

# ПРИМЕНЕНИЕ TEKLA STRUCTURES В ПРОЕКТИРОВАНИИ ОБЪЕКТОВ МЕТРОПОЛИТЕНОВ. ОПЫТ ФИНЛЯНДИИ

Павел Храпкин, директор по развитию, InterCAD

Антон Антонов, начальник отдела внедрения САПР в ПГС, InterCAD

**Строительство линии метро из Хельсинки в Эспоо стало одним из крупнейших инфраструктурных проектов в Финляндии, объединившим в работе над ним тысячи людей. В общей сложности проект состоял из 8 станций, 15 вертикальных шахт, 28 км железнодорожных тоннелей, 5 км служебных тоннелей. Полная протяженность тоннелей составила 33 км. Очевидно, что без 3D-модели разобраться в таком сложном проекте не представлялось возможным.**

Проектирование и строительство станции метро «Лауттасаари» стало одним из этапов этого большого проекта. 3D-модель станционного узла в 2013 г. была номинирована на получение премии Tekla BIM Awards и отмечена в номинации «Специальный проект». В данной статье будут рассмотрены особенности реализации проекта.

При выборе программной платформы, позволяющей работать над проектированием наземных и подземных объектов метрополитена, решено было остановиться на программном продукте Tekla Structures. Работы велись несколько лет, в процессе проектирования были использованы различные версии Tekla Structures (с 12 по 18). К участию привлекались специалисты из разных мастерских, однако работа с единой моделью не вызвала никаких нареканий и групповая работа, по оценкам инженеров из проектной компании Design Ltd., прошла весьма успешно.

В проекте использовались как сборные, так и монолитные железобетонные конструкции, заливаемые на месте. Дополнительно применялись стальные и деревянные конструкции.

Строительство преимущественно осуществлялось под землей, частично открытым способом, что значительно усложнило проектирование, особенно в части несущих конструкций. Существенные особенности проекта связаны с тем, что станция и тоннель располагались на скальных породах, нагрузки на которые необходимо было учитывать. Другая особенность прокладки линии метрополитена через горы заключалась в том, что скальные породы источают влагу, что также должно было быть учтено в проекте. Кроме этого, в расчет принимались нагрузки, связанные с пассажиропотоком. В проекте строго соблюдались требования безопасности. Цель состояла в том, чтобы спроектировать и построить самое безопасное метро в мире.

Каждая из восьми проектируемых на ветке станций имела собственную модель. Железнодорожные тоннели были разделены на пять отдельных моделей.

Информация о пространственных координатах железнодорожных путей, по-

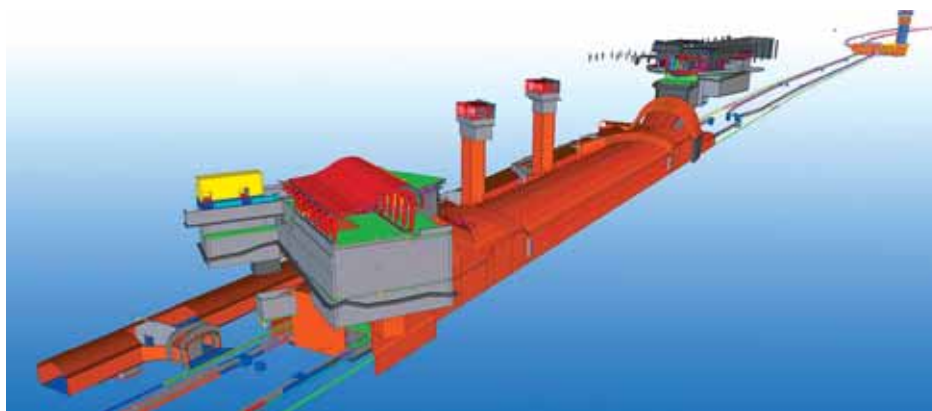


Рис. 1. Модель станции метро «Лауттасаари»

