

1B.2 Modernisierungsarbeiten der Stufen I und II an der Oder im Rahmen des Hochwasserschutzprojekts im Einzugsgebiet von Oder und Weichsel

dr Krzysztof Pyszny
dr Rafał Wróżyński
dr hab. Mariusz Sojka

In Bezug auf das RDEP-Schreiben in Stettin vom 18. Januar 2019 Nr. WONS-OŚ.4233.1.2017.KK.36 zu Punkt 12 wird im Folgenden die Bewertung der Auswirkungen des geplanten Projekts auf die Landschaft dargestellt.

1. Einführung

Für ein Projekt zur Modernisierung der Regulierungsstrukturen an der Oder (Buhnen, Längswerke, Kantenbänder, Uferbefestigungen) wurde eine Landschaftsauswirkungenabschätzung durchgeführt. Eine detaillierte Beschreibung des Baus der geplanten und modernisierten Kontrollstrukturen ist im Anhang des Berichts enthalten.

Gemäß Art. 62 Abs. 1 der Umweltverträglichkeitsprüfung werden die direkten und indirekten Auswirkungen eines bestimmten Projekts auf die Landschaft, einschließlich der Auswirkungen auf die Kulturlandschaft, ermittelt, analysiert und bewertet. Eines der obligatorischen Elemente des Berichts über die Umweltverträglichkeitsprüfung ist der Vergleich der Auswirkungen der analysierten Varianten, unter anderem auf die Landschaft (Artikel 66 Absatz 6a Buchstabe b des Gesetzes vom 3. Oktober 2008 über die Bereitstellung von Informationen über die Umwelt und ihren Schutz, die Beteiligung der Öffentlichkeit am Umweltschutz und die Umweltverträglichkeitsprüfung (d.h. Journal of Laws of 2008, Nr. 33, Pos. 259, in der jeweils gültigen Fassung). U. von 2018, Punkt 2081, in der jeweils gültigen Fassung. Die Analyse der Auswirkungen des geplanten Projekts auf die Landschaft sollte mit der Definition des Landschaftskonzepts beginnen. Die Definition von Landschaft in den polnischen Rechtsvorschriften wurde durch das Gesetz vom 24. April 2015 zur Änderung bestimmter Gesetze im Zusammenhang mit der Stärkung von Landschaftsschutzinstrumenten eingeführt (Journal of Laws of 2015, Pos. 774, in der jeweils gültigen Fassung). Mit dem vorgenannten Gesetz wurden unter anderem Änderungen in Artikel 2 des Raumordnungsgesetzes eingeführt, wo Punkt 16e eingeführt wurde, in dem die Landschaft als wie folgt definiert wurde Raum durch den Menschen, der natürliche Elemente oder Produkte der Zivilisation enthält, geformt. als Folge natürlicher Faktoren oder menschlicher Aktivitäten. Die Landschaft ist ein Schlüsselement für das Wohlergehen der Gesellschaft als Ganzes und des Einzelnen, und ihr Schutz und ihre Planung bringt Verantwortung für jeden Menschen mit sich.

Es ist hervorzuheben, dass in der Ausgabe 2013 Der Entschließungsantrag des Europäischen Parlaments zur Änderung der UVP-Richtlinie definiert die optischen Auswirkungen auf die Umwelt.

(Visual Impact Assessment) als Veränderung des Erscheinungsbildes einer bebauten oder natürlichen Landschaft und städtischer Gebiete als Folge einer Veränderung, die positiv (Verbesserung) oder negativ (Verschlechterung) sein kann. Die visuelle Folgenabschätzung umfasst auch den Abbruch von geschützten Bauelementen oder solchen, die eine strategische Rolle bei der traditionellen Wahrnehmung des Ortes oder der Landschaft spielen. Diese Bewertung umfasst eine deutliche Veränderung der geologischen Topographie und alle anderen Hindernisse, wie Gebäude oder Mauern, die die natürliche Landschaft behindern und stören. Die Beurteilung der visuellen Auswirkungen auf die Umwelt basiert in erster Linie auf qualitativen Beurteilungen, die die Bedeutung der Landschaft für den Menschen, die Interaktion des Menschen mit der Landschaft und den damit verbundenen Wert der Landschaft (*genius loci*) widerspiegeln. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass der endgültige Inhalt der vom Europäischen Parlament im Jahr 2014 angenommenen Änderung der UVP-Richtlinie die oben genannten Bestimmungen nicht enthält. Daher bleibt der Umfang der Bewertung der visuellen Auswirkungen auf die Umwelt und ihre Definition offen (Giedych 2016).

Seit Beginn des 21. Jahrhunderts wird weltweit wissenschaftliche Forschung zur Entwicklung quantifizierbarer Methoden zur Bewertung der Auswirkungen von Investitionen auf die Landschaft betrieben (Daniel 2001). Es sollte jedoch betont werden, dass die Bewertung der Auswirkungen von Investitionen auf die Landschaft sehr subjektiv ist. Die wissenschaftliche Forschung zur Wahrnehmung von Landschaft ist sehr komplex. Sie betonen, dass die Wahrnehmung von Landschaft multisensorisch ist, mit der Mehrheit der Sehkraft.

In Polen wies Sas-Bojarska Anfang der 90er Jahre darauf hin, dass eine Bewertung der visuellen Auswirkungen von Projekten auf die Landschaft eingeführt werden muss (Sas-Bojarska 2007). Der Autor schlug den Namen des Verfahrens "visuelle Folgenabschätzung" vor und definierte seine Hauptkomponenten, wobei er auf Aspekte wie: visuelle Ressourcen, visuelle Qualität der Landschaft, visuelle Empfindlichkeit, Umfang und Intensität der visuellen Auswirkungen hinwies. Bisher wurde die Bewertung der Auswirkungen auf die Landschaft durchgeführt, indem Folgendes vorgestellt wurde: der Umfang der Sichtbarkeit der geplanten Investition, Aussichtspunkte, Sichtachsen, Zusammensetzung des Panoramas und die Kombination der oben genannten Methoden. Die angegebenen Methoden sind jedoch nicht objektiv oder enthalten Fehler, die sich aus der Vereinfachung der Analysen ergeben. Ein Beispiel ist der Einsatz von Methoden, die auf der Analyse des Sichtbarkeitsbereichs basieren. Diese Methoden bestimmen die Positionen, von denen aus ein Objekt sichtbar ist, ohne jedoch seinen prozentualen Anteil im sogenannten Sichtfeld anzugeben.

In Polen wird die Bewertung der Auswirkungen von Investitionen auf die Landschaft marginalisiert (Sas-Bojarska 2007). Es sei darauf hingewiesen, dass selbst wenn die Verfasser der

Berichte versuchen, die Auswirkungen der Investitionen auf die Landschaft zu bewerten, die Bewertung in irgendeiner Weise - meist beschreibend - aufgrund fehlender Leitlinien durchgeführt wird. Dies macht es nicht möglich, die Auswirkungen verschiedener oder sogar gleicher Investitionen auf die Landschaft zu vergleichen. Es ist dringend erforderlich, eine quantifizierbare Methode zur Bewertung der Auswirkungen von Investitionen auf die Landschaft zu entwickeln und die Verpflichtung für die Praktiker einzuführen, sie bei der Erstellung von Berichten und Bewertungen der Auswirkungen auf die Landschaft zu verwenden.

In den letzten Jahren sind bei der Entwicklung quantitativer Methoden zur objektiven Bewertung der Auswirkungen anthropogener Objekte auf die Landschaft (Gebäude, Strukturen, Ingenieurobjekte) Fortschritte erzielt worden. Diese Methoden beziehen sich jedoch auf spezifische

Objekte: Windkraftanlagen, Gebäude, technische Infrastruktur - Stromleitungen. Ein Beispiel dafür ist die Forschung an der University of Life Sciences Poznań, die es ermöglichte, eine neue Methode zur Untersuchung der Auswirkungen von Windkraftanlagen auf die Landschaft zu entwickeln (Wróżyński et al. 2016a, Wróżyński et al. 2016b). Diese Methode wurde modifiziert und von den Autoren in der Bewertung der Auswirkungen von Hochspannungsleitungen auf die Landschaft verwendet.

Die ursprüngliche, quantitative Methode, die in diesem Bericht zur Bewertung der Auswirkungen des Projekts auf die Landschaft verwendet wird, wurde als Ergebnis mehrjähriger Studien über die Möglichkeiten der Verwendung digitaler räumlicher Datenbanken, GIS-Software und 3D-Grafiken zur Unterstützung des Bewertungsprozesses entwickelt.

