

Железная дорога в грузовой порт Хельсинки

В Хельсинки 1 декабря 2008 г. официально введен в эксплуатацию новый грузовой порт Вуосаари, расположенный в 15 км к востоку от центра города (рис. 1). Проект порта включает не только обустройство новой гавани, но и строительство транспортной инфраструктуры — морского канала длиной 32 км, автомобильных дорог и железнодорожной линии длиной 19 км с двумя тоннелями. Тоннель Савио длиной 13,5 км является крупнейшим на железных дорогах Финляндии и вторым в странах Скандинавии.

Вуосаари примет все суда, пришедшие ранее в западный и северный порты столицы; районы, примыкающие к ним, высвобождаются для жилищного и делового строительства, а центр города разгружается от движения большегрузных автомобилей.

Порт Вуосаари построен на месте старой судоверфи и занимает территорию площадью 150 га, причем 90 га приходится на намывные участки. Проект создания нового порта, предназначенного для переработки контейнеризованных

грузов, включал строительство 20 причалов общей длиной 3,6 км, обустройство бизнес-парка на прилегающей площади 75 га и создание 4000 рабочих мест.

Проект, при разработке и реализации которого большое внимание уделялось вопросам сохранения окружающей среды, начат в 2002 г. Порт рассчитан на переработку максимум 12 млн. т грузов в год, из которых около 2,4 млн. т (20%) будет перевозить железная дорога: 1,8 млрд. т в направлении порта и 0,6 млн. т в обратном.

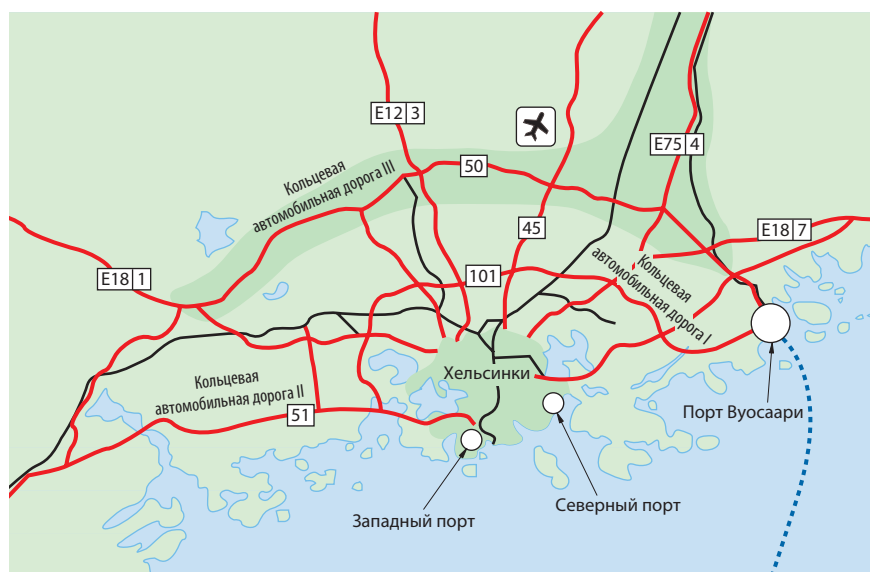


Рис. 1. Схема портов Хельсинки

Организационный этап

Проект в соответствии с достигнутыми организационными и финансовыми соглашениями был разделен на две части:

- VUOSA, в рамках которой администрация порта Хельсинки несла ответственность за строительство и развитие примыкающей к порту логистической сети, а также финансировала соответствующие работы;

- VUOLI, в рамках которой администрации морского транспорта, автомобильных и железных дорог страны отвечали за планирование и строительство транспортной сети, обслуживающей порт (нового фарватера, автомобильных и железных дорог). Расходы по этому проекту распределены между администрациями морского транспорта, автомобильных и железных дорог (50%) и порта (50%).

Проект Вуосаари стал первым опытом совместной, тщательно скоординированной работы ведомств морского, автомобильного и железнодорожного транспорта. Совместно выполняемые функции охватывали земляные работы, вопросы распределения выбранной породы и грунта, обеспечения коммуникаций, организации транспортного обслуживания рабочих площадок и мониторинга экологических аспектов.

