



스마트시티 국제표준화 기반 조성 (R&D)

Smart City Standards

SMART REPORT
FEBRUARY 2022

WBCSD MOBILITY Sustainable Urban Mobility

+ 10

WBCSD SMP2.0

The Indicators Work Stream (WS2) of the Sustainable Mobility Project 2.0 (SMP2.0)

WBCSD WS2 Methodology and indicator calculation method for Sustainable Urban Mobility

SUSTAINABLE MOBILITY PROJECT 2.0 (SMP2.0) INDICATORS WORK STREAM - 2NDEDITION

STANDARD



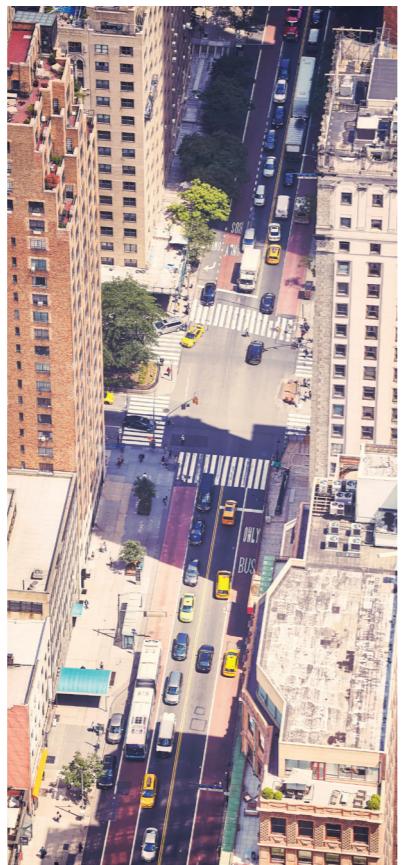
Preface

WBCSD

The Indicators Work Stream (WS2) of the Sustainable Mobility Project 2.0 (SMP2.0) within the World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) commissioned Oran Consulting to work with WS2 to define a set of indicators measuring the potential for sustainable mobility in cities. The application of these was verified with 6 pilot cities during the SMP2.0 process.

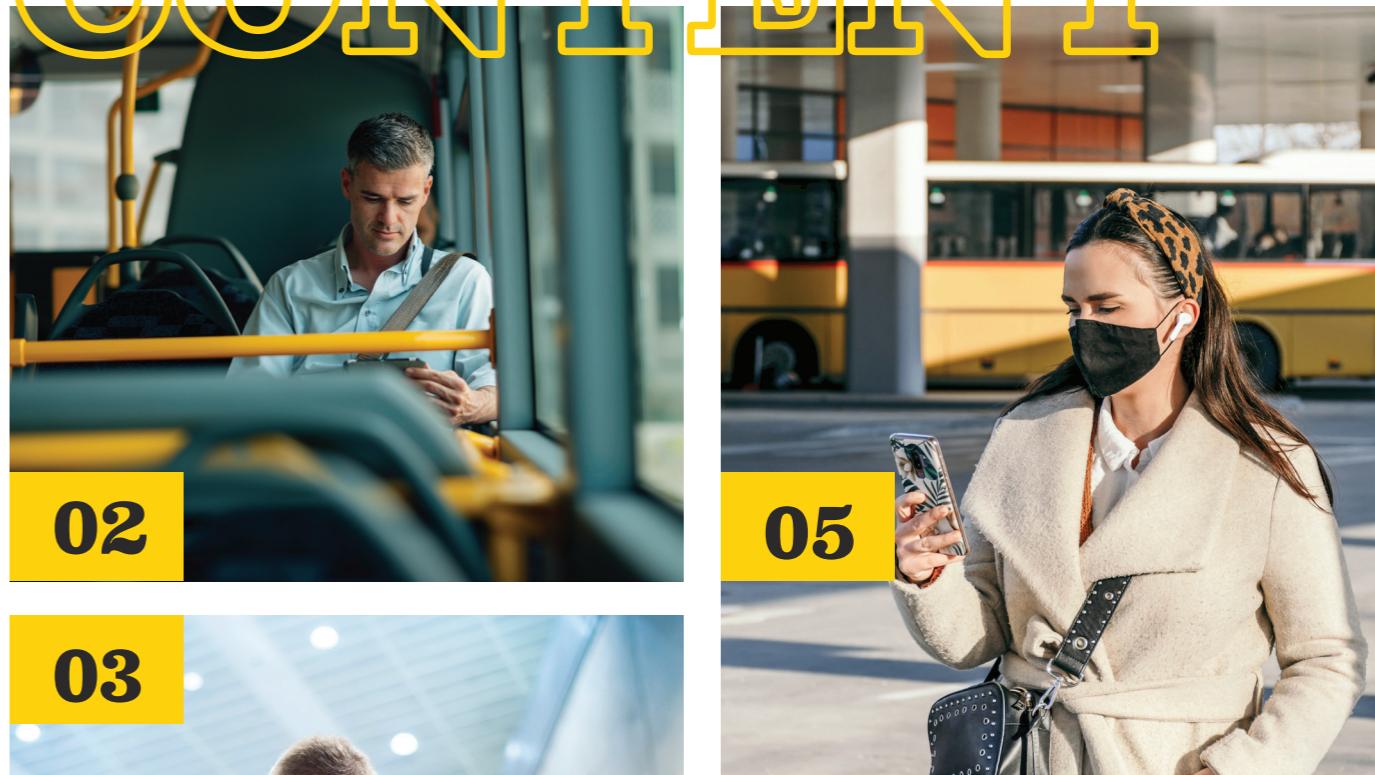
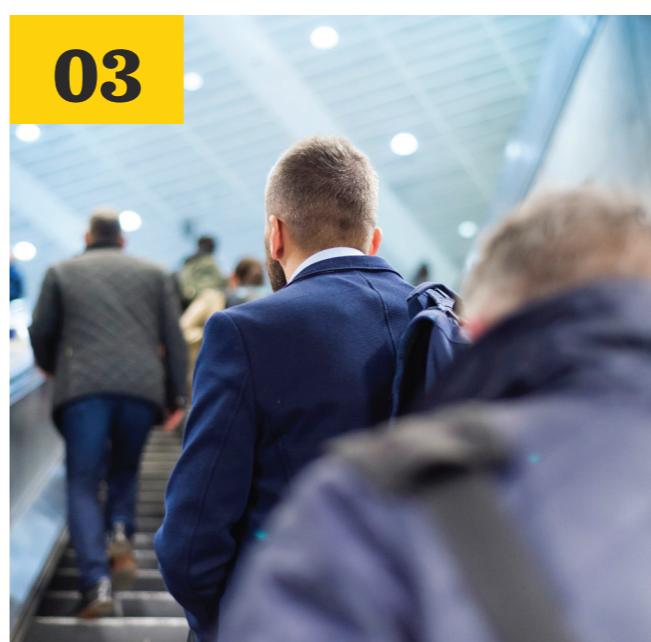
The indicator set is a tool for cities to evaluate the current situation of the mobility system, understand the evolution of the system over time and to evaluate the potential impact of selected solutions, for example those from the SMP2.0 solution toolbox. This report sets out the results of a piece of work to develop a comprehensive set of sustainable mobility indicators for cities. The indicators are described with SMART (specific, measur-

SMP2.0 Solution Toolbox



able, attainable, relevant, time-based) methodologies that will allow cities to perform a standardized evaluation of their mobility system and measure the improvements resulting from the implementation of new mobility practices or policies. If repeated over time this exercise will reveal the measures impacting the most efficiently on specific indicators and thus allow other cities to select the best measures in the context of a targeted action.

CONTENT



01 Introduction

서문

02 Why work with indicators

지표를 사용해야 하는 이유

03 Dimensions of sustainable urban mobility

지속가능한 도시 모빌리티의 측면

04 Overview of the indicators

지표 개요

05 Systems approach and indicator categories

시스템 접근 방식 및 지표 범주

06 Notes applied to all indicators

모든 지표에 적용되는 참고 사항

07 General Methodology

일반적인 방법론

08 Methodology for the 19 WBCSD-SMP2.0 Indicators

19개의 WBCSD-SMP2.0 지표 방법론

Mobility as a Service (MaaS) and Sustainable Urban Mobility Planning

세계지속가능발전 기업협의회 (World Business Council for Sustainable Development, WBCSD)가 주도하는 지속가능한 모빌리티 프로젝트 (Sustainable Mobility Project 2.0, SMP2.0)의 지표 작업 스트림 (WS2)은 Oran 컨설팅에 WS2와 협력하여 여러 도시의 지속가능한 모빌리티 잠재력을 측정하는 지표 세트를 정의하도록 의뢰했다. 이 지표의 적용은 SMP2.0 프로세스에서 6개 시범 도시를 통해 검증되었다.

지표 세트는 도시가 모빌리티 시스템의 현황을 평가하고, 시간 경과에 따른 시스템의 발전 양상을 이해하며, SMP2.0 솔루션 도구 상자와 같이 선택된 솔루션의 잠재적 영향을 평가 할 수 있는 수단이다.

각 지표는 모빌리티의 한 측면을 나타내며, 종종 세트 내의 다른 지표와 상호 연계된다. 예를 들어, 경제성과 공공 재정은 밀접하게 연결되어 있으며, 교통 혼잡, 이동 시간 및 대기 오염 또한 마찬가지이다. 상호 연결성을 고려하면서 전체론적으로 최적화된 솔루션을 얻을 수 있는데, 이러한 솔루션을 통해 여러 관련 지표를 동시에 개선 할 수 있다.

모든 지표를 계산 (또는 최소한 추정)하는 것이 가장 최선인데, 이를 통해 현재 상황을총체적으로 이해하고 강력한 의사 결정 프로세스를 이끌어낼 수 있기 때문이다. 주요 계산 방법과 더불어 SMP2.0 지표 세트는 사용 가능한 데이터 세트 및 도시 요구에 맞는 유연성을 제공하는 대체 방법론을 제시한다.

WBCSD
SMP2.0
Methodology and indicator calculation method for sustainable urban mobility
World Business Council for Sustainable Development Sustainable Mobility Project 2.0 (SMP2.0)
Indicators Work Stream - 2nd Edition

도시간 지속가능한 모빌리티의 성과를 비교할 수 있게끔 지표가 설계된 것은 아니지만, 도시는 이 지표 세트를 사용하여 글로벌 규모 내에서 스스로 어떤 위치에 있는지 확인하고 추가적으로 개선할 여지가 있는 현지 상황을 파악할 수 있다.

Sustainable Urban Mobility



SMP2.0 Sustainable Mobility Indicators

■ WBCSD is the premier global, CEO-led community of over 200 of the world's leading sustainable businesses working collectively to accelerate the system transformations needed for a net zero, nature positive, and more equitable future.

SMART METHODOLOGIES

SMART (Specific: 구체적, Measurable: 측정 가능, Attainable: 달성 가능, Relevant: 현실적, time-based: 시간이 정해져 있을 것)

지표는 지속가능한 모빌리티의 네 가지 측면을 아우르는 종합적인 세트로 제시된다. 네 가지 측면 중에서 세 가지 측면은 지속가능한 개발의 원칙에서 영감을 받았으며, 지속가능한 자원 사용과 도시 내 모빌리티의 영향을 다룬다:

- 1 글로벌 환경(Global environment)
- 2 도시의 삶의 질(Quality of life in the city)
- 3 경제적 성공(Economic success)

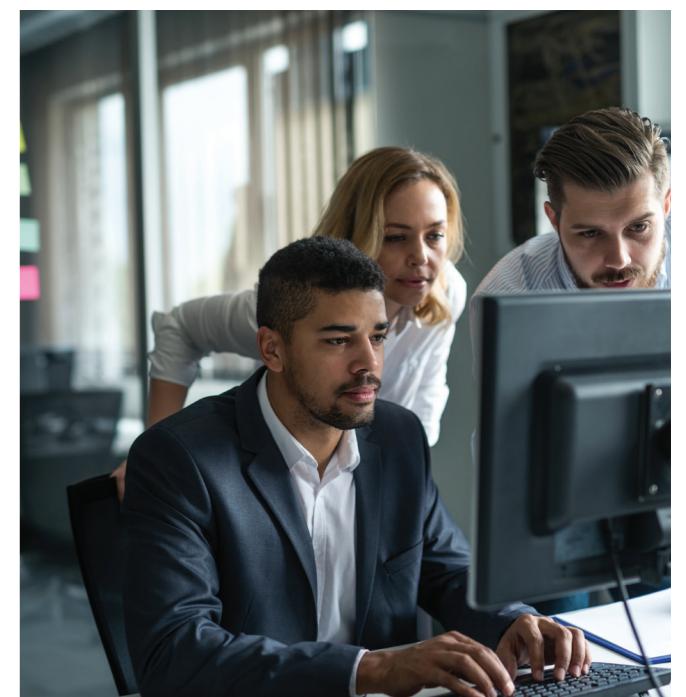
네 번째 측면은 도시 내 모빌리티 시스템 자체의 성능을 고려하기 위해 추가되었다.

4 모빌리티 시스템 성능(Mobility system performance)

지속가능한 모빌리티 프로젝트 (Sustainable Mobility Project) 2.0에서 수행된 연구 결과, 다음과 같은 19개 지표가 도출되었다.



This report sets out the results of a piece of work to develop a comprehensive set of sustainable mobility indicators for cities.



Executive

Summary

이 보고서는 도시를 위한 종합적인 일련의 지속가능한 모빌리티 지표(Mobility Indicators)를 개발하기 위한 작업의 결과를 다룬다. 이러한 지표는 SMART (Specific: 구체적, Measurable: 측정 가능, Attainable: 달성 가능, Relevant: 유의성, Time-based: 기한 기반) 방법론으로 설명할 수 있는데, 이를 통해 도시는 모빌리티 시스템에 대한 표준화된 평가를 수행하고 새로운 모빌리티 관행이나 정책 구현을 통해 개선도를 측정할 수 있다. 시간이 지나면서 이 방법론을 반복적으로 훈련하면 특정 지표에 있어 가장 효과적인 조치를 파악할 수 있으며, 다른 도시들도 선별적 조치의 맥락에서 최선의 정책을 선택할 수 있게 된다.





최취약계층을 위한 대중교통의 경제성
거동 불편 계층을 위한 접근성
대기 오염 물질 배출 소음공해
사망자 수
모빌리티 서비스 이용
공공 장소의 질
도시의 기능적 다양성 통근통행 시간
경제적 기회
순공공 재정
모빌리티 공간 사용
온실 가스 배출량
교통 혼잡 및 지연
에너지 효율
모빌리티 활성화를 위한 기회 다수단 연계통
행 통합 안락함과 쾌적성
보안

상기 지표는 SMP2.0 프로젝트에 기초하여 방콕(Bangkok), 캄피나스(Campinas), 청두(Chengdu), 함부르크(Hamburg), 리스본(Lisbon) 및 인도르(Indore)를 대상으로 산출되었다. 해당 도시에서 이 테스트를 수행한 결과, 초판과 비교하여 원래의 방법론 중 일부가 개선되고 일부 지침이 추가되었다.

이 방법론은 승객과 화물을 위한 모든 운송 수단을 아우르면서 가급적이면 전 세계 도시에서 구현할 수 있는 방향으로 개발되었다. 각 지표에 대해 측정 가능한 모수를 정의하고, 이를 정량화하는 방법론과 함께 기술했다(제8장). 이 보고서 이외에도 관심 있는 시 당국은 필요한 입력 데이터를 바탕으로 계산 프로세스를 용이하게 하기 위해 개발된 스프레드시트 기반 계산 도구를 사용할 수 있다.

이 프로젝트는 도시의 지속 가능한 모빌리티 성능에 대한 세분화된 개요를 제공하기 위해 “레

이더 보기(Radar View)” 또는 “방사형 차트(Spider Chart)”를 통해 도시의 모빌리티 시스템 성능을 나타낼 것을 제안한다. 이를 통해 도시는 자체적인 강점과 약점을 파악할 수 있다. 특정 영역에서 이상적인 강점을 가진 다른 도시를 찾아 모빌리티 조치를 식별하고, 목표 조치(선별적 조치)를 구현 및 착수한다.

도시 모빌리티의 추가 모수(점유율, 동력화율(4륜, 2륜), 교통수단 분담, 1인당 차량 주행 거리, 스마트폰 보급률, 대중 교통 카드의 유용성, 자동차 친화성, 교통 네트워크의 속도)는 도시 모빌리티에 대한 유익한 통찰을 제시하고 해결책 선택 및 개발 기회에 대한 지침을 제공한다는 점에서 주목할 만하다.

또한, SMP2.0은 도시 모빌리티의 회복탄력성 문제가 모빌리티 시스템을 평가하고 모빌리티 계획을 구축할 때 고려해야 하는 핵심적인 측면이라고 여긴다. 회복탄력성은 다양한 방식으로 정의할 수 있고(탈출 시간, 정상적인 경제 활동으로 복귀하는 시간 등) 참사의 성격 및/또는 도시의 지리적 특성에 따라 달라지기 때문에 각 도시 상황에 따른 논의가 필요하며, 이는 지표 산정으로는 대체할 수 없는 부분이다.

도시와 SMP2.0 논의를 통해 전체 지표를 산정하는 것이 필요한 첫 번째 단계라는 점이 분명해졌다. 기껏해야 모든 지표가 수도권역을 중심으로 평가되는 가운데, 일부 지표가(공공 장소의 질, 다수단 연계통행 통합 등) 도심에 초점을 맞추는 것은 충분한 타당성이 있다. 데이터의 평균을 공개하고 하루 중 다른 시간대와 다양한 교통 수단 또는 소비자 그룹을 다른 도시 영역으로 세분화하면 모빌리티 시스템에 대한 더 깊은 통찰을 제공하고 최대한 정확하게 해결책을 목표로 삼는 데 도움이 된다.

대상 도시들은 해당 접근 방식이 데이터를 세부적으로 검토하는 동시에 여타의 배경 데이터를 고려하여 이를 보강하고 탄탄하게 정립된 논의를 촉발시켰다는 점에서 SMP2.0을 높이 평가했다. 적절한 방법을 선택하는 방법에 대한 유연성과 지침이 프로젝트의 성공 요인으로 밝혀졌다.

이 보고서는 도시에서 지속 가능한 모빌리티 성과를 식별하는 데 사용할 수 있는 근사치에 대한 지침을 비롯하여 지표 정의, 모수 및 방법론을 문서화한다. 여기에는 데이터 수집을 위해 제안된 방법과 각 지표의 모수 계산을 위한 실질적인 정보가 포함되어 있다. 도시 데이터를 기반으로 지표 점수를 계산하는 데 도움이 되는 스프레드시트가 개발되었으며, 일련의 지표는 경제 발전의 모든 단계에서 도시에 유효하게 적용된다.





II Why work with indicators

WBCSD SMP2.0 proposes a set of 19 indicators developed after a process of intensive work and with a core group of experts from different industries involved in urban mobility.

① 확고한 근거를 기반으로 함

WBCSD SMP2.0은 도시 모빌리티와 관련된 다양한 산업 분야의 핵심 전문가 그룹과 함께 집중적인 작업 과정을 거쳐 개발된 19개 지표 세트를 제안한다. 이 실무 그룹은 겐트 대학(Ghent University)의 지속가능한 모빌리티 연구소(Institute for Sustainable Mobility)와 긴밀히 협업하고 있는 Oran Consulting의 지원을 받았다. 국제 및 다학제간 그룹이 해당 지표 개발에 기여했으며, 워싱턴 DC의 교통혁신 컨퍼런스(Transforming Transportation Conference)와 파리에 소재한 경제협력개발기구(Economic Co-operation and Development, OECD) 사무국에서 국제 전문가 평가 회의가 조직되었다. WBCSD-SMP2.0은 방콕(태국), 캄피나스(브라질), 청두(중국), 함부르크(독일), 인도르(인도) 및 리스본(포르투갈)의 6개 시범 도시와 협업하여 해당 지표 세트의 타당성과 실현 가능성을 테스트했다. 이러한 활

동을 통해 몇몇 방법론이 개선되었으며(제1판과 비교했을 때 이번 제2판의 변경 사항으로 방법론 개선을 들 수 있음), 모빌리티 계획과 관련하여 도시 모빌리티 모수 소집단을 통해 지표 세트의 결과에 대한 이해를 향상시킬 수 있다는 결론에 도달했다.

② 도시의 지속가능한 모빌리티 상태를 알 수 있음
시범 도시들은 지속가능성 측면의 전체 범위에 걸쳐 모빌리티 성과에 대한 포괄적인 평가를 얻기 위해 전체 지표 세트를 평가해야 한다. 전체 19개 지표 세트를 통해 시범 도시들은 자체 모빌리티 시스템의 강점과 약점을 파악할 수 있다. SMP2.0에서 제공하는 척도는 0에서 10까지이며, 전 세계적으로 관찰되는 극한값을 기초로 한다. 이에 따라, 도시들은 지표 점수를 사용하여 어떤 영역이 개선을 위한 노력이 필요한지를 식별할 수 있다. 또한, 조치를 취하기 위해 지리적 영역 (교통 통로(Corridors), 근린주거 등)과 대중 교통 대 개인 차량 또는 여객 대 화

“WBCSD Sustainable Mobility Indicators – SMP2.0”

SMP2.0 project has created an inventory of worldwide best-practices and emerging solutions in which each mobility solution has been assessed by its impact on the 19 indicators.

Indicators



물 모빌리티의 특정 모드를 식별할 목적으로 세분화된 데이터를 연구하는 것이 권장된다.

③ 가장 적절한 솔루션을 파악할 수 있음

SMP2.0 프로젝트는 각 모빌리티 솔루션이 19개 지표에 미치는 영향을 평가하여 전 세계 모범 사례 및 새로운 솔루션 목록을 만들었다. 시범 도시는 적용할 지표를 선택하고 이러한 지표를 축소된 솔루션 세트와 매칭하여 도시 내의 다양한 우선 순위 과제를 다루는 탄탄한 모빌리티 계획을 마련할 수 있다.

④ 진행 상황을 모니터링할 수 있음

시범 도시는 정기적으로(예: 매년) 지표 점수를 산정함으로써 어느 지역에서 어느 정도까지 지속가능성 활동이 진척되었는지 측정할 수 있으며, 보다 나은 도시 모빌리티 시스템을 구현할 수 있다.

⑤ 기술 중립적인 지표 세트

지표 값이 기술 또는 모빌리티 수단 자체의 영향을 받지 않도록 각별한 주의를 기울임으로써, 지표 계산에 사용된 변수에 대한 환경적·사회적·경제적 영향에 의해서만 지표 값이 변경되도록 하였다. 이를 통해, 도시는 자체 경제, 사회, 환경 및 기술 자원에 가장 적합한 솔루션을 선택할 수 있게 된다.

G Global Environment

글로벌 환경(G)은 전지구적 규모, 즉 도시의 한계를 훨씬 초과하여 발생하는 모빌리티 영향을 나타내며, 장기적인 환경 측면(예: GHG)에 특히 중점을 둔다.



Q Quality of Life

삶의 질(Q)은 도시 또는 지역 차원에서 도시 생활의 사회적 측면(예: 건강 또는 사망 및 보안)에 대한 단기적이며 (직접적인 영향)을 나타낸다.



S Mobility System

(위에서 언급한 세 가지 지속가능성 측면을 포함하는) 모빌리티 시스템의 외부 입력(차원 및 자재) 및 산출물(영향) 외에도, 지표의 네 번째 범주는 모빌리티 시스템(S) 자체의 성능을 나타낸다. 이 성능은 세 가지의 지속 가능성 측면에서 모빌리티 시스템의 입력 또는 출력에 영향을 미칠 수 있다.



E Economic Success

경제적 성공(E)은 도시 규모의 경제적 측면(예: 모빌리티와 관련된 공공 재정)을 나타낸다.



III Dimensions of sustainable urban mobility

지속가능한 도시 모빌리티의 측면

“지속가능한 모빌리티는 현재나 미래에 여타의 필수적인 인간의 가치 또는 생태학적 가치를 희생시키지 않고 자유롭게 이동, 접근, 소통, 거래하며, 관계를 구축하려는 사회의 요구를 충족시키는 역량이다.”

(출처 WBCSD, 모빌리티 2030: 지속가능성에 대한 도전 과제 해결)

IV Overview of the indicators

A set of 19 indicators has been identified to comprehensively describe sustainable mobility in cities. They allow assessment of the performance of cities worldwide and for any stage of economic development.

IV 지표 개요

도시의 지속가능한 모빌리티를 포괄적으로 설명하기 위해 19 개의 지표 세트를 확인하였으며, 이를 통해 전 세계 도시의 성과와 경제 발전의 단계를 평가할 수 있다.

해당 지표는 2개, 3개 또는 4 개의 지속가능한 모빌리티 측면에 영향을 미칠 수 있다. 예를 들어, 교통 혼잡은 대기 오염(Q)을 증가시키고 승객의 시간 낭비를 유발하며(Q), 관련 비용 증가(E)로 이어진다. 표에는 지표 세트와 각 지표와 관련된 두 가지 주요 측면을 제시했다.

WBCSD
Smart Cities Indicators

도시 모빌리티의 지속 가능성을 위한 19개 지표 세트	지표 약칭	부문
최취약계층을 위한 대중교통의 경제성 최취약계층을 위한 대중교통의 경제성	경제성	S G
거동 불편 계층을 위한 접근성	장애인 접근성	S G
대기 오염 물질 배출	대기 오염	Q
소음공해	소음공해	Q
사망자 수	안전	Q
모빌리티 서비스 이용	접근성	Q
공공 장소의 질	공공 장소	Q
도시의 기능적 다양성	기능적 다양성	Q E
통근통행 시간	이동 시간	Q E
경제적 흡인력	경제적 기회	Q E
순공공 재정	공공 재정	E
모빌리티 공간 사용	공간 이용	G E
온실 가스 배출량(GHG)	GHG	G
교통 혼잡 및 자연	교통 혼잡	G S
에너지 효율	에너지 효율	G S
모빌리티 활성화를 위한 기회	모빌리티 활성화	G S
다수단 연계통행 통합	다수단 연계 통합	S
안락함과 쾌적성	안락함과 쾌적성	S Q
보안	보안	S Q

표 1: 모빌리티 시스템의 지속가능성 측면을 나타내는 19개 지속가능한 도시 모빌리티 지표 개요.

