

# Problemy podczas modernizacji wysokogórskiej linii kolejowej na przykładzie linii nr 311 odcinek Szklarska Poręba Górna – Piechowice

Michał Anioł

Wstępnie przedstawiono tło problemów z jakimi można spotkać się podczas modernizacji linii wysokogórskiej na przykładzie linii kolejowej nr 311. Następnie przedstawiono krótką charakterystykę omawianego odcinka oraz przedstawiono problemy z jakimi spotkano się przed przystąpieniem do robót oraz problemy występujące już podczas realizacji. Na zakończenie przedstawiono wnioski.



mgr inż.  
Michał Anioł  
SUDOP Polska Sp. z o.o.  
aniolmichal@o2.pl

## Wstęp

Roboty torowe na liniach kolejowych poprowadzonych w terenie górzystym są wielkim wyzwaniem. W takich warunkach terenowych spotkać się można z wieloma sytuacjami, które nie występują podczas robót na liniach kolejowych położonych na terenach płaskich. Aby budowa zakończyła się dodatnim wynikiem finansowym, należy zastanowić się jeszcze przed przystąpieniem do realizacji robót nad ewentualnymi problemami, jakie mogą powstać podczas robót i wyeliminować możliwe sytuacje, których błąd może skutkować dużymi stratami finansowymi. Dlatego warto zastanowić się wcześniej nad potencjalnymi problemami, gdyż dobre zaplanowanie budowy przyczyni się do pozytywnego wyniku finansowego oraz w znacznym stopniu usprawni sam proces budowy. Przy każdej budowie pamiętać należy także o ochronie środowiska, gdyż prace prowadzone niezgodnie z Decyzją Środowiskową mogą skutkować wysokimi karami finansowymi a straty w środowisku naturalnym mogą być nieodwracalne. W wielu przypadkach linie kolejowe położone w terenie górzystym przebiegają przez tereny objęte ochroną. Taka sytuacja występuje także w przypadku linii 311, gdzie obszar robót leży na terenie objętym programem „Natura 2000”. Z uwagi na ten fakt, cała budowa prowadzona była pod nadzorem chiropterologa, ornitologa, botanika i entomologa.

## Charakterystyka omawianego odcinka

Remontowany odcinek leży na linii kolejowej nr 311 Jelenia Góra – Szklarska Poręba. Kompleksowej naprawie głównej w celu odtworzenia pierwotnych parametrów techniczno – eksploatacyjnych poddany został odcinek od km 16, 100 do km 27,150.

Linia kolejowa nr 311 jest linią jednotorową, zelektryfikowaną, o znaczeniu państwowym, położona w całości na terenie województwa dolnośląskiego.

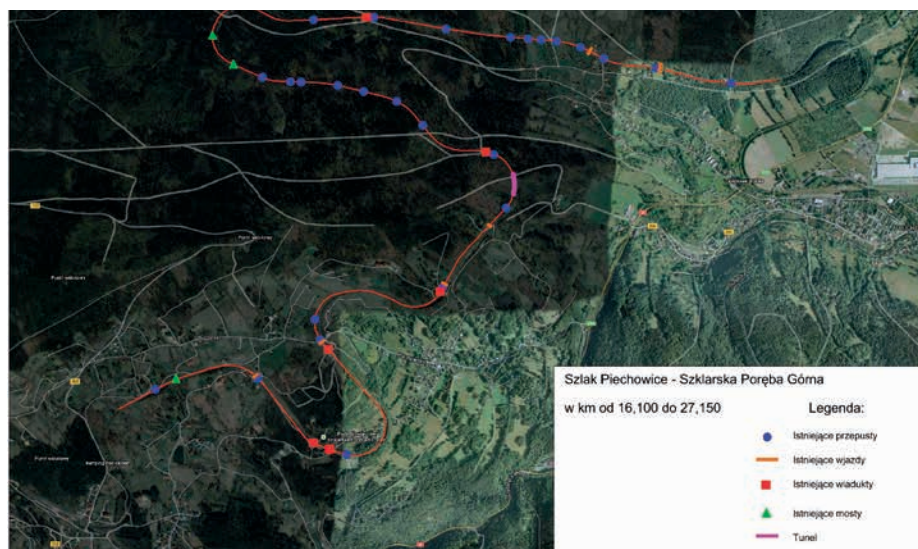
Ilość obiektów inżynierskich występujących na remontowanym odcinku oraz dane techniczne:

