

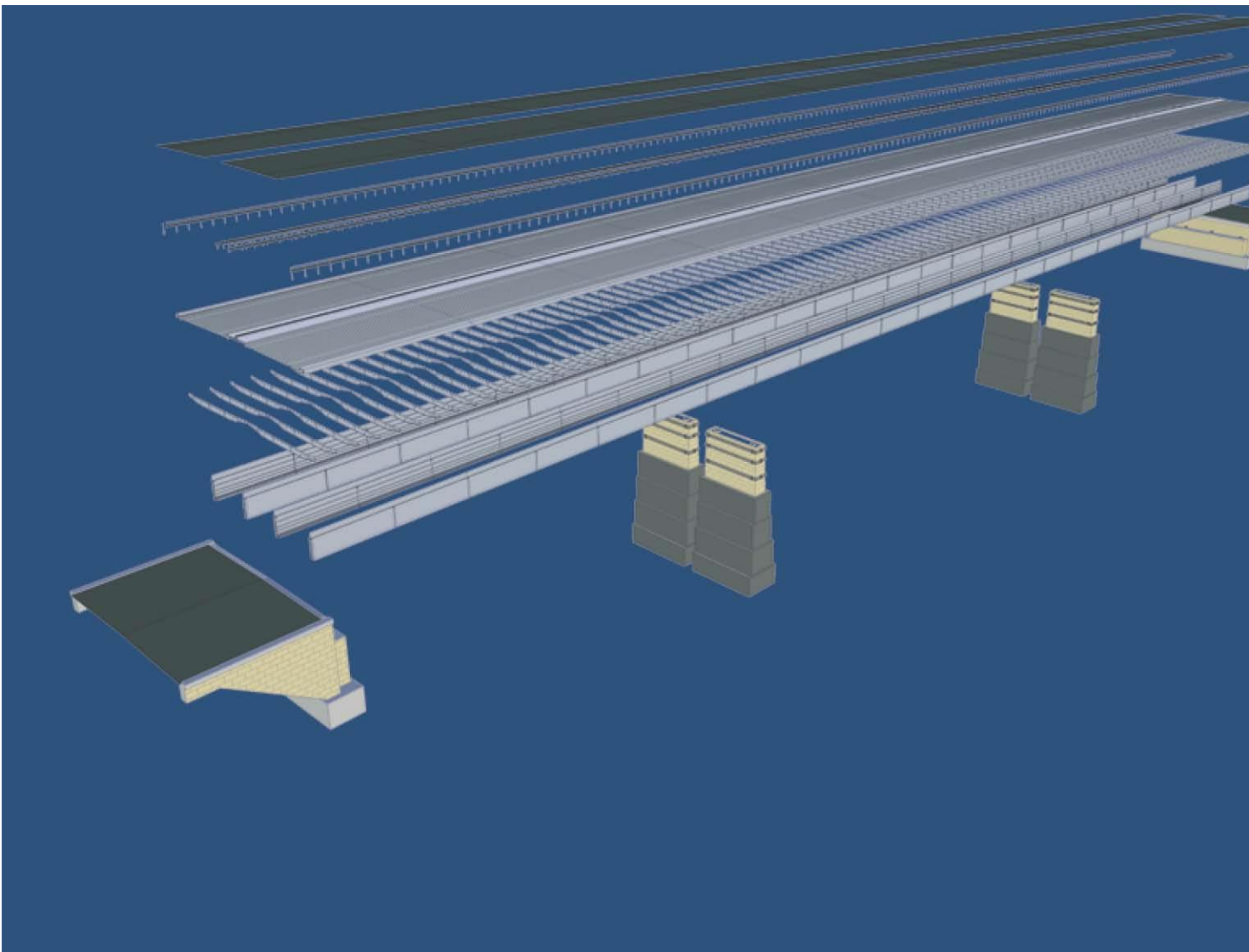


Bundesministerium  
für Verkehr und  
digitale Infrastruktur

Федеральное министерство транспорта и цифровой инфраструктуры Германии

План поэтапного перехода на цифровое проектирование и строительство в Германии

Внедрение процессов, поддерживаемых современными информационными технологиями, в проектирование, строительство и эксплуатацию строительных объектов





# Предисловие



Alexander Dobrindt MdB. Министр транспорта и цифровой инфраструктуры Германии

Цифровое кодирование графической информации является революцией для экономики и общества. Оно изменяет предпосылки для роста, благосостояния и работы в будущем и производит переворот в отраслях промышленности и сфере услуг, цепочках видов деятельности, создающих стоимость, и производственных процессах, циклах инноваций и жизненных циклах продуктов.

Это большой вызов, но прежде всего большой шанс. Как раз в области наших основных компетенций, таких, как производство, проектирование и строительство, цифровые технологии предлагают огромные потенциалы повышения качества, эффективности и скорости. Посредством их внедрения мы можем обеспечить при реализации больших проектов раннее объединение в сеть, тесную кооперацию и интенсивный обмен между всеми участниками. Мы можем заблаговременно визуализировать различные проектные варианты, стандартизировать процессы, обеспечить прозрачность, достичь реалистичного расчета рисков – и существенно снизить сроки и стоимость строительства.

Чтобы развить эти потенциалы в Германии, нам необходима новая цифровая культура проектирования и строительства. Существенным элементом при этом является Информационное моделирование здания (Building Information Modeling - BIM). BIM виртуально отображает весь жизненный цикл строительного объекта: от эскизного проекта и далее через рабочие чертежи, строительство и эксплуатацию до его сноса. Посредством этой инновации все участники получают доступ к виртуальным планам, управлению процессами, обширным базам данных, 3D- и 5D-моделям строительного объекта. Архитекторы, застройщики, проектировщики, инженеры, расчетчики статики, эксплуатационники и инженеры по оснастке здания работают рука об руку.

