

SOME ERGONOMIC PROBLEMS OF UTILIZATION OF SIGNALING DEVICES OF THE MODERN AGRICULTURAL MACHINES

Summary

Information flow between agricultural machines and tractor is standardised by ISO 11783 (former DIN 9684). ISO-Bus connection between board computers of different agricultural machines and tractor is the solution of the complicated communication problems between electrical and electronic systems. However information transmission between machines and tractor is only a part of the information system inside farm and information system connecting farm with outside production environment (market, banks etc). From the ergonomic point of view whole system should be adapted to the user (operator). In ergonomics such problem is called as compatibility. Compatibility problems were presented in relation to technical equipment of the modern farm.

NIKTÓRE ERGONOMICZNE PROBLEMY UŻYTKOWANIA URZĄDZEŃ SYGNALIZACYJNYCH WSPÓŁCZESNYCH MASZYN ROLNICZYCH

Streszczenie

Przepływ informacji pomiędzy maszynami rolniczymi a ciągnikiem rolniczym sformalizowany jest normą ISO 11783 (wcześniej DIN 9684). Połączenie ISO-Bus pomiędzy komputerami pokładowymi różnych maszyn rolniczych i ciągnikiem jest rozwiązaniem skomplikowanych problemów komunikacji pomiędzy elektrycznymi i elektronicznymi systemami. Przepływ informacji pomiędzy maszynami a ciągnikiem jest tylko fragmentem systemu informacji wewnątrz gospodarstwa i systemu informacyjnego łączącego gospodarstwo z otoczeniem (rynek, banki itp.). Z ergonomicznego punktu widzenia cały system powinien być dostosowany do użytkownika (operatora). W ergonomii problem ten nazywany jest kompatybilnością. Problem ten przedstawiono w odniesieniu do technicznego wyposażenia nowoczesnego gospodarstwa rolniczego.

1. Wstęp

Informacja, w ogólnym znaczeniu tego określenia, jest wiadomością, która zmniejsza (lub eliminuje) niewiedzę (niepewność). W ergonomicznym systemie człowiek – maszyna nośnikiem tej wiadomości jest sygnał urządzenia specjalnie w tym celu skonstruowanego, tzw. urządzenia sygnalizacyjnego. Celem jego działania jest przekazywanie informacji operatorowi w formie dla niego zrozumiałej. Urządzenie sygnalizacyjne (sygnalizator) przekształca informację z „technicznego języka” na język zrozumiały dla człowieka [1]. Przykładowo: reakcja czujnika, umieszczonego w bloku cylindrowym silnika, na zmiany temperatury przekształcana jest w ruch wskazówki analogowego sygnalizatora na skali cyfrowej lub skali z zakresem stanu „podnormalnego”, „normalnego” i „nadnormalnego” temperatury układu chłodzenia. Urządzenia sygnalizacyjne przekazują informację zazwyczaj drogą wzrokową, rzadziej słuchową.

Podstawowe ergonomiczne zalecenia dotyczące urządzeń sygnalizacyjnych obejmują ich kształt, wielkość skali względem obserwatora, zasady grupowania na pulpitych (konsolach) sterowniczych, a także przestrzenne rozmieszczenie w polu widzenia [11]. Zalecenia te, a także inne, są na ogół spełniane przez producentów urządzeń sygnalizacyjnych.

2. Mierzenie informacji

Ilość informacji wyraża się najczęściej w bitach, tj. w jednostkach systemu dwójkowego. Formuły matematyczne do obliczenia informacji uzależniają zakres swego zastosowania,

tj. obliczeń, od (a) prawdopodobieństwa pojawienia się sygnału oraz (b) wpływu aktualnego sygnału na kolejny przekazywany operatorowi (tzw. redundancja) (por. np. [8]). Przykładowo: ilość informacji przekazywana przez urządzenie sygnalizacyjne z czterema równie prawdopodobnymi sygnałami wynosi 2 bity. Różne prawdopodobieństwo pojawienia się sygnału, lub uzależnienie jednego sygnału od innych sygnałów, zmniejsza ilość informacji.

