EXHIBITION CATALOGUE

INTERNATIONAL ITINERANT EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING EXCO'25"

INTERNATIONAL ITINERANT EXHIBITION EXCO 2025

ETS DE INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Camino de Vera S/N, 46022 Valencia – Spain

Location:

JADE HOCHSCHULE

Jade University of Applied Sciences

From 30th October to 12th November 2025

Ofener Straße 16/19

26121 OLDENBURG - GERMANY

Curators of Exhibition:

Dr.-Ing. Anja Henrike KLEINKE (Local Curator)

Dr. José Ramón ALBIOL IBÁÑEZ (International Curator)

Exhibition

XXXIX INTERNATIONAL SHOWROOM OF CONSTRUCTION TECHNOLOGIES - EXCO 2025 ©

INTERNATIONAL ITINERANT EXHIBITION "Research in Building Engineering - EXCO'25"

EXCO

Jade Hochschule
Wilhelmshaven/Oldenburg/Elsfleth
Fachbereich Bauwesen Geoinformation Gesundheitstechnologie
Abteilung Bauwesen
Ofener Str. 16/19
26121 Oldenburg

INDEX

PROLOG OLDENBURG

Vom 30. Oktober bis zum 12. November 2025 verwandelte sich der Lichthof der Jade Hochschule am Campus Oldenburg in ein Zentrum für innovative Bau- und Ingenieurkunst.
Die internationale Wanderausstellung Exco'25, wurde von Prof. Dr. Jose Ramon Albiol Ibañez der Polytechnischen Universität Valencia initiiert und Oldenburger Kuratorin war Prof. Dr.-Ing. Anja Henrike Kleinke. Die Ausstellung lockte Studierende, Wissenschaftler, Fachleute und Interessierte aus der Region und darüber hinaus an und präsentierte eine Sammlung aktueller Forschungsergebnisse aus über 60 Hochschulen und Universitäten weltweit. Mit einem breiten Spektrum an Themen wie beispielsweise Bau- und Immobilienwirtschaft, Umwelt, Kulturerbe, Technologie, 3D-Druck, Stadtplanung, Projektmanagement, Bauwesen und Baumaterialien bot die Exco'25 den Besuchern tiefgehende Einblicke in die neuesten Entwicklungen der Bauindustrie. Die Jade Hochschule war in diesem Jahr mit einer Auswahl aktueller Forschungsthemen ihres Fachbereichs Bauwesen Geoinformation Gesundheitstechnologie vertreten.

„Wir freuen uns sehr über die Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Jose Ramon Albiol Ibañez zu der Wanderausstellung Exco‘25 in Oldenburg. Sie bringt uns spannende internationale Forschungsergebnisse näher und ermöglicht den Studierenden, die Breite und Tiefe zukünftiger Tätigkeitsfelder aus Sicht von Forschenden zu erleben.“

PROLOGUE OLDENBURG

From 30 October to 12 November 2025, the atrium of the Jade University of Applied Sciences on the Oldenburg campus was transformed into a centre for innovative architecture and engineering. The international visiting exhibition Exco'25 was initiated by Prof. Dr. Jose Ramon Albiol Ibañez of the Polytechnic University of Valencia and Oldenburg curator was Prof. Dr.-Ing. Anja Henrike Kleinke. The exhibition attracted students, scientists, experts and interested parties from the region and beyond and presented a collection of current research results from over 60 colleges and universities worldwide. With a wide range of topics such as construction and real estate, environment, cultural heritage, technology, 3D printing, urban planning, project management, construction and building materials, Exco'25 offered visitors an in-depth look at the latest developments in the construction industry. This year, the Jade University of Applied Sciences was represented with a selection of current research topics from its Department of Civil Engineering, Geoinformation and Health Technology.

"We are very pleased to be collaborating with Prof. Dr. Jose Ramon Albiol Ibañez on the traveling exhibition Exco'25 in Oldenburg. It brings us closer to exciting international research results and enables students to experience the breadth and depth of future fields of activity from the perspective of researchers.“

*D*r.-Ing. Anja Henrike Kleinke
Department of Civil Engineering, Geoinformation, Health Technology
Jade University of Applied Sciences, Oldenburg Germany

EXCO

Jade Hochschule
Wilhelmshaven/Oldenburg/Elsfleth
Fachbereich Bauwesen Geoinformation Gesundheitstechnologie
Abteilung Bauwesen
Ofener Str. 16/19
26121 Oldenburg

FOREWORD DIRECTOR EXCO'25

The Faculty of Building Engineering of the UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA - SPAIN, organized on February 24th to 28th, 2025, "The XXXIX Construction Technology Exhibition" EXCO'25 and the International Itinerant Exhibition "Research in Building Engineering" along year, at CEVISAMA - International Fair of Valencia - SPAIN.

Conferences are scheduled in UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA - SPAIN, the speakers are national and international of recognized prestige from Europe, Asia and America. These conferences are aimed at professionals and students of the UPV to broaden their knowledge and experiences.

EXCO'25 promotes the entrepreneurship of the young UPV generations, participation in conferences.

The International Itinerant Research Exhibition EXCO'25 has the collaboration of 63 Universities from America, Europe, Africa, Asia and Oceania. Promoting collaboration between institutions and professors at the international level.

It fosters interdisciplinary collaboration of the professor staff within the UPV with 63 International Universities; It has the participation of 9 departments and 8 research institutes of the UPV in EXCO'25.

The participating entities are:

1. Universitat Politècnica de València, España.
2. Politecnico di Milano, Italia.
3. Mimar Sinan Fines Arts University, Istanbul, Turkey.
4. Nottingham Business School, England.
5. Vilnius Gediminas Technical University, Vilnius, Lithuania.
6. Universidad de Costa Rica
7. Università degli Studi di Basilicata, Matera, Italia.
8. Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, Cuba.
9. Università degli Studi Firenze, Italia
10. Università di Pavia, Italia.
11. Odessa State Academy of Civil Engineering & Architecture, Odessa, Ukraine
12. Università di Salerno, Italia.
13. Silesian University of Technology, Politechnika Śląska, Gliwice, Poland.
14. University of British Columbia, Vancouver, Canada.
15. Universidad de Alcalá de Henares, Madrid, España.
16. Florida A&M University, Florida, USA.
17. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
18. Universidad de la República (UdelaR) de Uruguay.
19. Universidad John F. Kennedy, Argentina.
20. Universidad de Castilla-La Macha, España.

