

CZYNNIK LUDZKI JAKO PRZYCZYNA WYPADKÓW KOLEJOWYCH

Witold Olpiński

mgr inż., Instytut Kolejnictwa, Ośrodek Koordynacji Badań, tel. 22 473 1084

Streszczenie. W artykule przedstawiono definicje terminu „czynnik ludzki” i wyjaśniono, dlaczego bywa on często błędnie stosowany w komentarzach pojawiających się w środkach przekazu po zdarzeniu się wypadku kolejowego. Poruszono znaczenie przygotowania procedur i realizacji działań związanych z bezpieczeństwem ruchu kolejowego w oparciu o te procedury. Omówiono pozytywne i negatywne konsekwencje ich stosowania w kontekście związku z powstawaniem wypadków oraz z wymaganiami systemu zarządzania bezpieczeństwem kolejowym. Zwrócono uwagę na fakt, że proces podejmowania kontroli przez człowieka nad urządzeniami sterowania ruchem kolejowym jest jednym z istotnych czynników wpływających na stopień zagrożenia wypadkiem. Poddano także rozważaniom zasadność bezwzględnego priorytetu człowieka nad poleceniami sterującymi wypracowanymi przez urządzenia i systemy kierowania ruchem.

Słowa kluczowe: czynnik ludzki, wypadek kolejowy, bezpieczeństwo, sterowanie ruchem, transport kolejowy

1. Wprowadzenie

W komentarzach pojawiających się w środkach przekazu po zdarzeniu się wypadku kolejowego, szczególnie takiego, który z racji swojej nietypowości lub co gorsza ofiar w ludziach staje się wydarzeniem medialnym nagłaśnianym przez dziennikarzy, obecnie często używany jest termin „czynnik ludzki”. Pojęcie to bywa wykorzystywane w próbie wyjaśnienia przyczyn danego zdarzenia jako jedna z okoliczności mających wpływ na zaistnienie wypadku. W niniejszym artykule zostanie wyjaśnione, dlaczego stosowanie tego określenia jest najczęściej błędne.

Wykonywanie przez pracowników kolei, zarówno u zarządców infrastruktury kolejowej, jak i u przewoźników, działań związanych z prowadzeniem ruchu kolejowego, w tym zwłaszcza w powiązaniu z koniecznością zapewnienia jego bezpieczeństwa, wymaga wprowadzenia i realizacji określonych procedur. Wszechobecność procedur w kolejnictwie ma swoje pozytywne i negatywne konsekwencje. Wybrane z nich zostaną dalej przedyskutowane w kontekście związku z powstawaniem wypadków oraz z wymaganiami systemu zarządzania bezpieczeństwem.

Za bezpieczne prowadzenie ruchu kolejowego odpowiadają w głównej mierze pokładowe urządzenia bezpiecznej kontroli jazdy pociągu oraz szeroko rozumiane przytorowe urządzenia sterowania ruchem kolejowym. Jednak w niektórych sytuacjach, zwłaszcza w razie wystąpienia usterki lub uszkodzenia urządzeń, musi nastąpić przejście od nich przez człowieka odpowiedzialności za bezpieczeń-

stwo jazdy pociągów. Problemy związane z przenoszeniem tej odpowiedzialności są jednym z istotnych czynników wpływających na stopień zagrożenia wypadkiem. Celem niniejszego artykułu jest także zwrócenie uwagi na fakt, że przy obecnym stopniu rozwoju i komputeryzacji urządzeń sterowania obowiązujący dotychczas w kolejnictwie bezwzględny priorytet decyzji człowieka nad poleceniami sterującymi wypracowywanymi przez urządzenia i systemy kierowania ruchem może nie być rozwiązaniem w pełni racjonalnym.

