

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10)

PL 245010 B1

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **440531**

(22) Data zgłoszenia: **2022.03.03**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2022.09.12 BUP 37/2022**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.04.15 WUP 16/2024**

(51) MKP:

E01D 2/02 (2006.01)

E04C 3/294 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA LUBELSKA, Lublin, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:

SŁAWOMIR KARAŚ, Kolonia Płoszczowice, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Maciej Nowicki, Lublin, PL

(54) Tytuł:

Konstrukcja dźwigara zespolonego stal-beton nad filarem mostu o schemacie ciągłym

PL 245010 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest rozwiązanie konstrukcyjne dźwigara zespolonego typu stal-beton nad filarem mostu o schemacie ciągłym podpartym przegubowo.

Dotychczas problematyka strefy nad filarem ciągłego dźwigara zespolonego stal-beton była przedmiotem wielu wynalazków i wzorów użytkowych.

W opisie wzoru użytkowego [CN211772737U](#) *Zespolony most belkowy typu montażowego*. Przedstawiono montaż mostowej belki zespolonej. W tym rozwiązaniu stosowane są prefabrykowane elementy belkowe: skrajne, nadfilarowe i pośrednie. Belka stalowa ma środnik z blachy falistej, przy czym występuje niewielka, liniowa zmienność wysokości belki nadfilarowej – odpowiednio do zmienności momentu ujemnego (hogging moment). W strefie rozciągania płyty betonowej nad filarem zastosowano kable sprężające, a półka dolna ma kształt litery U (dokładniej – położonego ceownika) wypełnionej betonem zespolonym z półką dolną.

Opis wzoru użytkowego [CN212103670U](#) *Półsztywna ciągła konstrukcja pomostu mostu zastosowana do swobodnie podpartego żelbetowego mostu z belkami zespolonymi* dotyczy półsztywnej ciągłej konstrukcji pomostu mostu zastosowanej do swobodnie podpartego żelbetowego mostu z belkami zespolonymi. Końce belek sąsiadujących swobodnie podpartych ustrojów nośnych nie stykają się. W przezwie między końcami belek występuje wyniesiony z filara (o zredukowanej wysokości) blok betonowy – dusza. Uciąglenie następuje przez wprowadzenie warstwy nad duszą oraz na odcinkach końców dźwigarów zespolonych w betonie. Uciąglenie składa się z dwóch elementów: płyta z betonu UHPC (ultra-high performance concrete) oraz warstwy bitumicznej, które są umieszczone w przygotowanej niecce.

Wzór użytkowy [CN211200026U](#) *Swobodnie podparta stalowo-betonowa belka zespolona pomostu mostu o konstrukcji ciągłej*. Rozwiązanie to polega na wprowadzeniu uciąglenia sąsiadujących ustrojów zespolonych uciągającą płytą żelbetową wykonywaną na mokro przez łączniki sworzniowe z główkami.

Opis zgłoszonego patentu [CN112502017A](#) *Trwały prefabrykowany most belkowy z połączeniem doczołowym typu środnikowego i metoda budowy* przedstawia typ trwałego złącza doczołowego prefabrykowanego mostu belkowego zespolonego i metodę jego budowy. Rozwiązanie dotyczy dźwigara zespolonego prefabrykowanego, przy czym półka prefabrykowana płyty nazywana jest pokładem dolnym a część półki wykonywanej *in situ* jest pokładem górnym.

Opis wzoru użytkowego [CN211772849U](#) *Stalowo-betonowa belka kompozytowa pomostu mostu o ciągłej konstrukcji z pierścieniowymi łącznikami* dotyczy ciągłego pomostu belkowego mostu zespolonego typu stal-beton, z zastosowaniem łączników pierścieniowych. Opis przedstawia częściowe uciąglenie sąsiadujących ustrojów swobodnie podpartych poprzez wprowadzenie ciągłego odcinka płyty betonowej nad szczeliną dylatacyjną za pomocą rozwiązania będącego proponowaną propozycją. Rozwiązanie charakteryzuje się tym, że beton jest zbrojony pętlami/pierścieniami z prętów stalowych i prętami podłużnymi zbrojenia wypuszczonymi z końców płyt betonowych nad podporą pośrednią. Płyta złącza jest wykonana z UHPC.

Opis zgłoszenia patentowego [CN104727218A](#) *Konstrukcja zapobiegająca pęknięciom w obszarze ujemnych momentów zginających mostu zespolonego typu stal-beton ciągłą* przedstawia strefę przeciwarzysowaniową od momentów ujemnych w ciągłych belkach mostów zespolonych. Zgłoszenie patentowe dotyczy belki zespolonej ciągłej. Jest znamienne tym, że celem rozwiązania jest ograniczenie rys w płycie betonowej od działania momentów ujemnych poprzez zastosowanie urządzenia/ciała dylatacyjnego teleskopowego (expansion type structural body) nad podporą pośrednią, które ma podwójną rolę: realizuje uciąglenie mechanizmem lepko-sprężystym, oraz odpowiednio odkształca się redukując spękania płyty betonowej.

Opis zgłoszenia patentowego [CN108951419A](#) *Konstrukcja zapobiegająca pękaniu ciągłej części pokładu swobodnie podpartego kompozytowego mostu belkowego* dotyczy przeciwarzysowaniowej konstrukcji ciągłej części pomostu mostu zespolonego swobodnie podpartego dźwigara zespolonego. Rozwiązanie charakteryzuje się tym, że w strefie nad filarem mostu zespolonego o schemacie ciągłym swobodnie podpartym ustroju nośnym, w miejscu występowania momentów ujemnych, zastosowano płytę ciągłą zbrojoną w formie siatki z prętów zbrojeniowych. Zatem, jest to uciąglenie użytkowe (częściowe uciąglenie), w którym za sprawą wprowadzonej siatki zbrojenia są zredukowane spękania betonowej płyty.

Zgłoszenie patentowe [CN110847007A](#) *Profilowana stalowo-betonowa belka zespolona z konstrukcją obszaru ujemnego momentu zginającego na bazie wysokowydajnego materiału* opisuje ob-

szar momentów ujemnych w dźwigarze zespolonym typu stal-beton przy wykorzystaniu materiałów wysokiej jakości. Dokument zawiera opis technologii łączenia dwóch dźwigarów zespolonych swobodnie podpartych do wytworzenia ciągłej belki zespolonej nad podporami pośrednimi. Technologia charakteryzuje się tym, że stosowane jest połączenie belek stalowych obudową stalową zespoloną/wypełnioną betonem o cechach HPC (High Performance Concrete). Płyta betonowa powstałego zespolenia nad podporą jest wykonywana *in situ* z HPC. Wysokiej jakości beton HPC gwarantuje pokrycie strefy ujemnych momentów na zdefiniowanej długości.

Opis patentowy [CN106480818B](#) oraz opis wzoru użytkowego [CN210621439U](#) ma tytuł: *Moduł belki zespolonej i belka zespolona*. We wzorze użytkowym zamieszczono sześć przykładów wykorzystania wzoru użytkowego. Przykład pierwszy jest najbardziej ogólny, zawiera wszystkie częściowe przykłady. Przykład szósty jest zwykłym dźwigarem zespolonym. W najogólniejszym przypadku dźwigar składa się z dwóch elementów. Na dole występuje belka stalowa dwuteowa. Górna półka belki stalowej jest połączona z belką żelbetową o kształcie dwuteowym charakterystycznym dla prefabrykatów betonowych mostowych z rozbudowaną półką górną tworzącą element pomostu. Belka żelbetowa jest wykonana z UHPC. Jej zbrojenie w strefie środnika to pionowa płyta stalowa perforowana, która na górze przechodzi w poziomą półkę. Zbrojenie belki betonowej płytami stalowymi jest nazywane wkładką sztywną. Na lewo i na prawo od poziomej płyty stalowej, w jej płaszczyźnie, występuje zbrojenie wiotkie prętami zbrojeniowymi. Od góry poziomej płyty stalowej i zbrojenia wiotkimi prętami jest betonowa otulina zbrojenia. Dolny dwuteownik stalowy i górna belka żelbetowa z UHPC tworzą moduł, który może być rozbudowywany do projektowanej długości. Łączenie podłużne modułów wykonano za pomocą złączy, które w górnym elemencie żelbetowym ma kształt monolitycznej poprzecznicy, natomiast dolne belki stalowe są zespawane. W opisie wzoru użytkowego nie wskazano na możliwość zastosowania opisanego rozwiązania do budowy dźwigara wieloprzęsłowego mostu o schemacie ciągłym. W najprostszym przykładzie szóstym na dolnej belce stalowej ułożono płytę żelbetową zbrojenia wkładką sztywną w postaci płyty stalowej chronionej od góry warstwą otuliny betonowej. W przypadku potencjalnego zastosowania takiego dźwigara zespolonego w strefie nad filarem w otulinie wystąpią rysy od ujemnych momentów zginających, nawet wówczas, gdy stosowany jest UHPC.