출처: WBCSD SMP2.0 Oran Consulting, 2014

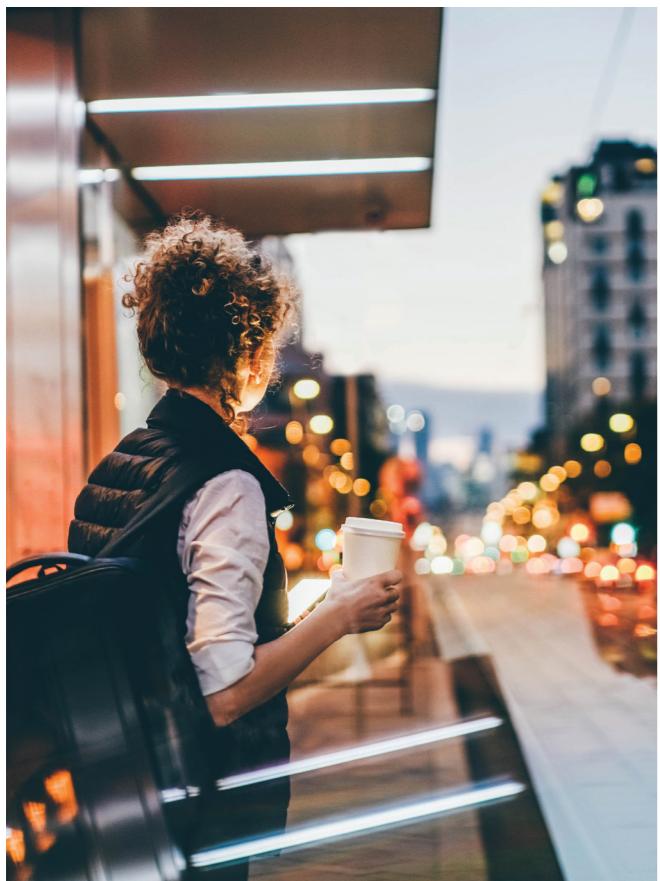
세 가지 측면은 자원 사용의 지속가능성 및/또는 도시 모빌리티의 영향을 나타낸다

- G** 글로벌 환경
- Q** 삶의 질
- E** 경제적 성공(경제적 기회, 공공 재정 등에 대한 지표)
- S** 모빌리티 시스템 성능 (복합연결성, 첨유율 등 성능지표)



Sustainability of the mobility system

경제적 성공과 관련된 지표 중에서 ‘공공 재정’은 도시의 예산과 직접적으로 관련이 있으며, ‘통근통행 시간’은 경제적 성공과 직결되는데, 교통 체증으로 직원이 허비하는 매 순간은 경제적인 손실(생산성 부족)로 평가되며, 마지막으로 여기에 정의된 직업과 교육 센터에 대한 접근성을 고려한다는 점에서 경제적 성공과 관련이 있다. 도시에 있어 공간은 희소한 자원이며, 공간을 얼마나 잘 사용하거나 오용하느냐에 따라 도시 번영에 기여할 수도 있고 그렇지 않을 수도 있다.



01 Quality of Life

모빌리티가 삶의 질에 미치는 영향에 대한 시민과 시(市) 당국의 인식이 점점 커지고 있다. 잘 구축된 모빌리티 시스템은 이동 시 쾌적함을 선사하고, 다른 활동에 할애할 수 있는 시간을 확보해줌으로써 시민의 일상 생활을 진정으로 향상시킬 수 있다. 19개의 지표 중에서 12개 지표가 ‘삶의 질’이라는 측면에 영향을 미치는 것으로 나타나면서 이 사실을 잘 반영해준다. 이러한 측면을 대변하는 가장 명백한 지표는 인간의 삶에 직접적인 위협이 되는 사망자 수와 대기 오염이다. 또한, 교통 수단의 경제성과 접근성, 소음, 통근통행 시간, 공공장소의 질 등 기타 지표 역시 삶의 질에 직접적인 영향을 미친다. 실제로 이동 수단이 저렴하고 효율적이며, 접근성이 좋고 조용한 도시에서 사회적 상호 작용의 기회가 있을 때, 누구에게나 삶은 더 즐거워진다. 마지막으로, 기능적 다양성은 다양한 도시 기능(숙박, 쇼핑, 교육, 의료...)의 균형성을 반영함으로 시민의 삶의 질에 영향을 미친다.

Mobility QOL

CITY PROPERTY



02 Greenhouse Gases (GHG)

온실 가스(GHG) 배출은 온실 효과에 일조함으로써 지구 환경에 영향을 미친다. 에너지 효율과 교통 혼잡 역시 온실가스 배출량에 영향을 미치므로 지구 환경에 영향을 미친다. 마지막으로, 모빌리티 활성화를 위한 기회는 GHG 배출을 줄일 수 있는 기회이기 때문에 이 지표는 지구 환경에도 영향을 미친다.

요소 별 이동성 시스템 성능에 할당된 지표는 SMP2.0에 대한 각 이동성 시스템이 고려하고 최적화해야 하는 필수 구성 요소이다. 이와 같이 경제성, 장애인을 위한 접근성, 다수단 연계통행 통합, 안락함과 쾌적성, 보안, 교통 혼잡, 에너지 효율 및 모빌리티 활성화 기회 등을 다룬다

Greenhouse Gases GHG

SMP2.0

요약하면, 지표가 다루는 각 측면은 다음과 같다.

글로벌 환경(G)

모빌리티 공간 사용
온실 가스 배출량
교통 혼잡 및 지연
에너지 효율
모빌리티 활성화를 위한 기회

경제적 성공(E)

도시의 기능적 다양성
통근통행 시간
경제적 기회
순공공 재정
모빌리티 공간 사용

삶의 질(Q)

최취약계층을 위한 대중 교통의 경제성
거동 불편 계층을 위한 접근성
대기 오염 물질 배출
소음공해

사망자 수
모빌리티 서비스 이용
공공 장소의 질
도시의 기능적 다양성
통근통행 시간
경제적 기회
안락함과 쾌적성
보안

모빌리티 시스템의 성과(S)
최빈곤층을 위한 대중교통의 경제성
거동 불편 계층을 위한 접근성
교통 혼잡 및 지연
에너지 효율
모빌리티 활성화를 위한 기회
다수단 연계통행 통합
안락함과 쾌적성
보안

Global Environment (G)
Economic Success (E)
Quality of life (Q)
Performance of the mobility system (S)



지표의 점수(0~10)는 지표를 설명하기 위해 선택한 모수 값을 기준으로 산정한다. 방사형 차트(Spider Chart)상에 19개 지표의 점수를 나타내는 것을 제안했는데, 이처럼 지속가능한 모빌리티 성능에 대한 세분화된 개요를 통해 도시 자체의 강점과 약점을 식별할 수 있다.

Idore Mobility Indicators

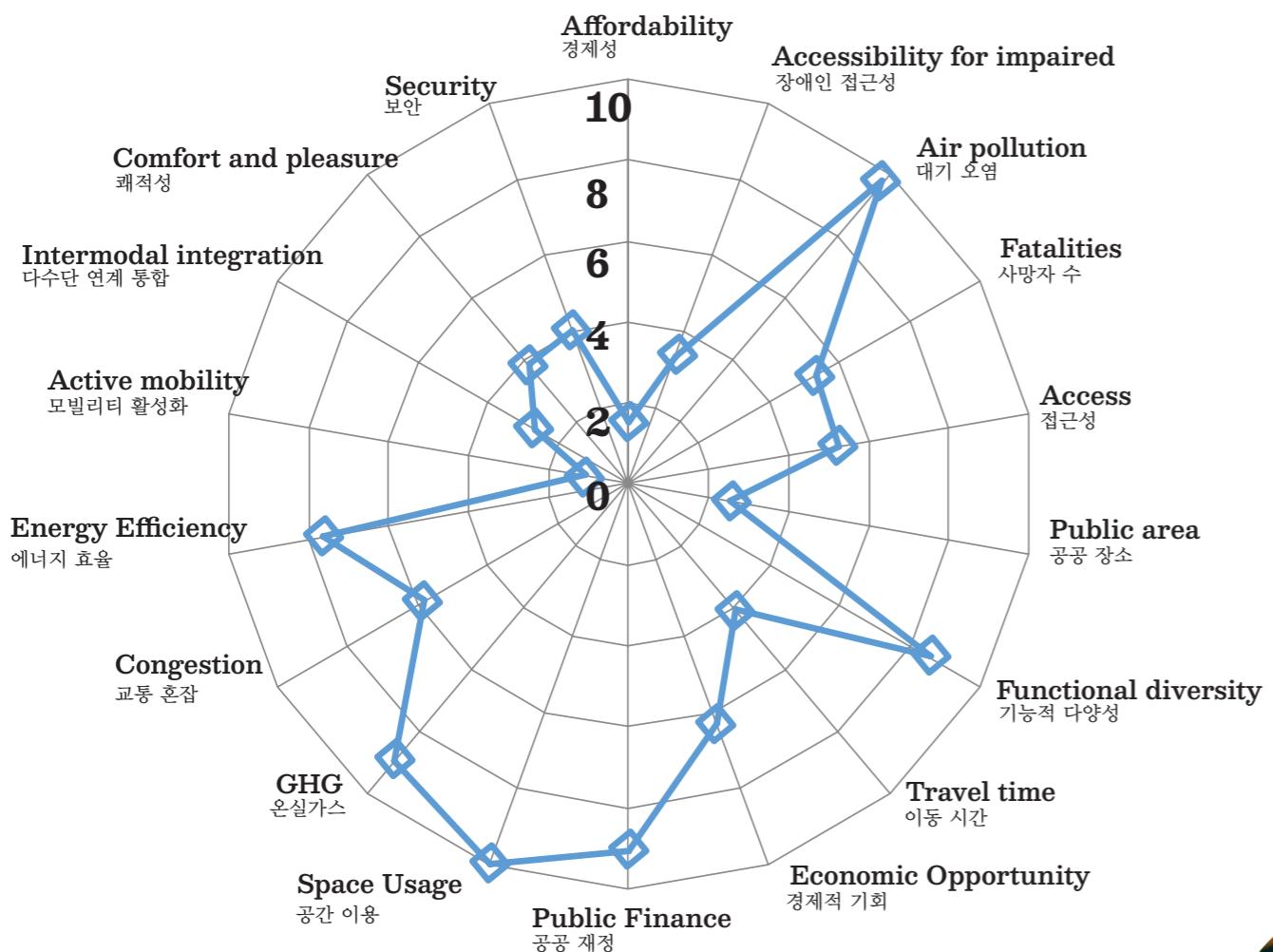


그림 1: 19개 지속가능한 도시 모빌리티 지표에 대한 방사형 차트. 계산은 방법론을 개선하기 전에 이루어졌으며, 설문조사의 지표 결과: 5 = 만족 예상



또한, 방사형 차트 또는 레이더 차트를 사용하면 일부 솔루션이 여러 지표에 동시에 어떤 영향을 미치는지 확인할 수 있기 때문에 지표들이 어떻게 상호 연결되어 있는지 관찰할 수 있다. 이를테면, 교통 혼잡을 줄이는 BRT는 온실가스(GHG), 대기 오염 및 이동 시간에도 긍정적인 영향을 미칠 것으로 예상된다.

이것은 도시의 지속가능한 모빌리티를 포괄적인 방식으로 설명하는 일련의 지표와 측면을 파악하는 것부터 시작된다. 이러한 선택에는 각 지표를 모수화하는 방법을 모색하는 것, 즉 정량화 방법(모수에 대한 측정 단위를 선택하고 계산을 위한 공식을 작성)을 정의하는 과정이 포함된다. 그 다음 단계에서는 지표값을 측정하고 계산한다. 지표값을 계산한 후에는 표준화된 척도에 따라 점수로 표준화한다. 이 보고서에는 WBCSD에서 채택한 척도를 적용하며, 0(최소 성능)에서 10(최고 점수)까지 점수를 매긴다. 마지막으로, 지표값을 방사형 차트로 나타내 지속가능한 도시 모빌리티 성능에 대한 레이더 보기를 제공한다.

그림 2는 도시의 지속가능한 모빌리티 성능을 평가하기 위해 SMP2.0에서 개발한 프로세스를 도시한 것이다. 그림 2는 “지속가능한 도시 모빌리티” 개념부터 그 결과의 시각화까지 이론적 경로를 좀 더 구체적으로 보여준다.



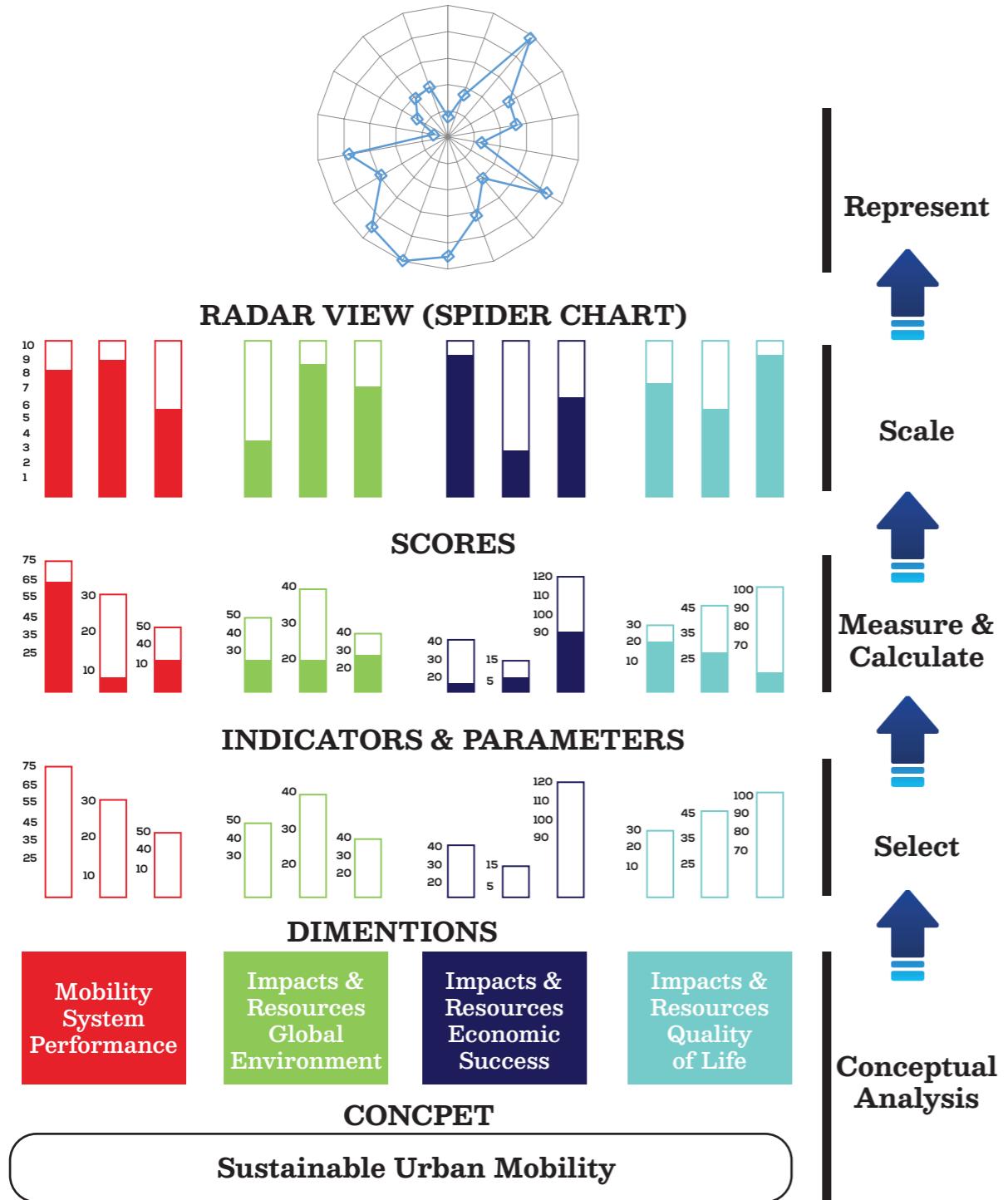


그림 2: 개념에서 방사형 차트

출처: WBCSD SMP2.0 Oran Consulting, 2013,
부분적으로 Boulanger, P.M.을 기초로 함



Fiture 2: From concept to spider diagram. Source: Oran Consulting for WBCSD SMP2.0, 2013, partly based on Boulanger, P.M., 2008



V Systems Approach and indicator categories

시스템 접근 방식 및 지표 범주

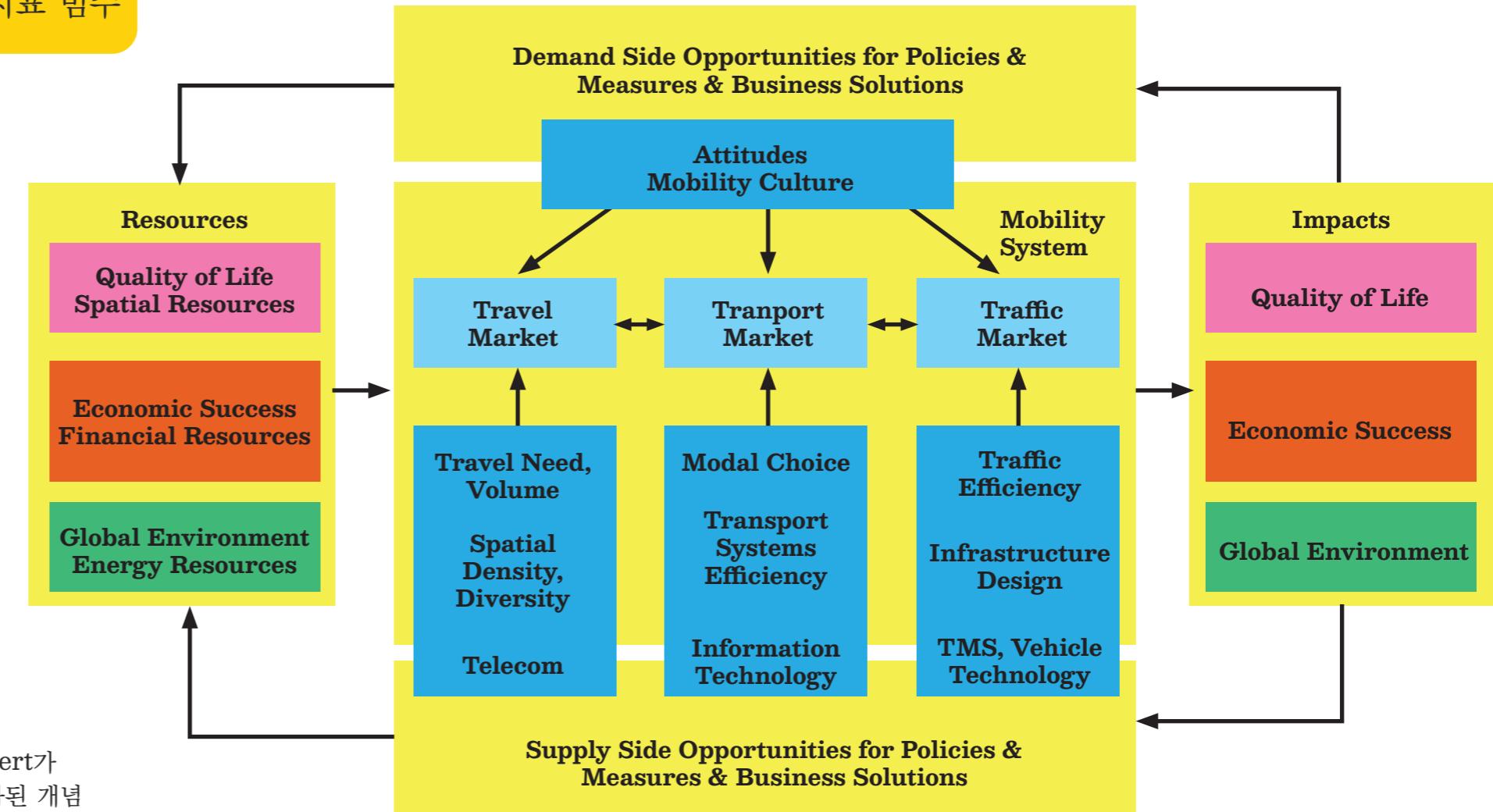
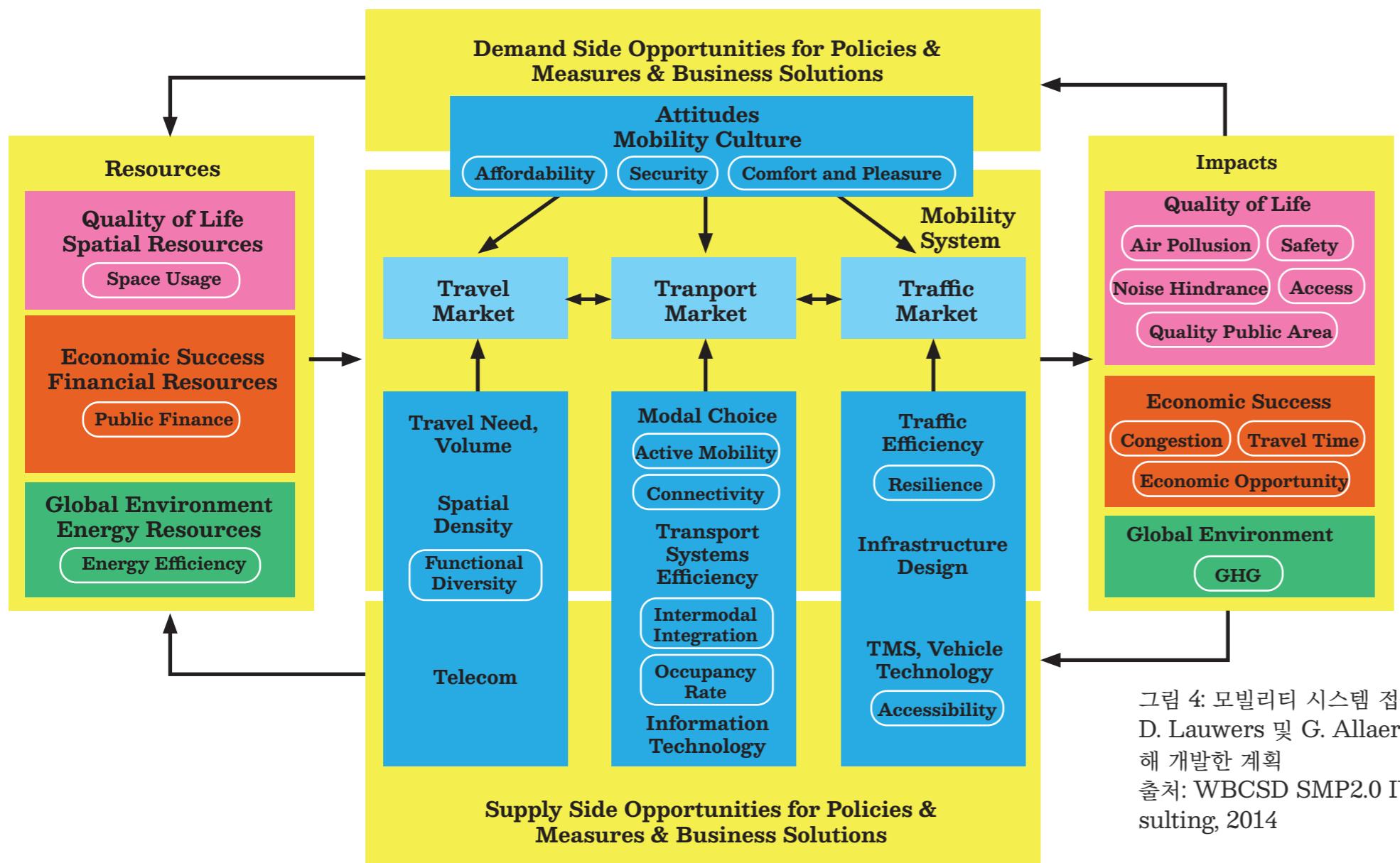


그림 3: D. Lauwers와 G. Allaert가 WBCSD를 위해 개발한 간소화된 개념 모델인 모빌리티 시스템 접근 방식.
출처: WBCSD SMP2.0 Oran 용 Consulting



Sustainable mobility indicators help to disaggregate the complex system of mobility in cities. This system is characterized by its travel, transport and traffic patterns. It is shaped to provide supply corresponding to demand with the best mobility performance possible, using the least amount of resources, and provoking the least negative impacts possible (figure 3).

본질적으로 SMP2.0에서 개발한 지표는 모빌리티 시스템의 다양한 구성 요소와 관련이 있으며, 지표 간의 관계는 그림 4에 도시되어 있다. 그 결과, 도출되는 계획은 도시를 대상으로 한 광범위한 해결책과 조치를 모색할 때 유용하다. 가능하다면, 모두 간의 상호 관계를 파악하는 것이 바람직하다.



정보 및 서비스 측면에서 기존 대중 교통 시스템의 품질을 높이는 것이 이러한 목적을 달성하는데 도움이 될 수 있다. 공유 자동차나 공유 자전거 등 대체 형태의 대중 교통을 도입함으로써 기존 집단 교통 체계의 역할을 확장할 수도 있다. 운송 시장도 운송 효율성에 영향을 미치는데, 이 분야의 정책과 솔루션은 여객 운송과 물자 운송을 위한 차량 운영을 최적화하는 것을 목표로 해야 한다.

