

Piotr Zalewski
Katedra Eksploatacji Maszyn, Ergonomii i Podstaw Rolnictwa
Akademia Rolnicza w Krakowie

NIEZREALIZOWANE DOTĄD KONCEPCJE ERGONOMICZNE W TECHNICIE ROLNICZEJ

Streszczenie

Ergonomia wpłynęła, w dobie powojennej, w ogromnym stopniu na pozytywne przeobrażenia środków technicznych w rolnictwie. Są jednak także niezrealizowane zamierzenia ergonomiczne, jak próba racjonalizacji tradycyjnej postaci ciągnika, agregat polowy bez kierowcy, czy spontaniczne sterowanie ładowaczem rolniczym. Zaległości w normalizacji ergonomicznej i metodach badawczych są stopniowo nadrabiane. Pozostaje dużo do zrobienia w zakresie wdrożeń.

Słowa kluczowe: ergonomia, technika rolnicza, wdrożenia

Wstęp

Na tle osiągnięć ergonomii w technice rolniczej w drugiej połowie XX wieku, niezrealizowane koncepcje ergonomiczne straciły w opinii środowiska fachowego wiele ze swego znaczenia. Dotyczy to zwłaszcza założeń, które można by nazwać „przyszłościowymi dużej skali”. Równocześnie mamy do czynienia z niedociągnięciami realizacji uznawanych, mniej lub więcej słusznie, za zakończone. Są to zwykle problemy, niekonsekwencje i błędy mniejszej skali, stopniowo rozpoznawane i poprawiane, w znacznej mierze dzięki nowym metodom badawczym. Kwestia możliwości wdrożenia stanowi w tym kontekście zagadnienie osobne, w oczywisty sposób związane z pracą koncepcyjną i projektową. Zajmiemy się tą problematyką, omawiając niezrealizowane koncepcje dużej skali, błędy współczesnych dokonań i niespełnione oczekiwania w stosunku do wdrożeń.

Ergonomiczny ciągnik rolniczy

Zarówno konstruktorzy, z tytułu wykonywanego zawodu, jak i użytkownicy, którzy się nad tym zastanawiają, byli w drugiej połowie minionego wieku i są,

jak sądzę, nadal zdania, że obecna postać konstrukcyjna tradycyjnego rolniczego ciągnika kołowego nie jest, co najmniej z punktu widzenia ergonomii, optymalna. Mówimy „co najmniej”, ponieważ ta niedoskonałość rozciąga się także na dynamikę ciągnika i jego właściwości trakcyjne, dla których, jak wynika z nazwy, tę podstawową w każdym gospodarstwie maszynę wytworzono. Nie jest przecież logiczne, że na to aby uzyskać optymalne osiągi traktora w najważniejszych pracach uprawowych, trzeba go balastować ogromną, jałową masą metalowych obciążników i nierzadko jeszcze dodatkowo wodą w oponach. Transport tej masy tam i z powrotem po polu, w dobie kiedy oszczędność paliwa staje się wymaganiami pierwszoplanowym, jest oczywistym absurdem. Podobnie rzecz się ma z położeniem pola pracy wobec stanowiska roboczego traktorzysty. Jest ono zlokalizowane za plecami kierowcy i żadne kamery obserwacyjne tej niedoskonałości nie rozwiążą, skoro kierowanie pojazdem polega na patrzeniu przed siebie.

