



nuMIDAS pakt beleidsmatig uitdagingen van de nieuwe mobiliteit aan

Steven Boerma^a, Rick Overvoorde^a, Dennis Hofman^a, Sven Maerivoet^b

^aMAPtm, van Deventerlaan 20, 3528 AE Utrecht, Nederland

^bTransport & Mobility Leuven, Diestsesteenweg 57 3010 Leuven, België

Samenvatting

Het mobiliteitsecosysteem evolueert snel: nieuwe manieren van datageneratie, verzameling en opslag evolueren in een vlot tempo met de komst van nieuwe vormen van mobiliteit en technieken.

Om deze disruptieve technologieën te integreren in planning, besluitvorming en beleidsvorming vormt een enorme uitdaging. nuMIDAS (New Mobility Data and Solutions Toolkit) is een H2020-project, gericht op het herkennen van nieuwe en opkomende mobiliteitstrends en het identificeren van nieuwe concepten en variabelen. nuMIDAS ontwikkelt een toolkit om overheden in heel Europa te ondersteunen met een geïntegreerde aanpak met betrekking tot welke datasets, methodologieën, tools en modellen nodig zijn danwel aangepast dienen te worden. De ontwikkeling van de toolkit vindt momenteel plaats in samenwerking met vier pilotsteden, Barcelona (Spanje), Milaan (Italië), Leuven (België) en Thessaloniki (Griekenland). Eén van de use cases die ontwikkeld wordt, is voor de beleidsmakers van de stad Milaan. Zij hebben een tool nodig voor het vooraf plannen van deelmobiliteitsdiensten. Deze wordt verderop in dit paper besproken.

1 Introductie

Het mobiliteitsecosysteem staat op het punt om sterk te gaan veranderen. In de komende periode zal dit ecosysteem zich gaan manifesteren in steden en regio's en zijn weerslag hebben op het gebruik van de publieke ruimte, het milieu en de inclusiviteit binnen steden en regio's. Door de technologische ontwikkelingen ontstaan nieuwe manieren om data te genereren, data te verzamelen en daarbij ook de mogelijkheden om deze data te gebruiken. Big data en data analysetechnieken zoals artificiële intelligentie (AI) worden steeds vaker toegepast en kunnen bijvoorbeeld inzicht geven in de mobiliteitsbehoeften van inwoners van een stad of regio; zij geven daarmee ook inzicht in het functioneren van nieuwe mobiliteitsoplossingen en in welke mate deze voldoen aan de behoeftes.

Het integreren van deze ontwikkelingen in nieuwe analysetechnieken in plannings- en beleidssystemen is momenteel een grote uitdaging. Het nuMIDAS project creëert hiervoor een gebruiksvriendelijke en overzichtelijke toolkit die overheden hierin kan ondersteunen. Op deze manier draagt de nuMIDAS toolkit bij aan het kwantificeerbaar en meetbaar maken van beleidsafwegingen. Effectbeoordeling van beleidskeuzes gericht op veranderende en nieuwe mobiliteitsmogelijkheden wordt zo meetbaar en direct implementeerbaar. Door het uitvoeren van uitgebreid vooronderzoek en de resultaten hiervan toe te passen in verschillende Europese pilotsteden met diverse problemen en een diverse set aan karakteristieken, wordt een brede toepasbaarheid door de hele Europese Unie (EU) gegarandeerd.