교통 시장에서 정책 및 솔루션의 기회는 수송 효율성에 영향을 미치는 요소로 구성된다. 수송 효율성은 기존 교통 시스템의 잠재적 용량을 활용하는 정도를 나타낸다. 여기서는 일반적으로 텔레마티克斯(Telematics) 애플리케이션을 기반으로 하는 교통 관리 시스템(Traffic Management Systems, TMS)이 중요하며, (사고 감지 및 테일백 감지(Tailback-detection) 시스템과 결합한) 동적 경로 제공, 램프 미터링 및 (신속한 개입을 기반으로 하는) 사고 관리를 예로 들 수 있다. 개선된 인프라 설계는 교통 시장에도 영향을 미치는데, 모빌리티 시스템의 지속가능성을 높이기 위해 도시들이 자체적으로 개발한 조치 중 상당수는 인프라 설계의 개선을 바탕으로 한다. 또한, 교통 시장은 업계가 지속가능성에 광범위하게 영향을 미치는 솔루션을 개발하는 데 있어 가장 중요한 영역으로, 차량 기술(엔진 유형 및 효율성, 설계, 컴퓨터 구동 성능 등), 인프라 설계, 교통 관리 시스템 등을 통해 리소스 사용을 최적화할 수 있다.

그림 4: 모빌리티 시스템 접근 방식 내의 지표, D. Lauwers 및 G. Allaert가 WBCSD를 위해 개발한 계획
출처: WBCSD SMP2.0 IWS용 oran consulting, 2014

이러한 지표는 지속 가능성의 다양한 하위 요소에 골고루 분포되어 있다. 표 1은 지표 및 해당 지표가 영향을 미치는 두 가지 주요 측면을 나타낸 것이며, 간소화를 위해 그림 4의 각 지표에는 각기 고유한 측면이 연결되어 있다.

그림 3과 4는 다음의 정의를 따른다:¹⁾
이동(Travel) 시장은 공간과 시간에서 활동에 대한 수요와 활동 기회의 공급이 이동 패턴을 만드는 시장이다.

운송(Transport) 시장은 차량 및 운송 서비스에 여객과 재화 이동을 할당하는 운송 패턴으로 주문형 이동 패턴과 운송 옵션 공급이 함께 이뤄지는 시장이다.

교통(Traffic) 시장은 요구되는 교통 패턴이 인프라 및 관련 교통 관리 시스템, 정보 시스템 등의 실제 공급과 정면으로 마주치는 시장이다.

이 세 시장의 차이점은 정책, 조치 및 비즈니스 솔루션에 대한 공급 측면의 기회를 묘사함으로써 모빌리티 시스템의 성능을 변경하는 것과 관련이 있다(그림 3, 4 및 5의 도식의 하단부 참조).

1) The description of the three market model is partly based on: Immers, B. (2010), "Transportation System Analysis", Lecture, University of Leuven, Leuven.

정책, 조치 및 솔루션의 첫 번째 범주는 이동의 필요성에 영향을 미침으로써 이동 시장에 영향을 미친다. 이를테면, 공간적 근접성의 이점을 강조함으로써 생활, 일, 쇼핑 및 레크리에이션의 공간 패턴을 바꾸는 것이다. 다음의 구조화가 해당된다: 이동 시간, 근무시간의 유연성, 주당 근로시간 단축 도입, 휴가 기간 분산.

두 번째 범주의 정책과 솔루션은 운송 시장에 영향을 미치며, 교통 수단 선택에 영향을 줌으로써 이를 구현할 수 있다. 가까운 미래에도 자동차가 출곧 도시 모빌리티 시스템의 필수적인 부분을 차지하겠지만, 대체 운송 수단의 공급과 흡인력, 도로와 다른 교통 수단 간의 복합 연결성을 모두 확충함으로써 복합(결합) 이동을 추진할 수 있는 가능성도 있다. 이를테면, 편안함,

그림 3의 상단은 도시의 모빌리티 시스템이 모빌리티 소비자의 태도와 모빌리티 문화에 의해 영향을 받는 것을 보여준다. 이러한 기능은 수요 측면의 정책, 조치 및 비즈니스 솔루션에 대한 기회를 제공한다.

도시 모빌리티 시스템의 지속 가능한 개발은 필요한 조치가 제도적으로 사회에 편입되어 있을 때만 가능하다. 이 영역에서 결정적인 요소는 지속 가능한 목표의 달성과 모빌리티에 대한 소비자의 태도이며, 이는 결국 모빌리티 문화로 이어진다. 모빌리티 문화는 이동 시장에 대한 태도를 나타내며, 소비자는 이동, 운송 및 교통 선택을 둘러싼 장단점에 대한 인식을 기반으로 스스로 결정을 내린다. 가격 책정, 규정 및 교육은 모빌리티 정책 개발 기회의 주요 범주이다.

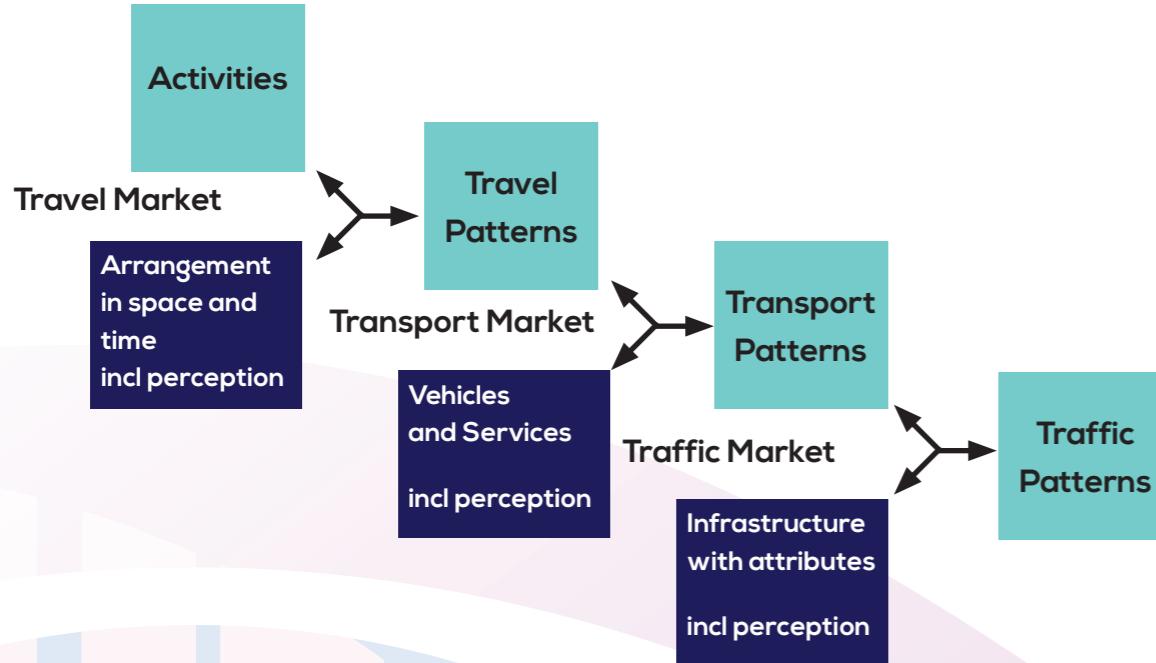


그림 5: 세 가지 시장 모델

출처: Egster, B and O. van de Riet, 1998,
Systeemdiagram voor het beleidsveld
vervoer en verkeer (운송 및 교통 정책 영역
에 대한 시스템 다이어그램), Delft, TNO Inro,
보고서 번호 1998-02





VI Notes applied to all indicators

모든 지표에 적용되는 참고 사항

1 선택 과정

19개 지표의 목록은 지표 작업 흐름(다양한 산업의 구성원)에 의해 식별된 긴 목록에서 시작되는 선택을 기반으로 하며, 중복을 피하기 위해 선택 시 다음 기준을 적용한다.

공정성(Fairness): 모빌리티의 궁정적 효과(예: 접근성)와 부정적인 영향(예: 소음공해)을 모두 포함

완전성(Completeness): 지표 세트는 도시 모빌리티의 지속가능성 평가를 위해 모든 관련된 양상을 측정해야 한다.

기술 중립성(Technology neutral): 하나의 기술을 기준 또는 미래의 기술보다 선호하지 않는다.

모드 중립성(Mode neutral): 특정 모빌리티 모드에 대한 선호 지양

다양한 방법론을 통해 지표를 정량화할 수 있다. 이 작업의 주요 목표 중 하나는 최대한 많은 수의 도시에서 구체적이고 측정 가능하며, 도달 가능한 가장 적절한 방법론을 제안하는 것이다. 동일한 방법론에 따라 지표를 정기적으로 평가함으로써 도시는 개선할 점을 파악할 수 있다. 또한, 여러 도시에 걸쳐 공통 방법론을 사용하면 어떤 도시가 어떤 모빌리티 양상을 성공적으로 구현하는지 보여주는 귀중한 데이터베이스를 구축할 수 있으며, 이는 해당 도시가 적용 중인 모범 사례와 추가적으로 연계할 수 있다.

SMART 방법을 사용하여 가장 적절한 모수를 식별했다.

구체성(Specific): 지표 정의를 바탕으로 측

정해야 할 사항 측정

측정 가능성(Measurable):: 모수는 충분한 정확도로 정량화 가능

달성을 가능성(Attainable):: 쉽게 가용할 수 있거나 쉽게 수집할 수 있는 입력 데이터 사용

관련성(Relevant):: (솔루션 관련) 결과 지향성

시간 기반(Time-based):: 발전 양상을 모니터링하기 위해 수시로 업데이트.

지표는 이론적 발전을 거쳐 전 세계 6개 도시(방콕, 캄피나스, 청두, 함부르크, 인도르, 리스본)를 대상으로 설정되었으며, 그 테스트 결과는 다음과 같다.

복합운송에 대한 두 가지 지표(물리적 상호연결, 복합운송 정거장의 질, 정보 등)는 설문조사에 의해 평가된 단일 지표로 함께 그룹화했다. 모든 운송 수단과 여객 및 화물을 하나의 지수(指數)로 통합할 경우, 해석하기가 너무 어려워 최적의 점유율을 정의할 수 없기 때문에 지표 점유율을 모두 섹션으로 옮겼다.

회복탄력성 지표는 발생할 수 있는 참사의 특성, 지리 등 국소적 모수 의존도가 높기 때문에 단일 지표보다는 해당 도시와의 대화를 통해 보다 합리적인 검토가 가능할 것으로 보인다.

경제적 기회에 대한 계산 방법을 수정했다. 일부 지표의 척도, 특히 교통 혼잡에 대한 내용을 검토했다.

부록 I은 도시 개발 기회를 평가하고 솔루션 선택을 제시하는 데 있어 타당성을 확보하기 위해 선택된 부가적인 도시 기준을 함께 그룹화하기 위해 도입되었다.



Selection process

SMART method

부록 I은 도시 개발 기회를 평가하고 솔루션 선택을 제시하는 데 있어 타당성을 확보하기 위해 선택된 부가적인 도시 기준을 함께 그룹화하기 위해 도입되었다.
부록 II는 시범 도시들과의 논의에서 회복탄력성이라는 화두를 꺼내는 방식을 고찰한다.

2 Scope of the indicators

3 Value and scaling of parameters

Air transport and sea shipping are excluded. In most cities (the sustainability aspects of) these modes are beyond the scope of urban governance.

3. Value and scaling of parameters

It is the target of SMP2.0 to provide indicators which are not influenced by the physical characteristics of the city (e.g. population, area...) but by possible improvement

actions.

Parameter values are expressed in different scientific units. In order to have a standardized reference value, all parameters are recalculated to a scale of 0 to 10.

2. Scope of the indicators

지표의 범위

항공 운송 및 해상 운송은 제외되는데, (지속가능성 측면에서 볼 때) 대부분의 도시에서 이러한 운송 수단은 도시 거버넌스의 범위를 벗어난다. 별도로 명시되지 않는 한, 지표는 연도 (12개월간)에 대한 값으로 산정된다.

3. Value and scaling of parameters

모수의 값과 척도

SMP2.0의 목표는 도시의 물리적 특성(예: 인구, 면적...)에 의해 영향을 받는 것이 아니라, 구현할 수 있는 개선 조치를 통해 바꿀 수 있는 지표를 제시하는 것이다.

모수 값은 다양한 과학적 단위(예: 1인당 연간 사망자 수, 차량 주행 거리당 MJ 수 등)로 표시된다.

표준화된 기준 값을 얻기 위해 모든 모수를 0(가장 부정적인 점수)에서 10(가장 긍정적인 점수)의 척도로 다시 계산한다. 지표의 기본 척도 (보정)는 벨기에 도시(예: 브뤼셀) 및 리스본 또는 문헌 연구, 연역적 선택 또는 장기적인 지속가능성 목표(예: 세계 보건 기구의 Zero Visionon fatalities, 즉 교통 사고 사망자 제로 비전)의 데이터에서 영감을 받았다. 이 보고서에 제시된 척도 중 일부는 6개 시범 도시의 경험을 바탕으로 개선 과정을 거쳤다.

A well balanced scaling of the parameters is necessary:

모수의 균형 잡힌 척도 변환이 필요하다.

도시의 다양한 지표와 지속가능성 모빌리티 측면 중에서 우수한 성과와 미약한 성과를 식별한다.

도시가 참조하려는 하나 이상의 다른 도시와 비교하여 특정 지표에 대한 해당 도시의 포지션을 식별한다.

모수 값에 대한 솔루션의 영향을 검증한다. 소척도에 대한 중요한 개선 사항이 큰 개체에서 손실될 수 있으므로, 척도 범위를 조정하거나 더 작은 초점 영역에서 지표를 계산할 수 있다. 이를 통해 도시는 다양한 솔루션의 실행 타당성을 테스트하고 솔루션 중에서 최선의 선택을 할 수 있게 된다. 또한, 솔루션 시행 전후의 모수 값을 비교함으로써 도시는 이러한 솔루션의 효과를 모니터링할 수 있다.

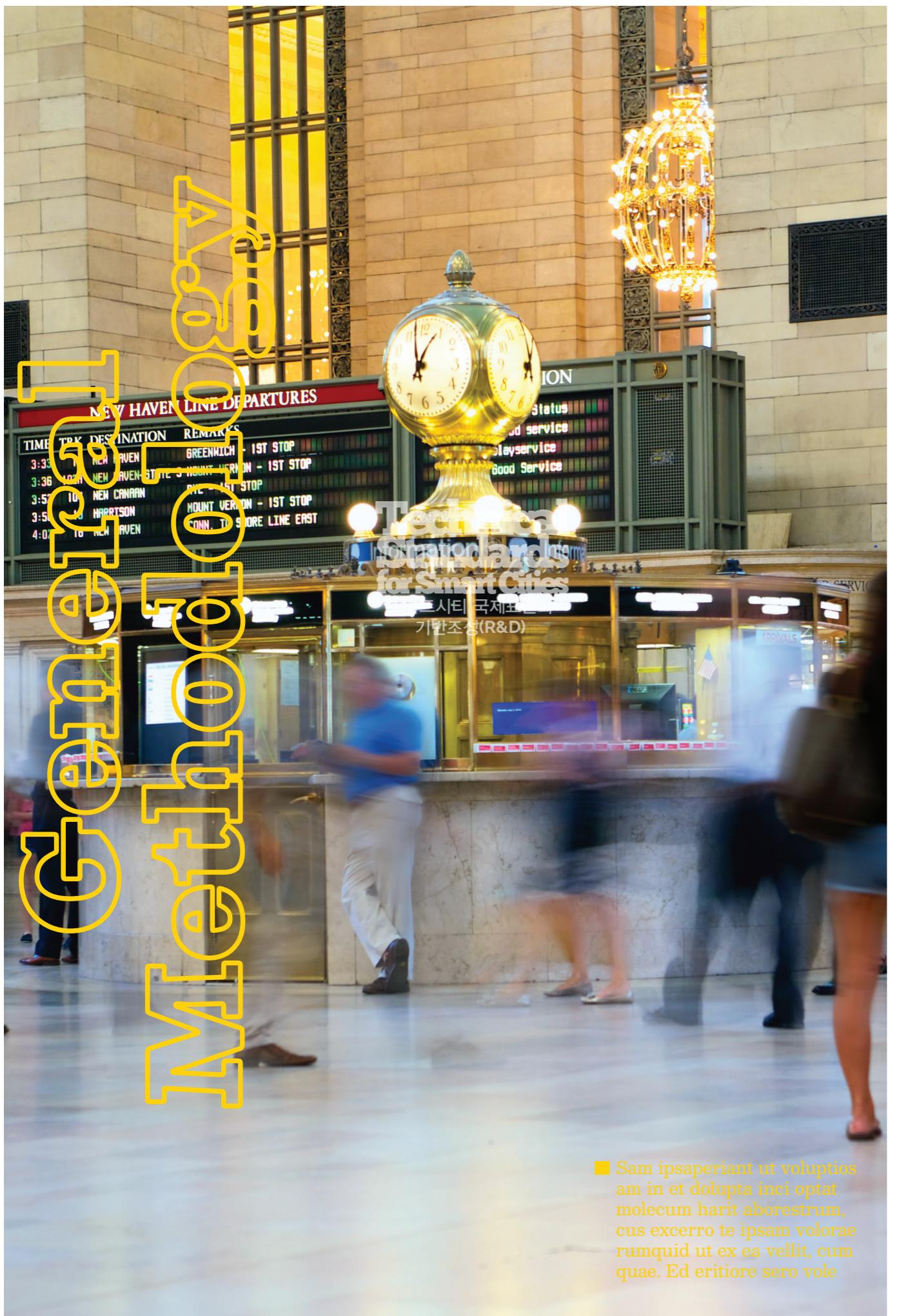
모수 값은 도시의 여러 영역(도시 구역, 교통 통로(Transport Corridor))에 대한 평균 점수를 나타내며, 지속가능성을 향해 나아가는 과정에서 특정 지표에 대한 도시의 전반적인 위치를 보여준다. 결과적으로, 솔루션의 민감도가 (지나치게) 제한될 소지가 있으므로 솔루션 평가를 고려하여 다음과 같이 척도를 조정할 수 있다.

척도 범위를 의도적으로 조정할 수 있는 가능성 (기본 값 범위는 계속 사용 가능)
도시 내 측정 영역을 줄일 수 있는 가능성 (예: 임계 영역 또는 교통 통로만 축소). 즉, 선택한 데이터 (예: 현장 측정, 인구 조사 등)만을 고려하는 것이며, 이 경우, 모수의 유효성을 확인해야 한다.

평균 값을 적용하면 도시에 가장 적합한 솔루션을 식별하기 위해 가장 관련성이 높은 극한 값도 가려진다. 예를 들어, 이동 시간의 평균값을 제외하고, 교통 통로에서 특정 기간 (월, 주) 동안 이동 시간의 변동은 적어도 관련성이 있을 수 있는 데, 이 변동은 이동 시간의 예

측 가능성을 보여주기 때문이다. 이러한 예측 가능성은 교통 이용자가 이동 계획에 포함할 초과 시간 예방 조치의 요소가 된다. 또한, 도시는 여러 지표에 대해 다양한 소비자 또는 시민 그룹 또는 교통수단으로 나누어 산정할 수 있으며, 이 맞춤형 평가를 통해 특정 사안을 대상으로 삼을 수 있다.





VII General Methodology

VII 일반적인 방법론

1 Calculation methodology for the indicator parameters

지표 모수 산출 방법

다음 챕터에서는 각 지표에 대한 정의와 지속가능성 점수를 측정하기 위한 모수를 제시한다. 이러한 모수는 또한 설명된 공식을 통해 도출된다. 각 모수에 대해 수행할 작업에 대한 자세한 설명은 다음 챕터에 수록되어 있다. 지표에 대한 스프레드시트를 사용할 수 있다.

a Types of variables

변수 유형

다음과 같은 7가지 유형의 변수가 있다.

- 1 공통 입력 변수: 이러한 입력 값은 다른 지표 매개 변수 계산에 사용되는 도시의 주민 수 (모수 공식에서 '1인당(capita)'라고 함)와 같은 변수임
- 2 지표 별 입력 변수: 이러한 변수는 지표 중 하나의 공식에 사용되는데, 예를 들어, 도시 교통의 지속가능성 측면을 설명하는 지표의 수준 또는 운송 안전을 계산하기 위한 사망자 수임
- 3 기본값 변수: 이러한 변수는 지표 값을 계산하는 공식에 존재한다. 기본값은 WBCSD SMP2.0에서 제안하지만, (가령 해당 국가에서 사용되는 천연 가스 1m³의 에너지 함량의 지역적 차이로 인해) 해당 도시에서 더 적절한 값을 적용할 수 있다면, 기본값을 도시별 값으로 대체할 수 있음
- 4 전환 값(Conversion value) 변수: 과학적 연구 또는 일부 다른 변수 간의 과학적 관계를 바탕으로 하는 고정 값.
- 5 출력 변수: 해당 지속가능성 지표에 대한 모수 값을 나타내는 공식 계산의 결과
- 6 계산된 값: 중간 계산 결과, 추후 지표 계산 후반 과정에서 사용
- 7 정보 입력 변수: 모수 계산에는 사용되지 않지만 지역, 도시 관련 계산에는 사용할 수 있음

b Indicator score calculation

지표 점수 계산

모수 값 계산에서 지표 점수는 SMP2.0에서 권장하는 최고 점수 (10) 모

2 Methodologies for Data Gathering

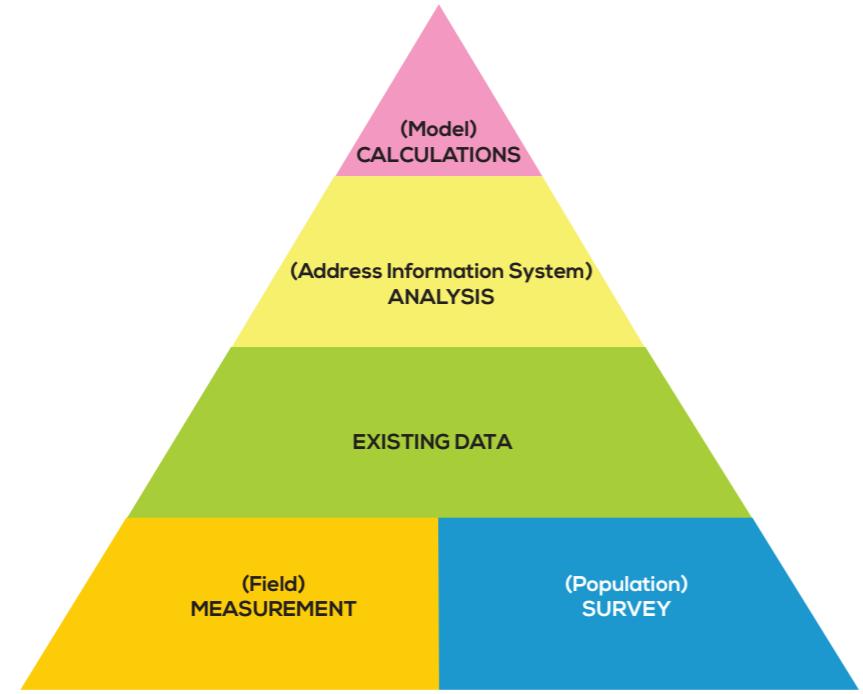


그림 6: 데이터 수집 방법론 간의 개요 및 논리적 관계
출처: WBCSD SMP2.0, 2014

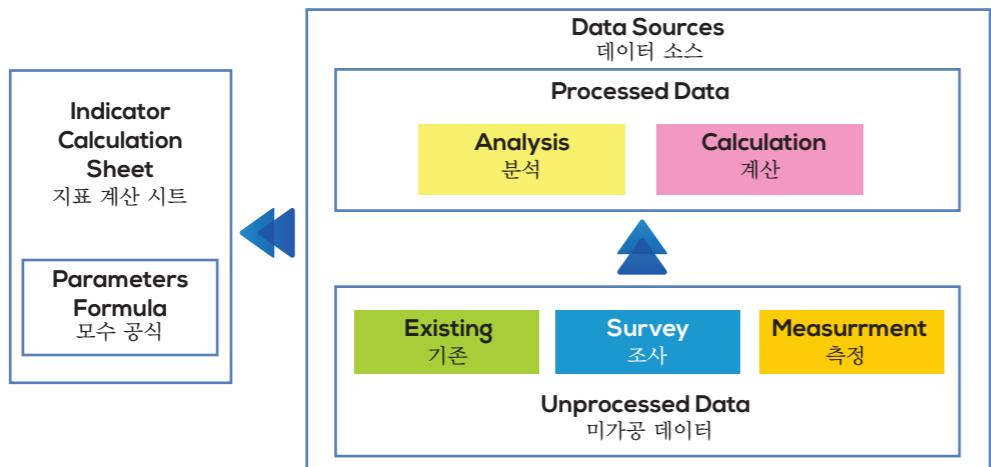


그림 7: 입력 데이터 출처의 유형 개요
출처: WBCSD SMP2.0, 2014

수 값과 최악의 점수 (0) 모수 값 사이의 위치에서 결정된다. 따라서, 10점은 해당 측면에서 그 도시가 구현할 수 있는 지속 가능한 성과를 나타낸다.