На этапе планирования вопросы экологии играли ключевую роль, поэтому новые транспортные коридоры на основном протяжении устроены в тоннелях или в уже имеющейся полосе отвода. Вновь построенные участки связывают порт с магистральными автомобильными и железными дорогами. Трассу ведущего в порт морского канала глубиной 11 м и длиной 36 км прокладывали исходя из принципа максимально безопасной навигации. Работы по углублению дна потребовались на длине 2 км, при этом выбранный грунт в основном использовали для отсыпки в обустраиваемой портовой зоне.

Новая автомобильная дорога, выходящая из порта на третью кольцевую автомагистраль Хельсинки, проходит под заливом и зеленой зоной Labbacka Natura 2000 по двухтрубному, хорошо освещенному тоннелю длиной 1,6 км (по две полосы в каждой трубе). Эта дорога введена в эксплуатацию в декабре 2007 г.

Новая железнодорожная линия длиной 19 км обеспечивает быстрое и безопасное сообщение с магистральной линией Хельсинки — Тампере, к которой она примыкает по станции Керава, и внутренними терминалами.

Строительство с учетом экологии

Сам порт и обеспечивающие его работу транспортные артерии находятся на территориях, имеющих огромное значение с точки зрения сохранения естественной окружающей среды, в том числе зон, предназначенных для отдыха. Углубленные оценки экологических аспектов проекта имели место не только на стадии проектирования, но и на этапе получения согласований и разрешений. Экологические аспекты рассматривались во взаимосвязи с финансовыми и техническими, что и определяло в конечном итоге принятые плановые решения.

В процессе строительства автомобильных и железной дорог масштабы завоза или удаления грунта и породы в одних местах координировали с работами на площадках строительства порта, морского канала и логистической зоны с точки зрения общей экономии времени и затрат на перевозки. Автомобильная и железная дороги между портами тоннелей проходят в одном коридоре, их строительство велось параллельно. Это позволило ограничить площадь земель, занятых во время работ, планировать и регулировать шумовое загрязнение, сократить ущерб окружающим ландшафтам. Строительство железнодо-

Распределение расходов по проекту порта Вуосаари, млн. евро	
Порт как таковой	391
Транспортная инфраструктура, в том числе:	296,5
железная дорога	190,8
в том числе тоннель Савио	123,5
автомобильные дороги	94
в том числе тоннель	45
морской канал с фарватером	11,7
Всего	687,5

рожного моста через залив и портала тоннеля под природоохранной зоной Labbaka велось вне периода размножения птиц.

При сооружении транспортных коридоров было выбрано порядка 300 тыс. м³ почвы и 1,9 млн. м³ каменной породы, которые использовались для отсыпки в зоне порта, обустройства шумозащитных стенок и восстановления ландшафта вдоль дорог.

Железнодорожная линия в порт

Линия в порт проектировалась как однопутная, электрифицированная по системе 25 кВ, 50 Гц переменного тока, оснащенная автоматической системой ограждения поездов. Она предназначена для движения только грузовых поездов с осевой нагрузкой до 25 т. Первоначально планируется обращение пяти пар поездов в сутки, на перспективу предусмотрено довести размеры движения до восьми — десяти пар. Максимальная скорость движения поездов определена равной 80 км/ч. Благодаря тому что на большей части длины линия проходит в тоннелях, она не должна беспокоить жителей прилегающих населенных пунктов. В верхнем строении пути использованы рельсы типа 60Е1 и железобетонные шпалы, уложенные на балласте. Максимальная длина поездов ограничена 725 м, масса — 4,5 тыс. т.

В начальный период, помимо основного ядра грузовых поездов,

предусматривается пропускать дополнительно три-четыре поезда в неделю или больше в пиковые периоды. Как правило, поезда в порт должны прибывать ночью и отправляться из порта в утренние часы.

Линия в порт ответвляется от магистральной в 25 км от Хельсинки, проходит через тоннель Савио длиной 13,5 км на глубине до 60 м (рис. 2 и 3) и выходит на поверхность около третьей кольцевой автомагистрали. Затем она на протяжении 2 км следует в одном коридоре с автомобильными дорогами (третьей кольцевой и ведущей в порт), опускается во второй тоннель длиной около 700 м под зеленой зоной Labbacka Nature 2000 и проходит над заливом Порваринлахти по мосту, при проектировании которого основное внимание уделяли защите от шумового загрязнения и водоохраным мероприятиям, выходя, наконец, на припортовую грузовую станцию с восемью путями для маневровых операций.

