

Zmęczenie kierowców a bezpieczeństwo pracy

dr ANNA ŁUCZAK
dr KRYSZYNA ZUŻEWICZ
Centralny Instytut Ochrony Pracy
– Państwowy Instytut Badawczy

Wstęp

Dla kierowców, zwłaszcza prowadzących pojazd w nocy, zmęczenie stanowi poważny problem. Jest ono stanem obniżonej czujności umysłu, który doprowadza do osłabienia wydajności wielu wykonywanych zadań poznawczych i psychomotorycznych, wpływając negatywnie na bezpieczeństwo kierowania pojazdem. Dane zgromadzone na podstawie piśmiennictwa naukowego uzasadniają powody, dla których ciągle trwa poszukiwanie metod zapobiegania zmęczeniu kierowców zarówno przez zrozumienie mechanizmów fizjologicznych jak i przez rozwiązania techniczne. Jednym z powodów jest fakt, że zmęczenie stanowi ciągłe ryzyko zawodowe dla zawodowych kierowców lub jakichkolwiek kierowców pokonujących długie dystanse, którzy muszą przestrzegać rozkładów pracy i pracują w systemie zmianowym, w tym także w nocy. Zmęczenie, osłabiając zdolności poznawcze, może mieć także niekorzystny wpływ na zdolność kierowcy do samooceny poziomów czujności niezbędny w celu kontynuowania bezpiecznej jazdy.

Pojęcie *zmęczenie* nie jest jednoznacznie zdefiniowane. Określa się je najczęściej jako stan wewnętrzny, polegający na obniżeniu zdolności do pracy, będący skutkiem uprzednio podjętego wysiłku. Czasem w definicjach zmęczenia można znaleźć odwołanie do odczuć subiektywnych, np. wrażenia złego samopoczucia lub stanu niechęci do kontynuowania zadania [1]. Stan wewnętrzny określany jako zmęczenie oznacza z kolei obniżoną gotowość do działania zarówno na poziomie procesów fizjologicznych jak i psychicznych, co wyraża się pogorszeniem sprawności różnorodnych funkcji poznawczych i psychomotorycznych [2].

W przypadku *zmęczenia kierowców* problem wydaje się bardziej złożony, ponie-

Zawód kierowcy należy do kategorii trudnych i niebezpiecznych, i z tego względu od wykonujących go osób wymaga się szczególnych predyspozycji psychofizycznych. Artykuł poświęcony jest problematyce zmęczenia kierowców. Omówiono w nim różne kategorie zmęczenia związane z pracą kierowcy, ich przyczyny, wpływ zmęczenia kierowcy na bezpieczeństwo jazdy oraz podstawowe zasady zapobiegania zmęczeniu podczas prowadzenia pojazdu.

Driver's fatigue and dangerous jobs

Driver's profession is covered by the group of difficult and dangerous jobs. This kind of jobs requires the particular psychophysiological human abilities. The main categories of driver's fatigue, their reasons and the effect of driver's fatigue for safety driving as well as the principles of driver's fatigue prevention are presented in paper.

waż tu zmęczenie definiuje się najczęściej w sposób operacyjny, tj. przez odwołanie się do innych zjawisk, jak senność, ospałość, mikrodrzemki, obniżony poziom uwagi i gotowości do działania, obniżona czujność, wahania w zakresie sprawności działania, skłonność do popełniania błędów. W przypadku kierowców prowadzących pojazd w nocy, trudno ocenić w jakim stopniu na obniżenie sprawności wpływa samo zmęczenie, a w jakim senność. Senność i ospałość odnosi się bowiem do nieodpartej potrzeby snu, która ma podłoże biologiczne, może też być skutkiem zmęczenia. Zmęczenie zaś wiąże się z niechęcią do kontynuowania podjętej uprzednio czynności, co wynika z fizycznego lub umysłowego wysiłku lub wykonywania tego samego zadania przez dłuższy czas.

