

Міхал Гроссманн, інженер, MINOVA

## ПЛОМБУВАННЯ БУДІВЕЛЬНОГО КАР'ЄРУ ДЛЯ ГОТЕЛЮ PURO У ГДАНСЬКУ

*Нове будівництво серед існуючої забудови центральних районів міст викликає проблеми з її проведенням, оскільки вимоги до технічного оснащення цих будівель змушують конструкторів збільшувати обсяги підвальних приміщень. Збільшення глибини підземних частин об'єктів пов'язане з ускладненнями, такими як наявність підземних вод під тиском. Це часто призводить до необхідності застосування технологій санації, які допомагають вирішувати проблеми з геологічними або гідрогеологічними умовами на місці.*



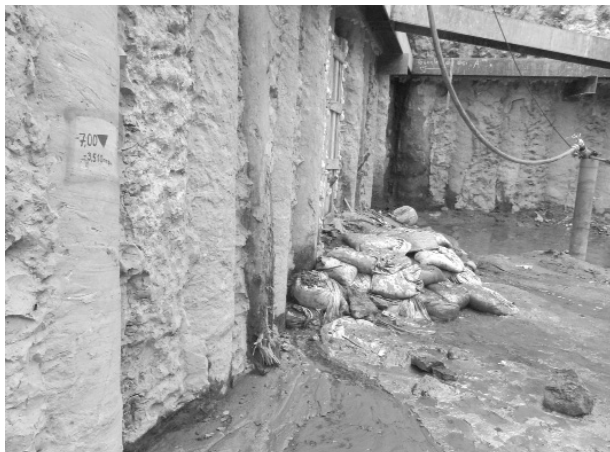
Нове будівництво серед існуючої забудови центральних районів міст викликає проблеми з її проведенням, оскільки вимоги до технічного оснащення цих будівель змушують конструкторів збільшувати обсяги підвальних приміщень. Збільшення глибини підземних частин об'єктів пов'язане з ускладненнями, такими як наявність підземних вод під тиском. Це часто призводить до необхідності застосування технологій санації, які допомагають вирішувати проблеми з геологічними або гідрогеологічними умовами на місці.

### Умови будівництва

Польське портове місто Гданськ пережило досить бурхливу історію, яка, серед іншого, зумовлена стратегічним розташуванням. Зокрема, події війни у XX столітті суттєво змінили міське середовище. Після 1945 року історичне ядро мало бути фактично побудовано практично знову. Проте, навіть через сім-

десять років після закінчення війни, існують великі площі, які не були відновлені і де знаходяться залишки зруйнованих бомбуванням будівель. В даний час ці області стали центром інтересів сучасних забудовників, адже їх розташування робить ці райони дуже прибутковими. Внаслідок бурхливої історії та складних геотехнічних та гідрогеологічних умов на цих ділянках реалізація будівельних робіт не проста.

Для будівництва нового готелю PURO було обрано ділянку, яка з 16 століття слугувала морським внутрішнім комерційним портом і доком. Будівля готелю суттєво дублює план однієї з вже зруйнованих будівель, фундамент якої внаслідок наявності піщаних ґрунтів був закладений на дерев'яних палях. Для того, щоб закріпити будівельний котлован, була спроектована підземна стіна з палів великого діаметру – 600 мм з осевим відстанню 900 мм, і простір між ними заповнювався бетоном. Наявних умови будівництва змушу-





### Проектування та реалізація ущільнювальних робіт

Фундаментальною проблемою для досягнення ущільнення підземної стіни була частота і міцність притоків підземних вод, що ускладнювалась їх низькою температурою разом з низькими температурами навколишнього середовища. Проблеми сталися у другій половині листопада, коли середньодобова температура становила близько  $+5^{\circ}\text{C}$ . Ці явища значно впливали на хід ущільнення робіт, які мали бути адаптовані до існуючих умов.

Технологія хімічної ін'єкції була обрана з використанням матеріалів швидкої реакційної серії CarboPur з поліуретанових смол, які засновані на двокомпонентній основі. Це забезпечує їх безпечний і очікуваний хід реакції, що визначає їх застосування в складних умовах.

Перш за все, де дозволяв приплив води, простір між палями великого діаметру був доопрацьований, щоб доповнити відсутність ін'єкції. Необхідно припустити, що при запечатуванні існуючих водопритоків відбудеться підвищення тиску води за підземною стіною, що може призвести до появи нових місць протікання або незабезпеченого ґрунту в котловані. Подальший процес роботи вже складався з комбінації хімічної – ущільнення і цемент, та заповнення розтину на ділянках витоків загалом 35, розміри будівельного котловану лише 36,5 м / 14,5 м.

Ця комбінована технологія була обрана з економічних причин, оскільки ці роботи не були враховані в комплексі робіт з реконструкції, і в бюджеті будівництва не було створено достатнього фінансового резерву.

Для застосування поліуретанових смол CarboPur бурові роботи проводилися за допомогою інжеційних бурових штанг R25, які були спрямовані в ґрунт навколишнього середовища і під будівництво підземної стіни. Глибина, до якої були спрямовані канавки, коливалася від 2,0 м до 7,0 м нижче рівня дна будівельного котловану. Поступово всі ділянки з відведенням напору підземних вод були ущільнені, на тлі поступового погіршення кліматичних умов. Найнижча виміряна температура, для якої була виконана робота, становила  $-11^{\circ}\text{C}$ . Це, звичайно, вимагало відповідних технологічних заходів для усунення негативного впливу атмосферних умов. Щоб забезпечити герметичність підземної стіни і стійкість навколишніх будівель, необхідно було зробити все.

З кінця листопада 2013 року до початку січня 2014 року ситуація в котловані поступово стабілізувалася в тій мірі, в якій кінцеві земляні роботи могли бути проведені протягом періоду зняття залишкового ґрунту. Після досягнення проектного рівня фундаментного з'єднання бетонну роботу на опорній плиті виконували стандартно. Цей критичний період був подоланий шляхом розгортання GEO-EKSPERT Sp. z o.o. з Гданська, який вже давно є діловим партнером Minova Bohemia s.r.o.

Поєднуючи знання місцевого середовища і технічні консультації постачальника ін'єкційних матеріалів, можна було забезпечити такі умови на будівельному майданчику, щоб робота могла продовжуватися.

вали робити струминні ін'єкції до глибини 16,8 м під від поверхні землі, або на 13,5 м нижче рівня моря. Через всю будівельну ділянку між рівнями від 14,8 до 16,8 м нижче місцевості було впроваджено ін'єкційний кожух з використанням реактивної технологічної затірки. Стійкий рівень ґрунтових вод починався на 1,5 м нижче рівня землі.

Незважаючи на всі заходи по захисту будівельного котловану, під час земляних робіт почали з'являтися притоки ґрунтових вод, які досягали частоти і інтенсивності приблизно 1,0 м до досягнення рівня фундаментного з'єднання, тому роботу потрібно було негайно припинити. За таких умов не можливо було проводити будівельні роботи, тому єдиним можливим способом закріплення дна котловану було негайне звільнення його від води. Причиною цього стану були протікання підземної стіни, і через те, що приплив води з'явився в нижній частині котловану, ймовірно, не вся поверхня ін'єкційної діафрагми була повністю щільною. Протікання підземної стіни були спричинені дерев'яними штабелями з початкової споруди, які не можна було витягти. Вони викликали великі труднощі в бурінні пілотів великого діаметру, і, при виконанні струминних ін'єкцій, вони змогли зупинити ріжучий пучок або відвести зонд таким чином, що створювана колона струминної затірки не знаходилася у вертикальній площині. За таких умов неможливо створити безперервну та стійку підземну стіну.

Витоки води спричинили утворення підстилки ґрунту дна фундаменту, яка складалася з дрібнозернистих пісків. Як наслідок, у підземній стіні були утворилися великі печери, що загрожувало стабільності самого будівельного котловану та прилеглих доріг. Ця надзвичайна ситуація потребувала негайного вирішення.