Мы хотим сделать цифровое проектирование и строительство стандартом на всей территории ФРГ. Органы государственной власти должны при этом быть впереди, как главный застройщик, ускоряя изменение культуры проектирования и строительства. Поэтому мы создали комиссию по реформированию строительства больших проектов и сформулировали основной принцип: «Строительство сначала цифровое, а потом реальное». Поэтому мы запустили четыре пилотных проекта для опытной проверки BIM. И поэтому наше министерство разработало поэтапный план для проектирования и строительства будущего, который сделает BIM до 2020 года новым стандартом для транспортно-инфраструктурных проектов.

Этот поэтапный план является общим проектом политики и экономики и мощным сигналом для знака качества «Сделано в Германии». Я убежден, что в тесном партнерстве нам удастся и в глобально-цифровом веке сохранить центральную роль немецкой компетентности в проектировании и строительстве, и далее укрепить фундамент нашего благосостояния – с помощью инноваций и компетентности, с помощью стали и бетона, а также с помощью данных и алгоритмов.

Ваш Александр Добриндт, депутат бундестага, федеральный министр транспорта и цифровой инфраструктуры ФРГ.

# Содержание

1 Введение .....	3
2 Основы.....	4
2.1 Определение Информационной модели здания (BIM).....	4
2.2 Предпосылки цифрового проектирования, строительства и эксплуатации .....	4
2.3 Структура поэтапного плана .....	5
3 Потенциалы и цели.....	7
3.1 Повышение точности проектирования и надежности расходов. ....	7
3.2 Оптимизация расходов в жизненном цикле .....	7
3.3 Внедрение центральных рекомендаций комиссии по реформированию.....	8
4 Уровень BIM 1.....	9
4.1 Данные .....	9
4.2 Процессы .....	9
4.3 Квалификация.....	11
5 Поля действия и мероприятия.....	12
5.1 Данные .....	12
5.2 Процессы.....	13
5.3 Передача заказов, определение содержания и формы договора и аттестация.....	14
6 Перспективы .....	15

# 1 Введение

Проектирование и строительство относятся к международно-признанной центральной компетенции Германии. Немецкое проектирование и строительное дело каждый год тысячекратно доказывает, что оно может обеспечить эффективное и высококачественное строительство. Однако в ряде крупных проектов имели место задержки и превышения сметы расходов. Поэтому прежнее федеральное министерство транспорта, строительства и городского развития созвала комиссию по реформированию строительства больших проектов, чтобы противодействовать неправильному развитию. Комиссия по реформированию в своем заключительном сообщении, кроме многочисленных других рекомендаций, подчеркнула, что цифровые методы, в частности Информационное моделирование зданий (BIM), имеют большие преимущества и поэтому должны найти широкое применение. Особые преимущества имеют улучшенная визуализация вариантов проекта, отчетливо меньшее число ошибок проектирования благодаря раннему обнаружению и устранению коллизий и бесперебойный ход строительства на основе компьютерного моделирования.

Будущее проектирования, строительства и эксплуатации существенно определяется переходом к цифровому моделированию. Создание цифровых виртуальных моделей строительных объектов, которые затем реализуются на стройплощадке и далее служат основой стадии эксплуатации, определяет будни строительства на несколько лет и создает основу для транспортной инфраструктуры. Это отражается в зарубежном развитии: Прежде всего в США, восточноазиатском регионе, скандинавских странах, Соединённом Королевстве Великобритании и Северной Ирландии и Нидерландах использование BIM систематически возрастает.

Однако внедрения BIM в Германии нельзя достичь простым росчерком пера. Работа с цифровыми моделями требует высокого уровня координации и совместной работы и направленной на это организации проекта. Поэтому новые IT-методы должны изучаться и создаваться соответствующие аппаратные и программные средства.

Все это ведет к появлению неуверенности у заказчиков и подрядчиков. Особенно в случае малых и средних предприятий динамика перехода к цифровым моделям приводит к неопределённости относительно скорости согласования.

Поэтапный план, инициированный комиссией по реформированию, определяет общее понимание метода BIM и задает требования, которые поставит Федеральное министерство транспорта и цифровой инфраструктуры (BMVI) к цифровым моделям и совместным работам с BIM. Этим самым план создает для всех участников понимание того, на какие будущие требования они должны настраиваться. Одновременно он предоставляет всем достаточно времени для необходимых изменений, задавая календарный план для поэтапного внедрения BIM и последующих шагов, которые должны быть сделаны для достижения уровня BIM 1. Адресатами поэтапного плана в первую очередь являются государственные заказчики строительства инфраструктуры, которые должны в своих проектных заданиях требовать уровня BIM 1, и подрядчики, от которых требуется показать необходимые для этого знания, если их еще пока недостаточно. Но и другие общественные или частные заказчики могут с выгодой использовать поэтапный план как основу для внедрения BIM.

Чтобы запустить широкий рыночный процесс, органы государственной власти должны дать импульс и показать образцы цифрового строительства. Многим малым и средним предприятиям надо помочь успешно преодолеть трудности перехода. Для этого BMVI будет предоставлять средства в размере миллионов, например, для пилотных проектов, которые разрабатывают оптимальные способы действия при использовании BIM и ускоряют стандартизацию описаний строительных объектов. Чтобы можно было эффективно использовать BIM, необходимо устранить существующие проблемы интерфейсов при обмене данными.

Настоящий поэтапный план был разработан по заказу BMVI компанией «planen-bauen 4.0 Gesellschaft zur Digitalisierung des Planens, Bauens und Betriebens mbH» (planen-bauen 4.0). Более подробный документ будет доступен у компании «planen-bauen 4.0». Компания была основана большими союзами проектирования и строительства, чтобы форсировать преобразование в цифровую форму проектов и объектов строительства в Германии. Представители всех отраслей, участвующих в проектировании и строительстве, а также представители государственных и частных заказчиков принимали участие в создании поэтапного плана.

