

Die Vorteile von 3D City GIS für eine nachhaltige Stadtinfrastruktur

Ein White Paper von Bentley

Benoit Fredericque, Produktmanager, 3D City GIS Products
Alain Lapiere, Abteilungsdirektor, Civil and Geospatial Frameworks



www.bentley.com

Einführung

Infrastruktur bildet die Schnittstelle zwischen den Menschen und ihrer Umgebung. Sie wird tagtäglich in Anspruch genommen und hat einen beträchtlichen Einfluss auf die Gesundheit und das Wohlbefinden der Weltbevölkerung. Ein typisches Beispiel für die Bedeutung der Infrastruktur ist die jüngst in Simbabwe aufgetretene Choleraepidemie, der über 4.000 Menschen zum Opfer fielen und die teilweise auf die schlecht gewarteten Abwasser- und Sanitäreinrichtungen des Landes zurückzuführen war. Des Weiteren spielt die globale Infrastruktur eine bedeutende Rolle im Zusammenhang mit dem CO₂-Ausstoß, dem Klimawandel, Erdbeben, Unwetter, Terroranschlägen, Küstenüberschwemmungen, Giftmüll und dem Abbau von nicht erneuerbaren Ressourcen. Es muss allerdings berücksichtigt werden, dass nicht nur Entwicklungsländer von Infrastrukturproblemen betroffen sind. Hochentwickelte Industrieländer wie etwa die USA und Kanada stehen derzeit vor gewaltigen Herausforderungen, die im direkten Zusammenhang mit einer sich verschlechternden Infrastruktur stehen.

In Anbetracht der Tatsache, dass die weltweite Urbanisierung mehr und mehr zunimmt, haben vor allem Stadt- und Gemeinderäte mit der Einrichtung einer nachhaltigen Infrastruktur zu kämpfen. Um alle mit der städtischen Infrastruktur verknüpften raumbezogenen und nicht raumbezogenen Daten zu verwalten, benötigen Städte ein sogenanntes 3D City Geospatial Information System (GIS).

Mit diesem System soll der mit der Schaffung und dem Betrieb einer urbanen Infrastruktur einhergehende Entscheidungsprozess unterstützt werden. Die Infrastruktur muss so gestaltet und aufgebaut werden, dass die Notwendigkeit für Wachstum, Entwicklung und Veränderung sowie der gleichermaßen wichtige Bedarf an Nachhaltigkeit und spürbaren Verbesserungen der allgemeinen Lebensbedingungen von Menschen ausgeglichen sind. Das 3D City GIS kann eine große Hilfe beim Aufbau einer solchen Infrastruktur sein. Das System bietet alles von einer verbesserten Visualisierung zukünftiger Projekte bis hin zu präziseren und gründlicheren Analysen bereits bestehender Infrastrukturen und ermöglicht dank dreidimensionaler Modelle einen realistischeren Blick auf die Umwelt.



Die Herausforderungen bei der Schaffung einer Nachhaltigen Stadtinfrastruktur

Der Entwurf einer neuen Infrastruktur und die Verwaltung vorhandener Wartungsprozesse stellt die Verantwortlichen vor technische und menschliche Herausforderungen. Der Erhalt und die Weitergabe der für die Analyse erforderlichen Informationen ist nur einer von vielen komplexen Vorgängen. Experten unterschiedlicher Fachgebiete müssen sich regelmäßig über Infrastrukturprojekte austauschen. Während sich beispielsweise Strukturexperten auf die mechanischen Eigenschaften eines Gebäudes konzentrieren, legen Energiegutachter ihren Interessenschwerpunkt auf die Gestaltung, Analyse und Simulation von Energie. Darüber hinaus müssen für die Dauer des Projekts viele dieser Experten sowohl mit der breiten Öffentlichkeit als auch mit der Stadtverwaltung kommunizieren.

Angesichts dieser hohen Kosten liegt es auf der Hand, dass selbst geringfügige Produktivitätsverbesserungen bei der Schaffung nachhaltiger Infrastrukturen zu einer beträchtlichen finanziellen Entlastung von Staatshaushalten führen.