EXCO

Jade Hochschule
Wilhelmshaven/Oldenburg/Elsfleth
Fachbereich Bauwesen Geoinformation Gesundheitstechnologie
Abteilung Bauwesen
Ofener Str. 16/19
26121 Oldenburg

21. Universidad de Granada, España.
22. Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli", Napoli.
23. Politecnico di Bari, Italia.
24. Università degli Studi di Roma "Tor Vergata", Italia.
25. Hanze University of Applied Sciences, Groningen. Nederland.
26. Jade University of Applied Sciences, Wilhelmshaven/Oldenburg, Germany.
27. New York University, Tandon School of Engineering. USA.
28. McGill University, Canada
29. Nanyang Technological University, Singapore.
30. University of New South Wales, Sydney, Australia.
31. Università di Pisa, Italia.
32. Universidad de Ibagué, Colombia.
33. Beijing Yong Shan Media Co., Ltd. Pekin
34. Università degli Studi dell'Aquila, Italia.
35. Universitat Jaume I, Castellón, España.
36. University of Applied Sciences and Arts of Southern Switzerland
37. Institut für Bau- und Infrastrukturmanagement /ETH Zürich
38. University North, Varaždin, Croacia
39. South Ukrainian National Pedagogical University, Odessa, Ukraine.
40. Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture, Ukraine.
41. Universitat de València, Spain.
42. Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia
43. University of Cape Town, South Africa.
44. National University of Singapore.
45. TU Delft, The Netherlands.
46. Politecnico di Torino, Italy.
47. Wuhan University, Wuhan, China.
48. University of Oregon, USA.
49. City-University of Hong Kong.
50. Shenzhen University School of Architecture, Shenzhen, China.
51. Hokkaido University, Sapporo, Japan
52. Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia.
53. Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.
54. Universidad Católica de Valencia. España.
55. Universidad UTE. Quito. Ecuador.
56. Universidad de Napoles Federico II, Napoles, Italy.
57. Telematic University Pegaso, Italy.
58. University of Guanajuato, México.
59. University of La Salle Bajío, México
60. Universidad Jesuita de Guadalajara, ITESO, México

EXCO

Jade Hochschule
Wilhelmshaven/Oldenburg/Elsfleth
Fachbereich Bauwesen Geoinformation Gesundheitstechnologie
Abteilung Bauwesen
Ofener Str. 16/19
26121 Oldenburg

61. Tecnológico de Monterrey. México.
62. MIT Massachusetts Institute of Technology. USA.
63. Gdańsk University of Technology, Poland.

Thank you all for making EXCO possible.

All the best for EXCO'26!

Best Regards

Dr. José R. Albiol-Ibáñez

Vice Dean Digital Transformation, Business Cathedra &

Entrepreneurship Director EXCO’25

ETS Building Engineers - Building 1B

Camino de Vera S/N 46022 Valencia SPAIN

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

EXCO

Jade Hochschule
Wilhelmshaven/Oldenburg/Elsfleth
Fachbereich Bauwesen Geoinformation Gesundheitstechnologie
Abteilung Bauwesen
Ofener Str. 16/19
26121 Oldenburg

INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE EXCO

SPAIN

ALBIOL IBÁÑEZ, José Ramón	Universitat Politècnica de València
ALMENAR MUÑOZ, Mercedes	Universitat Politècnica de València
ANGULO IBÁÑEZ, Quiteria	Universitat Politècnica de València
APARICIO FERNÁNDEZ, Carolina Sabina	Universitat Politècnica de València
BONET SENACH, José Luís	Universitat Politècnica de València
BOSCH GONZÁLEZ, Montserrat	Universitat de Catalunya
CAAMAÑO MARTÍN, Estefanía	Universidad Politécnica de Madrid
CARCEL CARRASCO, Javier	Universitat Politècnica de València
CASAR FURIÓ, Maria Emilia	Universitat Politècnica de València
CHÍAS NAVARRO, Pilar	Universidad Alcalá de Henares, Madrid
COLMENERO FONSECA, Fabiola	Universidad La Salle
FERNANDEZ PLAZAOLA, Igor	Universitat Politècnica de València
GANDIA ROMERO, José Manuel	Universitat Politècnica de València
GARCÍA BALLESTER, Luis V.	Universitat Politècnica de València
GARABITO LÓPEZ, Javier	Universidad de Burgos
GIL PIQUERAS, M. Teresa	Universitat Politècnica de València
GIRBÉS PÉREZ, Jorge	Universitat Politècnica de València
IBORRA LUCAS, Milagro	Universitat Politècnica de València
LLINARES MILLÁN, Jaime	Universitat Politècnica de València
LLINARES MILLÁN, María del Carmen	Universitat Politècnica de València
LÓPEZ PATIÑO, Gracia	Universitat Politècnica de València
LÓPEZ GONZÁLEZ, María Concepción	Universitat Politècnica de València
MARTÍNEZ CORRAL, Aurora	Universitat Politècnica de València
MAS BARBERÁ, Xavier	Universitat Politècnica de València
MEDINA RAMÓN, Francisco Javier	Universitat Politècnica de València
NAVARRO GARCÍA, María Luisa	Universitat Politècnica de València
NAVARRO ASTOR, Elena	Universitat Politècnica de València
PALMERO IGLESIAS, Luis	Universitat Politècnica de València
PEÑALVO LÓPEZ, Elisa	Universitat Politècnica de València
PEREIRO BARCELÓ, Javier	Universidad de Alicante
RODRÍGUEZ NAVARRO, Pablo	Universitat Politècnica de València
SALINAS MARTÍNEZ, Pedro	Universitat Politècnica de València
MONZÓN BELLO, Pablo	Universitat Politècnica de València
PALMERO SÁNCHEZ, Pablo	Universitat Politècnica de València

ITALY

BERNARDO, Graziella	Università degli Studi della Basilicata, Matera
ANDRISANI, Giuseppe	Università degli Studi della Basilicata, Matera
GUIDA, Antonella	Università degli Studi della Basilicata, Matera
GRECCHI, Manuela	Politecnico di Milano

EXCO

Jade Hochschule
Wilhelmshaven/Oldenburg/Elsfleth
Fachbereich Bauwesen Geoinformation Gesundheitstechnologie
Abteilung Bauwesen
Ofener Str. 16/19
26121 Oldenburg

MAININI, Andrea Giovanni	Politecnico di Milano
MALIGHETTI, Laura	Politecnico di Milano
PISANI, Marco Andrea	Politecnico di Milano
POLI, Tiziana	Politecnico di Milano
RE CECCONI, Fulvio	Politecnico di Milano
DI RUOCCO, Giacomo	Università degli Studi di Salerno
SICIGNANO, Enrico	Università degli Studi di Salerno
BESANA, Daniela	Università di Pavia
GRECO, Alessandro	Università di Pavia

TURKEY

HATTAP, Sibel Onat	Mimar Sinan Fine Arts University, Istanbul
AYDEMIR, Olcay	Zeytinburnu Municipality, Istanbul

LITHUANIA

VILUTIENĖ, Tatjana	Vilnius Gediminas Technical University
ŠAPARAUSKAS, Jonas	Vilnius Gediminas Technical University

UKRAINE

YEKSAROVA, Nadia	Odessa State Academy of Civil Engineering & Architecture
YEKSAROV, Vladimir	Odessa State Academy of Civil Engineering & Architecture
SURIANINOV, Mykola	Odessa State Academy of Civil Engineering & Architecture
POPOV, Oleg	Odessa State Academy of Civil Engineering & Architecture
SYURKO, Sergey	Odessa Home Exhibition Center

POLAND

DAWCZYŃSKI, Szymon	Silesian University of Technology, Gliwice
GORSKI, Marcin	Silesian University of Technology, Gliwice
KRZYWON, Rafal	Silesian University of Technology, Gliwice
ZIÓŁKOWSKI, Patryk	Gdańsk University of Technology
ABRAMOWICZ, Malgorzata	West Pomeranian University of Technology Szczecin

CUBA

ÁLVAREZ RODRÍGUEZ, Odalys	Universidad Tecnológica de La Habana
LÓPEZ LLANUSA, Alejandro	Universidad Tecnológica de La Habana
WAINSHTOK RIVAS, Hugo	Universidad Tecnológica de La Habana

USA

BUNZA, Matt	Massachusetts Institute of Technology (MIT)
JIN, Weihua	New York University, NYC
SUN, Xiaonuan	Portland State University

GERMANY

KLEINKE, Anja Henrike	Jade University of Applied Sciences, Oldenburg
HOLLERMANN, Sebastian	Jade University of Applied Sciences, Oldenburg

