

Przejście ekologiczne z dźwigarów VFT-WIB nad drogą S7

Fot. 1. Stanowisko z przygotowanymi do betonowania belkami przęsła wachlarzowego usytuowane za wykona-

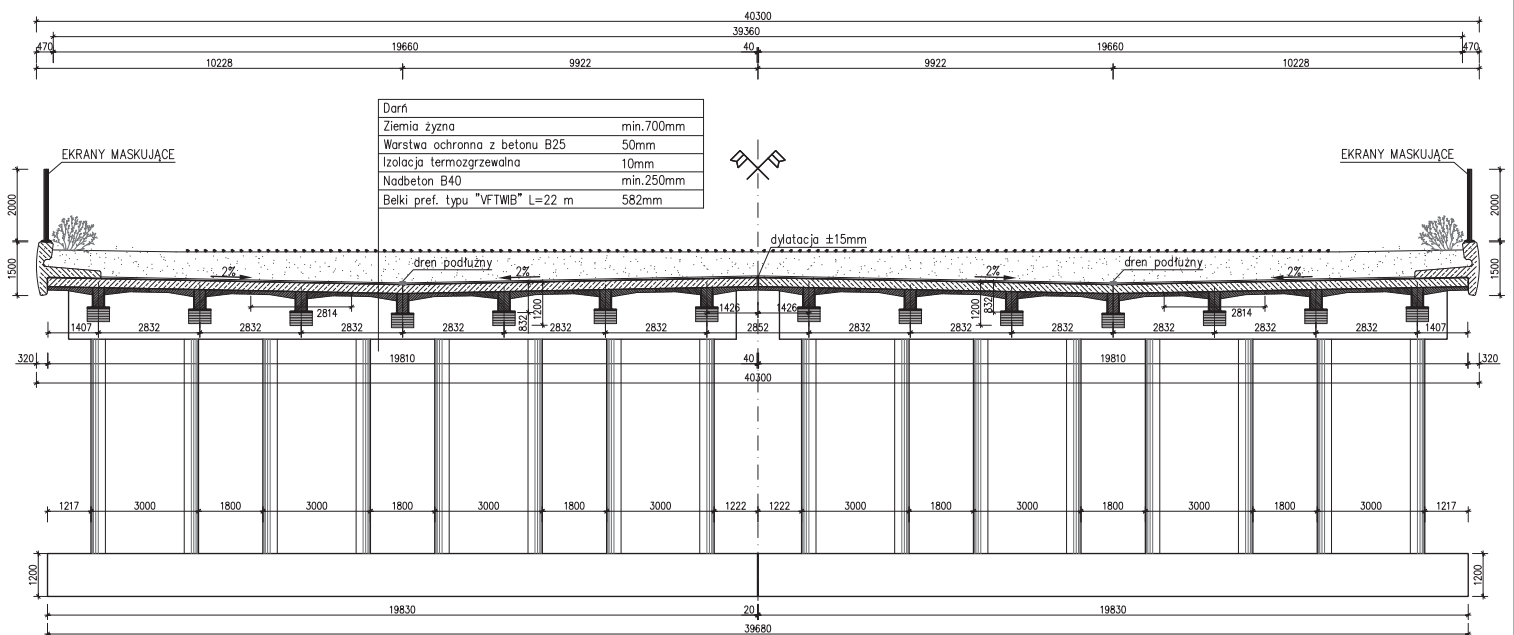
Część 2: projekt i realizacja prefabrykowanych belek zespolonych