Próby zmiany zasadniczego schematu konstrukcyjnego ciągnika podejmowano, jak wiadomo, już w latach 50-tych. Nośnik narzędzi, który wtedy powstał nigdy jednak nie zagroził, liczącej sobie wówczas pół wieku, klasycznej postaci ciągnika kołowego. Nie zrażeni marginalizacją roli nośnika, decydenci nadal kierowali w latach 60-tych, być może niewielki, ale wystarczający strumień pieniędzy na tworzenie prototypu ciągnika, w którym kierowca monitorował, z wysoko ustawionej kabiny, pole pracy u swoich stóp. W jednej z konstrukcji wówczas opracowanych ta kabina mogła nawet przemieszczać się poprzecznie w stosunku do kierunku jazdy traktora. Pomysł ten miał związek z koncepcją trwałych ścieżek technologicznych, która nurtowała agronomów z tamtych czasów. W latach 70-tych pojawiły się niemieckie ciągniki „systemowe” („Systemtraktoren”), z których Intrac Deutza był może rozwiązaniem najbardziej eleganckim, ale i on podzielił w następnych latach marginesową rolę nośnika narzędzi. Co ciekawe, że brak sukcesu tych ergonomicznie doskonalszych konstrukcji, przypisywano nie tyle ich, w paru wypadkach, konstrukcyjnej niekonsekwencji, czy też innym niedoskonałościom, co bezwładności przemysłu traktorowego, nastawionego na tradycyjną postać swojego wyrobu. Nie ulegało bowiem kwestii, tak wówczas, jak i dzisiaj, że odstąpienie którejś z liczących się firm ciągnikowych od tradycyjnej postaci traktora wymagałoby zainwestowania gigantycznych pieniędzy. Nie zmienia to faktu, że ergonomiczne ośrodki badawcze nie wystąpiły w minionym 50-leciu z przekonywującą ofertą nowej postaci ciągnika rolniczego, dla której warto byłoby tak wielką inwestycję zaryzykować. Wobec tego generalnego stanu rzeczy, niektóre zespoły konstruktorów, myślące kategoriami ergonomicznymi, spodziewały się zainteresowania dla swoich koncepcji, kompensujących w pewnym stopniu niedostatki klasycznego ciągnika kołowego. Tak więc podjęto badania nad elektronicznym pilotowaniem wstecznego ruchu ciągnika podczas sprzę-

gania z narzędziem, czy też środkiem transportowym nad monitorowaniem kamerą optyczną pola pracy i podobne. Zwłaszcza realizacja samoczynnie sterowanego sprzęgania wydawała się potrzebna, wobec dużej wypadkowości związanej z tą czynnością. W żadnym jednak z tych rozwiązań nie możemy mówić o sukcesie, w sensie jakiegoś wdrożonego na szeroką skalę urządzenia.

Pojazd rolniczy bez kierowcy

Mówimy o pojeździe raczej, niż o samym ciągniku, gdyż założenia badawcze były szerokie i jeśli badania, podejmowane z tego zakresu, zakończyłyby się znaczącym sukcesem, miałyby wpływ na ciężkie maszyny do zbioru, zarówno pracujące całopowierzchniowo, jak też i rzędowo. Niewątpliwie gdyby w latach 1960-tych spytać osoby odpowiedzialne za realizację projektów ciągnika bez kierowcy, (por. np. Warner 1967) kiedy przewidują pojawienie się rynkowej oferty wyrobu nad którym pracują, ich odpowiedź nie sięgałaby schyłku wieku. 20 lat to była najdalsza perspektywa, z tych, które uważano wówczas za realne. Mówiło się o grupowym kierowaniu agregatami roboczymi przez jednego operatora, jeżeli pojazd całkowicie samodzielny okazałby się niemożliwy do zastosowania. Za jedną z głównych przeszkód w realizacji „robota polowego” uważano możliwość wymknięcia się maszyny spod kontroli i zagrożenia jakie stanowiła by w takim przypadku dla ludzi i stałych obiektów na polu. Ewentualność taką należało wykluczyć ze 100-procentową pewnością, co wydawało się w owym czasie trudniejsze niż samoczynne sterowanie. Współczesna lokalizacja satelitarna zmieniła, przynajmniej potencjalnie, tradycyjne poglądy na ten temat. Tym niemniej dzisiejsze konstrukcje ciągnika bez kierowcy (np. Tokigawa et al. 2001) wypadają za marginesowe. Techniczna strona problemu jest w zasadzie rozwiązana, o braku wdrożeń przesądza, jak na razie, strona ekonomiczna. Gwoli sprawiedliwości wypadałoby tu wspomnieć o obiecujących realizacjach częściowych, np. programowaniu samoczynnie wykonywanych przez agregat ciągnikowy czynności powtarzalnych, takich jak nawroty na końcu pola, lub o pilotowaniu laserowym maszyn do zbioru, np. kombajnów zbożowych (Laser Pilot 2000), na granicy łąnu bez udziału operatora. O przydatności tych urządzeń decyduje rynek, bardziej niż eksperyment ergonomiczny, oparty na psychologii doświadczalnej. Te skądinąd spektakularne osiągnięcia odbiegają jednak od tego, czego spodziewali się, swego czasu, badacze zaangażowani w problematykę, także ergonomiczną, ciągnika bez kierowcy.

