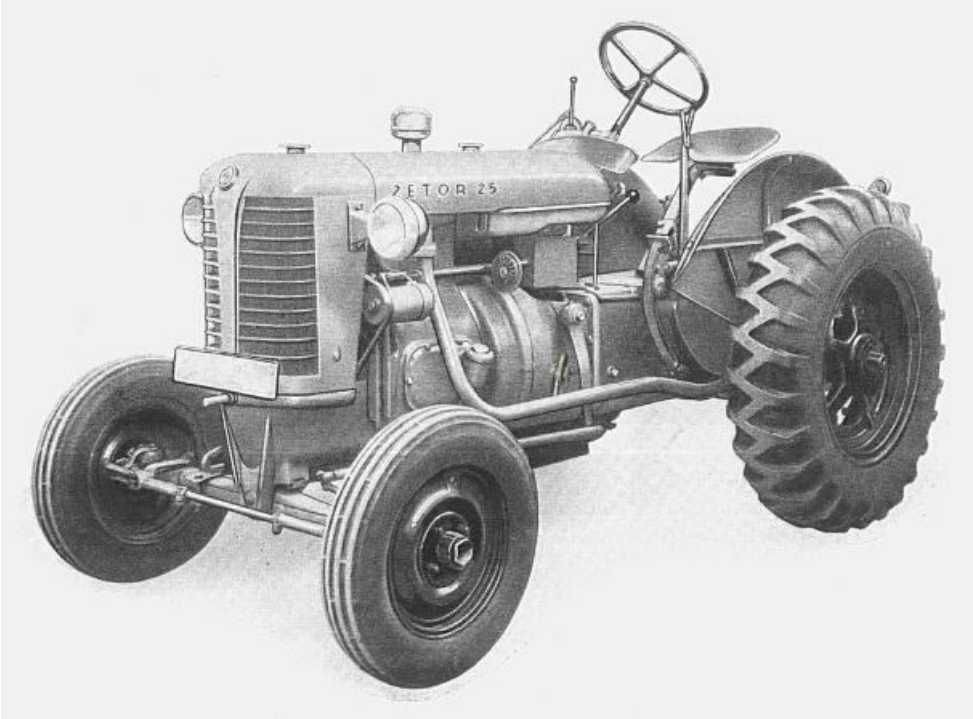
Innowacje w zakresie mechanizacji rolnictwa, na przykładzie traktora



Katarzyna Nowotarska
Pierwszy rok drugiego stopnia
Stacjonarnych Studiów Ekonomii

Wrocław 2008

Spis treści

Wstęp 2

Rozdział I. Traktor- pojęcie i geneza

1.1 Budowa i zastosowanie traktora 4

1.2 Miejsce traktora w historii innowacji maszyn rolniczych 7

1.3 Lokomobile- historia "traktorów na parę" 8

Rozdział II. Pierwsze traktory i ich udoskonalenia w zakresie parametrów technicznych

2.1 Od maszyny parowej po traktor z silnikiem spalinowym 13

2.2 Silnik Otto i produkcja pierwszych traktorów z silnikiem benzynowym 14

2.3 Spółka Hart- Parr i traktor z chłodnią samochodową 17

2.4 Firma International Harvester i traktor "uprawiaj wszystko" 19

2.5 Innowacyjne rozwiązania H. Forda 20

2.6 Ewolucja polskich traktorów Ursus 23

2.7 Firma John Deere i traktor z pojedynczym kołem z przodu 27

Rozdział III. Innowacyjne udogodnienia dla kierowcy traktora

3.1 Ewolucja siedzenia w traktorze 30

3.2 Kabina w traktorze 32

Rozdział IV. Traktor w rolnictwie precyzyjnym

4.1 Pojęcie rolnictwa precyzyjnego 34

4.2 GPS i korekcja błędów 34

4.3 Wykorzystanie GPS w rolnictwie precyzyjnym 36

4.4 Technologia rolnictwa precyzyjnego w traktorach firmy John Deere 38

Zakończenie 41

Bibliografia 43

Wstęp

Julian Tuwim opisując współzależność ludzi w społeczeństwie, napisał: „*Piekarz musi mieć buty, więc do szewca iść trzeba, no, a gdyby nie piekarz, to by szewc nie miał chleba*”. Odpowiadając na pytanie, jakie jest znaczenie rolnictwa w społeczeństwie, pozostaje dodać: ale temu szewcowi, piekarz upiec chleb może, kiedy rolnik na mąkę, z pól swych zbierze zboże. Tak więc, podstawowym zadaniem rolnictwa, jest dostarczanie społeczeństwu żywności.

Ten dział gospodarki należy do najstarszych dziedzin wytwórczości materialnej człowieka. Jego początki datuje się na okres neolitu (10 000 do 3 000 lat p. n. e). Najpierw człowiek zbierał pożywienie, jakie mu przyroda samorzutnie dostarczyła. Przejście od zbieractwa do uprawy roli nastąpiło dzięki wynalezieniu przez człowieka specjalnych narzędzi, takich jak drewniana motyka do uprawiania ziemi, drewniany sierp zaopatrzony w krzemienne ostrza do ścinania zboża itp. Doprowadziło to, do "rewolucji" w społecznościach ludzkich, przy czym często wymienianą fazą pośrednią był etap tworzenia ogrodów, które służyły jako tymczasowe zabezpieczenie na wypadek nieurodzaju. Zmienił się również tryb życia ludności, z koczowniczego na osiadły, co doprowadziło do powstania liczniejszych i bardziej złożonych form społecznych umożliwiających dalszą ewolucję umysłowości człowieka oraz stosunek człowieka do przyrody, którą zaczął dostosowywać do własnych potrzeb. Natomiast dalszy rozwój nastąpił m. in. dzięki mechanizacji rolnictwa, która doprowadziła do wzrostu wydajność pracy rolników, a więc i wielkość produkcji uzyskanej przez rolnictwo z uprawy roli i roślin.

Celem pracy jest pokazanie w jaki sposób powstał oraz był udoskonalany najpopularniejszy owoc mechanizacji rolnictwa, jakim jest traktor. Opracowanie uwzględnia rozwój traktorów od maszyny parowej po współczesne rozwiązania i składa się z czterech rozdziałów. Pierwszy rozdział dotyczy roli traktora w pracy na polu, jego miejsca w historii mechanizacji rolnictwa oraz pierwszych rozwiązań umożliwiających zastąpienie pracy ludzkich rąk i zaprzęgu koni- lokomobilami, czyli maszynami parowymi. W drugim rozdziale omówiono innowacje w zakresie parametrów technicznych ciągnika rolniczego (traktora), którym towarzyszył wzrost wydajności tego pojazdu oraz szerokie możliwości jego zastosowania w pracy na roli. Trzeci rozdział zawiera historie udogodnień wprowadzonych przez konstruktorów, dzięki którym z upływem lat komfort jazdy traktorem imponująco wzrósł. Uwieńczeniem rozważań dotyczących innowacji wprowadzanych do konstrukcji traktora, jest opis obecnie rozwijającego się rolnictwa precyzyjnego, opierającego się nowych

rozwiązaniach agrotechnicznych, do których bez wątpienia należy zaliczyć prowadzenie traktora za pomocą systemu nawigacji satelitarnej.

Rozważania oparto głównie na informacjach znalezionych w Internecie i literaturze zajmującej się problematyką maszyn rolniczych, ze szczególnym uwzględnieniem traktorów.

Rozdział I. Traktor- pojęcie i geneza

1.1. Budowa i zastosowanie traktora

Traktor[1] to pojazd, służący do przemieszczania urządzeń nie posiadających własnego napędu (np. przyczepa) lub silnika. Do maszyn współpracujących z traktorem zaliczamy, m. in.: pług, opryskiwacz, rozrzutnik obornika i siewnik.[2]

Rys.1. Pług

Źródło: http://pl.wikipedia.org/wiki/P%C5%82ug

Pług to narzędzie uprawowe służące do odwrócenia i pokruszenie uprawianej warstwy roli. Umożliwia on zarówno prace na zrębach[3] nie karczowanych, jak i orkę łąk oraz wykonywania rowów melioracyjnych. Pierwsze stosowane pługi były ciągnięte przez zwierzęta pociągowe- woły lub konie, dopiero wraz z popularyzacją traktora, pojawiła się możliwość zagregowania pługu z tym pojazdem. [4]

Przedstawiony na rysunku 2, opryskiwacz to, jak sama nazwa wskazuje, urządzenie do opryskiwania, stosowane przy ochronie chemicznej i nawożeniu roślin uprawnych oraz drzew i krzewów. W podstawowej wersji składa się ze zbiornika na ciecz roboczą, pompy oraz dyszy lub zestawu dysz.[5]

Rys 2. Opryskiwacz

Źródło: http://pl.wikipedia.org/wiki/Opryskiwacz

[1]Traktor to zlepek słów „traction" (siła pociągowa po określonym torze) i „torque" (moment obrotowy). Pojęcie konia mechanicznego nie było wtedy powszechnie znane i na określenie mocy np. maszyny parowej używano pojęcia momentu obrotowego

[2] Internetowa Encyklopedia Wikipedia, http://pl.wikipedia.org/wiki/Traktor

[3] Zrąb to ostatni etap w życiu drzewostanu, w którym usuwa się wszystkie drzewa na powierzchni. Zręby są wynikiem prowadzenia gospodarki leśnej.

[4] Internetowa Encyklopedia Wikipedia, http://pl.wikipedia.org/wiki/P%C5%82ug.

[5] Internetowa Encyklopedia Wikipedia, http://pl.wikipedia.org/wiki/Opryskiwacz

Rys 3. Rozrzutnik obornika

Źródło: http://pl.wikipedia.org/wiki/Rozrzutnik_obornika

Rozrzutnik obornika wykorzystywany jest najczęściej na wiosnę, do rozrzucania obornika po polu. Przez zastosowanie obornika wzbogaca się glebę w próchnicę oraz wprowadza do niej wiele niezbędnych makro i mikroelementów. Naturalny obornik jest cennym nawozem zwłaszcza pod rośliny okopowe.[6]

Rys 4. Siewnik

Źródło: http://pl.wikipedia.org/wiki/Siewnik

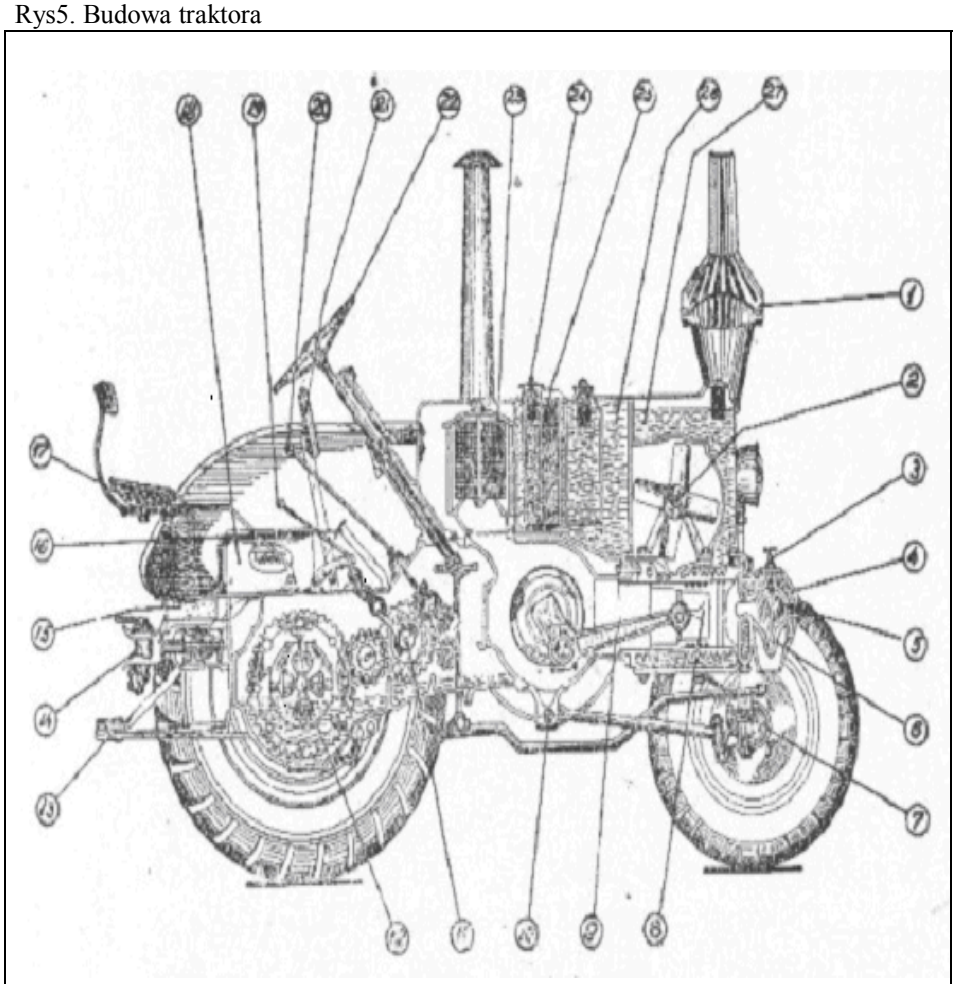
Natomiast siewnik to maszyna rolnicza służąca do wysiewu materiału siewnego (nasion), np. zbóż, traw, kukurydzy, buraka, słonecznika, rzepaku. Siewniki w Polsce zaczęto produkować w XIX wieku, dla folwarków. Były to siewniki najpierw konne, a potem ciągnikowe.[7]

Maszyny i urządzenia współpracujące z ciągnikiem można montować przy użyciu trójpunktowego układu zawieszenia. Układ taki umożliwia podnoszenie narzędzi w położenie transportowe i odpowiednie ustawienie go w położeniu roboczym. Narzędzia są połączone z ciągnikiem w trzech punktach, na dwóch hydraulicznie podnoszonych belkach dolnych (lewej i prawej) i łącznikiem centralnym. Przeguby kuliste umieszczone w belkach i łączniku centralnym umożliwiają ruchy narzędzi we wszystkich kierunkach. Trójpunktowego układu zawieszenia znajduje się przeważnie z tyłu ciągnika rolniczego, ale istnieje możliwość montażu także z przodu co daje ogromne możliwości zestawiania w grupy maszyn i urządzeń rolniczych, a co za tym idzie oszczędzanie czasu i kosztów podczas uprawy roli.[8]

[6] Internetowa Encyklopedia Wikipedia, http://pl.wikipedia.org/wiki/Rozrzutnik_obornika
[7] Internetowa Encyklopedia Wikipedia, http://pl.wikipedia.org/wiki/Siewnik
[8] Internetowa Encyklopedia Wikipedia, http://pl.wikipedia.org/wiki/TUZ

Rysunek 5 przedstawia budowę traktora, z uwzględnieniem zarówno detali technicznych, jak i miejsca kierowcy.