Transmisję (przepływ) informacji wyraża się ilościowo w jednostkach strumienia informacji: bitach/sekundę. Mierzenie informacji, tj. ich ilości oraz strumienia przepływu, ma zasadnicze znaczenie dla oceny możliwości (1) spostrzeżenia przez operatora, (2) przetworzenia informacji oraz (3) reakcji.

Praktyczne mierzenie ilości informacji przekazywanych operatorowi jest metodycznie bardzo trudne. Określenie prawdopodobieństwa pojawienia się sygnału, bądź wzajemnych relacji pomiędzy sygnałami, wymaga rejestracji i analizy obrazu (lub sygnałów akustycznych) w laboratoryjnych lub rzeczywistych warunkach. Postępując w ten sposób Hagerer P., i Köbsell H. [3] określili, że podczas kombajnowego zbioru zbóż całkowity strumień informacji docierający do operatora wynosił od 1,30-8,82 bita/sek.

Dodajmy, że docierający do operatora strumień informacji obejmuje nie tylko sygnały z urządzeń sygnalizacyjnych, lecz także z innych źródeł. Podczas kombajnowego zbioru zbóż będą to – na przykład – informacje o pracy silnika i młocarni, wynikające z dźwięku towarzyszącego pracy tych zespołów, informacje o torze jazdy wynikające z obserwacji ładu zboża i ścierniska (przeszkód na polu) itd. Oddzielenie i ilościowe określenie tego strumienia informacji jest niezwykle trudne.

3. Ograniczenia człowieka

Jak już wspomniano, człowiek (operator) spostrzega sygnały zmysłami, przetwarza je w mózgu podejmując decyzje, wreszcie reaguje na sygnały (bądź rezygnuje z reagowania). Istotne znaczenie ma tu następujące ograniczenie [2]: redukcja strumienia informacji wynosi od 3 000 000 bitów/sek. (przepływ przez układ nerwowy) do 16 bitów/sek. (strumień informacji świadomie spostrzegany) i 0,7 bita/sek. (strumień informacji trwale zapamiętywany). Tadeusiewicz R. [10] podaje, że pojemność informacyjną kanałów zmysłów można szacować jako: wzrok: 100 Mb/sek., dotyk 1Mb/sek, słuch 15 Kb/sek., węch 1 Kb/sek., smak 100 b/sek.

Jeśli zatem, mimo trudności, potrafimy zmierzyć strumień informacji przekazywany operatorowi, to ergonomiczna ocena sprowadza się zasadniczo do rozstrzygnięcia kwestii: czy dany strumień informacji nie przekracza możliwości percepcji, przetwarzania i reagowania człowieka. W istocie chodzi tu o problem znany w cybernetyce pod określeniem kompatybilności (zgodności) [4].

Schemat: pobudzenie (sygnał) – reakcja (sterowanie) jest istotą problemu analizy przepływu i przetwarzania informacji w odniesieniu do układu człowiek – maszyna (urządzenie sygnalizacyjne). Czytelnik bliżej zainteresowany tymi zagadnieniami sięgnie do tematycznej literatury; w tym miejscu przypomnijmy jedynie podstawowe, praktyczne, zalecenia dotyczące kompatybilności układu człowiek – maszyna:

1. nauczenie się sekwencji operacji (działania) jest znacznie szybsze w układach kompatybilnych niż niekompatybilnych,
2. ryzyko wypadku (pomyłki) w układzie niekompatybilnym jest znacznie większe niż w układzie kompatybilnym,
3. wydajność (pracy) w systemie kompatybilnym jest większa niż w systemie niekompatybilnym,
4. kompatybilność systemu ma szczególne znaczenie dla ludzi (pracowników) w starszym wieku.