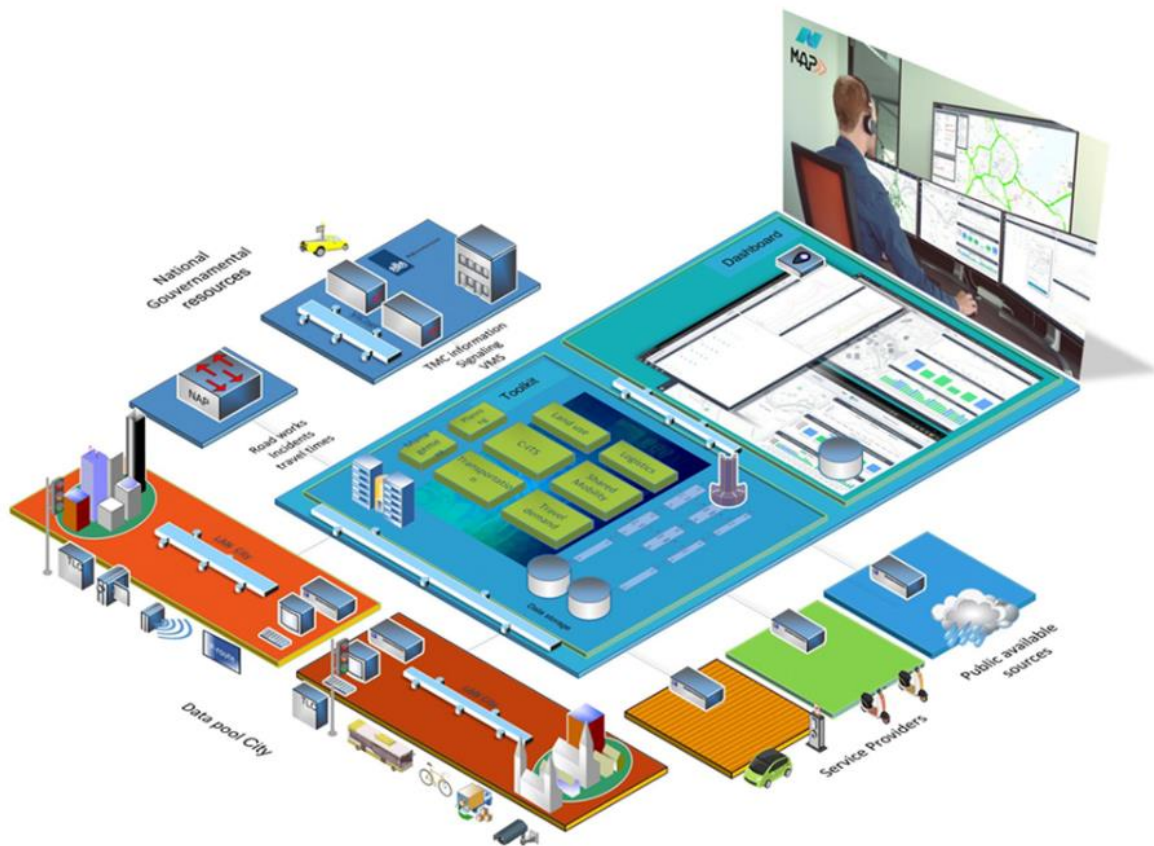
nuMIDAS is gestart begin 2021 als onderdeel van het Horizon 2020 programma. De toolkit wordt ontwikkeld door een Europees consortium bestaande uit 9 partners uit 6 verschillende landen: België, Tsjechië, Griekenland, Italië, Nederland en Spanje. Het project bouwt verder op een gevarieerde selectie van casestudies in de 4 pilotsteden van Barcelona (Spanje), Milaan (Italië), Leuven (België) en Thessaloniki (Griekenland).

Voor elke use case worden methodes ontwikkeld vanuit state-of-the-art aanpak voor het desbetreffende vraagstuk. Het doel van nuMIDAS is om modulaire tools te ontwikkelen die beschikbaar zijn in één enkele toolkit die door de gehele EU ingezet kan worden.