2. Definicja pojęcia „czynnik ludzki”

Współcześnie w zastosowaniu do wielu aspektów relacji między człowiekiem a maszyną, w odniesieniu do całokształtu jego działań, jako elementu funkcjonowania danego systemu technicznego modne stało się określenie „czynnik ludzki”, stanowiące tłumaczenie terminu angielskiego „human factor”, a właściwie „human factors”. Według internetowego słownika Merriam-Webster [1], przedsięwzięcia Encyklopedii Britannica, pierwsze znane użycie tego pojęcia miało miejsce w 1964 roku. W większości jego definicji jest ono albo utożsamiane z ergonomią, albo traktowane jako rozszerzenie tej dziedziny wiedzy. Zwięzła definicja Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) stwierdza, że „Czynnik ludzki odnosi się do czynników związanych ze środowiskiem naturalnym, organizacyjnych i dotyczących pracy oraz charakterystyki zbiorowości ludzkiej i jednostki, mających wpływ na zdrowie i bezpieczeństwo. Czynnik ludzki może być w uproszczeniu rozpatrywany w trzech aspektach: pracy, jednostki i organizacji oraz ich wpływu na zachowania ludzkie związane ze zdrowiem i bezpieczeństwem” [2]. Na stronie witryny About.com poświęconej ergonomii pojęcie „czynnik ludzki” określone jest jako dziedzina nauki dotycząca interfejsu człowiek-maszyna, zajmująca się psychologiczną, socjologiczną, fizyczną, biologiczną oraz bezpieczeństwową charakterystyką człowieka jako użytkownika systemu technicznego i charakterystyką systemu, w którym znajduje się ten użytkownik [3]. Wśród wielu definicji bliższe zakresowi niniejszego artykułu są opisane na stronie Stowarzyszenia HFES (Human Factor and Ergonomics Society) definicje amerykańskich organizacji rządowych z obszaru transportu [4]. Wewnątrz Federalnej Agencji Lotnictwa (FAA – Federal Aviation Agency) [5] stosowana jest krótka definicja, mówiąca o czynniku ludzkim jako „*multidyscyplinarnym działaniu w celu wytworzenia oraz scalenia informacji dotyczących możliwości i ograniczeń człowieka oraz wykorzystaniu ich do urządzeń, systemów, obiektów, procedur, stanowisk pracy, środowiska, szkoleń oraz zarządzania zasobami ludzkimi w celu zapewnienia bezpiecznych, wygodnych i efektywnych działań człowieka*”. Natomiast szersze określenie Zarządu Badań Transportowych (TRB – Transportation Research Board) [6] mówi, że jest to „*dyscyplina nauki, która bada interakcję człowieka z wyrobami, przyrządami i systemami. Na tym polu spotykają się nauki behawioralne, inżynieria i inne dyscypliny wiedzy, aby wypracować zasady pomagające zapewnić użyteczność urządzeń i systemów dla ludzi, którzy zamierzają z nich korzystać. Dotyczy takiego podejścia do projektowania, które skupia się*

na centralnej pozycji użytkownika. W tym celu, praktycy dziedziny wnoszą wiedzę ekspercką dotyczącą charakterystyki człowieka, istotną w projektowaniu różnorodnych urządzeń i systemów. Dziedzina przyczyniła się do odkryć w tak złożonych obszarach jak podbój kosmosu i powstawania nowych rozwiązań wyrobów (nawet tych najbardziej zwyczajnych i najczęstszych w użyciu). W inżynierii transportowej istnieje wiele przykładów znaczącego wkładu wiedzy dotyczącej czynnika ludzkiego, choć nie wszystkie są oczywiste. Wymagania dotyczące pola widzenia, stanowiska pracy kierowcy, umieszczania znaków, ich wymiarów i kolorów, kroju stosowanych liter i wyglądu ikon, charakterystyki sygnałów akustycznych wśród wielu innych zostały dopracowane i znormalizowane w wyniku ich oceny pod kątem czynnika ludzkiego. W odniesieniu do bezpieczeństwa drogowego czynnik ludzki dotyczy projektowania drogi, aspektów środowiskowych oraz pojazdu. Trzy podstawowe elementy systemu transportu drogowego, którymi są: droga, pojazd i użytkownik drogi muszą być ze sobą kompatybilne. Inżynierowie mogą zaprojektować drogi, systemy kierowania ruchem i pojazdy, ale nie mogą zaprojektować użytkowników drogi. Muszą więc projektować dla nich. Czynniki ludzki stanowi obiektywną bazę dla takiego projektowania. Dzięki temu projektowanie opiera się na zbadanym zachowaniu oraz na możliwościach człowieka a nie jest wynikiem metody prób i błędów”.

Inne źródła mówią ponadto o badaniu zakresu osiągnięć człowieka i ich zastosowaniu w projektowaniu systemów technicznych oraz o celach takich działań, do których należy zwiększanie wydajności pracy oraz poprawa bezpieczeństwa, wygody i jakości życia.

Przytoczone powyżej definicje mogą być bez zasadniczych zmian przeniesione do obszaru transportu kolejowego. Z określeń tych wynikają oczywiste związki pojęcia czynnika ludzkiego z szeroko rozumianą dziedziną bezpieczeństwa, w tym bezpieczeństwa transportu szynowego z włączeniem analizy przyczyn powstawania i metod zapobiegania wypadkom kolejowym.

Poza przypomnianym powyżej prawidłowym rozumieniem terminu „czynnik ludzki” powszechne jest, szczególnie w publicznych środkach przekazu, nadużywanie tego pojęcia. W wielu przypadkach prostym wytłumaczeniem jego stosowania może być chęć używania bardziej wyrafinowanego, pseudo-naukowego języka przez zastępowanie zwykłych stwierdzeń, takich jak po prostu „człowiek” i jego działania. W niektórych przypadkach może to także być celowa próba odwrócenia uwagi od właściwej oceny prawidłowości działania potencjalnego sprawcy zdarzenia i choćby częściowego przeniesienia odpowiedzialności na dane urządzenie lub system techniczny i okoliczności zewnętrzne. Dotyczy to w szczególności wypowiedzi dotyczących potencjalnych przyczyn i sprawców zaistniałych wypadków związanych z ruchem pojazdów.