# 2 ОСНОВЫ

## 2.1 Определение Информационной модели здания (BIM)

Основной предпосылкой для более широкого использования BIM является ясное и унифицированное определение того, что следует понимать под BIM. Ядром метода BIM является создание цифровых трехмерных моделей строительного объекта. Эти модели содержат предварительно определенные элементы и помещения. Для этого в коллективном процессе проектирования все участвующие проектировщики постепенно задают геометрическую информацию, обогащенную другой связанной с ней информацией. Она описывает, например, материал, срок службы, дает соответствующую информацию об окружающей среде и прочие свойства, как звукопроницаемость или особенности противопожарной защиты. Помещения описываются отдельно, на основе граничащих с ними элементов. Им могут быть назначены свойства, как, например, объем или возможности использования. Эта информация служит в качестве основы во время проектирования, строительства, эксплуатации и технического обслуживания строительных объектов. BIM таким образом существенно облегчает рассмотрение всего жизненного цикла. Если дополнительно к геометрическим размерам рассматриваются время и затраты, то говорят о четырехмерных или пятимерных моделях. На основе созданных таким образом наборов данных компьютерные программы могут визуализировать геометрию, но также выявить и другие желаемые аспекты строительного объекта или процесса проектирования и строительства.

Подводя итог, получаем следующее определение для BIM:

«Информационное моделирование здания означает кооперативную методику работы, с помощью которой на основе цифровых моделей строительного объекта согласованно собираются информация и данные, существенные для его жизненного цикла, которые используются для управления, прозрачного обмена между участниками или передаются для дальнейшей обработки».

## 2.2 Предпосылки цифрового проектирования, строительства и эксплуатации

Чтобы можно было успешно использовать методику BIM, должны быть выполнены несколько основных условий: Работа с BIM предполагает ясные договорные положения, тесную совместную работу и проектирование, ориентированное на работу в группе. Это связано с тем, что частичные модели, производные от основной модели, всех участников, например, профессиональных проектировщиков, специалистов-строителей, проектировщиков несущих конструкций или специалистов по инженерным системам, должны разрабатываться в тесной кооперации и регулярно проверяться на их совместимость.

Шаг к кооперативной, партнерской совместной работе всех участников процесса проектирования и строительства изменяет характер работы над проектом и требует новых ролей и функций для организации бесперебойного сотрудничества. Эти роли и ответственности должны быть определены до того, как начнется проектирование с BIM. Общая работа с BIM предполагает, что данные, которыми обмениваются между собой участники, являются совместимыми друг с другом. Поэтому для полного использования BIM обязательно, чтобы все разработчики программных средств использовали одинаково стандартизированные и нейтральные к производителям форматы обмена и описания элементов. Нейтральный к разработчикам открытый стандарт обмена предлагается в форме т.н. Industry Foundation Classes, или IFC. Для надземного строительства этот стандарт уже значительно развит. Он является международным и используется во многих странах мира. В строительстве сети дорог общегосударственного значения в ФРГ к настоящему времени для обмена данными используется национальный «Каталог объектов для дорог и транспорта» (OKSTRA). Чтобы обеспечить полную применимость международного стандарта IFC также в области инфраструктуры, Каталог объектов в настоящее время расширяется при содействии BIMVI.

Предпосылкой для использования BIM является, кроме того, достаточная компетентность проектировщиков и строителей, а также заказчиков при использовании

<sup>1</sup> Имеются также другие открытые стандарты обмена, кроме IFC и OKSTRA, которые из-за их малого значения в данном контексте здесь не рассматриваются.

цифровых методов. Заказчики должны быть в состоянии определить BIM-требования при передаче заказов на проектные и строительные работы в подряд. Здесь необходимо, чтобы государственные заказчики заблаговременно приобрели необходимые знания. Подобное относится и к подрядчикам.

В отношении правовых типовых условий не видится потребности в *принудительном* согласовании, чтобы иметь возможность достичь установленного здесь уровня BIM 1. И теперь уже могут быть реализованы проекты с BIM – без правовых изменений. Разумеется, правовые типовые условия должны быть проверены, насколько изменения рациональны для более легкого использования BIM. Для этого должны быть разработаны средства помощи для участников рынка, которые, например, далее надо учитывать при формировании договора или при опубликовании условий BIM.

Подводя итоги, можно установить, что перед более широким использованием BIM все участники еще должны решить многочисленные задачи. Необходимы также финансовые ресурсы, чтобы получить необходимые знания и создать технические предпосылки. Кроме того, новые процессы проектирования и строительства должны быть опробованы в пилотных проектах, чтобы накопленный опыт стал всеобщим достоянием.

### 2.3 Структура поэтапного плана

Поэтапный план - это модель, которая прозрачно описывает путь к использованию цифрового проектирования, строительства и эксплуатации и призывает заказчиков и подрядчиков вступить на этот путь. Цель поэтапного плана – это пошаговое внедрение BIM в круг полномочий BMVI. Он действителен этим в первую очередь для строительства инфраструктуры и надземного строительства, связанного с инфраструктурой, но может использоваться также в качестве модели в других областях. BMVI как первое лицо в федеральном правительстве в области преобразования данных в цифровую форму и самый крупный инвестор строительства ФРГ подает хороший пример в реализации поэтапного плана.

Внедрение BIM реализуется через распределенное во времени поэтапно увеличивающееся использование определенного в главе 4 уровня BIM 1 для BIM в конкретных проектах. Кроме того описываются и задаются необходимые для этой

реализации подготовительные мероприятия для всех участников, с какого момента и в каком объеме должно находиться применение. Для всех участников предоставляется достаточно времени для подготовки к переходу на новые методы. Это значит:

- Начиная с середины 2017 года в рамках пилотной стадии производится систематически возрастающее число транспортно-инфраструктурных проектов с требованиями уровня BIM 1
- После того, как основные предпосылки созданы, начиная с конца 2020 года с уровнем BIM 1 регулярно используется во всех новых планируемых проектах строительства транспортной инфраструктуры.

Первая стадия таким образом продолжается от настоящего времени до 2017 года и описывает фазу подготовки, которая, например, посвящена проведению пилотных проектов и мероприятий по стандартизации, обучению и дальнейшему освоению, разъяснению правовых вопросов и развитию руководств BIM по эффективным методам действия (процессам) при проектировании, строительстве и эксплуатации с использованием BIM. В 2017 году начинается вторая стадия с систематически ускоряющимся ростом уровня BIM 1 в большем числе пилотных проектов. С конца 2020 года начинается на третьей стадии широкая реализация уровня BIM 1.

