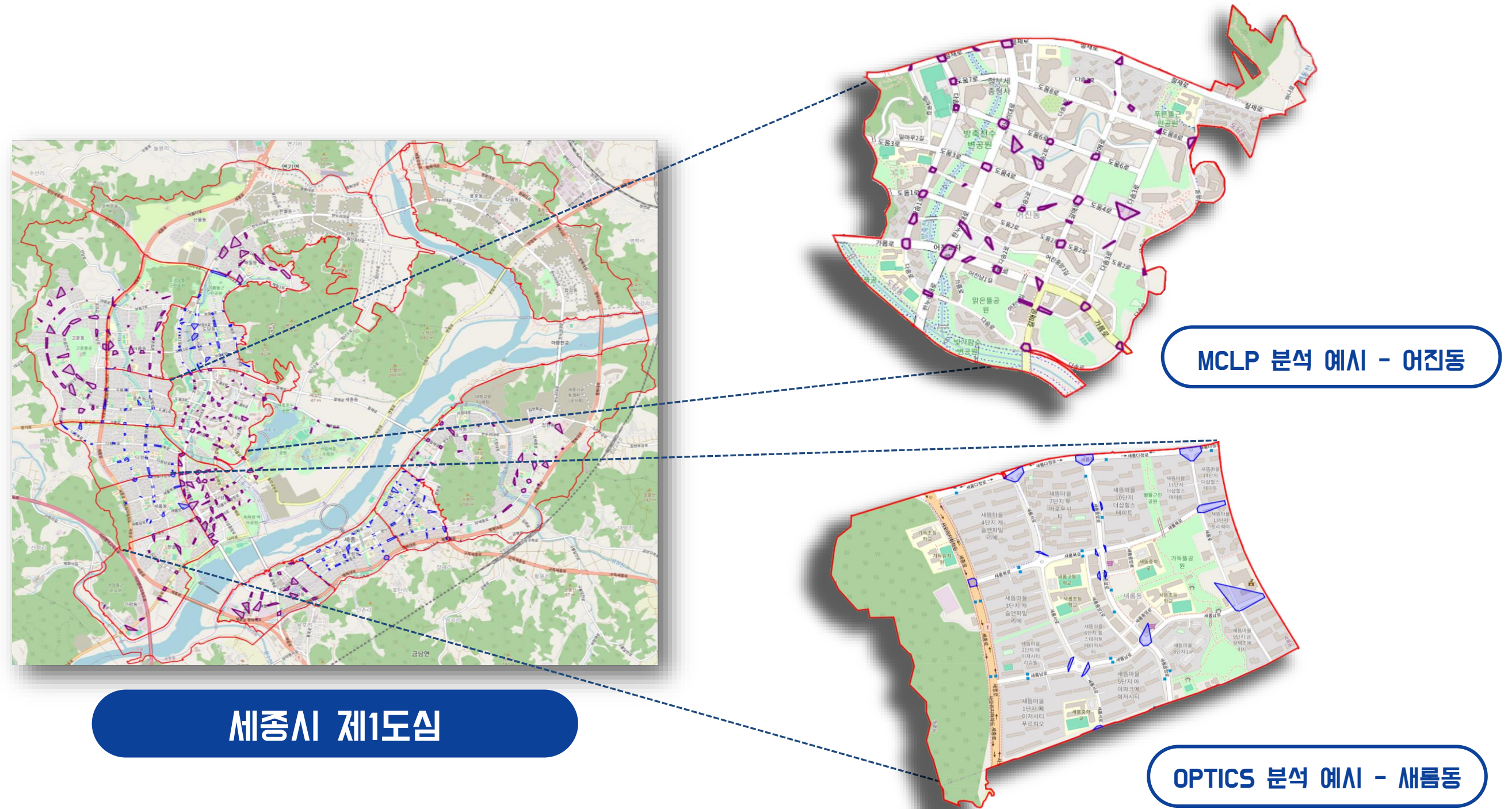
OPTICS

다정동, 도담동, 보람동,
새롬동, 소담동, 종촌동
(총 6개의 행정동)

공공 전기자전거 거치대 입지 선정 – MCLP, OPTICS 분석 결과

03

공공 전기자전거의 도입 방안



“ 공공 전기자전거 거치대는 위 군집 내에 설치하는 것이 적합 ”

04

공공 전기자전거 도입의 기대 효과

시민이 행복한 도시,
세종시

세종시에 공공 전기자전거가 도입된다면?