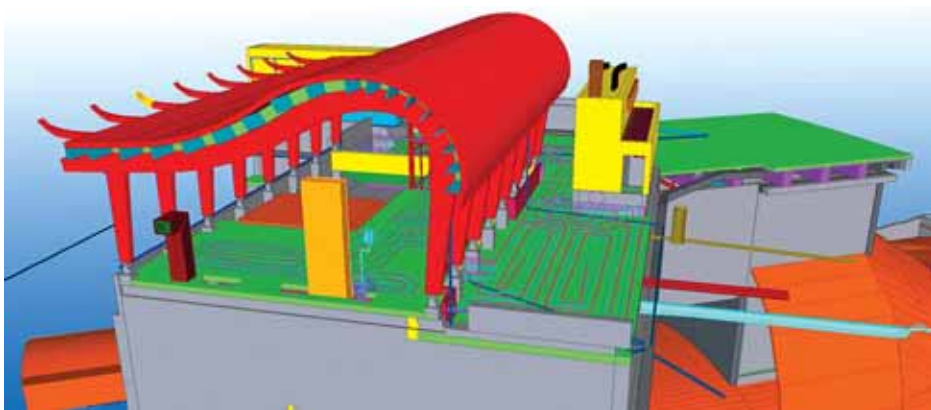


Рис. 2. Наземная станция

Рис. 3. 3D-визуализация наземного вестибюля станции «Лауттасаари». Источник: <http://www.lansimetro.fi/en/stations/lauttasaari.html>



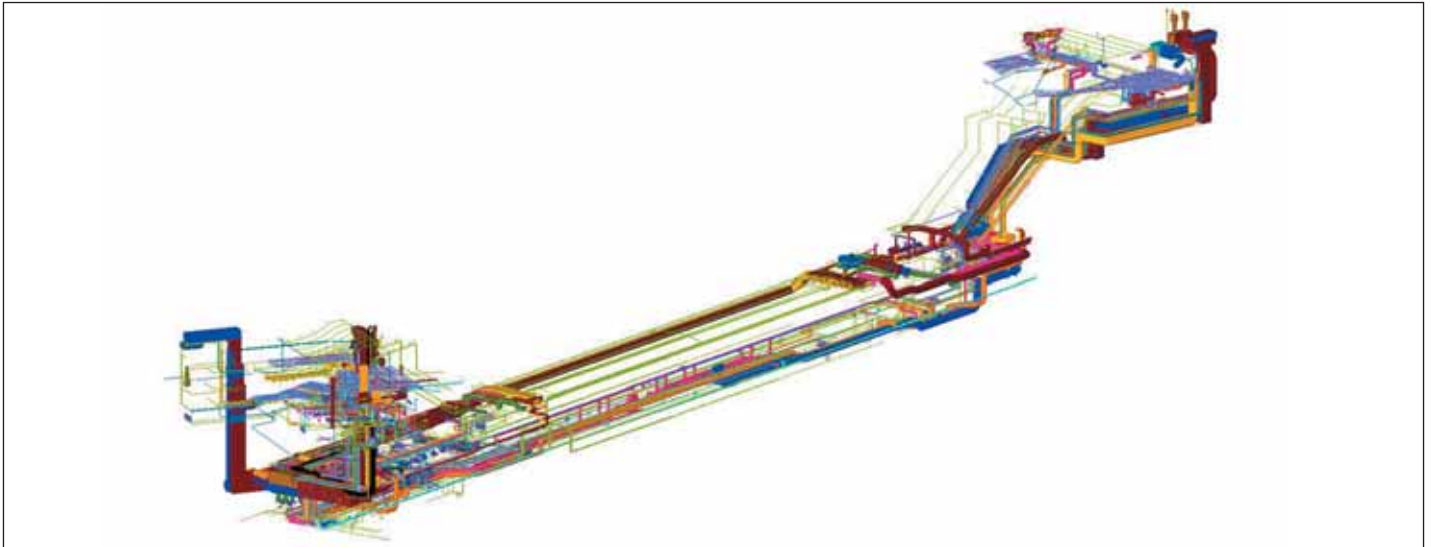


Рис. 4. 3D-модель станции в Tekla

лученная из Tekla Civil, использовалась при моделировании железнодорожных тоннелей. С помощью Tekla Open API было разработано приложение, позволяющее автоматически загрузить в модель информацию о пространственных координатах путей.