4. Specyfika zastosowań maszyn rolniczych

Ciągniki rolnicze, samobieżne maszyny, maszyny zaczepiane lub zawieszane eksploatowane są:

- nieregularnie (okresowo),
- przez relatywnie krótki czas w roku.

Są to podstawowe różnice, jeśli porównać pracę operatorów urządzeń przemysłowych, czy choćby kierowców samochodów osobowych lub ciężarowych, z pracą operatorów maszyn rolniczych [7]. Posługiwanie się nawet skomplikowaną maszyną (pojazdem), ale codziennie – nie zmieniając stanowiska pracy – jest o wiele łatwiejsze niż posługiwanie się – niekiedy w ciągu jednego dnia – wieloma urządzeniami technicznymi. W tym znaczeniu sytuacja kierowcy samochodu ciężarowego pracującego w firmie transportowej wydaje się mniej skomplikowana niż rolnika – przykładowo – wyruszającego rano w pole ciągnikiem z opryskiwaczem, koło południa kombajnem zbożowym, w międzyczasie obsługującego system mechanicznego doju krów. Kierowca samochodu ma zawsze przed sobą te same urządzenia sygnalizacyjne, podczas gdy rolnik na każdym obsługiwanym urządzeniu technicznym ma inny zestaw sygnalizacyjny. W przypadku zestawu urządzeń sygnalizacyjnych siewnika czas ich wykorzystania wynosi ok. 100 godzin rocznie, opryskiwacza ok. 200 godz., kombajnu do

zbioru zbóż ok. 300 godz., a ciągnika ok., 500 godz. Czas użytkowania maszyn może być, oczywiście, większy lub mniejszy: chcemy tu jedynie wskazać jak nieregularnie i przez relatywnie krótki czas w ciągu roku wybrane maszyny rolnicze są obsługiwane. Jest zrozumiałe, że jeśli urządzenia sygnalizacyjne w różnych miejscach pracy tego samego operatora są zróżnicowane to taki system przepływu informacji trudno nazwać kompatybilnym. Przypomina to znaną prawie każdemu sytuację, gdy w mieszkaniu musimy posługiwać się kilkoma tzw. „pilotami” do obsługi telewizora, odtwarzacza video, odtwarzacza DVD, radioodbiornika itd. Każdy, kto używa tych kilku urządzeń domowych – zwłaszcza tuż po ich zakupie – wie o jaki rodzaj trudności tu chodzi.

5. Współczesne i przewidywane problemy

Powszechne zastosowanie elektroniki w nowoczesnym rolnictwie wynika z jej zalet, zwłaszcza możliwości szybkiego, bezawaryjnego, niekosztownego sygnalizowania i sterowania procesami roboczymi. Komputer pokładowy ciągnika rolniczego, kombajnu zbożowego, opryskiwacza lub automatu udojowego staje się podobnie standardowym wyposażeniem, jak w samochodzie osobowym lub obrabiarce sterowanej numerycznie. Oznacza to jednak, że do dotychczasowych kompetencji zawodowych rolnika należy dodać jeszcze umiejętność obsługi specyficznych urządzeń elektronicznych.

Rolnictwo precyzyjne bez elektroniki nie tylko traci sens, lecz zgoła jest niemożliwe. Rozpowszechnienie tej technologii produkcji warunkowane jest – prócz wyposażenia gospodarstwa w odpowiednie urządzenia techniczne – także umiejętnością obsługi skomplikowanego systemu sygnalizacyjno-sterowniczego maszyn wraz ze stacjonarnym systemem przetwarzania danych (*Personal Computer*) w gospodarstwie. Wydaje się, że edukacja studentów i uczniów szkół rolniczych w tym zakresie zadecyduje o powodzeniu i rozpowszechnianiu się systemu rolnictwa precyzyjnego bardziej niż oferta rynkowa maszyn do jego obsługi.