Rys5. Budowa traktora



1- rura wydechowa
2- wentylator
3- wtryskiwacz
4- głowica
5- korek łatwotopliwy
6- grusza żarowa
7- sworzeń osi przedniej
8- tłok
9- korbowód
10- dolna pokrywa skrzyni korbowej
11- trzeci wałek skrzyni przekładniowej
12- mechanizm różnicowy
13- zaczep rolniczy
14- hak pociągowy
15- skrzynia narzędziowa
16- pedał sprzęgła
17- siodełko kierownicy
18- akumulator
19- dźwignia przyspieszacza
20- dźwignia zmiany przekładni
21- dźwignia hamulca ręcznego
22- kierownica
23- filtr powietrza
24- wlew oleju spalinowego
25- filtr oleju
26- zbiornik paliwa
27- zbiornik wody

Źródło: http://www.traktor.lipno.pl/historia.htm

Ze względu na zastosowanie traktora przede wszystkim w rolnictwie, określenia „traktor" używa się zamiennie z „ciągnik rolniczy". Ponieważ służy on głównie do prac polowych oraz transportowych, charakteryzuje się m.in.: dobrym poruszaniem się w terenie, niewielkim naciskiem jednostkowy na glebę, zwrotnością, a przede wszystkim uniwersalnością.[9]

Jeśli jednak przyjmiemy, ze rozwój rolnictwa jest jak wyścig, a chwila obecna to meta tego wyścigu (innowacje w tej dziedzinie przewidziane na przyszłość zostały pominięte w celu uproszczenia) to „wprowadzenie w życie rolnicze" współczesnego traktora przypada na chwile, w której pojawia się biało-czarna flaga. Dotarcie do niej nie byłoby możliwe bez pokonania wcześniejszej trasy, na którą składa się mechanizacja rolnictwa w dziewiętnastym wieku.

[9] http://www.retrotraktor.pl/readarticle.php?article_id=54

1.2 Miejsce traktora w historii innowacji maszyn rolniczych.

Tab. 1. Wykaz wynalazków i innowacji maszyn rolniczych

Rok	Wynalazek lub innowacja
1814 n. e.	Mechaniczna przetrząsarka do siana
1826 n. e.	Żniwiarka Bella
1831 n. e.	Żniwiarka Manninga
1834 n. e.	Żniwiarka McCormicka
1841 n.e.	Młocarnia napędzana parą
1846 n. e.	System orki parowej
1850 n. e.	Maszyna do zbierania siana Wykorzystanie maszyny parowej wprost do ciągnięcia pługa
1853 n. e.	Praktyczna sadzarka do kukurydzy
1856 n. e.	Szerokorzędowy kultywator dwukonny
1858 n. e.	Pierwsza samobieżna lokomobila
1859 n. e.	Ciągnik parowy
1860 n. e.	Kombajn zbożowy
1867 n. e.	Kombinowany siewnik rzędowy
1868 n. e.	Pierwszy kultywator obrotowy
1896 n. e.	Przewracarka do siana
1903 n. e.	Maszyna do przewracania i zgarniania siana
1914 n. e.	Traktor z silnikiem spalinowym

Źródło: S. Lilley, Ludzie, maszyny i historia, zarys historii rozwoju maszyn i narzędzi na tle przemian społecznych, Warszawa 1958r, str. 406- 420.

Mechanizacja rolnictwa przypada na pierwsza połowę dziewiętnastego wieku, ponieważ właśnie wtedy pojawiają się pierwsze napędzane urządzenia rolnicze. Początkowo są to maszyny wprawiane w ruch ręcznie, jednak z czasem otrzymują one napęd przez pas transmisyjny z kieratu.[10]

Pierwszym krokiem do mechanizacji prac rolnych było wynalezienie maszyny do zbierania plonów. Do dziewiętnastego wieku plony zbierane były wyłącznie poprzez pracę rąk ludzkich. Dopiero w 1799 roku podjęto próby skonstruowania maszyny żniwnej. Pierwsza żniwiarka, została zbudowana przez Patricka Bella w 1826 roku. Służyła ona do koszenia zboża lub trawy, a umieszczone na niej grabie układały pokosy zboża w trakcie koszenia. Żniwiarka Bella znalazła zastosowanie głównie w Szkocji, natomiast w Anglii, maszyny żniwne rozpowszechniły się dopiero w 1934 roku, gdy skonstruowana została żniwiarka McCormicka. Była ona wyposażona w kilka ostrzy tnących i mogła być zaprzęgana w jednego lub dwa konie, a jej wydajność była trzykrotnie wyższa od pracy kosiarzy. Pod koniec dziewiętnastego wieku wprowadzono do użytku maszyny do uprawy i zbierania siana (aż do 1850 roku, koszenie siana odbywało się ręcznie). Natomiast maszyny do innych plonów niż zboże i siano, aż do 1918 roku nie odznaczały się ani dostateczna sprawnością, ani zadowalającym rozwiązaniem konstrukcyjnym.[11]

[10] Klub Miłośników Starych Ciągników i Maszyn Rolniczych, http://www.traktor.lipno.pl/historia.htm
[11] S. Lilley, Ludzie, maszyny i historia, zarys historii rozwoju maszyn i narzędzi na tle przemian społecznych, Warszawa 1958r, str. 205-209.

Rys 6. Polski kombajn Bizon Z 056

Źródło: http://pl.wikipedia.org/wiki/Kombajn_rolniczy

Następnym krokiem był kombajn (patrz: rys 6.), czyli maszyna, która jednocześnie zbierała i młóciła zboże. Kombajny ciągnione przez 20- 30 koni, obrabiały 25- 45 akrów (101. 171- 182. 108m^2) dziennie. Późniejsze udoskonalenia tej maszyny, umożliwiły m. in. stworzenie kombajnu do ziemniaków, pełniącego funkcję kopaczki ziemniaków (zbieranie bulwy, po oddzieleniu jej od łętów[12]) oraz kombajnu do zbioru buraków, który jednocześnie ogławia buraki, oczyszcza korzenie z resztek liści, wykopuje je, oddziela od ziemi i zbiera.[13]

Nie bez znaczenia, dla mechanizacji rolnictwa było również wprowadzenie, do napędu różnorakich urządzeń, silnika parowego. Po raz pierwszy energie parową zastosowano do orania ziemi w 1850 roku. John Fowler wprowadził wówczas system orki linowej, w którym maszyny parowe znajdujące się na obydwu końcach pola przeciągały przez niego pług za pomocą liny. Rozpowszechnione wtedy lokomobile przez wiele lat były modyfikowane, a przekształcenie ich w ciągniki parowe było początkiem historii traktorów.

Do końca dziewiętnastego wieku głównym źródłem siły pociągowej w rolnictwie był jednak koń. Wyjątek stanowiły młocarnie do zboża, oranie za pomocą lin i kombajny ciągnione przez traktory parowe. Około 1890 roku podjęto pierwsze próby stosowania dla potrzeb rolnictwa traktorów z silnikiem spalinowym, a około 1910 roku zbudowano lekki traktor z silnikiem benzynowym, który umożliwił całkowite zastąpienie konia.[14]

1.3. Lokomobile- historia „traktorów na parę”

Problem zwiększenia wydajności prac uprawowych na polu tkwił w tym, że przy wielokonnym zaprzęgu, łączna siła zwierząt jest mniejsza, niż każdego oddzielnie. Jak pokazuje tabela 2, dwa konie miały o 10% mniejszą siłę uciągu, cztery o 23%, a sześciokonny zaprzęg, aż o 62%. Łączenie koni w zaprzęgi wydawało się zatem niecelowe.

Aby zwiększyć wydajność, około 1841 roku, na podwoziu wyposażonym w dyszel do ciągnięcia przez konie, zainstalowano stacjonarny silnik parowy. Ta maszyna, w trakcie

[12] Łęty- części nadziemne ziemniaka, pozostałe na polu po wykopaniu bulw; używane na komposty, do okrywania kopców itp. (http://encyklopedia.pwn.pl/haslo.php?id=3935084)
[13] Internetowa Encyklopedia Wikipedia, http://pl.wikipedia.org/wiki/Kombajn_rolniczy
[14] S. Lilley, op. cit., str. 205- 209.

przemieszczania na miejsce pracy miała podczepianą z tyłu młocarnię, dzięki czemu cały zestaw przetaczano za jednym przejazdem. Następnie, po ustawieniu w położeniu roboczym , napęd z silnika parowego na młocarnie odbywał się za pomocą koła pasowego, poprzez długi parciany pas transmisyjny. Tak, też powstała grupa lokomobili przewoźnych. [15]

Około 1830 roku John Heathcoat położył podwaliny pod system orki parowej. Zaprojektował on silnik parowy stojący na krańcu pola został wyposażony w dwa bębny, które przewijały linę biegnącą przez wielokrążek wózka stojącego po przeciwnym krańcu pola. Przy pomocy tych lin pomiędzy maszyną parowa i wózkiem przeciągano pług. Próba przeprowadzona w 1836 roku niestety skończyła się niepowodzeniem, ponieważ ciężka maszyna parowa ugrzęzła w błocie. Jednak idea Heathcoata została rozwinięta i opatentowana w 1846 roku przez Johna Osborna. Zaproponował on ustawienie po przeciwnych końcach pola dwóch parowych silników, a pomiędzy nimi rozciągnięcia lin nawijanych na bębny silników, które miały przeciągać dwukierunkowy pług. Ten pomysł praktycznie realizował Lord Willoughby, budując dwie lokomotywy parowe z bębnami przeciągającymi linę i pług dwukierunkowy. [16]

Przechylny pług dwukierunkowy składał się jakby z dwóch pługów, złączonych czołowo i osadzonych w miejscu połączenia na wózku dwukołowym. Korpusy obu pługów skierowane były przeciwnie względem siebie. Podczas pracy jeden z tych pługów był podniesiony i znajdował się w górze, podczas gdy drugi orał. Całość ciągnęły z obu końców liny, które nawinięto na bębnach dwóch lokomobil ustawionych na skraju pola. Orkę prowadzono przez przewijanie liny z bębna jednej maszyny na drugą i tym samym przeciągano pług. Po dotarciu pługa do końca, w ziemie wchodziła ta część, która była w górze i dalej orka odbywała się przeciwnym kierunku. W miarę postępu pracy obie lokomobile przesuwały się wzdłuż oranego pola.

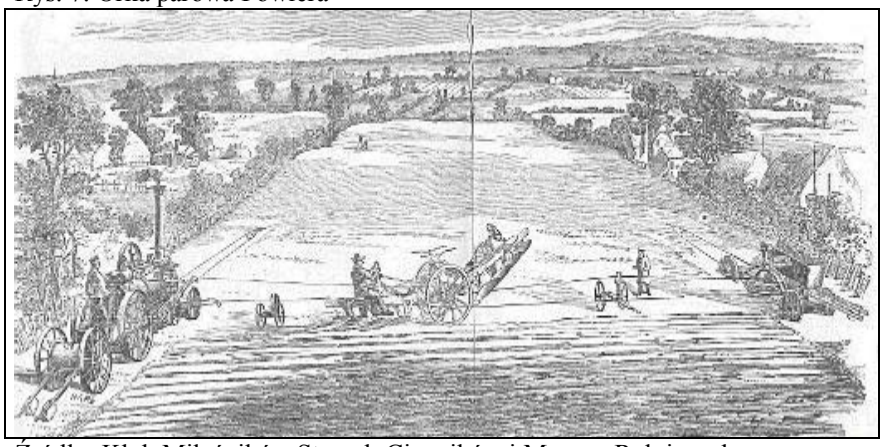
Natomiast pierwszym pomysłem na wykorzystanie maszyny parowej wprost do ciągnięcia pługa, był w 1850 projekt Bydella. Jednak jego maszyna była zbyt ciężka (10 ton), przez co jej koła grzęzły i nie była w stanie się poruszać. Również zainstalowanie półgąsienic na kołach napędowych nie dało zadowalającego rezultatu.

W 1852 roku John Fowler doszedł do wniosku, że lokomobila jest zbyt ciężkim pojazdem do poruszania się po polu, a obniżenie jej masy nie było możliwe. Dlatego zaproponował on system orania oparty na jednej lokomobili z bębnem, wózka ruchomego

[15] Klub Miłośników Starych Ciągników i Maszyn Rolniczych, http://www.traktor.lipno.pl/historia.htm
[16] Ibidem.

ustawionego stojącego po przeciwnym krańcu pola i dwóch wózków z bloczkiem do naprowadzania liny(patrz rysunek 7).[17]

Rys. 7. Orka parowa Fowlera

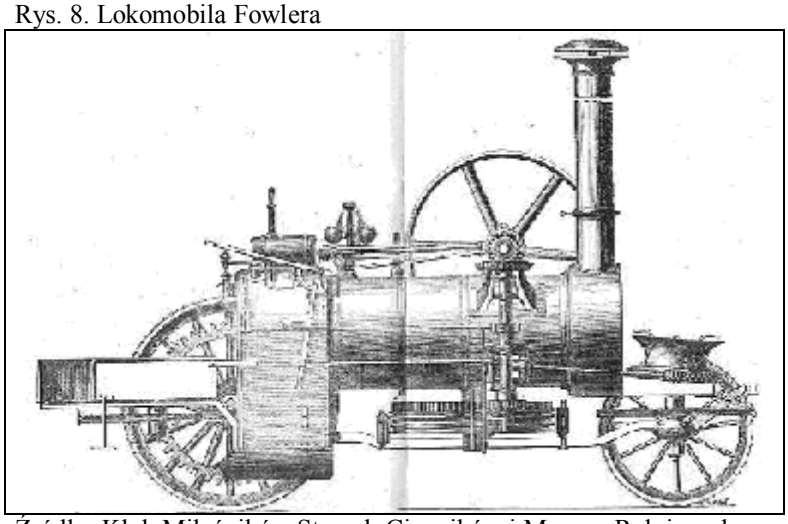


Źródło: Klub Miłośników Starych Ciągników i Maszyn Rolniczych, http://www.traktor.lipno.pl/historia.htm

Wózek ruchomy wyposażono w cienkie koła, które zapadając się w ziemię dodatkowo go kotwiczyły. Posiadał on również mechanizm przekładniowy pozwalający ręcznie przestawiać go wzdłuż pola.

W 1858 roku zbudowano dla Fowlera pierwszą samobieżną lokomobilę (patrz: rys. 8), a rok później na jego zamówienie, zbudowano bardzo wydajny ciągnik parowy. Zastosowano w nim rozwiązania podnoszące sprawność cieplną, przez podniesienie ciśnienia pary z 3 do 7 atmosfer.[18]

Rys. 8. Lokomobila Fowlera



Źródło: Klub Miłośników Starych Ciągników i Maszyn Rolniczych, http://www.traktor.lipno.pl/historia.htm

Jednocześnie dopracowano metodę systemu orki ustawiając na rogach pola trzy wózki z wielokrążkami a w czwartym rogu lokomobilę. Lina biegnąca miedzy nimi tworzyła dużą cyfrę 8. A około 1860 roku Smith i Howard zaproponowali żeby lina nie była „przerzucona" przez pole tylko była rozwijania wzdłuż brzegów pola.