- długość remontowanego odcinka - 11,050km
- różnica wysokości pomiędzy początkiem a końcem robót - 234,19m
- średni spadek linii - 21,19‰
- maksymalny spadek - 26‰
- przepusty - 25 sztuk
- wiadukty - 6 sztuk
- mosty - 3 sztuki
- tunel o długości 146m
- ściany oporowe - 2654mb
- przejazdy w poziomie szyn - 5 sztuk
- najwyższy nasyp - 14m

- długość odcinków prostych - 4174m co stanowi 38%
  - długość odcinków z prowadnicą (łuki o  $R \leq 300m$ ) - 3992m co stanowi 36%
  - najmniejszy promień łuku -  $R=182m$
- Na ilustracji nr 1 przedstawiono graficznie lokalizację obiektów występujących na omawianym odcinku linii nr 311 oraz pokazano możliwe wjazdy dla samochodów ciężarowych.

## Przed przystąpieniem do robót

Wartość materiału stanowi ok. 80% wartości kontraktu, dlatego jeszcze przed ich zamówieniem i dostawą należy zastanowić się, gdzie będą składowane oraz w jaki sposób będą dostarczane z placu składowego w miejsce wbudowania. Górski charakter linii wyklucza pewne rodzaje transportu z powodu np. krętych dróg o dużych pochyleniach. Na początku modernizacji linii kolejowej w takich warunkach terenowych, ważnym jest, aby dostarczyć na budowę szyny przed przystąpieniem do demontażu starego toru oraz dokonać rozładunku w kilku miejscach tak, aby w późniejszym czasie dysponować frontem robót w kilku



miejscach jednocześnie. W tym przypadku dodatkowo sytuację komplikował fakt, że na końcu szlaku za stacją Szklarska Poręba Górna oraz przystankiem osobowym Jakuszyce znajduje się granica Państwa (km 43,138), przez co przewiezienie szyn przez Republikę Czeską byłoby bardzo wymagającym oraz nieekonomicznym zadaniem. Drogą kołową transport szyn długości 30m był niemożliwy z tego względu, że istniałaby potrzeba dostarczenia szyn transportem nienormalnym a drogi kołowe w rejonie Szklarskiej Poręby są zbyt wąskie i posiadają zbyt ciasne zakręty, aby taki transport mógł dojechać na miejsce rozładunku. Aby przyspieszyć prace warto także zastanowić się, co dostawca może zrobić za nas jeszcze przed dostarczeniem materiałów. Jednym z takich przykładów było zamówienie szyn otworowanych już w fabryce. Na budowę linii 311 dostarczono szyny otworowane tylko z jednej strony, gdyż 62% linii przebiega w łukach i dlatego w szynie należało wykonywać skróty poprzez obcięcie końca wewnętrznej szyny. Jednak otworowanie szyn z jednej strony wiąże się z tym, że szyny mogą być dostarczone otworami nie z tej strony, z której było zakładane. Niestety przewoźnik nie był w stanie zagwarantować, po której stronie będą otwory w przywiezionym składzie szyn, gdyż podczas dostawy, transport kilkukrotnie zmieniał kierunek jazdy. W takiej sytuacji albo trzeba montować tor w kierunku przeciwnym do zamierzonego, albo należy obrócić szyny. Obrót szyn w pewnych warunkach może być niemożliwy i dlatego warto zastanowić się głębiej nad tym problemem, gdyż w sytuacji montażu rozjazdów dla kolei dużych prędkości, gdy jedna część rozjazdu będzie miała kilkadziesiąt metrów, obrót części rozjazdowych nie będzie możliwy ze względów technicznych a także z obaw o deformację i uszkodzenia długich elementów stalowych.