Дальнейший продвинутый уровень BIM представлен в главе 6 как перспектива, так как здесь конкретные установки в настоящее время не реалистичны.

Из этого получается для поэтапного плана следующая картина:



Abbildung 1: Schematische Darstellung des Stufenplans (eigene Darstellung)



Все участники приглашаются агитировать за использование поэтапного плана, чтобы достичь возможно более широкого резонанса. BMVI уже начало совместную работу по использованию BIM с административными органами земель, ответственными за дорожное строительство. Акционерное общество DB Netz AG планирует в области инфраструктуры, как и предусмотрено поэтапным планом, начать с 2017 года форсированную работу с BIM.

Также в государственном федеральном надземном строительстве методика уже использовалась в пилотном режиме. Планируется опробовать методику BIM в дальнейших подходящих пилотных проектах, в согласовании с соответствующими носителями мероприятий.

BMVI распространяет свой опыт работ с BIM, так, чтобы все заказчики и подрядчики могли извлечь из этого пользу. При этом имеется надежда, что за этим

последует возможно большее число других общественных заказчиков из федерации, земель и общин, а также частных заказчиков, извлекая из этого пользу. Так возникают стимулы для подрядчиков, то есть проектировщиков, строителей и эксплуатационников – оперативно изучить BIM и применить требуемые от них способности.

Перед лицом продвинутого международного развития и темпа перехода на цифровые модели заказчикам и подрядчикам настоятельно рекомендуется теперь суметь ответить на этот вызов. Кто долго раздумывает, тот рискует потерять контакты.



## 3 Потенциалы и цели

Будущее принадлежит цифровому строительству – основанному на модели, кооперативному и эффективному на всех этапах. Ошибки проектирования, риски, неожиданные увеличения затрат, помехи в ходе строительства и излишние эксплуатационные расходы – все это в значительной мере теряет свое значение. Из этого возникают высокие народнохозяйственные доходы, которые можно будет получить и использовать в достаточно короткие сроки. Это является важнейшей целью поэтапного плана. Если эта цель будет достигнута, то немецкое проектирование и строительное дело может и дальше занимать ведущие позиции среди других стран. Конкретно возникают три центральных преимущества BIM, которые должны использоваться посредством поэтапного плана:

### 3.1 Повышение точности проектирования и надежности расходов

BIM предлагает за счет визуализации проектных вариантов уже в начальной стадии проектирования существенные преимущества. Варианты, лучшие для заказчиков или пользователей, можно легче выбрать посредством моделирования строительного объекта. Это повышает надежность расходов, так как дополнительные работы в результате измененных требований являются одной из важнейших причин роста расходов в общественном строительстве. В случае участия граждан, которое играет важную роль прежде всего при проектировании объектов инфраструктуры, визуализации уменьшают существующие неопределенности и способствуют тому, что граждане чувствуют себя более информированными, что повышает приемлемость проекта и устраняет риск протестов граждан и тем самым возможные вытекающие отсюда замедления в реализации проекта.

Ориентированные на работу в группе, кооперативные механизмы решения проблем связаны с большими преимуществами в эффективности и повышении производительности. Можно в значительной мере избежать ошибок или пробелов в проектировании через тесную связь проектировщиков с помощью проверок коллизий, поддержанных информационными технологиями. Данные проектирования можно автоматически проверить на совместимость с различными строительными предписаниями. Оба пункта представляют значительные преимущества, так как они позволяют избежать дополнительных работ и повышения расходов. Другим преимуществом является постоянная доступность необходимой информации для участников. Важные решения могут таким образом приниматься на базе прозрачных, защищенных и всеобъемлющих наборов данных.

Обмеры и строительные расчеты могут выполняться посредством BIM явно проще. Если в проект приходится вносить изменения, например, в связи с изменением желаний заказчика, последствия в расходах для всего проекта можно получить посредством точных, основанных на модели расчетов объемов и расходов быстрее, чем при традиционном проектировании. Ошибок в результате сложных изменений можно избежать посредством контроля коллизий. Через моделирование процесса строительства с помощью BIM-модели можно уменьшить риски стыковки отдельных работ. Этим улучшается также планирование хода строительства. Его можно реализовать на стройплощадке в соответствии с оптимизированным расчетом. Все важные данные доступны всем участникам в реальном времени.

Подводя итоги, можно констатировать: BIM способствует более точному проектированию, описанию работ, лучшим оценкам затрат и планированию хода строительства. Многие риски, такие, как проектные риски, технические риски, риски утверждения проекта, риски интерфейсов и т.д. можно снизить с помощью BIM и повысить прозрачность и приемлемость, например, при участии граждан. Возможности управления рисками доходят до того, что в первых пилотных проектах должно было быть проверено страхование проектных рисков для больших проектов.

### 3.2 Оптимизация расходов в жизненном цикле

Проектирование и строительство при традиционном процессе в проектах часто согласовываются без достаточного учета расходов на стадии использования. Так как в эксплуатации как правило возникают гораздо более высокие расходы, чем при проектировании и строительстве, здесь остается нереализованным высокий потенциал снижения расходов. Посредством планирования на основе модели расходов на проектирование и строительство совместно с расходами будущих мероприятий по техническому обслуживанию и заменам оборудования, а также других эксплуатационных расходов, можно достичь оптимизации затрат.

Застройщик или эксплуатационник также получают в качестве основы для эксплуатации строительного объекта цифровую модель. Этим избегается обычно существующая потеря знания при переходе от строительства к эксплуатации: Модель содержит в частности информацию о каждом отдельном элементе, например, материал, изготовитель, расходы, положение в строительном объекте, срок службы,

циклы технического обслуживания – и позволяет таким образом, кроме прочего, оптимизировать общие инвестиции на техническое обслуживание и замену. Кроме того, модель дает возможность провести моделирование технических систем и поддерживает таким образом также оптимизацию расхода энергии технических систем (например, вентиляции и освещения туннелей).