2 De new mobility data en solutions toolkit

2.1 Scope van de toolkit

Voor de ontwikkeling van de toolkit volgen we de prototype-ontwikkelingsaanpak, gedreven door (markt)onderzoek, kwantitatieve modellering en betrokkenheid van belanghebbenden. Hierbij houden we rekening met de verschillende bedrijfsmodellen achter nieuwe mobiliteitsproposities. We valideren de ontwikkeling van de rekentools middels een iteratieve aanpak. Er zijn geavanceerde methoden en hulpmiddelen nodig om deze nieuwe mobiliteitsoplossingen en -beleidslijnen te analyseren, beoordelen en monitoren, inclusief nieuwe technieken voor gegevensbeheer. De toolkit (in de vorm van een dashboard) bevat deze methoden en tools en biedt onderzoekers, planners en beleidsmakers een visualisatie van de resultaten via een GUI (Graphical User Interface). Figuur 1 geeft een schematisch overzicht van de toolkit.

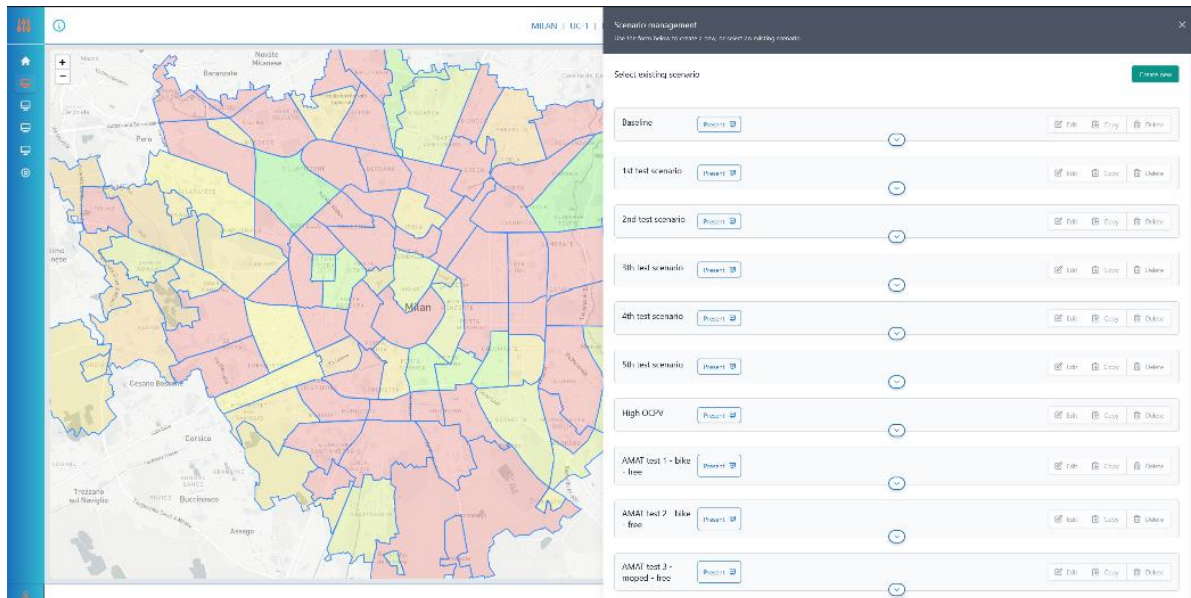


Figuur 1: Schematisch overzicht van de architectuur van de nuMIDAS toolkit

2.2 Toolkit ontwerp

Voor elk van de use cases ontwerpen we algoritmes die rekening houden met de huidige stand van de techniek waar we nieuwe elementen aan toevoegen. We coderen de algoritmes in Python, waarbij we deze eerst testen in laboratoriumomstandigheden. Vervolgens uploaden we de code naar een back-end omgeving (die deel uitmaakt van de toolkit) die als instantie van Amazon Web Services (AWS) draait. Deze omgeving maakt ook gebruik van een ruimtelijke *database-engine* (PostGIS) en een big data-opslag (S3-buckets) en mogelijkheden voor het verwerken van invoer-/uitvoerbestanden. Om het functioneren te garanderen werken we met private en publieke API's. Het front-end systeem (gebruikersinterface) maakt gebruik van Cognito voor gebruikersaanmelding en toegangscontrole en vormt daarnaast het visualisatiegedeelte. Per use case kunnen verschillende scenario's worden doorgerekend en de resultaten met grafieken en

kaartweergave worden gepresenteerd met als doel dat de gebruiker de uitkomsten kan interpreteren en zijn/haar KPI's kan monitoren. Figuur 2 geeft een overzicht van het scenario menu.