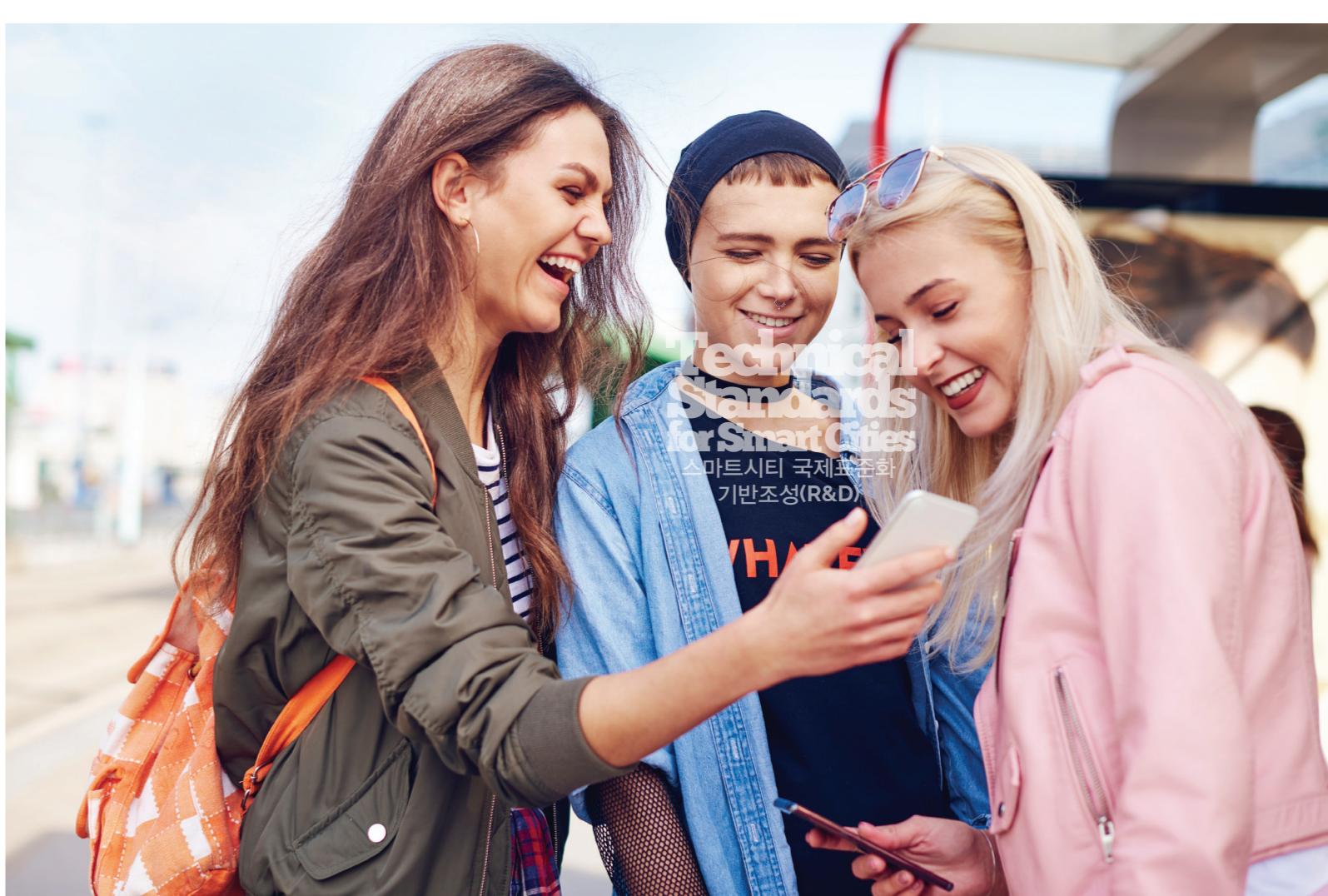
2 Methodologies for Data Gathering

데이터 수집 방법론

데이터 수집에는 5가지 방법론이 있으며, 그림 6과 7에 도시되어 있다. 그림 6은 서로 다른 방법 간의 논리적 관계를 나타낸 것이다. 모수 계산을 위한 입력 데이터는 원래 (교통량 계산 장치와 같은 기술적 계측기를 통한) 현장 측정 또는 인구 조사 (예: 대중교통 이용자 를 상대로 평균 통근 통행 시간을 조사)를 기반으로 한다. 이러한 데이터 중 일부는 기존 데이터베이스에 저장되며, 다른 데이터의 경우 일부 지리적 분석이 필요하다(예: 지도를 기반으로 도시의 고속도로 길이 계산). 이러한 분석을 수행하기 위해 특정 소프트웨어(지리 정보 시스템 (Geographical Information Systems) - GIS - 소프트웨어 패키지)가 선호되거나 심지어 필요한 경우도 있다. 때때로 교통량 (시뮬레이션) 모델은 일부 교통량 또는 수송 특징을 계산하는 데 사용된다(예: 특정 유형의 도로에서 이동한 차량-킬로미터).

데이터 출처의 그룹화는 그림 7에서 확인할 수 있다. 이 도식은 입력 데이터와 모수 공식 (스프레드시트에서 사용 가능) 간의 관계를 나타낸 것이다. 도시의 경우, 5가지 유형의 데이터 출처 간의 가장 관련성이 높은 차이는 미가공 데이터와 가공된 데이터 간에 나타난다.

미가공 데이터는 기존 데이터베이스, 설문 조사 또는 측정을 통해 직접 얻을 수 있다. 한편, 가공 데이터는 원시 데이터 분석 (일반적으로 GIS 사용) 또는 이 원시 데이터를 기반으로 한 계산 (일반적으로 교통 모델 사용)을 통해 얻는다. 그러한 소프트웨어 패키지를 배포할 (여력이) 없는 도시는 차선책으로 미가공 데이터 출처에 의존해야 한다. 세 번째 옵션은 (일부) 입력 데이터에 대한 근사값을 찾기 위해 최선의 추측 방법을 사용하는 것인데, 물론 이 세 번째 방법에 기초한 지표의 신뢰성과 타당성은 다소 의심스러울 수 있다. 따라서, 세 번째 옵션에서 추정된 입력 데이터의 분산에 대한 지표 결과의 민감도를 확인하는 것이 바람직하다.



Overview of the typology of input data sources for all 19 indicators

그림 8: 19개 전체 지표에 대한 입력 데이터 출처의 유형 개요,
출처: WBCSDSMP2.0

List of Indicators	Input	Scales
Affordability of public transport for the poorest group 최취약계층을 위한 대중교통의 경제성	Exist	
Accessibility of mobility-impaired groups 거동 불편 계층을 위한 접근성	Survey	
Air polluting emissions 대기 오염 물질 배출	Calc	
Noise hindrance 소음공해	Measure	
Fatalities 사망자 수	Exist	
Access to mobility services 모빌리티 서비스 이용	Analysis	
Quality of public area 공공 장소의 질	Survey	
Urban functional diversity 도시의 기능적 다양성	Analysis	
Commuting travel time 통근통행 시간	Survey	



Overview of the typology of input data sources for all 19 indicators

List of Indicators	Input	Scales
Economic opportunity 경제적 기회	Survey	Any City: 67 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 0: 0 [%] 0 100 [%]
Net public finance 순공공 재정	Exist	Lisbon: -0.28 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 0: ≤ (-2.5) [% of GDP] ≤ -2.5 ≥ 0 10: ≥ 0 [% of GDP]
Mobility space usage 모빌리티 공간 사용	Analysis	Brussels: 60.92 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 0: ≥ 125 [m ² /captia] ≥ 125 10: ≤ 25 [m ² /captia]
Emissions of greenhouse gases 온실 가스 배출량	Calc	Brussels: 0.77 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 0: ≥ 2.75 [tonnes CO ₂ [eq.]/cap.] ≥ 2.75 10: ≤ 0 [tonnes CO ₂ [eq.]/cap.]
Congestion and delays 교통 혼잡 및 지연	Measure	Brussels: 123 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 0: ≥ 3.0 [% delay] ≥ 3.0 10: ≤ 125 [% delay]
Energy efficiency 에너지 효율	Calc	Brussels: 1.79 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 0: ≥ 3.5 [Mjoule/transport unit km] ≥ 3.5 10: ≤ 0.5 [Mjoule/transport unit km]
Opportunity for active mobility 모빌리티 활성화를 위한 기회	Analysis	Any city: 134 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 0: 0 [% road length] 0 ≥ 200 10: ≥ 200 [%]
Intermodal integration 다수단 연계통행 통합	Survey	Any City: 67 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 0: 0 [%] 0 100 [%]
Comfort and pleasure 안락함과 쾌적성	Survey	Any City: 67 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 0: 0 [%] 0 100 [%]
Security 보안	Survey	Any City: 67 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 0: 0 [%] 0 100 [%]



Using existing Databases

a 기존 데이터베이스 사용

기존 데이터베이스의 사용은 모든 방법론에 기본적으로 내재되어 있다. 일부 지표에 대한 계수(係數)는 기존 데이터베이스에서 찾을 수 있으며, 간혹 권위 있는 국제 출처를 사용해야 하는 경우도 있다. 혹은 특정 국가 또는 도시 데이터베이스가 더 관련성이 높거나 때로는 유일하게 적합한 수치를 제공하는 경우도 있다.

다음 지표는 부분적으로 국제 데이터베이스 또는 국가 데이터베이스의 계수를 기준으로 한다.

대기 오염 물질 배출(international database)

온실 가스 배출량(GHG)

에너지 효율(International data-Base)

아래 지표는 주로 도시 (또는 지역별) 데이터베이스를 기반으로 하며, 도시, 지역 또는 국가 경제의 성과를 모니터링하는 틀 내에서 보고가 이루어져야 하므로 이용 가능할 것으로 예상된다.

최빈곤층(사분위수)을 위한 대중교통의 경제성

사망자 수(도시 또는 지역/국가 데이터베이스)

경제적 기회
순공공 재정

이 4개 지표에 대한 데이터는 “기존 데이터” 방법론(M1)이라고 하는 첫 번째 범주로 그룹화된다.

주민 수, 도시(지역)의 표면 및 이동 거리는 공식에서 분모로 사용되는 특정 데이터이다.

교통 모델 및 GIS 계산 시에는 (예: 인프라 네트워크상의) 특정 데이터를 통합해야 하며, 이러한 방법론은 이후 더 자세히 설명된다.

표 2: 6개 도시의 지표를 계산할 때 사용된 데이터베이스의 예

지표(Indicators)	데이터 출처의 예
경제성	대중 교통 업체 보고서; 국가/시 인구 조사; 통계청
대기 오염; GHG;	도시 데이터: 주차장; 환경 당국; 국가/도시
에너지 효율	배기 가스 보고서: 배출량/km에 대한 표준 규정
교통 혼잡	(현장 측정이 아닌 경우) 온라인 앱 또는 내비 게이션 장치
소음	(현장 측정이 아닌 경우) 통계청
사망자 수	도로교통사고 통계; 국가/시 인구 조사; 세계은 행/UN 글로벌 지표 데이터베이스
접근성	국가/시 인구 조사; 통계청
기능적 다양성	도시계획실
공공 재정	대중 교통 업체의 지속가능성 관련 보고서; 시(市) 예산
공간 이용	도시계획실
모빌리티 활성화	도시계획실; 모빌리티 사무소

Indicators Example of data sources

Surveying

b 조사

다음 지표에 대한 인구 조사를 제안한다.

거동 불편 계층을 위한 접
근성

공공 장소의 질

통근통행 시간 (교통 모델
사용 불가 시)

다수단 연계통행 통합 안락
함과 쾌적성

보안

경제적 기회

위에서 언급한 지표에 대한 데
이터는 “조사” 방법론(M2)이
라고 하는 두 번째 주요 범주로
그룹화된다.

교통 모델링이나 기존 데이
터베이스에서 서로 다른 교
통 수단으로 이동한 거리를
적용할 수 없는 경우, 아래
지표에 대해서는 “조사 방
법론”과 동일한 방법론에
따라 조사를 수행한다.

대기 오염 물질 배출

온실 가스 배출량

교통 혼잡 및 지연

에너지 효율

방법론의 몇 가지 일반적인 측
면은 여기에서 다룬다.

표적 모집단은 다양한 교통수
단의 이용자와 비이용자이다.
가족, 상점, 교육 기관 또는 작
업장당 한 사람만을 대상으로
질문하며, 인터뷰 대상자가 거
주자인지 방문자인지 통근자인
지 명확하게 표시한다.

일반 조사의 경우, 표본 모집
단은 도시의 역동성을 어느 정
도 반영할 수 있는 주민, 관광
객 및 통근자를 그 대상으로 한
다. 장애인과 관련된 질문의 표
본은 100% 주민을 대상으로 해야 한다.

Target groups

대상 그룹

대부분의 주제는 전체 인구(광
범위한 의미에서 거주자뿐만
아니라 통근자, 방문자, 관광객
등)를 대상으로 한다.

공공 장소의 질

통근통행 시간

경제적 기회

다수단 연계통행 통합 안락
함과 쾌적성

보안

하나의 지표는 특정 그룹을 대
상으로 한다:

거동 불편 계층을 위한 접
근성

고령자(65세 이상)

임신부

장애인:

신체 장애인
시각 장애인

이처럼 거동 불편 계층을 식별
할 때는 도시의 지속 가능한 모
빌리티에 관한 유럽 프로젝트
“CIVITAS”에 사용된 기준
등 국제 공통 분류를 근거로 한
다. 장애인 집단을 위한 시설
개조 외에도 가방이나 짐을 운
반 (쇼핑)하는 보행자 또는 유
모차를 밀고 가는 사람과 같은
기타 특정 설계 기준이 제시될
수 있다.

일부 도시와 대중 교통 업체는
대중 교통 객차에 자전거를 실
을 수 있는 시설을 제공하는 것
에 대해 우려하고 있다.

대상 모집단을 나타내는 표본
의 최소 크기

측량 표본의 크기를 결정하려
면 다음 변수를 고려해야 한다.
허용 가능한 오차 범위 E – 설
문 조사 결과의 무작위 표본 오
차의 양 또는 허용할 수 있는
오류의 양을 나타내는 통계이

다. 오차 한계가 낮으면 더 큰 표본 크기가 필요하지만, 오차 한계가 너무 크면 조사 보고 결과가 “실제” 수치에 가깝다는 신뢰도가 낮아진다. 5%는 허용 가능한 오차 범위에 대한 일반적인 선택이다.

신뢰도 c – 신뢰도는 용인 가능한 있는 불확실성의 양이다. 이 숫자는 100%보다 작은 백분율일 수 있지만 가장 일반적인 신뢰도는 90%, 95% 및 99%이며, 이 세 가지 중 95% 수준이 가장 많이 사용된다. 신뢰도가 높을수록 더 큰 표본 크기가 필요하다.

응답 분포 r – 각 질문에 대해 예상되는 결과는 무엇인가? 표본이 한 방향으로 또는 다른 방향으로 심하게 치우쳐 있으면 모집단도 너무 치우칠 수 있다. 확실하지 않은 경우, 가장 큰 표본 크기를 나타내는 50%를 사용한다.

모집단 크기 N – 모집단은 조사자가 이해하고자 하는 대상의 전체 집합이므로 무작위 표본에서 선정되는 사람들이다. 20,000명 이상의 모집단의 경우, 표본 크기는 크게 변하지 않는다.

“Access-
ibility
for mo-
bility-im-
paired
groups,
Quality
of public
area

define as:

표본의 크기는 다음과 같이 정의된다.

$$n = \frac{N \cdot x}{(N - 1) \cdot E^2 + x}$$

여기서 x 는 다음과 같이 정의된다.

$$x = Z \cdot \left(\frac{c}{100}\right)^2 \cdot r \cdot (100 - r)$$

그리고 Z 는 표준 점수이다.

값 $Z \cdot \left(\frac{c}{100}\right)^2$ 는 신뢰도 c 에 대한 임계값을 나타낸다.

E 는 다음과 같이 정의된다.

$$E = \sqrt{\frac{(N - n) \cdot x}{n \cdot (N - 1)}}$$

표 3은 모집단 크기에 따른 표본 크기를 나타낸 것이다.

Margine of error 5%; confidence level 95%; response distribution 50%

Populaton size	Smample size
1000	278
5000	357
10000	370
50000	382
100000	383
500000	384
1000000	384
1500000	385
2000000	385

가령, 대도시 지역의 전체 인구가 1,107,623명인 크로아티아의 자그레브(Zagreb)시를 생각해 보자. 목표는 전체 인구를 대표하는 표본을 기반으로 하는 설문 조사이다. 각 질문에 대한 예상 결과를 모르기 때문에 r 은 50%로 정의한다. 허용 가능한 오차 범위 E 에 대해 5% 값을

선택하고 용인할 수 있는 불확실성의 정도인 신뢰도 c 는 95%로 설정한다. 이 데이터에 기초하여 표본 크기는 자그레브에서 무작위로 선정한 385명의 주민으로 한다.

대중교통(대중 교통, PT)의 질만 조사한다면, 표적 모집단은 자그레브에서 대중교통 서비스를 사용하는 사람의 수가 된다. 자그레브시 교통국의 데이터에 따르면, 매일 816,438회의 대중교통 탑승이 이루어지며, 1인당 하루 평균 2번 탑승하는 것으로 나타났다. 가용 정보를 적용하여 표적 모집단의 크기를 408,219명의 PT 사용자로 정할 수 있다. 이전에 정의된 E , r , c 값과 단순 크기 결정을 위해 제안된 공식에 기초하여 표본에는 자그레브에서 무작위로 선택된 384명의 PT 사용자를 포함시켜야 한다.

이 예제를 통해 20,000명 상의 모집단에서 표본 크기는 큰 폭으로 변하지 않는다는 사실을 분명히 알 수 있다.

Execution

실행

설문조사는 현지 문화에 맞춰서 수행한다. 6개 시범 도시에서 참가자에게 익명성을 보장하는 온라인 설문조사를 실시하여 양호한 결과를 얻었다. 우수한 인구 통계학적 대표성과 충분한 참여를 보장하기 위해 인터뷰 대상자 패널에 의존하는 경우가 간혹 있었지만, 온라인 프로세스는 비용이 저렴하고 향후 평가 시 재현이 용이하며, 응답을 자동으로 수집·분석할 수 있다는 추가 이점이 있다.

대상 그룹은 무작위 선택 측면에서 전체 모집단을 대표해야 한다.

성별

연령대

교육

기타

장애인 그룹에 대한 접근성 지표의 경우, 특정 대상 그룹을 선정한다.



DEFINITION

히 모니터링하는 것을 선호하는 도시는 무작위로 선택된 개인 집단을 대상으로 1년에 한번 설문 조사를 반복해야 한다. 최종 조사 이후로 표적 모집단의 크기가 변경된 경우에는 대상 표본 크기를 수정할 수 있지만, 결과의 비교성을 보장하기 위해 허용 오차 범위, 신뢰도 및 응답 분포에 대한 값을 유지해야 한다.

Quality of public area
Commuting travel time
Economic opportunity
Inter-modal integration
Comfort and pleasure
Security
Accessibility for mobility impaired groups
Elderly people(65+)
Pregnant women
Disabled

PARAMATER

일일 평균 교통량이 연간 평균 일일 교통량의 +/- 2% 범위에 있는 달(月)에 설문조사를 수행한다.

휴일(예: 노동절, 부활절 등), 축하 행사가 열리는 다른 날, 휴일(예: 발렌타인 데이, 성 패트릭의 날 등), 휴일이 아니더라도 학교 공휴일, 서머 타임 및 원터 타임 변경 다음날, 특별 행사(예: 지역 축제, 스포츠 행사, 주요 콘서트 등) 또는 극한 기상 조건이 발생할 때는 설문조사를 실시해서는 안 된다.

각기 다른 연도에 설문 조사를 반복하는 것은 설문 조사 수행 비용 대비 결과의 예상 변동(일부 솔루션 시행, 외부 변경 등)을 고려하는 데 따라 달라진다. 단, 도시 모빌리티의 지속가능성을 면밀



Survey questions

설문조사 문항

각 설문조사에는 검증을 위한 관련 인구통계학적 데이터와 정보를 포함시켜야 한다. 예:

귀하의 성별은 무엇입니까?

나이가 어떻게 되십니까?

최종 학력이 어떻게 되십니까?

직업은 무엇입니까?

귀하의 가구에는 몇 명이 살고 있습니까?

현재 동거 중인 18세 미만의 자녀가 있습니까? 있는 경우, 몇 명입니까?

혼인 여부?

일부 지표와 관련이 있을 수 있는 기타 유익한 질문은 인터뷰 대상자가 피부양자와 함께 이동하는지, PT 패스, 운전 면허증이 있는지, 자동차, 오토바이 또는 자전거를 이용할 수 있는지 질문하는 것이다 (운전 면허증 ...).

표준 설문조사 문항은 부록 3에 제시되어 있으며, 설문 내용은 현지 문화에 맞춰 조정해야 한다. 일부 도시에서는 집 주소를 묻는 것이 적절하지만 다른 도시에서는 보안상의 이유로 설문조사에서 거부될 수 있다. 마찬가지로, 해당 도시에서 이용할 수 없는 옵션에 대한 표준 문항이 있는 경우 (예: 주차 및 승차 금지) 관련 질문은 삭제한다. 설문조사 문항을 수정하면 계산 스프레드시트도 수정해야 한다. 개방형 문항은 지표 값 산정에 활용할 수는 없지만, 해당 도시의 상황이나 소비자의 기대에 대한 자세한 정성 (定性)적 분석에는 유용할 수 있다.

설문조사를 수행하기에 앞서, 모든 관련 현지 규정 (예: 개인정보 보호 문제에 관한 규정)을 고려하고, 이에 따라 설문조사를 조정해야 한다.

여론조사원과 함께 설문을 실시하는 경우, 한 명의 여론조사원이 실시한 여론조사의 10%는 인터뷰 대상자에게 연락하여 검증 과정을 거쳐야 한다. 부정 행위가 적발될 경우에는 해당 여론조사원이 수행한 모든 여론조사는 무효로 간주한다.

모든 여론조사자는 설문조사에 대한 적절한 준비를 하고 인터뷰 대상자에게 필요한 추가 정보를 제공하거나 필요한 경우, 설문조사 문항에 대한 부가 설명을 할 수 있도록 설문 내용을 숙지해야 한다. 설문조사에 사용된 다양한 개념에 대한 이해도를 점검하는 것이 중요하다 (예: 카풀과 카 셰어링의 차이점에 대한 올바른 이해).

모든 여론조사자는 필요한 일체의 추가 데이터를 구비하고 있어야 한다 (예: PT 정류장에 관한 문항이 있는 경우, PT 정류장 목록 등). 성공적인 설문조사를 위해서는 여론조사자의 사전 준비가 필수적이다.

C. Traffic Modeling

교통 모델링

일부 지표에 대해서는 교통 모델이 방법론으로 제안된다.

온실 가스 배출량(GHG)

에너지 효율

대기 오염 물질 배출

위에서 언급한 3개 지표에 대한 데이터는 “계산” 방법(M3)이라고 하는 세 번째 주요 범주로 그룹화된다.

‘교통 혼잡 및 지연’ 지표는 부분적으로 이동 거리를 나타내는 데이터를 기반으로 하며, 이는 교통 모델 계산을 통해 (또는 대중 교통의 경우에는 기존 데이터베이스를 통해) 얻을 수 있다. 해당 도시에 이용 가능한 교통 모델 계산 시설이 없는 경우, 대안으로 이전 교통 모델 연구에서 얻은 데이터를 참조하거나 이 데이터도 부족하다면, 운송 (사람 및 화물도 포함) 수단 사용자의 대표 표본으로부터 다양한 교통 수단으로 이동한 거리를 구하기 위해 설문 조사 (상기 내용 참조)를 수행하는 것을 고려할 수 있다.

교통 모델링 목적을 위해 여러 가지 무료 또는 상용 응용 프로그램을 고려할 수 있으며, 그 중 일부는 다음과 같다 (알파벳 순서로 나열).

거시적 방법(Macroscopic)

- Aimsun
- Cube Voyager
- DYNEV
- Emme
- OmniTRANS
- OREMS
- TransCAD
- TransModeler
- PTV Visum

중시적(Mesoscopic) 방법 (거시적 정보와 미시적 정보 결합)

- Aimsun
- Cube Avenue
- DTALite/NeXTA
- Dynameq
- DYNASMART
- DynusT
- OmniTRANS

- PTV VISSIM
- Tracks
- TRANSIMS
- TransModeler

제안된 방법론은 위에서 언급한 소프트웨어의 사용을 의미하는 것이 아니라, 다른 도시와 함께 벤치마크로 사용할 수 있는 균일한 모델링 절차를 위한 모델링 지침을 제시한다.

(작은 도시 지역의 경우) 중시적·거시적 교통 모델을 적용할 것을 제안하며, 이를 위해 입력 데이터에는 다음 항목을 포함시켜야 한다.

- 총 인구 측정;
- 토지 이용;
- 출발지–도착지(OD) 매트릭스;
- 교통수단 분담;
- 교통망에서 출발지와 목적지 사이의 경로 선택.

지표 계산을 위해 수집되는 모델 출력 값은 차량–킬로미터이다.

또한, 많은 모델이 배기 가스 및 에너지 소비 (도로 교통의 경우)를 직접적으로 발생시킨다.

D. GIS

GIS는 지리 정보 시스템을 의미한다. 도시용 GIS는 적절한 소프트웨어 패키지를 통해 제작해야 한다. 많은 도시에서 (사회적·지리적) 공간 데이터를 관리하기 위해 이러한 시스템을 통해 문제를 해결한다.

공간 데이터를 기반으로 하는 모수는 다음과 같다.

교통 혼잡 및 지연

모빌리티 공간 사용 모빌리티 서비스 이용 도시의 기능적 다양성

모빌리티 활성화를 위한 기회

상기에서 언급한 5개 지표에 대한 데이터는 “분석” 방법론 (M4)이라고 하는 네 번째 주요 범주로 그룹화된다.

공간 데이터를 기반으로 하는 모든 지표는 필요로 하는 데이터가 주어지는 경우, 몇 가지 간단한 GIS 작업만으로 구현할 수 있다. 필요한 데이터를 사용할 수 없는 경우에는 데이터 캡처 (직접 데이터 입력) 또는 데이터 전송 (타 시스템의 데이터 입력)을 통해 수집해야 한다.