Spontaniczne sterowanie ładowaczem

Ładowacz chwytakowy w pewnym stopniu przypomina w działaniu ludzka rękę: chwytka podnosi, przemieszcza, wysypuje. Dla konstruktora wyszkolonego w ergonomicznym sposobie myślenia skojarzenie sterowania wysięgnikiem tej maszyny

ze spontanicznym ruchem dłoni jest dość naturalnym pomysłem. Niech zaciśnięcie palców odpowiada chwytaniu, uniesienie przedramienia względem punktu obrotu w stawie łokciowym – podnoszeniu, otwarcie dłoni – wysypywaniu, czy też uwalnianiu chwytanego materiału itd. Obsługa ładowacza z głowicą sterowniczą, skonstruowaną na takiej zasadzie, nie wymagałaby prawie żadnego szkolenia, ani też specjalnej wprawy. Z punktu widzenia zastosowania rolniczego korzyść jest ewidentna. Maszyna jest używana okresowo, czy wręcz dorywczo. Klasyczny system sterowania, np. dwuręczny za pomocą dwóch dźwigni hydraulicznych, wymaga dobrej koordynacji i wprawy, które trudno uzyskać, a w długich przerwach w używaniu maszyny łatwo utracić. Próby zastosowania, związanego z nową ergonomiczną koncepcją, dość złożonego systemu sterowniczego nie zakończyły się jednak powodzeniem, chociaż prototyp w Anglii skonstruowano. To niepowodzenie jest tylko jednym przykładem znacznie szerszej problematyki unifikacji sterowania, która by obniżyła barierę wymagań, nie tyle w stosunku do kwalifikacji operatora, co do jego specjalizacji. Obecne systemy elektronicznego sterowania parametrami działania agregatu rolniczego są bardzo złożone i różnorodne. Zdarza się, że sam wytwórca sugeruje użytkownikowi, w prospekcie ciągnika, analogię z kokpitem samolotu myśliwskiego, tłumacząc, że to tylko mylny pozór. Wydatek energii na sterowanie agregatem jest zaledwie ułamkiem tego, który przez całe dziesięciolecie był wymagany od kierowcy. Przyciski palcowe, subtelne pokręta, zastąpiły masywne dźwignie i pedały. Jak dotąd, jest to jednak system skomplikowany, wymagający wprawy i doświadczenia i dotychczas zunifikowany w niewielkim stopniu. Postęp ergonomiczny jest tu pilnie potrzebny.

Czynne zabezpieczenie przeciw wypadkowe

Sygnalizacja stanu zagrożenia ciągnika utratą stateczności, względnie sterowności została postawiona jako problem badawczy przed zespołami inżynierów, działających na styku ergonomii i techniki rolniczej, z górą 40 lat temu. Doczekała się szeregu rozwiązań. Żadne z nich jednak nie spełniło oczekiwań szerszej praktyki i nie okazało się sukcesem rynkowym. Przyczyny są znane, tylko część z nich ma charakter techniczny, pozostałe są natury psychologicznej i prawnej. Na stateczność i sterowność ciągnika wpływa szereg ząbających się nawzajem ze sobą czynników trudnych do rozpoznania i równoczesnego ocenienia, nawet dla współczesnych ultra szybkich systemów akwizycji i przetwarzania danych. W krytycznych przypadkach, od chwili zaistnienia nierównowagi, do wystąpienia zdarzenia wypadkowego upływa co najwyżej parę sekund. Wyłączenie operatora z systemu w tym czasie i zastąpienie jego działania samoczynnym zareagowaniem maszyny jest możliwe, ale niepowodzenie naraża wytwórcę pojazdu rolniczego na konsekwencje prawne, jak dotąd nie do przewyciężenia. Sprawdzone również w prak-

tyce, że sygnalizowanie zagrożenia z wyprzedzeniem, rozwiązaniem pomyślnym nie jest. W sferze działania europejsko – amerykańskiej inżynierii rolniczej były już zespoły, które widziały siebie w tej problematyce o krok od sukcesu. Ten krok nadal pozostaje do zrobienia.