Opis zgłoszenia patentowego [CN106480818A](#) *Zespolona konstrukcja płyty łączącej dla swobodnie podpartego mostu belkowego i metoda konstruowania zespolonej konstrukcji płyty łączącej* prezentuje metodę wykonania zespolonej płyty łączącej swobodnie podparte ustroje nośne. Opis zgłoszenia dotyczy belkowego mostu zespolonego swobodnie podpartego uciąglonego w sensie użytkowym przez odpowiednią aranżację zbrojenia w uciągleniu. Nie rozpatrywano w nim momentów ujemnych. Rozwiązanie patentowe charakteryzuje się tym, że strefa uciąglenia jest zbrojona siatkami z prętów stalowych, przy czym w strefie sąsiadującej z podporą siatka zbrojenia jest zagęszczona. Istotne jest również to, że warstwa występująca na górnej półce belki stalowej jest warstwą poślizgową.

Opis zgłoszenia patentowego [CN108316122A](#) *Swobodnie podparta betonowa belka kompozytowa w kształcie litery H, ciągła konstrukcja pomostu mostu i metoda jej konstruowania* dotyczy swobodnie podpartego mostu drogowego o przęsłach zespolonych typu beton-beton z połączeniem uciągającym i jego budową. Betonowe belki prefabrykowane są zakończone skrajnymi poprzecznkami. Uciąglenie konstrukcji mostowej charakteryzuje się tym, że w strefie nad podporą, w płycie uciągającej zastosowano ściąg z pręta stalowego nagwintowanego o średnicy >16 mm. Pręt jest chroniony tuleją ochronną. Pręt nie jest wstępnie naprężony. Na końcach pręta są podkładki pod nakrętki kotwiące. Zastosowano spirale redukujące naprężenia rozciągające przy punktowym docisku do betonu.

Opis zgłoszenia patentowego [CN112211089A](#) *Konstrukcja dla obszaru momentu zginającego ujemnego stalowo-betonowego zespolonego mostu ciągłego* opisuje kształtowanie strefy momentów ujemnych ciągłej belki zespolonej typu stal-beton. Celem rozwiązania jest pełne uciąglenie przęseł swobodnie podpartych mostu zespolonego typu stal-beton, za pomocą złączy uciągającego gwarantującego przeniesienie ujemnych momentów zginających występujących w ciągłym dźwigarze zespolonym. Złącze jest konstrukcją stalowo-betonową o wielu łącznikach zespalających, wiążących belkę stalową z zastosowanym blokiem betonowym oraz zbrojeniem wypuszczonym z płyty betonowej. Zastosowano uzupełnienie płyty belki zespolonej o zmniejszonej wysokości nad złączem warstwą betonu, zespoloną z obniżonym przekrojem płyty betonowej dźwigara zespolonego.

Opis zgłoszenia patentowego [CN109356034A](#) *Podłużne i poprzeczne sprzężenie-CFRP-żebro stalowo-betonowe-kombinacja belki ciągłej-górny system konstrukcji mostu* prezentuje system górnej konstrukcji ciągłego mostu belkowego, sprzężonej podłużnie i poprzecznie prętami/kablami CFRP.

W przykładzie rozpatrywana jest stalowa belka teowa o stałej wysokości, także płyta zespolona z belką posiada stałą wysokość. Stosowany jest wariant dwóch belek stalowych zespolonych z płytą betonową (twin I-shaped steel composite bridge girder). Pomost mostu jest wykonany z prefabrykowanych płyt. W kierunku poprzecznym prefabrykacja obejmuje całą szerokość mostu. Zatem, nie jest to ściśle uciąglenie w strefie ujemnych momentów, chociaż może być wykorzystane także w tym celu. Stosowane są pręty/kable sprężające z CFRP. W płycie pomostu przewidziano otwory do przepuszczenia kabli. Zamki są wypełniane mieszanką betonową BFRP (Basalt Fibre Reinforced Polymer) łączącą płytę z belkami stalowymi. Poprzeczne kable sprężające wykonano jako 4×10 z CFRP. W prefabrykowanych elementach płyty zastosowano beton włóknisty polipropylenowy (włókna rozproszone) o niskim opadaniu 6–10 cm. W części wylewanej na miejscu zastosowano wysokowydajny beton włóknisty BFRP z kompensacją skurczu klasy C40/50. Ciężna sprężona CFRP są w rozstawie > 180 mm.

Opis zgłoszenia patentowego [CN106930181A](#) *Konstrukcja strefy ujemnego momentu dla żelbetowego mostu zespolonego najpierw swobodnie podpartego, a następnie uciąglonego* przedstawia konstrukcję strefy ujemnego momentu żelbetowego mostu zespolonego początkowo swobodnie podpartego, a następnie uciąglonego. W strefie ujemnego momentu zginającego stosuje się poprzeczne belki żelbetowe i poprzecznice podporowe. Belki stalowe są połączone z betonowymi belkami poprzecznymi poprzez łączniki prętowe z główkami. Zgłoszenie patentowe dotyczy mostu o długości mniejszej niż 30 metrów. W początkowej fazie budowy belki stalowe są swobodnie podparte, a następnie powstaje ustrój zespolony ciągły.

Opis zgłoszenia patentowego [CN112252150A](#) *Most z połączonych belek i metoda jego budowy* przedstawia most z dźwigarów zespolonych i metodę jego budowy. W rozwiązaniu tym zamiast łączenia belek podłużnych i poprzecznych przez spawanie stosowana jest belka stalowa obetonowana obejmująca końce belek podłużnic z łącznikami wraz z całą belką poprzeczną. Zakres górnej strefy szerokości betonu jest ułożony na odcinkach górnych półek belek podłużnych bez łączników. Lokalnie łączniki w tej strefie są tylko na półce górnej belki poprzecznej. Ostatni etap to wykonanie płyty betonowej całego pomostu.

Opis wzoru użytkowego [CN210458905U](#) *Stalowo-betonowy most belkowy o zmiennej wysokości z podporą*. Rozwiązanie polega na wytworzeniu wspornika nad filarem. Wysięg wspornika wzdłuż osi mostu ma długość 0,15 do 0,25 długości przęsła mostu. Tradycyjna belka stalowa o zmiennej wysokości w strefie nad filarem została zastąpiona przez przyjęcie modelu łączenia belki stalowej (od góry) o stałej wysokości i wspornika strunobetonowego o zmiennej wysokości (od dołu). Na zamieszczonych rysunkach pokazano etapy nasuwania belki stalowej na przygotowane filary ze wspornikami sprężonymi. W trakcie nasuwania działają urządzenia podnoszące nasuwaną belkę, która na swej dolnej półce/powierzchni ma przyspawane grupy łączników sworzniowych, które przesuwają się wzdłuż przygotowanych wpustów na górnej powierzchni wspornika. Po zakończeniu nasuwania, wpusty są wypełniane mieszanką betonową a urządzenia podnoszące są usuwane. Powstaje belka zespolona typu stal-beton o zmiennej wysokości w strefie filarów. W trakcie montażu filar jest połączony monolitycznie ze wspornikiem sprężonym w kierunku podłużnym.

Opis zgłoszenia patentowego [DE3442543A1](#) *Prefabrykowany dźwigar zespolony* prezentuje prefabrykowany dźwigar zespolony o rozpiętości 20 m złożony z dwóch prefabrykatów. Prefabrykowany dźwigar zespolony został opracowany w celu zwiększenia rozpiętości w budownictwie, zatem raczej nie w budownictwie mostowym. Oddziaływanie zespolone pomiędzy stalowym dźwigarem a betonową płytą jest zapewnione przez łączniki sztywne w formie bloków, np. rur stalowych o profilu kwadratu lub prostokąta.