CHINA

CHENG, Shidan	Wuhan University
HUANG, Li	China Academy of Art, Hangzhou
CAO, Vivian	China Construction Materials & Technology Consulting Company
WANG, Hailong	Zhejiang University
SUN, Xiaoyan	Zhejiang University
XIAN, Xiangping	CityU Hong Kong
LAU, Sunnie	CUHK Hong Kong
LAU, Stephen	Shenzhen University
BASHA, Humayun	Huaqiao University (Xiamen)
YIQI, Tao	Shenzhen University
LIU, Quiong	University of Shanghai for Science and Technology
HIDALGO, Teo	Xi'an Jiaotong–Liverpool University
KOMYSHEV, Dmitry	North Minzu University
LI, Kun	Wuhan University
WANG, Youqun	Xi'an University of Architecture and Technology
QI, Liangjie	Xi'an University of Architecture and Technology

The NETHERLANDS

VISSCHER, Henk	TU Delft

SWITZERLAND

MALTESE, Sebastiano	University of Applied Sciences and Arts of Southern Switzerland

EMIRATES

PERVAIZ, Salman	Rochester Institute of Technology. RIT -Dubai
SAMAD, Wael	Rochester Institute of Technology. RIT -Dubai

RUSSIA

MAKSIMOVA, Svetlana	Perm National Research Polytechnic University

JAPAN

NIGLIO, Olimpia	Hokkaido University, Faculty of Humanities and Human Sciences

INTERNATIONAL ORGANIZATION COMMITTEE

VALENCIA (Spain)

Jorge GIRBES PÉREZ	Universitat Politècnica de València
José Ramón ALBIOL IBÁÑEZ	Universitat Politècnica de València
Luis PALMERO IGLESIAS	Universitat Politècnica de València
Elena NAVARRO ASTOR	Universitat Politècnica de València
Pedro G. SALINAS MARTÍNEZ	Universitat Politècnica de València
Mercedes ALMENAR MUÑOZ	Universitat Politècnica de València
Francisco J. BLANES PLÁ	Universitat Politècnica de València
Igor FERNÁNDEZ PLAZAOLA	Universitat Politècnica de València
María Jesús FORA MOLLA	Universitat Politècnica de València
Fernando COS-GAYÓN LÓPEZ	Universitat Politècnica de València
Francisco J. MEDINA RAMÓN	Universitat Politècnica de València
Milagro IBORRA LUCAS	Universitat Politècnica de València
M. Emilia CASAR FURIÓ	Universitat Politècnica de València
Javier CARCEL CARRASCO	Universitat Politècnica de València
Pablo RODRÍGUEZ NAVARRO	Universitat Politècnica de València
María Teresa GIL PIQUERAS	Universitat Politècnica de València
María Luisa COLLADO LÓPEZ	Universitat Politècnica de València
José Manuel GANDIA ROMERO	Universitat Politècnica de València
Paloma ARRUÉ BURILLO	Universitat Politècnica de València
Antonio Manuel ROMERO SEDÓ	Universitat Politècnica de València
Aurora MARTÍNEZ CORRAL	Universitat Politècnica de València

EXCO

Jade Hochschule
Wilhelmshaven/Oldenburg/Elsfleth
Fachbereich Bauwesen Geoinformation Gesundheitstechnologie
Abteilung Bauwesen
Ofener Str. 16/19
26121 Oldenburg

BEIJING (China)

Zhang LING	Beijing Yong Shan Media Co., Ltd, Pekin
CAO, Vivian	China Construction Materials & Technology Consulting Company

GLIWICE (Poland)

Szymon DAWCZYŃSKI	Silesian University of Technology, Gliwice
Marcin GÓRSKI	Silesian University of Technology, Gliwice
Rafal KRZYWON	Silesian University of Technology, Gliwice

MILAN (Italy)

Tiziana POLI	Politecnico di Milano
Fulvio RE CECCONI	Politecnico di Milano
Manuela GRECCHI	Politecnico di Milano
Andrea Giovanni MAININI	Politecnico di Milano
Laura MALIGHETTI	Politecnico di Milano
Marco Andrea PISANI	Politecnico di Milano

SALERNO (Italy)

Giacomo DI RUOCCO	Università degli Studi di Salerno
Enrico SICIGNANO	Università degli Studi di Salerno
Roberta MELELLA	Università degli Studi di Salerno

ISTANBUL (Turkey)

Sibel Onat HATTAP	Mimar Sinan Fine Arts University

ODESSA (Ukraine)

Nadia EKSAROVA	Odessa State Academy of Civil Engineering & Architecture
Vladimir EKSAREV	Odessa State Academy of Civil Engineering & Architecture
Sergey SYURKO	Odessa Home Exhibition Center

PAVIA (Italy)

BESANA, Daniela	Università di Pavia
GRECO, Alessandro	Università di Pavia

MATERA (Italy)

Antonella GUIDA	Università degli Studi della Basilicata
Giuseppe ANDRISANI	Università degli Studi della Basilicata
Graziella BERNARDO	Università degli Studi della Basilicata

VILNIUS (Lithuania)

Tatjana VILUTIENĖ	Vilnius Gediminas Technical University
Jonas ŠAPARAUSKAS	Vilnius Gediminas Technical University

OLDENBURG (Germany)

KLEINKE, Anja Henrike	Jade University of Applied Sciences / Jade Hochschule

HONG KONG

SUNNIE S.Y. LAU	CUHK Hong Kong
XIAN, Xiangping	CityU Hong Kong

LA HABANA (Cuba)

Odalys ÁLVAREZ RODRÍGUEZ	Universidad Tecnológica de La Habana (CUJAE)
Alejandro LÓPEZ LLANUSA	Universidad Tecnológica de La Habana (CUJAE)
Hugo R. WAINSHTOK RIVAS	Universidad Tecnológica de La Habana (CUJAE)

GDANSK (Poland)

ZIÓŁKOWSKI, Patryk	Gdańsk University of Technology

SZCZECIN (Poland)

ABRAMOWICZ, Malgorzata	West Pomeranian University of Technology

DELFT (The Netherlands)

VISSCHER, Henk	TU Delft

GUADALAJARA (México)

JUÁREZ PEREZLETE, Raúl	Tecnológico de Monterrey
CANO ESPINOSA, Tania	Tecnológico de Monterrey

SHENZHEN (China)

LAU, Stephen	Shenzhen University
YIQI, Tao	Shenzhen University

PORTLAND (Oregon, USA)

BUNZA, Matt	Portland State University
HEREDIA, Juan Manuel	Portland State University
SUN, Xiaonuan	Portland State University

CHAPTER 1:
ECONOMY

CHAPTER 2:
SUSTAINABILTY

2.7-EVALUATION OF THE INTERACTION BETWEEN DAYLIGHT AND OUTDOOR VIEW IN UNIVERSITY BUILDINGS: A CASE STUDY.
Giacomo Caccia / Matteo Cavaglià / Alberto Speroni / Luis Palmero Iglesias / Tiziana Poli / Andrea Giovanni Mainini

2.8-THE ACOUSTICS OF THE SYDNEY OPERA HOUSE.
Quiteria Angulo-Ibáñez / Aitana Puig-Rocher

2.9-PERCEPTION OF PUBLIC SPACE THROUGH OUTDOOR ADVERTISING. THE CASE OF MADRID.
Quiteria Angulo-Ibáñez / Miriam Hernández-García

2.10-REGULATORY DEVELOPMENTS ON THE ENERGY EFFICIENCY OF BUILDINGS.
Quiteria Angulo-Ibáñez / Mercedes Almenar-Muñoz