Rodzaje zmęczenia kierowców

Czynniki mające wpływ na bezpieczeństwo pracy zawodowego kierowcy można ująć w czterech grupach: związane bezpośrednio ze stanowiskiem pracy, zależne od środowiska zewnętrznego, od organizacji

pracy i mające związek z samym kierowcą. Zmęczenie kierowcy jest efektem funkcjonowania w sytuacji ruchu drogowego, która jest układem wzajemnego oddziaływania czterech podstawowych elementów tej sytuacji, a mianowicie: kierującego pojazdem, jego pojazdu (sprawność techniczna i ergonomia stanowiska), zachowania się innych uczestników ruchu drogowego, oraz sytuacji na drodze (natężenie ruchu, widoczność, jakość nawierzchni drogi) [3]. Ze względu na złożoność sytuacji, w jakiej działa kierowca, wyróżnia się cztery podstawowe rodzaje zmęczenia, odnoszące się do różnych obszarów aktywności kierowców [4].

Pierwszy rodzaj to *zmęczenie mięśniowe*, które może być skutkiem zarówno gromadzenia się w nich produktów przemiany materii (np. kwasu mlekowego) jak i charakterystycznego dla pracy kierowcy obciążenia statycznego, wynikającego z jednakowej pozycji ciała w czasie prowadzenia pojazdu.

Inny rodzaj zmęczenia to *zmęczenie sensoryczne*, które oznacza obniżoną reaktywność narządów zmysłów, będącą skutkiem długotrwałej ekspozycji na określony rodzaj bodźców. W tym przypadku zwraca się uwagę na obciążenie wzroku kierowcy, wynikające np. z oślepienia przez światła innych pojazdów lub słońce znajdujące się nisko na horyzoncie, złego oświetlenia drogi, odbłasków na mokrej nawierzchni oraz obciążenie narządu słuchu, które wzrasta w warunkach długotrwałego prowadzenia pojazdu w ruchu miejskim.

Wymienia się także *zmęczenie umysłowe*, polegające na obniżeniu funkcji poznawczych, będące skutkiem obciążenia uwagi oraz monotonii warunków jazdy. Obciążenie uwagi kierowcy wynika z konieczności ciągłego skupienia na sytuacji panującej na drodze, aby nie przeoczyć żadnego istotnego sygnału: zmiany świateł,



znaków drogowych, pieszych wchodzących na jezdnię, ruchu innych pojazdów, zmiany warunków pogodowych, przy równoczesnym zachowaniu podzielności uwagi na wszystkich tych elementach. Badania prowadzone w Instytucie Transportu Samochodowego wykazały, że w trakcie wykonywania przez kierowcę podstawowych manewrów, większość procesów przypada na uwagę [5]. Spadek funkcji poznawczych kierowców występuje również na skutek monotonii, która stanowi szczególny czynnik obciążający w trakcie jazdy na długich trasach oraz w porze nocnej.

Ostatni rodzaj zmęczenia to *zmęczenie emocjonalne*, pojawiające się jako odpowiedź na działanie czynników stresowych, takich jak presja czasu towarzysząca kierowcy, konflikty z pasażerami itp.

Czynniki wywołujące zmęczenie kierowców

Poza obciążeniem statycznym, umysłowym i obciążeniem narządów zmysłów, na rozwój zmęczenia kierowców ma wpływ wiele innych czynników, które można podzielić na dwie grupy: *czynniki związane z warunkami zewnętrznymi* (czynniki sytuacyjne) oraz *związane z samym kierowcą*. Do czynników sytuacyjnych zalicza się mikroklimat kabiny pojazdu (temperaturę, wilgotność oraz przepływ powietrza), wibracje oraz niewłaściwą organizację pracy związaną z długością jazdy i częstością jazd w nocy [4]. Skutki fizjologiczne działania wymienionych czynników środowiska pracy zależą od ich charakterystyk fizycznych, zależnych od eksploatowanego sprzętu oraz czasu ekspozycji. W ostatnich latach przeprowadzono badania poszerzające wiedzę o skutkach fizjologicznych wibracji o różnych częstotliwościach. Występujące w pojazdach

wibracje są z reguły złożone. Przebiegają jednocześnie w różnych kierunkach i są urozmaicone wstrząsami o różnej sile. W badaniach laboratoryjnych potwierdzono, że pionowa wibracja całego ciała o częstotliwości 1-10 Hz może wywołać zmęczenie. Stwierdzono, że wibracje o różnych częstotliwościach wywołują różny poziom stresu psychicznego i zmęczenia u zdrowych kierowców. Wykazano, że wibracja pionowa o niskiej częstotliwości 1-2 Hz sprawia, że zmęczenie kierowcy podczas jazdy na długich trasach narasta stopniowo i stale.