W pewnym stopniu, jak w przypadku wielu innych powszechnie stosowanych terminów i sformułowań, jest to także kwestia mody. Popularne jest zastosowanie terminu „czynnik ludzki” w odniesieniu do człowieka i jego działania jako elementu danego procesu czy systemu technicznego, jest więc ono odległe od przytoczonego powyżej znaczenia definicyjnego, które dotyczy dziedziny wiedzy związanej z interfejsem człowiek – maszyna. Częstym i normalnym zjawiskiem w żywym języku jest jednak fakt, że skutkiem powszechnego używania słowa czy zwrotu

w sposób niepoprawny słownikowo jest przypisanie mu nowego, tego pierwotnie błędnego znaczenia. Wydaje się, że częściowo stało się to również z terminem „czynnik ludzki”, gdzie zamiast zgodnego z jego angielskojęzycznym, amerykańskim pierwowzorem odnoszącym się do dziedziny wiedzy, w polskim (lecz nie tylko) tłumaczeniu pojęcie to stosowane jest jako określenie człowieka stanowiącego element procesu lub systemu technicznego, zwłaszcza w kontekście oceny przyczyn zdarzeń.

Stając w pewnym stopniu pomiędzy tymi dwoma znaczeniami, chciałbym na potrzeby niniejszego artykułu w odniesieniu do wyjaśniania przyczyn wypadków przyjąć jako określenie pojęcia „czynnik ludzki”, że mamy z nim do czynienia wówczas, gdy szeroko rozumiane okoliczności zewnętrzne, jak: cechy konstrukcyjne i funkcjonalne danego urządzenia czy systemu technicznego oraz wszelkie warunki, w jakich jest ono wykorzystywane przez człowieka, mogą mieć wpływ na sposób wykonywania przez niego czynności. Wpływ ten występuje niezależnie od indywidualnych predyspozycji jednostki i jest z dużym prawdopodobieństwem podobny do zachowania się większości innych osób w podobnej sytuacji, szczególnie połączonej z silnym stresem.

W bardzo wielu przypadkach jest faktem, że w danej sytuacji przyczyną zdarzenia był po prostu człowiek i jego działanie. Zastępowanie wówczas zwyczajnego stwierdzenia, że „zawinił człowiek” bardziej medialnym, modnym sformułowaniem, że „zawinił czynnik ludzki” może prowadzić do nieuzasadnionego złagodzenia oceny niewłaściwego zachowania człowieka będącego pośrednim albo bezpośrednim sprawcą danego zdarzenia. Ma to szczególne znaczenie w wystąpieniach publicznych, gdyż prowadzi do zniekształcenia powszechnego odbioru okoliczności wypadku. Przez użycie pojęcia „czynnik ludzki” stwarzane jest wrażenie, być może często w sposób niezamierzony, że to nie dany człowiek, lecz być może każdy inny w podobnej sytuacji postąpiłby podobnie nieprawidłowo. Zazwyczaj jest jednak trudno stwierdzić, w jakim stopniu do błędnego działania określonej osoby przyczyniły się niezależne od niej czynniki zewnętrzne, które powinny być uznane jako przyczyny pośrednio prowadzące do danego zdarzenia.

Przykładem wskazującym na możliwość zaistnienia oddziaływania, które może być traktowane jako powiązane z „czynnikiem ludzkim” w przedstawionym wyżej znaczeniu jest jedno z zaleceń Państwowej Komisji Badań Wypadków Kolejowych w raporcie z badania poważnego wypadku kolejowego na szlaku Sprowa – Starzyny z 2012 roku [7]. Otóż w treści zalecenia nr 10 stwierdzono tam, że:

„W instrukcji Ie-104 i innych wewnętrznych dokumentach, w tym w instrukcjach obsługi blokad liniowych należy zmienić opis „pociąg na szlaku” przy zobrazowaniu w postaci czerwonej strzałki i zastąpić go opisem „wykorzystany ustawiony kierunek blokady” z komentarzem, że wyświetlenie tego obrazu nie oznacza rzeczywistej zajętości toru szlakowego przez pociąg”.