Na szlak zostały zamówione i dostarczone wyłącznie drewniane podkłady różnych typów. Przed dostawą obliczono ile potrzeba zamówić podkładów twardych a ile miękkich. Podkłady twarde podzielono dodatkowo na:

- bez poszerzenia
- z poszerzeniem +10mm
- z poszerzeniem +15mm

Aby przyspieszyć prace, podkłady miękkie oraz 70% podkładów twardych zamówiono dwustronnie zbrojonych, aby nie zbroić ich na budowie. Resztę podkładów twardych zamówiono jednostronnie zbrojonych dla przytwierdzenia typu „gajcówka” (ilustracja nr 2) oraz na przejściu z szerokości nominalnej do zwiększonej w łuku. Wszystkie podkłady były dostarczane na plac składowy w Piechowicach a stamtąd dowożone na



szlak przy pomocy samochodu ciężarowego z systemem HDS.

#### Realizacja robót

Przed przystąpieniem do demontażu toru w pierwszej kolejności dokonano pomiaru geodezyjnego istniejących elementów zagospodarowania terenu (w oparciu o wcześniej założoną osnowę realizacyjną). Dokonano pomiaru:

- toru (pomiar każdej szyny co 5m, początki i końce rozjazdów)
- obiektów stałych: mostów, przepustów, tuneli, przejazdów drogowych itp.

- innych elementy stałych, których położenie mogłoby kolidować z projektowaną geometrią osi toru

Pomiaru dokonano w celu kontroli proponowanej geometrii osi toru w planie i profilu a także sprawdzenia czy pomierzone stałe elementy nie będą wchodziły w wymagane skrajnie poziomą i pionową. Ze względu na teren górski gęsto porośnięty lasami trudno było wybrać dogodnie miejsca do założenia punktów podstawowej osnowy realizacyjnej gdyż zadrzewienia utrudniały obserwację satelitów GPS a ze względu na spore przewyższenia utrudnione było wykonanie niwelacji precyzyjnej (określenie rzęd-



nych wysokościowych Kolejowej Osnowy Specjalnej).

Demontaż toru był zaplanowany tak, aby materiały z rozbiórki transportować ze szlaku na jak najkrótszym dystansie. Początkowa część modernizowanego odcinka przebiega w terenach leśnych oraz na wysokich nasypach i na tym odcinku droga ze zdemontowanymi materiałami była najdłuższa. Najdłuższy odcinek ze zdemontowanymi materiałami należało pokonać od mostu stalowego w km 19,780 do stacji Szklarska Poręba Średnia w km 22,900 czyli ok. 3120m gdyż odcinek ten w całości leży na terenie leśnym. W niektórych przypadkach materiały były przewożone do miejsca składowania znajdującego się trochę dalej niż zaplanowano, z powodu niesprzyjających warunków atmosferycznych (demontaż toru zaczął się na początku grudnia). Fakt, że znaczna część trasy przebiega w łukach o bardzo małych promieniach (poszerzenie toru do +15mm) powodował, że wózki jezdne koparek dwudrogowych używanych do tych robót często wypadły z szyn. Czynniki te zmniejszały dzienną wydajność do ok. 120m bieżących demontażu toru wraz z segregacją materiałów. Na ilustracji nr 3 pokazano odsnieżanie toru przed przystąpieniem do odkręcania śrub.