[17] Klub Miłośników Starych Ciągników i Maszyn Rolniczych, http://www.traktor.lipno.pl/historia.htm
[18] Ibidem.

W 1892 roku niemiecki konstruktor Schmidt zastosował specjalną wężownicę dogrzewająca parę wychodzącą z kotła do temperatury 425 st. Celsjusza. Uzyskując tym samym niebywałe ciśnienie pary dochodzące nawet do 60 atmosfer. Wężownicę wprowadzono wkrótce do kotłów lokomobili rolniczych. Stosując przegrzanie pary osiągano zmniejszenie jej zużycia o 30-40%, a węgla o około 30%.

W latach sześćdziesiątych XIX wieku zaczyna się bom na produkcję lokomobili rolniczych różnych typów. Najpopularniejsze z nich to maszyny przewoźne o mocy 5-20 KM. Moc największych parowych traktorów dochodziła nawet do 200–280 KM, przy ciśnieniu pary 14 atmosfer. Taka siła powstawała na jedno lub dwucylindrowych silnikach, pracujących poziomo. W ciągu godziny, każdy metr kwadratowy powierzchni grzanej wytwarzał 20-25 kg pary wodnej. Gazy spalinowe osiągały temperaturę 800-1000 stopni Celsjusza. Kocioł miał cylindryczny kształt. Przechodziło przez niego kilkanaście płomieniówek. Były to takie rurki, których początek łączył się z paleniskiem a koniec z dymnicą (wylotem). Płomieniówki rozmieszone w pewnych odstępach od siebie były otoczone wodą, co znacznie powiększało wydajność kotła. Silnik parowy lokomobili był bardzo elastyczny, pozwalał na chwilowe dość znaczne przeciążenia i nie wymagał zastosowania skrzyni przekładniowej. Choć jego sprawność cieplna była niska na poziomie 15%. Dla porównania wczesne silniki benzynowe uzyskiwały 20% sprawność, a diesle 30 %. [19]

Ciężar gotowego do pracy ciągnika parowego mógł przekraczać 21 ton[20]. W ciągu roboczo dnia z gigantycznym 5 skibowym pługiem przechylnym, takie monstrum mogło zaorać w sprzyjających warunkach przy płytkiej orce nawet 14-16 hektarów zużywając od 8 do 10 tysięcy litrów wody i kilkaset kilogramów węgla. Lina przeciągająca pług miała średnicę 2 cm i długość 300-450 metrów. Lokomobila nie posiadała układu centralnego smarowania. Ponieważ silnik lokomobili osiągał 160-350 obrotów na minutę, oliwione były tylko kluczowe punkty jak tłok i suwak. Olej ze zbiorniczka dostawał się tam przy pomocy pompki tłoczkowej. Łożyska zaś otrzymywały smarowanie z łańcucha przerzuconego przez czop wału i częściowo zanurzonego w wannie olejowej. W pozostałe punkty wtłaczano smar stały.

Traktory parowe odgrywały jeszcze dużą rolę w rolnictwie do końca lat trzydziestych XX wieku. Jednakże, już coraz powszechniej wchodziły ciągniki napędzane silnikami spalinowymi. Choć, początkowo, dość jeszcze nieporadne i słabe, to jednak kilkakrotnie

[19] Internetowa Encyklopedia Wikipedia, http://pl.wikipedia.org/wiki/Lokomobila
[20] W większości najbardziej popularne w Europie traktory parowe były nieco lżejsze o wadze do 10 ton

tańsze, ekonomiczniejsze i prostsze w obsłudze. Wkrótce prawie całkowicie wyparły parowe olbrzymy z roli.[21]

[21] Klub Miłośników Starych Ciągników i Maszyn Rolniczych, http://www.traktor.lipno.pl/historia.htm

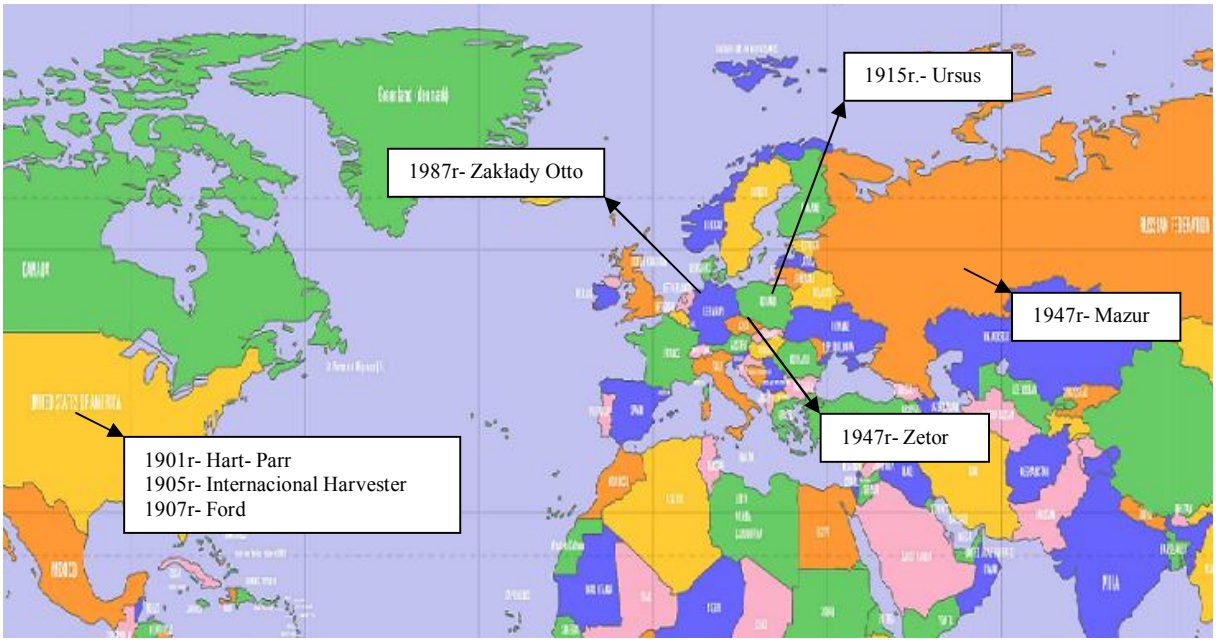
Rozdział II. Pierwsze traktory spalinowe i ich udoskonalenia w zakresie parametrów technicznych

2. 1. Od maszyny parowej po traktor z silnikiem spalinowym

Pierwsze traktory były ewolucją maszyny parowej. Tworzone były w czasach gdy wiedza na temat konstrukcji ciągników była ograniczona, a ich konstruktorzy wynosili ze szkół wiedzę o budowie lokomotyw parowych. Nic więc dziwnego, ze pierwsze traktory przypominały lokomotywy- były duże, ciężkie, a ich moc często pozwalała jedynie na poruszanie się z niewielką prędkością po płaskiej drodze.

Podstawowym problemem w unifikacji produkcji była różnorodność upraw i gleby w różnych rejonach. Ciągnik musiał mieć możliwość zawieszenia maszyn do uprawy pod jego podwoziem, a jednocześnie do ich holowania, być zdolny do głębokiego zaorania pola pod uprawę ziemniaka i talerzowania[22] ziemi pod uprawę kukurydzy. Jednak wymagania względem tych maszyn wciąż rosły. Traktor powinien być trwały i zdolny do 10-12 godzinnego dnia pracy. Na działkach relatywnie małych, dobry traktor powinien charakteryzować się zwrotnością. Dobrze by też było, gdyby istniała również możliwość zaadoptowania go do pracy w sadzie.

Rys9. Pierwsze traktory na świecie



Źródło: opracowanie własne

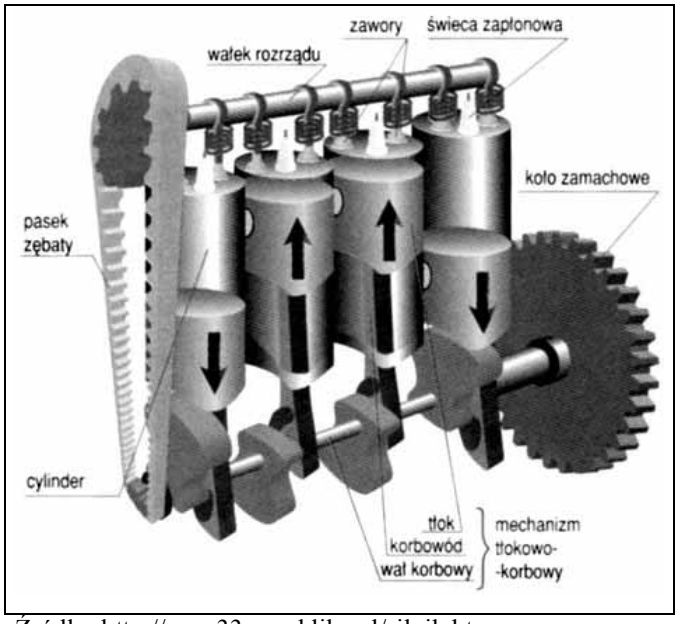
[22] Talerzowanie- czynność, zabieg uprawowy polegający na pocięciu, rozdrobnieniu wierzchniej warstwy roli przy jednoczesnym jej obróceniu. Talerzowanie stosuje się na polach uprawnych, a także do odsłonięcia gleby przez częściowe zniszczenie starej darni na łąkach i pastwiskach (http://slownik.rolnicy.com/t/talerzowanie.html).

Zgodnie więc z maksyma „potrzeba, matką wynalazków” pojawiały się nowe pomysły, konstrukcje, a w konsekwencji i traktory. Natomiast firmy zajmujące się ich produkcją, prześcigały się wzajemnie pod względem parametrów technicznych i nowych możliwości zastosowania.

2.2. Silnik Otto i produkcja pierwszych traktorów z silnikiem benzynowym

Historia traktorów zaczęła się około roku 1863, gdy Nicolaus August Otto zbudował swój pierwszy silnik benzynowy.

Rys10. Budowa silnika spalinowego



Źródło: http://wow33.republika.pl/silnik.htm

Silnik benzynowy (nazywany też silnikiem o zapłonie iskrowym) jest silnikiem cieplnym spalinowym o spalaniu wewnętrznym, w którym spalanie ładunku zainicjowane jest iskrą powstającą pomiędzy elektrodami świecy zapłonowej. Paliwem w takim silniku musi być paliwo intensywnie parujące w układzie zasilania silnika w paliwo lub w cylindrze silnika, takie jak: benzyna, LPG gaz płynny, gaz ziemny-CNG, metanol lub alkohol etylowy. Podstawowymi zaletami silnika iskrowego jest: łatwy rozruch niezależnie od temperatury zewnętrznej silnika, dobra szybkobieżność, łatwość uzyskiwania wysokich obrotów pracy, stosunkowo wysoka uzyskiwana moc, dość lekka konstrukcja oraz niezbyt skomplikowana konstrukcja układu zasilania. Natomiast jego podstawowymi wadami jest wysokie jednostkowe zużycie paliwa i mniejsza trwałość niż w silniku wysokoprężnym typu Diesel (który pojawił się później).

W 1864 roku N. Otto założył razem z inżynierem Eugenem Langenem pierwszą na

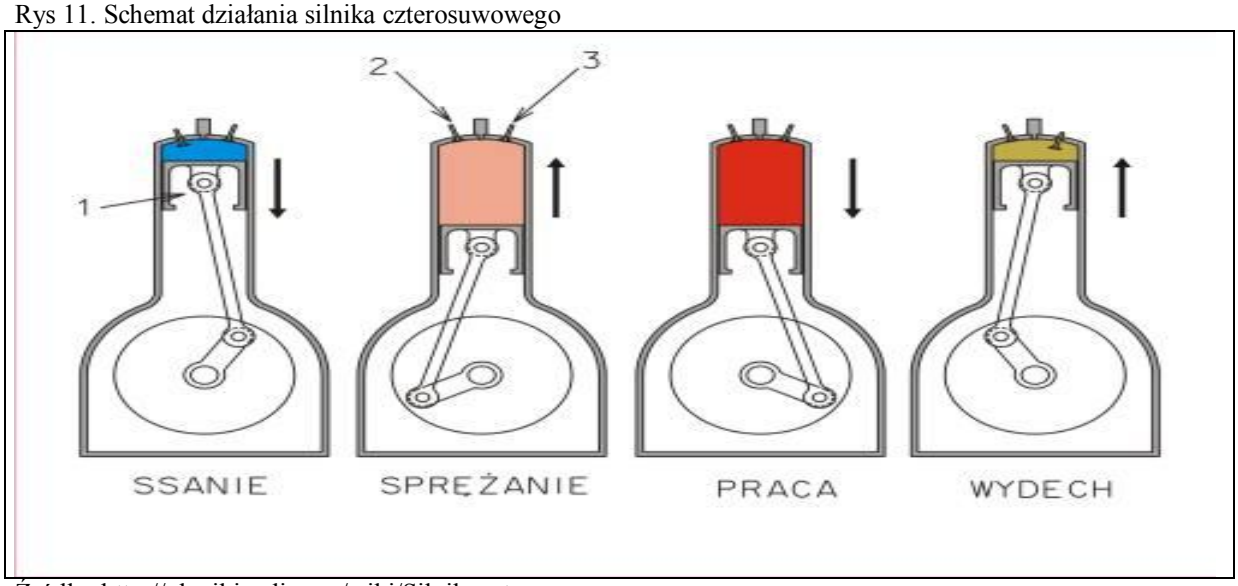
Tab. 2. Historia silników

Rok	Silnik	Twórca
1690	Pierwszy tłokowy silnik parowy	Denis Papin
1712	Silnik atmosferyczny	Thomas Newcomen
1816	Silnik Stirlinga	Robert Stirling
1831	Pierwowzór silnika elektrycznego	Michael Faraday
1834	Silnik elektryczny z komutatorem	Moritz Hermann Jacobi
1876	Czterosuwowy silnik benzynowy	Nikolaus August Otto
1888	Silnik indukcyjny	Nikola Tesla
1892	Silnik Diesela	Rudolf Diesel
1960	Silnik z tłokiem obrotowym	Felix Wankel

Źródło: http://pl.wikipedia.org/wiki/Silnik

świecie fabrykę silników, a w 1876 roku udało mu się opracować silnik czterosuwowy ze sprężoną mieszanką paliwową. W silniku czterosuwowym adiabatyczne[23] sprężenie, przypływ stałej ilości ciepła, adiabatyczne rozszerzenie i odrzucenie stałej wartości ciepła odbywa się w czterech suwach (ruchach) silnika tłokowego: wprowadzenie, sprężanie, zapłon i wydech.