Należy przez to rozumieć, iż PKBWK doszła do wniosku, że w zaistniałej sytuacji dyżurny ruchu mógł być wprowadzony w błąd sygnałem w postaci strzałki kierunku blokady liniowej podświetlonej kolorem czerwonym, czego opis istniejący w obowiązujących instrukcjach i przepisach, zapewne utrwalał w pamięci

dyżurnych ruchu, wskazywał na obecność pociągu na szlaku, na danym torze. W rzeczywistości pociąg ten nie wyjechał na tor szlakowy nr 2, którego dotyczyła podświetlona strzałka, lecz na tor nr 1, a wyświetlenie strzałki spowodowane było błędną obsługą pulpitu przez dyżurnego ruchu na przeciwnym końcu szlaku. Zacytowane zalecenie jest jednak tylko wnioskiem PKBWK z analizy zaistniałych zdarzeń i nie jest wymienione jako pośrednia, ani tym bardziej bezpośrednia przyczyna wypadku.

3. Znaczenie procedur w użytkowaniu urządzeń i systemów

Istotnym elementem wszelkich działań ludzkich w użytkowaniu urządzeń i systemów technicznych jest szeroko rozumiane stosowanie procedur. Zgodnie z normą terminologiczną dotyczącą systemu jakości ISO 9000 [8] procedura jest to określony sposób realizacji działań lub procesów. Jest oczywiste, że dla prawidłowego i bezpiecznego użytkowania urządzeń konieczne jest przestrzeganie ich instrukcji obsługi, a także wszelkich obowiązujących przepisów. Dokumenty takie mogą albo zawierać w sobie określone procedury, albo być źródłem dla opracowania odpowiednich procedur działania użytkownika. Nieprzestrzeganie wymaganych procedur może być bezpośrednią przyczyną wypadku. Poza procedurami dotyczącymi normalnej eksploatacji systemu, zazwyczaj dla każdego z nich, odpowiednio do stopnia jego złożoności, istnieją także procedury dotyczące sytuacji szczególnych, obejmujące zasady działania w razie wystąpienia uszkodzeń i usterek. Istnieją także odpowiednie procedury stosowane w razie zaistnienia określonego zdarzenia, a w szczególności wypadku.

Stosowanie procedur ma szereg niezaprzeczalnych zalet. Należą do nich w szczególności:

- zapewnienie założonego z góry, ściśle określonego i powtarzalnego sposobu działania w zdefiniowanych warunkach i jego oczekiwanego skutku,
- możliwość prawidłowego użytkowania urządzenia czy systemu przez osoby o względnie mniejszym stopniu znajomości zasad jego funkcjonowania, szczegółów konstrukcyjnych itp.,
- zmniejszenie potencjalnego, negatywnego wpływu „czynnika ludzkiego” w przedstawionym powyżej znaczeniu, objawiającego się szczególnie w sytuacji stresowej, stanowiącej często istotny przyczynek skutkujący błędnym działaniem człowieka,
- skrócenie czasu od wystąpienia okoliczności wymagających podjęcia określonego działania do czasu ich zrealizowania,
- możliwość oceny prawidłowości działania użytkownika.

Można także wymienić szereg negatywnych cech powszechnego stosowania procedur. Ilość zagrożeń związanych ze stosowaniem procedur rośnie ze zwiększaniem się wyjątkowości sytuacji, której dotyczą.

Pierwszym niebezpieczeństwem może być błąd w wyborze właściwej procedury (czego uniknięcie powinno być zapewnione także odpowiednią procedurą).

Po drugie, w sytuacjach wykraczających poza ramy przygotowanych procedur personel może łatwo znaleźć się w sytuacji, w której nie będzie zdolny do wyboru optymalnej metody działania. Codzienna praktyka pokazuje, że życie jest bogatsze od wyobraźni autorów procedur i może zdarzyć się sytuacja wcześniej nieprzewidziana. Z wielu przyczyn, wśród których często znaczenie ma niekompetencja personelu, taka sytuacja może stać się szczególnie groźna, a zastosowanie niewłaściwej procedury może znacząco pogorszyć skutki zdarzenia.

Po trzecie, powszechna jest zła praktyka rozliczania personelu tylko odnośnie przestrzegania procedur, niezależnie od skutków zdarzenia, powstałych pomimo zastosowania nawet właściwej procedury. Autor niniejszego artykułu uważa, że stosowanie procedur nie może być traktowane jako zwolnienie personelu z obowiązku myślenia. Każda procedura powinna zaczynać się więc od stwierdzenia, że: *„zastosowanie niniejszej procedury nie zwalnia jej wykonawcy z myślenia, w tym oceny prawidłowości podejmowanych działań oraz ich skutków”*.

Za właściwe przygotowanie wszelkich procedur określających działania związane z prowadzeniem ruchu kolejowego, zwłaszcza związanych z zapewnieniem jego bezpieczeństwa, powinien odpowiadać opracowany i wdrożony system bezpieczeństwa, którego zasady są w ogólności niezależne od systemu technicznego, którego dotyczą. Dla systemu kolejowego wymagania dla systemu zarządzania bezpieczeństwem dla kolei zawarte są w dyrektywie w sprawie bezpieczeństwa kolei [9, 10].

4. Działanie urządzeń w stanie usterki

Jedną z sytuacji wyjątkowych w procesie użytkowania urządzenia lub systemu technicznego jest wystąpienie jego usterki. Urządzenie może znaleźć się wówczas w stanie niepełnej sprawności (funkcjonalności), jednak z zachowaniem możliwości dalszego działania, w określonym, ograniczonym zakresie. W dokumentach angielskojęzycznych taki tryb działania urządzenia lub systemu, umożliwiający jego dalsze częściowe wykorzystywanie jest określany jako „degraded mode”. Przygotowana dokumentacja eksploatacyjna przewiduje zazwyczaj możliwość wystąpienia określonych usterek i uszkodzeń oraz podaje sposób postępowania w danej sytuacji. W odniesieniu do większości urządzeń i systemów, których prawidłowe działanie warunkuje zapewnienie bezpieczeństwa ruchu kolejowego wyodrębnia się zwykle grupę zdarzeń, przy których zaistnieniu możliwa jest kontynuacja bezpiecznej jazdy pociągów. W wielu przypadkach wymaga to jednak częściowego lub całkowitego przeniesienia odpowiedzialności za nadzór nad bezpieczeństwem z urządzeń na człowieka. Wiąże się to jednak z konsekwencjami, które zostaną omówione w dalszej części artykułu. Tak ogólne stwierdzenia, jak przedstawione powyżej, dotyczą zarówno urządzeń i obiektów infrastruktury kolejowej, jak

i pojazdów. Najprostszym przykładem może być stwierdzenie uszkodzenia nawierzchni kolejowej. Stopień tego uszkodzenia może pozwalać na przejazd pociągu przez miejsce o ograniczonych parametrach eksploatacyjnych, a wprowadzony tryb działania w stanie usterki wiąże się z ograniczeniem prędkości przejazdu np. do 20 km/h. Przykładem dotyczącym pojazdu szynowego może być uszkodzenie lokomotywy polegające np. na połamaniu pantografu. Taki stan usterkowy pozwoli na dalszą jazdę po usunięciu zbędnych pozostałości uszkodzonego elementu, zagrażających spowodowaniem zwarcia oraz przełączeniu urządzeń na odbiór zasilania pojazdu przez drugi, sprawny pantograf.

Zwykle sytuacja jest o wiele bardziej złożona, gdy dotyczy urządzeń sterowania ruchem kolejowym (*srk*), zarówno pokładowych, jak i szeroko rozumianych urządzeń przytorowych. Dla prostych systemów, wykorzystujących starsze technologie, jak mechaniczne i elektromechaniczne (przełącznikowe) urządzenia *srk*, liczba stanów usterkowych jest zwykle mniejsza, ograniczone są także możliwości działania w takim stanie. Często sprowadza się to do bezpośredniego przeniesienia odpowiedzialności na człowieka, który wydaje zezwolenie na jazdę drogą rozkazu pisemnego lub po prostu wyświetlenia sygnału zastępczego. W takim stanie zwykle bardzo ograniczone lub nawet całkowicie wyłączone zostają funkcje kontrolne urządzeń *srk*, w normalnym stanie zapewniające bezpieczeństwo ruchu pociągów na wymaganym poziomie. Sytuacja jest o wiele bardziej złożona w przypadku nowoczesnych, elektronicznych, zwłaszcza skomputeryzowanych urządzeniach *srk*. Urządzenia takie projektowane są w sposób zapewniający wymagany poziom bezpieczeństwa, w którym zgodnie z normą PN-EN 50129 dotyczącą bezpiecznych elektronicznych systemów sterowania ruchem [11], wartość współczynnika tolerowanego zagrożenia (THR) na godzinę i na funkcję jest mniejsza niż 10^{-8} . Taki, najwyższy, czwarty poziom integralności bezpieczeństwa jest oznaczany jako SIL-4 i jest wymagany w szczególności dla urządzeń odpowiedzialnych za bezpieczne prowadzenie ruchu pociągów. Według różnych źródeł poziom niezawodności człowieka w najlepszym razie, przy szczególnie sprzyjających warunkach i wsparciu przez urządzenia techniczne nie jest lepszy niż 10^{-5} , a w najgorszym przypadku, w sytuacji stresowej, może spaść nawet do poziomu gorszego niż 10^{-1} !!! Wartości takie przytoczono za normą ISO 61508 w pracy Narodowego Centrum Badań Jądrowych w Świerku odnośnie wymagań bezpieczeństwa dla elektrowni jądrowych [12]. Należy więc zwrócić baczność uwagę na fakt, że w każdym przypadku przeniesienie odpowiedzialności za bezpieczeństwo z urządzeń *srk* spełniających wymagania SIL-4 na człowieka wiąże się ze zwiększeniem wartości współczynnika zagrożenia od 10^3 do nawet 10^8 razy. Do tego dochodzi także zwykle o wiele dłuższy czas reakcji człowieka na zmieniającą się sytuację od odpowiedniej reakcji urządzeń.