Opis zgłoszenia patentowego [DE2254908A1](#) *Żelbetowa belka zespolona i urządzenie do produkcji belki zespolonej*. W przypadku prezentowanego zgłoszenia patentowego istotna jest technologia wprowadzania wymuszonych deformacji. Metoda Pre-flex to technologia polegająca na budowie filara typu belka stalowa – obudowa betonowa, z belką stalową poddaną wstępnie sprężystej deformacji – zginanie. Po zakończeniu procesu wiązania i twardnienia betonu odpuszczone wymuszenie generuje w filarze wstępne deformacje i odpowiedni kontrolowany stan naprężenia.

Opis zgłoszenia patentowego [EP1227198A2](#) *Kompozytowa podłoga stalowa* dotyczy stropu kompozytowego stal-beton. W rozwiązaniu tym na rysunkach są przedstawione dwa warianty. Założono, że jest to metoda łączenia paneli prefabrykowanych za pomocą złącza zespolonego stal-beton dzięki stalowemu teownikowi i zwykłemu zbrojeniu, które po wprowadzeniu mieszanki betonowej i jej stwardnieniu tworzą zespolony element scalający. Złącze scalające jest formowane *in situ* w niecce paneli.

Opis wynalazku PL227501B1 *Dźwigar zespolony dla mostów lub wiaduktów*. W rozwiązaniu tym dźwigar stalowy ze zbrojoną półką betonową albo płytą. W obszarze przejścia strefy przęsłowej w strefę podporową, zmniejsza się pole poprzecznego przekroju dźwigara stalowego na jego długości w kierunku strefy podporowej tak, że górna zbrojona półka betonowa albo zbrojona płyta ze strefy przęsłowej sprowadzona jest do strefy dolnej dźwigara stalowego a przekrój zespolony przechodzi w zbrojony przekrój betonowy.

Opis zgłoszenia patentowego EP3327200A1 *Prefabrykowany dźwigar mostowy*. W rozwiązaniu tym prefabrykowany dźwigar mostowy zawiera strefę przęsła oddzieloną strefami przejściowymi od stref wsporczych. Strefa przęsła składa się z poziomego odcinka nośnego w postaci stalowego teownika, którego środnik z poziomą górną krawędzią jest skierowany do góry. Do górnej krawędzi środnika stalowego teownika przymocowana jest podłużna górna półka żelbetowa. W strefie przejściowej środnik stalowego teownika jest stopniowo skracany tworząc ukośną krawędź górną, a na końcu strefy przejściowej środnik jest o 50% krótszy od środnika stalowego teownika w strefie przęsła i obejmuje poziomą krawędź górną. W strefie przejściowej żelbetowy pas górny ma postać teownika żelbetowego, którego środnik skierowany w dół zawiera ukośną krawędź dolną, równoległą do ukośnej krawędzi górnej środnika stalowego teownika. Żelbetowy pas w strefie przęsła i żelbetowy teownik w strefie przejściowej składają się z elementów łączących go z elementami łączącymi na górnych krawędziach środnika stalowy teownik.

Patent PL416667A1 nosi tytuł *Belka zespolona stalowo-betonowa, metoda jej produkcji oraz most z tą belką*. W zgłoszeniu patentowym P.416667 jest opisany dźwigar zespolony stalowo-betonowy, metoda jego produkcji oraz most z tą belką. Pomimo tego, że nigdzie nie ma nawiązania do belek VFT to jednak stosowanie rozciętych (z zębami) środników, przewidzianego dodatkowego nadbetonu podczas budowy pomostu, wskazuje, że patent jest twórczym rozwinięciem o oryginalny pomysł przywoływanej technologii VFT. Opis patentu jest bardzo czytelny, przedstawiono różne warianty kształtowania rozciętej na środniku belki stalowej ukazując warianty cięcia o przebiegu liniowym z koniecznymi załamaniem oraz warianty cięcia po krzywych gładkich. W obu przypadkach cięcia mają kształty „zębów”, które są łącznikami typu dowel z częściami betonowych belek. Zmienność linii cięcia wynika z obwiedni momentów zginających belki swobodnie podpartej. W uproszczeniu, występuje sytuacja, że w części przęsłowej belka stalowa po rozcięciu jest wysoka i lokalnie odpowiada typowemu dźwigarowi zespolonemu podczas gdy przy podporach w skrajnych przypadkach belka stalowa jest niska i w rzeczywistości jest sztywnym zbrojeniem zewnętrznym. Zaproponowane rozwiązania mogą być wykorzystywane i są wykorzystywane w przypadkach dźwigarów swobodnie podpartych lub utwierdzonych na końcach w przyczółkach mostów, co potwierdza wyraźnie odniesienie do technologii VFT. W kontekście przedkładanego patentu, w opisach i na rysunkach jest zamieszczony dźwigar swobodnie podparty i nie ma ekstrapolacji do dźwigara o schemacie ciągłym.

Dwa patenty PL386219A1 oraz DE102008011176A1 dotyczą tego samego zakresu patentowania zatytułowanego jako *Stalowo-betonowe dźwigary zespolone oraz sposób ich wykonywania*. Obu patentom, w Polsce i w Niemczech odmówiono udzielenie prawa wyłącznego. Obecnie, opisany zakres patentowania jest powszechnie znany jako prefabrykat/technologia VFT (Verbund-Fertigteil-Träger). W opisie wynalazku, zgodnie z tytułem przedstawiono sposób kształtowania belki stalowej przez podłużne rozcięcie środnika belki stalowej w ten sposób, że podczas rozcinania linia cięcia nie jest gładka, jest złożona i ma kształt „zębów”, które są łącznikami typu dowel. Przy czym wyróżniono dowel stalowy kłoidalny oraz dowel betonowy. Dźwigar zespolony tworzą rozcięta podłużnie belka stalowa, która jest nadbudowana w zakresie „zębów” teownikiem żelbetowym o poszerzonej półce teownika betonowego. Tak powstały dźwigar zespolony jest prefabrykatem, na którym po ustawieniu na podporach lub filarach układana jest warstwa nadbetonu zbrojonego, która po związaniu tworzy pomost mostu. Na rysunkach zamieszczono dwa warianty przekroju poprzecznego dźwigarów. Opis patentowy odpowiada dźwigarowi zespolonemu swobodnie podpartemu. Odchodząc od treści patentowej, można wskazać na możliwość uciąglenia nad filarem przez zaprojektowanie zbrojenia odpowiedniego do przeniesienia momentów ujemnych, jednakże takie postępowanie jest w zakresie żelbetu, a więc wystąpią zarysowanie na górnej powierzchni nadbetonu.

W stanie techniki przedstawiono rysunek referencyjny, Fig. 7, powszechnie znanego swobodnie popartego mostu zespolonego stal-beton, w którym stosowana jest zasada, że rozciągania dźwigara zespolonego przenosi półka dolna ST1.1 belki stalowej ST1 oraz dolny fragment środnika ST1.3 belki stalowej ST1, natomiast ściskanie górnych włókien dźwigara zespolonego stal-beton przenosi w dominującym zakresie płyta żelbetowa ST2. Na rysunku tym zespolenie belki stalowej

ST1 z płytą żelbetową ST2 pokazano przykładowo stosując łączniki z główkami (shear stud connectors), które przenoszą ścinanie w interfejsie. Znanych jest wiele typów łączników, które można stosować zamiennie.

Celem wynalazku jest zwiększenie sztywności na zginanie dźwigara zespolonego stal-beton i brak rys w strefie nad filarem (I) mostu ciągłego przy stałej wysokości dźwigara zespolonego oraz zwiększenie sztywności dynamicznej całego dźwigara poprzez wprowadzenie zasady, że w dominującym zakresie rozciąganie jest przenoszane przez elementy stalowe a ściskanie przez elementy żelbetowe.

Przedmiotem wynalazku jest konstrukcja dźwigara zespolonego stal-beton nad filarem mostu, o schemacie ciągłym i podparciu przegubowym, która posiada belkę stalową składającą się z dolnej półki, górnej półki i środnika. Konstrukcja posiada również górną płytę żelbetową zespoloną łącznikami z górną półką belki stalowej. Łączniki są zamontowane na górnej półce belki stalowej oraz konstrukcja posiada także poprzecznice stalowe. Konstrukcja posiada także płytę górną stalową i dolną płytę żelbetową.