Rys 11. Schemat działania silnika czterosuwowego



Źródło: http://pl.wikipedia.org/wiki/Silnik_czterosuwowy

[23] Proces adiabatyczny – proces termodynamiczny, podczas którego wyizolowany układ nie nawiązuje wymiany ciepła, lecz całość energii jest dostarczana lub odbierana z niego jako praca. Sprężanie adiabatyczne realizowane może być w cylindrze zamkniętym przesuwającym się tłokiem bądź w dyfuzorze. Podczas sprężania adiabatycznego zwiększa się temperatura i entalpia gazu. Znajomość przyrostu entalpii umożliwia wyznaczenie pracy mechanicznej zużytej do sprężania. Wzrost temperatury w wyniku sprężania adiabatycznego jest wykorzystywany w silniku tłokowym wysokoprężnym, gdzie celem jest uzyskanie odpowiednio wysokiej temperatury powietrza umożliwiającej samozapłon mieszanki paliwowo- powietrznej (http://pl.wikipedia.org/wiki/Przemiana_adiabatyczna).

1.) W pierwszym etapie, tłok przesuwa się w dół z górnego do dolnego martwego punktu[24], wytwarzając we wnętrzu cylindra podciśnienie. W tym czasie zawór ssawny jest otwarty, dzięki temu z kanału dolotowego, znajdującego się za zamykającym go zaworem ssącym, wciągnięta zostaje z gaźnika (lub układu wtryskowego i kanałów powietrznych) mieszanka paliwowo-powietrzna. Trafia ona do wnętrza cylindra, pomiędzy tłok, a głowicę cylindra. Następnie, zawór ssący zostaje zamknięty.
2.) Podczas etapu drugiego, tłok przemieszcza się w górę cylindra, ściskając (czyli sprężając) mieszankę paliwowo-powietrzną. Oba zawory (ssawny i wydechowy) są zamknięte. Sprężanie następuje pod znacznym ciśnieniem, do (zwykle) mniej więcej jednej dziesiątej początkowej objętości mieszanki. Ale zanim osiągnie minimalną objętość następuje zapłon. Celem jest doprowadzenie do spalenia całej mieszanki w chwili, gdy tłok przekroczył górny martwy punkt i może zostać odepchnięty przez rozprężające się gazy spalinowe, rozpoczynające suw pracy.
3.) W trzecim etapie, przed osiągnięciem górnego martwego punktu , bezpośrednim wtryskiem paliwa lekkiego następuje wtrysk paliwa i zapłon samoczynny lub wymuszony iskrą. Oba zawory (ssawny i wydechowy) są zamknięte. Tłok zostaje odepchnięty z dużą siłą, gdyż we wnętrzu komory spalania po zapłonie powstaje ciśnienie o wartości do 100 barów (co czasem odpowiada sile nacisku na tłok równej nawet 5 tonom). Takie siły muszą być przeniesione z denka tłoka przez korbowód na wał korbowy. Wymusza to ruch tłoka do dolnego martwego punktu.
4.) Na etapie czwartym, jeszcze zanim tłok osiągnie dolny punkt martwy, otwarty zostaje zawór wydechowy i wciąż jeszcze nie do końca rozprężone gazy spalinowe mogą opuścić cylinder, kierując się w stronę układu wydechowego. Przemieszczający się w górę tłok aż do osiągnięcia górnego punktu martwego, gdy zawór wydechowy jest otwarty wypycha z cylindra resztę gazów, a po osiągnięciu górnego punktu martwego następuje tzw. "wahnięcie", czyli zamknięcie zaworu wydechowego, a otwarcie zaworu ssącego i cykl rozpoczyna się od początku.

[24] Górny martwy punkt (położenie) to skrajne górne położenie tłoka w cylindrze, odpowiadające najmniejszej objętości przestrzeni roboczej, natomiast dolny martwy punkt (położenie) to skrajne dolne położenie tłoka odpowiadające największej objętości przestrzeni roboczej (http://pl.wikipedia.org/wiki/DMP_%28silnik%29 i http://pl.wikipedia.org/wiki/GMP_%28silnik%29).

W tym samym roku, na patentach Otto, rozpoczęli produkcje silników kuzyni E. Langena. Natomiast w 1897 roku, w zakładach Otto, rozpoczęto budowę traktorów. Praktycznie każdy traktor był badany dynamometrycznie, a uzyskane wyniki były wybite na tabliczce znamionowej silnika. Pierwsze traktory, były wyposażone w jednocylindrowe silniki o pojemności ok. 50 litrów i mocy 42 KM. Sam silnik ważył ponad 7 ton. W 1898 roku rozpoczęto produkcję mniejszej jego wersji o mocy 10-16 KM. W 1904 rozpoczęto niewielką produkcję modelu 20-30 KM przy 350 obrotów na minutę, z otwartym, wieżowym chłodzeniem silnika, a napęd na koła przekazywany był poprzez bezstopniową przekładnię cierną. Jego waga przekraczała 200 KG/koń mechaniczny.

Podobnie budowany był Faibanks-Morse, fabryka ta zajmowała się produkcją silników stacjonarnych i przez kilka lat, od 1909 do 1914 budowała wersję swego silnika wyposażoną w możliwość samodzielnego poruszania się. W 1910 wypuszczono model z jednocylindrowym silnikiem o mocy 15-25 KM. Uruchomienie silnika odbywało się za pomocą sprężonego powietrza i ...zapałek. Silnik posiadał zapłon od stałego płomienia benzynowego. W odpowiednim momencie otwierała się zasuwka do wnętrza cylindra i płomień zapalał mieszankę w cylindrze. Maksymalne obroty silnika wynosiły ok. 170 obr./min. W 1915 roku uznano, ze produkcja traktorów jest zbyt trudnym przedsięwzięciem i fabryka pozostała przy produkcji silników stacjonarnych.

2. 3. Spółka Hart- Parr i traktory z chłodnica samochodową

W 1900 roku Charles W. Hart i Charles H. Parr, dwaj studenci wydziału mechanicznego Uniwersity w Wisconsin, zakładają spółkę Hart-Parr Gasoline Engine Co.

Rok później zbudowali pierwszy traktor, w następnym roku 5 traktorów, a w kolejnym już 15. Silniki tych traktorów były dwucylindrowe, o pojemności ok. 17 litrów. Niewątpliwą zaletą maszyny była zdolność samodzielnego poruszania się po drodze i zakres jej użycia nie wychodził w dalszym ciągu poza napęd dla maszyn stacjonarnych.

Tab. 3. Produkcja nowych modeli traktorów Hart- Parr

Rok	Model
1901	Pierwszy traktor
1903	O mocy 17- 30 KM i 22- 45 KM
1910	O mocy 30- 60 KM
1911	O mocy 60- 100 KM
1918	A 10- 20 KM
1919	H 18- 36 KM
1920	A 17- 27 KM
1924	E 12- 24 KM

Źródło: opracowanie własne

W następnym roku powstały już dwa modele z silnikami o mocy 17-30 KM i 22-45 KM, przy 350 obrotach na minutę. W 1905 roku przekonstruowano silniki obydwu modeli i wprowadzono chłodzenie olejowe silnika z pompą wirnikową i zamkniętą chłodnicą rurkową z pionowym przepływem powietrza. Do szczytu szerokiego komina doprowadzona była rura wydechowa skierowana wylotem ku górze. Korzystając z zasady zwężki Venturiego, ulatujące w kominie spaliny powodowały ruch powietrza wewnątrz chłodnicy. Im szybciej obracał się silnik, tym więcej powietrza przepływało przez chłodnicę.

W 1910 wypuszczono model 30-60 KM "Old Reliable"[25], był on ewolucja modelu 22-45 KM i był to pierwszy traktor, który znalazł zastosowanie do głębokiej orki. Na drodze rozwijał szybkość 3.5 mil/h, a do ciężkich prac polowych należało wymienić koło zębate otwartego systemu przekładni głównej na mniejsze, podnosząc w ten sposób moment obrotowy na kole napędowym.

W 1911 wypuszczono największy traktor serii 60-100 KM. Tylne koła miały ponad 2 metry średnicy i maszyna mogła pociągnąć 14 pługów, a jego waga przekraczała 26 ton. Traktor ten nie wzbudził jednak szerszego zainteresowania i był zbudowany tylko w kilku egzemplarzach. W 1918 roku wypuszczono model A 10-20 KM z jednocylindrowym silnikiem o pojemności 3900 cm^3. W 1919 wypuszczono model H 18-36 KM z silnikiem dwucylindrowym o pojemności 10553 cm^3 i trzybiegową przekładnią z biegiem wstecznym.

W początkach lat 20-tych chłodzenie olejowe i wieżą chłodniczą zostaną zastąpione chłodnicą samochodową. W 1920 roku moc silnika modelu A zostanie podniesiona do 17-27 KM, a jego waga spadnie do 2.1 tony. Nebraska Tractor Test[26] wykazał 30.22 KM przy 755 obrotów na minutę na kole zdawczym silnika i 21 KM uciągu. Hart-Parr uchodził za jeden z najlepiej budowanych traktorów owych czasów. Szerokie zastosowanie stali chromowo-

[25]do 1918 roku zbudowano 3.798 jego egzemplarzy (oznaczenia literowe modeli wprowadzono w 1914 r.),

[26]Nebraska Tractor Test jest jednym z najwyżej cenionych badań tego typu na całym świecie. Test przeprowadzany jest w dwóch etapach. Pierwszy obejmuje laboratoryjne sprawdzenie podanych przez fabrykę danych silnika i mocy uciągu traktora (wartości te czasem są zawyżane przez producenta). Drugi etap to realna próba pracy na roli. W 1918 roku należało zaorać 10 akrów dziewiczej ziemi pługiem jaki zalecała fabryka. Mierzono czas pracy i notowano wszystkie uszkodzenia. W 1938 roku zrezygnowano z próby orania i badany traktor będzie musiał ciągnąć po owalnym torze maszynę naśladującą pracę rożnych urządzeń. W ten sposób zwiększy się znacznie porównywalność testów

molibdenowych[27] oraz niezwykła dokładność wykonania czyniła ten traktor praktycznie niezniszczalnym, lecz w istotny sposób podnosiła koszty produkcji. W 1924 roku wypuszczono nowy model E 12-24 KM, który był wyposażony w silnik jednocylindrowy o pojemności 4820cm^3 i wadze 2.5 tony, gdzie zmieniono sprzęgło z taśmowego, zaciskanego przy pomocy dźwigni na kole zamachowym na tarczowe.

2. 4. Firma International Harvester i traktor „uprawiaj wszystko”

W 1902 roku Cyrrus Hall McCormick II i Wiliam Deering utworzyli International Harvester. Trzy lata później skonstruowano pierwszy traktor, oparty na patentach firmy S.S. Morton i 15 konnym silniku stacjonarnym serii "Famous". W następnym roku rozszerzono produkcję do kilku modeli silnika. Powstały traktory: Model A z silnikiem stacjonarnym o mocy 10 KM, Model B z wspomnianym już silnikiem "Famous" (15 KM) i Model C z silnikiem 20 konnym. Napęd przenoszony był za pomocą przekładni ciernej, a silniki były chłodzone systemem odparowania wody z żeliwnej wanny chłodzącej bloku silnika.

Tab. 4. Produkcja nowych modeli traktorów International Harvester.

Rok	Model
1905	Pierwszy traktor
1906	Model A (10 KM) Model B (15 KM) Model C (20 KM)
1914	Mogul (8- 16KM) Titan (8- 16 KM)
1920	Farmall (16- 24 KM)
1931	Model F-30 (20- 30 KM)
1933	Model F-12 (10- 15 KM)

Źródło: opracowanie własne

Około roku 1910, zatrudniono w firmie inż. Edward A. Johnson i inż. Bert J. Benjamin, którzy wspólnie zbudowali lekki prototyp. Po poddaniu go próbie, części, które ulegały zniszczeniu poprawiano i w 1914 roku powstał Mogul 8-16 KM i bliźniaczy Titan z płaskim jednocylindrowym silnikiem chłodzonym w obiegu termosyfonowym wodą z beczki umieszczonej nad silnikiem. Ciągnik ten dostosowany był do orki dwoma pługami (w 1919 wypuszczono jego nową wersje z podniesioną mocą do 10-20 KM).

W 1917 roku, w przedziale mocy 8-16 KM powstał nowy traktor, który sprzedawano pod nazwa International Harvester 8-16 KM przy 1000 obrotów na minutę. International Harvester wyposażony był już w czterocylindrowy silnik o pojemności 3925 cm^3 oraz górnozaworową głowicę. Napęd przekazywany był przez trzybiegową przekładnię z biegiem wstecznym i przekładnię główną.

[27] Stal ta ma jeden z największych stosunków wytrzymałości do masy ze wszystkich stali (nie jest największy ale porównując ceny do innych jest najbardziej opłacalny). Używa się jej głównie w częściach które muszą wytrzymać największe obciążenia rozciągania, zginania lub zrywania. po utwardzeniu termicznym znosi naprawdę dużo (http://pl.wikipedia.org/wiki/Cro-mo_4130).

W 1920 roku zbudowano pierwszy prototyp traktora, który zrewolucjonizuje uprawę ziemi. Farm-All, czyli "uprawiaj wszystko". Prototyp posiadał silnik o pojemności 3442 cm^3 i przy 1200 obrotach na minutę miał moc 24 KM, a moc dynamometryczna wynosiła 16 KM. Badania Nebraska Test wykazały 16.8-24.9 KM. Napęd na tylne koła przenoszony był za pomocą trzybiegowej przekładni z biegiem wstecznym, zblokowanej z przekładnią główną i przekładnią zwalniającą obok piast tylnych kół. Podwozie trójkołowe, wysoko zawieszone pozwalało na jazdę ponad krzakami bawełny, czy roślinami tytoniu bez ich uszkodzenia oraz możliwość zaczepienia kultywatora i radła pod podwoziem. Usytuowanie ich w tym miejscu pozwalało na stałą obserwację pracy tych urządzeń. Ciągnik mógł dokonywać czterorzędowego radłowania[28] ziemniaków, sześciorzędowego kukurydzy i dwurzędowego upraw bawełny czy tytoniu.