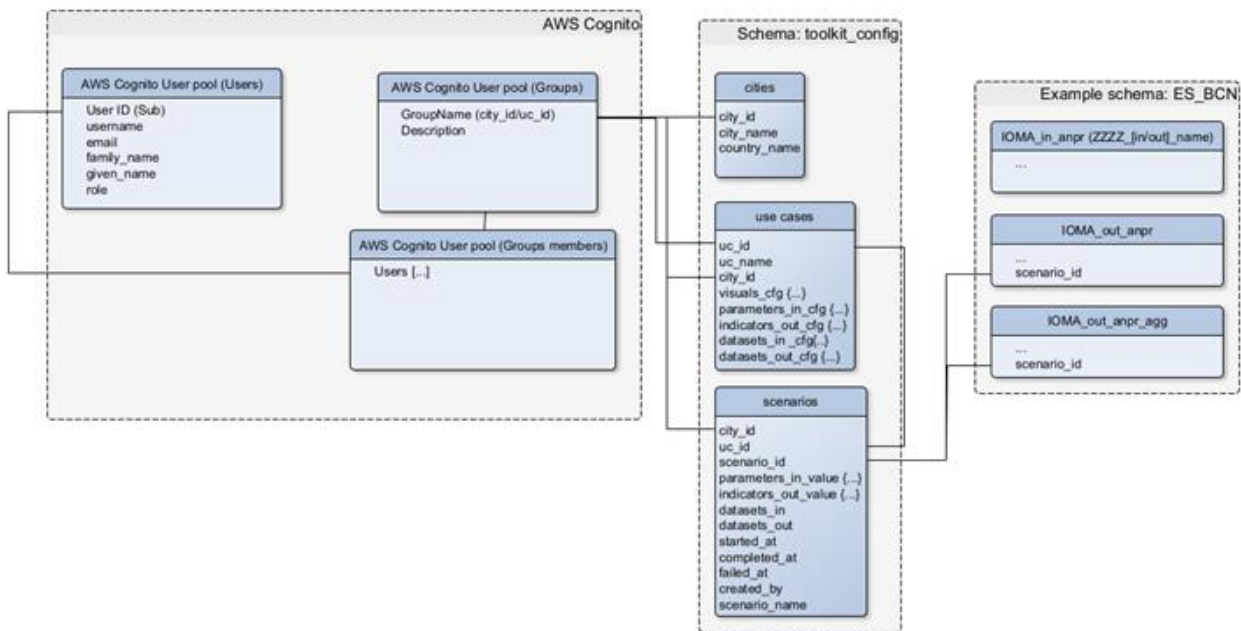
Figuur 2: nuMIDAS scenario management menu

Binnen het ontwerp van de nuMIDAS-toolkit hebben we speciale aandacht besteed aan de opzet van de structuur van de use cases en scenario's en de interactie van de back-end en front-end. De eerste ontwikkelingsstap deden we door het opzetten van mock-ups van het front-end van het dashboard (webpagina-ontwerp) en het creëren van een storyboard op basis van de eindgebruikerservaring met de volgende stappen:

- Kies een use case (project) binnen een gebruikersgroep van een stad, wijzig parameters, upload of download data in de vorm van een CSV en voer een berekening uit;
- Bekijk de resultaten geografisch en in grafieken, vergelijk verschillende berekeningen en sla de resultaten op in een scenario.

Voor de implementatie zijn we gestart met het opzetten van het gebruikersbeheer van de toolkittoegang welke is georganiseerd in Cognito. Met Cognito is snel en eenvoudig het gebruikers- en toegangsbeheer tot het web en mobiele apps opgezet. Cognito komt in aanmerking voor HIPAA en voldoet aan PCI DSS, SOC, ISO/IEC 27001, ISO/IEC 27017, ISO/IEC 27018 en ISO 9001.