2.11-RENEWABLE ENERGY TO DIFFERENT ACCESSIBILITY CONDITIONS, THROUGH THE WEATHER CONDITIONS.
Javier Cárcel-Carrasco / Fabiola Colmenero Fonseca /Kevin Echeverry / Juan Francisco Palomino

2.12-THERMAL MONITORING AND HEATWAVE INCIDENCE OF TEMPORAL DECARBONIZATION MEASURES AND NATURE BASED SOLUTIONS IN EL GRAO NEIGHBORHOOD, CASTELLON. DIVAIRCITY PROJECT.
Amparo León Vinet / Elisa Peñalvo López / Vicente León Martínez / Iván Valencia Salazar

2.13-GREEN ROOF ENERGY IMPACT ANALYSIS ON A CLASSROOM BUILDING AT THE TECHNOLOGICAL INSTITUTE OF BOCA DEL RIO.
José-Juan Huesca-Lopez / Iván Valencia-Salazar / Elisa Peñalvo-López / Juan-David Garay-Marin / Fabiola Lango-Reynoso

2.14-RESCUING EQUITY: A COMPREHENSIVE APPROACH TO ASSESSING SOCIAL SUSTAINABILITY IN URBAN ENVIRONMENTS.
María Oliver-Sanz / Alicia Llorca-Ponce

2.15-EVALUATION OF ENERGY EFFICIENCY PROPOSALS IN BUILDING M OF THE TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO BOCA DEL RÍO CAMPUS, IN BOCA DEL RÍO, VERACRUZ.
Ignacio Z. Carmona-Uscanga / Iván Valencia-Salazar / E. Peñalvo-López / J. David Garay-Marín / Fabiola Lango-Reynoso

2.16-IMPACT OF ARCHITECTURAL DESIGN ON THE WELLBEING OF INHABITANTS: A STUDY OF CORRELATIONS IN KEY HOUSING ELEMENTS.
María Luisa Nolé / Robi Barranco / María Pérez / J. Luis Higuera-Trujillo /Carmen Llinares

2.17-CORRELATION BETWEEN LEED CERTIFICATION AND LOW-CO2E BUILDINGS: TOWARDS A NEAR ZERO CARBON (NZC) DESIGN.
Ida Severino / Giacomo Di Ruocco

2.18-CARBON NEUTRAL ARCHITECTURE: LCA METHOD"FROM THE CRADLE TO THE CRADLE" FOR THE "ZERO EMISSIONS" DESIGN OF TIMBER BUILDINGS.
Ludovica Amorelli / Giacomo Di Ruocco

2.19- BREATHE BRICKS. CO2 ABSORBING BRICKS.
Palmero Sánchez P. / Aurora Martínez Corral A. / Molines Cano J. / Hidalgo Mora J. / Romero Miquel J.

2.20-HIGH TECHNOLOGY TO INTERVENE ON THE SUN. SOLAR CONTROL GLASS.
Palmero Sánchez P. / García Izquierdo, A.

2.21-LIGHT AS PRINCIPAL CONCEPT IN BENEDICTINE MONASTERY CHURCH. MODERN ARCHITECTURE IN CHILE.
Suzanne Segeur / Luis Palmero / Graziella Bernardo / Natalia Caicedo

2.22-THE REVALUATION OF THE CONTEMPORARY ART IN THE LANDSCAPE THATHOSTS THEM: THE FIUMARA D'ARTE CASE IN THE NEBRODI NATURAL PARK.
Giuseppe Angileri / Marina Arena / Luis Palmero Iglesias

2.23-GREEN FACADES AS A RESOURCE FOR ENERGY SAVING AND EFFICIENCY.
Luis Manuel Palmero Iglesias / María Isabel Giner García

2.24-SUSTAINABLE AND DIGITAL TRANSFORMATION OF OFFICE BUILDINGS: FIELDS OF ACTION IN EXISTING AND NEW BUILDINGS.
Anja Henrike Kleinke

2.25-THE DISUSED PRECIOUS STONE ELEMENTS ARE NOT CDWASTE. A DIGITAL MANAGEMENT CHAIN TO SAVE THEM NOTTAL MANAGEMENT CHAIN TO SAVE THEM.
Raffaella Lione / Ornella Fiandaca / Fabio Minutoli / Alessandra Cernaro / Luis Manuel Palmero Iglesias

CHAPTER 3:
NEURAL ENGINEERING

3.1-GAMIFIED ARCHITECTURAL DESIGN: ADVANCING EDUCATION WITH EXTENDED REALITY AND AI INSIGHTS.
Juana Mercedes Perlaza Rodríguez / Fabiola Colmenero Fonseca / Ángela María Díaz-Márquez

3.2-EVALUATION OF PHYSIOLOGICAL RESPONSES IN REAL AND SIMULATED HOUSING ENVIROMENTS.
M. Pérez-Martínez / M.L. Nolé / R. Barranco-Merino / J.L. Higuera-Trujillo / C. Llinares

3.3-NEUROARCHITECTURE: DESIGN GUIDED BY PHYSIOLOGICAL SIGNAL DATA.
M. Pérez-Martínez / J.L. Higuera-Trujillo / C. Llinares

3.4-ILLUMINATING REALITIES: EXPLORING THE EFFECT OF LIGHTING IN HOUSING IN REAL AND VIRTUAL ENVIRONMENTS.
Nuria Castilla / Juan-Luis Higuera-Trujillo / Carmen Llinares

CHAPTER 4: *HERITAGE*

CHAPTER 5: *TECHNOLOGY*

5.9-METHODOLOGY FOR REPAIR OF CORROSION AFFECTED REINFORCED CONCRETE STRUCTURES.
J.R. Lliso-Ferrando / I. Gasch Molina / A. Martínez-Ibernón / J.M. Gandía-Romero / M. Valcuende Payá

5.10-CORROSION PERFORMANCE OF CONCRETES MANUFACTURED WITH DIFFERENT CEMENTS.
J.R. Lliso-Ferrando / I. Gasch Molina / A. Martínez-Ibernón / J.M. Gandía-Romero / M. Valcuende Payá / J. Soto Camino

5.11-PROBLEMS IN REPAIRS OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES AFFECTED BY CORROSION.
J.R. Lliso-Ferrando / I. Gasch Molina / A. Martínez-Ibernón / J.M. Gandía-Romero / M. Valcuende Payá / J. Soto Camino

5.12-CONCRETE RESISTIVITY ANALYSIS UNDER LABORATORY CONDITIONS ON SPECIMENS OF DIFFERENT SIZES.
J.R. Lliso-Ferrando / I. Gasch Molina / A. Martínez-Ibernón / J.M. Gandía-Romero / M. Valcuende Payá

5.13-QUICK ESTIMATION OF CHLORIDE DIFFUSION COEFFICIENT FROM NON-STEADY-STATE EXPERIMENTS IN CONCRETE.
J.R. Lliso-Ferrando / I. Gasch Molina / A. Martínez-Ibernón / J.M. Gandía-Romero / M. Valcuende Payá / J. Soto Camino

5.14-SIGNIFICANCE OF MACROCELL CURRENTS IN REINFORCED CONCRETE STRUCTURES LOCATED IN THE MARINE ENVIRONMENT.
J.R. Lliso-Ferrando / I. Gasch Molina / A. Martínez-Ibernón / J.M. Gandía-Romero / M. Valcuende Payá