Piktogramy ostrzegawcze

Z pozoru to nie jest ważna sprawa, ale łatwo zauważalna. Ostrzeganie przed zagrożeniem, na ogół mechanicznym, ściśle umiejscowionym, rzadziej ogólnym, wynikającym z zaniedbań, odbywa się na maszynach rolniczych w formie nalepek o treści pojęciowej, raczej niż słownej. Jest to zrozumiałe i logiczne wobec wielonarodowych użytkowników. Natomiast piktogramy same przez się nierzadko zrozumiałe i logiczne nie są. Zarówno ich treść, jak i liczebność, ta ostatnia doprowadzona dziś często do absurdu, powinny być znormalizowane. Że to jest osiągalne, świadczy przykład piktogramów technologicznych, np. do oznaczania urządzeń sterowniczych na kombajnach zbożowych, od wielu lat przyjętych za ASAE (por. ASAE 1975) i znormalizowanych przez ISO.

Normalizacja ergonomiczna

Osiągnięcia i niedociągnięcia w tym zakresie zostały w ostatnich czasach wyczerpująco potraktowane przez Gasparetto, wystarczy więc jeśli odwołamy się do tego autora. Z międzydyscyplinarnego charakteru ergonomii wynika, że w przeszłości stanowiła dziedzinę objętą ustaleniami kilku ośrodków normalizacyjnych, nie powiązanych, lub luźno powiązanych ze sobą. Mowa tu tylko o rozgraniczeniu merytorycznym, nie geograficznym, czy politycznym, które odegrało w przeszłości i w pewnym stopniu nadal odgrywa rolę [por. Zalewski 2006] Jest to trudne pole pracy, wobec rozmiaru i ważności zaangażowanych interesów. Postęp jest widoczny, ale proces unifikacji nie został jeszcze zakończony.

Metody badawcze

O ile w badaniach problemów technicznych, posługujących się metodami właściwymi technice, ergonomia ma swój udział w spektakularnym postępie ostatnich lat, o tyle postęp w metodach wywodzących się z psychologii eksperymentalnej nie spełnia dotychczas oczekiwań i nie zaspakaja potrzeb. Nadal stoi przed nami szereg pytań, dotyczących zmian w zdolnościach i możliwościach ludzkiej strony układu i optymalizacji udziału człowieka w systemie, o którym mówi się w elementarnej definicji ergonomii. Możliwości wyłączenia fizycznej pracy człowieka z systemu jest coraz więcej, ale najczęściej decyzje konstrukcyjne nie są podejmowane w oparciu o eksperyment psychologiczny. Chodzi tu także o rozpoznanie

socjologicznych skutków przesunięcia operatora coraz dalej od specyfiki procesu technologicznego i zwiększonej monotonii jego działań, opartych na elektroniczną drogą otrzymanej informacji i elektroniczną drogą przesłanej decyzji wykonawczej. Warto przypomnieć w tym miejscu, że sfery zainteresowania ergonomii i socjologii pracy w pewnym stopniu zachodzą na siebie. Są to dziedziny badań oczekujące na wykonawców wyposażonych w aparat badawczy nieco odmienny od tego, jaki współczesna wiedza akademicka jest w stanie im dostarczyć. Rozszerzenie badań ergonomicznych w tym zakresie może dostarczyć nowe i nieoczekiwane wyniki.