De nuMIDAS-toolkit interface is opgedeeld in use cases die per stad/licentiehouders zijn georganiseerd. Binnen het domein van een stad zijn meerdere berekeningen voor de eindgebruiker mogelijk, dit zijn de zogenaamde scenario's. Een stad/licentiehouders kan toegang krijgen tot meer dan één use case. Parallel aan de eerste ontwikkeling van de use cases en de toolkit heeft, op basis van de eerste ervaringen, het nuMIDAS ontwerpteam verschillende ontwerpen gemaakt om te komen tot een flexibelere en overdraagbare omgeving die in de tweede ontwikkelfase (gestart in april 2022) wordt gerealiseerd. Het doel hiervan is om door gebruik van duidelijke naamgevingsconventies en configuratie, de ontwikkelaars in staat te stellen alle componenten binnen de toolkit-omgeving flexibel te bouwen en met beperkte inspanning bestaande use cases uit te kunnen breiden en nieuwe use cases te kunnen toevoegen. Figuur 3 toont deze generieke opzet van de gebruikerspool in Cognito, de algemene toolkitconfiguratie met behulp van JSON (JavaScript Object Notation) beschrijvende strings en de naamgeving van de input en output van de use cases en scenario's.



Figuur 3: nuMIDAS flexibele configuratie voor gebruikers, steden, use cases en scenario's

Om de gebruiksvriendelijkheid te testen en gebruikerseisen op te halen organiseerden we testsessies met beleidsmakers uit de steden. Op deze wijze testten we de technische en functionele opzet en haalden we feedback op in de vorm van eisen en bugs voor de interface en de configuratie van de use cases. Alle vereisten en bugs worden bijgehouden met het Mantis *issue tracking* systeem en worden wekelijks geanalyseerd en geëvalueerd door het nuMIDAS-ontwikkelaarsteam.

3 Use case Milaan

3.1 De uitdaging

De exploitatie van deelmobiliteitsdiensten wordt doorgaans gereguleerd en gecontroleerd door lokale overheden door middel van aanbestedingen en/of door controle op de uitvoering en de opvolging van de regelgeving. Een belangrijke vraag hierbij betreft de specificatie van deze aanbestedingen. Diensten kunnen worden verleend die zowel gunstig zijn voor de eindgebruikers als rendabel voor de aanbieders. De lokale overheden die deze aanbestedingen opstellen moeten dan ook rekening houden met zowel de behoeften en meningen van de inwoners, alsook met andere factoren die het succes van de dienst kunnen bepalen. Een cruciale factor die van invloed is op zowel de kwaliteit als de efficiëntie van de dienstverlening, is de grootte van de vloot van een deelmobiliteitsdienst. Een vloot die niet groot genoeg is om aan de vraag vanuit de consument te voldoen, zal immers leiden tot slechte beschikbaarheid van voertuigen en kan daarmee een negatieve impact hebben op de ontwikkeling van de vraag naar de dienst. Anderzijds zal een vloot die te groot is wel een hoger dienstverleningsniveau bieden, maar de operationele efficiëntie vanuit het oogpunt van de aanbieder sterk verminderen. Daarnaast zorgt dit laatste ook voor meer voertuigen op straat. De use case die in dit paper beschreven wordt, draait dan ook om de ontwikkeling van een high-level BOS (BeslissingsOndersteunend Systeem) die op basis van data en kennis de optimale grootte van de vloot van een deelmobiliteitsdienst voor een afgebakend gebied kan bepalen. Hiervoor worden verschillende typen data gebruikt, zoals socio-economische, mobiliteits-, financiële, en dienstverlening gerelateerde factoren. De tool is zo ontwikkeld dat deze om kan gaan met schommelingen in vervoersvraag, zoals recentelijk voorkwam tijdens de COVID-19 pandemie (Fisher et al., 1994).