В области автомобильных дорог федерального значения рассмотрение жизненного цикла играет важную роль, особенно в случае государственно-частных партнерств (ГЧП). Частные контрагенты государственных заказчиков не только строят участки дорог, но и принимают на себя также последующую эксплуатацию и техническое обслуживание, как правило, в течение 30 лет. К спектру обязательств сторон проекта ГЧП относится также финансирование проекта на паевых началах. В рамках проекта ГЧП кроме того могут выполняться определенные проектные работы, переданные частным подрядчикам. Участник аукциона, например, в своем предложении берется оптимизировать расходы жизненного цикла, чтобы выиграть конкурс.

### 3.3 Внедрение центральных рекомендаций комиссии по реформированию

Комиссия по реформированию строительства крупных проектов в июне 2015 года представила свои рекомендации. Одна из 10 центральных рекомендаций относится к увеличению использования BIM. Но за счет использования BIM поддерживаются также и другие центральные рекомендации.

В первую очередь это действительно для рекомендации усиления кооперации и партнерских отношений в рабочих группах, как при проектировании, так и во время строительства. Реализация предложения комиссии: В случае государственных крупных проектов предписывается обязательное обоснованное управление рисками – а оно существенно облегчается за счет применения BIM.

Комиссия по реформированию предложила положить в основу передачи строительных подрядов критерии качества, больше, чем общепринято в сегодняшней практике. Слишком часто сейчас предпочтение отдается наиболее дешевым подрядчикам, которые часто дают предложения ниже себестоимости и потом превышение фактических затрат над плановыми пытаются компенсировать через дополнительные работы. При проектировании с BIM можно лучше избежать ошибок проектирования или просчетов в описании работ, которые могут приводить к дополнительным работам. Благодаря этому более прозрачно видно, какое предложение действительно наиболее экономично.

Требование Комиссии по реформированию относительно большей прозрачности и лучшего контроля также поддерживается использованием BIM. Это действительно как внутри проекта, так как BIM облегчает постоянный контроль посредством моделирования проекта в отношении геометрии, времени и стоимости, так и для общественности посредством названных визуализаций и более надежных оценок расходов и рисков.

# 4 Уровень BIM 1

Уровень BIM 1 описывает минимальные требования, которые начиная с середины 2017 года должны выполняться в продвинутой стадии пилотных проектов и затем с 2020 года во всех новых планируемых проектах с BIM. Государственные заказчики в сфере полномочий BMVI должны до тех пор быть в состоянии использовать специфицированные здесь требования в размещении заказов на проектные работы по открытому конкурсу. Сюда относится также решение, остается ли координация работ по BIM в ведении заказчика, или возлагается на подрядчика. Подрядчики должны учиться предлагать свои услуги в соответствии с требованиями заказчиков.

Требования разделяются в три области «Данные», «Процессы» и «Квалификация»:

## 4.1 Данные

- Заказчик в своих «Информационных Требованиях Заказчика» (Auftraggeber-Informationen-Anforderungen, или AIA) должен точно задать, какие данные и когда ему необходимы. К этому в особенности относятся установки, когда, с какой степенью подробности и в каком формате должны быть поставлены требуемые данные, с тем, чтобы заказчик на основе этих данных мог при необходимости принять необходимые решения. Требуемые данные должны охватывать не только геометрические размеры, но также другие важные для него атрибуты строительного объекта или элементов, как установленные строительные материалы, включая их свойства (например, теплопроводность, свойства звукоизоляции или экологический след). Заказчик может в добавление к этому задать, что в выполненных работах должны содержаться также цифровое описание процесса строительства и подробная точная классификация расходов (5D-модель). При создании этих AIA следует тесно совместно работать с будущим пользователем или эксплуатационником строительного объекта.

- Все подлежащие выполнению работы должны поставляться в цифровой форме на основе работ, базирующихся на 3D-моделях по разделам и частям проекта (например, чертежи строительного объекта и планы производства строительно-монтажных работ, эксплуатационная документация). Если все еще требуются 2D-чертежи, то они должны быть производными от 3D-моделей, которые должны быть предоставлены в распоряжение заказчика. Основной принцип проектирования отдельных разделов сохраняется, за счет

работ в соответствующих моделях по разделам и частям проекта. Модели по разделам должны объединяться в одной координационной модели и проверяться на согласованность.

- Поставляемые данные подрядчика должны после этого проверяться, соответствуют ли они AIA. Заказчик должен согласовать в договоре критерии проверки и методику проверки, с тем, чтобы подрядчик мог использовать эту методику проверки для собственной проверки и повышения качества.

- В объявлении условий конкурса должны запрашиваться форматы данных, нейтральные к производителям, чтобы сделать возможным обмен данными. Можно также запросить несколько форматов, нейтральных к производителям, если обеспечивается ясное упорядочение элементов, помещений или объектов.

- При передаче проектных работ в подряд с использованием BIM необходимо гарантировать, что нужные для выполнения описанных здесь требований аппаратные и программные средства доступны для всех. Так как индустрия программного обеспечения все более отчетливо ориентируется на международные стандарты, такие, как IFC, то это условие уже сегодня зачастую выполняется. К тому же, передача в подряд должна быть свободна от дискриминации. Конкретные программные продукты не должны диктоваться. Государственные заказчики должны быть оснащены соответствующими аппаратными и программными средствами.

- BIM как используемый инструмент проектирования должна быть включена в договор. Договор также должен содержать положения о правах пользования заказчика моделями. В добавление к этому должны быть детально установлены с учетом возможных вопросов, касающихся ответственности, соответствующие ответственности участников. Так как и с BIM проектирование также производится в отдельных моделях по разделам, то каждый участник принципиально остается ответственным за свою часть проекта.

## 4.2 Процессы

- Процесс создания требуемых данных должен быть определен после установки всех необходимых для этого ролей, функций, потоков, интерфейсов, взаимодействий, а также используемых технологий в так называемом «Плане развертывания BIM» (в дальнейшем PR\_BIM).