Участвовавшие в проекте проектировщики инженерных сетей обменивались информацией со специалистами по несущим конструкциям через форматы IFC и DWG.

Теоретическая поверхность скальных пород была предоставлена архитекторами, однако окончательная модель появилась на более поздней стадии работ, когда стали доступны данные 3D-сканирования. Именно результаты 3D-сканирования использовались при проектировании опалубок.

Важно отметить, что все дисциплины применяли свои собственные локальные системы координат, это породило дополнительные сложности при решении задачи совместного использования разных моделей.

Комплексная конструкторская модель сыграла решающую роль в координации между разными частями проекта. Благодаря наглядности такой модели при обсуждении критических участков все участники совещаний могли ясно видеть и понимать предмет обсуждения. Например, конструкторская модель помогала при обсуждении с архитекторами устройства тех

или иных архитектурных и конструкторских элементов.

Стоит добавить, что модель Tekla Structures все более становилась востребованной на стройплощадке по мере того, как подрядчики узнавали о ее возможностях. В настоящее время при проектировании различных конструкций используются обмеры поверхности горных пород, снятые на стройплощадке подрядчиками.

Тот факт, что BIM-технологии повсеместно применяются в Европе при проектировании на всех этапах, от пред-проекта до стройки и эксплуатации, давно не вызывает удивления, информация о таких проектах появляется регулярно. Мы привыкли, что запад опережает Россию в этих вопросах, и часто ссылаемся на то, что, будучи созданными «там», эти технологии приспособлены для «их» рынка и никогда не приживутся в наших реалиях. Более того, находим аргументы, подтверждающие такую точку зрения. Однако внимательное рассмотрение проектов западных коллег и изучение ситуации в российских проектных компаниях и на российской стройплощадке неизбежно подводят нас к пониманию того, что оперативное перенимание их опыта – в интересах всех участников процесса.

Специфичен ли представленный в примере опыт для Европы, применим ли для наших условий?

Проведённые специалистами компании InterCAD работы по использованию Tekla Structures при решении задач проектирования метрополитенов позволяют заключить, что да, вполне применим.

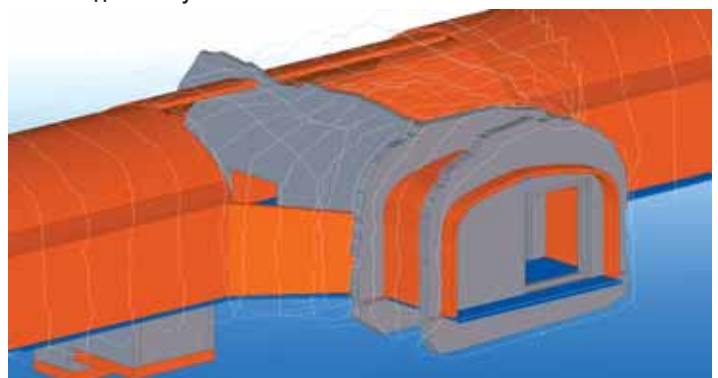
Несущие конструкции метрополитенов – это, в первую очередь, железобетонные конструкции (монолитные и сборные), а в Tekla Structures достаточно инструментов для детального проектирования таких конструкций любой степени сложности. Причём речь идёт о стадии рабочей документации, когда от проектировщиков требуется полная проработка проекта: опалубочные чертежи, армирование, разработка КЖИ. Довольно сильно сокращают время инструменты автоматизированной генерации чертежей, с помощью которых можно получить, нет, не полностью готовую документацию, но заготовки чертежей с достаточно высокой степенью готовности.

Важно понимать, что ПО Tekla предназначена для проектирования именно несущих конструкций, смежные разделы разрабатываются при помощи другого программного обеспечения. Именно поэтому ПО Tekla обладает широкими возможностями по взаимодействию со сторонними САПР. Для этого используются различные форматы передачи информации: IFC, IGS, DGN, STP, CIS/2, SKP, DWG или DXF.