2. Materialien und Methoden

Die Folgenabschätzung für die geplanten Regulierungsstrukturen im Oderbett wurde auf der Grundlage einer Airborne Laser Scanning (ALS) Punktwolke durchgeführt. Höhendaten in Form von Binärdateien wurden vom Central Office of Geodesy and Cartography nach dem 2008 von der American Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ASPRS) veröffentlichten Standard 1.2 zur Verfügung gestellt. Die Punktwolke enthält Höhendaten im Koordinatensystem PUGW 1992, bezogen auf das normale Höhensystem Kronsztadt 86, sowie Daten über die Klasse eines bestimmten Punktes (Tabelle 1) und über die Intensität der Reflexionen in drei Bereichen des sichtbaren Teils der elektromagnetischen Strahlung, entsprechend den roten, grünen und blauen (RGB-Werte), die aus Luftbildern gewonnen wurden (Abb. 1).

Tabelle 1. Einteilung der Punktwolke in Klassen nach Standard 1.2

Klasse	Klassenbeschreibung
0	Bearbeitete, aber nicht klassifizierte Punkte
2	Punkte am Erdboden
3	Punkte, die eine niedrige Vegetation darstellen, d.h. im Bereich von 0-0,40 m.
4	Punkte, die die durchschnittliche Vegetation darstellen, d.h. im Bereich von 0,40-2,00 m.
5	Punkte, die eine hohe Vegetation darstellen, d.h. in einem Bereich von mehr als 2,00 m.
6	Punkte, die Gebäude, Strukturen und Ingenieurbauwerke darstellen.
7	Hype
9	Punkte, die Wasserflächen darstellen
12	Punkte aus mehreren Versorgungsgebieten



Abbildung 1: Visualisierung der Punktwolke

Die verwendete Punktwolke wurde auf der Grundlage von Messungen in den Jahren 2011 - 2013 entwickelt, ihre Dichte wurde variiert und reichte von 4 bis 12 Punkten m^{-2} . Der durchschnittliche Höhenfehler beträgt nicht mehr als 0,15 Meter. Darüber hinaus wurden für die Analyse die für die Zwecke der Umweltverträglichkeitsprüfung erhobenen und vom Kunden zur Verfügung gestellten Daten verwendet.

Zur Identifizierung der bestehenden Quer- und Längsbauten an der Oder wurden farbige Orthophotokarten und Materialien verwendet, die bei Feldinspektionen am 8., 11. und 14. März 2019 auf ausgewählten Abschnitten der Oder bei Słubice und Kostrzyn gewonnen wurden. Während der Vision wurde eine fotografische Dokumentation in Form von Bodenpanorama 360° Fotos erstellt. Die Panoramabilder wurden auf der Grundlage einer Fotoserie mit der Olympus OMD EM-10 Kamera mit dem Samyang 7,5 mm f/3,5 UMC Fischaugenobjektiv unter Verwendung des Manfrotto VR 360o Panoramakopfes erstellt und in PTGui v. 11.6 in eine äquiurektangulare Projektion umgewandelt. Die 360o Panoramabilder zeichnen sich durch eine vollständige Sichtbarkeit aus. Zusätzlich wurde eine Reihe von Luftbildern mit DJ Mavic Pro und Mavic II Pro Drohnen an der Decke von 80-100 m durchgeführt.

Methoden

Die Bewertung der Auswirkungen von Regulierungsstrukturen auf die Landschaft wurde nach der Methodik des Autors mit Hilfe von GIS-Tools (QGIS und ArcGIS), 3D-Grafiken (Blender),

Panoramafotos und einer digitalen Höhendatenbank in Form einer Punktwolke aus dem luftgestützten Laserscanning (LIDAR) durchgeführt. Das Verfahrensschema ist in Abbildung 2 dargestellt.

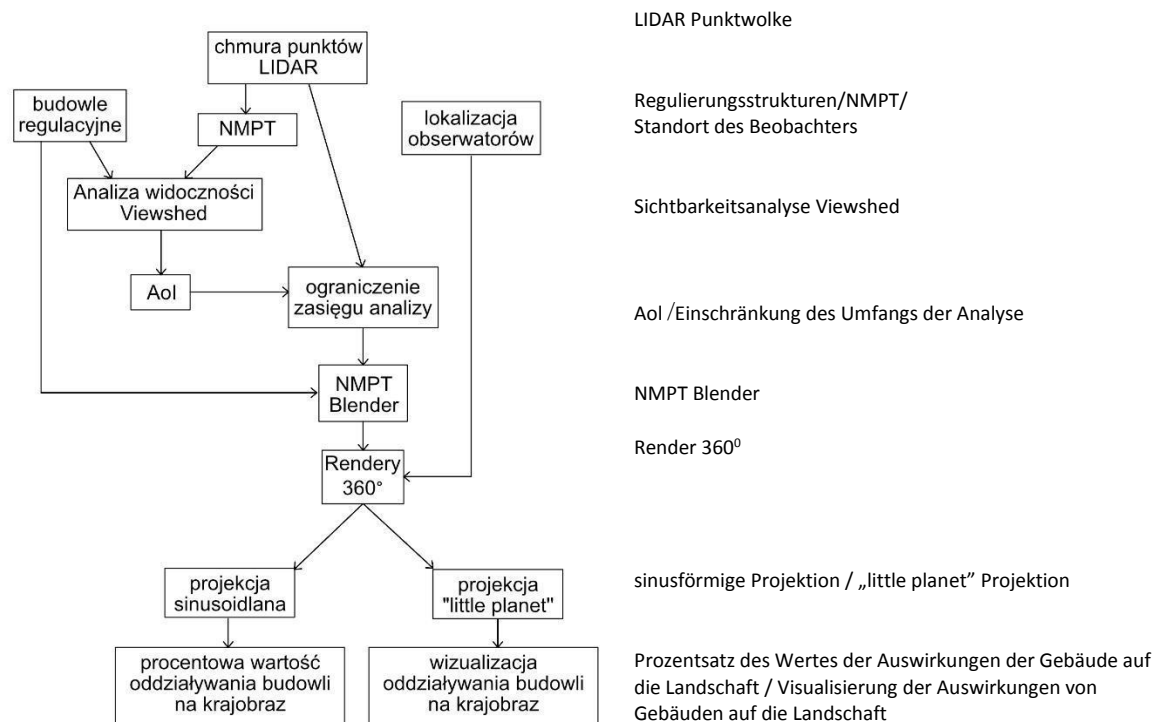


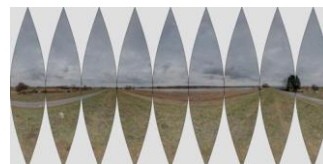
Abbildung 2: Schema zur Bewertung der Auswirkungen von Regulationsstrukturen auf die Landschaft

In der ersten Phase wurde auf Basis der Punktwolke aus dem LIDAR-Laserscanning ein Numerical Area Cover Model (NMPT) mit einer räumlichen Auflösung von 1 m entwickelt. Das NMPT-Modell wurde dann durch Daten über die Lage von Regulationsstrukturen (Buhnen, Längsdämme, Kantenbänder, Uferbefestigungen) ergänzt, die im Rahmen der Modernisierung der Oder geplant sind. In der zweiten Phase wurde die Sichtbarkeit der Struktur mit dem Werkzeug Viewshed bewertet. Das Ergebnis der Analyse war eine Rasterkarte mit einer Auflösung von 1 m, bei der der Wert 0 bedeutet, dass die Gebäude nicht sichtbar sind und 1 bedeutet, dass sie sichtbar sind. Die Analyse basiert auf der Beurteilung des Auftretens von Feldhindernissen zwischen dem analysierten Objekt, und den Beobachter. Diese Analyse hat einige Einschränkungen, da sie den Abstand vom Objekt und die Größe des Objekts im Sichtfeld des Betrachters nicht berücksichtigt. Daher erlaubt seine Anwendung keine quantitative Bewertung der Auswirkungen des Objekts auf die Landschaft. Die Ergebnisse der Viewshed-Analyse erlauben es, den Bereich der weiteren Analyse nur zu begrenzen. Basierend auf den Ergebnissen der Viewshed-Analyse und der Verwendung des Tools Minimum Bounding Geometry mit der Option Rectangle by Area wurde der Area of Interest (Aoi) bestimmt. Im dritten Schritt wurde mit Hilfe der Datei Aoi.shp eine Cloud zugeschnitten. verweist auf