Istotą konstrukcji jest to, że górna płyta stalowa oparta jest na co najmniej jednym niskim środniku tworząc przekrój poprzeczny w kształcie teownika opartego o górną półkę stalową belki stalowej, górna płyta stalowa zlicowana jest z górną powierzchnią dźwigara zespolonego, w obniżonej wysokości górnej płyty żelbetowej i jest zredukowana do wysokości części o zredukowanej wysokości górnej płyty żelbetowej. W widoku z góry płyta stalowa posiada na bokach rozmieszczone symetrycznie po obu jej stronach zaokrąglone zagłębienia. Niski środnik jest zamocowany do górnej półki belki stalowej, oraz płyta górna stalowa jest zespolona z częścią o zredukowanej wysokości górnej płyty żelbetowej łącznikami. W miejscu podparcia przegubowego nad filarem górna powierzchnia dolnej półki belki stalowej zespolona jest z pierwszą dolną płytą żelbetową łącznikami. W miejscu przegubowego podparcia nad przyczółkiem z górną powierzchnią dolnej półki belki stalowej zespolona jest druga dolna płyta żelbetowa łącznikami, pierwsza dolna płyta żelbetowa oraz druga dolna płyta żelbetowa są zespolone łącznikami z dolnymi półkami poprzecznic.

Rezultatem wynalazku jest to, że w strefie nad filarem nie występują rysy na górnej powierzchni dźwigara zespolonego, a w strefie półki dolnej belki stalowej ściskanie przenosi pierwsza dolna płyta żelbetowa usztywniająca poprzecznie strefę nad filarem. Podobnie, druga dolna płyta żelbetowa nad przyczółkiem zwiększa sztywność poprzeczną końca mostu.

Korzystnymi skutkami wynalazku jest to, że proponowane rozwiązanie jest modyfikacją typowego, stosowanego powszechnie dźwigara zespolonego, o dodatkowe elementy, co zachowuje stosowane dotychczas technologie. Zastosowanie górnej płyty stalowej i dolnych płyt żelbetowych, przy stałej wysokości dźwigara zespolonego, zwiększa sztywność na zginanie dźwigara/mostu w strefie nad filarem. Wprowadzenie dodatkowych płyt betonowych, tworzących poziome tarcze sztywne, zmniejszy hałaśliwość ustroju nośnego i istotnie ograniczy potencjalne zwichrzenie. Proponowane rozwiązanie zwiększa sztywność dynamiczną mostu szczególnie w zakresie wzbudzeń poprzecznych do osi mostu. Prawdłowe projektowanie może nie zwiększać istotnie ilości stali konstrukcyjnej.

W przypadku mostów remontowanych dodanie górnej płyty stalowej i dolnych płyt żelbetowych zwiększy sztywność mostu i co za tym idzie zwiększy jego nośność. Zastosowana górna płyta stalowa przenosi rozciągania i w konsekwencji w pomoście na odcinku nad filarem nie występują zarysowania i przeciekanie wody. Wszystkie wymienione korzystne skutki spowodują zwiększenie trwałości mostu. Wynalazek obejmuje mosty drogowe, kolejowe i mosty dla pieszych, przy czym mogą to być mosty projektowane lub remontowane w celu zwiększenia nośności dźwigara na odcinku nad filarem.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania jest uwidoczniony na rysunku, na którym poszczególne figury przedstawiają:

- Fig. 1 – Przekrój wzdłużny konstrukcji mostu w linii A-A,
- Fig. 2 – Przekrój konstrukcji mostu wzdłuż linii B-B z Fig. 1,
- Fig. 3 – Przekrój konstrukcji mostu wzdłuż linii C-C z Fig. 1,
- Fig. 4 – Przekrój konstrukcji mostu wzdłuż linii D-D z Fig. 1,
- Fig. 5 – Przekrój konstrukcji mostu wzdłuż linii E-E z Fig. 1,
- Fig. 6 – Przekrój konstrukcji mostu wzdłuż linii F-F z Fig. 1,
- Fig. 7 – Przekrój podłużny typowego mostu ze stanu techniki.

Wynalazek został przedstawiony w przykładzie wykonania. Fig. 1 w przekroju wzdłużnym A-A w sposób schematyczny następująco: fragmenty ciągłego dźwigara nad przyczółkami są

na odcinkach II, natomiast część środkowa I na rysunku symbolicznie odpowiada nadfilarowej części wieloprzęsłowego mostu o stałej wysokości dźwigara, która jest tu zredukowana do sąsiedztwa jednego z filarów. Konstrukcja dźwigara zespolonego stal-beton nad filarem mostu ciągłego o stałej wysokości ustroju nośnego składa się z typowego dźwigara zespolonego stal-beton, którego elementami są:

- dwuteowa belka stalowa 1 posiadająca dolną półkę 1.1, górną półkę 1.2 oraz środnik belki 1.3,
- górną żelbetową płytę pomostu 2,
- poprzecznice stalowe 3,
- belka stalowa 1 jest zespolona z górną żelbetową płytą 2 przez zamontowane na górnej półce 1.2 belki stalowej 1 łączniki 4.1.

Typowy dźwigar zespolony został uzupełniony o następujące elementy:

- górną płytę stalową 5 opartą na niskim środniku 5.1. umiejscowionym na górnej półce 1.3 belki stalowej 1, górną płytę stalową 5 i niski środnik 5.1 tworzące przekrój teowy,
- wbudowanie górnej płyty stalowej 5 przy jednoczesnym warunku zachowania licowania górnej powierzchni dźwigara zespolonego, powoduje konieczność lokalnego obniżenia wysokości górnej płyty żelbetowej 2 do zredukowanej wysokości 2.1,
- w zakresie zredukowanej wysokości 2.1 górna płyta stalowa 5 jest zespolona z płytą o zredukowanej wysokości 2.1 przez łączniki 4.2,
- pierwszą dolną płytę żelbetową 5.2 a także drugą dolną płytę żelbetową 6, które są zespolone z dolną półką 1.1 belki stalowej 1 łącznikami 4.3, oraz są zespolone z dolnymi półkami 3.1 poprzecznicy stalowych 3 za pomocą łączników 4.4.

Konstrukcja dźwigara zespolonego stal-beton w przykładzie wykonania przedstawionym na rysunku posiada nad filarem mostu I, o schemacie ciągłym i podparciu przegubowym, która posiada belkę stalową 1 składającą się z dolnej półki 1.1, górnej półki 1.2 i środnika 1.3 – Fig. 1, Fig. 5, Fig. 6. Konstrukcja posiada również górną płytę żelbetową 2 zespoloną łącznikami 4.1 z górną półką 1.2 belki stalowej 1, **zaś** łączniki 4.1 są zamontowane na górnej półce 1.2 belki stalowej 1 – Fig. 1, Fig. 5, Fig. 6, oraz konstrukcja posiada także poprzecznice stalowe 3 – Fig. 2, Fig. 3, Fig. 4, Fig. 5. Konstrukcja dźwigara zespolonego posiada górną płytę stalową 5 opartą na co najmniej jednym niskim środniku 5.1 tworząc przekrój poprzeczny w kształcie teownika – Fig. 1, Fig. 4, Fig. 5 – opartego o górną półkę stalową 1.2 belki stalowej 1, górna płyta stalowa 5 zlicowana jest z górną powierzchnią dźwigara zespolonego – Fig. 1, Fig. 4, w obniżonej wysokości górnej płyty żelbetowej 2 i jest zredukowana do wysokości części o zredukowanej wysokości górnej płyty żelbetowej 2.1 – Fig. 1, Fig. 2, Fig. 4, Fig. 5. W widoku z góry płyta stalowa 5 posiada kształt wynikający z zakresu rozkładu wzdłużnych naprężeń rozciągających – Fig. 2. Niski środnik 5.1 jest zamocowany do górnej półki 1.2 belki stalowej 1, oraz płyta górna stalowa 5 jest zespolona z częścią o zredukowanej wysokości górnej płyty żelbetowej 2.1 łącznikami 4.2 – Fig. 1, Fig. 4, Fig. 5. W miejscu podparcia przegubowego nad filarem I górna powierzchnia dolnej półki 1.1 belki stalowej 1 zespolona jest z pierwszą dolną płytą żelbetową 5.2 łącznikami 4.3 – Fig. 1, Fig. 3, Fig. 4, Fig. 5, Fig. 6. W miejscu przegubowego podparcia nad przyczółkiem II z górną powierzchnią dolnej półki 1.1 belki stalowej 1 zespolona jest druga dolna płyta żelbetowa 6 łącznikami 4.3 – Fig. 1, Fig. 3, Fig. 4, Fig. 5, Fig. 6, pierwsza dolna płyta żelbetowa 5.2 oraz druga dolna płyta żelbetowa 6 są zespolone łącznikami 4.4 z dolnymi półkami 3.1 poprzecznicy 3 – Fig. 1, Fig. 3, Fig. 4, Fig. 5, Fig. 6.