**Tomasz Kołakowski,
Paweł Klimaszewski,
Jan Piwoński,
Wojciech Lorenc,
Piotr Arabczyk**

Prace związane z projektowaniem i wykonaniem obiektu realizowane są w ramach projektu *Demonstration of ECONomical BRIDGE solutions based on innovative composite dowels and integrated abutments* Funduszu Badawczego Węgla i Stali (*Research Fund for Coal and Steel*), akronim: ECOBRIDGE, numer kontraktu: RFSP-CT-2010-00024, finansowanego przez Komisję Europejską – jest on niejako „pochodną” naukowo-badawczych projektów INTAB oraz PrECo-Beam. Projekt i realizację belek stalowych, a także ogólną charakterystykę obiektu przedstawiano już na łamach magazynu „Mosty” (1, 3). Geometria obiektu jest skomplikowana w kontekście prefabrykacji, głównie ze względu na wachlarzowy układ belek w planie w przęsłach skrajnych – widok z góry obiektu pokazano na rys. 3 w (1), tutaj na rys. 1, 2 i 3 przedstawiono przekrój poprzeczny, przekrój podłużny i widok obiektu z boku. Podstawowe „nowości” w stosunku do stosowanych już belek VFT-WIB to: zmienna wysokość dźwigara w fazie docelowej (przy stałej wysokości prefabrykatu), zwiększona w stosunku do strefy przęsłowej nośność na ścinanie w strefie podporowej (poziome grzebienie wewnątrz prefabrykatu) oraz przede wszystkim zmienna

szerokość belek w przęsłach skrajnych i nieortogonalny układ zbrojenia w tych belkach. Masa belek prefabrykowanych wynosiła około 34 tony. Szerokość belek prostych (w przęsłach przedskrajnych) wynosiła około 2,8 m, a belek skośnych przy podporze skrajnej dochodziła aż do około 4,2 m. Wprowadzenie wachlarzowego układu belek ma swoje reperkusje w układzie zbrojenia. Kluczową sprawą było takie zaprojektowanie dźwigarów, aby pręty zbrojenia poprzecznego płyty monolitycznej oraz strzemiona i pręty poprzeczne prefabrykatu były prostopadłe do podłużnej osi mostu, natomiast pręty podłużne płyty monolitycznej i prefabrykatów w przybliżeniu równoległe do osi każdej z belek (a więc wachlarzowo rozłożone w obrębie przęsła). Aby uzyskać ten efekt, zęby stalowe musiały różnić się rozstawem (miały zatem inną geometrię na każdej z belek skrajnego przęsła), a także być przesunięte względem siebie w tandemie teowników jednego dźwigara, przedstawiono to w (1). Wszystkie te aspekty sprowadziły problem do odpowiedniego rozwiązania konstrukcji stalowej – w ten sposób geometria zębów poszczególnych belek stalowych, wyprodukowanych z należytą dokładnością w wytwórni stalowej, jest

Przekrój poprzeczny C-C skala 1:100



Rys. 1. Przekrój poprzeczny obiektu



Fot. 2. Widok ogólny stanowiska prefabrykacji belek prostych na placu budowy obiektu PE4



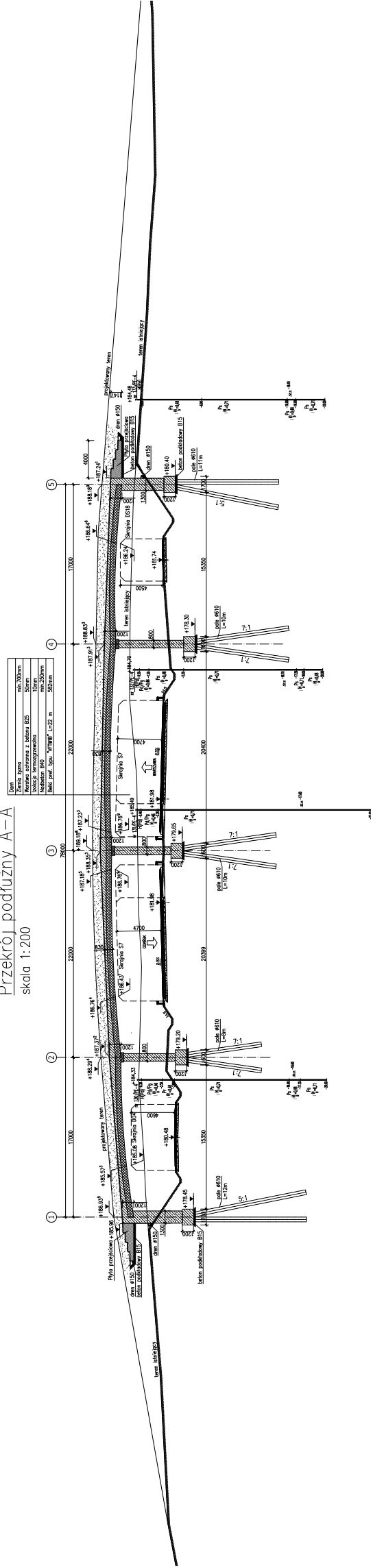
Fot. 3. Deskowanie prefabrykatów belek prostych