das angegebene Gebiet, das Gegenstand einer weiteren detaillierten Analyse der Auswirkungen der modernisierten Regulierungsgebäude auf die Landschaft war. Auf Basis der LIDAR-Punktwolke in Blender v. 2.79 wurde ein dreidimensionales Geländemodell erstellt. Blender ist eine Software zur Modellierung und Darstellung von Bildern und 3D-Animationen. Es ermöglicht Ihnen, Renderings von jedem Ort im 3D-Raum aus zu erstellen. Das Modell wurde ergänzt durch dreidimensionale Modelle von Regulierungsstrukturen, die auf der Grundlage von Designdokumentationen entwickelt wurden. In der vierten Stufe, im Blender-Umfeld, wurden für ausgewählte Standorte Renderings in Form von 360o-Panoramen erstellt, die potenzielle Positionen der Beobachter darstellen. Die Panoramen zeigen alle Objekte, d.h.: Boden, Vegetation, Gebäude, Bauwerke und Ingenieurobjekte, den Himmel und die geplanten Bühnen, Längsdämme, Kantenbänder und Uferbefestigungen. Die in Blender 360o erhaltenen Panoramen wurden auf der Grundlage fotorealistischer 360o Panoramabilder verifiziert, die während der Vision im Feld aufgenommen wurden. Die Ergebnisse der Validierung von 360o-Panoramen aus dem Blender-Programm deuten darauf hin, dass sie einer weiteren Analyse im Hinblick auf die Auswirkungen der Investition auf die Landschaft unterzogen werden können. Auf der Grundlage von 360o-Panoramen wurden Visualisierungen so genannter "kleiner Planeten" erstellt, die die räumliche Verteilung der analysierten Objekte im Sichtfeld des Betrachters zeigen. Um die Auswirkungen von Gebäuden auf die Landschaft quantitativ beurteilen zu können, wurden in der fünften Stufe die 360o-Panoramen mit Hilfe der Sinusprojektion aus der Projektionsgruppe Equal-Area transformiert. Die von der National Aeronautics and Space Administration (NASA) entwickelte Software G.Projector wurde zur Transformation von 360o-Panoramen verwendet (Abb. 3).



a



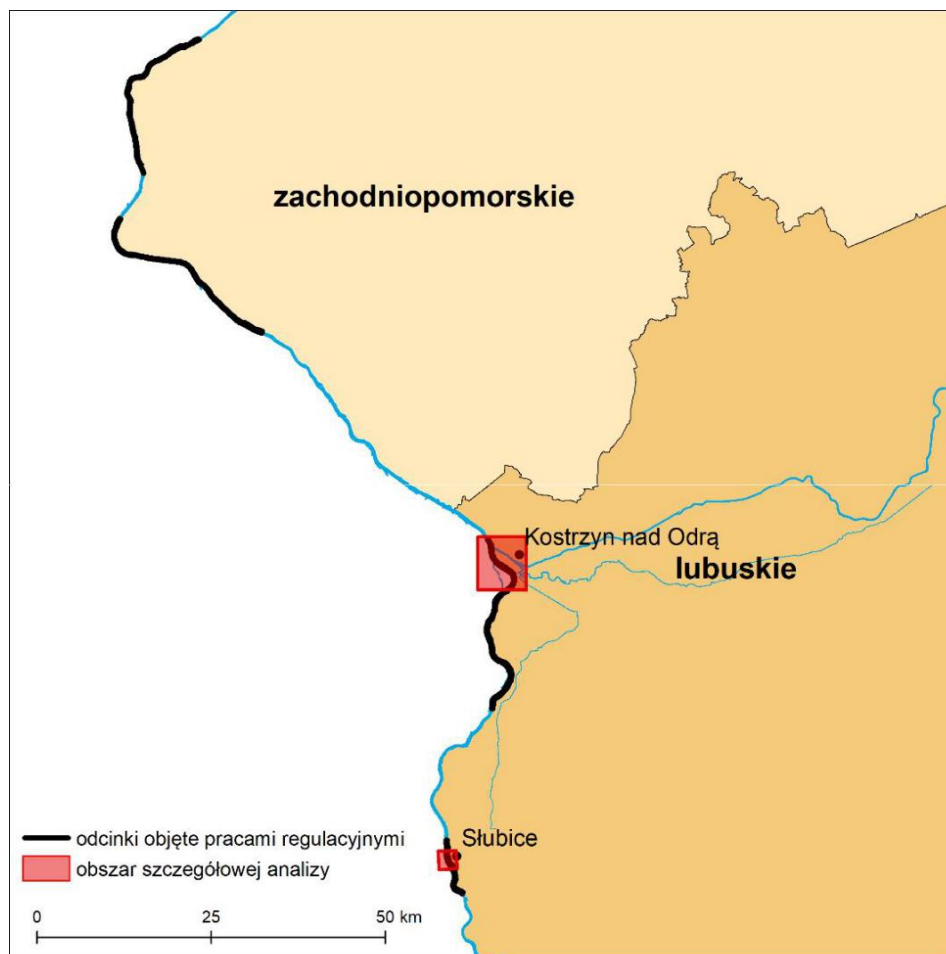
b

Abbildung 3: 360o Fotografisches Panorama (a), Gleichflächenprojektionspanorama (b)

In der sechsten Stufe wurde der prozentuale Anteil der Regulierungsgebäude am 360o-Panorama ermittelt. Der Klassenanteil, der die geplanten Bühnen, länglichen Dämme, Kantenbänder und Uferbefestigungen im Panoramabild repräsentiert, bildet die Grundlage für die Beurteilung der Auswirkungen auf die Landschaft.

3. Ergebnisse

Die erste Feldinspektion hat alle Abschnitte der Oder identifiziert, in denen Regulierungsarbeiten durchgeführt werden. Um die Art und Intensität ihrer Auswirkungen auf die Landschaft im Detail zu bestimmen, wurden zwei Standorte ausgewählt (Abbildung 4). Bei der Auswahl der Standorte für eine detaillierte Analyse wurden folgende Kriterien zugrunde gelegt: Lage der Regulierungsstrukturen in Bezug auf die von potenziellen Beobachtern durchdrungenen Gebiete, Auftreten möglicher kumulativer Auswirkungen neuer und modernisierter Regulierungsstrukturen. Die Analyse der Auswirkungen neuer und modernisierter Regulierungsstrukturen auf die Landschaft wurde in Übereinstimmung mit der in Punkt 2 dieser Studie beschriebenen Methodik durchgeführt.