Elementy typowego dźwigara zespolonego są uwidocznione na Fig. 1. Górna płyta stalowa 5 jest uwidoczniona w przekroju wzdłużnym na Fig. 1 i na widoku z góry na Fig. 2 oraz na przekrojach na Fig. 4, Fig. 5, przy czym kształt górnej płyty stalowej 5 wynika z zakresu rozkładu wzdłużnych naprężeń rozciągających (shear lag) w strefie rozciągania nad filarem. Pierwsza dolna płyta żelbetowa 5.2 jest pokazana na przekroju Fig. 1 i na widoku z góry Fig. 3. Druga dolna płyta żelbetowa 6 jest przedstawiona na Fig. 1 i Fig. 3. W widoku z góry poprzecznice stalowe 3 są widoczne na Fig. 3, oraz na przekrojach poprzecznych Fig. 4–6.

Na poszczególnych rysunkach widoczne są:

Fig. 1 – Przekrój wzdłużny konstrukcji mostu, A-A, oznaczenia: I – odcinek nad filarem, II – strefa przęsłowa belki ciągłej, 1 – belka stalowa, 1.1 – dolna półka belki stalowej 1, 1.2 – górną półką belki stalowej 1, 1.3 – środnik belki stalowej 1, 2 – górną płytą żelbetową, 3 – poprzecznica stalowa, 3.1 – dolna półka poprzecznicy 3, 3.2 – górną półką poprzecznicy 3, 3.3 – środnik poprzecznicy 3, 5 – górną płytą stalową, 5.1 – niski środnik, 5.2 – pierwszą dolną płytą żelbetową, 6 – drugą dolną płytą żelbetową;

Fig. 2 – Przekrój konstrukcji mostu wzdłuż linii B-B, oznaczenia: 1 – belka stalowa (śląd), 2 – górna płyta żelbetowa, 2.1 – część o zredukowanej wysokości górnej płyty żelbetowej, 3 – poprzecznicza stalowa (śląd), 5 – górna płyta stalowa;

Fig. 3 – Przekrój konstrukcji mostu wzdłuż linii C-C, oznaczenia: 1.1 – widok z góry na dolną półkę belki stalowej 1, 1.3 – przekrój środnika belki stalowej 1, 3 – poprzecznicza stalowa, 4.3 – łączniki dolnej półki 1.1 belki stalowej 1 z pierwszą i drugą dolną płytą żelbetową 5.2 i 6, 4.4 – łączniki dolnej półki 3.1 poprzeczniczy 3 z pierwszą i drugą dolną płytą żelbetową 5.2 i 6;

Fig. 4 – Przekrój konstrukcji mostu wzdłuż linii D-D, oznaczenia: 1.1 – dolna półka belki stalowej 1, 1.2 – górna półka belki stalowej 1, 1.3 – środek belki stalowej 1, 2 – górna płyta żelbetowa, 2.1 – część o zredukowanej wysokości górnej płyty żelbetowej, 3 – poprzecznicza stalowa, 3.1 – dolna półka poprzeczniczy stalowej 3, 3.2 – górna półka poprzeczniczy stalowej 3, 3.3 – środek poprzeczniczy stalowej 3, 4.1 – łączniki górnej półki stalowej 1.3 z górną płytą żelbetową o zredukowanej wysokości 2.1, 4.2 – łączniki górnej płyty stalowej 5 z górną płytą betonową o obniżonej wysokości 2.1, 4.3 – łączniki dolnej półki 1.1 belki stalowej 1 z pierwszą dolną płytą żelbetową 5.2, 4.4 – łączniki dolnej półki 3.1 poprzeczniczy 3 z pierwszą dolną płytą żelbetową 5.2, 5 – górna płyta stalowa, 5.1 – niski środek;

Fig. 5 – Przekrój konstrukcji mostu wzdłuż linii E-E, oznaczenia: 1.1 – dolna półka belki stalowej 1, 1.2 – górna półka belki stalowej 1, 1.3 – środek belki stalowej 1, 2.1 – część o zredukowanej wysokości górnej płyty żelbetowej, 4.1 – łączniki górnej półki stalowej 1.3 z górną płytą żelbetową o zredukowanej wysokości 2.1, 4.2 – łączniki górnej płyty stalowej 5 z górną płytą betonową o obniżonej wysokości 2.1, 4.3 – łączniki dolnej półki 1.1 belki stalowej 1 z pierwszą dolną płytą żelbetową 5.2, 4.4 – łączniki dolnej półki 3.1 poprzeczniczy 3 z pierwszą dolną płytą żelbetową 5.2, 5 – górna płyta stalowa, 5.1 – niski środek;

Fig. 6 – Przekrój konstrukcji mostu wzdłuż linii F-F, oznaczenia: 1.1 – dolna półka belki stalowej 1, 1.2 – górna półka belki stalowej 1, 1.3 – środek belki stalowej 1, 2 – górna płyta żelbetowa, 4.1 – łączniki górnej półki stalowej 1.3 z górną płytą żelbetową 2, 4.3 – łączniki dolnej półki 1.1 belki stalowej 1 z drugą dolną płytą żelbetową 6, 4.4 – łączniki dolnej półki 3.1 poprzeczniczy 3 z drugą dolną płytą żelbetową 6;

Fig. 7 – Stan techniki – typowy most zespolony stal-beton o schemacie swobodnie podpartym, przekrój podłużny, oznaczenia: ST1 – dwuteowa belka stalowa, ST1.1 – dolna półka belki stalowej, ST1.2 – górna półka belki stalowej, ST2.3 – środek belki stalowej, ST2 – żelbetowa płyta pomostu, ST, 3 – poprzecznicza stalowa, ST4.1 – łączniki.

Wykaz oznaczeń:

I – odcinek nad filarem gdzie momenty zginające rozciągają górne włókna dźwigara zespolonego, (hogging moments),

II – odcinek przęsła o momentach zginających rozciągających dolne włókna dźwigara zespolonego (sagging moments).

- Elementy typowego dźwigara zespolonego:

- 1 – belka stalowa,
- 1.1 – dolna półka belki stalowej,
- 1.2 – górna półka belki stalowej,
- 1.3 – środek belki stalowej,
- 2 – górna płyta żelbetowa,
- 2.1 – część o zredukowanej wysokości górnej płyty żelbetowej (Fig. 1, A-A; Fig. 2, B-B),
- 3 – poprzecznicza stalowa,
- 4 – łączniki ścinane zespalaające,
- 4.1 – łączniki górnej półki stalowej 1.3 z górną płytą żelbetową 2 oraz z górną płytą żelbetową o zredukowanej wysokości 2.1,
- 4.2 – łączniki górnej płyty stalowej 5 z górną płytą betonową o obniżonej wysokości 2.1,
- 4.3 – łączniki dolnej półki 1.1 belki stalowej 1 z pierwszą i drugą dolną płytą żelbetową 5.2 i 6,
- 4.4 – łączniki dolnej półki 3.1 poprzeczniczy 3 z pierwszą i drugą dolną płytą żelbetową 5.2 i 6.

- Elementy stanowiące przedmiotowy wynalazek:

- 5 – górna płyta stalowa na odcinku I,

- 5.1 – niski środnik między górną półką belki stalowej i górną płytą stalową na odcinku I, (Fig. 1, A-A; Fig. 2, B-B),
- 5.2 – pierwsza dolna płyta żelbetowa na odcinku I,
- 6 – druga dolna płyta żelbetowa nad przyczółkiem na odcinku II.