3.2 De nuMIDAS oplossing

De ontwikkelde tool voor deze use case in Milaan zal helpen bij de vorming en uitvoering van het juiste beleid op het gebied van deelmobiliteit, ook op basis van ervaringen van dienstverleners om hun vloot te optimaliseren op basis van de vraag van de markt (Shaheen en Cohen, 2016; Nikitas, 2019). Wanneer het aantal voertuigen in de vloot onvoldoende is, zal de effectiviteit van dergelijke beleidsmaatregelen onvoldoende zijn, wat een onhoudbare business case en een laag dienstverleningsniveau tot gevolg heeft. Er zijn twee perspectieven van waaruit de optimale waarde voor de vlootomvang moet worden bepaald: het dienstverleningsniveau en de mate van rendabiliteit van de geleverde diensten; het “perspectief van de eindgebruikers” en het “perspectief van de dienstverlener”. Beleidsmakers zoeken een evenwicht tussen deze twee perspectieven. De nuMIDAS tool kan hiervoor een afgewogen optimum bepalen.

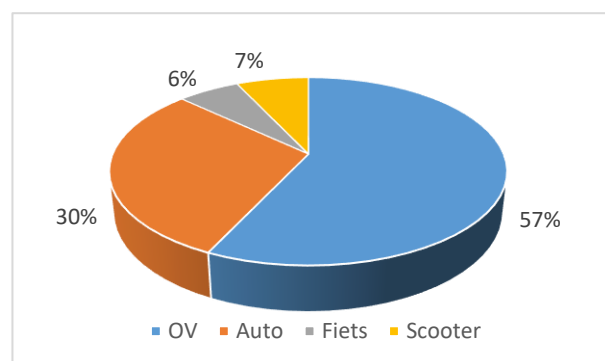
Daarnaast houdt de tool rekening met de stochasticiteit en de verdeling van de vraag naar voertuigen over de dag. Hierbij wordt historische data gebruikt om het aantal voertuigrritten per uur van de dag te bepalen, wat als input voor de berekeningen wordt gebruikt. Binnen ieder uur wordt met een kansverdeling het specifieke tijdstip waarop reizigers een voertuig nodig hebben bepaald. De vraagverdeling wordt benaderd door gebruik te maken van kansverdelingen en/of empirische gegevens. De tool berekent, naast de waarde van de optimale vlootomvang, verschillende indicatoren met betrekking tot de dekking van de vraag, de verwachte winst van de dienstverleners en de loop- en wachttijd voor de gebruiker. Op de website van [nuMIDAS](#) is meer informatie over de algemene aanpak en relevante deliverables (zie referenties) terug te vinden.

3.3 Eerste resultaten

Nieuwe deelmobiliteitsdiensten of uitbreidingen op bestaande diensten kunnen aan de hand van de resultaten van de nuMIDAS tool geïmplementeerd worden. Het dashboard ondersteunt het tunen van de parameters van het algoritme via de mogelijkheid om verschillende scenario's te laten berekenen en de resultaten hiervan te vergelijken. Deze scenario's kunnen bijvoorbeeld verschillen in de verhouding waarin de kosten en baten tegen elkaar worden afgewogen of zorgen voor een zo laag mogelijke wachttijd en afstand tot een voertuig voor de gebruiker. De beleidsmaker gebruikt het dashboard om verschillende databronnen en input parameters te combineren en om de resultaten visueel weer te geven in een gebruiksvriendelijke omgeving.

Milaan is een stad met 1,4 miljoen inwoners, een oppervlakte van 182km². De modal split van Milaan is weergegeven in Figuur 4.

Momenteel zijn er 20 deelmobiliteitsdiensten, verdeeld over 18 dienstverleners, operationeel in Milaan, zie Tabel 1.