На новой грузовой линии решено использовать только локомотивы и вагоны, допущенные к эксплуатации в Финляндии. Не допускается использование вагонов-цистерн — опасные грузы следует перевозить в контейнерах-цистернах. Возможен разовый пропуск через тоннели тепловозов, используемых для маневровых работ на портовых подъездных путях. Дизельный подвижной состав также можно использовать на линии при текущем содержании и ремонте инфраструктуры.

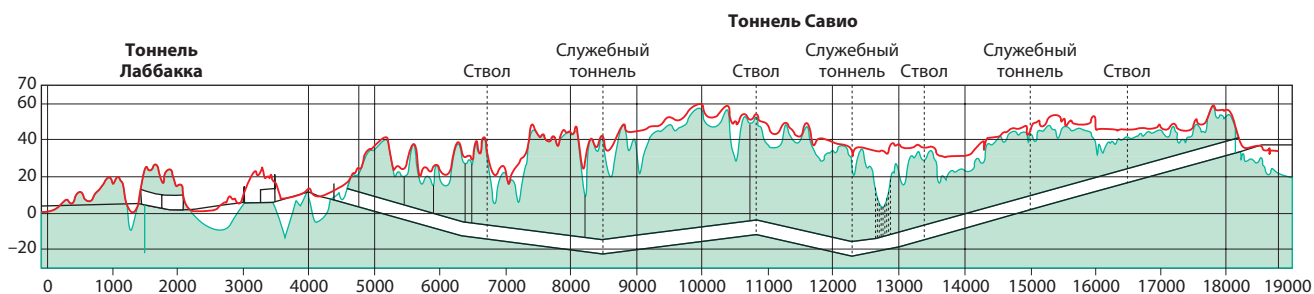


Рис. 2. Продольный профиль тоннеля Савио

Управление движением поездов осуществляется из центра, обслуживающего южную часть сети железных дорог Финляндии. Сочетание систем автоматического управления движением и ограждения поездов исключает ситуации столкновений между поездами встречными или идущими вслед. Связь между центром управления и поездами осуществляется с помощью сети GSM-R.

Тоннель Савио

Однопутный тоннель длиной 13,5 км имеет на обоих концах выполненные из железобетона порталные структуры небольшой протяженности. Тоннель построен с максимальным уклоном 1:100 и минимальным радиусом кривых 1000 м. Высшая точка находится на отметке 23 м ниже уровня моря, низшая — 60 м. Южный портал обу-

строен на высоте 5 м над уровнем моря, северный — на высоте 33 м. В ходе строительства сооружены четыре служебных тоннеля и четыре вертикальных ствола. Служебные тоннели используются для целей текущего содержания, как выходы и пути эвакуации в экстренных ситуациях и для вентиляции. Вертикальные стволы также выполняют функции дополнительных выходов и выброса загрязненного воздуха. И



Рис. 3. Строительство линии у южного портала тоннеля Савио

те и другие изолированы от основной трубы тоннеля секционируемыми стенками и дверьми.

На этапе предпроектного планирования проводились активные изыскания по изучению состояния почв, скальных пород и грунтовых вод с целью выбора оптимальной трассы тоннеля. Одновременно изучали типы и состояния фундаментов недалеко расположенных гражданских сооружений, чтобы исключить риск их повреждения во время проходческих работ. На базе проведенных исследований и оценки потенциально опасных мест установили допустимый уровень поступления воды в тоннель, равный 2 л/мин на длине 100 м. Во время строительства массивы вокруг тоннеля в потенциально опасных зонах укрепляли во избежание негативного влияния на грунтовые воды или растительность на поверхности.

Влияние строительства на экологию тщательно контролировали, в близлежащих зонах измеряли шум, вибрации и уровень грунтовых вод. Все результаты измерений собирали в единой базе данных, пользоваться которой можно было в реальном времени. Строительство вели несколько подрядчиков. Работы по проходке тоннеля выполнялись в соответствии с тремя контрактами (что позволяло выдерживать жесткий график) с сентября 2003 до осени 2006 г. Они включали проходку и укрепление основного и четырех служебных тоннелей, четырех стволов. Отдельные контракты охватывали монтаж оборудования всех систем (электрификации, сигнализации и т. п.).