5.15-ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS OF PATCH REPAIRS IN REINFORCED CONCRETE STRUCTURES. PART 1: MORTAR USED.
J.R. Lliso-Ferrando / I. Gasch Molina / A. Martínez-Ibernón / J.M. Gandía-Romero / M. Valcuende Payá

5.16-ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS OF PATCH REPAIRS IN REINFORCED CONCRETE STRUCTURES. PART 2: PASSIVATING MORTAR.
J.R. Lliso-Ferrando / I. Gasch Molina / A. Martínez-Ibernón / J.M. Gandía-Romero / M. Valcuende Payá

5.17-ENERGY DEMAND REDUCTION IN REINFORCEMENT CONCRETE STRUCTURES MONITORING SYSTEMS. 2 vs. 3 ELECTRODES.
A. Martínez-Ibernón / I. Gasch Molina / J.R. Lliso-Ferrando / R. Vengut-Tro / J.M. Gandía-Romero / M. Valcuende Payá

5.18-HUMIDITY VARIATION ESTIMATION IN HARDENEDCONCRETE MATRIX BY MEANS OF SENSOR SYSTEM.
A. Martínez-Ibernón / I. Gasch Molina / J.R. Lliso-Ferrando / P. Monzón Bello / J.M. Gandía-Romero / M. Valcuende Payá

5.19-ESTIMATION OF OXYGEN AVAILABILITY IN CONCRETE USING A SENSOR SYSTEM.
Martínez-Ibernón / I. Gasch Molina / J.R. Lliso-Ferrando / P. Monzón Bello / R. Vengut-Tro / J.M. Gandía-Romero / M. Valcuende Payá

5.20-PCA MODEL FOR HARDENED CONCRETE pH DETERMINATION. VOLTAMMETRIC SENSOR.
A. Martínez-Ibernón / I. Gasch Molina / J.R. Lliso-Ferrando / J.M. Gandía-Romero / M. Valcuende Payá

5.21-TECHNOLOGICAL RESEARCH DEVELOPMENT FOR CIRCULAR CONSTRUCTION.
Benito, F.J / Fernández, A.B. / Miñano, I.B / Parra, C.J /Rodriguez, C / Carrion, E / Mateo, J.M

5.22-PATHOLOGIES IN POLYETHYLENE WATER SUPPLY NETWORKS. DESIGN PRINCIPLES.
A.M. Romero Sedó / P. Arrué Burillo / J.F. Romero i Miquel

5.23-VARIATION IN CORROSION RATE AFTER THE APPLICATION OF CYCLIC LOADS IN REINFORCED CONCRETE.
P. Monzón-Bello / A. Martínez-Ibernón / J.R. Lliso-Ferrando / R. Vengut-Tro

5.24-STUDY OF CORROSION IN ELECTRICAL PROTECTION EARTH NETWORKS WITH CONTACT CONNECTION.
Javier Cárcel-Carrasco / Juan Manuel Sánchez-Rodríguez / Fabiola Colmenero Fonseca / María del Carmen Ixtepan

5.25-MODELING AND THERMAL STUDY IN TRNSYS OF A GREEN WALL IN A GOVERNMENTAL BUILDING IN THE MUNICIPALITY OF VERACRUZ.
V. Ortiz-Garcia / C.A. Sosa-Villalobos /G. Domínguez-Sánchez / A. Rodriguez-Andrade / E. Peñalvo-López / I. Valencia-Salazar

5.26-DESIGN OF A COMPUTATIONAL MODEL TO OPTIMIZE THE PERFORMANCE OF DIFFERENT VENTILATED WALL SOLUTIONS: SIMULATIONS AND COMPARISONS.
Francesco Paolo R. Marino / Luís Manuel Palmero Iglesias

5.27-DESIGN OF A COMPUTATIONAL MODEL TO OPTIMIZE THE PERFORMANCE OF DIFFERENT VENTILATED WALL SOLUTIONS: ALGORITHM STRUCTURING.
Francesco Paolo R. Marino

5.28-DEVELOPMENT OF BIO-BASED MATERIALS FOR BUILDING APPLICATIONS WITH THERMO-ACOUSTIC CHARACTERISTICS.
Suzanne Segeur / Paula Nuñez /Alan Huircaman / Luis Palmero

5.29-APPLICATION OF DRONES AND 3D PHOTOGRAMMETRY FOR SURVEYING HARD-TO-REACH SITES.
Pablo Rodríguez-Navarro / Teresa Gil-Piqueras / Ana Pérez Vila / Andrea Ruggieri

5.30-BIOCONSTRUCTION AND BIOMATERIALS. MYCELIUM FUNGUS, THE BIOARCHITURE SUSTAINABLE BIOMATERIAL OF THE FUTUR.
K. Essamhi-Saidi / C. José. Parra-Costa / I. De La Paz. Miñano-Belmonte / J. M. Mateo / F.J. Benito

5.31-A LUMINESCENT PERMEABLE 3D-PRINTED CONCRETE LANDSCAPE CHAIR AND ITS CONSTRUCTION METHOD.
Ye Yinlin / Du Xu / Sun Xiaoyan / Wang Hailong

CHAPTER 6: *TOWN PLANNING*

CHAPTER 7:
HUMAN RESOURCES

CHAPTER 8:
Special Section: Oldenburg Contributions

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION “RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO’25”

GRUNDLEGENDE INFORMATIONSANFORDERUNGEN ALS FEHLENDE VERBINDUNG ZWISCHEN BIM UND DEM FACILITY MANAGEMENT

BASIC INFORMATION REQUIREMENTS AS THE MISSING LINK BETWEEN BIM AND FACILITY MANAGEMENT

Sharina Alves[1]
Institute for Database-oriented Engineering / Civil Engineering Geoinformation and Health Technology Department / Jade University of Applied Sciences[1]

EINLEITUNG

Facility Services sind für den Betrieb jeder Immobilie notwendig und erfordern verlässliche Bestandsdaten, etwa Flächenangaben für die Reinigung oder technische Informationen für die Wartung. In BIM-Projekten können diese Daten grundsätzlich im Modell bereitgestellt und an das Facility Management (FM) übergeben werden. In der Praxis scheitert dies jedoch häufig, da das FM während der Planung oft nicht eingebunden werden kann bzw. eingebunden wird oder die Akteure Schwierigkeiten haben, ihre Anforderungen zu formulieren (Abb. 1). Die Folge sind unvollständige Informationen, die nur mit hohem Aufwand nachträglich beschafft werden können. Ein zentrales Problem bleibt daher die Sicherstellung von durchgängigen, standardisierten Informationsanforderungen für den Gebäudebetrieb.

Das FM wird einbezogen, aber es mangelt an Know-how, Standards, Leitfäden u. Best Practices	FM is involved, but there is a lack of expertise, standards, guidelines, and best practices.
Der Betreiber steht fest, aber das FM wird dennoch nicht mit in das Projekt einbezogen	The operator has been determined, but FM is still not included in the project.
Aufgrund der Projektkonstellation steht noch kein Betreiber für das Gebäude fest	Due to the project constellation, no operator has yet been determined for the building.

Abbildung 1. Hindernisse bei der Definition von Informationsanforderungen für das FM
Figure 1. Obstacles in defining information requirements for FM

INTRODUCTION

Facility services are necessary for the operation of any property and require reliable inventory data, such as floor space information for cleaning or technical information for maintenance. In BIM projects, this data can generally be provided in the model and transferred to facility management (FM). In practice, however, this often fails because FM cannot be involved / is not involved during the planning stage, or because the parties involved have difficulty formulating their requirements (Fig. 1). The result is incomplete information that can only be obtained retrospectively at great expense. A key problem therefore remains ensuring consistent, standardized information requirements for building operations.