Warstwa ochronna została zaprojektowana tylko tam, gdzie na podstawie badań geologicznych stwierdzono występowanie w podtorzu gruntów wysadzinowych. Było to ok. 42% omawianego odcinka. Warstwę ochronną zaprojektowano z niesortu kamiennego o frakcji 0/31,5mm i o grubości

30cm. Z uwagi na to, że nie ma drugiego toru, materiał na warstwę ochronną oraz na półwarstwę tłuczni, dostarczany był na place składowe w Piechowicach, Szklarskiej Porębie Dolnej i Szklarskiej Porębie Średniej a następnie samochodami czteroosiowymi na szlak. W tunelu przy robotach ziemnych cały materiał musiał być wypychany i dopiero poza tunelem ładowany na samochody i wywożony z placu budowy, gdyż z powodu ograniczonej przestrzeni koparka nie mogła się obrócić oraz załadować materiału na samochód. Z uwagi na specyfikę terenu, wjazdów na szlak było niewiele, bo zaledwie sześć. Najgorzej sytuacja przedstawiała się od Górzyńca do mostu stalowego gdzie wjazd znajdował się w km 17,258 oraz na przejeździe za tunelem w km 22,635 do mostu stalowego. W nielicznych miejscach gdzie było to możliwe, samochody mijały się, co eliminowało konieczność oczekiwania na kolejny samochód, lecz takich miejsc było niewiele. Przed przystąpieniem do montażu toru, należało przygotować warstwę ochronną od mostu stalowego do przejazdu w Górzyńcu, gdyż dopiero tam był zjazd ze szlaku. Modernizowanych było pięć przejazdów w poziomie szyn. Trzy z nich były zlokalizowane w dolnej części omawianego odcinka, lecz w praktyce tylko dwa nadawały się do wjazdu dla pojazdów ciężarowych, gdyż jeden dojazd charakteryzował się bardzo małą szerokością i dużym spadkiem. Należy wziąć pod uwagę, iż w okresie zimowym każdy z dojazdów był znacznie utrudniony. Dodatkowo utworzone zostały dwa wjazdy,

co w sumie daje średnio 1 wjazd co 1,85km.

Z powodu „gajcówek” do zasypania toru tłuczniem niemożliwe było użycie wagonów typu Facc 411V („Hopper-Dozator”) a jedynie wagonów typu Flls 203Vb („Szutrówka”), gdyż wysokość „gajcówki” nie pozwalała na otwarcie dolnej kłapy, co uniemożliwiałoby skuteczne ich użycie a co za tym idzie szybkie zasypanie toru dla późniejszego podbicia. W miejscu gdzie zabudowane zostały „gajcówki” do podbicia toru należało użyć podbijkarkę do rozjazdów, ponieważ „gajcówki” uniemożliwiałały swobodny uchwyt i podniesienie szyny. Zdecydowano, że montaż toru będzie prowadzony tylko za pomocą koparki dwudrogowej oraz samojedźnego podnośnika szyn. Zrezygnowano z żurawia portalowego PTH 350 z kilku powodów. Głównym z nich był fakt, że duża część modernizowanego odcinka przebiega w wysokich nasypach lub w przekopach gdzie znajdują się mury oporowe lub pionowe ściany skalne. W chwili, gdy suwnice podnoszą 30 metrowe pręśło i transportują je, jest ono sztywne. Dopiero po położeniu na gruncie przedniej części, można pręśło ułożyć w łuku. Fakt ten stwarza wielkie niebezpieczeństwo podczas montażu toru w łukach na wysokich nasypach a także ogranicza możliwość przemieszczania pręśła w wąwozach. Generowałoby to bardzo wysokie koszty wynajmu sprzętu oraz stwarzałoby wysokie ryzyko wypadku.