Zastrzeżenie patentowe

1. Konstrukcja dźwigara zespolonego stal-beton nad filarem mostu (I), o schemacie ciągłym i podparciu przegubowym, która posiada belkę stalową (1) składającą się z dolnej półki (1.1), górnej półki (1.2) i środnika (1.3), **przy czym** konstrukcja posiada również górną płytę żelbetową (2) zespoloną łącznikami (4.1) z górną półką (1.2) belki stalowej (1), **zaś** łączniki (4.1) są zamontowane na górnej półce (1.2) belki stalowej (1) oraz konstrukcja posiada także poprzecznicę stalowe (3), **a także** konstrukcja posiada płytę górną stalową (5) i dolną płytę żelbetową (5.2) **znamienna tym**, że górną płytę stalową (5) oparta jest na co najmniej jednym niskim środniku (5.1) tworząc przekrój poprzeczny w kształcie teownika opartego o górną półkę stalową (1.2) belki stalowej (1), górną płytę stalową (5) zlicowana jest z górną powierzchnią dźwigara zespolonego, w obniżonej wysokości górnej płyty żelbetowej (2) i jest zredukowana do wysokości części o zredukowanej wysokości górnej płyty żelbetowej (2.1), **przy czym** w widoku z góry płyta stalowa (5) posiada na bokach rozmieszczone symetrycznie po obu jej stronach zaokrąglone zagłębienia, **zaś** niski środnik (5.1) jest zamocowany do górnej półki (1.2) belki stalowej (1), oraz płyta górna stalowa (5) jest zespolona z częścią o zredukowanej wysokości górnej płyty żelbetowej (2.1) łącznikami (4.2), **natomiast** w miejscu podparcia przegubowego nad filarem (I) górna powierzchnia dolnej półki (1.1) belki stalowej (1) zespolona jest z pierwszą dolną płytą żelbetową (5.2) łącznikami (4.3), **tudzież** w miejscu przegubowego podparcia nad przyczółkiem (II) z górną powierzchnią dolnej półki (1.1) belki stalowej (1) zespolona jest druga dolna płyta żelbetowa (6) łącznikami 4.3, pierwsza dolna płyta żelbetowa (5.2) oraz druga dolna płyta żelbetowa (6) są zespolone łącznikami (4.4) z dolnymi półkami (3.1) poprzeczniczy (3).