Рис. 5. Участок с шахтой



Рис. 6. Подземный участок



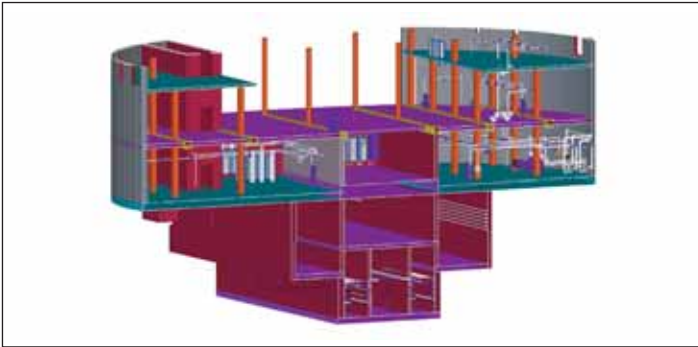


Рис. 7. Проект Tekla. Общий вид

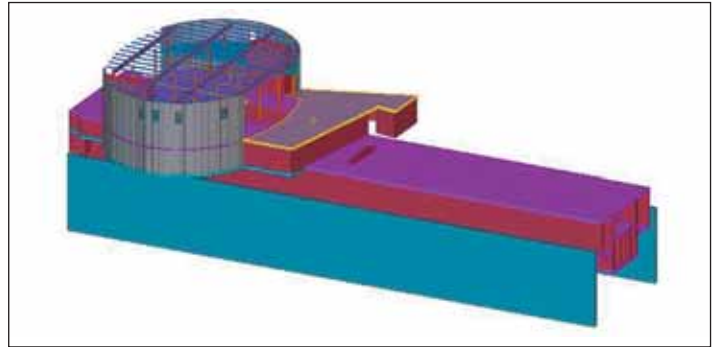


Рис. 8. Использование опорных моделей

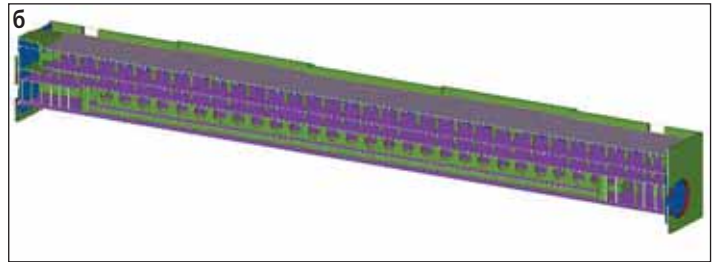
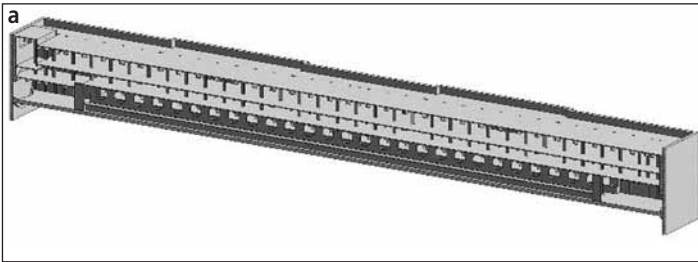


Рис. 9. Модель станции мелкого заложения, выполненной в Revit (а) и перенесённой для дальнейшей детализации в проект Tekla (б)

