



# Pale stalowe w konstrukcjach fundamentowych

tekst: **ALEKSANDRA BURSKA**, SSAB, zdjęcia: **SSAB**

Wybór rodzaju konstrukcji fundamentowych to wypadkowa wielu czynników. Istotne są warunki gruntowe, wymagania konstrukcyjne, dostępność materiału, szybkość montażu oraz koszt wykonania. Zarówno projektanci, jak i producenci starają się przedstawiać konkurencyjne rozwiązania. Te z nich, które wykorzystują stal (pale, mikropale), mogą być łatwo udoskonalane przez zastosowanie najnowszych osiągnięć metalurgii, nowych patentów i wysokiej jakości produktów. Materiał jest dostępny, a montaż na placu budowy szybki.

Jednym z głównych i najbardziej popularnych zastosowań stalowych pali rurowych są konstrukcje portowe. Nabrzeża i pirsy większości portów posadowiono na stalowych palach rurowych ze względu na ich dużą nośność, sztywność na zginanie oraz odporność na siły skręcające.



Ściana kombinowana BAVO Kademuren w Rotterdamie. Przez zastosowanie stali S550J2H całkowity tonaż został zmniejszony o 385 t, co przełożyło się na niższy koszt zakupu stali

Infrastruktura portów podlega ciągłej modernizacji ze względu na ich dynamiczny rozwój, potrzebę pogłębiania torów wodnych oraz konieczność uruchamiania nowych, dłuższych nabrzeży. Pale stalowe znajdują zastosowanie w projektach, w których trzeba wykonać konstrukcje stałe, gdzie pale są elementami przenoszącymi na grunt duże obciążenia pionowe. Mogą to być konstrukcje oparte na wykorzystaniu pojedynczych pali lub ich zespołu w kon-

strukcjach palościanek i ścian kombinowanych. Te ostatnie, zbudowane z pali stalowych i elementów wypełniających, stały się jednym z najpopularniejszych rozwiązań konstrukcji nabrzeży również w Polsce dzięki możliwościom doboru rozwiązań zarówno pod względem wytrzymałościowym, jak i geometrycznym.

Firma SSAB promuje rozwiązania oparte na wyższych gatunkach stali. Dzięki zastosowaniu stali S420J2H, S460J2H oraz S550J2H można zmniejszyć liczbę wykorzystywanych pali w konstrukcji lub zastosować lżejsze pale, co pozwala znaleźć bardziej ekonomiczne rozwiązanie dla projektu. Istotne jest również to, że przy mniejszej liczbie pali skraca się czas montażu, wykorzystując jednocześnie lżejszy sprzęt.

## S550J2H

Stal S550J2H – wybór gatunku stali w istotnym stopniu wpływa na wytrzymałość konstrukcji

Jednym z projektów, w którym zastosowano pale stalowe produkcji SSAB, jest terminal promowy w porcie Tallinn w Estonii (Vanvalama Cruise Quay). Tallinn jest jednym z najpopularniejszych ośrodków turystycznych w Estonii. Aby obsłużyć coraz większą liczbę statków wycieczkowych, port musiał zostać rozbudowany.

Największym wyzwaniem w trakcie rozbudowy było zainstalowanie długich pali typu RR o średnicach 1016 i 1220 mm. Niektóre z nich musiały zostać wbite pod skosem, na otwartym morzu, w krótkim czasie. Na uwagę zasługuje rozwiązanie oparte na zastosowaniu pali o długości 46 m i dwóch różnych grubościach ścianki (12,5 mm w dolnej części i 16,0 mm w górnej części pala). Wszystkie pale posiadały pierścień wewnętrzny zwiększający ich nośność. Specjalnie zaprojektowane elementy zostały wyprodukowane i dostarczone w wymaganym czasie. W sumie dostarczono ponad 3000 t pali. „Wybraliśmy firmę SSAB na dostawcę pali stalowych, ponieważ firma zapewniła dobrą jakość, szybką i elastyczną dostawę, a także ze względu na szereg dodatkowych usług” – mówi Rauno Kõiv, kierownik projektu firmy BMGS.

Obecnie SSAB realizuje projekt z zastosowaniem innego rozwiązania. Jest to konstrukcja palościanki typu RD® w porcie rybackim Peterhead w Szkocji. Ten typ konstrukcji oporowej, opartej na wykorzystaniu wwiercanych pali stalowych, rekomendowany jest do zastosowania w trudnych warunkach gruntowych. Zamki przyspawane do pali w warunkach warsztatowych gwarantują utrzymanie kierunku prostego elementów, co ułatwia montaż. W przypadku tego projektu przy wykorzystaniu jednej maszyny wiertniczej firma McLaughlin & Harvey zainstalowała 1062 pale o średnicy 610 mm w wyznaczonym przez inwestora terminie.