W 1931 roku wprowadzono do produkcji model F-30 z silnikiem o pojemności 4430 cm^3 i mocy 20-30 KM przy 1150 obrotach na minutę. Model F-30 posiadał regulacje rozstawienia tylnych kół oraz możliwość regulacji wysokości tylnej ramy do holowania osprzętu. Mógł pociągnąć trzyskibowy pług do głębokiego orania.[29]

W 1933 roku, roku najgłębszej depresji ekonomicznej wprowadzono do produkcji najmniejszy Farmall F-12 z silnikiem o pojemności 1763 cm^3 i mocy 10-15 KM przy 1400 obrotach na minutę. Nebraska Test wykazał 12.31 - 16.2 KM. Traktor ważył tylko 1215 kilogramów i był przystosowany do spalania mieszanek alkoholowych. Zmieniono też napęd tylnych kół na dyferencjał o ograniczonym poślizgu i zrezygnowano z przekładni zwalniających, które powodowały pewne straty mocy i F-12 dostał powiększone tylne koła z 100 do 135 centymetrów. Rozstaw kół można było zmieniać w zakresie 110-195 centymetrów (w 1938 Farmall F-12 został zastąpiony przez F-14. Zmiany dotyczyły tylko silnika, który teraz obracał się 1650 obr./min i Nebraska test wykazał moc 14.84-17.44 KM).[30]

2. 5. Innowacyjne rozwiązania H. Forda

Henry Ford, który jako pierwszy przedsiębiorca na świecie wprowadził metody masowej produkcji, również był zainteresowany produkcją traktorów.

---

[28] Radło- narzędzie rolnicze służące do robienia bruzd pomiędzy rzędami upraw roślin okopowych i do ich obsypywania (http://www.sjp.pl/co/rad%B3o)
[29] Traktory z silnikiem spalinowym w USA, http://www.retrotraktor.pl/readarticle.php?article_id=54.
[30] Klub Miłośników Starych Ciągników i Maszyn Rolniczych, http://www.traktor.lipno.pl/historia.htm.

W 1907 roku zbudowano prototyp, który bazowały głównie na elementach samochodu Ford T. Na stalowej ramie ustawiono poprzecznie silnik samochodowy Ford, Model B z 1905 roku, gdzie napęd przekazywany był poprzez dwubiegową przekładnię i otwartą przekładnię redukcyjną na jedno tylne koło.

W 1915 roku Ford inwestuje ponad pół miliona dolarów z prywatnych środków w przedsiębiorstwo pod nazwą „Ford & Son Tractor Company", co w skrócie brzmiało Fordson. Do prac konstrukcyjnych nad traktorem zatrudnieni zostali najbardziej utalentowani konstruktorzy zakładów samochodowych, w tym węgierscy inżynierowie Jo Galamb i Eugen Farkas. [31]

Rys12. Prototyp X

Źródło: http://www.traktor.lipno.pl/historia.htm

W 1916 roku przedstawiony został prototyp ukryty pod symbolem roboczym „X". Była to w pełni nowa konstrukcja, w której najważniejsza innowacją było połączenie silnika, skrzyni biegów i tylnej osi w jeden skręcany śrubami blok. Dzięki czemu tworzyły one sztywny moduł. Wyeliminowało to potrzebę stosowania ramy nośnej, dlatego konstrukcja ta wyróżniała się mniejszym ciężarem i zwartą budową. Mechanizmy przeniesienia napędu ciągnika były pracowały w zamkniętej obudowie, dzięki czemu były odporne na zanieczyszczenia . Niniejszy traktor wyprzedzał dość znacznie wyroby innych producentów. Taki sposób budowy ciągnika rolniczego miał również na celu przyspieszenie metod produkcji i obniżenie ceny jednostkowej traktora. Konstrukcja samonośna ciągnika Forda stała się podstawą konstruowania późniejszych konwencjonalnych ciągników na całym świecie.[32]

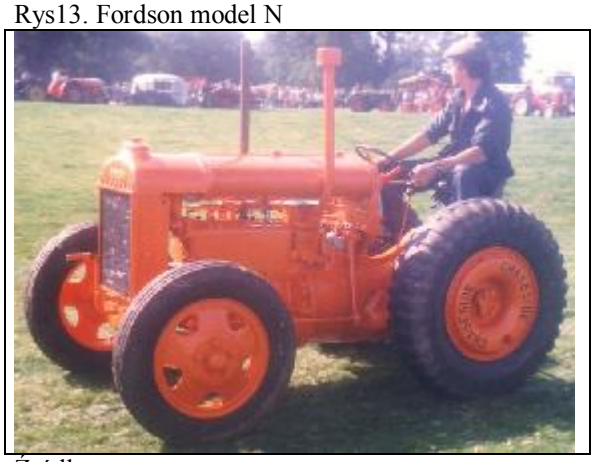
Natomiast pierwszym traktorem na świecie produkowanym masowo był Fordson F, o pojemność 4373cm i wadze 1620 kilogramów. Zakłady Forda zyskały wtedy nie tylko dzięki zamówieniom płynącym z Wielkiej Brytanii, Kanady i USA, ale i Rosji. Do walki z klęską głodu i celem pilnego zwiększenia produkcji żywności zamówiono i zaimportowano 26 tysięcy Fordson F. Następnie w 1923 roku Rosjanie samodzielnie podjęli w Leningradzie,

[31] Traktory z silnikiem spalinowym w USA, http://www.retrotraktor.pl/readarticle.php?article_id=54
[32] Klub Miłośników Starych Ciągników i Maszyn Rolniczych, http://www.traktor.lipno.pl/historia.htm

własną produkcję tych traktorów pod nazwą „Fordson-Putiłowiec” FP. Sukces traktorów Forda był niewątpliwy, głownie dlatego że możliwości ich zastosowania nie ograniczały się tylko do rolnictwa. Taki uniwersalny ciągnik mógł pracować w transporcie i gospodarce komunalnej.

Wprowadzone w 1928 roku, ciągnik Forda otrzymał dodatkową literę wyróżniającą „N”. Wprowadzono w nim zmiany nadwozia, dostał powiększony do 4181 cm^3 silnik i jego moc wynosiła teraz 22 KM przy napędzie naftą i 29 KM, jeśli silnik zasilany był benzyną. Zmieniony został kształt chłodnicy, wprowadzono pełne błotniki, a (dzięki innemu ustawieniu kolumny) uległa przesunięciu pozycja kierowcy. Za opłatą można było otrzymać elektryczny rozrusznik i oświetlenie elektryczne. Traktor był malowany na ciemno niebieski kolor z pomarańczowymi kołami. Odmiana dedykowana tylko do zasilania naftą miała zmieniony kształt głowicy i podniesiony stopień sprężania. Bardzo charakterystycznym elementem Fordsona „N” był dużych rozmiarów filtr powietrza wyposażony w płuczkę wodną, osadzony pod zbiornikiem paliwa. Dzięki temu ciągnik otrzymał potoczną nazwę „Water washer” (wodna kąpiel).[33]

Rys13. Fordson model N



Źródło: http://www.tractordata.co.uk/fordson_to_1950/pages/fordson_chaseside/index.htm

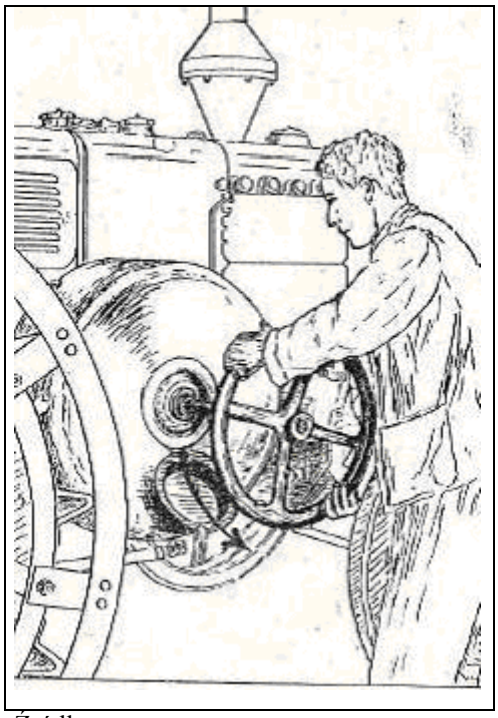
W 1939 wypuszczono model 9N z nowym trzypunktowym zawieszeniem maszyn rolniczych konstrukcji Harrego Fergusona. Trójkątna rama zamocowana obrotowo po obydwu stronach tylnego mostu i hydrauliczny cylinder na wysokości siedzenia kierowcy służył do regulacji wysokości zaczepionego pługu. Tego typu zawieszenie było rewolucyjnym rozwiązaniem mocowania maszyn holowanych za traktorem. Teraz już nie trzeba było stosować dodatkowych kół do prowadzenia lemiesza i ręcznie regulować głębokości orania. Naciśniecie dźwigni podnośnika hydraulicznego pod kołem kierowniczym pozwalało na dowolne ustawienie pługa talerzowego czy lemieszowego. W następnym roku pokaże się wałek zdawczy mocy, wyprowadzony w tylnej części dyferencjału. Pozwoli on napędzać kosiarkę czy maszynę do prasowania słomy wykorzystując napęd z silnika traktora do jej napędu.[34]

[33] Traktory z silnikiem spalinowym w USA, http://www.retrotraktor.pl/readarticle.php?article_id=54
[34] Klub Miłośników Starych Ciągników i Maszyn Rolniczych, http://www.traktor.lipno.pl/historia.htm.

2.6. Ewolucja polskich traktorów Ursus.

Mechanizacja polskiego rolnictwa rozpoczęła się od Ursusa C- 45[35], traktora wyprodukowanego w powołanej do życia w 1920 roku "Fabryce Silników i Traktorów Ursus, Spółka Akcyjna". Był to pierwszy ciągnik rolniczy produkowany w Polsce wielkoseryjnie. Jego zaletą była prostota konstrukcji i obsługi. Ponieważ brak było wówczas fachowej kadry kierowców i mechaników, była to bardzo ważna cecha, dzięki której każdy średnio zdolny kowal był w stanie dokonać większości napraw i regulacji tego traktora. C-45 był używany do podstawowych prac polowych oraz do transportu. Na kołach stalowych i z ostrogami mógł wykonywać głęboką orkę trzyskibowcem. Ponieważ ciągnik był wyposażony w silnik średnioprężny, dwusuwowy z głowicą żarową przed uruchomieniem należało zagrzać głowicę żarową przy pomocy tzw. lampy benzynowej aż do momentu osiągnięcia przez nią koloru ciemnoczerwonego, a następnie po wyjęciu kierownicy z kolumny i osadzeniu jej na wale korbowym (z boku ciągnika), dokonać uruchomienia przy pomocy energicznego ruchu (uruchomienie trwa dużo czasu i poprzedzają je czynności dodatkowe).

Rys14. Rozruch silnika



Źródło: http://www.traktor.lipno.pl/historia.htm

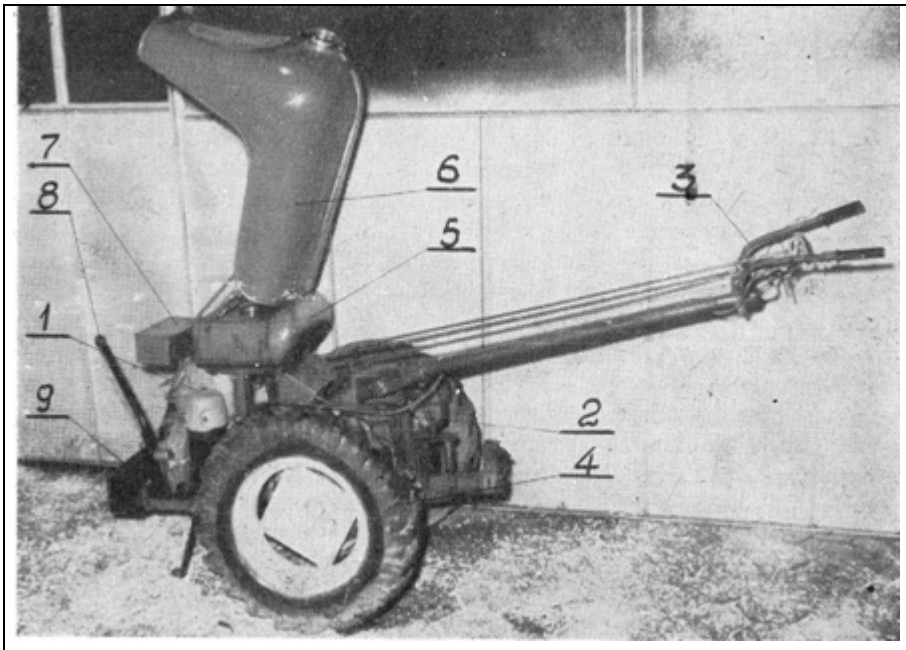
Mury Ursusa opuszczały również fabryczne wersje leśne wyposażone w wciągarkę mechaniczną typ C-45 wraz z siatką zabezpieczającą kierowcę. Ponadto wyposażone były w błotniki oraz kabinę brezentową[36]. Wiele ciągników miało także na szczycie kabiny zamontowaną lampę w kształcie pomarańczowego trójkąta. Taki dodatkowy sygnalizator występował w szczególności w ciągnikach biorących udział w transporcie dłużycy[37].