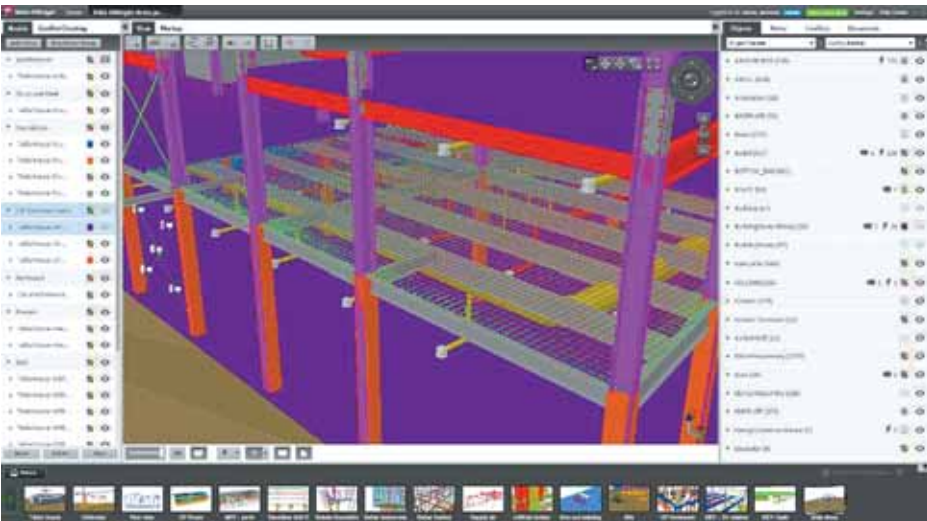


Рис. 10. Интерфейс Tekla BIMsight

Например, в проект Tekla Structures можно загрузить проект инженерных сетей, выполненный в MagiCAD или Autodesk Revit MEP. Причём, если формат передачи предполагает сохранение атрибутивной информации (формат IFC), то внутри проекта Tekla мы можем получить доступ к этой информации. Однако, в первую очередь, такие возможности по загрузке сторонних проектов используются для координации работы смежных отделов и поиска междисциплинарных коллизий (см. рис. 8). Специальный механизм внутри ПО Tekla позволяет находить пересечения между несущими конструкциями и объектами опорных моделей. Дополнительно проектировщики могут отслеживать изменения в опорных моделях. Таким образом, при обновлении, скажем, модели сетей ОВ и ВК, конструктору не придётся каждый раз тратить время на то, чтобы найти места, где произошли изменения. Программа сама выделит новые или изменённые объекты.

Отдельно стоит отметить возможности взаимодействия ПО Tekla Structures с ПО Autodesk. Не секрет, что именно это программное обеспечение сейчас наиболее распространено в нашей стране. Кроме возможности подгружать проекты Revit в Tekla Structures как опорные модели в формате IFC, имеется возможность преобразовывать объекты IFC в объекты Tekla. Также верно и обратное, при необходимости можно преобразовать модель или часть модели Tekla в формат IFC и загрузить его в проект Revit.

Данный механизм, конечно, является вспомогательным. В ходе такого переноса возникают определённые трудности, необходимость в нём возникает не каждый день, но он работает. В качестве примера приводим модель станции мелкого заложения, выполненной в Revit и перенесённой для дальнейшей детализации в проект Tekla через формат IFC (см. рис. 9).

Если в организации уже выстроена технология проектирования на базе продуктов

Autodesk, то встроить Tekla Structures в эту цепочку не представляет проблем. Уже упомянутый формат IFC позволяет подгрузить проект Tekla в Autodesk Navisworks для получения комплексной модели проекта. Чертежи, выполненные в Tekla Structures, могут быть преобразованы в формат DWG. В свою очередь, файлы DWG могут быть использованы внутри проекта Tekla как в пространстве модели, так и на листах в качестве внешних ссылок.

Задачи координации проекта можно решать и на базе программного обеспечения компании Tekla. Tekla BIMsight, аналогично Autodesk Navisworks, позволяет собирать разнородные модели в едином пространстве с целью поиска коллизий, контроля хода работ над проектом, для проведения совещаний и принятия проектных решений. Этот продукт позволяет сохранять виды модели с пометками, сделанными в режиме «красного карандаша», и отсылать эту информацию по электронной почте. При этом стоит отметить, что Tekla BIMsight – бесплатное ПО, доступное для свободного скачивания с сайта Tekla.

Представленный в этой статье пример проектирования метрополитена города Эспоо и опыт специалистов InterCAD по применению ПО Tekla позволяют однозначно заключить, что не существует принципиальных препятствий в использовании этих продуктов для решения любых конструкторских задач по проектированию метрополитенов. При этом не стоит забывать, что процесс внедрения технологии информационного проектирования (BIM) – это серьёзный вызов для любой проектной организации, длительный процесс, требующий вовлечения в него как специалистов проектных отделов, так и руководящего состава.



В статье использованы материалы с сайта [www.tekla.com](http://www.tekla.com)