5. Przejmowanie przez człowieka od urządzeń kontroli nad bezpieczeństwem

Należałoby rozważyć dwa rodzaje sytuacji, w których może nastąpić przejście przez człowieka bezpośredniej kontroli nad prowadzeniem ruchu pociągów, czyli wydawania zezwolenia na ich jazdę. Do pierwszej grupy sytuacji należy zaliczyć te wszystkie przypadki, gdy urządzenia albo są w pełni sprawne, albo występują tylko drobne zakłócenia operacyjne (jak np. przepalenie się żarówki sygnalizatora) lub usterki. W tych przypadkach przejście kontroli przez człowieka ma na celu przede wszystkim usprawnienie (przyspieszenie) przejazdu pociągu przez obszar, w którym:

- występują określone ograniczenia, związane z zaprojektowaną funkcjonalnością systemu, zwykle podporządkowaną celowi nadrzędnemu, jakim jest zapewnienie bezpieczeństwa ruchu pociągów,
- występują skutki oddziaływania danej usterki, o ile ona zaistniała.

Należy zwrócić uwagę, że w obu sytuacjach przejście kontroli przez człowieka wiąże się w oczywisty sposób ze zmniejszeniem bezpieczeństwa. W tym pierwszym przypadku podstawowym powodem przejścia kontroli jest bowiem chęć skrócenia czasu jazdy pociągu. Zakładając nawet, że poziom bezpieczeństwa operatora (człowieka) nie różni się od poziomu SIL urządzeń, co oczywiście nie jest prawdą, zamierzone przyspieszenie jazdy pociągu wymaga obejścia jakichś ograniczeń, na co normalnie nie pozwalają urządzenia *srk* właśnie ze względu na bezpieczeństwo. W drugim przypadku należy rozważyć dwa warianty. W jednym z nich możliwe jest prowadzenie ruchu z pewnymi obostrzeniami i wówczas mogą być do tego celu bezpośrednio wykorzystywane urządzenia *srk*, co jednak zwykle wiąże się z wydłużeniem czasu przejazdu pociągu, gdyż naruszona jest jakaś funkcjonalność systemu, która ze względów bezpieczeństwa wymaga wprowadzenia ograniczeń. W drugim wariantcie, w którym usterka wyklucza możliwość bezpośredniego prowadzenia ruchu przez urządzenia, nadal możliwe i zasadne jest wykorzystywanie działających funkcji systemu. Niestety urządzenia są zwykle projektowane w taki sposób, aby możliwe było całkowite przejście kontroli przez człowieka. Wydaje się jednak, że wraz ze stopniem rozwoju skomputeryzowanych systemów *srk* w sytuacji tylko częściowej utraty funkcjonalności urządzeń nie powinno być dopuszczalne całkowite zrezygnowanie z tych funkcji zapewniających bezpieczeństwo, które projektanci systemu uznali jako nadal sprawne pomimo trwania określonej usterki, bowiem jak uzasadniono powyżej, stopień ryzyka przy działaniu człowieka jest znacznie większy niż dla urządzeń. Jeśli te funkcje systemu urządzeń *srk*, które są nadal sprawne mogą stwierdzić, że określone działanie człowieka może doprowadzić do wypadku, urządzenia te powinny blokować możliwość wykonania polecenia operatora. Zakładając, że z wielu powodów, w tym także częściowo dotychczasowych zasad konstruowania urządzeń *srk*, ostateczne obejście blokad wprowadzanych przez urządzenia powinno być możliwe. Jednak dostęp do takiego obejścia i wszystkie elementy związane z wymaganiami odpowiednich procedur koniecznych do jego zrealizowania powinien być na tyle złożony, by jego

wykorzystanie nie mogło powodować skrócenia czasu przejazdu pociągu, aby nie zachęcać obsługi do omijania zabezpieczeń. Należy wreszcie przyjąć, że zapewnienie bezpieczeństwa ruchu kolejowego jest celem nadrzędnym w stosunku do potrzeby zachowania zakładanego czasu jazdy pociągów. Jako dygresję można tu stwierdzić, że zdaniem autora całkowitym nieporozumieniem jest np. praktyka karania dyżurnych ruchu za ewentualne spowodowanie wydłużenia czasu jazdy (opóźnienia) pociągów. Zachęca to do pomijania określonych elementów procedur, w szczególności związanych z bezpieczeństwem. Dochodzi do tak paradoksalnych sytuacji, że dyżurny ruchu stwierdzając zaistniałe zagrożenie zbyt długo lub wcale nie wykorzystuje dostępnej funkcji „Radiostop” obawiając się, że jego działanie spowoduje opóźnienia większej liczby pociągów, niż ten, którego dotyczy zagrożenie i tak długo jak to możliwe usiłuje wykorzystać inne środki łączności oraz sterowania ruchem.