Rysunki

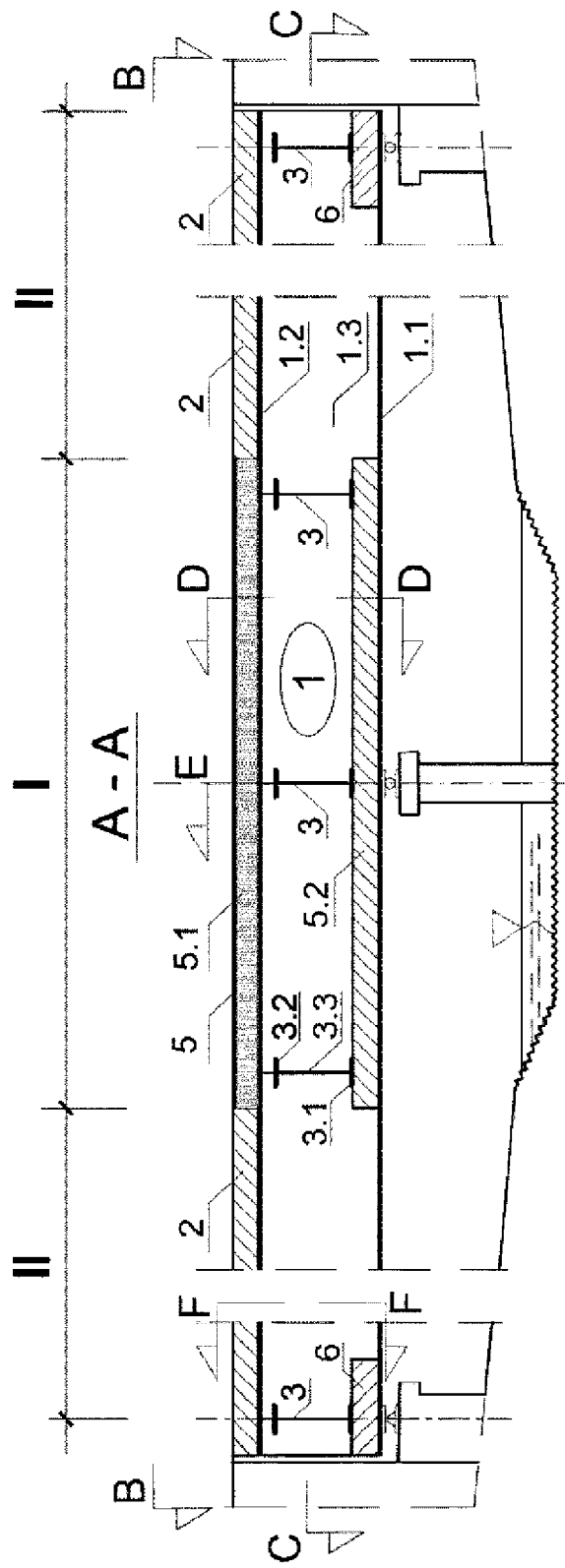


Fig. 1

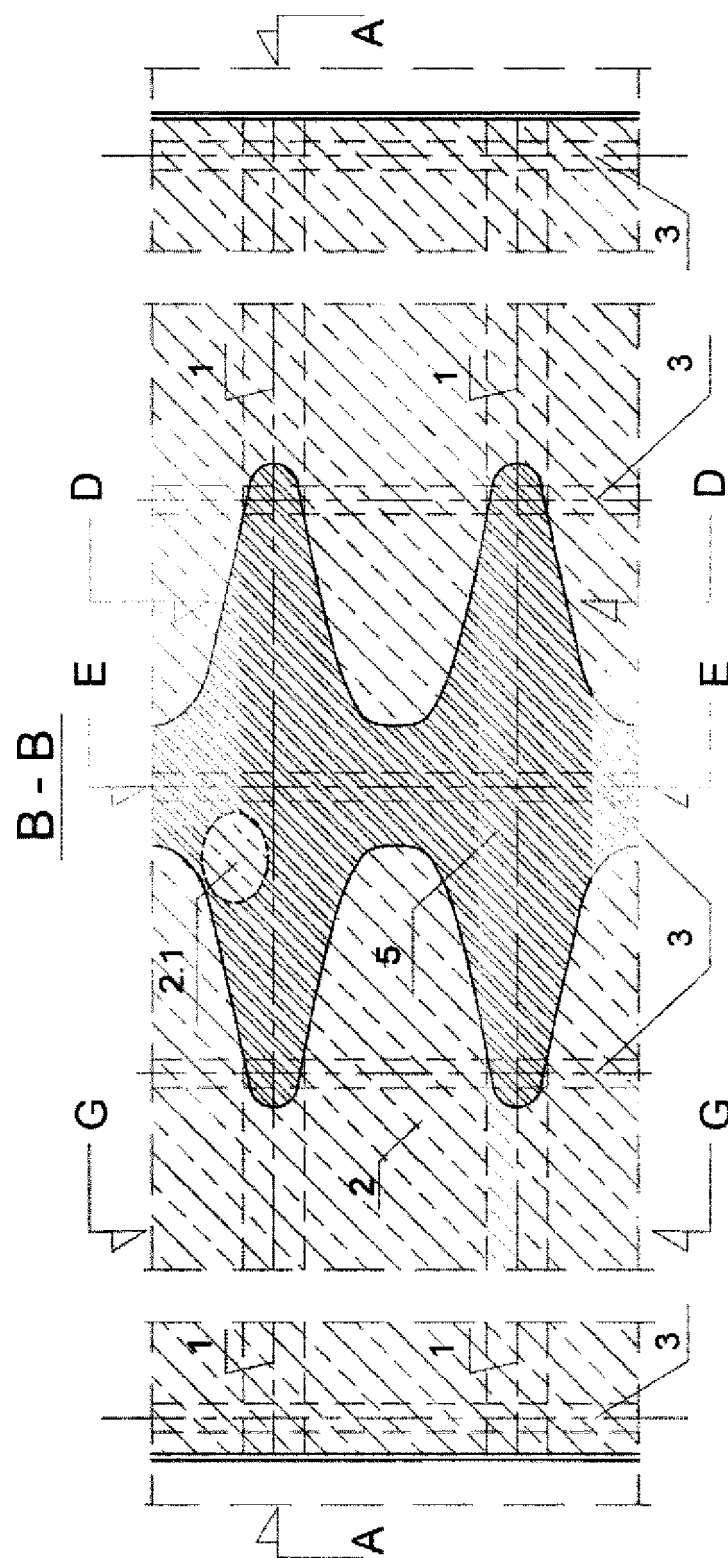


Fig. 2

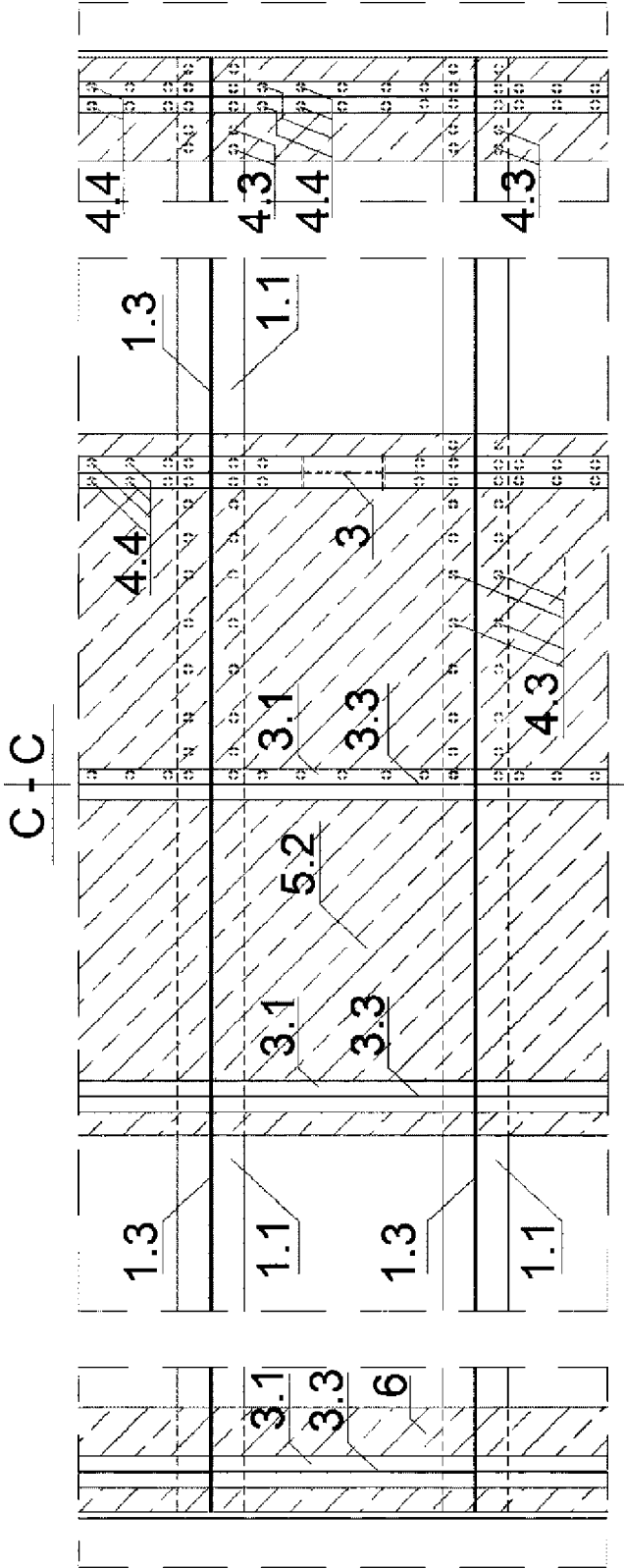


Fig. 3