Ответственным за создание PR\_VIM является заказчик, который, однако, согласно договору может эту задачу передать подрядчику. PR\_VIM устанавливает, как часто и когда имеют место обсуждения проекта и согласования моделей по разделам и частям проекта с помощью контроля коллизий, какие части проектирования до какого срока в какой глубине детализации должны поставляться, а также когда и в каком объеме должны проводиться визуализации, расчеты объемов, моделирования технических систем, рассмотрения жизненных циклов и т.д. Этим PR\_VIM представляет график движения каждого BIM-проекта в отношении создания данных, передачи данных и управления данными.

- Надо создать «Общее окружение данных» для организованного сохранения данных, созданных в процессе проектирования и строительства, обеспечив доступ к ним для всех участников и обмен без потерь данных. Оно является основой для всех процессов, выполняемых в PR\_VIM. Единые стандарты и правила для эффективного использования BIM внутри этого окружения данных разработаны к настоящему времени в норме ISO-Norm (ISO 19650). На основе этой нормы должна быть создана норма CEN-Norm, откуда в свою очередь выводится соответствующая норма DIN. Национальное внедрение развивается в рамках предписаний VDI 2552.

- Чтобы обеспечить эффективный, оптимальный по стоимости образ действий и тем самым выполнить основной принцип гибкого развития проекта, следует избегать чрезмерного генерирования или редактирования информации и данных. Для этого создание данных должно ориентироваться на требования последующей фазы использования, а не на существующие технические возможности.

- Чтобы способствовать кооперативному и партнерскому методу работы, заказчик должен объединиться с подрядчиками в стремлении к идеальной постройке в проектном документе, который устанавливает правила честной и открытой совместной работы.

**- Заказчик должен для этого установить положения для внутреннего производства по урегулированию споров и при необходимости согласовать также внешние подобные положения, чтобы**

## облегчить совместную работу в рамках использования BIM.

Для успешного создания цифровых моделей и строительства с BIM существенную роль играют ясно определенные кооперативные процессы. Важность таких процессов даже для традиционно выполняемых проектов, если они должны оставаться в рамках допустимого времени и не выходить за пределы установленных расходов, констатировала Комиссия по реформированию строительства больших проектов. Описания процессов так, как они производятся в PR\_VIM для определения ролей и задач участников, не требуют дополнительных затрат, так как требуемая информация должна быть создана в любом случае.

Также, когда процессы обнаруживают различия, привязанные к проекту, возможно задать вышестоящий «Базисный процесс», который описывает стадии, в общем подлежащие выполнению в проекте, включая использование BIM и создание PR\_VIM. Этот базисный процесс задает грубую структуру, на которую опирается PR\_VIM при задании процессов, привязанных к проекту. Намеченный далее в общих чертах базисный BIM-процесс (см. рис. 2) строится на традиционных, отработанных и подтвержденных практикой действиях руководства строительными проектами. За счет последовательного использования этого процесса можно достичь многократно описанных преимуществ метода, таких, как повышение надежности проектирования, прозрачности и эффективности, с умеренными затратами и небольшими рисками.

Создание и подготовка информации во время стадий проектирования и строительства (голубые и темно-синие области, стадии проектных работ 1 – 8 [девятистадийная немецкая градация – прим. перев.]) производится в общем окружении данных с помощью процессов, ясно сформулированных в PR\_VIM и согласующихся с требованиями заказчика. PR\_VIM появляется в базисном процессе дважды: один раз перед проектированием, то есть перед стадией проектных работ 1, и один раз перед выполнением строительства, то есть перед стадией проектных работ 8. Базисный процесс одинаково применим ко всем видам передач заказов в подряд и видам договоров.

Следующая иллюстрация базисного BIM-процесса показывает принцип подготовки информации, а также соответствующего управления проектом. Красные точки показывают передачу данных заказчику. Моменты времени передачи данных могут варьироваться в зависимости от проекта.



Рис. 2: Схематическое предложение «Референтного BIM процесса» (planen-bauen 4.0 GmbH)

AIA к началу проекта (зеленая область) могут уже частично базироваться на использовании BIM, так как визуализации могут помочь заказчику выбрать предпочтительные варианты проекта.

### 4.3 Квалификация

В методе передачи в подряд необходимо гарантировать, что подрядчики обладают BIM-компетентностью и готовы к партнерской совместной работе. BIM-компетентность должна поэтому быть оценена уже при решении о передаче заказа. Заказчик также должен быть хорошо знаком с предпосылками и требованиями BIM, чтобы создать документацию по конкурсным заказам, соответствующую существу дела, и суметь оценить входящие предложения.



# 5 Поля действия и мероприятия

Начиная с середины 2017 года в возрастающем числе проектов должны использоваться минимальные требования уровня BIM 1. Начиная с конца 2020 года уровень BIM 1 должен регулярно внедряться для новых проектируемых разработок федеральной транспортной инфраструктуры. Уже имеющий силу первый этап служит для подготовки применения BIM, в то время как требуемые для этого предпосылки созданы, и заказчики и подрядчики целенаправленно поддерживаются.

Первый этап должен также способствовать убеждению участников рынка, что BIM обнаруживает значительные преимущества. Одновременно проверяется, при каких проектах или в какой форме целесообразно использование BIM. К тому же важно, что участники рынка сами собирают конкретный опыт работы с BIM. Для этого сначала предлагаются более простые проекты. Вначале может оказаться рациональным проектировать и реализовать проекты параллельно традиционным способом и с BIM. Хотя это ведет к дополнительным работам, но в начальный период при еще недостаточной BIM-компетентности снижает риски и позволяет провести прямое сравнение альтернативных способов действий.

Задачи, которые предстоит решить в ближайшие годы, связаны с финансовыми затратами, которые распределяются между государственным бюджетом и другими заказчиками, союзами и палатами, но также и проектными и строительными организациями.

BMVI уже содействует осуществлению четырех пилотных проектов с использованием BIM, включая сопровождение исследований в областях дорожного и железнодорожного хозяйства на сумму около 3,8 млн. Евро. Результаты исследований будут представлены в 2017 году.