04

공공 전기자전거 도입의 기대 효과

+ 세종시의 교통 체증 완화

→ 공공 전기자전거 도입으로 교통 체증이 줄어 세종시 시민들의 출퇴근 스트레스가 줄어들 것으로 기대

+ 가까워지는 '세종시 = 자전거 도시'

→ 공공 전기자전거 도입으로 세종시는 차 없는 도시에 더 가까워 질 수 있을 것

+ 환경을 생각하는 세종시

→ 자동차 대신 전기자전거를 이용하면 한 대당 이산화탄소를 연간 약 225kg 저감할 수 있음.

→ 내연기관 자동차의 15%를 전기자전거로 대체할 경우 탄소 배출량이 12%까지 감소한다는 연구 결과가 있음.

→ 공공 전기자전거를 도입 한다면 세종시의 탄소중립에 효과적일 것으로 예상

출처: 포틀랜드주립대학

→ “ 세종시 시민의 삶의 질 향상 ”

05

추가 제안

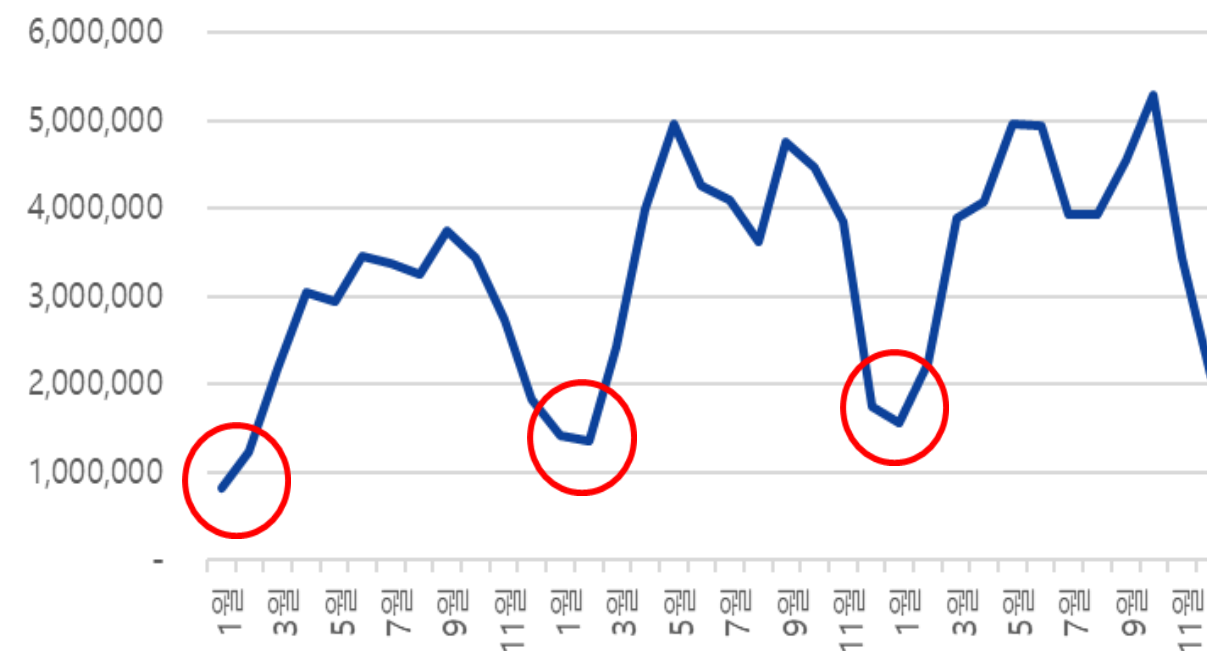
시민이 행복한 도시,
세종시

공공 전기자전거 한계점 개선 및 자전거 사고 방지 대책

05

추가 제안

월별 어울링 대여 건수



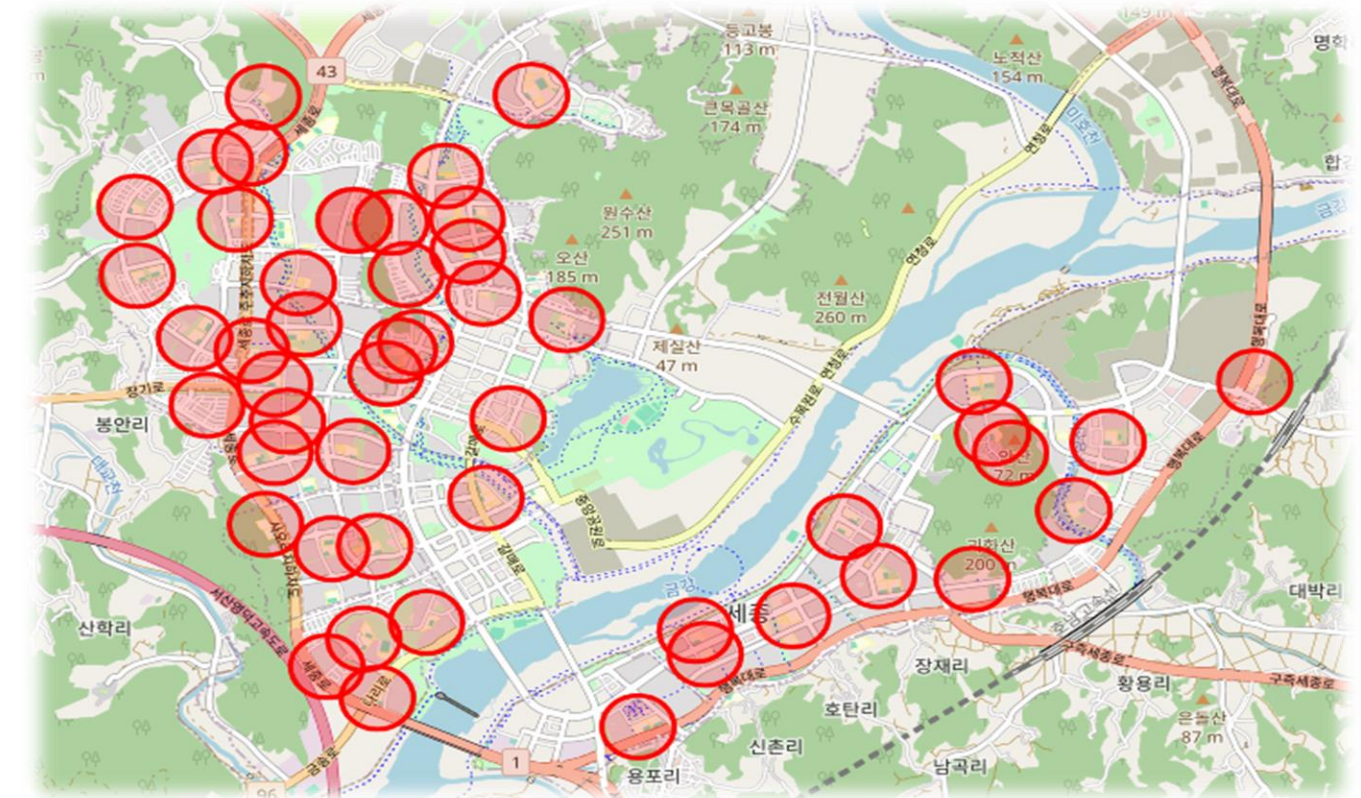
계절적인 한계 개선

겨울철에 어울링
대여 수가 현저히 감소
해당 한계점을 개선하기 위해