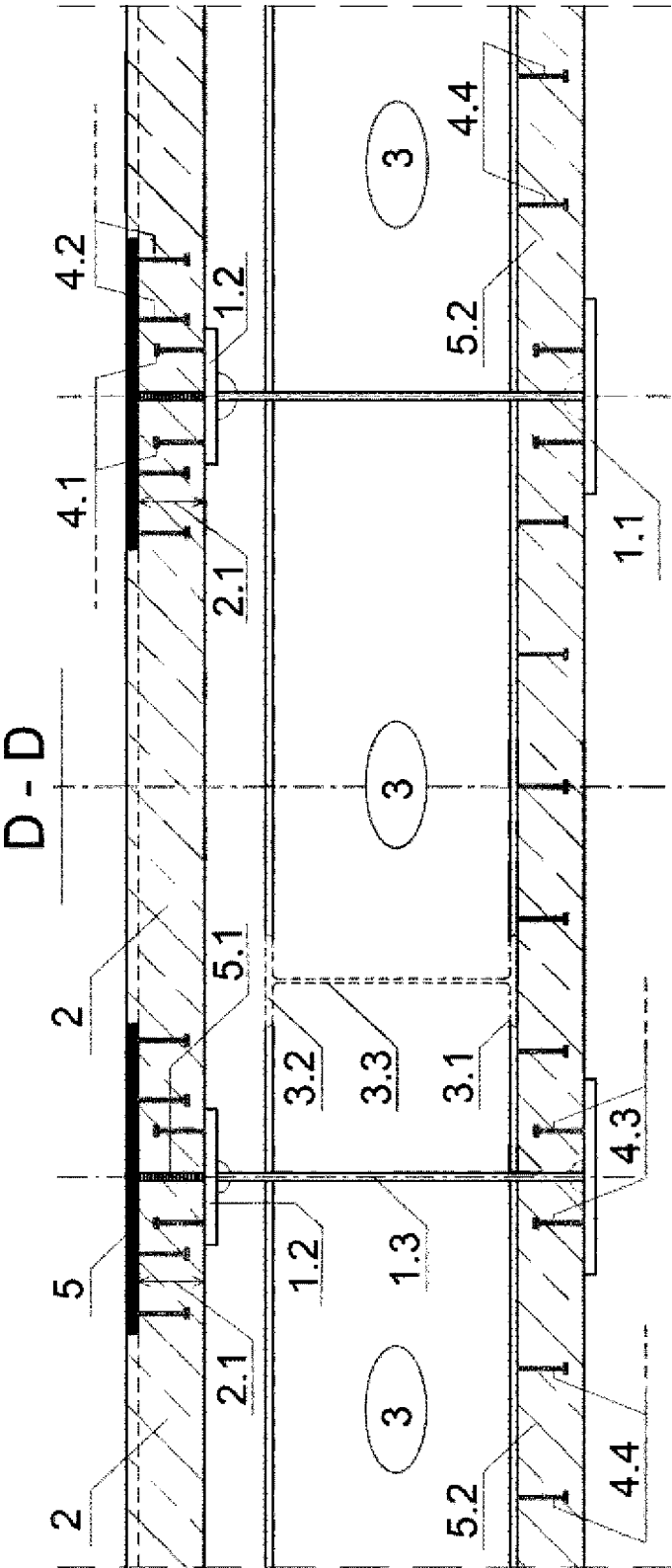


Fig. 4

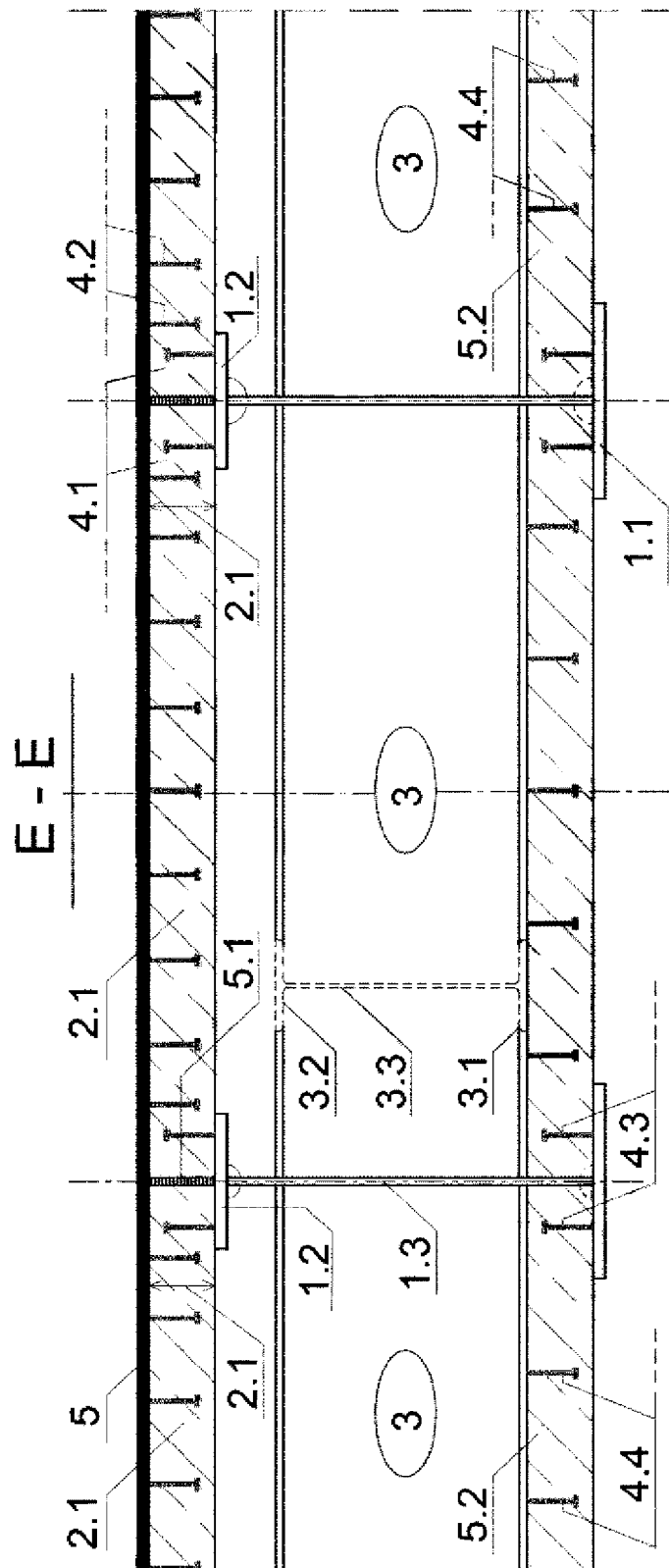


Fig. 5

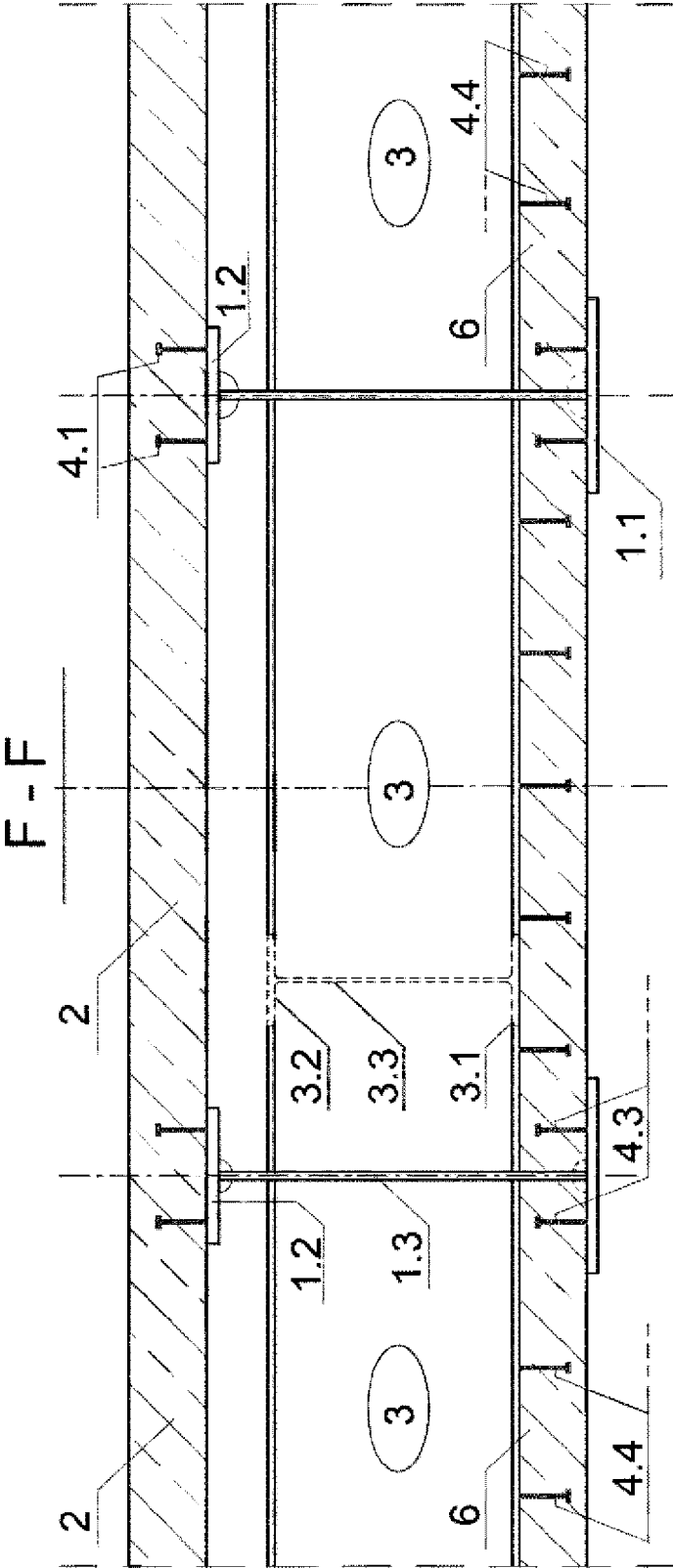


Fig. 6

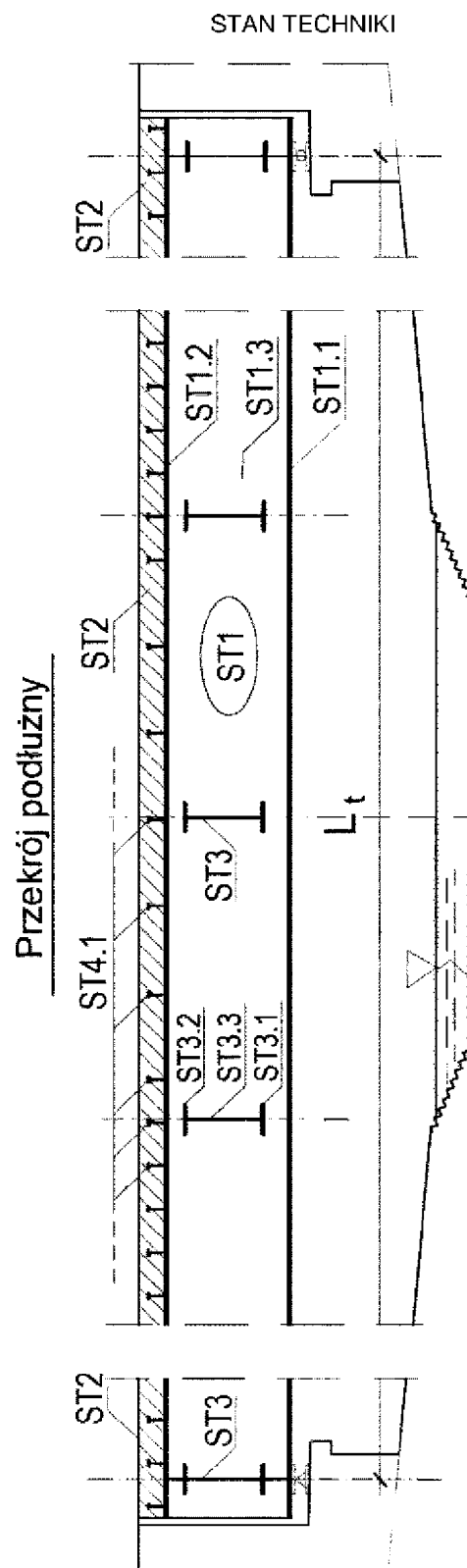


Fig. 7