FORSCHUNGSZIEL UND -METHODE

Ziel dieser Forschung und Dissertation ist die Entwicklung und Evaluation grundlegender Informationsanforderungen für das operative FM im Kontext des BIM4FM-Prozesses. Die Informationsanforderungen sollen so gestaltet sein, dass es auch von Projektbeteiligten ohne FM-spezifisches Wissen angewendet werden kann.

Das Vorhaben folgt dem Design Science Research-Ansatz. Aufbauend auf dem Stand der Praxis wird ein BIM-basierter Prozess für den sogenannten Facility Service Handover entwickelt, der die Übergabepunkte relevanter Informationen strukturiert. Auf Grundlage dieses Prozesses werden die grundlegenden Informationsanforderungen für die Facility Services definiert und iterativ mit Experten evaluiert. Anschließend wird eine geeignete Methode gewählt, um diese strukturiert darzustellen, und durchgeführt.

OBJEKTIVE AND METHODOLOGY

The aim of this research and dissertation is to develop and evaluate basic information requirements for operational FM in the context of the BIM4FM process. The information requirements should be designed in such a way that they can also be applied by project participants without FM-specific knowledge.

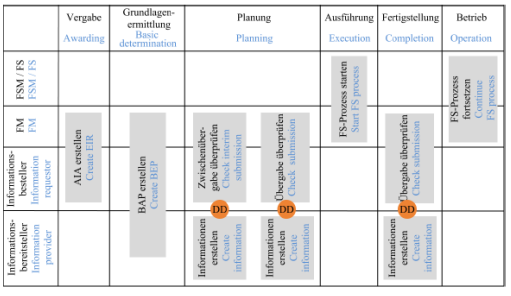
The project follows the design science research approach. Building on the current state of practice, a BIM-based process for the so-called facility service handover is being developed, which structures the handover points of relevant information. Based on this process, the basic information requirements for facility services are defined and iteratively evaluated with experts. Subsequently, a suitable method is selected to present these requirements in a structured manner and implemented.

ERGEBNISSE

Die Analyse des aktuellen Stands der Praxis verdeutlicht, dass es bislang keine Informationsanforderungen gibt, die alle in einer vorherigen Arbeit definierten Bedingungen an grundlegende Informationsanforderungen für das FM erfüllen. Zwar existieren unterschiedliche Ansätze zur Spezifikation von Informationsbedarfen, diese sind jedoch meist auf spezifische Anwendungsfälle, Gebäudetypen oder einzelne Facility Services beschränkt.

Um solche zu entwickeln, wurde im ersten Schritt der bestehende BIM-Handover-Prozess mit dem Facility-Service-Prozess verknüpft. Dadurch war es möglich, klare Datenübergabepunkte (Data Drops (DD)) zu definieren, an denen die für das FM relevanten Informationen bereitgestellt werden müssen. Ausgehend von diesem Prozess wurden die konkreten Informationsbedarfe abgeleitet, die für Facility Services erforderlich sind (Abb. 2).

Die Definition dieser Informationsbedarfe erfolgte mithilfe von Expertendiskussionen aus Forschung und Praxis. Dabei wurde ein Konsensansatz gewählt: Berücksichtigt wurden ausschließlich Attribute, bei denen Einigkeit darüber bestand, dass sie für den Betrieb eines jeden Gebäudes zwingend erforderlich sind. Dieses Vorgehen führte zu einem „kleinsten gemeinsamen Nenner“, der sicherstellt, dass die resultierenden Informationsanforderungen universell anwendbar sind. In Abb. 3 ist zu sehen, wie sich aus dem Anwendungsfall zuerst der entwickelte Prozess ableiten ließ und dieser wiederum für die Ableitung von Informationen genutzt wird. Im nächsten Schritt wurde die methodische Umsetzung betrachtet. Mittels einer Multi-Kriterien-Analyse wurde bewertet, welche der verfügbaren Methoden zur Informationsanforderungen für diesen Anwendungsfall am geeignetsten ist. Als Ergebnis wurden die entwickelten Informationsanforderungen in ein Information Delivery Manual (IDM) und ein Information Delivery Specification (IDS) überführt. In Abb. X lässt sich auf der rechten Seite erkennen, wie die Informationsanforderungen in technische Prüfregeln für das IDS überführt werden, welche dann in einer Industry Foundation Classes (IFC) überprüfen, ob diese Informationen vorhanden sind.



FSM / FS: Facility Service Management / Facility Service, AIA: Auftraggeber-Informationsanforderungen, BAP: BIM-Abwicklungsplan
FSM / FS: Facility Service Management / Facility Service, EIR: Exchange information requirements, BEP: BIM Execution plan

Abbildung 2. Facility Services Handover Process
Figure 2. Facility Services Handover Process

RESULTS

Analysis of the current state of practice shows that there are currently no information requirements that meet the conditions defined in previous work on basic information requirements for FM. Although there are various approaches to specifying information requirements, these are mostly limited to specific use cases, building types, or individual facility services.

To develop such requirements, the first step was to link the existing BIM handover process with the facility service process. This made it possible to define clear data drops (DD) at which the information relevant to FM must be provided. Based on this process, the specific information requirements necessary for Facility Services were derived (Fig. 2).

These information requirements were defined in with the help of expert discussions from research and practice. A consensus approach was chosen: only attributes that were agreed to be essential for the operation of any building were considered. This approach led to a “lowest common denominator” that ensures that the resulting information requirements are universally applicable.

The next step was to consider the methodological implementation. A multi-criteria analysis was used to evaluate which of the available methods for information requirements was most suitable for this application. As a result, the developed information requirements were transferred to an Information Delivery Manual (IDM) and an Information Delivery Specification (IDS). Fig. 3 on the right shows how the information requirements are transferred into technical test rules for the IDS, which are then used in an Industry Foundation Classes (IFC) to check whether this information is available.

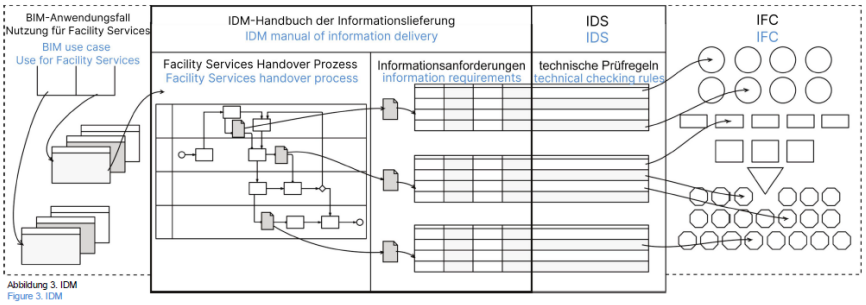


Abbildung 3. IDM
Figure 3. IDM

FAZIT UND AUSBLICK

Mit dieser Arbeit wurden der Facility Service Handover Prozess und die grundlegenden Informationsanforderungen für das FM entwickelt sowie eine geeignete Methode zu ihrer Kodierung gewählt. Der nächste Schritt besteht nun darin, diese Ergebnisse in Pilotprojekten praktisch zu erproben, um ihre Anwendbarkeit, Wirksamkeit und Integration in BIM-Projekten zu überprüfen.

CONCLUSION AND OUTLOOK

This work developed the facility service handover process and the basic information requirements for FM and selected a suitable method for encoding them. The next step is now to test these results in pilot projects to verify their applicability, effectiveness, and integration into BIM projects.