Kierowcy zawodowi przewożący ludzi i towary na długich trasach, często zmuszeni są do kierowania pojazdem w nocy. Jest to pora korzystna ze względu na znacznie mniejsze natężenie ruchu drogowego, ale też bardzo niekorzystna ze względu na odczuwane przez kierowcę zmęczenie czy narastającą senność. Chroniczny niedostatek snu, zaburzenia snu oraz sen w ciągu dnia zastępujący wypoczynek nocny, uznawane są za główne przyczyny zmęczenia kierowców i powodowanych przez nich wypadków drogowych [2,6]. Badania wykazały, że pozbawienie snu, które stanowi istotny element zmęczenia kierowców, wywołuje wiele objawów istotnych dla bezpieczeństwa kierowców. Na przykład, pozbawienie snu przez 5 dni, poza pogorszeniem zakresu uwagi i pamięci oraz wydłużeniem czasu reakcji, spowodowało obniżenie sprawności w zakresie koordynacji wzrokowo-ruchowej i pamięci wzrokowej. W innych badaniach, po 64 godzinach nieprzerwanego stanu czuwania obserwowano spadek sprawności w zakresie procesów poznawczych, refleksu i uwagi. Jednak już znacznie krótszy okres pozbawienia snu może powodować niekorzystne zmiany w zakresie stanu emocjonalnego. Przykładem są wyniki badań przy 37-godzinnej bez-

senności, które wykazały ogólne pogorszenie nastroju i występowanie stanów lękowych. Jedną z istotnych konsekwencji deficytu snu u kierowcy, ze względu na bezpieczeństwo jazdy, jest występowanie mikrodrzemek. Stwierdzono, że około 10% kierowców w czasie jazdy nocnej zapada na mikrodrzemki [7]. Przewlekłe uczucie zmęczenia i łatwość zasypiania, także w ciągu dnia, to problem kierowców w wieku średnim i starszych, cierpiących na samoistny bezdech nocny.

Do czynników wpływających na zmęczenie prowadzeniem pojazdu i związanych bezpośrednio z kierowcą zalicza się m.in. wiek, kondycję psychofizyczną i zdrowotną, czas prowadzenia pojazdu, liczbę godzin snu poprzedzającego jazdę samochodem, indywidualny przebieg okołodobowych rytmów biologicznych w zakresie funkcji mających związek ze sprawnością psychofizyczną kierowcy, stosowane regularnie leki oraz używanie alkoholu. Podkreśla się także rolę czynników osobowościowych i temperamentalnych w procesie rozwoju zmęczenia u kierowców. Wyniki badań wskazują na związek ekstrawersji oraz skłonności do poszukiwania doznań (*sensation seeking*) ze zmęceniem kierowców. Okazało się, że osoby mające duże zapotrzebowanie na stymulację (wysoki poziom w zakresie cechy „poszukiwanie doznań”), podobnie jak osoby ekstrawertywne, czyli poszukujące stymulacji nie w sobie, ale w środowisku zewnętrznym – wykazują szybsze narastanie zmęczenia w czasie prowadzenia pojazdu w sytuacji monotonnej w porównaniu z introwertykami i osobami o małej skłonności do poszukiwania doznań.

Biorąc pod uwagę czynniki mające wpływ na zmęczenie kierowców, wyróżnia się grupy szczególnego ryzyka związanego z powodowaniem wypadków drogowych na skutek

zmęczenia. Do grup tych zalicza się młodych kierowców poniżej 26. roku życia, kierowców pracujących w systemie zmianowym, kierowców ciężarówek, kierowców wykonujących dodatkowe zawody, śpiących mniej niż 6 godzin na dobę, prowadzących pojazdy na długich trasach, regularnie zażywających leki oraz kierowców ze zdiagnozowanymi zaburzeniami snu.