데이터 캡처의 두 가지 주요 유형은 다음과 같다.

기본 데이터 출처:

기본 데이터 출처는 GIS 프로젝트에서 사용하

기 위해 특별히 디지털 형식으로 수집된 데이터 출처다.

래스터 데이터 (Raster data) 캡처: 원격 감지 는 직접적인 물리적 접촉 없이 물체의 속성에 대한 정보를 얻기 위해 사용되는 기술로서, 오늘날 이 용어는 위성, 열기구, 선박 또는 기타 도구를 사용하여 지표면에서 데이터를 수집하는 데 사용된다.

벡터 데이터 캡처: 지상 측량 및 GPS라는 두 가지 주요 요소로 나뉜다.

Secondary sources:

2차 데이터 출처:

2차 데이터 출처는 원래 다른 목적으로 캡처된 디지털 및 아날로그 데이터 세트이며, GIS 프로젝트에서 사용하기 위해 적합한 디지털 형식으로 변환해야 한다.

래스터 데이터 캡처: 스캐너 사용

벡터 데이터 캡처: 지도와 기타 지리 데이터 출처에서 벡터 객체를 디지털화.

이 경우 데이터 전송을 위한 주요 소스는 앞에서 설명한 기존 데이터베이스가 된다.

E. Field measurement

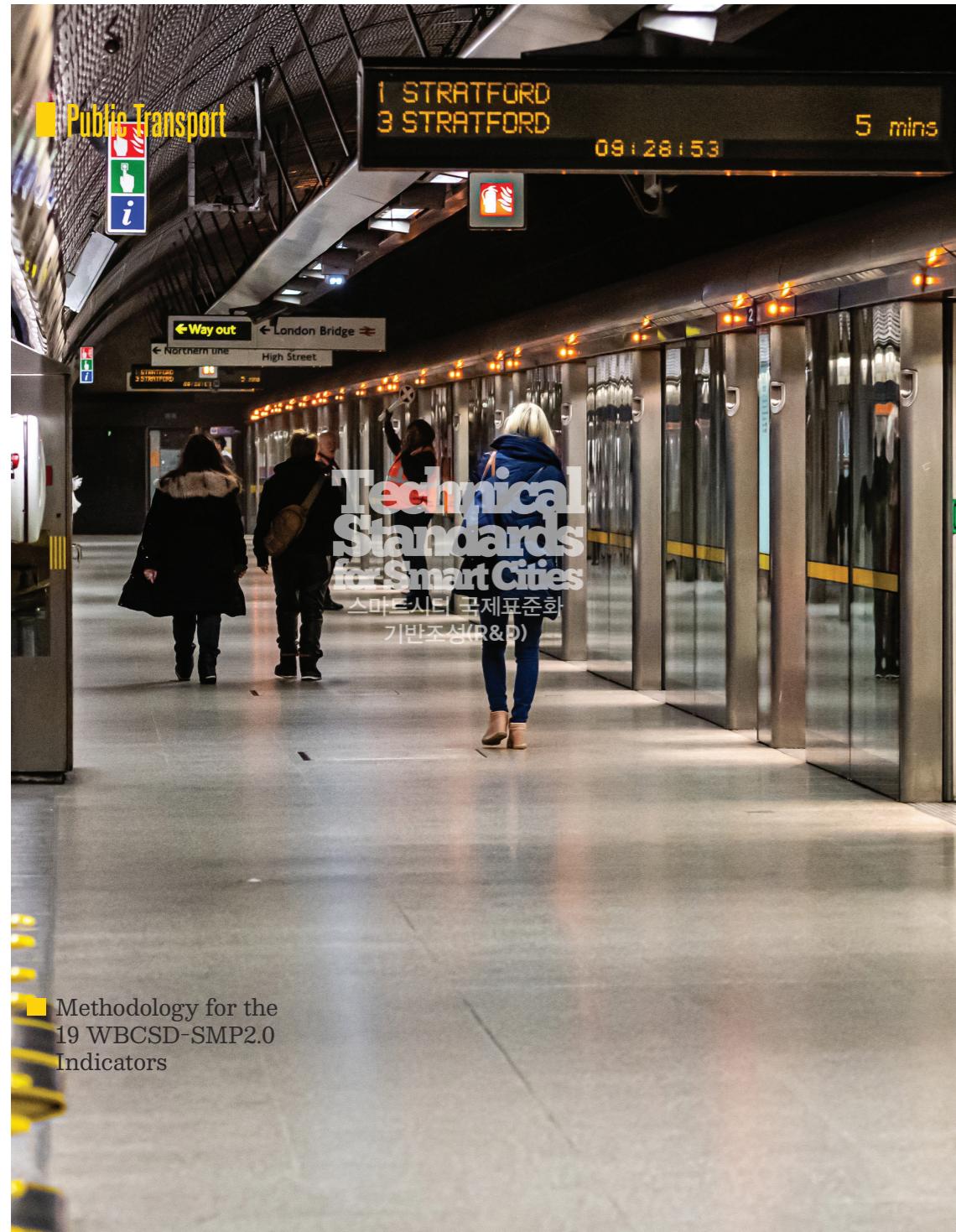
현자 조사

소음공해와 교통 혼잡 및 지연 지표는 “측정” 방법론(M)이라고 하는 다섯 번째 주요 범주로 그룹화된다.

이러한 지표에 대한 측정 지점의 수를 허용 가능한 수준으로 제한하고 전형적인 문제 영역 (즉, 솔루션이 목표로 삼는 영역)을 대변하는 조사 위치를 선정하기 위해 관련 지표를 다루는 챕터에서 특정 방법론을 개발하고 설명한다.



VIII Methodology for the 19 WBCSD-SMP2.0 Indicators



19
WBCSD-SMP2.0

VIII 19 WBCSD-SMP2.0

지표를 위한 방법론

최취약층을 위한 대중교통의 경제성

a 정의

모집단 중 최빈곤층에 대한 가계 예산의 기본 활동을 수행하기 위한 대중 교통 비용의 분담.

b 모수

60회의 대중교통 이용 비용과 월 평균 가구 소득 간의 상관관계를 기반으로 한 최빈곤층의 대중교통 경제성 지수

c 방법론 설명

M1: 기존 데이터 (기존 도시 또는 국가 데이터베이스에서 사용 가능)

모수는 기존의 사회경제적 통계 또는 데이터베이스 분석을 기반으로 대상 특정 그룹(모집단의 하위 25번째 백분위수)의 평균 가계 예산을 식별한다.

이러한 맥락에서 경제성은 한 가구가 수입에서 차지하는 (교통) 운임 지출로 정의되며, 교통 시스템 사용자가 운임을 지불할 수 있는 능력을 포착한다. 보다 저렴한 시스템은 사용자 수입 중 더 적은 부분을 소비하는 시스템이다. 이동 횟수와 기간은 모든 도시에 대해 월 10km의 60회로 설정했다.

d 공식 및 계산 방법

$$AI = \frac{\sum_i TPT_i * F10km_i}{Minc_{25\%}} * 60$$

AI = 최빈곤층 사분위를 위한 대중교통 경제성 지수
[가구 소득 대비 비율 %]

TPT_i = PT 수단 i 이용 시 PT 이동의 월간 비율 [%]

F10km_i = PT 수단 i 이용 시, 10km PT 이동 요금
[통화 단위]

Minc_{25%} = 최빈곤층 사분위의 월평균 소득 [화폐단위]

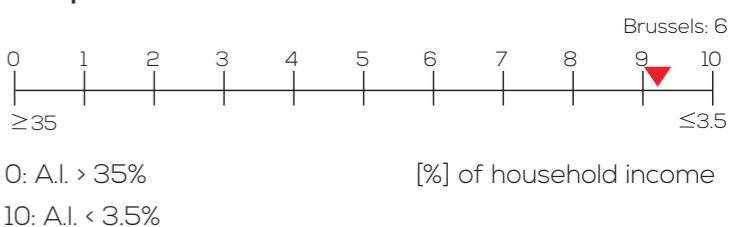
i = 이용 가능한 대중교통 수단 [종류]

60 = 월간 60회 이동

e 출처

방법론:
라틴 아메리카 도시 Carruthers, R., M. Dick 및 A. Saurkar (2005), "개발도상국의 대중교통의 경제성", Transport Papers, World Bank Group: Washington에서 World Bank가 사용한 방법론 참조

f 척도



g 참고

이것은 직장이나 학교, 건강 및 기타 사회 서비스를 위해 필요한 이동할 수 있는 능력을 평가하고, 다른 필수 활동을 줄이지 않고도 특히 도시 내에서 다른 가족 및 친구를 방문하거나 여타의 긴급한 이동을 할 수 있는 능력을 평가한다.

이 정의는(사회경제적 통계 데이터베이스에서 추출되는) 가계 예산과 연관 지어 운송 비용을 파악해야 함을 시사한다.

월 10km씩 60회의 고정적인 필수 이동 횟수를 가정

h 추가 지침

중요한 주제라 판단될 경우, 월별 이동 횟수와 이동 기간을 현지 상황에 더 잘 맞도록 도시별로 조정할 수 있다.

Accessibility for Mobility Impaired Groups

거동 불편 계층을 위한 접근성

a 정의

거동 불편 계층의 운송 및 운송 서비스에 대한 접근성

b 모수

대상 집단에 대해 보고된 도시 교통의 평균적인 편의성

c 방법론에 대한 설명

M2: 조사

"설문 방법"에 대한 전반적인 내용은 '개요' 부분에 설명되어 있다. 표적 모집단은 65세 이상 고령자, (등록된) 시각 장애인 또는 거동이 불편한 사람, 임산부이다.

d 공식 및 계산 방법

$$AccDGsc_{av} = \frac{\sum_i AccDGsc_i}{m}$$

$$AccDGsc_i = \frac{\sum_j AccDGsc_{ij}}{n_i}$$

여기서,

$AccDGsc_{av}$ = 거동 불편 계층의 도시 교통 접근성에 대한 평균 점수[%]

$AccDGsc_i$ = 거동 불편 계층 i의 평균 점수 [%]

$AccDGsc_{ij}$ = 하위 문항 j 별 거동 불편 계층 i에 대한 접근성 평균 점수 [%]

i = 대상거동 불편 계층

n_i : 불편한 집단 i과 관련된 설문 조사의 문항 수 [#]

m = 대상 거동 불편 계층의 수 [#]

e 출처

방법론:

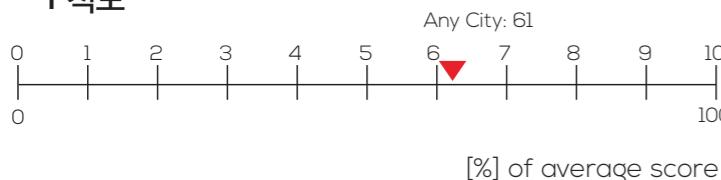
Wennberg, H., C. Hyden, A. Stahl (2010). '장벽 없는 실외 환경: 입법지침 시행 전후 노인들의 인식'. In: Transport policy, vol. 17; 464-474.

(1) 물리적 장벽, (2) 맹인 및 시각 장애인과 관련된 방향 및 경고, (3) 버스 정류장과 상점,

(4) 질서 정연함, (5) 벤치 및 의자 등

5개 범주로 분류된 27개의 사용 적합성 요소에 대한 설문 조사가 이루어졌으며, 자세한 내용은 해당 논문에 포함되어 있다.

f 척도



5점 척도로 보고된 평균 만족도

0: 0 [%]

10: 100 [%]

g 참고

결함이 있는 집단을 위한 편리한 접근성 요소로는 예를 들어, 대중 교통에서 장애인 또는 노인을 위한 특별 규정의 유효성, 보도 및 기차역의 시각 장애인을 위한 규정, 버스의 장애인 및 노약자석, 장애인 전용 주차 공간 등이 있다.

s = 물질 종류 [유형] NOx 및 PM10으로 제한됨

연료의 종류별 (에너지 제품) 에너지 사용량에 따라 NOx, PM10 등 공중 보건위생을 위협하는 가장 관련성이 높은 유해 배출량을 산정한다. 배출량은 NOx 등가 배출량으로 표시되며, 이는 배출 단위당 NOx 변환 계수를 기준으로 계산된다.

eu/themes/air/emep-eea-air-pollutant-emission-inventory-guidebook).

예를 들어, 요인 Eeqs는 AEA Technology Environment, 2005에서 확인할 수 있다. "각 EU25 회원국 (키프로스 제외) 및 주변 지역의 PM2.5, NH3, NOx 및 VOC 배출 톤당 피해":

Pollution	Relative importance (based on 2007 USD) with NOx, cost as reference
NO _x	1.00
PM ₁₀	1.06

Air Polluting Emissions

대기 오염 물질 배출

a 정의

모든 여객 및 화물 도시 교통 수단의 대기 오염 물질 배출

b 모수

1인당 연간 총 배기관 유해 배출물 피해에 상당하는 것

c 방법론에 대한 설명

M3(교통 모델) 산정

이 지표는 도시 교통에서 배출되는 1인당 대기 오염 물질의 총 배출량을 측정한 것으로, 1인당 총 차량 주행 거리를 오염 물질의 해당량으로 환산하여 계산한다. 차량 주행 거리의 총계는 교통 모델을 통해 수집하는 것이 바람직하다.

이 지표는 에너지 집약도(Energy Intensity)에 대한 기준 모수를

사용하여 계산하며, 모수는 재화와 사람의 이동에 사용되는 에너지의 양을 측정한다. 이 지표는 운송 수단 별 차량 주행 거리 단위당 사용된 연료를 나타낸다.

EHI = 배출물 유해 등가 지수 [kg NOx eq./cap per year]

Eeqs = 배출물질 유형 등가 건강 영향 값 [인수]

E_{ijkcs} = 연료 종류 k에 대해 소비된 에너지 단위당 오염물질 s 배출, 교통 수단 i의 차량 유형 j의 배출 등급 c (g/l, g/kg)

A_{ij} = 활동량 (교통 수단 i 및 차량 종류 j로 주행한 거리) [million km per year]

S_{jk} = 차량 종류 j 및 교통 수단 l당 연료 유형 k의 비중 [비율]

I_k = 연료 종류별 주행 거리당 에너지 집약도 k [l/km 또는 kWh/km 또는 kg/km]

Cap = 1인당 또는 도시의 거주민 수 [#]

k = 에너지 유형 (휘발유, 디젤, 바이오 연료, 전기, 수소...) [유형]

i = 차종 교통 수단 (승용차, 전차, 버스, 기차, 오토바이, 내륙 선박, 화물 열차, 트럭...) [유형]

j = 차량 등급(모델별로 지정된 경우 (예: SUV...)) [유형]

d 공식 및 계산 방법

이 지표는 1인당 연간 총 배기관 유해 배출량으로 측정되며, 다음 단계에 따라 교통 수단별, 차종별 차량 총 주행 거리를 통해 계산한다.

1단계: 주행 거리를 다양한 오염 물질의 총 배출량으로 변환.

2단계: 서로 다른 오염물질의 배출량을 하나의 공통 값으로 변환.

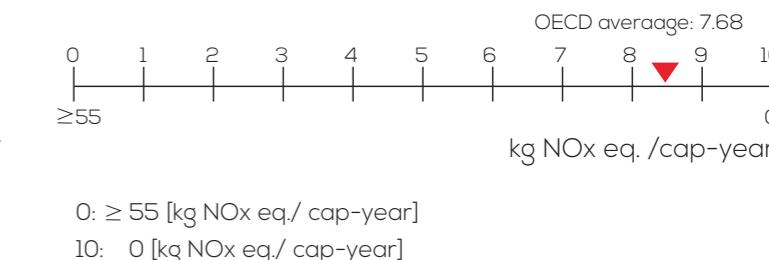
이것을 공식으로 나타내면 다음과 같다.

$$EHI = \frac{\sum_s Eeqs * (\sum_{ij} A_{ij} * (\sum_{ck} S_{ijk} * E_{ijkcs} * I_k))}{Cap}$$

c = 배출 등급 (유럽 규격) [유형]

(출처: AEA Technology (2005) 및 Wang, Santini & Warinner (1994), Victoria 교통정책연구소와 같은 미국 내 도시 (2011), www.vtpi.org)

f 척도



g 참고

CO₂ 등가물 덕분에 모든 온실가스(GHG)의 상대적 영향을 비교할 수 있는 기후 변화 문제와 달리, 여기에서는 대기 질에 미치는 영향 측면에서 오염 물질의 상호 가중치를 계산하는 출발점으로 건강 점수 값을 사용한다. 한계 건강 영향은 도시의 기본 수준에 따라 다른 것으로 파악되었으며, 참조상의 이유로 추가 단위당 하나의 고정 건강 계수가 사용된다.

이 지표는 공중 보건을 위협과 가장 밀접한 관련이 있는 유해 배출물인 NOx 및 PM10에 초점을 맞추고 있다. PM2.5 배출 역시 공중 보건에 대한 중요한 위협원이지만, PM2.5 배출량 데이터를 보편적으로 구할 수 없는데다 방법론의 달성 가능성을 염두에 두고 수립되었기 때문에 이 지표에서는 다루지 않는다. 아울러, 방법론을 간결하게 유지하기 위해 그리고 건강에 미치는 영향에 대한 적절한 이론적 값이 부족하기 때문에 기타 유해 오염물질(CO, HC, SOx)도 모수 계산에서 고려되지 않는다 (일부 연구는 추가 배출물의 영향이 기존 오염도에 의존함을 시사하고 있다).

배출량은 차종별로 계산되며, 고정 배출량을 포함하는 도시의 대기 오염으로 측정되지 않는다. 이 지표는 모빌리티와 관련된 배출량만 공정하게 추정해야 한다.

주행 거리 조건 별 배출량을 추가하여 주차장 배출량 저감 및 교통 흐름 원활화 대책의 효과를 검증한다.

종합적인 대기오염지수(API's respectively AQI's)에 대한 연구가 다수 진행되고 있다. 몇몇 국가에서는 이러한 AQI를 제공하지만, 지표 구성에 대해 고유하고 국제적으로 통용되는 방법론이 수립되어 있지는 않다. 때때로 개별 오염 물질의 비율은 오염물질 배출과 그로 인한 건강 위험(수명손실연수 및 건강손실연수)을 결합하여 DALY (장애보정손실수명: disability-adjusted life years)로 표시된다(Ruggieri & Plaia, 2011). 그러나 DALY 산정은 다양한 건강 배경과 발달 수준에 따라 국가마다 크게 다를 수 있기 때문에 경제적 격차가 심한 지역의 도시 간에 비교하기가 어렵다. 교통 모델을 사용할 수 없는 경우에는 인구, 통근자, 방문객을 대상으로 여객 이동에 대해 통계적으로 신뢰할 수 있는 조사가 이루어져야 하며, 화물에 대해서는 기업을 대상으로 조사해야 한다.

h 추가 지침

차량 주행 거리를 추정하는 대안적인 방법은 현장 측정(대표 위치에서의 교통량 계산) 또는 설문조사 (사람의 이동 행태 조사)이다. 물론, 모빌리티에 대한 기준 도시 데이터베이스에서 차량 주행 거리가 주어지는 경우에도 이를 사용할 수 있다.

온실가스 배출 및 에너지 효율과 관련된 대안적 접근에 대한 지침을 사용하여 이 지표의 값을 추정할 수 있다. 더 정확한 다른 데이터가 없는 경

우 주차장의 연식(해당 지역 상황에 더 현실적이라고 간주되는 경우, 국가 데이터를 사용할 수 있음)을 사용하여 (단일) 배출 기준을 선택할 수 있다.

도시에서 주행 거리 또는 주차 관련 데이터를 제공할 수 없는 경우, 지역 주유소에서 소비된 연료를 기준으로 운송용 연료 소비량을 추정할 수 있다. 예상 연료 소비량과 주행 거리의 관계는 다음 사이트에서 확인할 수 있다.

<http://www.co2count.org.uk/defradoc.pdf>
http://www.ukconversionfactorscarbon-smart.co.uk/documents/2014%20Emission%20Factor%20Methodology%20Paper_FINAL-4Jul14.pdf

<http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/tools/co2-mobile.pdf>

대중교통의 경우, 업체로부터 자사 차량에 동력을 공급하는 데 사용되는 연료 또는 전기에 대해 보고받을 수 있다.

Noise Hindrance

소음공해

a 정의

도시 교통 소음이 사람들에게 유발하는 방해

b 모수

소음 수준 Lden 측정에 대한 방해 요인에 기초하여 도시 교통 소음으로 인해 방해 받는 모집단의 비율

c 방법론에 대한 설명

M5: 현장 측정

이 지표는 도시 거주자의 대표적인 무작위 선택 주택 근처에서 현장 측정을 기반으로 평가되며, 표준 값은 거주자가 인식하는 방해 수준을 고려하는 데 사용된다.

도시에서 교통 소음을 측정에 따른 어려움은 다음과 같다.

이상적으로는 많은 수의 노이즈 측정이 필요. 충분히 긴 기간 (최소 24시간 이상) 동안 측정을 수행해야 함
소음은 여러 활동의 결과로 발생하는 경우가 많지만, 이 경우는 교통 소음의 영향만을 포함시켜야 함

측정량을 허용 가능한 수준으로 제한하기 위해 제안된 방법론은 도시의 다양한 유형의 생활 환

경에 위치한 50개 측정 지점 세트를 기준으로 한다.

고속도로 인근 5개소

도시 외곽 순환 도로 인근 5개소

도심 진입로 주변 10개소

일반 주거 지역 내 10개소

민감한 기능을 수행하는 장소 (학교, 병원, 노인 시설) 근처 10개소

저소득 거주지 내 5개소
위락지 내 5개소 (유원지, 공원 등)

측정 중 측정을 방해할 수 있는 기타 소음원(예: 잔디 깍는 사람 등)을 기록한다. 이를 통해 추후에 발생할 수 있는 교란 요소를 확인하고 수정할 수 있다.

소음공해의 경우, 소음 측정 위치에 측량사가 상주해야 하므로 장기간 측정이 불가능하다. 최소 지속 시간은 부하가 가장 적은 도로 (대표적인 소음 이벤트 수에 필요한 최소 차량 수)와 전체 측정 기간에서 간헐적으로 발생하는 이벤트를 걸러낼 수 있는 가능성에 의해 결정된다. 측정은 주간 시간대에 실시한다

(교통 소음은 주간에 더 중요하며, 다른 소음의 위험은 야간에 더 높음).

측정 시 해당 지역의 인구 밀도에 따라 가중치를 부여한다.

제안된 방법론에서는 12개의 밀도 등급 MWF_i (도시의 밀도 범위에 따른 등급 범위)를 정의해야 하며, 제안된 등급 분포는 다음과 같다.

MWF(i) value based on densities in district measurement location		
MWF(i)	Dwellings/ha	Large attraction poles, schools or enterprises
1	≤ 15	NO
2	≤ 15	YES
3	≥ 15	≤ 25
4	≥ 15	≤ 25
5	≥ 25	≤ 40
6	≥ 25	≤ 40
7	≥ 40	≤ 55
8	≥ 40	≤ 55
9	≥ 55	≤ 75
10	≥ 55	≤ 75
11	≥ 75	NO
12	≥ 75	YES

소음 측정

측정 위치에 도착하면 상황에 관계없이 항상 측정을 수행하며,

비교통성 소음에 의한 교란 요소는 나중에 걸러낸다.

주택 및 기타 건물 내부의 소음 공해를 최대한 가깝게 나타내기 위해 정면에서 1m, 높이 1.5m에서 측정을 수행하는 것이 좋다.

이것이 여의치 않은 경우(정원에 접근할 수 없거나 소유주가 협조하지 않는 경우 등), 도로에서 더 가까운 곳에서 측정을 수행한다 (방해 요소에 유의). 아파트 건물의 경우, 표준 접근 방식은 유럽

연합(EU)의 일반 협약에 따라 지면(높이 1.5미터 높이의 계측 위치)에서 측정하는 것이지만, 여의치 않으면 인근의 가장 유사한 위치에서 측정이 수행한다. 다른 접근 방식을 적용해야 하는 타당한 이유가 있는 경우(예: 다른 높이에서 측정)라면 다른 측정 위치도 적용할 수 있다.

그러나 표준을 적용하지 않으면 (다른 측정 기간, 도시의 다른 지역 등 간에) 결과를 비교하기가 더 어려워진다

설문조사 시 일부 모수는 다음과 같이 등록해야 한다.

교통 흐름: 10분당 차량 대수

기타 소음원(기차, 비행기 등)

도로 특성(도로변파의 거리, 노면의 종류, 제한속도, 도로의 종류, 차선 수, 교차로의 유무 및 종류 등)

지역의 특성: 건물의 유형, 최근 변화의 증거, 녹지 유무...

기상 조건(태양, 흐린 날씨, 바람, 비...)

$$L_{den} = 10 \lg \left[\left(\frac{12}{24} \right) \cdot 10^{\frac{LD}{10}} + \left(\frac{4}{24} \right) \cdot 10^{(LE+5)/10} + \left(\frac{8}{24} \right) \cdot 10^{(LN+10)10} \right]$$

L_{den} 계산

L_{den}은 주간, 저녁, 야간의 “평균” 수준으로 정의되며, 여기에서, LD, LE 및 LN은 가장 많이 노출된 정면에서 1년 동안 측정된 주간(7-19시간), 저녁(19-23시간), 야간(23-7시간)에 대해 ISO 1996-2에 의해 정의된 A 가중치 장기 LAeq이다.