Jade Hochschule
Wilhelmshaven/Oldenburg/Elsfleth
Fachbereich Bauwesen Geoinformation Gesundheitstechnologie
Abteilung Bauwesen
Ofener Str. 16/19
26121 Oldenburg

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION “RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO’25”

Mobilität im ländlichen Raum
Herausforderung ÖPNV
Mobility in Rural Areas
Challenges for Public Transport

Jonas Schoo[1]
Jade UAS Oldenburg, Civil Engineering, Geoinformation, Technology[1]

Prof. Dr. Rainer Schwerdhelm[2]
Jade UAS Oldenburg, Civil Engineering, Geoinformation, Technology[2]

Die Mobilitätswende ist eine zentrale Herausforderung des 21. Jahrhunderts, verschärft durch globale Klima- und Umweltkrisen. Ziel ist es, den Verkehrssektor grundlegend zu transformieren, um Klimaziele zu erreichen und Umweltbelastungen zu verringern. Dafür braucht es nicht nur nachhaltige, sondern auch inklusive Mobilitätskonzepte, die allen Menschen Zugang sichern. Das Auto steht dabei im Mittelpunkt, da es Hauptverursacher der Emissionen ist. In ländlichen Räumen gestaltet sich die Wende besonders schwierig. Viele Menschen sind wegen schwacher ÖPNV-Anbindung stark auf das Auto angewiesen. Etwa ein Drittel der Bevölkerung lebt in ländlichen Regionen, deren Beitrag für die Klimaziele entscheidend ist. Soziale und infrastrukturelle Hürden bremsen jedoch den Wandel. Abbildung 1 zeigt die Gehzeit zu Bushaltestellen mit mindestens 25 Abfahrten werktags in Niedersachsen. Der Stadt-Land-Unterschied ist deutlich: In Städten liegen die Wege meist unter 10 Minuten, auf dem Land oft bei 40 Minuten oder mehr. Lange Wege mindern die Alltagstauglichkeit des ÖPNV – besonders für Ältere und Familien – und verstärken die Abhängigkeit vom Auto sowie soziale Ungleichheiten.

The mobility transition is a key challenge of the 21st century, intensified by global climate and environmental crises. It aims to transform the transport sector to meet climate goals and reduce environmental harm. Beyond promoting sustainable mobility, it requires inclusive concepts that ensure accessibility for all. The private car stands at the center of this change as a major contributor to emissions. In rural areas, the transition is particularly difficult. Many residents rely heavily on private cars due to limited public transport. About one third of Germany’s population lives in rural regions, making their participation vital for climate targets. Yet social and infrastructural barriers often hinder progress. Figure 1 shows walking times to bus stops with at least 25 weekday departures in Lower Saxony. The urban–rural divide is evident: cities have short access times, while rural areas often face 40-minute walks or more. Long walking distances reduce the usability of public transport, especially for elderly people and families, reinforcing dependence on cars and limiting a fair mobility transition.

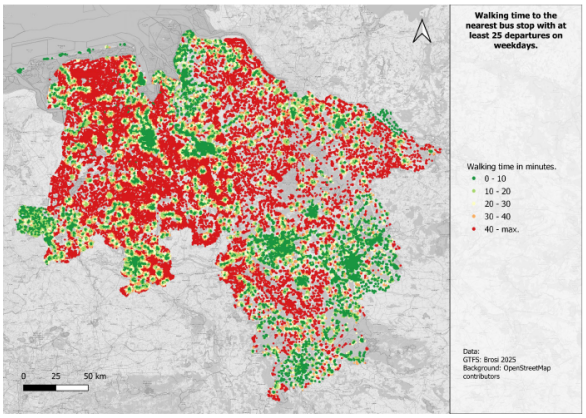


Abbildung 1: Gehzeit zur nächstgelegenen Bushaltestelle mit mindestens 25 Abfahrten werktags.
Figure 1: Walking time to the nearest bus stop with at least 25 weekday departures.

Abbildung 2 zeigt die Stadt-Land-Disparitäten im ÖPNV. In Städten erreichen 65 % der Bevölkerung eine Bushaltestelle mit 25+ Abfahrten werktags in 10 Minuten, bei 50 Minuten sind es 91 %. In ländlichen Regionen sind es nur 38 % bzw. 74 %. Städte profitieren von dichten, häufigen Netzen, ländliche Räume bleiben unterversorgt. Das mindert Mobilität und Teilhabe, besonders ohne Auto und erschwert den Umstieg auf nachhaltigen Verkehr.

Figure 2 shows the urban–rural gap in public transport. In cities, 65 % of people reach a bus stop with 25+ daily departures within 10 minutes, rising to 91 % at 50 minutes. In rural areas, only 38 % reach such a stop in 10 minutes, and 74 % within 50 minutes. Cities benefit from dense, frequent networks, while rural regions remain underprovided. This limits mobility and social participation, especially for those without cars, and hinders the shift to sustainable transport.

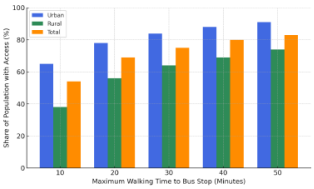


Abbildung 2: Erreichbarkeit von Bushaltestellen in Niedersachsen nach Siedlungsstruktur und Gehzeit.
Figure 2: Access to Bus Stops in Lower Saxony by Settlement Type and Walking Time.

Die Gemeinde Dunum im Nordwesten Niedersachsens verdeutlicht die Mobilitätsprobleme auf dem Land. GIS-Analysen von Punkten des täglichen Bedarfs (POIs) zeigen sogenannte „White Spots“ – Bereiche mit schlechter ÖPNV-Anbindung. Die Grundschule ist in 20 Minuten erreichbar, eine Apotheke hingegen nicht. Andere Einrichtungen wie Arztpraxen, Kindergärten, weiterführende Schulen und Supermärkte haben meist nur eine Verbindung innerhalb von zwei Stunden.Tabelle 1 zeigt, dass der ÖPNV nur eingeschränkten Zugang zu wichtigen Einrichtungen bietet, was ihn für alltägliche Erledigungen unpraktisch macht. Das Auto ermöglicht nahezu universelle Erreichbarkeit, Fahrräder bieten mittlere Reichweite, zu Fuß ist der Zugang am eingeschränktesten. Insgesamt kann der ÖPNV in Dunum private Autos nicht ersetzen, was die Abhängigkeit vom Auto in ländlichen Regionen verdeutlicht.

The municipality of Dunum in northwest Lower Saxony illustrates rural mobility challenges. GIS analysis of points of interest (POIs) revealed “white spots” – areas poorly connected by public transport. For example, the primary school is reachable within 20 minutes, but a pharmacy is not. Other essential services like doctors, kindergartens, secondary schools, and supermarkets have very limited connections, often only one within two hours.
Table 1 shows that public transport offers restricted access to essential facilities, making it impractical for daily errands. Motorized private traffic provides nearly universal access, while bicycles offer moderate coverage, and walking is the most limited mode. Overall, in Dunum, public transport cannot replace private cars for reaching multiple essential services, highlighting rural dependence on private vehicles.

Tabelle 1: Erreichbarkeit wichtiger Einrichtungen nach Verkehrsmittel und Verfügbarkeit in Dunum, Niedersachsen.
Table 1: Accessibility of POIs by Mode of Transport and Availability in Dunum, Lower Saxony.