Тоннель на всем протяжении пройден буровзрывным методом. Качество породы в основном было высоким, за исключением нескольких зон. Герметизация стенок выполнена путем закачки под давлением жидкого цементного раствора, для их укрепления использовали гальванизированные болты и технологию торкретирования. В зоне

Мугас слабая основная порода прослаивалась многочисленными зонами тощей глины. По этой причине на протяжении 300 м разработка тоннеля велась поэтапно. Традиционные методы укрепления здесь были непригодны, поэтому на участке длиной 230 м использовали железобетонные элементы толщиной 800 мм. Эта конструкция находится на глубине 50 м под высоким давлением слоя грунта и почвенных вод.

Из-за разницы высот порталов тоннеля возникает эффект вытяжной трубы — воздух естественным путем от нижнего портала вытягивается в сторону верхнего. В зимнее время холодный воздух проникает глубоко в тоннель, и в районе порталов может возникать наледь на потолке и стенках тоннеля. Во избежание этого эффекта приняты следующие меры. На стенках тоннеля около обоих порталов применены изоляционные панели типа OS-Lining толщиной 80 мм, закрытые слоем толщиной 100 мм торкрет-бетона, нанесенного на мелкоячеистую сетку. Таким методом закрыты стенки на протяжении 300 м у северного портала и 600 м у южного.

Южный портал имеет управляемые в автоматическом режиме ворота, которые сдерживают поток холодного воздуха от проникновения вглубь тоннеля. Ворота обычно закрыты, но при приближении поезда автоматически открываются. Привод ворот связан с линейной системой CCS, а их состояние (открытое или закрытое) можно контролировать заблаговременно при приближении поезда к portalу. Ворота оснащены основным и предварительным сигналами.

Структурные элементы тоннеля просчитаны с точки зрения перепадов давления, возникающих при проходе поездов через тоннель, и взрывной волны, возможной в случае инцидентов. Перепад давления может достигать ± 5 КПа. Большая величина перепада объясняется тем,

что, когда поезд входит в тоннель через северный портал, ворота южного в течение некоторого времени остаются закрытыми, поэтому на тоннельные структуры и оборудование воздействует воздушная волна значительной амплитуды.

Поскольку тоннель проходит под районами жилой застройки, изучали вероятность передачи вибраций, возникающих в контакте колесо — рельс, через путевую структуру в основную породу, где они быстро поглощаются. Однако при этом появляется корпусной шум в зданиях на расстоянии до 100 м от тоннеля, если фундамент здания опирается на основную породу. В тоннеле Савио риск корпусного шума минимизирован за счет укладки подбалластных матов на протяжении почти 8 км.

Системы эксплуатации и безопасности тоннеля

В тоннель Савио можно попасть через четыре служебных тоннеля и четыре вертикальных ствола. И тоннели, и стволы отделены от ходового тоннеля секционирующими стенками и дверями.

Высокая степень эксплуатационной безопасности, в том числе для локомотивных бригад и персонала службы пути, гарантируется превентивными мероприятиями и эффективной системой пожаротушения. Риск инцидентов невелик благодаря тому, что одновременно в тоннеле может находиться только один поезд. Ситуация в тоннеле, оснащенном коммуникационными линиями, контролируется с помощью видеокамер. В случае необходимости доступны выходы через служебные тоннели и вертикальные стволы, устроенные с интервалом 1,5–2 км. Устройство обнаружения греющихся букс, имеющееся на участке между Хельсинки и Тампере, дает возможность выявлять поезда с такими дефектами и останавливать их до входа в тоннель. Эта

мера отвечает европейским нормам по уменьшению рисков в железнодорожных тоннелях. На участке за тоннелем до портовых подъездных путей необходимости в таких устройствах нет, так как технология предусматривает осмотр поездов перед отправлением.

Конструктивные решения по тоннельным структурам и иным техническим средствам принимались по данным анализа рискованных ситуаций, который подтвердил отсутствие мест существенного риска в тоннеле, поэтому при проектировании систем особое внимание уделяли пожаротушению и удалению дыма.

Грунтовые воды из дренажной системы поступают к расположенным у основания служебных тоннелей насосным установкам, которые перекачивают ее в отводные каналы около порталов. Вода, поступающая с разных направлений, собирается в водоприемниках. Вместимость основного и резервного водоприемников рассчитана с учетом максимального поступления воды в экстремальных ситуациях. Предусмотрены система очистки воды от масел и детекторы наличия в ней опасных загрязняющих веществ. Воду из резервных бассейнов в случае необходимости можно выливать в цистерны.

Для освещения тоннеля на расстоянии 200–400 м вглубь от порталов и у входов в служебные тоннели и вертикальные стволы смонтированы люминесцентные лампы. В некоторых точках, например около видеокамер, предусмотрены дополнительные источники света. В нормальных условиях освещаются только зоны около порталов, все освещение включается в экстренных ситуациях или при выполнении путевых или им подобных работ. Пути эвакуации освещены и снабжены указателями направления движения в соответствии с техническими требованиями по совместимости.

Подвод электроэнергии к техническим средствам тоннеля с питанием от сети электроснабжения 20 кВ выполнен с двух направлений, поэтому отказ на одном конце не обесточит системы обеспечения жизнедеятельности тоннеля. Силовой электрический кабель проложен в кабельном канале внутри путевой структуры и имеет огнестойкое исполнение. Трансформаторы и распределительные устройства расположены на пересечении со служебными тоннелями и вертикальными стволами, а также в местах перелома продольного и поперечного профиля длинных участков тоннеля. Точки отбора мощности, используемые при выполнении тех или иных работ и в экстренных ситуациях, находятся у порталов и в самом тоннеле через каждые 100 м.

Связь между сетями GSM (VIRVE) и GSM-R обеспечена посредством кабельной системы с антенной вытекающей волны. Телефоны экстренной связи размещены в точках перелома профиля и в других местах тоннеля с интервалом 350 м, а также в местах расположения технических устройств. Снятие трубки приводит к установлению связи с центром управления, где автоматически определяются координаты данного аппарата. В случае нарушения связи экстренного телефона с кабельной сетью в центр управления посылается сигнал тревоги. В тоннеле также имеется сеть мобильной связи, которой пользуется персонал службы спасения в экстренных ситуациях.

В тоннеле имеет место естественная вентиляция через порталы тоннеля, когда поезд входит в тоннель и проталкивает перед собой массу воздуха. Вентиляторы, вытягивающие выхлопные газы, установлены у порталов тоннеля и вертикальных стволов. Они рассчитаны на скорость потока воздуха 2 м/с и обновление воздуха трижды в час. Кроме того, защита от загрязненного воздуха обеспечивается секцио-

нированием с помощью специальных антидымовых завес, которые закрываются вручную и закрепляются на путевой структуре. Вентиляция во время работ по текущему содержанию или ремонту инфраструктуры осуществляется с помощью дополнительных вытяжных вентиляторов.

Предусмотрена система заземления, гарантирующая безопасность работ в тоннеле или при эвакуации в случае необходимости. Система гарантирует отключение электричества, когда персонал службы спасения собирается войти в тоннель. Заземляющие устройства находятся в точках соединения структур тоннеля и имеют панели с дисплеями, на которые выводятся показания об отключении электричества.

Тоннель оснащен системой водяного пожаротушения с гидрантами и водоводными каналами, в нормальном состоянии сухими (без воды). Насосные станции находятся у порталов тоннеля и у вершин вертикальных стволов. Стационарные гидранты расположены в тоннеле с интервалом 100 м. Переносные огнетушители размещены у насосных установок, вертикальных стволов и распределительных устройств.

Предусмотрены волоконно-оптическая система пожарной сигнализации, детекторы тепла и дыма, а также детекторы несанкционированного доступа. Телефоны экстренной связи и кнопки пожарной сигнализации установлены в тоннеле с интервалом 300–400 м.

Состояние всех систем тоннеля отражается в центре управления. Порталы тоннеля, входы во вспомогательные тоннели и вертикальные стволы оборудованы видеокамерами. Двери, ведущие во вспомогательные тоннели и стволы, имеют автоматические устройства, контролирующие и регистрирующие все перемещения.

E. Mäkelä, T. Cronvall. European Railway Review. 2008, № 3, p. 29–37.