W niniejszej (drugiej) części artykułu dotyczącego budowy przejścia ekologicznego PE4 z dźwigarów VFT-WIB w ciągu budowanej drogi S7 zaprezentowano rozwiązania konstrukcyjne i technologię realizacji zespolonych dźwigarów prefabrykowanych, będących zasadniczym elementem ustroju nośnego przedmiotowego obiektu mostowego.

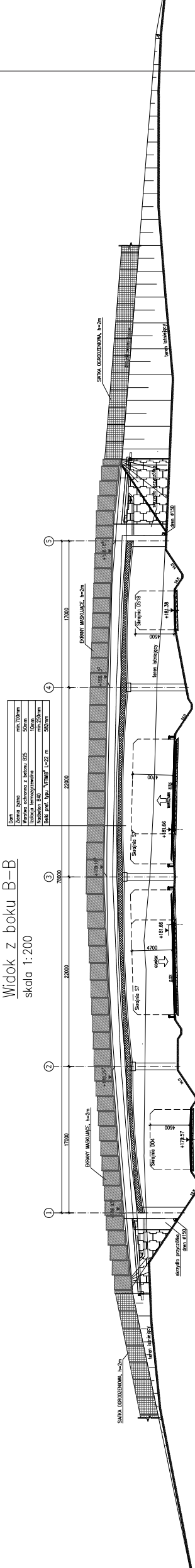
na placu budowy po prostu „szablonem” do późniejszego układania zbrojenia – poprawnie wykonana konstrukcja stalowa narzuca układ zbrojenia prefabrykatu – to natomiast układ zbrojenia płyty. Założeniem w procesie realizacji jest wykonywanie belek VFT-WIB przy obiekcie

na stanowisku prefabrykacji bezpośrednio na gruncie (fot. 1 i 2) – unika się skomplikowanych rusztowań i pracy na wysokości, jest łatwość dostępu. Łatwo jest zaniwelować i ustawić w planie elementy stalowe na prostych rusztowaniach; następnie na półkach stalowych opiera