Analizując w uproszczeniu proces przejmowania odpowiedzialności za bezpieczeństwo z urządzeń na człowieka będącego ich operatorem, w przypadku kolei zwykle z urządzeń *srk* na dyżurnego ruchu, a w przypadku pokładowych urządzeń bezpiecznej kontroli jazdy pociągu na kierującego pojazdem kolejowym (maszynistę) należy wziąć pod uwagę, że:

- z jednej strony, większość możliwych sytuacji, w tym stanów usterkowych, zostaje dogłębnie przemyślana w procesie projektowania i konstrukcji urządzeń, a następnie sprawdzona w procesie ich testowania oraz sukcesywnie weryfikowana w trakcie eksploatacji urządzeń; przy tym inżynierowie, projektanci i inne osoby zaangażowane w proces powstania danego typu urządzeń pracują normalnie w sytuacji pozbawionej presji wynikającej z działania w czasie rzeczywistym oraz w związku z tym pozbawionej stresu; do tego łączny zasób wiedzy wszystkich osób związanych z powstawaniem urządzeń oraz procedur ich użytkowania przekracza oczywiście możliwości poznawcze pojedynczego użytkownika;
- z drugiej strony, w przeciwieństwie do powyższych okoliczności, użytkownik stykający się z sytuacją usterkową, lub choćby przejmujący odpowiedzialność z innych względów, jak np. zamiar skrócenia czasu jazdy pociągu, zwykle znajduje się pod określoną presją, związaną z zaistniałą sytuacją; może to być chęć skrócenia czasu jazdy pociągu, a częściej uniknięcia jego wydłużenia na obsługiwanym posterunku ruchu, co grozi dyżurnemu ruchowi karami finansowymi za spowodowanie opóźnień; wykonywanie czynności w stresie może wiązać się także z zaistnieniem sytuacji nietypowej, takiej jak powstanie usterki lub uszkodzenia urządzeń *srk* i konieczności podejmowania związanych z tym działań, zwykle istotnie zwiększających odpowiedzialność na skutek utraty wsparcia dawanego przez działające prawidłowo urządzenia.

Z powyższego porównania wynika, że zagrożenie zaistnieniem błędu w działaniu człowieka niż urządzeń jest zwiększone dodatkowo również z tego powodu, że w rzeczywistych warunkach eksploatacyjnych, działając zwykle samodzielnie, znajduje się on pod znacznie większą presją, niż zespół osób tworzących dany sys-

tem. Dlatego też wszelkie rozstrzygnięcia zaszyte w algorytmach działania urządzeń powinny być, i za wyjątkiem zupełnie wyjątkowych, mało prawdopodobnych sytuacji, normalnie są dużo bardziej racjonalne niż decyzje człowieka użytkującego system, działającego do tego w stanie stresu. Z takiego powodu typowym rozwiązaniem w systemach związanych z bezpieczeństwem, takich jak np. wykorzystywane w sterowniach elektrowni jądrowych jest natychmiastowe odcięcie manipulatorów dostępnych dla operatora systemu w przypadku zaistnienia istotnej usterki, gdyż ewentualne działania człowieka związane są z dużo większym ryzykiem niż odpowiednie działania wykonywane automatycznie przez system.

6. Podsumowanie

Przedstawione powyżej rozważania dotyczące bezpieczeństwa działania urządzeń i systemów technicznych w zestawieniu z prowadzeniem przez człowieka czynności związanych z zapewnieniem bezpieczeństwa prowadzi do konkluzji, że zapewne doszliśmy już do takiego stopnia rozwoju urządzeń, iż nie ma uzasadnienia stosowanie dotychczasowej zasady bezwzględnego priorytetu decyzji podejmowanych przez człowieka nad wynikami działania urządzeń.

Wydaje się więc zasadne sformułowanie następującej tezy: stan zaawansowania technicznego współczesnych urządzeń i systemów sterowania ruchem kolejowym powinien prowadzić do wprowadzenia w nich standardowo takich rozwiązań, że:

- podjęcie przez operatora systemu czynności sprzecznych z wynikami działania wewnętrznych algorytmów systemu, zwłaszcza decyzji powodujących bezpośrednie zagrożenie wypadkiem, powinno być albo niemożliwe, albo co najmniej znacznie utrudnione,
- przejmowanie odpowiedzialności za bezpieczne prowadzenie ruchu przez człowieka w razie poprawnej pracy urządzeń lub w sytuacji zakłóceń operacyjnych lub mało istotnych usterek nie powinno być możliwe lub być utrudnione w takim stopniu, aby nie było zasadne jego wykorzystywanie w celu skrócenia czasu jazdy pociągu, gdyż zawsze wiąże się to ze zmniejszeniem bezpieczeństwa.