В области автомобильных дорог федерального значения BMVI поддерживает два проекта строительства дорог, которые осуществляются компанией DEGES Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH (DEGES). В согласовании с шестнадцатью федеральными землями, которые обладают полномочиями в заказе Федерации на проектирование с BIM и уже были связаны в создании поэтапного плана, BMVI планирует в настоящее время проведение дальнейших пилотных проектов в дорожном строительстве. При этом также в рамках вариантов привлечения ÖPP в области автомобильных дорог федерального значения BMVI должно делать первоначальные наброски пилотных проектов. При первом проекте «Нового поколения» дорог А 10/А 24 в федеральной земле Бранденбург, на одном из пока определяемых

участков внутри проекта должна использоваться BIM. Для этого BMVI осуществляет интенсивный обмен данными с компанией DEGES, которая по договору с федеральной землей Бранденбург выполняет функцию передачи в подряд.

Для железнодорожного хозяйства BMVI кроме уже выполняемых пилотных проектов с DB Netz AG в период 2016 – 2018 при осуществлении дальнейших пилотных проектов с BIM осуществляет поддержку средствами в размере десятков миллионов Евро. Компания DB Netz AG хочет быстро внедрять BIM в области инфраструктуры и реализовывать поэтапный план. Компания DB Station & Service AG уже настолько продвинута в использовании BIM, что она хочет с 2017 года проектировать и строить все станции с использованием BIM.

В области водных путей для систематического использования BIM также должны быть реализованы пилотные проекты. Конкретное проектное предложение по управлению водными путями и судоходством Федерации уже подготовлено.

## 5.1 Данные

### 5.1.1 Заказчик-Информация-Требования (AIA)

Стимул к широкому использованию BIM должен исходить от заказчиков через AIA. Заказчики должны учиться обходиться с BIM и быть в состоянии формулировать требования, специфические для проекта, применительно к цифровому строительству.

#### Мероприятия:

- Государственные заказчики должны разработать каталоги с образцами требований, которые охватывают основную часть типовых требований. Специфические требования могут каждый раз дополняться в зависимости от потребностей проекта. Каталоги требований должны быть разработаны для различных строительных объектов инфраструктуры и надземного строительства. В рамках исследовательского сопровождения пилотных проектов BMVI разрабатываются конкретные рекомендации для AIA в случае дорожного и рельсового хозяйства. Для водных путей эти рекомендации необходимо разработать далее.

- Далее будут разработаны рекомендации для определения содержания и формы договора, включая распределения рисков материальной ответственности, а также вопросы возмещения убытков и вопросы авторских прав.

- Разрабатываются также указания, когда имеет смысл применение метода BIM – например, при очень просто структурированных проектах или проектах с отдельно расположенными особенностями при известных условиях оно имеет смысл только в частичных областях или вообще не оправдывается.

- Заказчики должны проводить пилотные проекты, которые раскрывают также раннюю стадию проекта и выработку AIA. BMVI для этого расширяет свое руководство дальше. Заказчики должны выработать правила проверки для цифровых данных, чтобы можно было сбалансировать AIA с данными, поставляемыми подрядчиками. BMVI для этого проверяет продвижение в рамках своего профессионального круга полномочий.

- Должны быть построены базы данных BIM, в которых связываются определенные случаи применения BIM (проверки коллизий, визуализации, определения объемов и т.д.) и картины проведенных работ для элементов с необходимыми для этого требованиями к информации. Эти базы данных должны также содержать данные к типичным требованиям BIM (AIA) и степени детализации (Level of Detail – LoD) для моментов передачи данных в отдельных фазах проделанных работ. Для поддержки этих баз данных необходима классификация к функциональному разделению элементов и база данных признаков, которая перечисляет функциональные признаки элементов. BMVI проверяет для этого лучший образ действий и представляет пригодную концепцию для области инфраструктуры.

### 5.1.2 Форматы данных и стандарты, нейтральные к производителям

Развитие формата данных IFC, нейтрального к производителям, происходит на международном уровне и уже доступно как стандарт ISO 16739. IFC имеет то преимущество, что этот формат

находит всеобщее применение и таким образом служит международному соревнованию. Развитие IFC, который для надземного строительства уже очень широко распространен, для дорог и железных дорог форсируется на международном уровне через buildingSMART. Далее результаты должны использоваться для дальнейшего развития ISO 16739 и на этой основе заимствоваться в европейскую или DIN-норму. Пока IFC в определенных областях еще достаточно неразвит, пользователи могут обратиться к другим, уже имеющимся форматам, например, OKSTRA

#### Мероприятия:

- Органы государственной власти должны для этого побеспокоиться о том, чтобы немецкие эксперты принимали участие в международных процессах стандартизации, чтобы внести в эти процессы опыт немецких стандартов, как, например, OKSTRA, и сохранить немецкие интересы. BMVI для этой цели содействует немецкому участию в развитии IFC для дорог и железных дорог. Предполагается, что этот процесс будет завершен в 2017 году.

- Индивидуальное хозяйство должно разработать метод сертификации для оценки предложений программного обеспечения в отношении преобразования IFC. При недостаточном преобразовании это может привести, например, к потерям данных при обмене данными или ошибкам при обработке данных. Оно должно при этом с целью обеспечения качества разработать правила проверки, нейтральные к программному обеспечению, для преобразования инструментов контроля и признания действительными передач данных в проектах. Обе работы должны координироваться, чтобы избежать двойной работы и параллельных разработок.

## 5.2 Процессы

Основополагающий признак BIM – это кооперативный принцип работы в процессах, определенных к началу проектирования – кто что делает, когда и как. Для этого создается План развертывания BIM (ПР\_ВIM), который определяет ходы работ посредством точного определения интерфейсов различных действующих лиц, а также их роли и взаимодействия.



Основы и правила создания, использования, управления и передачи информации для дальнейшей обработки описываются в стандарте ISO 19650 (в развитии). Из этого вытекают далее следующие мероприятия.

#### Мероприятия:

- Немецкие органы стандартизации должны активно принимать участие в разработке европейской зеркальной нормы к ISO 19650, а также далее ускорять развитие национальных директив внедрения.