Opóźnienie wdrożeń

Wyrób techniczny, w którym uwzględniono wszystkie, a przynajmniej większość możliwych ulepszeń ergonomicznych, jest z reguły droższy od tego, w którym realizację tych ulepszeń w całości, lub w części pominięto. Wdrożenie ergonomiczne bywa więc niekiedy traktowane jako luksus dla bogatych. W świetle tego stwierdzenia szybszy postęp „ergonomizacji” ciągników, złożonych maszyn polowych, systemów technicznych do utrzymania zwierząt gospodarskich itd. w krajach bogatych, wydaje się oczywisty. Zdziwienie budzi raczej fakt, że stosunkowo duży odsetek gospodarstw nie tylko w Europie, ale także za Oceanem nie może sobie pozwolić na korzystanie z tych ulepszeń. Zwłaszcza w przypadku udoskonaleń sprawdzonych i od dłuższego czasu dostępnych jest to opóźnienie nie oczekiwane przez konstruktorów specjalizujących się w ergonomii, a o których pomysły tu chodzi. Ten stan rzeczy w polskim rolnictwie jest ogólnie znany. Istnieje zatem potrzeba koncepcji ergonomicznej na paru poziomach doskonałości i kosztu, przy czym niższy poziom wymaga, być może, większej inwencji. Takiemu zapotrzebowaniu nie zawsze umieliśmy sprostać.

Wnioski

1. Lektura powyższego tekstu może nasuwać pytanie, które z niezrealizowanych zamierzeń ergonomicznych ma szansę, że będzie podtrzymywane, względnie podjęte od nowa i urzeczywistnione. Trzeba sobie zdawać sprawę, że niebezpiecznie zbliżamy się tu, przynajmniej w paru punktach, do granicy spekulacji. Z tym zastrzeżeniem spróbujmy wnioskować.
2. W konstrukcji kosztownych ciągników dużej mocy jest tendencja do całkowitej przebudowy układu trakcyjnego. Przemieszczenie, w związku z tym, stanowiska operatora względem pola pracy, staje się relatywnie tańsze. Zespoły projektantów będą się prawdopodobnie starały wykorzystać tę sposobność.

3. Lokalizacja satelitarna agregatu może przesądzić o przyszłym zastosowaniu pojazdu polowego bez kierowcy. Odegra też rolę w czynnym zabezpieczeniu przeciw wypadkowym.
4. Spontaniczne sterowanie ładowaczem, jeżeli doczeka się realizacji, to w uproszczonej, w stosunku do pierwotnych założeń, postaci.
5. Doprowadzenie normalizacji ergonomicznej, zarówno w zakresie procedury, jak i standardów, do zamierzonego przez zainteresowane gremia poziomu, jest tylko kwestią czasu.
6. Pożądaný rozwój metod badawczych opartych na psychologii eksperymentalnej będzie postępował. Czy będzie nadążał za rosnącymi potrzebami ergonomii w agroinżynierii, wydaje się mniej pewne.
7. Wdrożenia postępu ergonomicznego będą, podobnie jak obecnie, uzależnione od lokalnej koniunktury rolnictwa. Prognozy w naszej strefie geograficznej są na razie optymistyczne.

Bibliografia

Agricultural Engineers Yearbook of the ASAE. 1975.

Gasparetto E. 2003. Ergonomics and safety for agro-food and forestry. XXX CIOSTA-CIGR V Congress. Turin. Proceedings 1017-1035.

Laser Pilot. 2000. Technika Rolnicza. Nr 1, s. 10.

Takigawa T. et al. 2001. Development and application of trajectory control algorithm for autonomous agricultural vehicles. XXIX CIOSTA-CIGR V Congress. Krakow. Proceedings 214-223.

Warner M.G.R. 1967. Automatic guidance without leader cables. Proceedings of Agricultural Engineering Symposium. Institution of Agricultural Engineers

Zalewski P. 2006. Osiągnięcia ergonomii w technice rolniczej w minionym półwieczu. Instytut Medycyny Wsi. Lublin (w druku)

UNREALIZED SO FAR ERGONOMIC CONCEPTS IN AGRICULTURAL TECHNIQUE

Summary

Ergonomics had, in the postwar age, enormous effect on positive transformations of technical measures in the agriculture. However, there are also unrealized ergonomic projects, such as attempt to rationalize conventional form of the tractor, unmanned field set, or spontaneous control of farm loader. Leeway in ergonomic normalization and research methods is being made up step by step. There are many things concerning implementation that still need to be done.

Key words: ergonomics, agricultural engineering, implementations