Należy także pamiętać, aby nie nadużywać terminu „czynniki ludzki”, zwłaszcza w sytuacji publicznej analizy skutków zaistniałych wypadków. Praktyka pokazuje, że sprawcami poszczególnych zdarzeń są zazwyczaj po prostu ludzie, którzy nie wykonują należycie swoich obowiązków, podejmują w sposób celowy lub niezamierzony nieprawidłowe działania, niezgodnie z obowiązującymi procedurami, instrukcjami i przepisami prowadząc tym do sytuacji niebezpiecznej, często zakończonej wypadkiem. Zdarzenia, w których okoliczności zewnętrzne, niezależne od osoby wykonującej określone czynności, mają taki wpływ na tą osobę, że niezależnie od jej indywidualnych predyspozycji prowadzą do popełnienia przez nią błędu skutkującego zagrożeniem bezpieczeństwa lub wypadkiem są w praktyce bardzo rzadkie. Tylko w razie potwierdzonych takich sytuacji uprawnione jest wiązanie

wpływu „czynnika ludzkiego” na zaistnienie zdarzenia. W pozostałych, typowych sytuacjach nadużywanie tego terminu prowadzi do niekorzystnego rozmywania odpowiedzialności ludzkiej za wykonywane działania i poddają w wątpliwość prawidłowe funkcjonowanie urządzeń i systemów technicznych oraz zmniejszenie zaufania do nich i ich twórców. W szczególności dotyczy to urządzeń wykorzystywanych dla zapewnienia bezpieczeństwa ruchu kolejowego, a tym samym pośrednio zaufania do kolei, która w rzeczywistości jest obok lotnictwa najbezpieczniejszym środkiem transportu.

Bibliografia

- [1] <http://www.merriam-webster.com/>, Merriam-Webster dictionary, Encyclopaedia Britannica company.
- [2] http://www.who.int/patientsafety/research/methods_measures/human_factors/en/.
- [3] <http://ergonomics.about.com/od/glossary/g/defhumanfactors.htm>.
- [4] <http://www.hfes.org/web/educationalresources/hfedefinitionsmain.html>.
- [5] <http://www.hf.faa.gov/docs/508/docs/HForder.pdf>.
- [6] http://trb.org/publications/nchrp/nchrp_w70.pdf.
- [7] Raport Nr PKBWK/1/2013 z badania poważnego wypadku kat. A 01 zaistniałego w dniu 03 marca 2012 r. o godz. 20:55 na szlaku Sprowa – Staryzyny w torze nr 1 w km. 21,250 linii kolejowej nr 64 Kozłów – Koniecpol, obszar zarządcy infrastruktury PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Zakład Linii Kolejowych w Kielcach. Raport zatwierdzony Uchwałą Państwowej Komisji Badania Wypadków Kolejowych Nr 2/PKBWK/2013, Warszawa, 15 lutego 2013 r. <http://www.transport.gov.pl/files/0/1796009/zalobwpoz132013.pdf>.
- [8] PN-EN ISO 9000:2006P Systemy zarządzania jakością – Podstawy i terminologia.
- [9] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/110/WE z dnia 16 grudnia 2008 r. zmieniająca dyrektywę 2004/49/WE w sprawie bezpieczeństwa kolei wspólnotowych (dyrektywę w sprawie bezpieczeństwa kolei), Dz. U. L 345/62 z 23.12.2008.
- [10] Dyrektywa 2004/49/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie bezpieczeństwa kolei wspólnotowych oraz zmieniająca dyrektywę Rady 95/18/WE w sprawie przyznawania licencji przedsiębiorstwom kolejowym, oraz dyrektywę 2001/14/WE w sprawie alokacji zdolności przepustowej infrastruktury kolejowej i pobierania opłat za użytkowanie infrastruktury kolejowej oraz certyfikację w zakresie bezpieczeństwa (Dyrektywa w sprawie bezpieczeństwa kolei), Dz. U. L 220 z 21.06.2004.

-
- [11] PN-EN 50129:2007P Zastosowania kolejowe - Systemy łączności, przetwarzania danych i sterowania ruchem – Elektroniczne systemy sterowania ruchem związane z bezpieczeństwem.
- [12] Wykorzystanie probabilistycznych analiz bezpieczeństwa (PSA) w tworzeniu wymogów bezpieczeństwa dla elektrowni jądrowych. dr Mieczysław Borysiewicz, Warszawa, grudzień 2010, http://www.ncbj.gov.pl/sites/default/files/repository/2344/Raport%20A_PSA_M_Borysiewicz_2010_final_0.pdf