Figuur 4: Modal split in Milaan in 2019

Tabel 1: Deelmobiliteit in Milaan

	Free-Floating (n°)	Station-Based (n°)
Fiets	3	1
Auto	3	1
Step	7	0
Scooter	5	0

De volgende parameters worden als input gebruikt voor het algoritme:

- Het type deelmobiliteit waar de berekeningen voor worden gemaakt (fiets, scooter, e-step of auto);
- Het type van de dienst (*free-floating* of *station-based*), alleen voor auto's en fietsen is het mogelijk om station-based te kiezen;
- Verwachte dagelijkse vraag in het gebied (# bewegingen per dag);
- Oppervlakte van het gebied (km²);
- Operationele kosten van de deelmobiliteitsdienst (€/min): kosten gerelateerd aan het gebruik, onderhoud of parkeren van de voertuigen);
- Verwachte prijs bij verhuur (€/min);
- Gemiddelde snelheid van een voetganger (km/u);
- Gemiddelde verhuurtijd (min);
- Weegfactoren voor het perspectief van de dienstverlener en de eindgebruiker. Beide zijn een getal tussen 0 en 1, bij elkaar opgeteld zijn de getallen altijd 1;
- Minimale en maximale waarde voor het aantal voertuigen in de vloot.

Voor dit paper zijn vijf scenario's gedefinieerd op basis van een free-floating deeldienst met auto's, aangezien dit de meest gebruikte vorm van deelmobiliteit is in Milaan. Om de tool te testen op variatie in parameters zijn de eerste drie scenario's gebaseerd op de deelauto service met data uit de jaren 2019, 2020 en 2021. De laatste twee scenario's zijn hypothetisch en opgesteld door de beleidsmakers van Milaan. In scenario 4 is de verhuurprijs 20% lager ingesteld. In Scenario 5 is juist de dagelijkse vervoersvraag hoger ingesteld. Voor deze vergelijking van scenario's zijn de weegfactoren voor de eindgebruiker en de serviceprovider gelijk gehouden. De gebruikte parameters staan in Tabel 2.

Tabel 2: Parameters scenario's

Input	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4	Scenario 5
Verwachte dagelijkse vraag per dag	16400	7500	8100	10000	15000
Oppervlakte van het gebied (km ²)	14	14	14	14	14
Operationele kosten (€/min)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Verhuurprijs (€/min)	0,29	0,29	0,29	0,25	0,25
Gemiddelde loopsnelheid (km/u)	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6
Gemiddelde verhuurtijd (minuten)	30	70	50	50	50
Weegfactor eindgebruiker	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Weegfactor dienstverlener	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Minimale waarde omvang vloot	1860	1620	1260	500	500
Maximale waarde omvang vloot	3100	2700	2100	2000	2000

In Tabel 3 zijn de verschillende uitvoerparameters te vinden, inclusief de uitkomsten voor de vijf scenario's. Op basis van controle van de uitkomsten door een beleidsmaker van Milaan wordt het gedrag van het model, op de berekende winst na, als reëel ervaren. Voordat de uitkomsten gebruikt kunnen worden moet het algoritme nog verder geverifieerd worden. Met name over de kostenstructuur en winstmarges is nog onvoldoende bekend.

Tabel 3: Uitkomsten scenario's

Output	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4	Scenario 5
Dekking van de vraag (%)	100	100	100	98,9	98,4
Gemiddelde looptijd (min)	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:04:40
Gemiddelde wachttijd (min)	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
Optimale omvang vloot	1860	1620	1260	574	812
Optimale omvang vloot voor eindgebruiker	1860	1620	1260	647	961
Optimale omvang vloot voor dienstverlener	1860	1620	1260	500	662
Winst dienstverlener (€)	6.334	34.449	25.597	81.140	124.100