Wpływ zmęczenia kierowców na bezpieczeństwo jazdy

Już w klasycznej literaturze na temat zmęczenia kierowców wskazuje się na „przedłużenie się czasu reakcji” oraz „wahania i pogorszenie uwagi” jako podstawowe objawy zmęczenia psychicznego u kierowców. W przypadku uwagi, pod wpływem zmęczenia zmniejsza się jej zakres, co może pociągać za sobą nawet ograniczenie pola widzenia. Zmęczenie kierowcy wpływa również na pogorszenie percepcji wzrokowej, co skutkuje m.in. wydłużeniem czasu powrotu do normalnego widzenia po oślepieniu światłami innego pojazdu, stwarzające istotne zagrożenie wypadkowe podczas jazdy nocą [8]. Inne objawy zmęczenia kierowcy to problemy z przetwarzaniem informacji i pamięcią krótkotrwałą, spadek poziomu czujności oraz sprawności w prowadzeniu pojazdu. Wyniki badań polskich wskazują na cztery zasadnicze wskaźniki sprawności psychofizycznej kierowców, które ulegają pogorszeniu pod wpływem zmęczenia, a mianowicie: stałość reakcji, szybkość i zakres spostrzegania, uwaga oraz szybkość reakcji [4].

Krytyczne godziny jazdy

Na podstawie analiz wypadków z uwzględnieniem godziny ich zaistnienia można w ciągu doby wyróżnić przedziały czasowe charakteryzujące się wzrostem ryzyka wystąpienia



zdarzenia wypadkowego. Dla kierowców prowadzących pojazd w nocy „najtrudniejsze” godziny jazdy to 24:00 do 03:00. Człowiek ma ograniczoną zdolność do pracy w nocy, a ograniczenie to wynika ze zmienności dobowej w funkcjonowaniu poszczególnych jego układów (krwionośnego, nerwowego, oddechowego) czy narządów [9]. U człowieka pracującego podczas dnia i śpiącego w nocy zdolność do pracy określa tzw. krzywa dobowej zdolności do pracy Lehmana. W ciągu godziny po obudzeniu zdolność do pracy wzrasta, osiągając poziom powyżej średniego dobowego, utrzymując się w ciągu całego dnia z niewielkim tylko obniżeniem we wczesnych godzinach popołudniowych. Natomiast u osób pracujących w godzinach nocnych sprawność zarówno do pracy fizycznej jak i umysłowej obniża się, osiągając najniższy poziom w godzinach 02:00 – 03:00 [10]. Po upływie około 5 godzin od podjęcia porannej aktywności, czyli między godz. 12:00 i 14:00, obserwuje się nieznaczny spadek aktywności mylnie łączony z potrzebą spożycia posiłku. Jest to pora zwiększonego ryzyka popełnienia błędów, czy zaistnienia zdarzenia wypadkowego w wyniku obniżonej sprawności kierowcy, przejściowego uczucia senności czy wystąpienia mikrodrzemki. Do krytycznych godzin jazdy zalicza się też pierwsze dwie godziny prowadzenia pojazdu, podczas których wypoczęty zazwyczaj kierowca skłonny jest do przeceniania własnych możliwości. Ponadto, na początku trasy uwagę kierowcy może rozpraszać np. planowanie drogi czy czasu przejazdu. Krytyczne są również dwie ostatnie godziny jazdy, kiedy zmęczony kierowca, będąc blisko celu podróży, chce jak najszybciej do niego dotrzeć.

Rola drzemek w zapobieganiu zmęczeniu i senności

Wyniki badań naukowych wykazały, że drzemki w dowolnym okresie przedłużonego czasu czuwania przynoszą zdecydowane korzyści w zakresie takich sprawności, jak czas reakcji i odciążenie umysłu, nie są jednak korzystne dla nastroju i subiektywnie odczuwanej senności. Korzyścią profilaktycznych drzemek jest to, że wydają się one poprawiać sprawność tak samo, jeżeli nie lepiej niż drzemki regeneracyjne po upływie 30 i 42 godzin czuwania. Badania wykazały, że drzemki w różnych porach dnia i nocy są korzystne dla utrzymywania bądź odzyskiwania sprawności. Korzystniejsze są drzemki popołudniowe i wczesno-wieczorne w porównaniu z porannymi. Badania wskazują, że senność i pogorszenie nastroju

po przebudzeniu z drzemki rzadziej występują po około 2-godzinnych drzemkach pomiędzy godzinami 15:00 i 17:00 oraz 19:00 i 20:00 niż po drzemkach w godzinach rannych. Po 24-godzinnym okresie bez snu, drzemka trwająca do 1,5 godziny nie jest uważana za wystarczającą do utrzymania normalnej czujności.