현지 문화나 습관이 제안된 낮 시간 분할과 상이한 경우,

이 시간은 해당 도시에서 (이 문제에 관한 최신 ISO에 따라)

조정할 수 있다

저녁에 소음에 5dB 패널티를 적용하고, 야간에는 소음에 10dB 패널티를 적용한다. 그 정의는 다음과 같다.

d 공식 및 계산 방법

$$NI = \frac{\sum_t (MWF_i * HFLden_i)}{\sum_t (MWF_i)}$$

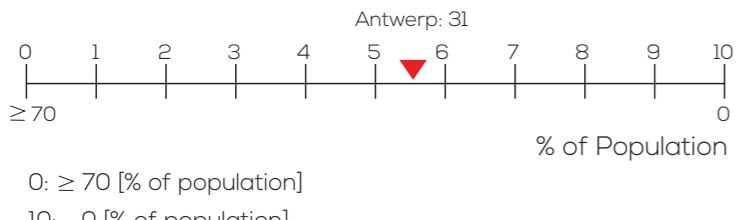
$$L_{den} = 10 \lg \left[\left(\frac{12}{24} \right) \cdot 10^{\frac{LD}{10}} + \left(\frac{4}{24} \right) \cdot 10^{(LE+5)/10} + \left(\frac{8}{24} \right) \cdot 10^{(LN+10)10} \right]$$

e 출처

방법론:

2005-2010 기간 동안의 EU 소음 지침 H.M.E. Miedema 및 H. Vos, (1998), “교통 소음에 대한 노출-반응 관계”, J. Acoust. Soc. Am. 104(6), 3432-3445. 관련성 참조: S. McGuire, P. Davies, (2008), 타이어 도로 소음 적용을 통해 소음으로 인한 불쾌감을 정량화하는 방법에 대한 개요

f 척도



g 계산 시트

여객 및 화물용 도로 및 철도 운송을 포함한 도시 운송에 의한 교통 소음.
인지도된 소음공해를 잘 나타내기 위해 해당 지역의 인구 밀도에 따라 측정값에 가중치를 부여하며, 이를 통해 소음 저감 조치에 중점을 둘 우선 순위 장소를 파악할 수 있다.
연구에 따르면, 표준 값을 사용해 소음 수준을 토대로 불쾌감 수준을 추정할 수 있다.

h 추가 지침

도시에 해당 지역의 소음 모델이 있는 경우 이러한 결과를 사용하여 L_d, L_e 및 L_n을 식별하거나 선택한 지점에서 직접 L_{den}을 식별할 수 있다. 참조 장소를 의도적으로 선택하지 않으려면 소음 모델을 실행하기 전에 장소를 선택하는 것이 좋다.

Fatalities

사망자 수

a 정의

도시에서 도로 교통 및 철도 교통 사고로 인한 사망자 수

b 모수

주민 100,000명당 도시 교통으로 인한 연간 사건의 결과로 교통 사고 발생일로부터 30일 이내의 사망자 수

c 방법론에 대한 설명

M1: 도시 또는 국가 데이터베이스의 원시 데이터

이 지표는 기존 데이터베이스, 주로 도로 교통 사고 통계를 기초로 한다. 보고된 데이터는 인구 10만 명당 연간 교통 사고 사망자 수의 형태여야 하며, 이 조정은 다른 도시 간의 데이터 또는 국가 평균 및 목표 값의 비교를 위해 필요하다

d 공식 및 계산 방법

$$FR = \frac{\sum_i K_i * 100000}{Cap}$$

FR = 사망률 [연간 인구 100,000명당 사망자 수]

Ki = 교통 수단으로 사망한 사람 수 i [연간 사망자 수 #]

Cap = 인구 또는 도시의 주민 수 [#]

i = 교통 수단 (승용차, 화물 교통, 전차, 버스, 기차, 오토바이, 하천 운송 등) [유형]

e 출처

방법론:

글로벌 도시 연구소, 글로벌 도시 지표, “프로필 지표”, p. 2; <http://www.cityindicators.org/Default.aspx>.

사망자 수에 대한 국제적 정의는 1968년 비엔나 협약(Vienna Convention)에서 “사고에 따른 부상으로 인해 충돌 사고 후 30일 이내에 사망한 인명 피해자”로 채택되었다.

데이터 출처: 데이터 출처: 국가/지역 또는 도시 데이터 출처 또는

세계은행 (World Bank)/유엔국제지표 (UN Global Indicators) 데이터베이스. (도로 사상자만 참조, 제안된 WBCSDSMP2.0 방법론에 철도 사상자를 추가해야 함.)

f 척도



0: ≥ 35 [fatalities/100,000 captia]

10: 0 [fatalities/100,000 captia]

Reference for scale 0: “Vision zero” objective

Reference for scale 10: Egypt, 2000: 42 fatalities per 100,000 pop.

g 참고

예를 들어, OECD가 부상 유형에 대한 명확한 정의를 내놓았지만, 교통 사고 상해에 대한 과소 보고와 (교통 안전이 비교적 잘 이루어지고 있는 국가에서조차) 사고에 대한 현지 정의가 지나치게

분분한 탓으로 인해 신뢰할 수 있고 비교 가능한 부상 수치 식별은 불가능하다는 결론에 이르렀다. 따라서, 이 지표를 사망자 수로 제한할 것을 권고한다.

“치명적이지 않은 충돌 사고 상해는 제대로 기록되지 않는다. 교통사고 사망자 1명당 최소 20명이 비치명적 부상을 입는다. 이러한 부상의 심각도는 즉시 치료할 수 있고 치료가 필요하지 않은 부상부터 영구적인 장애를 초래하는 부상에 이르기까지 다양하다. 부상 심각도를 신뢰성 있게 평가하려면 임상 경험이 필요한데, 부상에 대한 공식 정보를 기록하는 많은 국가의 경찰은 부상을 정확히

분류할 수 있을 만큼의 충분한 교육을 받지 못하는 경우가 많다. 제각각 다른 부상 심각도에 대한 정의가 부상 보고를 더욱 복잡하게 만든다.”(WHO(2013), 도로 안전에 대한 글로벌 실태 보고서

h 추가 지침

6개 시범 도시 중 여러 도시가 높은 사망률에 놀랐는데, 그 척도가

전 세계적으로 관측되는 극한값을 나타냈기 때문이다. 이처럼 대부분의 선진 도시들은 9이상의 값을 얻게 된다

Access to mobility services

모빌리티 서비스 이용

a 정의

모빌리티 서비스를 적절히 이용할 수 있는 모집단의 비율

b 모수

대중 교통(정류장 또는 역)에서 도보 이용 가능 거리 내에 거주하는 모집단의 비율

c 방법론에 대한 설명

M4: 분석 (공간 데이터)

제안된 모수는 “대도시권 대중교통 서비스 지역에 거주하는 모집단 비율” 측면에서 모빌리티 서비스에 대한 접근성을 분석한다.

이는 대중 교통 정류장(마이크로 버스 등의 보조 대중 교통 포함)으로부터 400m 또는 기차역으로부터 800m의 직선 거리 내에 거주하는 사람의 비율을 말한다. 방사형 직선 거리 측정 이외에도, 가로망을 따라 측정된 실제 거리도 적용 가능하다(물론, 이 편이 더 현실성이 높다). 실제 적용할 거리를 기준으로 서비스 지역을 정의하는 값은 버스정류장의 경우에는 500m, 기차역은 1,000m이다. 직선거리 중심의 원형을 통학 가능 거리로 적용하는 경우에는 하천, 댐, 고속도로 등의 장벽을 반드시 포함시킴으로써 대중교통 정류장에서 직접 접근이 불가능한 지역을 제외한다.

서비스 지역 내에 거주하는 사람들의 비율은 버퍼 위저드(Buffer Wizard)를 사용하는 AIS(Address Information System)등과 같은 공간 데이터를 사용해 계산할 수 있다. 버퍼 위저드를 사용하면 해당 피처(Feature)로부터 지정된 거리에 있는 피처(포인트, 선 또는 다각형) 주위에 링을 그릴 수 있다. 버퍼 위저드를 사용하려면 지도에 단위가 정의되어 있어야 하며, 그렇지 않으면 버퍼를 처리할 수 없다. 필요한 데이터는 대중교통 정류장과 모집단에 대한 다른 두 개의 쉐이프 파일(Shape Files)이다.

d 공식 및 계산 방법

$$Accl = \frac{\sum_i (PR_i)}{Cap}$$

Accl = 적절한 접근성 지수 [모집단의 %]

PR_i = 대중 교통 수단 또는 공유 교통 수단 i의 역(또는 정류장)의 허용 가능 반경 내에 거주하는 사람의 수(기차, 지하철 또는 카 세어링 역의 경우, 800m, 아직 다른 교통 수단 범위에 포함되지 않은 버스 또는 전차 정류장 또는 바이크 세어링 역의 경우, 400m) [#]

Cap = 도시의 인구 또는 주민 수 [#]

주소 정로를 이용하여 대중교통 서비스 지역(대중교통 정류장에서 400m 또는 기차역에서 800m 거리) 내에 거주하는 사람의 비율을 계산할 수 있다. 대중교통 정류장의 쉐이프 파일상에서 반경 400미터와 800미터 중 한 곳의 버퍼 위저드를 통해 이 반경 내에 거주하는 사람과의 중첩을 계산할 수 있다. 도로망과 공공서비스망의 경우, 도로망을 따라 실제 도보 거리를 적용할 것을 적극 권장한다. 이 경우에는 물리적 장벽을 고려하여 500m 및 1,000m를 사용해야 한다.

특정 기후나 기타 지역 여건에 따라 도시별 통학 범위를 채택할 수 있다.

e 출처

방법론: 제안된 400미터와 800미터 제한은 다음과을 기준으로 한다.

TNO 사업 부문 모빌리티 및 물류, 유럽 교통 정책과 관련된 지속가능성 및 수단의 개선과 테스트. “통상적으로 허용되는 반경은 400미터로, 이는 대중교통 서비스를 이용하기 위해 사람이 걸어갈 수 있는

최대 거리인 것으로 확인되었다.”

런던 교통, 대중 교통 접근성 수준 측정,

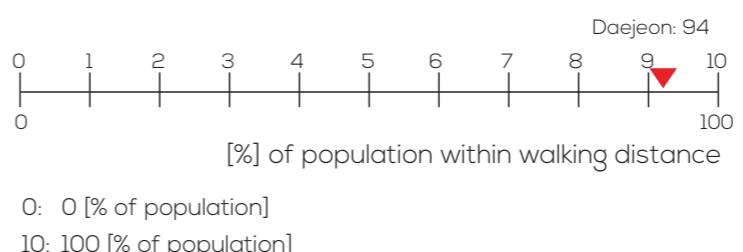
p.2;<https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/londondatastore-upload/PTAL-methodology.pdf>.

“버스의 경우, 최대 보행 가능 시간은 8분 또는 거리상 640미터로 정의된다. 철도, 지하철 및 경전철 서비스의 경우, 최대 보행 가능 시간은 12분 또는 도보 거리 960미터로 정의된다.”

교통 연구 센터 - 텍사스 대학교, 대중 교통 서비스에 대한 접근성 측정: 고객 중심의 대중교통 성과 측정 및 대중 교통 하위 시장 식별 방법 검토, p.13;http://www.utexas.edu/research/ctr/pdf_reports/0_5178_1.pdf “교통 계획에서 사람들이 대중 교통 경로나 정류장으로부터

0.25마일(또는 400m) 이내에 있을 경우, 대중교통을 이용한다고 가정하는 것이 일반적인 관행이다 (Murray 2001, Peng 외 1997, Ramirez 및 Seneviratne 1996). 그러나 Alsharalfah 외 (2005)는 이 ‘0.25마일’이라는 기준이 사람들 이 대중교통을 이용하기 위해 얼마나 걸을 의향이 있는지를 과소 평가한다고 시사한다.”

f 척도



자동차 및 오토바이 소유자들은 도시 인프라에 접근하는데 전혀 문제가 없다. 문제는 차량을 이용할 수 없는 사람이나 도시 지역에서 장거리 이동을 위해 대중 교통을 이용해야 하는 사람이다. 거리가 너무 멀지 않다면, 자전거가 보완적인 기본 교통 수단이 될 수 있다. 대도시에 대한 거리 임계값의 관련성 문제 때문에 이 지표는 대중 교통 접근성 수준만을 설명한다.

거리는 허용 가능한 도보 거리는 버스 및 전차 정류장의 경우에는 400m, 지하철 및 열차역의 경우에는 800m로 가정한다.

공유 자전거역의 경우에는 400m, 공유 차량 시스템의 경우 800m의 거리도 모빌리티 서비스가 허용되는 것으로 간주한다.

h 추가 자침

다음과 같은 방식을 통해 이 지표를 계산할 수 있다.

1) 지리 정보 시스템(Geographic Information System, GIS)을 사용하여 각 버스 및 전차 정류장, 열차역 및 지하철 정류장 주위에 원을 그린다. 버스와 전차의 경우에는 반경 400m 또는 열차/지하철역의 경우에는 반경 800m 범위 내에서 모집단 비율을 결정한다.

“접근성” 관련 스프레드시트에 이 원으로 이루어진 전체 영역 내의 모집단 비율을 입력하면 “접근성” 지표가 생성된다. 일부 온라인 지도 제공 업체는 사

용하기 쉬운 GIS를 제공하기도 한다(예: Google 지도의 경우 <http://gmapgis.com/>).

2) 대안적인 접근법은 도시에 적용된 400m x 400m 그리드를 사용하는 것인데, 각 그리드 내에서 전체 모집단의 백분율을 결정한다.

모집단은 가장 최근에 이루어진 시 당국 인구 조사를 통해 추출하며, 구(區), 자치구, 구역 또는 기타 적절한 구분으로 나눌 수 있다.

각 그리드 내에서 대중 교통 정류장(버스, 지하철, 열차)이 하나 이상 있는지 파악하고 “접근성” 지표 스프레드시트에 각 그리드에 대한 데이터를 입력한다.

3) 시 당국으로부터 받은 도면을 버스, 전차 등이 운행되는 구역(정류장까지 400m)과 지하철, 기차, 보트가 운행되는 구역(역까지 800m)을 식별하여 사용할 수 있다.

4) 도보 가능 거리 내에 거주하지 않는 사람의 수부터 계산한다.

대부분의 도시에서 이처럼 대중 교통 이용이 불가능한 지역은 많지 않기 때문이다



Quality of public area

공공 장소의 질

a 정의

사회적 활동을 촉진하고 시민의 상호 작용을 장려하는 보행자 거리 또는 광장 등 도시 내 흡인력 있는 구역의 존재 유무

b 모수

거리와 광장의 사회적 활용 및 공공 장소 질에 대한 주관적인 평가 보고

c 방법론에 대한 설명

M2: 설문조사

"설문 방법"에 대한 전반적인 내용은 '개요' 부분에 설명되어 있다. 도시에 대한 설문 조사 양식을 제공하며, 표적 모집단은 공공 장소 이용자와 비이용자이다.

설문 문항은 도심에서와 같이 두 거주 근린주구에서 공공 장소의 사용 및 품질 인식을 다룬다.

d 공식 및 계산 방법

변수는 평균 설문조사 점수이다.

$$PAsc_{av} = \frac{\sum PAsc_i}{m}$$

$$PAsc_{av} = \frac{\sum_j PAsc_{ij}}{n_i}$$

PAsc_{av} = 공공 장소의 질과 친화성 평균 점수

PAsc_i = 조사 부문 i에 대한 공공 장소 품질 평가 및 친화성에 대한 평균 점수

PAsc_{ij} = 조사 부문 i 관련 하위 문항 j에 의한 공공 장소 품질에 대한 평균 점수

i = 조사가 이루어진 공공 장소 부문

m: 조사가 이루어진 부문 수

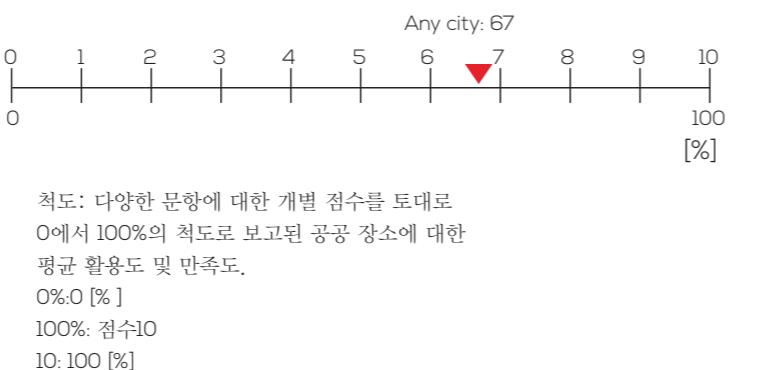
n: 조사 부문 i 관련 하위 문항 수

e 출처

방법론:

Matan, Anne 및 Peter Newman (2012), "Jan Gehl과 걷기 좋은 호주 도시에 대한 새로운 비전", 세계 교통 정책 및 관행 제17권. 설명된 방법론은 빅토리아 교통 정책 연구소(Victoria Transport Policy Institute)에서 79개 유럽 도시에 대한 인식 조사를 토대로 "도시의 삶의 질"에 대한 교통 서비스 및 시설의 품질 및 유럽 도시 감사(European Urban Audit, 2013) 보완 평가 도구에서 채택되었다.

f 척도



g 참고

성공적인 공공 장소는 접근성이 용이하고 안전하며, 친환경적이고 편의성이 우수하다는 네 가지 핵심 특성을 보인다. 이러한 장소는 유모차를 이용하는 여성, 노인과 장애인이 쉽게 이용할 수 있으며, 어린이에게도 안전하다. 또한, 친환경적이며 편의성이 우수하고, 활동을 위한 인프라와 좌석 구조물이 마련되어 있어 사람들이 서로 만나는 장소이며, 놀러 오면 다른 사람들을 데려가는 사교를 위한 장소이다.

접근성과 편의성은 이미 다른 지표에서 다루었기 때문에 중복을 피하기 위해 이 지표는 친화성(도심과 근린주구에 대한 공공 장소의 활용도로 측정)과 좋은 이미지(도심과 근린주구에 대한 도시 인구의 품질 인식을 통해 측정)로 항목을 제한하여 다룬다.

공공 장소는 "연결성"(교통 관련)과 "장소"(즉, 시간 보내기)의 두 가지 주요 기능을 가지고 있기 때문에 이 지표는 공공 장소의 기능이 교통에 의해 방해 받거나 밀려나는 정도를 측정해야 한다.

Urban functional diversity

도시의 기능적 다양성

a 정의

기능적 다양성이란 한 영역에 있는 공간적 기능이 혼재되어 상호 연관된 활동의 균형성을 만들어내는 것을 말한다.

b 모수

1km x 1km의 그리드(Grid) 작업을 제외한 일상 활동과 관련된 10가지 공간 기능 중 평균 존재 (값 1) 또는 부재 (값 0)

c 방법론에 대한 설명

M4: (통계적) 분석

이 방법론의 첫 번째 단계는 기존 데이터와 AIS를 사용해 도시 구역을 1km x 1km의 정사각형으로 나누는 것이다. 다음 단계는 각 그리드에 있는 기능과 없는 기능을 파악하는 것이다.

기능은 10가지 토지 사용 범주로 정의되며 (아래 목록 참조), 따라서 AIS를 이용하여 지도를 생성할 수도 있다. 10 가지 기능 유무에 대한 점수는 해당 그리드 내의 모집단 비율 (도시 인구와 관련됨)로 가중치를 부여한다.

사전 정의된 기능은 다음과 같다:

- 1 사업 (산업, 사무실, 물류 등)
- 2 에너지 자원 (예: 주유소)
- 3 병원 및 의료 서비스
- 4 일반 서비스 (우편, 행정 등)
- 5 학교
- 6 상업 (상점, 슈퍼마켓)
- 7 스포츠 및 레크리에이션
- 8 주거 (가족)
- 9 고령자 전용거주지
- 10 공원 및 녹지

d 공식 및 계산 방법

$$FDS = \sum_{ij} Pop_i (\forall Pres_{ij} > 0)$$

여기서,

FDS = 기능적 다양성 점수 [%]

Pop_i = 구역 i [비율]에 있는 도시의 인구 비율

Pres_{ij} = 구역 i에 기능 j가 존재하는지 유무 (해당 기능이 존재하는 경우 1, 해당 기능이 존재하지 않는 경우, 0) [이진수]

도시는 일상적인 모빌리티 요구와 관련되어 있는 한, 표준 방법론에 제시된 10가지 이외의 다른 공간 기능 범주를 선택할 수 있다.

e 출처

방법론:

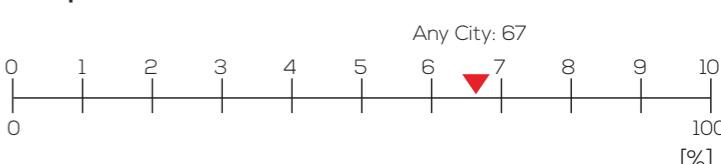
이 방법론은 Shannon 지수를 단순화하여 변형한 것으로, 공간 엔트로피 방법의 설명과 활용은 다음 출처에서 확인할 수 있다.

Batty, M. (2010), "비용, 접근성 및 가중 엔트로피", 지리 분석 제15권, 제3호, 256-267 페이지, 1983.

Boussauw, K. (2012), Flanders의 공간적 균형 성과 지속 가능한 이동 행태의 양상, Ghent 대학교, 과학부.

Brandmüller, T. (2011), "토지 피복 및 토지 이용", Eurostat 지역 연보 2011, 166-167 페이지, 2011.

f 척도



Scaling: The average of the scores for all the grids in the city, expressed as a percentage.

0: average score 0 [%]

10: average score 100 [%]

g 참고

이 지표는 통근통행 시간 지표를 보완하며, 직장 이외에 자택에서부터 학교, 서비스, 상점과 같은 다른 목적지까지의 균형성도 측정한다.

근접성은 자택에서 이러한 일상적인 활동 목적지까지 도보로 이동할 수 있는지를 나타내는 방식으로 측정하며, 이것이 위에서 1km x 1km의 그리드를 제안한 이유이다. 예를 들어, (예: 근린주구에 대한 공간 데이터를 더 쉽게 이용할 수 있어서) 근린주구에 대한 보다 "유기적인" 제한이 더 적절하다면, 도시는 1km x 1km 그리드 대신 대체 공간 단위를 선택할 수 있다. 그러나 이러한 대체 단위의 평균 표면이 1km²와 차이가 날수록 도보 가능성은 나타내는 지표 값이 줄어들고 다른 도시의 지표 값과 비교할 수 있는 지표 값이 작아진다.

Commuting Travle Time

통근통행 시간

a 정의

직장 또는 교육 시설을 오가는 통근(통학) 시간

b 모수

일일 1인당 분 단위로 표시되는 직장 또는 교육 기관으로의 이동과 귀가 여정을 합한 평균 시간

c 방법론에 대한 설명

M2 = 설문 조사

"설문 방법"에 대한 전반적인 내용은 '개요' 부분에 설명되어 있다.

표적 모집단은 출근 또는 교육을 목적으로 통근(통학)하는 거주민이다.

d 공식 및 계산 방법

변수는 평균 설문 조사 점수이다.

$$Tcom_{av} = \frac{\sum Tcom_i}{n}$$

$$Tcom_i = Tout_i + Treturn_i$$

여기서,

$Tcom_{av}$ = 평균 통근 시간 [분/일]

$Tcom_i$ = 통근시간 조사 대상자 i

$Tout_i$ = 자택에서 직장/학교까지 평균 통근 시간 [분/일]

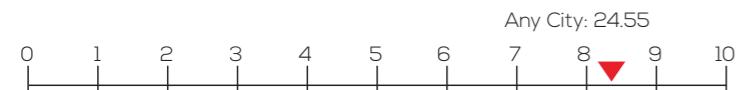
$Treturn_i$ = 개인별 자택까지의 통근 시간 [분/일]

n = 조사 대상 인원

e 출처

방법론: Gallup Organisation, 형가리, 유럽 도시의 삶의 질에 대한 인식 조사.

f 척도



10: ≤ 10 [minutes per day]

0: ≥ 90 [minuets per day]

g 참고

이 방법론은 특정 통근/통학 이동에 초점을 맞추고 있는데, 통근과 통학은 사람들에게 있어 가장 중요하면서도 변경의 여지가 적은 이동이고, 이를 통해 면접 대상자를 명확하게 정의할 수 있기 때문이다.

또한, 기타 유형의 활동을 위한 통근은 기능적 다양성으로 표현된다

Economic Opportunity

경제적 기회

a 정의

취업 시장 및 교육 시스템에 대한 접근성 정도

b 모수

모빌리티 네트워크로 인해 취업 시장 및/또는 교육 시스템에 접근하는 데 있어 잠재적인 어려움에 대한 시민들의 인식

c 방법론에 대한 설명

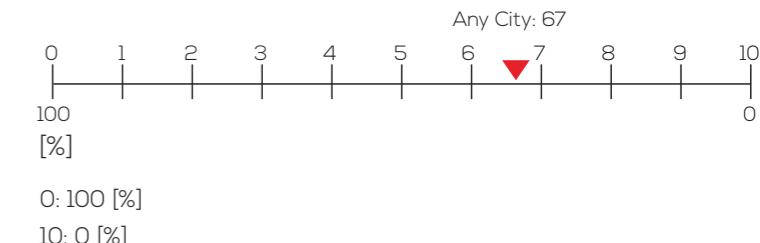
M2 = 설문 조사

인터뷰의 최소 절반은 도시 거주자를 대상으로 하되, 다양한 유형의 교통 수단 간에 합리적인 분배가 이뤄져야 한다.

d 공식 및 계산 방법

변수는 평균 설문조사 점수이다.

f 척도



g 참고

이 지표는 시민의 기본적인 사회 경제적 욕구에 대한 접근성 측면에서 교통 시스템의 기여도를 측정하기 위해 마련되었다.

신규 사업에 대한 매력도는 (시민의 관점에서 봤을 때) 너무 주관적이기 때문에 포함시키지 않았으며, 이러한 주제는 전문가/시 당국 대표 패널과 논의해야 한다.