Die mit der Schaffung einer nachhaltigen Infrastruktur verbundenen Herausforderungen sind zahlreich, ihre Verbindung zur globalen Wirtschaft von großer Bedeutung. Eine von Booz Allen Hamilton durchgeführte Studie hat ergeben, dass sich das weltweite Budget für eine nachhaltige Infrastruktur in den Jahren 2005 bis 2030 auf 41 Billionen Dollar belaufen wird, wobei die Hälfte dieser Summe für die Wasserinfrastruktur benötigt wird. Angesichts dieser hohen Kosten liegt es auf der Hand, dass selbst geringfügige Produktivitätsverbesserungen bei der Schaffung nachhaltiger Infrastrukturen zu einer beträchtlichen finanziellen Entlastung von Staatshaushalten führen.

Darüber hinaus kann ein besseres Verständnis im Umgang mit der Infrastruktur enorme Vorteile bedeuten. Zum Beispiel kann mit einer zur Verringerung des Energieverbrauchs von Fahrzeugen angelegten Schnellstraße der CO₂-Ausstoß einer Stadt reduziert und so gleichzeitig die Umwelt entlastet werden.



In der Verwaltung der finnischen Hauptstadt Helsinki wird 3D City GIS für eine Vielzahl von Arbeitsprozessen verwendet. Dazu zählen verschiedene abteilungsübergreifende Programme wie Bodenzustandserhebungen, Baugenehmigungsverfahren, Lärmmodellierung, Oberflächenwasserflussmodellierung und Verkehrssimulation.

Mit 3D City GIS die Stadtinfrastruktur nachhaltig gestalten

Die Bereitstellung eines 3D-Stadtmodells für die Infrastruktur wird mehr und mehr zur gängigen Praxis, vor allem im Hinblick auf die Verwendung städtischer Planungsanalysen, Lärmausbreitungssimulationen und Flutungssimulationen. Die Erstellung und Verwaltung eines 3D-Stadtmodells ist jedoch im Vergleich zum klassischen 2D-GIS-Paradigma immer noch relativ neu. So übernahm beispielsweise das Open Geospatial Consortium (OGC) im August 2008 CityGML den ersten Standard für den Austausch von 3D-Stadtmodellen. Da die 3D-Stadtmodelle noch nicht vollkommen ausgereift sind, kommt es mitunter zu suboptimalen Arbeitsabläufen, bei denen wertvolle Informationen verloren gehen können, oder die 3D-Modelle werden unabhängig von 2D-GIS-Daten verwaltet, was zu doppeltem Arbeitsaufwand führt. Im Hinblick auf detaillierte Infrastrukturprojekte, die zwar keinen umfangreichen Deckungsbereich, dafür aber präzise 3D-Daten erfordern, werden umfassende Studien durchgeführt. Da diese detaillierten Infrastrukturprojekte häufig auch unabhängig verwaltet werden, kann es nach dem Projektabschluss zu einem Verlust wertvoller Informationen kommen. Oft werden Studien bzw. Entwürfe für die sich überschneidenden Bereiche zweimal durchgeführt bzw. erstellt, und darüber hinaus werden diese Bereiche während der Nutzungsdauer der Infrastruktur mehrere Male untersucht.

Bei einem 3D City GIS handelt es sich um ein Informationsmanagementsystem für raumbezogene und nicht raumbezogene Daten. Bentley definiert das System als eine Sammlung von Funktionen, mit denen alle infrastrukturelevanten Daten, Benutzer und Prozesse effektiv verwaltet werden können. Dazu zählen u. a. ein 3D-Referenzmodell für die Verwaltung und raumbezogene Koordination detaillierter Infrastrukturdaten sowie eine 3D-Übersicht über die städtische Infrastruktur mit ausführlichen Informationen. Des Weiteren bietet das System ein Framework zur Unterstützung des Informationslebenszyklus, angefangen von der Erstellung der Informationen bis hin zu deren Nutzung durch verschiedene Projektteilnehmer. Die wichtigsten Funktionskomponenten eines 3D City GIS lassen sich in drei Kategorien einteilen:

1. 3D-Modellierung und Qualitätskontrolle
2. Fortbestand, Verwaltung und Nutzen
3. 3D-Analyse und -Entwurf