Przekrój podłużny A-A
skala 1:200

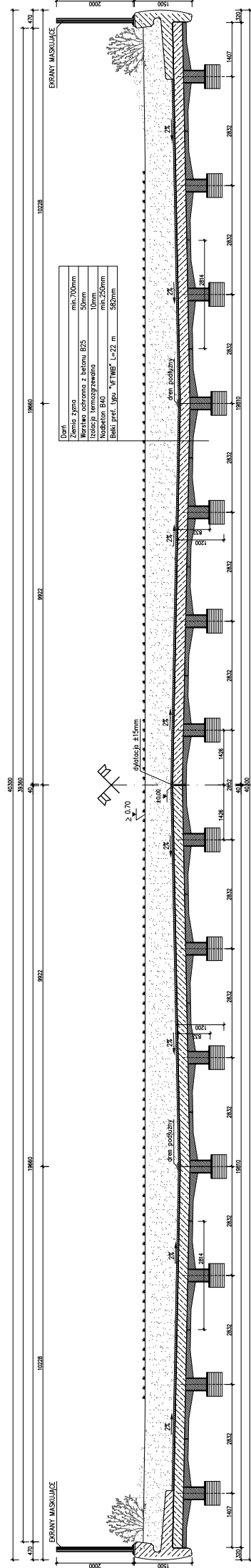


Widok z boku B-B
skala 1:200

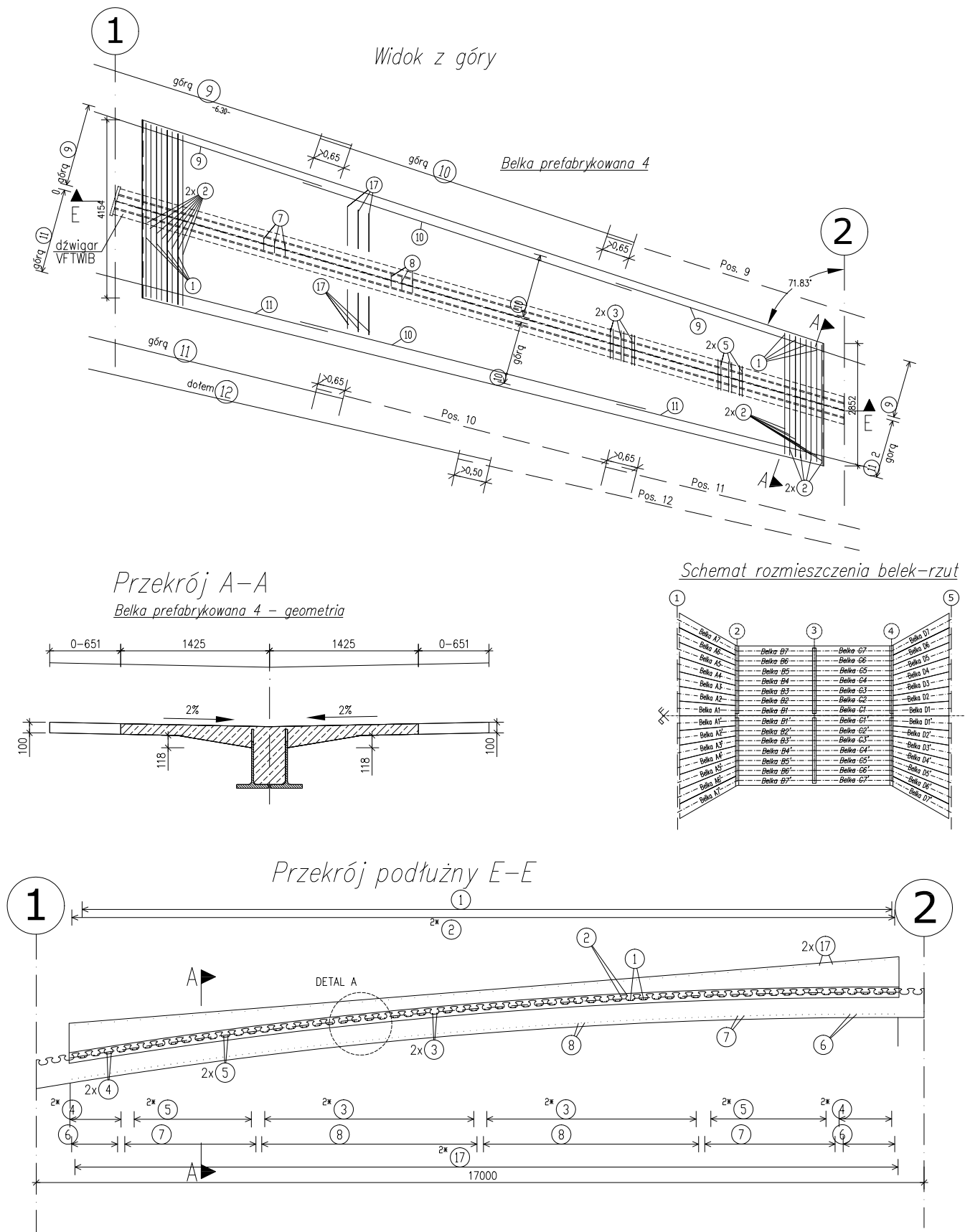


Rys. 2. Przekrój podłużny i widok z boku obiektu

Przekrój poprzeczny ustroju nośnego skala 1:50



Rys. 3. Przekrój poprzeczny pojedynczego przęsła z dźwigarów VFT-WIB



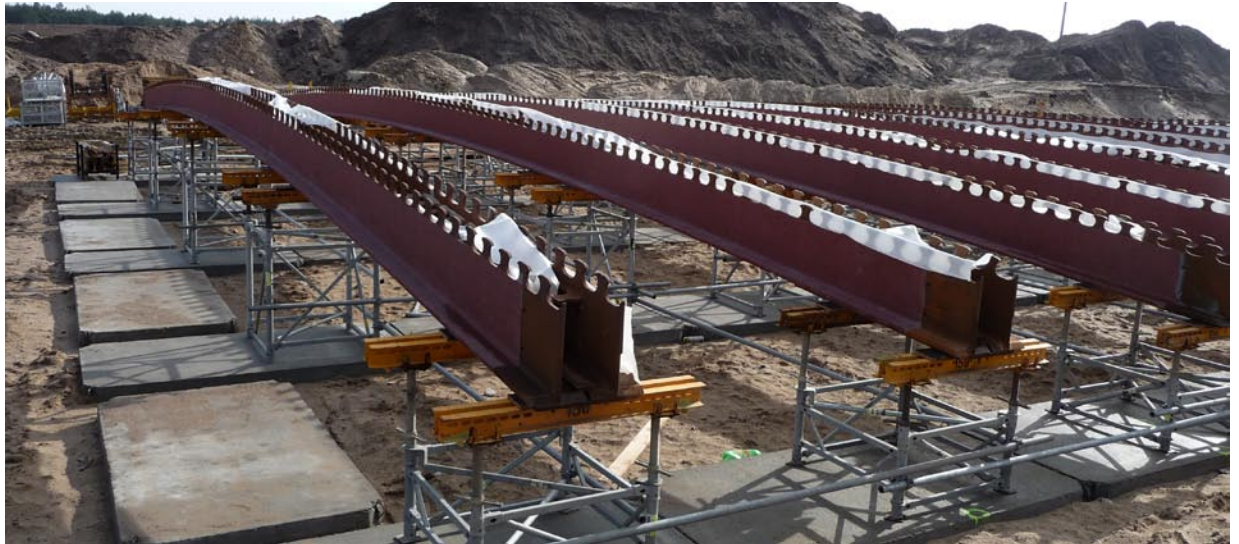
Rys. 4. Geometria wybranej belki prefabrykowanej A4

się typowe elementy deskowania (poprzeczne, podłużne i płytę, fot. 3). Po ułożeniu zbrojenia betonuje się dźwigary i w ten sposób powstaje prefabrykowana część ustroju nośnego (w formie belek) o docelowej geometrii przęsła. Pozostaje jedynie przenieść dźwigiem belki w docelowe położenie, tj. w miejsce przęsła. W ten sposób realizacja nawet skomplikowanej geometrii nie jest problemem – w przedmiotowym obiekcie występowały spadki poprzeczne, podłużne, krzywizna (inna dla poszczególnych belek) i w zasadzie geometria każdej belki przęsła skrajnych była inna (belki różniły się także w obrębie przęsła środkowych), a proces realizacji przebiegał sprawnie. Należało oczywiście wykonać indywidualne rysunki dla poszczególnych typów belek (znaczny nakład pracy