- Должны быть созданы руководящие указания и примеры образцов для PR\_BIM, которые отображают оптимальные процессы развития для различных типов строительных объектов. BMVI для этого в области инфраструктуры внесет существенный вклад с помощью уже текущих и последующих пилотных проектов.

- Рынок частных фирм должен разработать предложения по обучению, которые способствуют улучшению процессов проектирования и строительства с помощью BIM у заказчиков, руководителей проекта, будущих BIM-менеджеров, проектировщиков и строителей.

### 5.3 Передача заказов, определение содержания и формы договора и аттестация

Использование BIM предполагает, что заказчик и подрядчик обладают достаточной BIM-компетентностью и готовы к партнерской совместной работе. BIM должна войти в систему высшего и среднего профессионального образования, чтобы удовлетворить растущий спрос на специалистов.

#### Мероприятия:

- В процессе передачи в подряд должно быть выяснено, достаточна ли BIM-компетентность участника открытого конкурса для выполнения заказа. Для этого должна быть проверена посредством специальных вопросов BIM-компетентность

вместе с готовностью и способностями к партнёрской совместной работе.

- Государственные заказчики с еще недостаточными знаниями для передачи работ в подряд с учетом действующих прав передачи должны использовать процесс переговоров или соревновательный диалог. Соревновательный диалог допустим, если заказчик объективно не в состоянии определить технические средства, с помощью которых можно выполнить его запросы и требования.

- Академическое образование архитекторов и инженеров должно учитывать BIM и требования, которые вытекают из уровня BIM 1. Все участвующие в проектировании и строительстве должны активно обращаться в вузы и совместно с ними искать пути, каким образом можно удовлетворить профессиональные потребности современного строительства.

- В профессиональном образовании в рамках двойной системы образования должны передаваться знания, необходимые для использования BIM. Здесь требуются союзы предпринимателей отрасли.

- Использование BIM не вызывает по современному состоянию знаний обязательной потребности изменения HOAI (Порядок определения гонорара для архитекторов и инженеров). Обработка 3D- и 4D-моделей в перечне работ для здания уже определено названа «Особые работы». Если в случае BIM пойдет речь об «Особых работах», то гонорары можно согласовать произвольно. С учетом широкого внедрения BIM следовало бы проконтролировать, насколько за счет лучшего отражения работ по BIM в перечнях работ соглашения о гонорарах могут быть облегчены и сделаны более прозрачными.

- BMVI будет проверять, в какой мере целесообразно развитие типовых договоров. Должны быть – где необходимо – разработаны контрольные списки, которые содержат договорной объем регулирования для бесперебойного BIM-процесса, например, положения по передаче данных заказчику.

## 6 Перспективы

Уровень BIM 1 был специфицирован так, что он может быть достигнут уже при существующих сегодня правовых и технических типовых условиях. BMVI будет явно расширять использование пилотных проектов и ускорять широкое внедрение BIM в круге своих полномочий с 2020 года.

Переход к цифровому проектированию осуществляется так быстро, что не имело бы смысла уже теперь конкретно и обязывающе определить целевой уровень для периода после 2020 года. Тем не менее, следует заблаговременно продумать, как будут развиваться в будущем требования к моделям строительных объектов, и какие настройки требуются с учетом этого развития.

Строительные объекты могут уже сегодня посредством современных систем управления частично автоматизировано эксплуатироваться, поддерживаться и получать техническое обслуживание. Необходимые для этого данные до сих пор только частично получаются из этапов проектирования и строительства объекта, но могут впредь усиленно генерироваться из данных BIM. На основе прогрессирующей автоматизации эти данные в будущем могут играть еще более важную роль, особенно на этапе эксплуатации.

Одновременно информация, полученная на этапе эксплуатации различных объектов, может снова вливаться в жизненный цикл новых проектируемых строительных объектов. Измерения с помощью датчиков, систем и мобильных устройств создают все большую базу данных. Так, например, информация

о температуре, влажности воздуха, потреблении энергии, образе действий пользователей, нагрузке, выходах из строя или времени простоя систем может все больше свидетельствовать о состоянии и работоспособности строительных объектов.

Ведущий далее целевой уровень будет поэтому иметь своей целью прежде всего повышение функциональной способности строительных объектов. В особенности в случае очень сложных строительных объектов, как больницы или аэропорты, расходы из-за недостаточной функциональности могут многократно превышать расходы собственно проектирования и строительства.

Повышения функциональной способности можно прежде всего достичь тем, что данные, которые генерируются на этапе реализации и в особенности на этапе эксплуатации или содержания, вновь вливаются в спецификации новых проектов строительных объектов, это означает, что до сих пор в большинстве случаев бывший линейным поток информации от проекта через строительство до эксплуатации и восстановления в будущем еще больше будет преобразовываться в информационный кругооборот, который был проиллюстрирован круговым отображением базисного процесса (рис. 2). Чтобы это могло быть достигнуто, эта информация должна лучше, чем обычно до сих пор, интегрироваться в общую окружающую среду данных.

Эффективное структурирование этого информационного кругооборота будет ядром целевого уровня после 2020 года, что должно далее конкретизироваться в ближайшие годы.

## Impressum

### Herausgeber

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur  
Invalidenstraße 44 10115 Berlin

auf Basis eines Forschungsvorhabens

### Auftragnehmer

planen-bauen 4.0 - Gesellschaft zur Digitalisierung des Planens, Bauens und Betriebens mbH  
Budapester Straße 31 10787 Berlin

### Projektleiter

Dipl.-Ing. Helmut Bramann, Dr. Ilka May

### Stand

Dezember 2015

### Gestaltung | Druck

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur  
Referat Z 32, Druckvorstufe | Hausdruckerei

### Bildnachweis

DEGES Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH  
Bundesregierung/Kugler Bundesministerium für Verkehr und  
digitale Infrastruktur planen-bauen 4.0 GmbH

Настоящая брошюра является частью публичной работы  
федерального правительства. Она распространяется бесплатно и не  
предназначена для продажи.

Перевод : Allbau Software GmbH