Przytwierdzenie typu „gajcówki” wykorzystane jest na tej linii z uwagi na lód zalegający pomiędzy szynami w okresie zimo-



wym. W przytwierdzeniu tym stopki szyny i prowadnicy nie przylegają do siebie. „Gajcówka”, która montowana jest na co trzecim podkładzie powoduje to, że pomiędzy dwoma szynami jest przestrzeń, dzięki czemu śnieg oraz lód nie zalegają pomiędzy dwoma szynami, jak dzieje się w klasycznym przypadku gdzie szyna z prowadnicą stykają się stopkami. Dzięki temu rozwiązaniu służbom utrzymaniowym znacznie łatwiej jest odśnieżyć tor w okresie zimowym. Stara prowadnica zastosowana na omawianym odcinku szlaku była wykonana z szyn typu 8 oraz z kształtowników. Ich zużycie dyskwalifikowało je do ponownego montażu, dlatego w pierwszej kolejności planowano użyć

szyny typu S49 pochodzące z demontażu toru. Jednak były obawy, że nie zachowa się wymiaru skrajni 55mm nad główką szyny gdyż stopka szyny S49 jest większa niż stopka szyny typu 8. Po wykonaniu próbnego montażu okazało się jednak, że szyna S49 zachowuje ten parametr, ale nie spełnia innego, a mianowicie szerokości żłobka pomiędzy powierzchnią prowadzącą prowadnicy a powierzchnią boczną główki szyny toku wewnętrznego, który powinien wynosić 60mm (+5mm, -3mm). W momencie gdyby parametr ten był większy niż 65mm jednym z rozwiązań mogłoby być obcięcie stopki, lecz w tym przypadku, szerokość żłobka wynosiła mniej niż 57mm. Nie można było

uzyskać właściwego parametru gdyż główka szyny S49 jest za duża i nie było możliwości odsunięcia jej bardziej. W takim wypadku zdecydowano się na szyny S42, które mają wymiary główki szyny mniejsze niż szyna S49. Po przeprowadzeniu analizy finansowej zdecydowano się dostarczyć szyny o długości 15m transportem samochodowym, pospawać je na miejscu a następnie zbudować w określonych lokalizacjach. Wszystkie szyny spawano w Szklarskiej Porębie Dolnej, skąd dowożono je na szlak i montowano. Było niemożliwym przywiezienie szyn o długości 30m transportem drogowym z przyczyn wspomnianych wcześniej.

Kluczowym etapem dla ukończenia realizacji był most stalowy w km 19,780. W jego miejsce zaprojektowano całkowicie nową konstrukcję stalową o długości przęsła 27m. W momencie demontażu obiektu, wszystkie maszyny, czyli lokomotywa, wagony, podbijaarka i profilarka (co daje długość wszystkich maszyn ok. 114m) musiały zostać „zablokowane” za mostem aż do jego ukończenia. Dodatkowo nad obiektem na czas demontażu oraz montażu nowego mostu, zdemontowano sieć trakcyjną, tak, aby nie przeszkadzała ona przy pracach wymagających użycia dźwigu. Konstrukcja mostu jest bezpodsypankowa na mostownicach. Każdą mostownicę należało indywidualnie dopasować oraz w miejscu przylegania przyciąć od spodu. Problem polegał na tym, że obiekt ten dodatkowo leży w łuku z przechyłką a wysokość „gajcówek” różni się od siebie nawet o kilka milimetrów, dlatego na początku do każdej mostownicy została przypisana „gajcówka” i po każdym przycięciu geodeta sprawdzał wysokość tak, aby główka szyny znajdowała się na odpowiedniej wysokości.

Na ilustracji nr 4 przedstawiono most przed demontażem. Na ilustracji nr 5 przedstawiono most w trakcie montażu a na ilustracji nr 6 gotową konstrukcję bez zamontowanej prowadnicy.

#### Podsumowanie

Niektórych sytuacji podczas budowy nie da się przewidzieć. Teren górski dodatkowo utrudnia realizację projektu, lecz te sytuacje, które stwarzają taką możliwość, należy wnikliwie przeanalizować. Jeszcze przed przystąpieniem do realizacji robót na etapie przygotowywania budowy należy zastanowić się nad niektórymi rozwiązaniami i wyeliminować te mniej korzystne tak, aby proces budowy przebiegał bez niespodzianek oraz przyniósł wymierne korzyści nie tylko dla Zamawiającego, ale także dla Wykonawcy. ◀