Natomiast w 1954 roku opracowano zmodernizowaną wersję ciągnika C- 45, oznaczoną C-451. Zmiany polegały przede wszystkim na wprowadzeniu rozruchu

[35] W prawdzie wcześniej, w latach dwudziestych pojawiły się „ursusowskie" ciągówki, jednak ich projekt oparty był na modelach zagranicznych i nie wprowadzał żadnych innowacji.
[36] Brezent - gruba mocna bawełniana tkanina impregnowana, używana do wyrobu nieprzemakalnej odzieży, namiotów, plandek, pokrowców i plecaków. Charakteryzuje się nieprzemakalnością i dużą wytrzymałością (http://pl.wikipedia.org/wiki/Brezent).
[37] Dłużyca – drewno okrągłe, wielowymiarowe o minimalnej średnicy 20 cm i długości minimum 9,0 m dla gatunków iglastych i 6,0 m dla gatunków liściastych (http://pl.wikipedia.org/wiki/D%C5%82u%C5%Bcyca).

benzynowego z pomocą cewki brzęczykowej i świecy zapłonowej umieszczonej w głowicy oraz rozrusznika elektrycznego. Wprowadzono także niezależne hamulce, zmianę osi resorowanej na sztywną (co pozwoliło na uzyskanie większego prześwitu). Na życzenie, ciągnik mógł być wyposażony w podnośnik hydrauliczny. Zmieniono również technologie wytwarzania poszczególnych podzespołów, np. wał korbowy podlegał hartowaniu powierzchniowemu, koła zębate były hartowane indukcyjnie, a łożyska - polerowane elektrycznie. Jesienią 1953 roku pracownicy Działu Motoryzacji Instytutu Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa w Warszawie przebudowali ciągnik na półgąsienicowy. Badania terenowe wykazały, wzrost siły uciągu o 120% i zmniejszone zużycie paliwa o 22% w stosunku do wersji na kołach ogumionych. [38]

Rys15. Ursus C- 308



1- silnik
2- skrzynia biegów
3- układ kierowniczy
4- koła jezdne
5- zbiornik paliwa
6- osłona silnika
7- skrzynia narzędziowa
8- dzwignia rozruchowa
9- obciążniki przednie

Źródło: http://www.traktor.lipno.pl/historia.htm

W 1957 roku zwrócono uwagę na wzrastające zapotrzebowanie na ciągniki ogrodniczo-sadownicze. W odpowiedzi na potrzeby rynku rozpoczęto niemal równocześnie prace nad dwoma takimi pojazdami. Pierwszy z nich, zwany później Dzik, opracowano w Biurze Konstrukcyjnym Przemysłu Maszynowego Leśnictwa we Wrocławiu. Drugi, podobnie jak Dzik był jednoosiowym ciągnikiem przeznaczonym do prac w rolnictwie oraz sadownictwie. Wkrótce po przejściu szeregu badań i testów ciągnik otrzymał nazwę Ursus C-308 i został skierowany do produkcji seryjnej. Jako źródło napędu pojazdu wykorzystano

[38] Klub Miłośników Starych Ciągników i Maszyn Rolniczych, http://www.traktor.lipno.pl/historia.htm

jednocylindrowy, dwusuwowy silnik o zapłonie iskrowym typu S261C. Dysponował on mocą 8KM. Ursus C-308 sprawował się nadzwyczaj dobrze jako mały ciągnik ogrodniczy. Stosowano go również w sadownictwie oraz leśnictwie. Jego dużą zaletą była uniwersalność. W zależności od potrzeby ciągnik mógł pracować z bardzo wieloma narzędziami - począwszy od pługa, poprzez opryskiwacz, skończywszy na przyczepie jednoosiowej. Ursus C-308 wyróżniał się również swoim wyglądem. Posiadał on bowiem ładnie zaokrągloną maskę z umieszczonym centralnie reflektorem oraz znakiem fabrycznym. Taka linia maski znana była już z Ursusa C-325.[39]

Dwa lata później rozpoczęto produkcję Ursusa C- 325, który był wyposażony w nowoczesne (jak na owe czasy) układy i zespoły. Po raz pierwszy w produkcji polskiej do maszyny rolniczej zastosowano hydraulikę siłową z trzypunktowym układem zawieszenia (do dziś stosowane rozwiązanie), a wałek odbioru mocy (przekazujący napęd z pojazdu do poruszanej maszyny) mógł pracować zarówno zależnie, jak i niezależnie. W przypadku wałka odbioru mocy pracującego „zależnie", obroty wałka są proporcjonalne do prędkości jazdy ciągnika, natomiast niezależny wałek odbioru mocy, oznacza że bez względu na prędkość jazdy (oraz bieg na którym porusza się ciągnik) zapewnia 560 obrotów na minutę.[40] Kolejną innowacją Ursusa C- 325 było dociążenie kół tylnych oraz rozstaw kół. Ostatnią, jednak bardzo istotną zmianą, było zamontowanie w Ursusie C- 325 silnika wysokoprężnego.[41]

Silnik wysokoprężny (inaczej: silnik o zapłonie samoczynnym lun silnik Diesla) został wynaleziony w 1892 roku przez Rudolfa Diesla. W czasie jego rozwoju zostały przetestowane różne materiały konstrukcyjne. Był powodem ciągłego rozwoju technik bezpośredniego wtrysku paliwa do cylindra, później przeniesionych do silników benzynowych. W odróżnieniu od swojego poprzednika- silnika z zapłonem iskrowym- silnik wysokoprężny do zapłonu paliwa nie wymagał żadnego zewnętrznego źródła energii. W silniku Diesla, pod wpływem wysokiej temperatury, następuje bowiem samoczynny zapłon mieszanki paliwowo-powietrznej. Temperaturę ta osiąga się na skutek quasi- adiabatycznego sprężenia powietrza w cylindrze.[42]

Praca silnika zaczyna się od ssania. W wyniku przesuwania się tłoka, występuje nadciśnienie i do cylindra zasysane jest z otoczenia czyste powietrze. Potem w zależności od tego czy silnik jest czterosuwowy czy dwusuwowy, suw ssania kończy się zamknięciem

[39] Ibidem.
[40] Współcześnie produkowane traktory, mają w standardzie wałek odbioru mocy niezależny, natomiast zależny jest standardem w zaniku.
[41] Internetowa Encyklopedia Wikipedia, http://pl.wikipedia.org/wiki/Ursus_C-325.
[42] Internetowa Encyklopedia Wikipedia, http://pl.wikipedia.org/wiki/Silnik_wysokopr%C4%99%C5%BCny.

zaworu ssącego lub przesłonięciem kanału dolotowego. Następnie zassane powietrze w wyniku ruchu tłoka w stronę głowicy (przy zamkniętych zaworach) jest sprężane. Temperatura powietrza pod koniec sprężania jest tak wysoka, że dochodzi do zapłonu wtryśniętej dawki paliwa do przestrzeni nad tłokiem (w pobliżu górnego martwego punktu). Paliwo wtryskiwane jest pod wysokim ciśnieniem dzięki czemu uzyskuje się dobre rozpylenie paliwa. Bardzo małe krople paliwa otoczone gorącym powietrzem szybko odparowują, a pary paliwa (dzięki dużej turbulencji) dobrze mieszają się z powietrzem tworząc jednorodny gaz palny. Gaz ten ulega samozapłonowi, a gdy tłok znajduje się w pobliżu górnego położenia zwrotnego tłoka rozpoczyna się spalanie, które kończy się jeszcze w czasie ruchu tłoka w stronę dolnego punktu martwego. Gdy tłok znajduje się w pobliżu dolnego punktu martwego, następuje otwarcie zaworu wylotowego. Ponieważ ciśnienie gazu w cylindrze jest wyższe od ciśnienia otoczenia, następuje wylot gazu do otoczenia. Zawór ten jest otwarty także podczas ruchu tłoka w kierunku głowicy i prawie wszystkie gazy spalinowe zostają wydalone z cylindra. Silnik wysokoprężny górował nad benzynowym mniejszym zużyciem paliwa i emisji dwutlenku węgla, większą żywotnością silnika oraz dużo wyższym momentem obrotowym, dzięki czemu praca była bardziej elastyczna.[43] Ursus nie był jednak pierwszym traktorem z silnikiem Diesla. Już w latach trzydziestych na świecie pokazały się ciągniki z silnikiem wysokoprężnym, ponieważ jednak były dużo droższe od benzynowych, szeroko rozpowszechniły się dopiero w latach pięćdziesiątych.

Rys16. Ursus C- 330M

Źródło: http://pl.wikipedia.org/wiki/Grafika:Image-PL_Ursus_C-330M_tractor.jpg

Jako następca Ursusa C- 325, w 1963 roku pojawił się na rynku Ursus C-328 (tzw. „ciapek”). Od swego poprzednika różnił się mocniejszym silnikiem o mocy 28 KM, zwiększoną pojemnością skokową silnika do 1960 cm^3, prędkością do 25 kilometrów na godzinę i wydajniejszą hydrauliką. Pięć lat później został zastąpiony Ursusem C- 330. [44]

Traktor ten, w odróżnieniu od poprzednich posiadał: wzmocnione łożyskowanie w skrzyni biegów i w tylnym moście, zmianę przełożeń

[43] Internetowa encyklopedia Wikipedia, http://pl.wikipedia.org/wiki/Silnik_wysokopr%C4%99%C5%BCny.
[44] Internetowa Encyklopedia Wikipedia, http://pl.wikipedia.org/wiki/Ursus_C-328.

zwiększającą prędkość ciągnika o ok. 8% i wzmocniony tłumik wydechowy. Był przeznaczony do pracy na gospodarstwach do 15 ha (i pomocniczo w większych). Mógł współpracować z pługiem 5x25 cm (w cięższych warunkach 4x25cm), a w orce głębokiej z pługiem 2x30 cm. Charakteryzował się małymi wymiarami, wydajnością i dużą trwałością. Ursus C- 330 posiadał możliwość obniżenia ciśnienia sprężenia za pomocą odprężników i świece żarowe, a także istniała możliwość wlania gorącej cieczy do układu chłodzenia co ułatwiało rozruch tego traktora w okresie zimowym. Jednak posiadał on zbyt małą liczbę biegów, dlatego też został zmodernizowany do wersji C- 330M, w którym zmieniono położenie w skrzyni biegów, pozwalające na szybszą jazdę (o 8%) oraz ulepszono kabinę. Na bazie C- 330 skonstruowano ciągnik C-335. Różnił się od poprzednika między innymi wydajniejszą pompą, a dzięki zastosowaniu w nim innych rodzajów zębatek w przekładni, większą prędkością jezdną (ok. 9 % więcej niż model C-330).

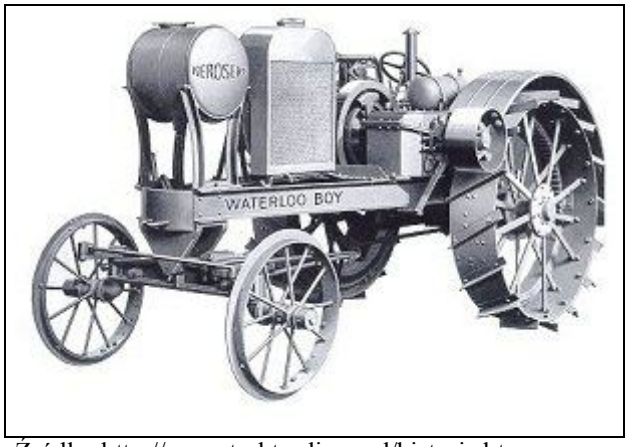
Kolejną innowacja Ursusa, było wyprodukowanie w 1983 roku ciągnika C- 360 z silnikiem MF PERKINS (do dziś stosowany w ciągnikach Ursus). Był to pierwszy silnik trzycylindrowy, o mocy 47, 5 KM. W pierwszych egzemplarzach montowane były oryginalne silniki wykonane w Wielkiej Brytanii, które wyróżniały się zastosowanymi w nich śrubami w układzie calowym.[45]

2. 7. Firma John Deere i traktor z pojedynczym kołem z przodu

Tymczasem w 1804 roku, w rodzinie farmerów urodził się John Deere. Pomagając rodzicom przy pracy na farmie, zauważył że podczas orania ciężka i lepka ziemia przykleja się do lemiesza i zamiast o odkładać glebę w równe pasy, za pługiem zostawała głęboka bruzda rozoranej ziemi. Co pewien czas, czasem co kilkadziesiąt metrów należało wyciągnąć pług, oczyścić go z przyklejonej ziemi i rozpocząć oranie od nowa. Skonstruował więc pług, do którego nie przyklejała się ziemia, którym zainteresował się Leonard Andrus. Wspólnie, założyli spółkę, która początkowo zajmowała się produkcja innowacyjnych pługów, a po śmierci Andrusa, Deere poszerzył działalność firmy o produkcję kultywatorów.[46]

[45] Internetowa Encyklopedia Wikipedia, http://pl.wikipedia.org/wiki/Ursus_C-360-3P.
[46] Klub Miłośników Starych Ciągników i Maszyn Rolniczych, http://www.traktor.lipno.pl/historia.htm.

Rys17. Traktor Waterloo Boy



Źródło: http://www.traktor.lipno.pl/historia.htm

W 1919 roku, rozpoczęto budowę ciągnika Deere- Waterloo Boy. Posiadał on silnik dwucylindrowy, poziomy, chłodzony wodą z zaworami umieszczonymi w głowicy, o pojemności 5199 cm^3 i przy 750 obrotów na minutę osiągał moc 12-25 KM, a napędzany był tania naftą.

W 1924 roku wypuszczono nowy model D. Do napędu tego traktora wykorzystano dwucylindrowy, leżący 25 konny silnik, o średnicy cylindra 13,9cm i skoku 17,7cm, przejęty z ciągnika „Waterloo Boy" oraz jego 2 biegową skrzynię przekładniową. W modelu „D" odstąpiono natomiast od archaicznej ramy nośnej ze stalowych belek na rzecz samonośnego nadwozia złożonego z silnika, bloku skrzyni biegów i mostu skręconych do siebie modułami tworzących jedną całość. Jednocześnie w skrzyni biegów traktora dołożony został 3 bieg.[47]

W 1928 wypuszczono nowy model GP z dwucylindrowym silnikiem o poj. 4853 ccm. i mocy 10-20 KM, przy 950 obr./min. Deere GP budowany był w wersji trzy i czterokołowej. Jednak w ofercie firmy Deere'a braowało małego ciągnika przeznaczonego do prac międzyrzędowych i specjalistycznych. Z powodu dużej konkurencji na rynku, rozpoczęto prace konstrukcyjne mające na celu przygotować lekki traktor przeznaczony do upraw międzyrzędowych.[48]

Nowy ciągnik oznaczony symbolem „A" rozpoczęto produkować w 1934 roku i częściowo bazował na podzespołach modelu „D". Wykorzystano w nim sprawdzony 2 cylindrowy silnik znany jeszcze z modelu Waterloo Boy, z tym, że skok cylindra w tym traktorze początkowo był krótszy i wynosił 16,5cm, a następnie niedługo po tym wydłużono ten parametr do 17,2cm co nieznacznie wpłynęło na wzrost mocy z 25 do 29,6KM. Silnik ten uruchamiano początkowo na benzynie, a następnie po rozgrzaniu zasilanie było przełączane na naftę. Ważną modyfikacją w stosunku do modelu „D" było wprowadzenie 4 biegowej skrzyni przekładniowej pozwalającej lepiej dopasować prędkości do poszczególnych zabiegów agrotechnicznych. Układ zmiany biegów bazował na 2 przekładniowej wczesnej skrzyni modelu „D", którą wyposażono w tzw. przyspieszacz czyli przekładnię zwiększającą prędkość. Wprowadzona wielowypustowa oś pozwalała na płynną zmianę rozstawu tylnych

[47] Traktory z silnikiem spalinowym w USA, http://www.retrotraktor.pl/readarticle.php?article_id=54
[48] Ibidem.

kół – rozwiązanie to było szczególnie przydatne w pracach międzyrzędowych gdzie stosowano rozmaite szerokości rzędów. Jako pierwszy ciągnik w ofercie tej firmy mógł być wyposażony w koła ogumione. Produkowano kilka odmian podwozi tego ciągnika, jednak najbardziej popularna wyposażana była w bliźniacze przednie koła.

W 1938 roku, firma John Deere zatrudniła znakomitego stylistę H. Dreyfusa, żeby nadał archaicznie wyglądającym ciągnikom świeżego wyglądu. Wszystkie modele, otrzymały opływową maskę i błotniki zaprojektowane w jednej linii.