의료 시스템에 대한 접근성은 모빌리티 네트워크와 관련성이 낮고 도시 계획과 연관성이 더 높은 것으로 판단하여 제외시켰다.

h 추가 지침

통근통행 시간 지표에서 파생된 정보도 고려할 필요가 있다. 정성적 형식으로(제약을 느끼지 않고) 허용 가능한 것으로 간주되는 최대 이동 시간을 추가적으로 조사하고 설문지의 일관성을 재차 확인해야 한다.

지방 정부가 엄밀히 말해, 특히 경제적인 관점에서 '경제적 기회'라는 주제를 간절히 다루고자 한다면, 1인당(근로자만 해당) 도시 교통 부문별 총부가가치(Gross Value Added, GVA)와 관련된 하드 데이터를 검색하기 위해 총력을 기울여야 한다.



Do you feel restricted in terms of job market access because the mobility network is not connecting the place where you are living with the jobs you would like to apply for in less than 1 hours?

YES

NO

Where you restricted in the education choice for your children (primary/high school, university, apprenticeship etc.) because of duration of commute to the university...school?

YES

NO

Net Public Finance

순공공 재정

a 정의

도시 교통과 관련된 정부 및 기타 공공 기관의 수입·지출의 순 결과

b 모수

교통 관련 조세 및 요금에서 GDP당 운영비 및 기타 비용을 뺀 순 정부·기타 공공 기관의 수입; 투자는 모수 계산에서 제외된다.

c 방법론에 대한 설명

M1: 원시 데이터 (기존 데이터베이스)

도시 교통 관련 순공공 재정은 소득에서 운영비를 뺀 값으로 기존 데이터베이스에서 수집한다.

d 공식 및 계산 방법

$$NPF_i = \frac{\sum_i C_i - \sum_j O_j}{GDP}$$

NPF_i = 도시 교통의 순공공 재정 지표 [%]

C_i = 교통 관련 요금으로 인한 시 정부 연간 수입(모든 교통 수단)

[통화/연도]

O_j = 도시 교통과 관련된 시 정부 연간 운영비 (모든 교통 수단)

[통화/연도]

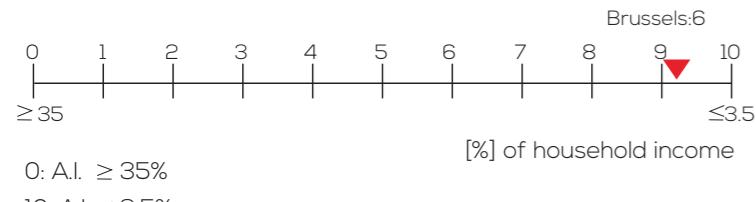
GDP = 도시 (또는 고려 대상 지역)의 국내 총생산 [통화/연도]

e 출처

방법론:

LITMAN, T (2013). 경제 개발 영향, 생산성, 고용, 사업 활동 및 부에 미치는 영향 평가, Victoria..비즈니스 활동과 부(富), Victoria.

f 척도



g 참고

이 지표는 정부가 교통 체계에 대한 지출을 지속할 수 있는 경제성을 반영한다.

비용은 OPEX(운영 지출)로 제한되며, CAPEX(자본 지출)는 고려되지 않는다.

이 지표는 대중 교통 운영에만 초점을 맞추는 것 이 아니라 총 운송 시스템 운영비를 함께 다뤄야 하며, 인프라 유지 관리 비용을 포함하여 모든 교통 수단(철도 및 도로, 내륙 수로 및 여객과 화물)의 비용을 고려해야 한다.

h 추가 지침

계산에 포함시키거나 포함시키지 않아야 하는 항목에 대한 몇 가지

지침:

고려해야 할 수익

대중교통 이용에 대한 이용자의 개인 분담금
주차요금 (공영주차장)

고가의 폐기물에 대한 과징금

택시 서비스, 유료 도로, 도시 진입 허가, 인프라 사용, 운송 장비

소유에 따른 도시세

고려 대상에서 제외시켜야 하는 수익

교체된 장비의 판매

당국으로부터 받은 보조금

징수된 일반 벌금

제공되었거나 제공 예정인 운송 서비스와 관련되지 않은 제3자의 선물

고려해야 할 비용

대중 교통 (운전기사, 롤링 장비 유지보수 인력 등)에 직접 할당

가능한 인건비

에너지원

임대/대여

보험료

도로, 공공 수송망 등의 수리 및 유지보수 비용 (자재 및 비정규 근로자)

대민 관계 (대중교통/주차)

시(市) 책임하에 이루어지는 도로 유지 관리 고려 대상에서 제외시켜야 하는 비용

구매

기타 인건비

납부된 벌금

세금

당국에 대한 과징금

임대료 및 자본 회수

후원

근로자에 대한 보험료(인건비에 포함시켜야 함)

연구비

기능적 다양성

통근통행 시간

경제적 기회

순공공 재정

모빌리티 공간 활용

이 목록은 참조용일 뿐이며 완전한 것은 아니다.

점수를 해석할 때는 계산에 포함된 요소를 고려해야 한다는 점에 유의해야 한다. 실제로 일부 교통 수단이나 서비스는 다른 것보다 “비용이 많이” 들며, 그러한 교통 수단이나 서비스가 포함되지 않은 경우(예: 도로 유지 보수, 다리 유지 보수 등), 점수는 제안된 척도와 비교했을 때 양호하게 보이는 경향이 있다. 마찬가지로, 주차 요금과 같은 수익이 총액에 포함되지 않은 경우에는 지표 결과가 너무 낮아 보일 수 있다.



Mobility Space Usage

모빌리티 공간 사용

a 정의

직접 사용 및 간접 사용을 포함하여 모든 도시 교통 수단이 차지하는 토지 이용 비율

b 모수

1인당 직간접 모빌리티 공간 이용량 평방 미터

c 방법론에 대한 설명

M4: 공간 분석

모빌리티 공간 이용 효율성은 도시 전체 인구 대비 직간접 이용을 포함한 모든 도시 교통 수단이 차지하는 면적의 비율로 산출된다.

공간 이용량은 공간 데이터와 AIS를 사용하여 도시 교통의 쉐이프 파일 영역과 전체 영역 중 하나의 중첩을 계산하여 측정하는 것이 바람직 하며, 대안적 방법으로 기존 데이터를 사용할 수 있다.

d 공식 및 계산 방법

직간접적 이용을 포함한 모든 도시 교통 수단이 차지하는 토지 이용의 효율성

$$LUM = \frac{\sum_i (LD_i + LI_i)}{Cap}$$

LUM = 모빌리티 적용 관련 토지 이용 [m^2]

LD_i = 모빌리티 수단 i에 대한 직접 토지 이용 [m^2]

LI_i = 모빌리티 수단 i에 대한 간접 토지 이용 [m^2]

i = 모빌리티 수단 [#]

Cap = 도시의 인구 또는 주민 수 [#]

효율성은 총 인구를 참조하여 간접적으로 모빌리티 결과물을 나타낸다. 도시 교통에 의한 직접적인 토지이용은 사람과 차량 이동에 사용되는 도로, 가로, 광장 등의 교통 인프라가 포함된 지역 (공원, 놀이터, 운동장 등을 제외한 공공장소)을 말한다. 공항과 항구는 제외되며, 내륙 항구는 포함된다.

도시 교통에 의한 간접 토지 이용은 도시 화물 운송용 노외 주차 구역, 보안 구역, 휴게소, 역, 내륙항 허브, 창고 구역, 물류 센터 등의 간접적 이용을 말한다.

토지 이용 계산 관련 제안 사항:

- 직접적 토지 이용
 - 고속 환승 도로
 - 기타 도로
 - 철도
 - 내륙 항구 및 수로
- 간접적 토지 이용
 - 개방 주차장
 - 전용 주차장
 - 휴게소 및 주유소
 - 보관 및 물류 센터
 - 역

마찬가지로 지하 주차장은 계산에 포함시키지 않는다.

필요한 경우, 사용으로 약 $800m^2$ 를 주유소의 평균 토지 이용에 할당할 수 있다 (출처: Brussels 지역 주소 등 데이터베이스 ATLAS). 주차 공간 사용량을 추정하려면 주차 공간의 수에 지표 면적을 곱한다 ($\sim 13 \sim 18m^2$).

e 출처

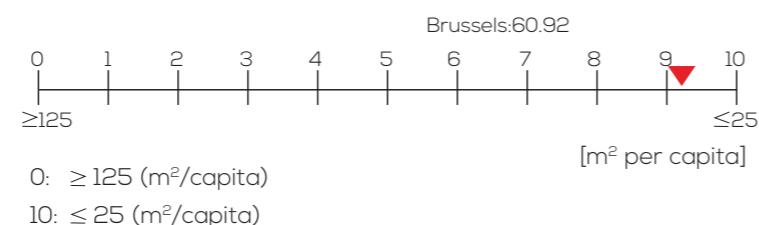
방법론

설명된 방법론은 빅토리아 교통 정책 연구소 (VPTI, "교통 토지 이용 영향 평가", (2012), p. 11-16)의 정보를 토대로 한다.

데이터 출처:

모빌리티용 직간접 토지 이용은 주소 데이터 정보체계에서 추출할 수 있다(주차용 순 토지 이용은 단계 수를 곱해야 함).

f 척도



자동차 통행을 위한 토지 이용은 주거용 토지 이용과 거의 같아서 (미국: 출처: Litman), 최소 $125m^2$ 의 점수가 선택된다.

g 참고

직접적 토지 이용은 인프라 범주 (예: 2급 도로)의 총 길이에 범주별 표준 너비를 곱한 값으로도 계산할 수 있다.

간접 토지 이용은 주차 및 휴게소의 평균 단위 표면을 토대로 계산할 수도 있다.

h 추가 지침

가장 중요한 간접적 토지 이용은 주차장과 주유소이다.

보안구역과 내륙 항만 허브는 간접적 토지이용으로 간주할 수 있다.

이 지표는 가용 공간이 아닌 토지 이용에 중점을 두기 때문에 5층짜리 역은 이 표면의 5배가 아니라 점유하는 지표면으로 계산되며,



Emissions of greenhouse gases (GHG)

온실 가스 배출량(GHG)

a 정의

모든 도시 여객 및 화물 운송 교통 수단에 의해 생산에서 소비까지 (Well-to-wheels) 발생하는 GHG 배출

b 모수

1인당 연간 도시 교통에 의해 발생하는 생산에서 소비까지(well-to-wheel)의 배출물에 상응하는 톤 CO₂ 등가물

$$G = \frac{(\sum_{ij} A_{ij} (\sum_k S_{jk} * I_{jk} * (C_k (1 + F_{ijk}) + W_k)))}{Cap}$$

c 방법론에 대한 설명

M3 계산(교통 모델)

이 지표는 모든 도시 교통 수단(화물 및 여객, 공공 및 민간)에서 배출되는 1인당 GHG의 총 배출량을 측정하며, 이것을 1인당 총 차량 주행 거리에 해당하는 GHG 양으로 환산하여 계산한다. 가정에서(개인) 전기 차량을 충전하기 위한 전력 소비량을 포함시켜야 하며, 이 경우 식별/등록된 전기 자동차(자동차, 오토바이, 자전거, 운송업체 등)의 수와 예상 전기 사용량을 기반으로 하는 추정치가 필요하다.

총 차량 주행 거리는 교통 모델을 통해 수집하는 것이 가장 이상적이지만, 대안적인 방법으로 현장 측정(대표 위치의 트래픽 수) 또는 설문 조사(사람들의 이동 행태에 대한 질문)을 통해서도 가능하다.

물론 모빌리티에 대한 기존 도시 데이터베이스에서 차량 주행 거리가 주어지는 경우에는 이를 사용하면 된다.

이 지표는(국제) 국가 데이터베이스에서 확인할 수 있는 에너지 집약도에 대한 기준 모수를 사용하여 계산한다. 재화와 사람을 이동시키는 데 사용되는 에너지의 양을 측정하고, 연료 종류별(에너지 생성물)

사용 에너지에 따라 CO₂ 배출량을 계산한다. 기타 GHG의 경우 CO₂ 등가 배출량은 배출 단위당 환산계수를 기준으로 산정한다.

d 공식 및 계산 방법

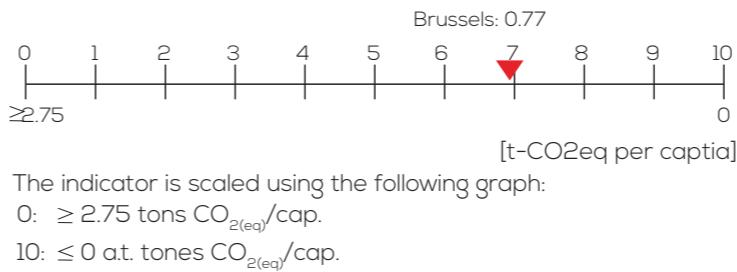
도시 교통 GHG의 총량은 다음 단계에 따라 교통 수단별 및 차량 유형별 차량 주행 거리 총량으로부터 계산된다.

- 1 단계: 차종 및 연료 유형당 차량 주행 거리를 다양한 GHG의 총 배출량으로 환산
 - 2 단계: 다양한 GHG의 배출량을 CO₂ 등가 물로 환산
 - 3 단계: 배기관 배출량(pump-to-wheel)을 생산에서 소비까지 이르는(well-to-wheel) 단계에서 발생하는 배기ガ스로 변환.
- 이는 다음 공식으로 나타낼 수 있다.

인수 S_{jk} 및 I_{jk}에 대해 국가 값을 적용할 수 있을 것으로 예상된다. F_{jk}는 국제 표준(즉, GHG 프로토콜)에서 찾을 수 있으며, 인수 C_k는 IPCC AR4 (2007), p. 212, 기후 변화 2007에서 확인 할 수 있다.

인수 W_k는 [연방 고속도로 관리국, U.S. DOT, 계획 프로세스에 통합하기 위한 교통 온실 가스 추정을 위한 편람]과 같은 표에서 도출할 수 있다.

f 척도



g 참고

생산에서 소비까지 이르는 (Well to Wheel) 단계에서 발생하는 배출물을 포함하여 포괄적인 접근 방식이 제공되며, 그렇게 함으로써 해당 에너지 생산이 도시에 직접적으로 영향을 미치지 않더라도 (글로벌 측면에서의) 총 CO₂ 영향을 고려한다. 이는 연료 구동 수단에서뿐만 아니라 전기 생산 시 발생하는 배출량(이 경우 교통 수단이 사용하는 전기 생산과 관련됨)은 철도 운송뿐 아니라 도로 운송에서도 고려되어야 한다.

도시 크기를 반영하지 않고 생산에서 소비 단계 까지의(well-to-wheel) 모든 측면과 모빌리티 시스템 관련 솔루션의 전체 체인(예: 거리 단축 인프라 작업 및 교통 수단 선택 전환)을 검증하려면 "1인당"이라는 단위가 필요하다. 차량 주행 거리를 사용하면 운송 시장에서 사용할 수 있는 특정 솔루션이 가려짐으로써 동일한 출발지-목적지로 이동하는 주행 거리가 줄어든다.

CO₂ 이외의 가스는 CO₂의 GWP에 대한 지구 온난화지수(GWP)를 나타내는 등가계수를 사용하여 모수에 포함시킨다.

h 추가 지침

해당 도시에 교통 수단으로 운전한 거리 또는 각 교통 수단 분할에 대한(추정) 데이터가 없는 경우에는 소비된 연료량과 전기를 대신 적용할 수 있다.

연료와 관련하여 운송을 위한 연료 소비량은 지역 주유소에서 획득한 연료 소비량을 기반으로 추정할 수 있으며, 예상 연료 소비량과 거리의 관계는 다음 사이트에서 확인할 수 있다.

<http://www.co2count.org.uk/defradoc.pdf> http://www.ukconversionfactorscarbonsmart.co.uk/documents/2014%20Emission%20Factor%20Methodology%20Paper_FINAL-4Jul14.pdf <http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/tools/co2-mobile.pdf>



대중 교통의 경우, 운수 업체로부터 차량에 사용된 에너지 (예: 연료, 전기 등)에 대해 보고받을 수 있다.

상기에서 수집된 데이터를 기반으로 CO_2 배출량을 계산할 수 있으며, 연소와 관련된 비 CO_2 가스에 대해 평균 CO_2 등가물 보정 값을 추가해야 한다는 점을 고려해야 한다.

휘발유, 경유 및 LPG(바이오 에너지 등가물): 1,0001

가솔린, 디젤, LPG(및 바이오 물질 등가물): 1,0001

CNG(및 바이오 물질 등가물): 1,02

수소는 GHG 가스를 생성하지 않을 것으로 예상: 0,00

전기: 사용된 CO_2 값에 비 CO_2 가스가 포함될 것으로 예상: 1,00

석탄이 여전히 직접 연료로 사용되는 경우, 차량 (열차/보트/...)이 운행되는 동안 CO_2 에 상응하는 영향을 미치는 비 CO_2 가스 함량에 대한 배출량 측정 테스트를 실시할 것을 권장하며, 계산 시에는 관련된 보정 계수를 사용한다.

Congestion and Delays

교통 혼잡 및 지연

a 정의

자유 교통류 이동과 비교하여 피크 시간 동안의 도로 교통 및 대중 교통 지연

b 모수

두 교통 수단에 대해 최대 10개의 주요 교통 통로를 대상으로 혼잡 시간대 도로 교통 및 대중 교통의 통행 시간 준수를 고려한 자유 교통류 이동 시간 대비 피크 이동 시간 비율의 운행당 가중 평균

c 방법론에 대한 설명

M5 현장 측정 및 MI: 분석, 외부 원시 데이터 도로 혼잡의 경우, 자유 교통류 조건에서 이러한 교통 통로의 이동 시간과 대조적으로 아침 및 저녁 피크 시간 (교통 통로당 평균 피크 이동 시간) 동안 가장 대표적인 10개의 도시 교통 통로를 따라 이동 시간을 측정한다.

대중 교통의 경우, 지연은 자동차 통행을 위해 선택한 유사한 교통 통로 및 시간대에 대한 대중 교통 회사의 운행 시간 준수 통계를 토대로 계산해야 한다. 해당 데이터가 없는 경우에는 이러한 지연 시간을 직접 측정해야 한다.

도로 교통의 경우, 실시간 교통 상황을 기반으로 하는 온라인 경로 플래너(앱)로 얻은 피크 시간대의 이동 시간과 한산한 시간대의 이동 시간 데이터를 사용하는 것이 더 저렴하고 쉬운 대안이다(추가 지침 참조).

d 공식 및 계산 방법

$$DCi = MS_{road} * \frac{\left(\sum_{i=1}^{10} \left(\frac{CTi * PHTi}{FFT_i} \right) \right)}{\sum_{i=1}^{10} CTi} + MS_{pt} * \frac{\left(\sum_{j=1}^{10} (PTj * RTIj) \right)}{\sum_{j=1}^{10} PTi}$$

CD_i = 교통 혼잡 및 지연 지수 (피크 시간대 지연율) [지연 %]

CT_i = 주요 도로 통로에서 피크 시간대에 통근용 자동차 운행 횟수 i [#]

PHT = 주요 도로 통로의 피크 시간대 이동 시간 i [분]

FFT = 주요 도로 통로의 자유 교통류 이동 시간 i [분]

PT_j = 환승 통로 j의 피크 시간대 통근을 위한 대중 교통 이용 횟수 [#]

$RTIj$ = 환승 통로 j의 피크 시간대 시간표와 비교한 지연율을 제공하는 운행 시간 준수 지수 [지수]

MS_{road} = 교통 수단 공유 도로 [%]

MS_{pt} = 교통 수단 공유 대중 교통 [%]

e 출처

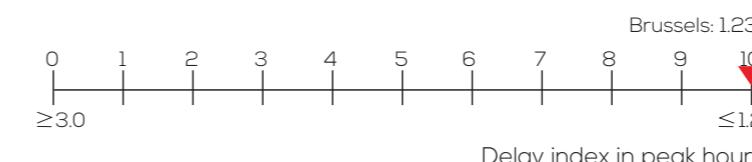
데이터 출처:

자동차 통행량에 대한 플로팅 카(Floating car)

측정 방법

대중 교통 환승 지연 통계.

f 척도



0: ≥ 3.0 [% delay] (relation peak hour time/normal condition travel time)

10: ≤ 1.25 [% delay] (relation peak hour time/normal condition travel time)



g 참고

피크 시간은 많은 사람들이 출퇴근하는 근무일의 시작과 끝 시간이다. 해당 시간은 시민의 습관 및 근로 법규에 따라 달라지므로 각 도시별로 정의해야 한다.

이 수식은 사용된 기술과 관계없이 도시 크기를 반영하지 않고 모든 관련 교통 수단을 검증하기 위해 자유 교통류 트래픽의 백분율 편차로 표시된다.

이 방법론은 달성 가능한 10개의 교통 통로를 선정하여 피크 시간 조건에 대해 제안되는데, 이는 10개의 교통 통로와 이동 시간을 평가하기 위해 고려되는 부분을 얼마나 적절한 선택하느냐에 따라 크게 좌우된다. 도로에 대한 INRIX 지수는 보다 정교한 측정이 가능한 도시에 대한 지표의 도로 부문에서 선호된다.

h 추가 지침

해당 도시가 도로 혼잡 관련 쟁점을 집중적으로 다루고자 한다면, 대중 교통(지연)과 관련된 용어는 무시할 수 있다. 이는 대중 교통에 자체 차선이 있어 일정에 비해 지연율이 매우 적은 경우에 특히 적절하다.

자유 교통류 조건을 정의하려면 특별한 주의가 필요하다. 일부 도시에서는 특히, 차량이 속도 제한을 위반하는 경향이 높은 야간은 가장 피해야 하는 시간대이며, 이 경우 오전이나 오후에 측정하는 것이 보다 합리적일 수 있다. 실제 교통 상황에 대한 링크가 포함된 경로 매핑 (예: 웹 기반)은 자유 교통류 시간대에 대한 법적 조건을 고려하는 경우, 이동 시간을 계산하는데 사용할 수 있다.

Energy efficiency

에너지 효율

a 정의

도시 교통에 소비되는 총 에너지

b 모수

승객 km 및 tonne km당 도시 교통의 총 에너지 사용량
(모든 교통 수단에 대한 연 평균)

c 방법론에 대한 설명

M4: 계산(교통 모델)

차량 주행 거리의 총 수는 교통 모델을 통해 수집하는 것이 바람직하지만 대안적인 방법으로, 현장 측정 (대표 위치의 트래픽 수) 또는 설문조사 (사람들의 이동 행태에 대한 질문)도 가능하다.

물론, 모빌리티 관련 기준 도시 데이터베이스에서 차량 주행 거리가 주어지는 경우에도 사용할 수 있다.

이 지표는 에너지 집약도에 대한 기준 모수로 계산되며, 화물-킬로미터 단위 및 교통 수단별로 이동한 승객-킬로미터 단위당 사용된 연료를 나타낸다.

d 공식 및 계산 방법

이동 거리당 도시 교통의 최종 에너지 사용량
(모든 교통 수단에 대한 연 평균) (모든 교통 수단에 대한 연 평균).

$$E = \frac{(\sum_{ij} A_{ij} (\sum_k S_{jk} * I_{jk} * EC_k))}{TV_{pass} + (TV_{fre} * 8)}$$

E = 에너지 소비율 [MJ/km]

TV_{pass} = 수송량 여객 수송 (여객 km) [백만 여객 km]

TV_{fre} = 수송량 화물 운송 [백만 톤 km]

S_{jk} = 차량 유형 j 및 운송 수단 k 당 연료 유형 k 의 비중 [비율]

I_{jk} = 차량 유형 j 및 연료 유형 k 의 주행 거리당 에너지 집약도

[l/km 또는 MJ/km 또는 kWh/km]

A_{ij} = 활동량 (교통 수단 i 및 차량 유형 j 별 주행 거리) [연간 백만 km]

EC_k = 연료 k 의 연료 에너지 함량 [l/km 또는 MJ/km 또는 kWh/km]

k = 연료 종류 [유형]

i = 교통 수단 (승용차, 전차, 버스, 기차, 오토바이, 내륙 선박, 화물 열차, 트럭 등) [유형]

j = 차량 등급 (가능한 경우, SUV 등 모델로 지정된 경우) [유형]

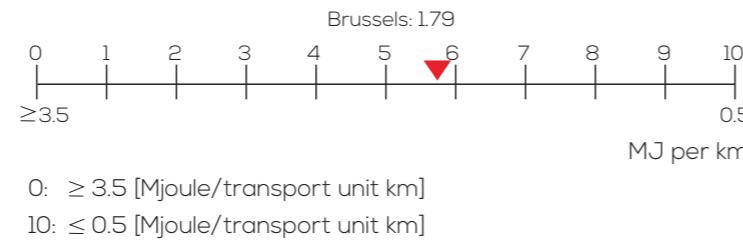
e 출처

데이터 출처:

고려 대상 도시에 대한 특정한 계산을 하기 위해서는 연료의 에너지 함량 변환 계인수에 특정 국가 값을 적용하는 것이 바람직하다. 국가 값은 인수 S_{jk} , I_{jk} 및 A_{ij} 에 대해 사용할 수 있을 것으로 예상된다.

특정 국가 값을 사용할 수 없는 경우 문헌에서 국제 표준 값을 찾을 수 있다. UN (2007), 지속 가능한 개발 지표: 지침 및 방법론 참조.