System monitorowania produkcji rolniczej (*traceability*) pozostający wciąż jeszcze w fazie dyskusji i propozycji rozwiązań systemowych zakłada – a priori – iż zbudowany będzie z zespołu wielu urządzeń (elektronicznych) rejestrujących, przekazujących i przetwarzających dane. Częścią tego systemu będzie gospodarstwo rolne, a zatem dodatkowa umiejętność obsługi tego systemu będzie kolejnym wyzwaniem dla rolnika.

Coraz bardziej skomplikowane stają się systemy elektronicznego sterowania mikroklimatem szklarni, przechowalni produktów rolnych, a także obsługi pomieszczeń inwentarskich. Programowanie systemów i kontrola ich funkcjonowania to także kompetencje zawodowe współczesnego rolnika.

Śledzenie rynkowych cen (giełdy towarowe) poprzez *Internet* i podejmowanie decyzji o zakupie lub sprzedaży określa szansę i ryzyko sukcesu (lub porażki) w agrobiznesie.

Umiejętność korzystania z doradztwa rolniczego i bankowego – za pośrednictwem internetu – to kolejna potrzeba odnośnie zawodowych kompetencji rolnika. Być może, w przyszłości, przy pomocy internetu będzie możliwe także rozwinięcie współpracy międzysąsiedzkiej na wsi w zakresie wzajemnego korzystania z maszyn rolniczych. Dobrze

przykłady z krajów Europy Zachodniej mogłyby w tym zakresie być przeniesione do naszego kraju.

Dodajmy jeszcze do listy problemów związanych z obsługą systemów informacyjnych w rolnictwie, że coraz bardziej realna staje się możliwość zastosowań robotów polowych i zdalnie sterowanych ciągników rolniczych.

Przedstawiono powyżej zaledwie kilka współczesnych i przewidywanych problemów, jakie są, lub – prawdopodobnie – zrodzą się, gdy zastosowanie techniki elektronicznej, w tym urządzeń sygnalizacyjnych, rozpowszechni się w rolnictwie jeszcze bardziej niż do tej pory.

6. Próby rozwiązania problemu

Problem różnorodności urządzeń sygnalizacyjnych na ciągnikach i maszynach rolniczych, utrudniający ich racjonalne wykorzystanie, formułowany był już w latach 90-tych i początkowych latach bieżącego wieku (m.in. [9, 6]). Nierzadkie były bowiem przypadki konieczności obsługi przynajmniej dwóch, lub trzech, terminali z urządzeniami sygnalizacyjnymi w kabinie ciągnika, tj. terminalu ciągnikowego i terminalu współpracujących maszyn. Jedynym przykładem kompleksowego rozwiązania problemu był w owym czasie (lata 90. ubiegłego wieku) komputer pokładowy *Uni-Control S* możliwy do równoczesnego zastosowania na ciągniku, kombajnie zbożowym, opryskiwaczu, rozlewaczu gnojowicy, rozsiewaczu nawozów oraz siewnikach rzędowym i precyzyjnym.

Badania prowadzone, m.in., na Politechnice w Monachium, doprowadziły do sformułowania normy (DIN 9684) określającej reguły działania systemu przepływu informacji pomiędzy ciągnikiem a różnymi maszynami rolniczymi. Czwarta część tej normy (*LBS – Benutzerstation*) określa szczegółowo ten fragment systemu, który dotyczy relacji pomiędzy człowiekiem a maszyną.

W nawiązaniu do wspomnianej normy opracowana została norma międzynarodowa (ISO 11783). Pierwszy terminal komputerowy spełniający wymagania tej normy został zaprezentowany na wystawie Agrotechnica w 2001 r. Powszechne stosowanie normy spowoduje, że żadna maszyna współpracująca z ciągnikiem nie będzie posiadała oddzielnego panelu sterującego, gdyż jej obsługę umożliwi ciągnikowy terminal *ISO-Bus*. Niestety ciągniki i maszyny produkowane wcześniej, nie dostosowane do normy ISO 11783, będą jeszcze przez wiele lat eksploatowane bez możliwości wykorzystania zalet tego systemu.