projektowej). Geometrię i układ zbrojenia wybranej belki przęsła wachlarzowego pokazano na rys. 4. Fazy realizacji prefabrykatów pokazano na fot. 3-5, wykorzystano tu zdjęcia z budowy belek na potrzeby obiektu PE1 o podobnej konstrukcji, realizowanego również w ramach tego samego przedsięwzięcia (w tym samym czasie w tej technologii budowane są dwa przejścia ekologiczne i kilka mostów drogowych na S7). Na fot. 6 pokazano konstrukcję stalową i zbrojenie strefy podporowej belki – po uzupełnieniu betonem powstaje układ przenoszący w efektywny sposób siłę poprzeczną oraz ścinanie podłużne. Zasady wymiarowania tych elementów są inne aniżeli w klasycznych konstrukcjach zespolonych (przedstawiono to syntetycznie w tab. 2 pu-

Piśmiennictwo

1. Kołakowski T., Klimaszewski P., Piwoński J., Lorenc W., Arabczyk P.: *Przejście ekologiczne z dźwigarów VFT-WIB nad drogą S7 – Część 1: projekt i realizacja konstrukcji stalowej*. „Mosty”, 4/2011.
2. Kołakowski T., Kosecki W., Lorenc W., Rabięga J., Seidl G.: *Prefabrykowane dźwigary zespolone stalowo-betonowe typu VFT-WIB do budowy prześle mostów drogowych i kolejowych*. Seminarium Wrocławskie Dni Mostowe: „Prefabrykacja w mostownictwie”, Wrocław, 23-24 listopada 2010 r., Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, s. 281-290.
3. Lorenc W., Ochojski W.: *VFT-WIB. Najnowsze realizacje w Polsce*. „Mosty”, 1/2011.
4. Lorenc W.: *Nośność ciągłych łączników otwartych w zespolonych konstrukcjach stalowo-betonowych*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2010.



Fot. 4. Stalowe elementy dźwigara prefabrykowanego na stanowisku przed wykonaniem płyty betonowej (belki proste)



Fot. 5. Podstawowe zbrojenie prefabrykatów prostych (z prawej) oraz zrealizowane już belki zespolone (z lewej)



Fot. 6. Podstawowe zbrojenie na ścinanie w strefie przęsłowej



Fot. 7. Zbrojenie prefabrykatu przęsła wachlarzowego (ze skośnym układem prętów w planie)

blikacji (2)). Zwraca się uwagę na wzajemne przenikanie się zbrojenia i zębów stalowych pionowych oraz poziomych, zwłaszcza w przypadku prefabrykatów przęsła wachlarzowego o skośnym układzie prętów (fot. 7). Przy odpowiednim wykonaniu te same pręty zbrojenia pełnią różne funkcje (ściananie poprzeczne, podłużne, zginanie na kierunku poprzecznym). Dołożone poziome grzebienie znacząco zwiększają nośność zespolenia, warunkowaną tu w zasadzie zniszczeniem stali (4) – beton w ich otoczeniu pracuje w zamkniętej przestrzeni ograniczonej stalowymi elementami i jest dodatkowo ściskany ze względu na zginanie poprzeczne płyty prefa-

brykatu. Takie zwiększenie nośności przekroju ze względu na ścinanie podłużne w strefie podporowej zastosowano po raz pierwszy w belkach VFT-WIB. Wydaje się to bardzo tanie i skuteczne rozwiązanie: masa dokładanej stali jest znikoma w porównaniu z zasadniczą konstrukcją stalową, spawanie jest proste spoinami pachwinowymi, a tolerancje wykonania bardzo duże (w zasadzie można mówić o centymetrach, ale nie ma takiej potrzeby). Nie komplikuje to układu zbrojenia, nie ma zabezpieczenia antykorozyjnego, a konstrukcja dźwigara z zewnątrz nie ulega zmianie. Po zastosowaniu na PE4 wykorzystano to rozwiązanie w projektach kolejnych obiektów mostowych. □