자전거용 방한 장갑을
활용할 수 있음.



* 자전거용 방한 장갑

어린이보호구역



자전거 사고 방지

자전거 사고 방지를 위해
어린이보호구역의 300m 이내에서
전기자전거의 속도 계기판이
빨간색으로 변하도록 할 수 있음.

공공 전기자전거 유지 및 이용 관리 방안

05

추가 제안



이미지 출처: 일레클

유지 보수

전기자전거 사설 업체(예: 일레클)와의 협업을 통해 전기자전거의 유지 보수 및 관리를 효과적으로 할 수 있을 것

 이응패스



이미지 출처: 이응패스

이용 요금

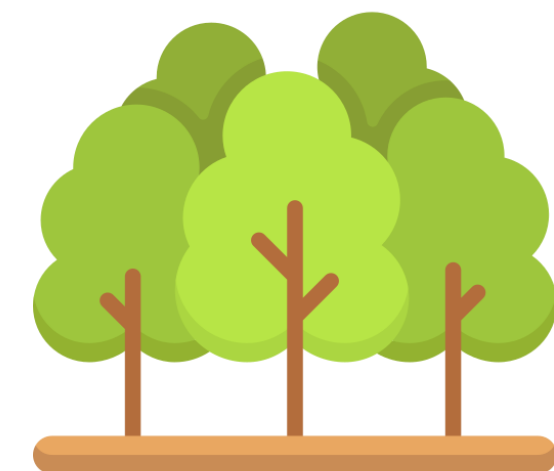
기존 이응패스 카드 한도 내에서 공공 전기자전거까지 함께 이용할 수 있도록 도입하는 방안을 통해 시민들의 전기자전거 이용 요금 부담을 줄일 수 있을 것



이미지 출처: Flaticon

사후 관리

시민들의 반응이나 만족도를 조사하는 등의 모니터링을 통해 높은 만족도의 서비스로 개선될 수 있을 것



이미지 출처: Flaticon

그늘 마련

자전거 이용률을 높이기 위해 자전거도로에 가로수 등을 활용해 그늘을 마련한다면 시민들의 자전거 이용 만족도를 높일 수 있을 것