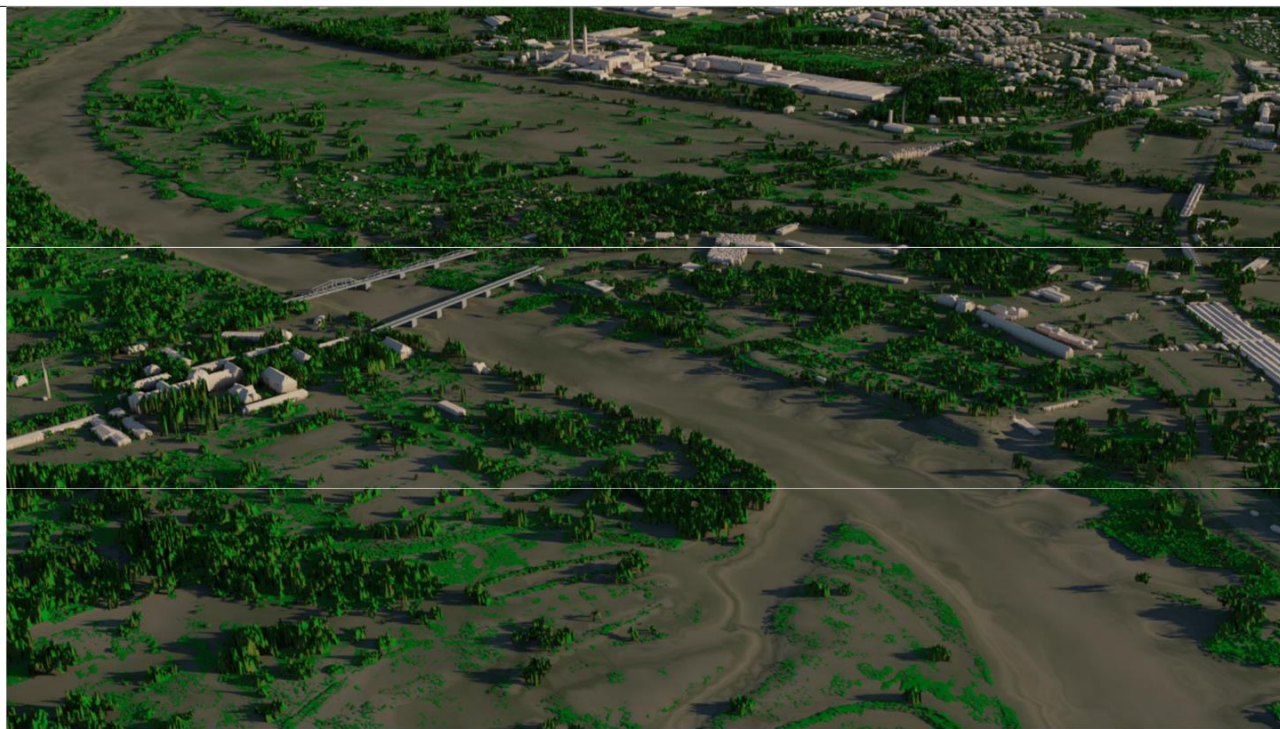


Abschnitte, die von Regulierungsarbeiten abgedeckt werden
der Bereich der Detailanalyse

Abbildung 4: Lage ausgewählter Abschnitte der Oder, die in die Detailanalyse einbezogen wurden.

Im ersten Schritt wurden auf Basis der luftgestützten Laserscanning-Punktwolke fotorealistische dreidimensionale Landbedeckungsmodelle für zuvor ausgewählte Standorte erstellt. Photorealistisches 3D-NMPT für Kostrzyn nad Odrą ist in Abbildung 5a dargestellt. Anschließend wurde das NMPT durch geplante neue und modernisierte Regulierungsgebäude ergänzt (Abb. 5b). Im

Blender-Programm wurden die analysierten Objekte mit einer farblich ähnlichen Textur versehen, wie das Material, aus dem die Kontrollstrukturen hergestellt werden sollen (Schotter). Anschließend wurde jeder der NMPT (Abb. 5a und b) um einen Grundwasserspiegel ergänzt - unter der Annahme eines durchschnittlichen (Abb. 6a) und hohen (Abb. 7a) Wasserstandes der Oder - eine Variante ohne Strukturen und eines durchschnittlichen (Abb. 6b) und hohen (Abb. 7b) Wasserstandes der Oder - eine Variante nach den Modernisierungsarbeiten.



a



b

Abbildung 5: 3D-
Visualisierung eines Teils
der Oder ohne
Regelungsbauwerke (a)
und mit
Regelungsbauwerke (b)
in Abwesenheit von
Wasser im Flussbett - das
Gebiet um Kostrzyn nad
Odrą



a



b

Abbildung 6: 3D-
Visualisierung eines
Teils der Oder ohne
Regelungsbauwerke (a)
und mit
Regelungsbauwerke (b)
im mittleren
Wasserstand der Oder -
Bereich Kostrzyn nad
Odrą



a



b

Abbildung 7: 3D-
Visualisierung eines
Teils der Oder ohne
Regelungsbauwerke (a)
und mit
Regelungsbauwerke (b)
bei Hochwasser in der
Oder - Bereich Kostrzyn
nad Odrą

Im nächsten Schritt wurde auf der Grundlage von 3D-Modellen des durchschnittlichen Wasserspiegels der Oder und der geplanten Regulierungsstrukturen mit dem Tool Viewshed das potenzielle Sichtfeld separat für Kostrzyn nad Odrą (Abb. 8) und Słubice (Abb. 9) ermittelt. Die Standorte, von denen aus neu errichtete oder modernisierte Kontrollstrukturen sichtbar werden, sind rot markiert. Die Sichtbarkeit von Regulierungsstrukturen ist in der Regel auf unmittelbar an die Oder angrenzende Gebiete und lokal auf Gebiete in höherem Gelände beschränkt. Es ist zu beachten, dass die Sichtweite meist auf eine Aue oder ein Interbanktal beschränkt ist. Die in den Abbildungen 8 und 9 dargestellten Ergebnisse geben nicht den prozentualen Anteil der geplanten Gebäude im Sichtfeld des Betrachters an.

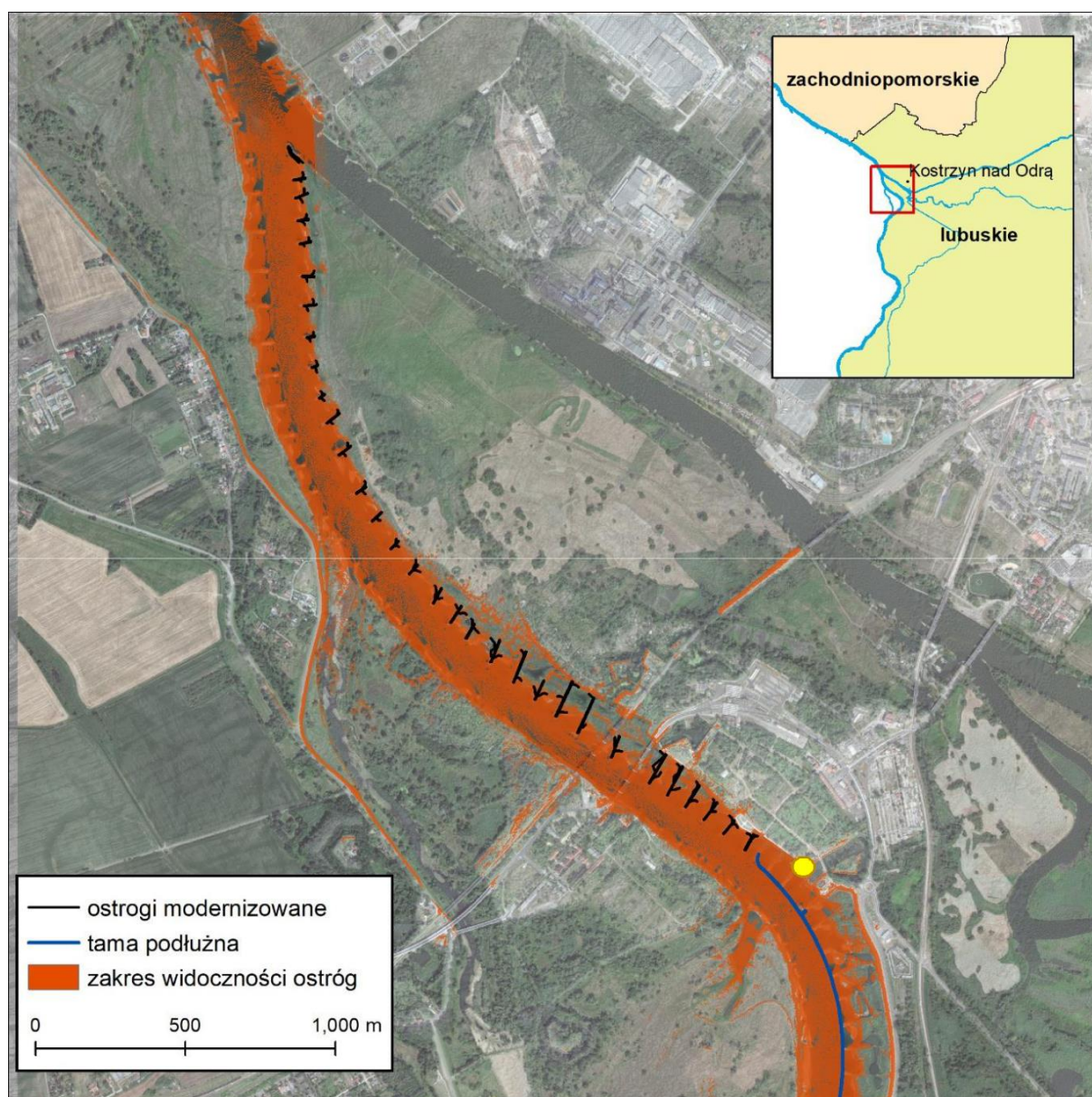


Abbildung 8: Umfang der Sichtbarkeit der für die Modernisierung geplanten Regelbauwerke und Ort der Überprüfung des fotografischen Panoramas in Kostrzyn nad Odrą

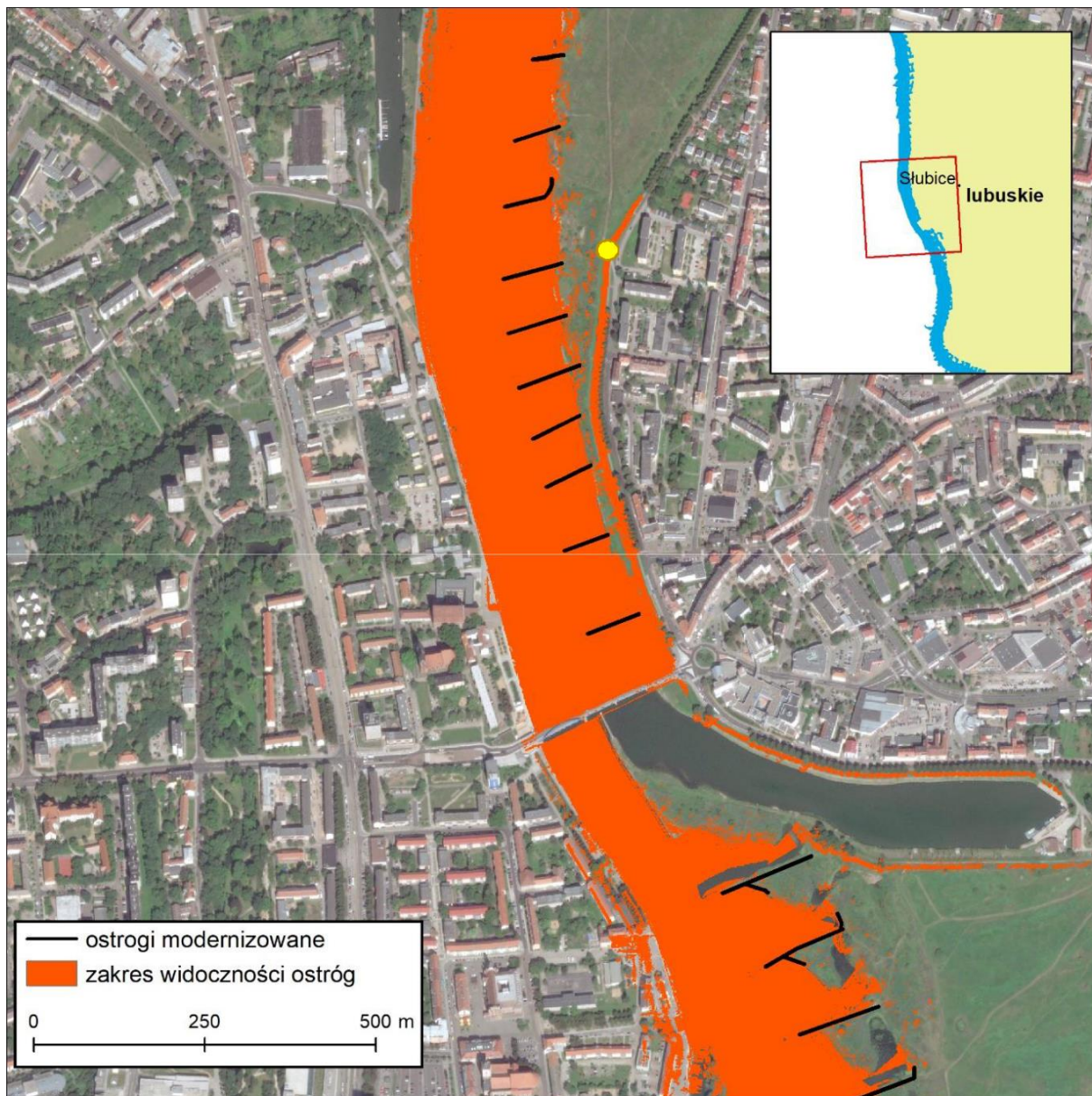
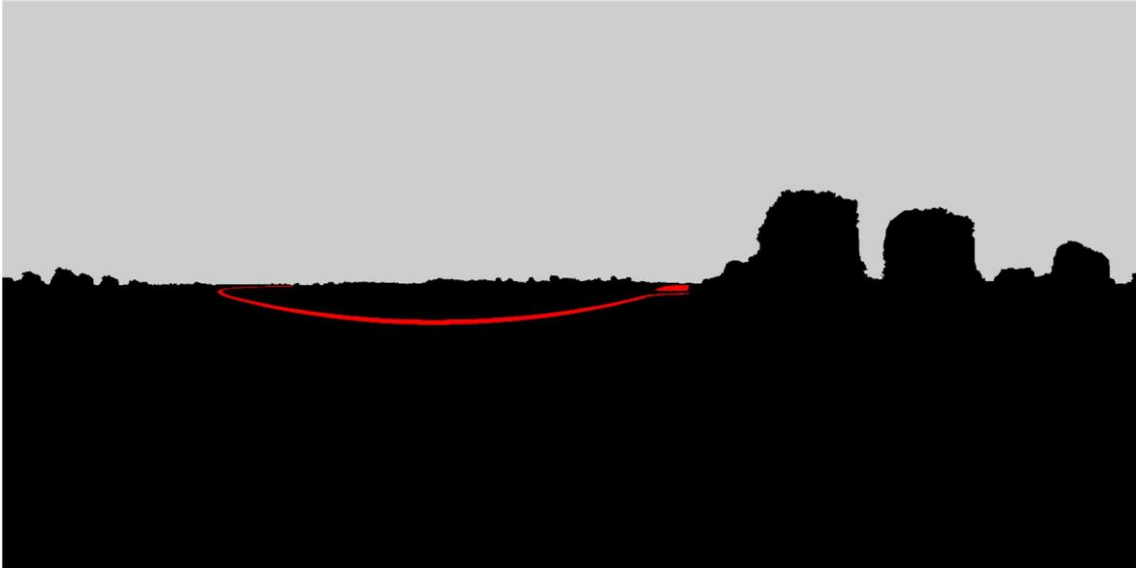


Abbildung 9: Sichtbarkeitsbereich der für die Modernisierung geplanten Regelungsbauwerke und Ort der Überprüfung des fotografischen Panoramas auf Słubice

Um die möglichen Auswirkungen des Bauwerks auf die Landschaft zu ermitteln, wurden an ausgewählten Standorten in Kostrzyn nad Odrą (Abb. 10a) und Słubice (Abb. 11a) 360o Blender-Panoramen entwickelt, gefolgt von Panoramaten des Blender-Programms, die anhand von Panoramabildern aus der Feldinspektion verifiziert wurden (Abb. 10b und 11b). Anschließend wurden die fotorealistischen Panoramen durch Modelle neuer und modernisierter Regulierungsgebäude ergänzt (Abb. 10c und 11c).



a



b



c

Abbildung 10: 360° Panoramen aus dem Blender-Programm (a), photorealistisch aus dem Bereich Vision (b), photorealistisch aus dem Bereich Vision mit regulatorischen Objekten (c) in Kostrzyn nad Odrą (Standort in Abbildung 9).



a



b



c

Abbildung 11: 360° Panoramen (a) Blender (b) fotorealistisches Programm basierend auf der Feldsicht (c) fotorealistisch basierend auf einer Feldinspektion mit Kontrollmöglichkeiten auf Stubice (Standort in Abbildung 10).

Die präsentierten Ergebnisse deuten darauf hin, dass 3D NMPT für Kostrzyn nad Odrą und Słubice die aktuelle Situation genau darstellen und eine Prognose der zukünftigen Auswirkungen von Regulierungsgebäuden auf die Landschaft ermöglichen. Im nächsten Schritt wurden Visualisierungen in Form von "kleinen Planeten" (Abb. 12a-c und 13a-c) auf der Grundlage von Panoramen in Abb. 10a-c und 11a-c erstellt.

Die Projektionen des "kleinen Planeten" zeigen die räumliche Verteilung der analysierten Objekte im Sichtfeld des Betrachters, was eine vollständige Dokumentation der Auswirkungen der Investition auf die Landschaft ermöglicht.

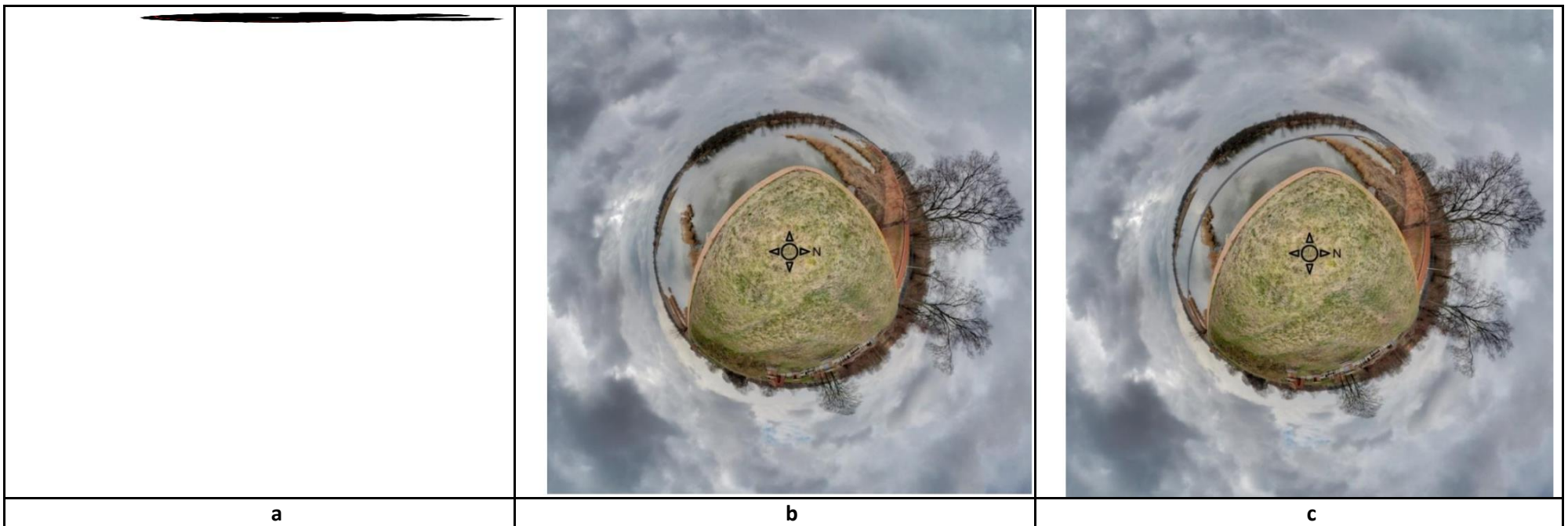


Abbildung 12: Visualisierungen des 360o-Panoramas in Form von "Little Planet" (a) Blender-Programm (b) fotografisch auf Basis von Field Vision (c) fotorealistisch auf Basis von Field Vision mit regulatorischen Objekten in Kostrzyn nad Odrą (Lage des Standortes ist in Abbildung 9 dargestellt)

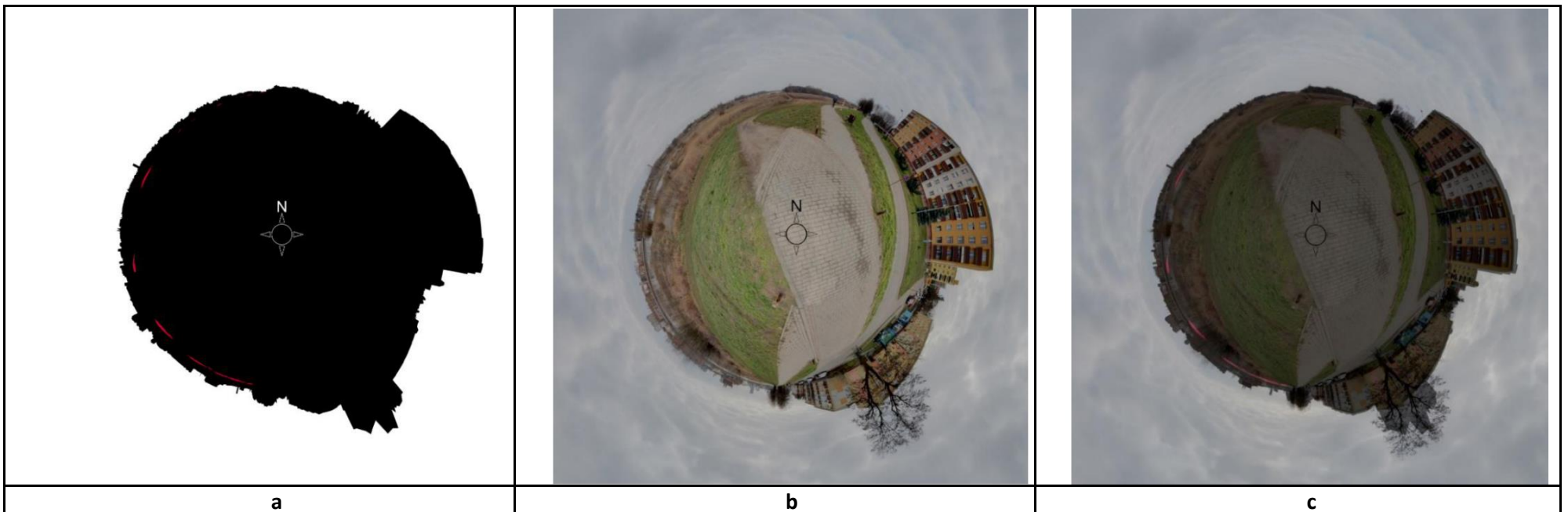


Abbildung 13: Visualisierungen des 360o-Panoramas in Form von "Little Planet" (a) Blender-Programm (b) fotografisch auf Basis von Field Vision (c) fotorealistisch auf Basis von Field Vision mit regulatorischen Objekten auf Stubice (Lage des Ortes ist in Abbildung 10 dargestellt)

Wie bereits in der Vergangenheit gezeigt, können mit 360°-Panoramen aus dem Blender-Modell die Auswirkungen von Neu- und Umbauten auf die Landschaft bewertet werden. Bevor jedoch Berechnungen zur Bestimmung des Gebäudeanteils in der 360°-Ansicht durchgeführt wurden, wurden die Panoramabilder aufgrund des Auftretens großer Verzerrungen im oberen und unteren Teil des Panoramas transformiert. Zu diesem Zweck wurden 360° Panoramabilder mittels Sinusprojektion aus der Projektionsgruppe Equal-Area mit der von der NASA entwickelten Software G.Projector transformiert (Abb. 14a und b).

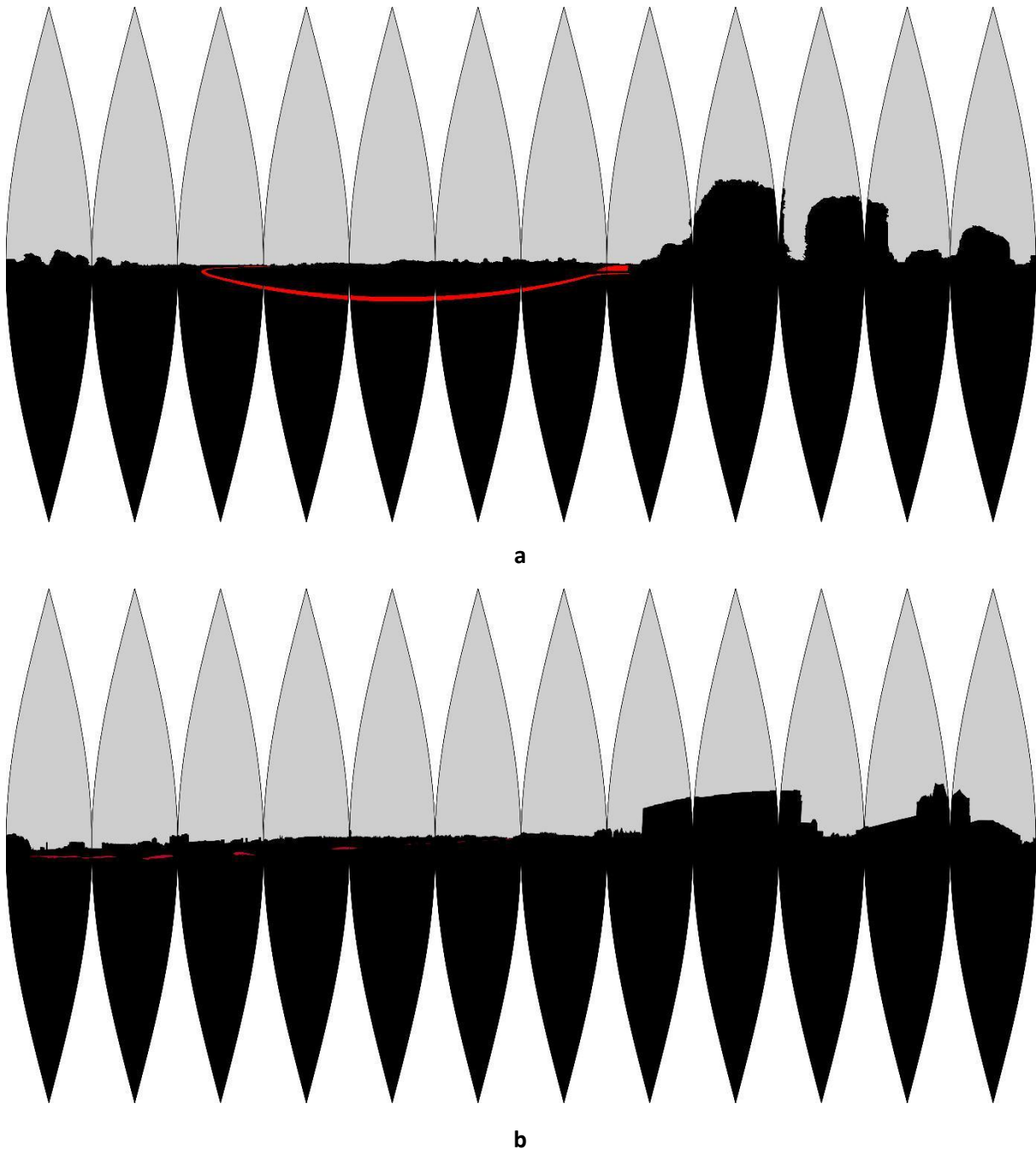


Abbildung 14: Transformation des 360°-Panoramas mit sinusförmiger Projektion aus der Projektionsgruppe Equal-Area, Kostrzyn nad Odrą (a), Słubice (b); rot markiert ist der Anteil der geplanten Regulierungsgebäude im Sichtfeld.

Letztendlich wurden die Ergebnisse für 25 Standorte in Kostrzyn nad Odrą (Abb. 15) und 19 Standorte in Słubice (Abb. 16) ermittelt. Die erzielten Ergebnisse zeigen, dass neue und modernisierte Kontrollstrukturen maximal 0,94% bzw. 0,26% der 360°-Panoramadarstellung von Kostrzyn nad Odrą und Słubice ausmachen. Die erzielten Werte liegen unter 1%, was auf einen leichten Einfluss der geplanten Investitionen auf die Landschaft hinweist.

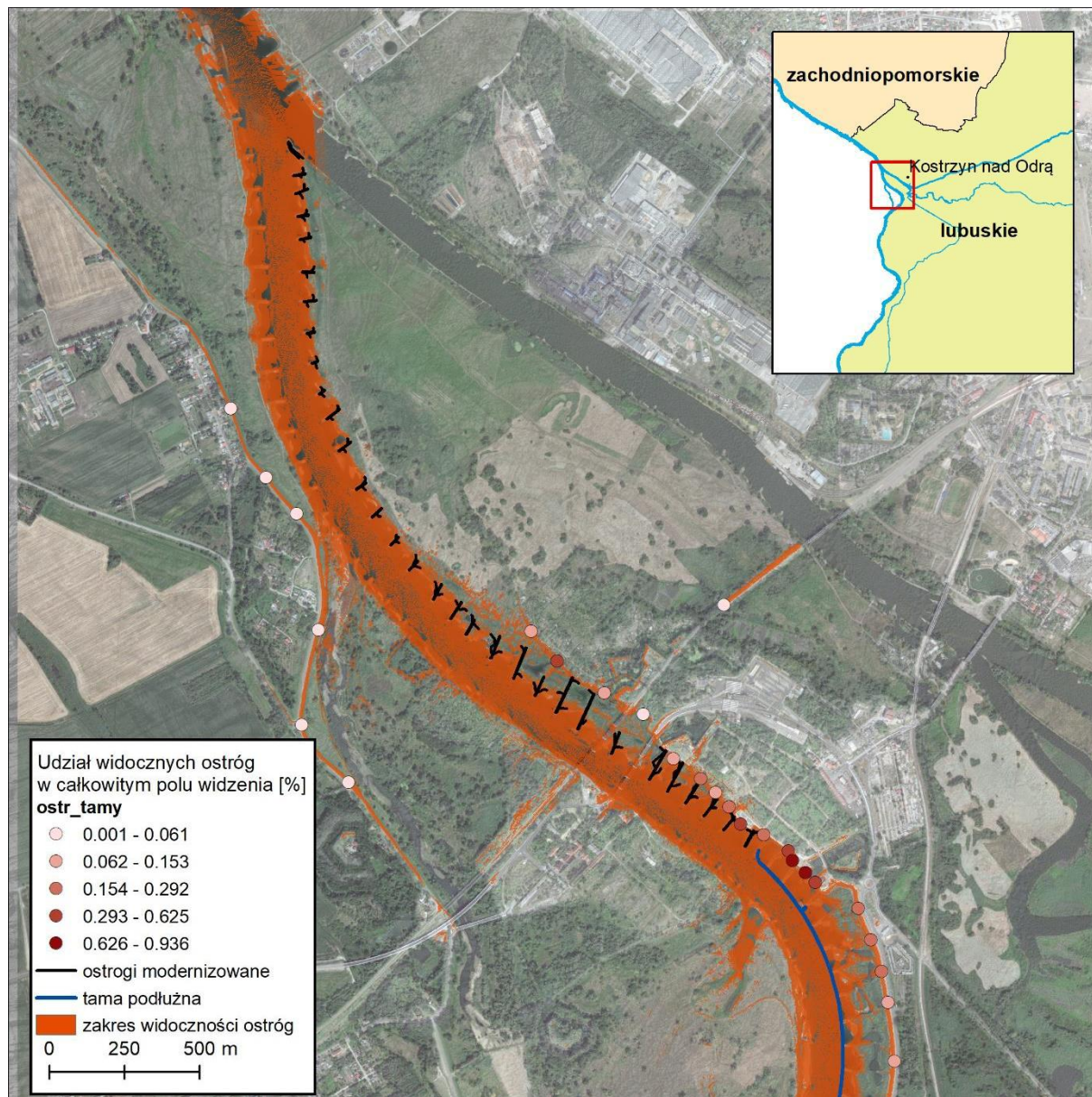


Abb. 15: Prozentualer Anteil der Sichtbarkeit modernisierten Buhnen im gesamten Sichtfeld an ausgewählten Punkten in Kostrzyn nad Odrą

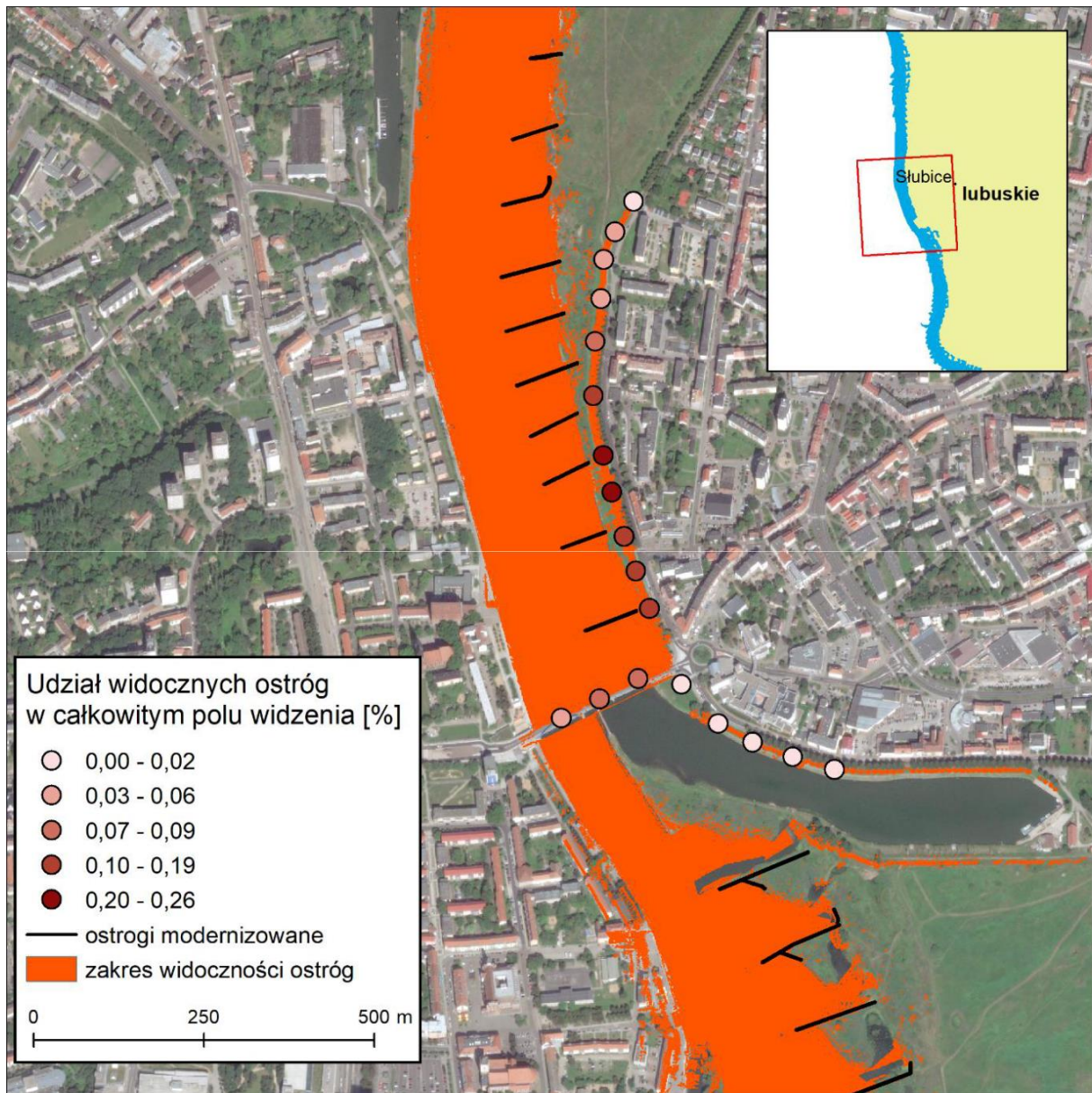


Abbildung 16: Prozentualer Anteil der Sichtbarkeit modernisierter Bühnen im gesamten Sichtfeld an ausgewählten Punkten auf Słubice

Die vorgenannten Schlussfolgerungen werden durch die Ansicht des geplanten Längsdammes am Fluss in Kostrzyn nad Odrą bestätigt, der in den Abbildungen 17a und b dargestellt ist. Dies ist die Situation, in der der Anteil der geplanten Gebäude am größten ist und bei der 360°-Panoramabilder 0,94% beträgt.



a



b

Abbildung 17: Fotorealistische Visualisierung von Regulierungsgebäuden an dem Punkt, an dem der Anteil der geplanten Gebäude im Sichtfeld am höchsten ist, in Kostrzyn nad Odrą

Darüber hinaus deuten die Ergebnisse der Feldinspektionen darauf hin, dass die oben dargestellten Szenarien als ungünstig einzustufen sind, da die Sichtbarkeit der Gebäude vom Wasserstand in der Oder abhängt. Abbildung 18b zeigt die kürzlich modernisierten Buhnen am deutschen Oderufer. Die verbesserten Buhnen sind aus Sicht des Betrachters nicht sichtbar; erst nach der Drohneninspektion sind die verbesserten Buhnen unter der Oberfläche der Wasseroberfläche sichtbar.



a



b

Bestehende Buhnen bei Kostrzyn nad Odrą (a) Polnische Küste (b) Deutsche Küste

4. Zusammenfassung

Aus Sicht der Landschaftsfunktion und ihrer Struktur ist es unerlässlich, folgende Ergebnisse zu erzielen im Rahmen des Umweltmanagements möglichst geringe Inkompatibilität mit seinem Potenzial und möglichst geringe Konzentration der menschlichen Auswirkungen auf die Landschaft (Degórski 2004). Bezogen auf das Gebiet, in dem das Projekt geplant ist, sollte unmissverständlich festgestellt werden, dass das Odertal und seine Ufer seit mehreren Dutzend Jahren reguliert sind und die Modernisierung und Erweiterung der geplanten Steuerungseinrichtungen als notwendig erachtet werden sollte, um die bestehende Infrastruktur zu ergänzen. Durch die Investitionstätigkeit wird es zu keiner nennenswerten Verformung der bestehenden Landschaftsformen des Odertals kommen. Die meisten der geplanten Maßnahmen werden in Anlehnung an die bestehenden nicht aktivierten Anlagen (Buhnen) durchgeführt. Es sei darauf hingewiesen, dass das Investitionsgebiet durch eine Landschaft von Flusstälern mit einer stark veränderten Küstenzone gekennzeichnet ist, in der das Auftreten von Buhnen nicht ungewöhnlich ist.

Die Umsetzung des Projekts wird es notwendig machen, das Grün aus die bestehende Buhnen zu entfernen, was zu einem saisonalen Abbau aus der aktuellen Landschaftsstruktur führt. Diese Auswirkungen werden vorübergehend, kurzfristig und unbedeutend sein, was sich in den Ergebnissen der Analysen gezeigt hat.

Bei der Beurteilung der Auswirkungen der geplanten Projekte auf die Landschaft wird daher festgestellt, dass diese Auswirkungen direkt, dauerhaft, aber unbedeutend sein werden.

Hinsichtlich der visuellen Auswirkungen werden die Auswirkungen vorübergehend und kurzfristig sein, wobei geschätzt wird, dass nach zwei Vegetationszeiträumen der Steinaufschlag der Kontrollgeräte durch Bodensedimente und flussbedingte Ablagerungen abgedeckt wird. In den folgenden Betriebsjahren wird die Sichtbarkeit der Strukturen durch den allmählichen Anstieg der Vegetation zu Buhnen abnehmen.

Die Ausführung des Projekts an einigen Stellen wird die Landschaft durch die Einführung neuer Objekte verändern. Der Anteil der neuen Objekte an den analysierten Panoramen wird unterproportional sein.

Wie die Analysen gezeigt haben, reicht der Sichtbarkeitsbereich der geplanten Regulierungsstrukturen mehrheitlich nicht über den Flussbett hinaus.

Regulierungsgebäude in Form von Buhnen, Längsdämmen, Kantenbändern und Uferbefestigungen werden überwiegend aus natürlichen Materialien hergestellt. Ihre Sichtbarkeit in der Anfangsphase hängt vom Gewässerzustand der Oder ab. Während der Durchquerung großer

Gewässer (Februar - März) werden diese Strukturen in sehr geringem Maße sichtbar sein. In der Zeit des niedrigen Wasserstandes (Juli - September) wird ihre Sichtbarkeit jedoch höher sein.

5. Literaturverzeichnis

Daniel T.C., 2001. Whither Scenic Beauty? Visual landscape quality assessment in the 21 century, *Landscape and Urban Planning* 2001, no. 54, s. 267–281.

Degórski M., 2004, Formale und rechtliche Bedingungen der Landschaftsplanung in der Europäischen Union.

(W) M. Kistowski (Hrsg.), *Ökologie- und Landschaftsstudien in der Programmplanung für nachhaltige Entwicklung. Przegląd polskich doświadczeń na progu integracji z Unii Europejskiej (Überprüfung der polnischen Erfahrungen an der Schwelle zur Integration in die Europäische Union)*, Gdańsk, S. 19-27.

Churchward C., Palmer J.F., Nassauer J.I., Swanwick C.A., 2013. *Evaluation of Methodologies for Visual Impact Assessments*. Washington D.C., National Academy of Sciences 2013, ISBN 978-0-309-25886-9.

Landscape Institute, *Guidelines for Landscape and Visual Impact Assessment*, 3 ed., London, Landscape Institute 1995, ISBN 0415680042.

Sas-Bojarska A. 2007 - Neue Herausforderungen für die Landschaftsarchitektur - Umweltbewertung. *Fachzeitschrift. Architektur R.* 104, z5-A, S. 83-85. Internationaler Kongress der polnischen Landschaftsarchitekten.

Wróżyński R., Sojka M., Pyszny K., 2016. Vorschlag für eine neue Methode zur Beurteilung der optischen Auswirkungen von Windkraftanlagen auf die Landschaft. GIS und Geodaten bei Umweltverträglichkeitsprüfungen. *Handbuch der bewährten Verfahren*. Adam-Mickiewicz-Universität in Poznań, Reihe Biologie Nr. 81, S. 105-120.

Wróżyński R., Sojka M., Pyszny K., 2016. The application of GIS and 3D graphic software to visual impact assessment of wind turbines. *Renewable Energy*, Vol 96, Part A, 2016, s. 625–635.