	# POIs	Pharmacy	General Practitioner	Primary School	Kindergarden	Secondary School	Supermarket
Walking	0	100%	100%	15%	0%	100%	100%
	1	0%	0%	52%	0%	0%	0%
	>1	0%	0%	33%	100%	0%	0%
Cycling	0	32%	15%	100%	87%	49%	22%
	1	56%	52%	0%	13%	51%	42%
	>1	12%	33%	0%	0%	0%	36%
Motorized Individual Traffic	0	0%	100%	0%	15%	0%	0%
	1	0%	0%	0%	52%	0%	0%
	>1	100%	0%	100%	33%	100%	100%
Public Transport	0	87%	15%	0%	50%	52%	50%
	1	13%	52%	0%	42%	11%	36%
	>1	0%	33%	100%	7%	37%	13%

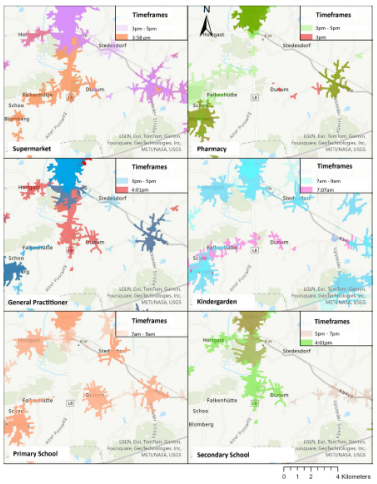
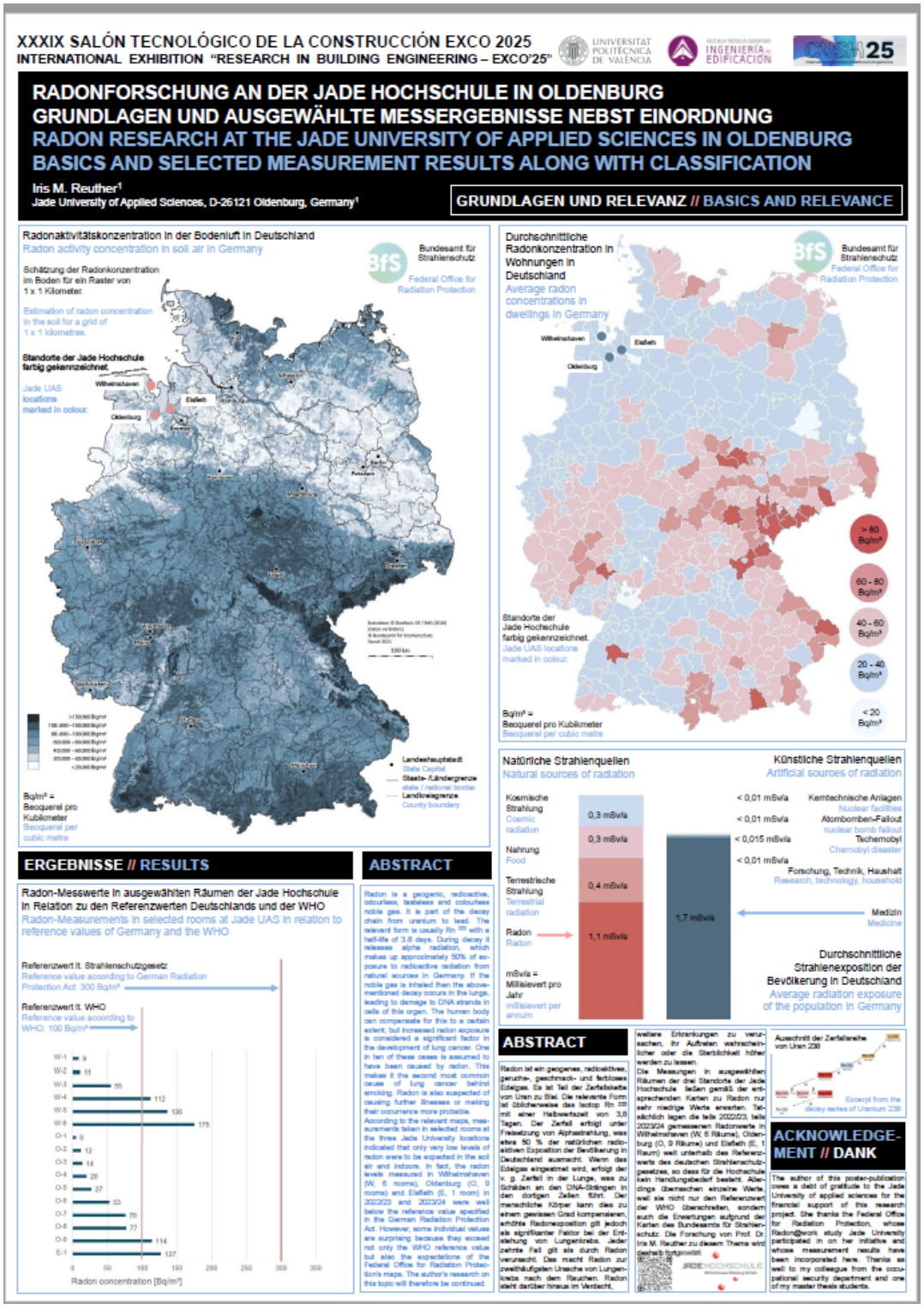


Abbildung 3: 20-Minuten-ÖPNV-Einzugsbereiche ausgewählter Einrichtungen in Dunum, Niedersachsen.
Figure 3: 20-Minute Public Transport Catchment Areas for Selected POIs in Dunum, Lower Saxony.

Der ÖPNV in ländlichen Regionen wie Dunum ist im Vergleich zu Städten benachteiligt. Lange Wege und geringe Taktung schränken die Alltagsmobilität ein, besonders für vulnerable Gruppen. Trotz scheinbar guter Abdeckung ist die Nutzung aufgrund unpraktischer Anbindung und weniger Verbindungen zu wichtigen Einrichtungen begrenzt. Das Auto dominiert weiterhin, verstärkt soziale und räumliche Ungleichheiten und erschwert eine inklusive Mobilitätswende. Gezielte, regional angepasste Maßnahmen sind nötig: dichtere Takte, neue Haltestellen oder On-Demand-Angebote, bessere Radinfrastruktur sowie Mobility Hubs. Eine erfolgreiche und gerechte Mobilitätswende muss die praktischen Bedürfnisse aller berücksichtigen – besonders der Menschen ohne Auto – und sicherstellen, dass ländliche Regionen nicht abgehängt werden.

Public transport in rural areas like Dunum remains disadvantaged compared to cities. Long walking distances and limited service frequencies restrict everyday mobility, especially for vulnerable groups. Although coverage may appear wide, inconvenient access and few connections to essential services make public transport less usable. As a result, private cars dominate, reinforcing social and spatial inequalities and limiting an inclusive mobility transition. Targeted, region-specific strategies are needed, such as denser services, new stops or on-demand solutions, better cycling infrastructure, and mobility hubs to improve connections. A successful and fair mobility transition must address the practical needs of all residents, particularly those without cars, ensuring rural areas are not left behind.

Project: 4N. Funding: this research was supported by the Ministerium für Wissenschaft und Kultur of the state Lower Saxony (MWK) with funding from the resources of the Niedersächsischen Vorab. The funder had no role in study design, data collection and analysis, decision to publish, or preparation of the manuscript.



Jade Hochschule
Wilhelmshaven/Oldenburg/Elsfleth
Fachbereich Bauwesen Geoinformation Gesundheitstechnologie
Abteilung Bauwesen
Ofener Str. 16/19
26121 Oldenburg