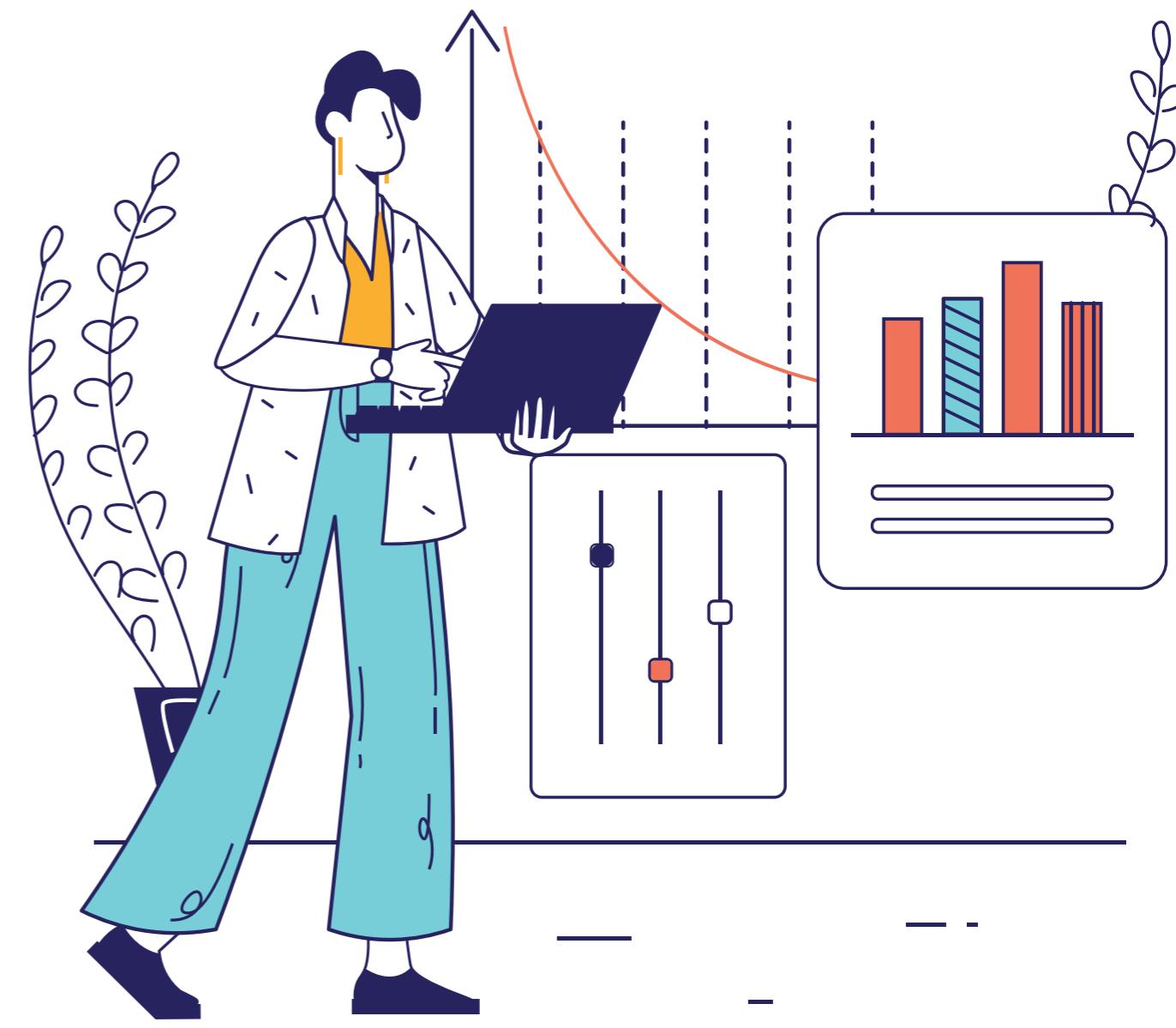
f 척도



에너지원의 이론적인 에너지 함량을 사용해 총 최종 에너지와 관련하여 에너지원당 최종 에너지 사용량의 합계 백분율을 계산하여 다른 에너지원을 하나의 모수로 결합할 수 있다.

h 추가 지침

해당 도시에 교통수단을 통해 주행한 거리 또는 각 교통수단 분담과 관련된 데이터가 없는 경우, 소비된 에너지를 대신 적용할 수 있다. 연료와 관련하여, 운송에 필요한 연료 소비량은 지역 주유소에서 넣은 연료를 기준으로 추정할 수 있다. 예상 연료 소비량과 거리의 관계는 다음 사이트에서 확인할 수 있다.



Opportunity for Active Mobility

모빌리티 활성화를 위한 기회

a 정의

보행, 자전거 등의 소프트 모드(Soft Modes) 사용을 의미하는 모빌리티 활성화를 위한 옵션과 인프라

b 모수

보도 및 자전거 도로가 있는 도로와 거리의 길이, 도시 도로망의 전체 길이와 관련된 30km/h (20mph) 구역 및 보행자 구역 (고속도로 제외)

c 방법론에 대한 설명

M4: 분석(통계 데이터)

이 지표는 능동적인 모빌리티가 가능한 공간을 측정하기 때문에(고속도로를 제외한) 도시 도로망의 전체 길이와 관련된 보도 및 자전거 도로 및 30km/h (20mph) 구역 및 보행자 구역이 있는 도로와 거리의 길이의 백분율로 계산된다. 단, 해당 도로 길이가 둘 이상의 범주에 속하는 경우에는 한 번만 산정된다.

이 비율은 공간 데이터와 AIS를 사용하여 얻는 것이 바람직하며, 대안으로는 도로 길이에 대한 기존 데이터를 사용할 수 있다. AIS를 이용하여 도시 네트워크의 길이(고속도로 제외)와 모빌리티 활성화가 가능한 도로의 길이를 모두 매핑할 수 있기 때문에 “식별 연산(identity operation)”을 통해 두 개의 모양이 다른 파일을 대조할 수 있다.

d 공식 및 계산 방법

$$R_{am} = 100 * \frac{(L_{sw} + L_{bl} + L_{z30} + L_{pz})}{L_{rn}}$$

R_{am} = 모빌리티 활성화에 적합한 도로 길이의 비율 [%]

L_{sw} = 보도가 있는 도로망의 길이 (보행자 구역이 아닌 경우) [km]

L_{bi} = 자전거 도로가 있는 도로망의 길이 (30km/h 구역이 아닌 경우) [km]

L_{z30} = 30km/h 영역의 도로망 길이 [km]

L_{pz} = 보행자 구역의 길이 [km]

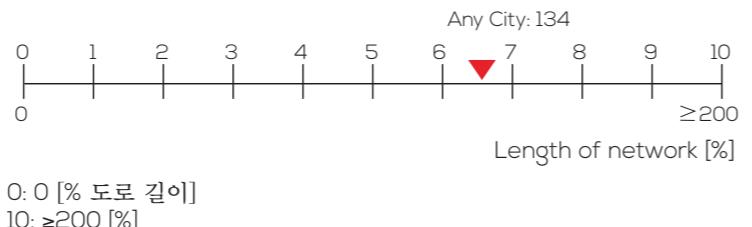
L_{rn} = 도시 도로망의 총 길이 (고속도로 제외) [km]

e 출처

방법론:

연방 환경청, 지속가능한 모빌리티를 위한 품질 목표 및 지표, p. 37, <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3793.pdf>.

f 척도



g 참고

보도 또는 보행자 구역이 있는 도로 및 거리의 길이에 도시 도로망(고속도로 제외)의 전체 길이와 관련하여 자전거 전용 도로 또는 30km/h (20mph) 구역이 있는 도로 및 거리의 길이를 더한 값.

(인력과 전동 보조 모터가 결합된) “하이브리드” 차량이 점점 더 많이 시장에 소개되고 있다 (경량 “유사 차량”). 실제적인 이유로 (모수 내에서 설명하기 어려움) 이러한 차량에 대한 특정 시설은 지표 정의에 포함되지 않는다.

h 추가 지침

비실제적인 인도나 자전거 도로를 배제하고 관련 기준을 충족하는 시설만 포함시켜야 한다. 그 기준은 지역/국가마다 다르며, 기술 지침에서 일반적으로 허용하는 바와 같이, 보도 최소 너비는 0.60미터, 자전거 도로의 경우에는 0.75 미터로 고려할 것을 권고한다.





Intermodal Integration

다수단 연계통행 통합

a 정의

다수단 연계통행 연결의 가용성 및 인터체인지 시설의 질

b 모수

다양한 교통 수단과 보고된 양호한 조직 간의 연결 수 및 빈도,

인터체인지 시설의 정보 및 물리적 접근성

c 방법론에 대한 설명

M2 = 설문 조사

"설문 방법"에 대한 전반적인 내용은 '개요' 부분에 설명되어 있다.

표적 모집단은 다수단 연계통행의 사용자와 비 사용자이다.

설문 조사 인터뷰의 절반 이상은 인터체인지 사용자를 대상으로 해야 하며, 다양한 유형의 인터체인지와 인터체인지 위치 간에 합리적인 배분이 이뤄져야 한다.

설문조사 문항은 다수단 연계통행의 가용성과 인터체인지 시설의 필수 요소, 제공되는 시설 및 서비스의 품질에 관한 것이다.

예를 들어, P+R의 경우, 사용자 및 비사용자의 만족도와 관련하여 다음과 같은 질문을 제시할 수 있다.

충분한 주차 공간

주차장에서 역/대중교통 정류장까지 짧은 도보 거리

주차 차고 또는 주차장의 안전

주차 차고 또는 주차장의 편의성과 청결

운행 정보와 경로 안내의 품질
대체 교통 수단에 대한 쉽고 빠른 접근성(예:
주차 및 대중 교통의 발권 시스템 통합)
대중 교통의 빈도

기후 조건(비, 직사광선, 더위, 추위)에 대비
한 대피소

d 공식 및 계산 방법

$$QIntsc_{av} = \frac{\sum QIntsc_i}{n}$$

여기서,

$QIntsc$ = 인터체인지 품질의 평균 점수

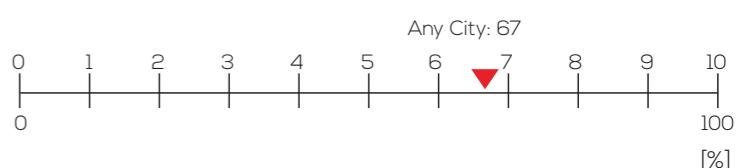
$QIntsc$ = 인터체인지 품질에 대한 설문조사 질문 i 의 평균 점수

n = 조사 대상자 수

e 출처

방법론:
LUYBEN, K., 견고한 도로망 설계 OECD, 지상 운송 네트워크의 신뢰성 향상, 파리

f 척도



Scaling: Reported average satisfaction on a scale of 0 to 100%
0: 0 [%]
10: 100 [%]

g 참고

이 지표는 다양한 교통 수단의 품질을 별도로 설명하는 안락함과 쾌적성 지표를 통해 보완된다.
대중 교통 정류장 또는 역과 P+R 시설에서 제
공되는 바이크 셰어링 시스템도 고려 대상이다.

Comfort and Pleasure

안락함과 쾌적성

a 정의

도시의 교통수단과 서비스를 이용하는 시민들의 육체적 정신적 편의성

b 모수

도시 교통의 편안함과 도시 지역에서의 이동의 쾌적성에 대해 보고된 평균 만족도

c 방법론에 대한 설명

도시 대중 교통의 편의성에는 정시 운행, 혼잡도, 설비의 품질, 화장실 (예: 열차 내 및 기차 역), 서비스 (예: 열차 내 음식 제공), 설비 수명 및 정보 가용성이 포함된다. 자전거 타기 및 걷기의 편의성에는 도로 포장 상태와 인도 및 자전거 도로의 너비가 포함된다. 자동차 통행의 편의성은 도로의 포장 상태, 양질의 교통 관리를 의미한다. 운송 시스템의 전반적인 품질과 다수 단 연계통행 연결의 완전성도 이 지표에서 다룬다. 또한, 이 지표는 이동하는 사람들이 즐길 수 있는 것으로 간주되는 도시 이동의 유형 또는 양상을 의미한다.

d 공식 및 계산 방법

$$COMFsc_{av} = \frac{\sum_i COMFsc_i}{m}$$

$$COMFsc_i = \frac{\sum_j PCOMFsc_{ij}}{n_i}$$

여기서,

$COMFsc_{av}$ = 도시 교통의 안락함과 쾌적성 평균 점수

$COMFsc$ = 안락함과 쾌적성 | 평균 점수

$COMFsc$ = 사람 i 에 대한 안락함과 쾌적성 평균 점수

n_i = 항목 i 에 대한 설문조사의 표본 크기

m = 고려된 항목의 수

i

1 화물 운송의 안락함과 쾌적성

2 도로의 편의성

3 차안에서의 쾌적성

4 오토바이에서의 쾌적성

5 자전거 타기의 쾌적성

6 자전거 타기의 편의성

7 도보 쾌적성

8 도보 편의성

9 대중 교통 쾌적성

10 대중 교통 편의성

11 카 세어링의 쾌적성

12 카 세어링의 편의성

13 바이크 세어링의 쾌적성

14 바이크 세어링의 편의성

e 출처

방법론:

CIVITAS (2012), CIVITAS Elan Final Evaluation Report, p.213 Concerning pleasure e.g.: ORY, D.T. and L. MOKHTARIAN (2005), "When is Getting There Half the Fun? Modelling the Liking for Travel", in: Transportation Research 39A(2-3), 2005, pp. 97-124.

f 척도



g 참고

시민의 화물 운송에 대한 접근성은 적절한 택배 배송 서비스를 포함한다.

교통 계획은 일반적으로 이동에 소요된 시간이 비용이라는 가정을 기반으로 한다. 그러나 사람들이 일정량의 이동이나 특정 유형의 이동을 즐겁게 여긴다는 징후는 얼마든지 있다. 편안함과 서비스 가용성(예: WiFi 가용성)을 높이면 이동 중 쾌적함과 주변 경치를 감상하는 시간을 늘리는 데 크게 기여할 수 있다.



d 공식 및 계산 방법

값은 설문조사 평균 점수로 한다.

$$SECsc_{av} = \frac{\sum_i SECsc_i}{m}$$

$$SECsc_i = \frac{\sum_j SECsc_{ij}}{n_i}$$

여기서,

$SECsc_{av}$ = 도시 모빌리티의 평균 보안 점수

$SECsc_i$ = 교통 수단 i의 보안 평균 점수

$SECsc_{ij}$ = 교통 수단 j의 보안 평균 점수

i: 교통 수단 i 식별

n_i : 교통 수단 i 관련 설문조사 문항 수.

i

1 대중 교통

2 자동차

3 오토바이

4 자전거

5 도보

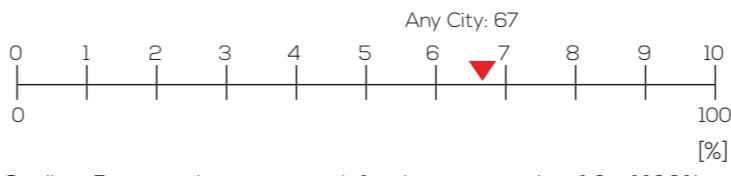
m : 조사 대상자 수.

e 출처

방법론:

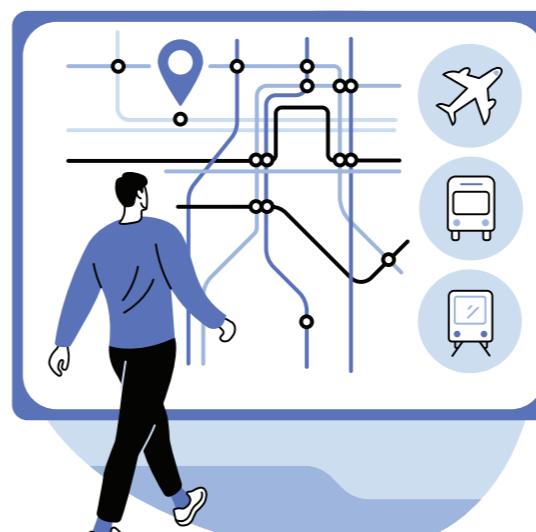
SUMMA 및 운송 및 모빌리티 Leuven, 지속 가능한 운송 및 모빌리티 운영: 시스템 디아이그램 및 지표, p. 23, 136, <http://www.tmleuven.be/project/summa/summa-d3.pdf>.

f 척도



Scoring: Reported average satisfaction on a scale of 0 of 100%

0: 0 [%]
10: 100 [%]



g 참고

사건에는 재산 관련 범법 행위, 승객에 대한 물리적 범죄 및 운전자에 대한 범죄가 포함된다. 보안은 사용자가 해당 교통 수단을 이용할 수 있다는 확신을 줘야하기 때문에 실질적인 보안과 별도로 사람들이 느끼는 보안도 지속 가능한 도시 교통의 틀에서 보면 중요한 문제이다. 이러한 확신이 없으면 모빌리티 요건 준수에 부합하지 못한다.

범죄와 관련된 주관적 보안은 (지하) 주차장, 거리 및 광장, 역 및 버스 정류장, 대중 교통 승차 등과 같은 다양한 교통 수단 환경에서의 주야간 상황을 포함한다.

특히, 설문 조사에서 여성 교통 이용자의 입장을 설문조사에서 충분히 대변해야 한다.



ADDITIONAL URBAN MOBILITY PARAMETERS

6개 시범 도시에서의 실제 경험을 토대로, 집필진은 도시 모빌리티와 개발 기회를 이해하는 데 유용한 추가 모수 세트를 추천하고자 한다. 이러한 모수 중 일부는 교통수단 분담 또는 점유율과 같은 지표 계산에 필요하며, 다른 모수는 스마트 카드, 실시간 정보 등과 같은 기술 솔루션의 배포에 영향을 미친다.

이러한 요소는 지표가 아닌 모수로 정의되는데, 그 이유는 무엇이 좋고 나쁜지 정의하지 않고, 해당 도시의 목표에 따라 가장 적합한 조건(최적화)이 달라지기 때문이다. 가령, 일부 도시는 대중교통 이용률을 높이고자 하는 반면, 또 다른 도시는 대중 교통 차량 과적으로 어려움을 겪고 있다. 이와 마찬가지로, 개발도상국에서 도보가 우세한 교통수단 분담은 안타깝게도 우수한 모빌리티 활성화를 위한 기회라기보다 인프라가 부족하다는 신호인 경우가 많다.

제안된 모수는 다음과 같다:

Speed in the Transport Network

교통수단 네트워크 속도

특정 교통 수단을 이용하는 여객의 비율로, 교통수단 분담은 지속가능성 목표를 정의하고 다양한 운송 모드 사용의 균형을 유지하는 중요한 모수이다. 운송 네트워크의 속도는 얼마나 많은 사람들이 이동할 것인지에 영향을 미친다. 차량의 속도, 모든 교통 수단(자전거 및 도보 포함)에 대한 효율적인 이동 인프라가 포진한 영역의 크기, 노선간 분기점의 질, PT의 빈도에 의해 영향을 받는다.

Motorization rate (4W, 2W)

자동차 보급률 (4륜, 2륜)

이 모수는 중증 인구 1000명당 보급된 동력화 차량의 수로 정의된다. 자동차 보급률은 일반적으로 도시 경제 발전에 따라 증가하며, 일부 지표 값을 해석하기에 좋은 모수이다 (차량이 너무 많거나 기반 시설이 부족해서 교통 혼잡이 발생하는가?)

Vehicle Miles Travelled Per Capita

1인당 차량 주행거리

이 모수는 거주자당 차량 주행 거리를 측정하며, 이동 거리 및 차량 점유율 측면에서 모빌리티 네트워크의 효율성을 평가할 수 있는 중요한 모수이다. 또한, 도시 기능이 도시 전역에 잘 분포되어 있는지에 대한 정보를 제공한다.

Modal Split

교통수단 분담

특정 교통수단을 이용하는 여객의 비율. 교통수단 분담은 지속가능성 목표를 정의하고 다양한 교통수단의 균형을 맞추는 중요한 모수이다.

Availability of Public transport cards

대중 교통 카드의 가용성

이 모수는 거주자당 차량 주행 거리를 측정하며, 이동 거리 및 차량 점유율 측면에서 모빌리티 네트워크의 효율성을 평가할 수 있는 중요한 모수이다. 또한, 도시 기능이 도시 전역에 잘 분포되어 있는지에 대한 정보를 제공한다.

Car Friendliness of the City Center

도심의 자동차 친화성 점점 더 많은 도시들이 도심에서 자가용의 부정적인 영향을 줄이고자 노력하면서 도심의 자동차 친화성을 평가한다. 이 모수는 km²당 주차 가능한 차량 수, 주차 요금 정책, 보행자 구역의 유무, 차량의 배기ガ스 기준에 따른 접근 제한 또는 요일 제한 기간과 관련이 있다.

Smartphone Penetration

스마트폰 보급률

일반적으로 인터넷과 클라우드 기술의 보급은 실시간 정보, 스마트 티켓팅/결제 기술 등의 배포에 중요한 모수이다. 이를 평가하는 간단한 방법은 스마트폰을 보유한 인구의 비율을 측정하는 것이다.

Occupancy Rate

점유율

이 모수는 종종 모드별로 정의되는 차량의 평균 하중 계수이다. 에너지 효율성, 운송 비용 및 편안함 사이의 절충을 위해서는 개인 차량 및 공공 차량의 점유율을 최적화하는 것이 중요하다. 이 모수는 에너지 효율, 경제성 및 공공 재정 지표와 관련이 있으며, GHG 배출량, 대기오염 및 에너지 효율 계산 결과에 영향을 미친다.

WBCSD-SMP2.0

TOPIC PRESENTATION

회복탄력성은 도시의 지형과 조직에 따라 크게 좌우되기 때문에 도시 전문가와 함께 정량적 지표로부터 "주제 발표"로 옮겼다. 또한, 사람의 안전, 경제 재건 등과 같은 주제를 중심으로 몇몇 유형의 회복탄력성을 정의할 수 있다.

Resilience to disaster and ecological/ social disruptions Kinds of (natural) disasters and strategies for disaster reduction

재난 및 생태적/사회적 혼란에 대한 회복탄력성
(자연) 재해의 종류와 재난 저감 전략
자연 재해에 따라 대피 가능 시간과 재난 저감 전략이 달라진다. 예를 들어, 바다에서 큰 지진 이후 쓰나미가 발생한 경우, 안전한 장소로 대피하는 데 10분에서 60분의 시간이 걸릴 수 있다. 흥수와 허리케인의 경우에는 미리 예측이 가능하기 때문에 훨씬 더 많은 시간을 별 수 있다. 따라서, 안전하고 효율적인 대피야말로 재난 저감을 위한 적절한 조치가 될 수 있다. 한편, 진원지가 내륙

인 대형 지진의 경우, 많은 건물이 당장 무너지기 때문에 대피할 시간조차 없을 수도 있다. 따라서, 인프라 시설의 내구성을 강화하는 것이 대피를 고려하는 것보다 더 중요할 수 있다.
일반적으로 회복탄력성은 대피뿐만 아니라 내구성 있는 인프라 시설, 구조 시스템 등 여러 측면을 아우른다. 그러나 여기서는 모빌리티를 다루는 만큼 대피 관련 내용 중에서도 모빌리티와 가장 밀접하게 연관된 회복탄력성으로 논의를 제한함을 먼저 언급해 둔다.

Uncertainty and benchmark analysis

불확실성 및 벤치마크 분석

안전하고 효율적인 대피를 위해서는 대피 작전 (



Japan's Emergency Signs Guide
Travelers to Safety During Disasters,
<https://www.meti.go.jp/english/mobile/2018/20181210001en.html>

대피소 인원 배정, 교통 수단 이용 분담, 대피 시간 등)이 중요하며, 작전에 따라 대피 성과가 좌우된다. 또한, 사람들의 행동 역시 대피 성과에 큰 영향을 미치지만 사람들의 행동과 대피 작전의 세부 사항은 불확실성이 많고 고려 대상에 넣기가 어렵다. 이러한 불확실성을 감안하여 최선의 대피 작전을 토대로 벤치마크 분석을 수행하기도 하는데, 사람들이 최선의 대피 작전을 완벽하게 준수한다는 가정 하에 대피 인프라의 성능을 평가하는 것이다.



References

SMP2.0 Sustainable Mobility Indicators – 2nd Edition, <https://www.wbcsd.org/Programs/Cities-and-Mobility/Sustainable-Cities/City-Business-Collaboration/SIMPlify/Resources/SMP2.0-Sustainable-Mobility-Indicators-2nd-Edition>

WBCSD-SMP2.0 collaborated with 6 pilot cities Bangkok (Thailand), Campinas (Brazil), Chengdu (China), Hamburg (Germany), Indore (India) and Lisbon (Portugal) to test the validity and practicality of the original indicator set. That exercise led to some methodology refinements, enabled to propose typical data sources and possible approximations to the methodologies (part VII). It also led to the conclusion that a small group of urban mobility parameters can enhance the understanding of the result of the indicator set for mobility planning (annex I).

The reasons why the indicator resilience has been removed from the set and introduced as a topic to be discussed with the city are explained in the annex II. A suggested set of questions for the mobility surveys is included (Annex III). It is to be adapted depending on the cultural context and the mobility infrastructures in place.

WBCSD. Sustainable Mobility Project 2.0. Methodology and Indicator Calculation Method for Sustainable Urban Mobility. 2nd Edition

EU. Guidelines. Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan. European Commission Directorate-General for Mobility and Transport
Caprotti, F.; Cowley, R. The UK Smart Cities Survey. In Smart Cities UK; The King's: London, UK, 2016.
WBCSD. Sustainable Mobility Project 2.0. Methodology and Indicator Calculation Method for Sustainable Urban Mobility. 2nd Edition

The World Business Council for Sustainable Development, Roland Hunziker, Director Sustainable Cities, WBCSD, http://civitas.eu/sites/default/files/documents/plenary_-_2._city-business_colaboration_for_sustainable_mobility_and_sustainable_cities_-_r._hunziker.pdf

How to Monitor Sustainable Mobility in Cities? Literature Review in the Frame of Creating a Set of Sustainable Mobility Indicators, Sustainability, Dominique Gillis, Ivana Semanjski, Dirk Lauwers, sustainability