Natomiast w 1938 roku w ofercie firmy pojawił się kolejny model traktora typu „H" o mocy 15KM. Nożny pedał gazu umożliwiał przekroczenie maksymalnych obrotów silnika i uzyskiwanie wyższych prędkości transportowych na poszczególnych biegach. Zgodnie z zaleceniami producenta można było tego dokonywać jedynie podczas jazdy na szosie. Początkowo był oferowany jako czterokołowy, ale w 1940 roku pojawiła się jego odmiana HN z pojedynczym kołem z przodu.[49]

Rys18. John Deere Model H

Źródło: http://www.traktor.lipno.pl/historia.htm

[49] Ibidem.

Rozdział III. Innowacyjne udogodnienia dla kierowcy traktora

3.1. Ewolucja siedzenia w traktorze

Udoskonalenie techniczne traktorów zaowocowało większa wydajnością tych maszyn. Traktory wzbogacone o innowacje najbardziej kreatywnych producentów, pracowały szybciej, dłużej i lepiej. W odróżnieniu od pierwszych traktorów, te udoskonalone, umożliwiały rolnikom całodniową pracę na polu. Wymagało to więc, zwrócenia uwagi konstruktorów na aspekt związany z komfortem jazdy traktorem. W pierwszej kolejności, skoncentrowano się na wygodniejszych siedziskach dla operatorów ciągnika rolniczego.

Ponieważ praca na lokomobilach wiązała się z ciągłym manipulowaniem dźwigniami i dokładaniem do kotła, wręcz niewskazane i niewygodne byłoby zainstalowanie w ciągniku parowym siedziska. Nic więc dziwnego, że kierowcy prowadzili swoje maszyny rolnicze dopiero po wprowadzeniu traktorów spalinowych. Pierwszymi siedziskami w traktorze były zazwyczaj zaadoptowane z maszyn konnych siodełka, składające się z elastycznego resoru wykonanego w kształcie giętej eliptycznie blachy na której szczycie montowano tłoczoną misę siedzenia (patrz: rys 19). Nie dawało to oczywiście żadnego podparcia pleców czy bocznego, ale należy przyznać, że dość dobrze amortyzowało wstrząsy poruszającej się po drogach bitych maszyny. Przy ówczesnych prędkościach osiąganych przez ciągniki było to wystarczające. Dlatego zasadnicza konstrukcja siedziska przetrwała, aż do końca lat pięćdziesiątych w takiej formie.

Rys. 19. Misa siedziska ciągnika Fordson z 1925 roku.

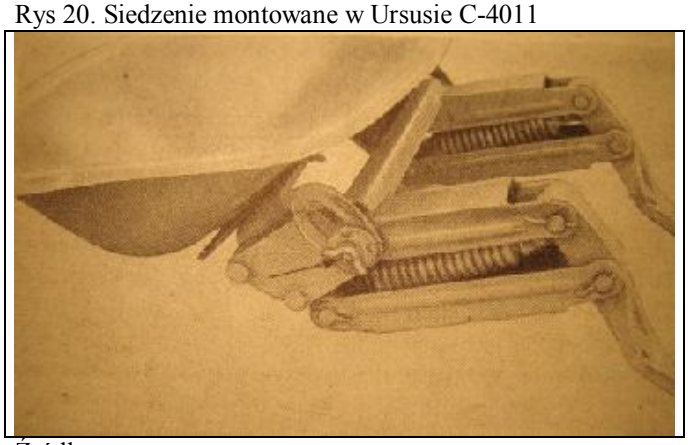
Źródło: http://www.retrotraktor.pl/readarticle.php?article_id=66

Ponieważ jednak w zimie, nie można było nawet usiąść na takim blaszanym siodełku (nie mówiąc już o długotrwałym przebywaniu na nim w czasie jazdy), coraz powszechniej zakładano na misę siedzenia miękką poduszkę obciągnięta wodoodporną wykładziną. Dość powszechnym widokiem była również jazda na domowej poduszce.

Tak naprawdę, dopiero w latach sześćdziesiątych konstruktorzy ciągników zaczęli odchodzić od jednostronnego zainteresowania wytrzymałością i osiągami ciągnika, zwracając większa uwagę na zapewnienie w miarę optymalnych warunków pracy. Już w 1965 roku

komisja rolnicza RWPG ustaliła jakim dokładnie parametrom powinno odpowiadać siodło. Zgodnie z ustaleniami RWPG szerokość siodełka powinna wynosić od 50 do 60 centymetrów, jego głębokość powinna się mieścić w przedziale 45-51 centymetrów, wysokość tylnego oparcia została wyznaczona na 25- 26 centymetrów, a wysokość bocznego oparcia miała wynosić 16 centymetrów. Dopuszczone były też siedzenia typu fotelowego o wychyleniu oparcia w tył rzędu 3-65 stopni, jednak o niezmienionym kącie przy uginaniu. Częstotliwość drgań siodła nie mogła przekraczać 2 drgań na sekundę.

Rys 20. Siedzenie montowane w Ursusie C-4011



Źródło: http://www.retrotraktor.pl/readarticle.php?article_id=66

Jak pokazano na rysunku 20 w traktorach Ursus C- 4011[50] (z 1965 roku), zastosowano już siedzenia z układem tłumienia opartym na układzie równoległoboku resorowanym sprężynami. Usztywnienie amortyzacji w zależności od ciężaru kierowcy uzyskiwano przez zmianę zawieszenia dolnych końców sprężyn w otworach.

Natomiast całkowite podniesienie komfortu jazdy stanowiło siedzenie typu fotelowego SA50 zastosowane w ciągnikach Ursus C-385 (patrz: rys. 21). Zapewniały one znaczne tłumienie drgań dochodzące do 40%, regulację obciążenia, ustawienia wzdłużnego co 15mm oraz regulację katów pochylanie oparcia od -3° do +3°. Jednak po przeprowadzeniu badań oceniających czy to siedzisko spełnia normy ergonomii, okazało się że wymaga ono zmian w doborze sprężyn i amortyzatorów.

Rys 21. Siedzenie w kabinie Ursusa C- 385.

Źródło: http://www.retrotraktor.pl/readarticle.php?article_id=66

[50] powstał w 1965 roku jako ciągnik średniej klasy o mocy znamionowej 42 KM. Ciągnik ten był efektem współpracy Polsko-Czechosłowackiej. Posiadał układ automatycznej regulacji głębokości orki i unowocześniony był o układ pneumatyczny i hamulcowy. Ciągnik ten, po kolejnych modernizacjach, był produkowany jako Ursus C- 355 i Ursus C- 360 (http://pl.wikipedia.org/wiki/Ursus_C-4011).

W 1976 roku zastosowano rozwiązania czołowej firmy „Grammer”, specjalizującej się budową min. siedzeń traktorowych, montując w ciągnikach siedzisko typu SA serii 60, (zastosowane w Ursusach C-330, C-360). Regulacja parametrów amortyzowania odbywała się bezstopniowo w zakresie od 60 do 120kg. Miska została wyłożona pianką poliuretanową pokryta wodoodpornym poroflexem.

Rys. 22. Fotel pneumatyczny

Źródło: http://www.retrotraktor.pl/readarticle.php?article_id=66

Już w drugiej połowie lat osiemdziesiątych, siedzenia dały jeszcze więcej możliwości dostosowania do indywidualnej fizjonomii operatora, co stanowiło wstęp do prawdziwej „rewolucji” siedziska traktorzysty, jaką było pojawienie się, w latach dziewięćdziesiątych, siedzenia pneumatycznego (rys. 22) z pamięcią ustawienia parametrów kierowcy.

3. 2. Kabina w traktorze

Zapewnienie wygody siedzenia operatorowi, nie było jednak końcem zmagań konstruktorów ciągnika z dyskomfortem jazdy. Równolegle bowiem trwały prace nad wprowadzeniem rozwiązań umożliwiających uchronienia kierowcy przed konsekwencjami wywrócenia, zmiennymi warunkami atmosferycznymi oraz jednym z najbardziej szkodliwych czynników środowiskowych występujących w rolnictwie- hałasem (przykładowe natężenie hałasu w rolnictwie ilustruje tabela 6).

Tab. 5. Przykłady natężenia hałasu w rolnictwie

Ciągnik z kosiarką talerzową	91,1 dB(A)
Ciągnik z prasą do balowania o wysokiej gęstości	96,8 dB(A)
Ciągnik z maszyną do przycinania żywopłotów	89,6 dB(A)
Ciągnik z opryskiwaczem sadowniczym	97,9 dB(A)
Ciągnik z sieczkarnią	90.4 dB(A)
Ciągnik z kabiną	73-90 dBA
Ciągnik bez kabiny	91-99 dBA
Ciągnik na pełnych obrotach	105 dBA
Ciągnik z pełnym ładunkiem	120 dBA

Źródło: http://osha.europa.eu/sector/agriculture/noise?set_language=pl

Występujący na stanowisku operatora ciągnika rolniczego hałas, charakteryzuje się dużą zmiennością w czasie. Jego poziom zależy przede wszystkim od szybkości obrotowej silnika napędowego, elementów roboczych, a także od stopnia obciążenia silnika, a więc wiąże się bezpośrednio z rodzajem wykonywanej pracy przez określoną maszynę.

Pierwsze kabiny, zainstalowane w traktorach na początku lat sześćdziesiątych, miały służyć głównie poprawieniu bezpieczeństwa operatora ciągnika, chroniąc go przed śmiercią lub kalectwem w razie wywrócenia maszyny na błotnistej powierzchni. Jednak, zamiast obniżyć głośność szkodliwych dźwięków, metalowe osłony zachowywały się jak pudło rezonansowe, wzmagając hałas pochodzący z silnika, skrzyni biegów i układu hydraulicznego.

Na szczęście, od tego czasu, konstrukcja kabin traktorów posunęła się znacznie do przodu, zapewniając całkowitą ochronę przed warunkami pogodowymi, przypadkami przewrócenia maszyny i hałasem. Prawie wszystkie nowoczesne traktory są wyposażone w kabiny z izolacją dźwiękową, ogrzewaniem, wentylacją oraz wycieraczkami. Dzięki temu, kabiny traktorów chronią operatorów przed kaprysami pogody i przykrymi skutkami ewentualnych wypadków.[51]

[51] Bezpieczeństwo pracy w rolnictwie - Zagrożenie hałasem, http://www.ciop.pl/12224.html

Rozdział IV. Traktor w rolnictwie precyzyjnym

4.1 Pojęcie precyzyjnego rolnictwa

Jednym z kluczowych osiągnięć technologicznych współczesnego rolnictwa jest wprowadzenie rolnictwa precyzyjnego, a więc gospodarowania wspomaganego komputerowo.

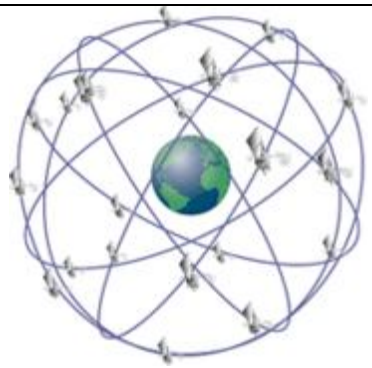
Opiera się ono na pięciu etapach, które dokładniej opisane zostaną w dalszej części rozdziału. W uproszczeniu jednak wygląda to następująco. Najpierw, przy użyciu technologii GPS, trzeba zebrać dokładne informacje na temat: powierzchni pola, współrzędnych pola, zróżnicowania plonów i zawartości składników mineralnych gleby. Drugi etap, to przetworzenie zebranych danych za pomocą komputera i specjalnego oprogramowania. Następnie, należy wprowadzić przetworzone dane do specjalnych urządzeń sterujących pracą maszyn rolniczych. Później pozostaje proces kierowania traktorem (lub inna maszyna rolniczą) przy użyciu sygnałów GPS oraz współpracujących z nim siłowników automatycznych, ustalających tor jazdy po polu. A następnie, wykonywanie prac przy użyciu technologii VRA (Variable Rate Aplication), czyli technologii zmiennego dawkowania nawozu, wykorzystującej mapę plonów.[52]

4.2 GPS i korekcja błędów

Pierwszą technologią rolnictwa precyzyjnego było niewątpliwie wprowadzenie automatycznego sterowania maszyna rolniczą dzięki systemowi GPS. Warto więc, na wstępie rozważań dotyczących rolnictwa precyzyjnego przyjrzeć się pojęciu i możliwościom GPS.

GPS (z ang. Global Positioning System) to system nawigacji satelitarnej obejmujący cała kule ziemską. Mierzy on czas w jakim fale radiowe trafiają do niego z satelitów i używa tego czasu aby skalkulować odległość od satelity. System składa się z 24 satelitów krążących na orbicie wokół naszej planety. Odbiorniki na ziemi używają ich jako punktów odniesienia, aby określić pozycję na ziemi.

Rys 23. Konfiguracja satelitów operacyjnych GPS



Źródło: http://pl.wikipedia.org/wiki/Global_ Positioning_ System

[52] http://nowoczesni.rolnicy.com/rolnictwo-precyzyjne/

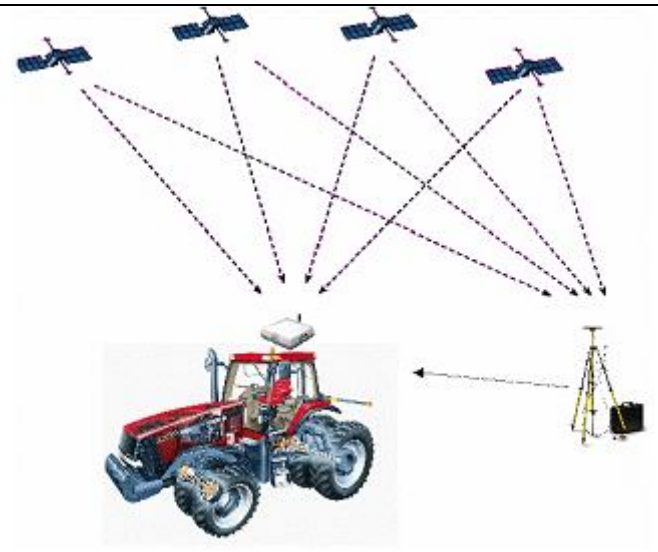
Przynajmniej cztery satelity są potrzebne aby w miarę dokładnie określić pozycję na ziemi. Pozycja satelitów jest znana i na podstawie obliczonych odległości możliwe jest określenie współrzędnych geograficznych odbiornika.[53]

Zasadniczym elementem decydujących o jakości wykonanej pracy przez automatyczne systemy prowadzenia lub technologie rolnictwa precyzyjnego, wykorzystujące satelity GPS, jest dokładność ich sygnałów. Ze względu na różnego rodzaju czynniki zewnętrzne (np. zakłócenia w jonosferze, błędne orbity satelity oraz błędy zegara odbiornika), otrzymywana maksymalna dokładność pozycjonowania mieści się w granicach od 3 do 5 metrów. W innych dziedzinach życia, np. żeglarskie taka dokładność nie jest istotna, lecz dla operatora maszyny rolniczej jest to istotna różnica nie do przyjęcia. Dlatego też, w celu zwiększenia dokładności pomiaru stosuje się kilka metod korekcji błędu GPS, takich jak: korekcja różnicowa EGNOS i pomiar RTK.[54]

System korekcji różnicowej EGNOS polega na współpracy dwóch odbiorników GPS. Jeden z nich jest na stałe osadzony w dokładnie określonym punkcie na ziemi (takie stanowisko nosi nazwę stacji referencyjnej), a drugi odbiornik pracuje np. na maszynie, w celu określenia jej położenia. Stacja referencyjna odbiera sygnał z satelitów, na podstawie którego oblicza swoją pozycję GPS. Następnie określona pozycja GPS jest porównywana z rzeczywistym fizycznym/geograficznym położeniem stacji. Jeśli pozycje się pokrywają – błąd wynosi „zero”. Jeśli występują rozbieżności, określony błąd rozsyłany jest do odbiorników mobilnych poprzez satelity geostacjonarne i takim sposobem możliwe jest osiągnięcie dokładności sub-metrowych. Bezpłatny sygnał EGNOS odbierany jest przez większość standardowych odbiorników GPS i nie wymaga dodatkowych opłat.[55]

[53] http://www.precyzyjnerolnictwo.com/index.php?section=30
[54] Pierwszy Portal Rolny, http://www.ppr.pl/artykul.php?id=135653.
[55] Na terenie Europy znajdują się 34 stałe stacje referencyjne (jedna w Warszawie), 4 stacje kontrolne oraz 6 stacji transmitujących sygnał korekcyjny poprzez 3 satelity geostacjonarne.