Problem, jaki wydaje się wciąż pozostawać otwartym, to standaryzacja procedur operacyjnych w ramach systemu normalizowanego wspomnianą normą (ISO 11783). Jak wiadomo urządzenia sygnalizacyjne produkowane są przez różnych wytwórców i nawet, gdy urządzenia te będą spełniały wymagania normy, nie koniecznie będą spełniały postulaty kompatybilności (jak w przykładzie dotyczącym „pilotów” do obsługi urządzeń domowych). Chodzi tutaj o rodzaj umowy, która przestrzegana przez wytwórców urzą-

dzeń sygnalizacyjnych (i sterowniczych) spowoduje, że określone czynności operacyjne będą sygnalizowane i regulowane manualnie w ten sam sposób. Przykładowo: ustalone dawki wysiewanego nawozu, czy ilości środka chemicznego do opryskiwania, powinno wymagać tej samej sekwencji działań operatora – niezależnie od tego, jaka firma zaprojektowała i produkuje komputer pokładowy ciągnika. Zmiana ciągnika (zakup nowego) nie powinien zmuszać operatora do uczenia się nowej procedury operacyjnej przy sterowaniu maszyną i ciągnikiem.

Oczywiście problem jest szerszy: system powinien obejmować nie tylko zestaw ciągnik – maszyna, ale cały przepływ informacji wewnątrz gospodarstwa, w także w połączeniu gospodarstwa z otoczeniem (firmami, bankami, współpracującymi gospodarstwami, instytucjami doradztwa rolniczego itd.). Opracowanie takiego, całościowego, systemu jest wciąż wyzwaniem dla inżynierii rolniczej.

7. Literatura

- [1] Bernotat R.: Anzeigen (w: Ergonomie 2. Gestaltung von Arbeitsplatz und Arbeitsumwelt). München: Carl Hanser Verlag, 1974, s. 68.
- [2] Grandjean E.: Physiologische Arbeitsgestaltung. Ott Verlag Thun, 1987, s. 179.
- [3] Hagerer P., Köbsell H.: Erste systemergonomische Untersuchungen einer Arbeitsgestaltung beim Mähdröschler. Grundle. Landtechnik 1986, Bd. 36, nr 3, s. 87-93.
- [4] Hoyos G.C.: Kompatibilität. (w: Ergonomie 2. Gestaltung von Arbeitsplatz und Arbeitsumwelt). München: Carl Hanser Verlag, 1974, s. 93-112.
- [5] Holpp M.: Traktor als multifunktionelle Plattform. Schriftenreihe von Agroscope FAT Tänikon, Schweiz. 2004, nr. 59, s. 47-57.
- [6] Juliszewski T.: Wybrane ergonomiczne problemy przekazu i przetwarzania informacji w rolnictwie. Inżynieria rolnicza, 2000, nr 7(18), s. 71-76.
- [7] Juliszewski T.: Compatibility of signalling equipment in tractors and farming machines. Proceedings of the CIGR World Congress, Bonn, 2006, s. 366-368.
- [8] Psychologia przemysłowa. Pod red. Jana Okonia. PWN, 1970, s. 262-286.
- [9] Speckmann H.: BUS – und Schnittstellensysteme als Bindeglied zwischen Traktor Gerät und Betriebsmanagement (PC). Elektronik in der Landwirtschaft. Schriftenreihe der Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, Tänikon, Schweiz, 1998, nr. 47, s. 42-56.
- [10] Tadeusiewicz R.: Sieci neuronowe. Warszawa: Akademicka Oficyna Wydawnicza RM, 1993, s. 13.
- [11] Zalewski P., Pleszczyński W.: Ergonomia dla mechanizatorów rolnictwa. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, 1979, s. 103-119.