3D-Modellierung und -Qualitätskontrolle

Das Erstellen von 3D-Modellen erfordert entsprechende Daten, Techniken, Werkzeuge sowie den entsprechenden Arbeitsaufwand. Je nach Stadtverwaltung und Infrastrukturprojekt können unterschiedliche Techniken für die Datenerstellung zum Einsatz kommen, darunter Luftvermessung (Luftbildmessung bzw. Luft-LIDAR), sogenannte ETL-Prozesse (Extract, Transform und Load) sowie Landvermessung. Es spielt keine Rolle, ob eine Stadtverwaltung die Erstellung von 3D-Modellen in Auftrag gibt oder diese selbst

Das 3D City GIS umfasst ein 3D-Referenzmodell für die Verwaltung und raumbezogene Koordination detaillierter Infrastrukturdaten sowie eine 3D-Übersicht über die städtische Infrastruktur mit ausführlichen Informationen. Des Weiteren bietet das System ein Framework zur Unterstützung des Informationslebenszyklus, angefangen von der Erstellung bis hin zur Nutzung durch verschiedene Projektteilnehmer.

erstellt, in beiden Fällen kommt es auf eine gute Implementierung der Beschaffungsverfahren an. Eine Plattform zur Verwaltung von Informationen ist erforderlich, um die Rückverfolgbarkeit von Daten sowie Qualitätskontrolle und -management sicherzustellen und den Verlust von Informationen gänzlich zu vermeiden.

Fortbestand, Verwaltung und Nutzen

Fortbestand, Verwaltung und Nutzen bilden die Plattform eines 3D City GIS. Mit diesem System soll eine sichere, vernetzte, interoperable und skalierbare Umgebung für die Verwaltung sämtlicher Infrastrukturinformationen, Ressourcen und Arbeitsprozesse ermöglicht werden. Während Fachleute für die Interaktion mit 3D-Datenmodellen normalerweise auf spezielle Desktopanwendungen zurückgreifen, bevorzugen Mitarbeiter mit Kundenkontakt Webanwendungen oder Portale für die Zusammenarbeit. Für Außendienstmitarbeiter sind wiederum mobile Geräte erforderlich. Um ein derart breites Benutzerspektrum abzudecken, sollte ein 3D City GIS flexible Informationsmöglichkeiten (z. B. Nutzung von Standard-Webservices oder Punkt-zu-Punkt-Verbindung) für unterschiedliche Benutzer auf unterschiedlichen Plattformen bieten. Dazu gehören sowohl der Zugriff auf Daten als auch Möglichkeiten zur Bearbeitung, Analyse und Erstellung von Daten.

In der Regel sind infrastrukturelevante Informationen einer Stadt in ihrer Ausführlichkeit unterschiedlich ausgeprägt und liegen in einer Vielzahl von Datenformaten vor. Darüber hinaus enthalten die Daten möglicherweise historische Informationen, die seit der Inbetriebnahme der Infrastruktur bis in die Gegenwart gesammelt und gepflegt wurden.



Der 3D-City-GIS-Prozess ist dynamisch. Die Qualität der Daten sowie die Benutzerfreundlichkeit für den Endverbraucher hängen davon ab, wie Erwerb, Darstellung und Verwendung der Daten miteinander verknüpft sind.

Fortbestand, Verwaltung und Nutzen bilden die Plattform eines 3D City GIS. Mit diesem System soll eine sichere, vernetzte, interoperable und skalierbare Umgebung für die Verwaltung sämtlicher Infrastrukturinformationen, Ressourcen und Arbeitsprozesse ermöglicht werden.

Die Beschaffenheit dieser Daten ist entweder strukturiert oder unstrukturiert. Bei strukturierten Daten handelt es sich um ein Datenmodell, das Objekte, ihre Eigenschaften sowie ihre Beziehungen zueinander beschreibt. Ein typisches Beispiel für strukturierte Daten sind Datenbanken. Unstrukturierte Daten finden sich hingegen in informellen Datenmodellen, in denen die mit der Infrastruktur verknüpften Objekte erläutert werden. Dazu zählen Microsoft Office-Dokumente, gescannte Zeichnungen sowie Unterlagen. Möglicherweise entsteht nun der Eindruck, dass es sich bei unstrukturierten Daten

Das System bietet eine umfassende Reihe von Analyse-, Untersuchungs- und Entwurfswerkzeugen für alle Datentypen.

bloß um kurzlebige und unwichtige Informationen handelt. In infrastrukturbezogenen Branchen wird jedoch ein Großteil der Entscheidungen auf der Grundlage von unstrukturierten Daten getroffen. Deshalb ist es wichtig, alle verfügbaren Informationen im Entscheidungsprozess zu nutzen und den Fortbestand, die Verwaltung und den Nutzen von Daten unabhängig von ihrer Beschaffenheit zu unterstützen. Dies gilt auch für raumbezogene und nicht raumbezogene Daten, die sowohl strukturiert als auch unstrukturiert vorliegen können.

3D-Untersuchung, -Analyse und -Entwurf

Entscheidungen werden auf der Grundlage von Informationen und Untersuchungen getroffen. Mit Analyse- und Entwurfswerkzeugen sowie strukturelevanten Informationen lassen sich Geschäftsentscheidungen herbeiführen. Untersuchungen unterstützen sowohl den Findungsprozess (Benutzer sucht nach bestimmten Informationen) als auch die Entdeckung von Informationen (Benutzer weiß nicht, nach was er sucht). Anhand von Analysen werden die verfügbaren Informationen gestützt, indem bestimmte computerbasierte Messungen (z. B. Grundstücksmessungen) durchgeführt oder bestimmte Probleme (z. B. Berechnung der kürzesten Strecke zwischen Punkt A und Punkt B) gelöst werden. Letztendlich beginnt der Entwurf einer neuen Infrastruktur mit Untersuchungen und Analysen.

Das 3D City GIS unterstützt den Entscheidungsprozess im Hinblick auf die städtische Infrastruktur. Das System bietet eine umfassende Reihe von Analyse-, Untersuchungs- und Entwurfswerkzeugen für alle Datentypen. Unter Berücksichtigung eines möglicherweise unerschöpflichen Analysepotenzials sollten Benutzer stets offenen und direkten Zugang zu allen Systeminhalten haben.



Die Stadt Kopenhagen führt Solarstudien mithilfe des 3D City GIS durch, um verschiedene Straßenplanungsprojekte zu bewerten. Im Rahmen dieser Studien werden die eingereichten Projektentwürfe in 3D miteinander verglichen. Dadurch erhalten die Verantwortlichen eine exzellente Darstellung der einzelnen Projekte.

Fazit

Die Herausforderungen im Zusammenhang mit einer nachhaltigen Stadtinfrastruktur sind enorm. Mit 3D City GIS lassen sich jedoch viele dieser Herausforderungen bewältigen. Bentley hat sich zum Ziel gesetzt, beim Übergang von traditionellen 2D-Infrastrukturdarstellungen zu 3D-Darstellungen eine führende Rolle einzunehmen. 3D-Darstellungen steigern die Verwertbarkeit von Daten, verbessern die Möglichkeiten der Entscheidungsfindung und ermöglichen eine effektivere Kommunikation über komplexe Themen.

Auch wenn das System ständig weiterentwickelt wird, stehen den Benutzern schon heute die wichtigsten Funktionen zur Verfügung. Bentley hat zahlreiche Stadtverwaltungen bei der Implementierung des 3D City GIS unterstützt, darunter die Verwaltungen der Städte Toronto, Kopenhagen und Helsinki, die so ihre Probleme auf Anhieb lösen konnten. Das System hilft diesen Städten bei der Verwaltung der Energieversorgungsinfrastruktur sowie von Lärm- und Lichtstudien, bei Bau- und Flächennutzungsvereinbarungen sowie bei der Flutungs- und Katastrophenplanung.

Für die meisten Benutzer hängt der Aufbau eines solchen Systems von Prioritäten, Budgets, Ressourceneinschränkungen, Verantwortlichkeiten, der Größe und weiteren Faktoren ab. Die Implementierung selbst stellt die Verantwortlichen vor technische, menschliche und politische Herausforderungen. Darüber hinaus werden viele Anwender bei der Ausführung bestimmter Projekte mit dem aktuellen 2D-GIS-System einen kontinuierlichen Anstieg von der Menge von Daten erleben.

Aus diesem Grund wird sich das 3D City GIS ebenso wie das Infrastrukturmodell selbst zum notwendigen Tool für Infrastrukturfachleute etablieren.