W wyniku badań nad snem osób aktywnych w nocy oraz pracujących w warunkach wymuszonej wielodobowej aktywności powodującej niedobór snu, naukowcy określili krótkie okresy snu, stanowiące mniej niż 50% przeciętnego snu nocnego, występujące podczas dnia, jako wystarczające do zastąpienia snu, w celu zapobiegania obniżeniu wydajności pracy i nastroju. Stwierdzono, że minimalny czas snu zapobiegający znacznemu wzrostowi senności oraz obniżeniu sprawności nie może być krótszy niż 4-5 godz. dziennie, przy czym długość „obowiązkowego” snu jest taka sama w przypadku osób długo śpiących, które zazwyczaj śpią 9 godzin w ciągu nocy, jak i krótko śpiących, czyli śpiących zazwyczaj 6 godz.

Wyróżnia się sześć czynników uważanych za istotne w celu określenia minimalnego okresu snu, niezbędnego do utrzymania sprawności człowieka. Są to: długość okresu bezsenności, długość okresu drzemki, okołodobowa pora drzemki, czas pomiędzy końcowym okresem drzemki a początkiem pomiaru sprawności po zakończeniu drzemki, okołodobowa pora wykonywania zadań oraz rodzaj wykonywanego zadania.

Inną grupą są badania mierzące do określenia długości snu właściwego, koniecznego do odzyskania pełnej sprawności po przedłużonych okresach czuwania. Stwierdzono, że aby odzyskać sprawność po przedłużonych okresach czuwania potrzebny jest sen dłuższy od zwyczajowego. Po 16-godzinnym okresie czuwania sen powinien trwać około 8 godzin, po 24-godzinnym okresie ciągłej pracy – około 12 godzin, po 36-48-godzinnym okresie ciągłej aktywności – 12 do 14 godzin, zaś po 72-godzinnym okresie – potrzeba aż 2-3 dni z 12-14-godzinnym snem. W innych badaniach wykazano, że około 3-godzinny sen po 36 godzinach pracy powoduje odzyskanie jedynie około





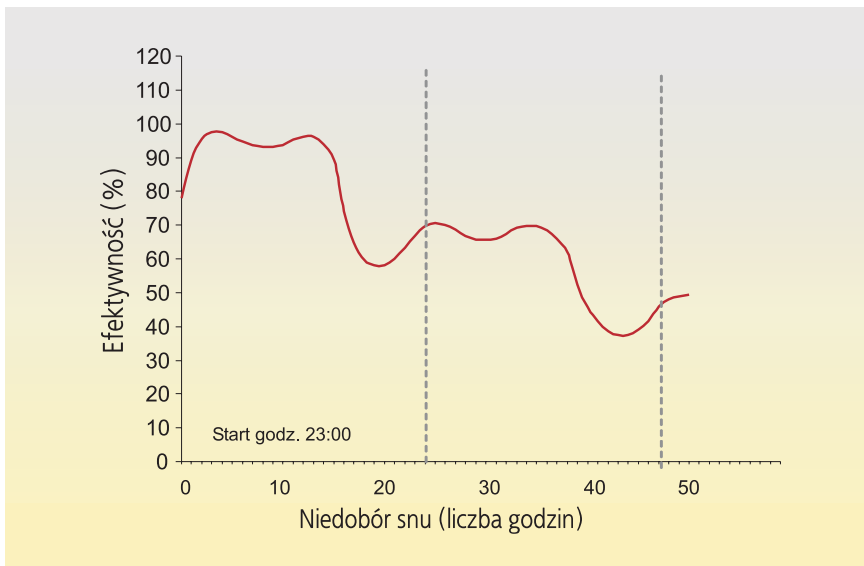
60% wyjściowej sprawności, 4-godzinny sen – około 70%, a dopiero 12-godzinny sen – pozwala na odzyskanie około 100% wyjściowej sprawności [11].

Do oceny zmęczenia i senności stosuje się też inny parametr – częstość mrugania (wykładnik stresu, senności i zmęczenia) często łączony z ciągłą rejestracją mimiki

świadomość znacznych ograniczeń w tym zakresie, będących skutkiem zmęczenia oraz sposobów zapobiegania zmęczeniu na długich trasach, podczas jazdy nocą lub w ruchu miejskim w istotnym stopniu podnosi bezpieczeństwo zarówno osób wykonujących trudny zawód kierowcy jak i wszystkich uczestników ruchu drogowego.