Port rybacki Peterhead w Szkocji

Pale stalowe znajdują również zastosowanie w szeregu innych projektów, np. konstrukcjach ścian oporowych, projektach wzmacniania gruntów, projektach wzmacniania fundamentów

istniejących już obiektów. W szczególnie niekorzystnych warunkach gruntowych rekomendowane jest wzmocnienie stopy pala przez zastosowanie ostrzy skalnych. Ostrza zabezpieczają dolną część pali przed możliwym poprzecznym przesuwaniem się podstawy pala oraz na wypadek pojawienia się szczytowego naprężenia w momencie montażu. Umożliwiają przejście pali przez warstwy gruzu i innych zalegających w gruncie przeszkód bezpośrednio do warstwy nośnej. Firma SSAB jest producentem ostrzy do rur stalowych o dużych średnicach. Produkcja odbywa się w warunkach warsztatowych, gdzie po precyzyjnym wstępnym nagraniu elementów ostrza zostają przyspawane do pali. Techniczne warunki dostawy są zgodne z normą SFS-EN 10219-1. Ostrza posiadają atesty 3.1.

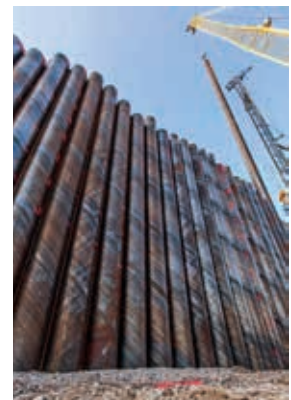


Pale stalowe typu RR (wbijane) oraz RD (wwiercane)



Ostrza skalne mogą być wykonane z wyższych gatunków stali, w zależności od określonych dla projektu warunków gruntowych

Zastosowanie w trakcie budowy kompleksu handlowo-usługowego Pasila Tripla w Helsinkach rozwiązania SSAB w postaci palościanki RD® umożliwiło szybką instalację przy zachowaniu ścisłych tolerancji wykonania. Wyzwaniem dla klienta było znalezienie wodoszczelnego rozwiązania dla wykopu o powierzchni 640 tys. m<sup>3</sup> w trudnej lokalizacji – tuż obok mostu z ciągłym ruchem samochodowym, toru kolejowego i ulicy Pasilankatu. Prędkość transportu i montażu były kluczowe dla klienta. Pale musiały być dostarczone w docelowych długościach (33,5 m), aby uniknąć dodatkowego spawania w miejscu. Ściana oporowa przecina warstwy wód podziemnych, które wywierają ogromny nacisk na konstrukcje podziemne, co sprawia, że wymagana była wodoszczelność muru oporowego.



Kompleks handlowo-usługowy Pasila Tripla w Helsinkach



Rozbudowa kompleksu szkolnego Moision w Salo w Finlandii

Z kolei przy rozbudowie kompleksu szkolnego Moision w fińskim Salo zdecydowano się na wybór pali o mniejszej wadze, ale w wyższym gatunku stali – S550J2H. W ten sposób można zaoszczędzić ok. 10% masy materiału bez utraty skutecznej nośności pala. Mniejszy tonaż oznacza mniej zużytej energii w procesie produkcji, transporcie i montażu, co przekłada się na mniejszą ingerencję w środowisko naturalne (*green building*).

SSAB na bieżąco realizuje wiele projektów z zastosowaniem stalowych konstrukcji fundamentowych. Lista projektów referencyjnych znajduje się na stronie WWW firmy: <https://www.ssab.com/products/steel-categories/infrastructure/infrastructure-customer-cases>.

Pale stalowe SSAB dzięki szerokiej gamie dostępnych wymiarów, dostępnym wyższym gatunkom stali, a co za tym idzie – dużej nośności mają szeroki zakres zastosowania w budownictwie. Szybka dostępność materiału oraz dodatkowe wsparcie techniczne to dopełniające atuty, dzięki którym firma SSAB jest wiarygodnym partnerem przy realizacji nowych inwestycji.



# Porozmawiajmy o stali



PALE I MIKROPALE Z WYŻSZYCH GATUNKÓW STALI  
PROFILE TRAPEZOWE

**PRODUKTY SSAB – NASZA OFERTA DLA CIEBIE  
– WIĘCEJ NIŻ STAL**

SSAB Poland Sp z o.o.  
ul. Kolejowa 15, 55-020 Żórawina  
tel.: +48 608 490 032  
e-mail: [aleksandra.burska@ssab.com](mailto:aleksandra.burska@ssab.com)

**SSAB**