4 Conclusies en aanbevelingen

De belangrijkste doelstelling voor Milaan en andere steden die de toolkit zullen gebruiken, is om meer bewustzijn te creëren voor het werken met een data gestuurde benadering van mobiliteitsvraagstukken. Zo kan de toolkit ook bijdragen aan het gebruik van modelleringsinstrumenten in de planningsfasen van beleidsvorming. Op deze manier kan men eenvoudiger en preciezer reageren op de huidige behoeften van de reizigers. Voor Milaan is van belang dat een data gestuurde benadering van het deelmobiliteitsvraagstuk ondersteuning biedt bij het vinden van de juiste inzichten. Voor Milaan gaat het hierbij om het maken van een evenwichtige afweging tussen de economische winstgevendheid van aanbieders van deelmobiliteit en de ideale vlootomvang die een voldoende geografische dekking levert voor de potentiële gebruikers in de stad. De use case voor deelmobiliteit die we in nuMIDAS ontwikkelen kan gemeenten helpen bij het inzetten van een nieuwe aanpak op het gebied van deelmobiliteit en de toolkit kan dienen als hulpmiddel voor het gebruik van mobiliteitsgegevens. In de komende maanden zullen we, naast de afronding van de andere use cases, ook de tweede use case voor Milaan implementeren. Deze use case is vooral gericht op de toewijzing van het bestaande aanbod van deelmobiliteitsdiensten (de operationele vloot) aan concessiegebieden binnen de stad om zo een goed geografisch verdeeld serviceniveau te bereiken en het economisch perspectief van de dienstverleners te waarborgen.

Dankwoord

Dit project is gefinancierd vanuit het Horizon 2020-onderzoeks- en innovatieprogramma van de Europese Unie onder subsidieovereenkomst nr. 101007153.

Graag bedanken we de co-auteurs die met name hebben geschreven aan de in dit paper beschreven Milaan use case, te weten: Chrysostomos Mylonas, Dimitris Tzanis (CERTH-HIT), Valerio Paruscio, Valerio Mazzeschi, (Poliedra-Polytechnic Milano) en Cristina Covelli (Agenzia Mobilità Ambiente Territorio AMAT). Verder is dit document het resultaat van de gezamenlijke inspanningen en bijdragen van alle betrokken projectpartners: Bart Ons en Kristof Carlier (Transport & Mobility Leuven, TML), Anton Wijbenga, Tessel van Ballegooijen, Levi Broeksma, Martijn Harmenzon, Luc van der Lecq, en Jaap Vreeswijk (MAPtm), Evangelos Mitsakis en Maria Stavara (The Center for Research & Technology – Hellenic Institute of Transport, CERTH-HIT), Carola Vega, Josep Laborda en Eglantina Dani (Factual Consulting), Ondřej Příbyl, Magdalena Hyksova, André Maia Pereira, Tomas Horak en Jan Prikryl (Tsjechische Technische Universiteit in Praag, CTU), Alessandro Luè en Paola Tresca (Poliedra-Polytechnic Milano), Pablo Recolons, Ramon Pruneda en Xavier Conill Espinàs (Àrea Metropolitana de Barcelona, AMB Informació), Valentino Sevino, Alessandro Giovannini, Paolo Campus en Adriano Loporcaro (Agenzia Mobilità Ambiente Territorio, AMAT) en Eli Nomes, Tim Asperges en Fatma Gözet (Stad Leuven).

Referenties

- Fisher M., Hammond J., Obermayer W.R., Raman A. 1994. Making supply meet demand in an uncertain world. Harvard Business Review Home.
- Nikitas, A. 2019. How to save bike-sharing: An evidence-based survival toolkit for policy-makers and mobility providers. Sustainability, 11(11), 3206 <https://doi.org/10.3390/su11113206>
- nuMIDAS, 2021. Deliverable 3.1: Report on the orientation of advanced methods and tools and risk assessment.
- nuMIDAS, 2022. Deliverable 3.2: First report on the formulation, evaluation, and prototyping of the advanced methods and tools.
- Shaheen, S., Cohen, A., Zohdy, I. 2016. Shared Mobility. Current Practices and Guiding Principles (Report no. FHWA-HOP-16-022 for the Federal Highway Administration). <https://ops.fhwa.dot.gov/publications/fhwahop16022> (Accessed on 20.01.2021).