PIŚMIENICTWO

- [1] Sillamy N. *Słownik psychologii*. Wydawnictwo „Książnica”, Katowice 1989
- [2] Ayati E. *Drowsiness and fatigue. The most frequent causes of severe accidents among heavy vehicle drivers in Iran*. International Conference on Traffic & Transport Psychology. Nottingham 2004, 2004. <http://www.psychology.nottingham.ac.uk>
- [3] Markowski A. *Badania lekarskie i psychologiczne kierowców w Polsce*. 36 Kongres CIECA, Warszawa 26-29 maja 2004. <http://www.krbrd.gov.pl/aktualności>, 2004
- [4] Bąk J. *Zmęczenie kierowcy: przyczyny, skutki, zapobieganie*. „Bezpieczeństwo Ruchu Drogowego”, 1, 2003, str. 4-7
- [5] Bąk J. *Psychologiczne badania kierowców*. „Bezpieczeństwo Pracy” 6(395) 2004, str. 12-15
- [6] Zużewicz K., Konarska M. *Czas. Czwartym wymiar pracy*. „Bezpieczeństwo Pracy” 9(419) 2005, str. 2-4
- [7] Kwarecki K., Zużewicz K. *Rytm życia, rytm pracy*. „Bezpieczeństwo Pracy” 7-8(336-337) 1999, str. 29
- [8] Boesler P. *Zarys psychologii zapobiegania wypadkom drogowym*. Instytut Wydawniczy Związków Zawodowych, Warszawa 1981
- [9] Kwarecki K., Zużewicz K. *Rytm biologiczny człowieka*. W: *Patofizjologia – podręcznik dla studentów medycyny* (str. 916-936). S. Maśliński, J. Ryżewski (red.). PZWL, Warszawa 1998
- [10] Kwarecki K., Zużewicz K. *Cena strachu*. „Bezpieczeństwo Pracy” 9(338) 1999, str. 23-25
- [11] Naitoh P., Angus R. G. *Napping and human functioning during prolonged work*. In: *Sleep and Alertness: Chronobiological, Behavioral and Medical Aspects of Napping*. (eds.) D. F. Dinges and R. J. Broughton. Raven Press, Ltd., New York 1989, 221-246



Model prognozowania średniej znormalizowanej jakości wykonania zadania podczas całkowitego pozbawienia snu (mod. własna [11])

Model predictions for cognitive performance under total sleep deprivation [11]

Obecnie nie ma jednolitych kryteriów oceny zmęczenia kierowców zawodowych i między innymi z tego powodu nie są prowadzone systemowe badania w tym zakresie. Dotyczy to zwłaszcza oceny zmęczenia kierowców prowadzących pojazdy na długich trasach. Coraz częściej do uzyskania obiektywnego kryterium oceny zmęczenia kierowców wykorzystuje się ciągłą rejestrację czynności elektrofizjologicznej serca (EKG), zarówno w warunkach symulowanych (symulatory samochodu) jak i rzeczywistej jazdy. Rejestracja ta daje możliwość określenia kosztu fizjologicznego pracy, ocenę udziału składowych autonomicznego układu nerwowego w regulacji rytmu serca i pośrednio stresu towarzyszącego kierowaniu pojazdem oraz ocenę zaburzeń rytmiki okołodobowej parametrów związanych z układem krążenia.

twarży kierowcy (np. pod kątem objawów związanych z sennością i mikrodrzemkami). W warunkach laboratoryjnych, w badaniach na symulatorach pojazdu, podejmowane są próby oceny poziomu zmęczenia kierowcy przez zmiany obserwowane w zapisie elektroencefalograficznym (EEG).

Podsumowanie

Bezpieczne prowadzenie pojazdu wymaga od kierowcy wysokiego poziomu sprawności psychofizycznej. Z tego względu,

Publikacja opracowana na podstawie wyników uzyskanych w ramach II etapu programu wieloletniego pn. „Dostosowywanie warunków pracy w Polsce do standardów Unii Europejskiej” dofinansowywanego w latach 2005-2007 w zakresie badań naukowych przez Ministerstwo Edukacji i Nauki, w zakresie zadań służb państwowych przez Ministerstwo Pracy i Polityki Społecznej. Główny koordynator: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy