DHI CASE STORY

ПОРТ ХАНСТХОЛЬМ: УСМИРЕНИЕ ВОЛН СЕВЕРНОГО МОРЯ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛЯ БЕЗОПАСНОГО И ЭКОНОМИЧНОГО РАСШИРЕНИЯ ПОРТА

Порт Ханстхольм в Дании является крупным рыболовным и торговым портом. В связи с возросшим трафиком требовалось соответствующее увеличение размеров порта. Однако порт был практически не защищен от волн Северного моря, проектная высота которых может достигать 8 м. Для того чтобы приступить к осуществлению планов по расширению, необходимо предварительно проверить конструкцию волнорезов в части безопасности и экономической целесообразности. Кроме того, планировку порта следует оптимизировать по отношению к волновым возмущениям в акватории порта. В рамках проекта было проведено комплексное компьютерное и физическое моделирование, для последующего безопасного и экономически эффективного расширения порта.

РАСШИРЕНИЕ ПОРТА – ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАДАЧА

История порта Ханстхольм насчитывает уже несколько десятилетий. Когда Гавань Ханстхольм впервые планировалась на северо-западном побережье Дании, ее строительство считалось неосуществимым. И только при пересмотре всех технических аспектов, проект был утвержден и реализован.

Почти 50 лет спустя, для удовлетворения растущего спроса были разработаны планы по увеличению площади порта. В настоящее время это крупный датский рыболовецкий и торговый порт.

Принимая во внимание будущие навигационные условия, этот проект будет включать:

- Расширение порта более чем в три раза
- Увеличение глубины на входе в гавань до проектных значений 12,5 м
- Строительство нового входа в порт к северо-от существующего
- Строительство более 2 км новых волнорезов на глубине до 14 м

РЕЗЮМЕ

Клиент

порт Ханстхольм

ЗАДАЧИ

- Расширение основного порта
- Изучение воздействия волн Северного моря
- Получение точных расчетных волновых условий
- Обеспечение экономичных и безопасных конструкций для более чем 2км новых волнорезов
- Создание благоприятных волновых условий внутри нового порта

РЕШЕНИЯ

- Численное моделирование волновых условий
- Статистический анализ для обеспечения экстремальных и нормальных волновых условий
- Компьютерное моделирование волнового возмущения в порту
- Комплексные физические и численные модельные испытания для оптимизации конструкции волнорезов

НАЗНАЧЕНИЕ

- Оптимизация компоновки порта и конструкции волнорезов
- Экономичное и безопасное расширение порта

РАСПОЛОЖЕНИЕ / СТРАНА

Побережье Северного Моря, Дания

© DHI

ООО "ЭКХАЙДЕН"
127550, г. Москва, ул. Б. Академическая, д 44 корп.2, оф. 612
Тел.: 8 499 976 39 26
ИНН: 7713772098

The expert in WATER ENVIRONMENTS
DHI

ПРЕОДОЛЕНИЕ ВОЛН СЕВЕРНОГО МОРЯ

Расположение порта обеспечивает недостаточную защиту ветров и сильных волн Северного моря. Это означало, что требуется более 2 км новых волнорезных сооружений. Для обеспечения экономичного и безопасного расширения порта необходимо обеспечить оптимальные конструкции волнорезов и планировку порта.

Было проведено комплексное компьютерное моделирование для достижения точных расчетов волновых условий, а также для изучения волновых условий внутри нового порта. Параллельно проводились физические модельные тесты для оптимизации конструкции волноломов.

ИЗУЧЕНИЕ ПРОШЛОГО ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ БУДУЩЕГО

В рамках работ были установлены волновые условия в порту путем выполнения компьютерного моделирования волн за последние 30 лет. Применяя двухэтапный подход, мы смоделировали волновые условия:

- Для всего Северного моря (региональная модель)
- В порту Ханстхольм. Была использована локальная модель порта с высоким разрешением, применяющая в качестве граничных условий волны из региональной модели Северного моря

Для калибровки модели были применены:

- измерения волн от постоянного буя в порту, полученные за 12 лет
- новые измерения направленной волны, которые были проведены для проекта

Для моделирования волновой трансформации применена спектральная модель ветровых волн третьего поколения - MIKE 21 SW. Затем статистически проанализированы моделируемые долгосрочные волновые условия вдоль проектируемых волноломов. Это обеспечило расчетную волну, а также нормальные волновые условия, регулирующие работу порта.

МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ВОЛНОРЕЗОВ

Для оптимизации конструкции волнорезов мы провели гидравлические модельные испытания 2D и 3D для оценки гидравлической устойчивости и влияния высоких волн. В двухмерных модельных тестах исследовались секции новых волнорезов на разных глубинах. Эта информация использовалась для оптимизации конструкции волноломов по геометрии, размерам, а также по защите от размыва. Конструкция оголовков волнорезов и смежных секций была особенно сложной задачей и требовала всесторонней 3D модели. С помощью этой модели, мы изучили и оптимизировали устойчивость у оголовков. Рассматривались варианты крепления традиционной каменной наброской, бетонными массивами и фасонными блоками.

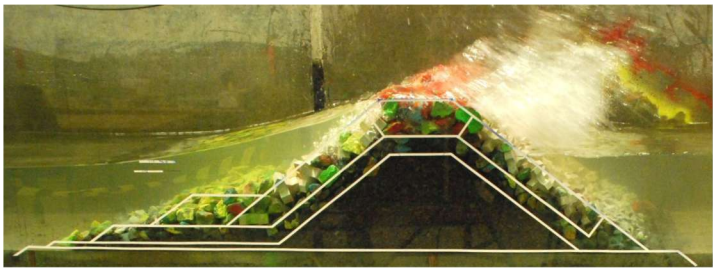
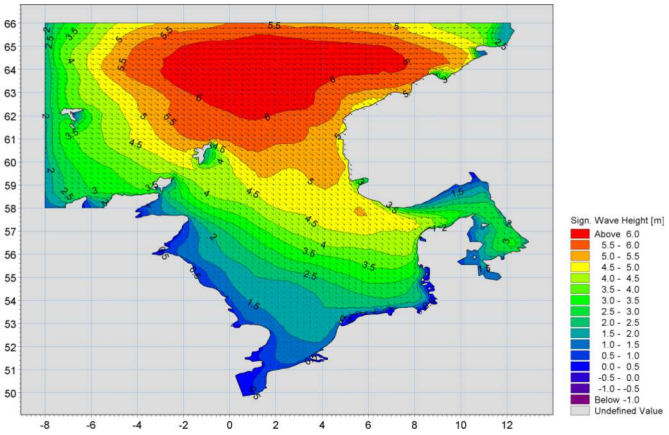


Фото 2D волнорез. Тесты на устойчивость крепления, проводимые в лаборатории DHI

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЛНОВЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ

Вход в порт и внутренняя часть порта определяют условия волн у причалов. Моделирование распространения волн в акватории порта помогло определить правильную планировку внутренних сооружений порта, обеспечив безопасные условия швартовки. Были изучены как волны короткого периода, так и волны длинных периодов, чтобы гарантировать, что риск резонанса/возникновения сейш был незначительным.



Модель Северного моря во время шторма. Значимая высота волн. MIKE 21 SW

Мы использовали модель MIKE 21 BW (волновая модель Буссинеска) для моделирования волновых возмущений с высокими показателями для ряда условий волн и планировки порта.

ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕНОСА ПЕСКА

Увеличение гавани, вызывало некоторые затруднения, связанные с переносом песка:

- Каковы будущие условия переноса песка за гаванью?
- Какие работы по углублению дна потребуются для поддержания проектной глубины 12,5 м?
- Каковы условия осаждения песка вдоль нового Северного волнореза к западу от входа?
- Каково влияние на окружающие береговые линии при изменении условий переносов?

Эти проблемы были изучены в отдельном исследовании.

© DHI