Rys. 24. Pomiar RTK



Źródło: http://www.precyzyjnerolnictwo.com/index.php?section=30

Bardziej dokładną metodą jest jednak korekcja RTK (Real Time Kinematic), która polega na zastosowaniu własnej stacji referencyjnej oraz odbiorników zainstalowanych na maszynach. Stacja referencyjna oblicza błąd GPS, następnie błąd rozsyłany jest do odbiorników drogą radiową w czasie rzeczywistym. Ze względu na to, że odbiorniki pracują w niewielkiej odległości od stacji referencyjnej, oraz dzięki wyeliminowaniu drogi satelitarnej do przesyłu korekcji, osiągamy dokładność rzędu 1-2 centymetrów.

4. 3. Wykorzystanie GPS w rolnictwie precyzyjnym

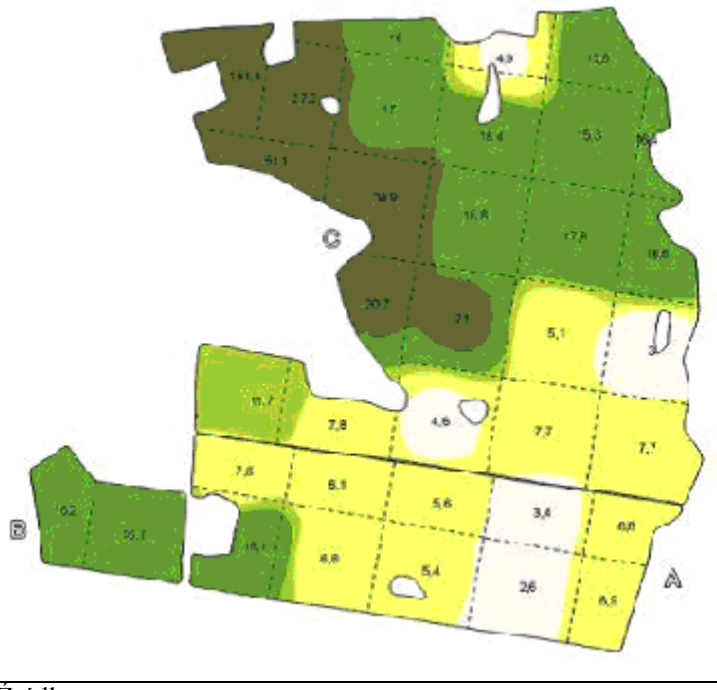
Najważniejszym elementem precyzyjnego rolnictwa jest dokładne wykonanie cyfrowej mapy zasobów i zmienności gleby. Przedstawia ona obrys pola oraz zmieniającą się zasobność gleby w makroelementy (np. fosfor, potas, magnez), mikroelementy (np. cynk, miedź, żelazo) oraz zmieniające się pH gleby na danym obszarze.

Pierwszą czynnością przy korzystaniu z technologii GPS jest dokładne określenie granic pola przez pojazd wyposażony w odbiornik GPS, komputer pokładowy i automat do pobierania próbek glebowych. Przy objeżdżaniu takim pojazdem granic danego obszaru są one rejestrowane w pamięci komputera. Przemieszczanie się ciągnika kierowca obserwuje na monitorze kontrolnym. Można także objechać obszary wyłączone z uprawy (np. teren porośnięty drzewami, staw). W pamięci komputera powstaje dokładna mapa pola.

Po dokonaniu takiego obrysu komputer dzieli całe pole na działki od jedno- do czterohektarowych (w zależności od zakładanej dokładności) i numeruje je. Teraz kierowca wjeżdża na każdą z tych działek i pobiera automatycznie próbki glebowe z wielu punktów z głębokości 25-30 cm. Każde pobranie próbki jest rejestrowane przez komputer pokładowy sprzężony z GPS'em. Na podstawie wyników chemicznej analizy zawartości wybranych składników w glebie oraz zarejestrowanych granic pól wraz z punktami pobrania próbek

sporządzana jest mapa przedstawiająca naturalne rozłożenie składników w glebie, tzw. mapa zasobności i zmienności glebowej. [56]

Rys. 25. przykład mapy zasobności i zmienności glebowej



Źródło: http://www.kpodr.pl/mech_bud/mechanizacja/rolnictwo_precyzyjne.php

Mapy takie stanowią dalej podstawę do opracowania precyzyjnego planu wykonania zabiegu agrotechnicznego, np. nawożenia lub wapnowania. Plan zabiegu zapisuje się w postaci mapy aplikacyjnej wyznaczającej strefy zmiennego dawkowania np. nawozu, wapna itd. Wielkość dawki nawozu ustalana jest precyzyjnie, w zależności od zapotrzebowania danego fragmentu pola. Warunkuje to właściwą dynamikę pobierania składników pokarmowych przez rośliny, co pozwala na uzyskanie wyższych plonów, przy jednoczesnej redukcji kosztów. Tak przygotowana mapa wczytywana jest do komputera polowego, sprzężonego z kontrolerem rozsiewacza oraz anteną GPS.

Kiedy te wszystkie informacje zostaną zapisane w komputerze, można przystąpić do pracy ze sprzętem rolniczym, na przykład z rozsiewaczem wapna lub nawozów. Maszyny rolnicze współpracują z oprogramowaniem komputerowym i same dozują ilość wysiewanych nawozów w zależności od wcześniej określonych potrzeb. Podczas przejazdu system odczytuje z odbiornika GPS aktualną pozycję i przydziela zadaną dawkę nawozu zgodnie z tym, co wcześniej zaprogramowano.

Komputer pokładowy ciągnika wyświetla na monitorze granice pola i ponumerowanych działek oraz wymagane dawki nawozów. W ten sposób operator ma wyraźnie zaznaczone odpowiednie działki z wymaganą dawką nawozu, jak również te, które potrzebują mniej nawozów lub nawożenia nie wymagają. Komputer przekazuje również obraz powierzchni już nawiezionych. Taki sposób kontroli nawożenia gwarantuje równomierne rozsianie nawozu

[56] http://www.kpodr.pl/mech_bud/mechanizacja/rolnictwo_precyzyjne.php

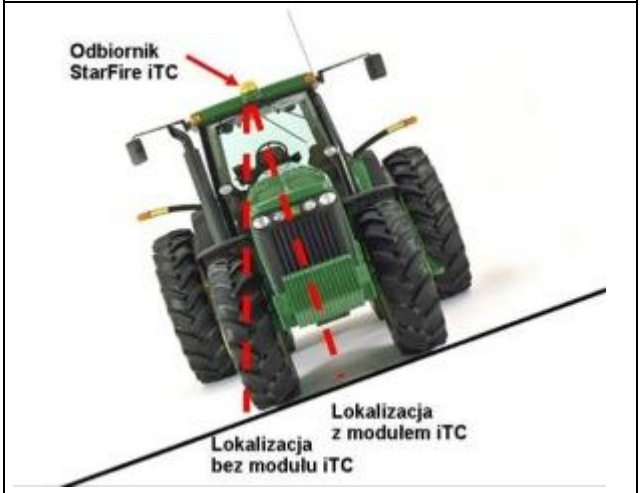
według faktycznych potrzeb i nie dopuszcza do ponownego nawożenia na tym samym miejscu.[57]

4.4 Technologia rolnictwa precyzyjnego w traktorach firmy John Deere.

Jednym z pionierów, wprowadzenia automatycznego sterowania maszyny rolniczej dzięki systemowi GPS jest (opisana wcześniej) firma John Deere, która już w latach 90-tych, czyli w okresie, kiedy pełne możliwości systemu GPS nie były dostępne dla użytku cywilnego, wprowadziła na rynek pierwsze technologie rolnictwa precyzyjnego.

Firma John Deere jako jedyny producent w branży rolniczej posiada swoją własną sieć korekcyjną StarFire udostępniającą, darmowy sygnał korekcyjny SF1, który umożliwia określenie położeniaz dokładnością nieprzekraczającą 30 centymetrów. Dodatkowo istnieje możliwość wykupienia specjalnego abonamentu na odbiór jeszcze bardziej precyzyjnego sygnału SF2, dzięki któremu można otrzymać dokładność 10 centymetrów. Nie jest to maksimum możliwości odbiornika StarFire iTC, ponieważ wystarczy zaopatrzyć się w swoja prywatną stację referencyjną RTK, którą należy umieścić w pobliżu obrabianego pola, a dokładność jaką otrzymujemy na odbiorniku wynosi 1-2cm.[58]

Rys.26. sygnały korekcyjne John Deere



Źródło: http://www.deere.com/pl_PL/ag/products/ams/signal.html?link=ag_c_level&location=signal

Podczas gdy, komputer informuje ciągnięta przez traktor maszynę (np. opryskiwacz), o tym jaka powinna być dawka aplikowanego nawozu lub wapna, dla samego traktora najistotniejszy jest system prowadzenia. Firma John Deere proponuje w tej kwestii trzy rozwiazania: Parallel Tracking, Universal AutoTrac i AutoTrac.[59]

Parallel Tracking to najprostszy system prowadzenia ciągnika, przeznaczony przede wszystkim dla osób, które posiadają starszy sprzęt rolniczy. Obsługa systemu jest bardzo prosta, a polega na wyznaczeniu pierwszego przejazdu przez operatora i następnie

[57] Ibidem.
[58] http://www.deere.com/pl_PL/ag/products/ams/signal.html?link=ag_c_level&location=signal
[59] Pierwszy Portal Rolny, http://www.ppr.pl/artykul.php?id=135653.

wprowadzeniu szerokości roboczej maszyny. System przede wszystkim umożliwia pracę bez znaczników, dzięki czemu idealnie nadaje się przy nawożeniu mineralnym, ułatwiając w ogromnym stopniu dokonanie tego zabiegu, szczególnie gdy wykonywany jest on przed wschodem roślin, gdzie nie zostały jeszcze wyznaczone ścieżki przejazdowe. Dzięki pracy bez znaczników istnieje możliwość wykonywania zabiegów przy złej widoczności – pracy w kurzu, we mgle lub nocy. Dodatkowo, możliwe jest wykonywanie oprysków w nocy, bez wiatru i odpowiednia wilgotność. Dzięki tym wszystkim czynnikom wydłużony zostaje czas pracy, a co za tym idzie dobowa wydajność traktora. [60]

Rys.27. zestaw Universal AutoTrac

Źródło: http://www.deere.com/pl_PL/ag/products/ams/autotrac_universal.html?link=ag_c_level&location=universal

Kolejnym kamieniem milowym w rozwoju systemów prowadzenia jest zestaw Universal AutoTrac. Podobnie jak Parallel Tracking, zestaw Universal AutoTrac przeznaczony jest dla starszych maszyn. Dodatkowym elementem systemu jest specjalny mechanizm sterujący montowany na kolumnie kierownicy oraz specjalna karta aktywująca system automatycznego prowadzenia maszyny. System można z łatwością przenosić z maszyny na maszynę (montaż zajmuje ok. 45 minut), dzięki czemu cały zestaw może być wykorzystywany niemalże przy każdej pracy – przed zbliżającymi się żniwami zamontowany na kombajnie zwiększa jego możliwości, po czym po sezonie może zostać ponownie zamontowany na ciągniku dla innych prac polowych. Podstawowe zalety tego systemu to zmniejszone koszty pracy przy jednoczesnym zwiększeniu wydajności oraz komfort pracy.[61]

Do najbardziej zaawansowanych systemów prowadzenia maszyny należy natomiast system AutoTrac. Dedykowany dla nowszych maszyn marki John Deere i wymaga wyposażenia ciągnika w specjalne moduły zamontowane na hydraulice układu kierowniczego maszyny, dzięki czemu otrzymujemy niemal idealną dokładność działania z niemal natychmiastowym czasem reakcji w przypadku zjechania z wcześniej wyznaczonej trasy. Dzięki ukrytym elementom kierowania kabina maszyny pozostaje w pełni przestronna i ergonomiczna. Jedynymi widocznymi elementami systemu jest odbiornik umieszczony na specjalnym mocowaniu w przedniej części dachu kabiny oraz wyświetlacz zamocowany na

[60] http://www.deere.com/pl_PL/ag/products/ams/parallel.html?link=ag_c_level&location=parallel
[61] http://www.deere.com/pl_PL/ag/products/ams/autotrac_universal.html?link=ag_c_level&location=universal

prawym słupku w kabinie. Wszystkie z wiązek połączeniowych zostały ukryte, a gniazda połączeniowe znajdują się blisko zamontowanych elementów systemu. System ten diametralnie zmniejszył pracę wykonywaną przez operatora, gdyż jest on tylko odpowiedzialny za dojechanie na pole, regulację prędkości silnika, załączenie i kontrolę działania całego systemu.[62]

[62] http://www.deere.com/pl_PL/ag/products/ams/autotrac.html?link=ag_c_level&location=autotrac

Zakończenie

Wprowadzenie, w drugim ćwierćwieczu dziewiętnastego wieku, pracy maszynowej w rolnictwie, po raz pierwszy w historii ludzkości, stworzyło możliwość wytwarzania środków żywnościowych w ilościach wystarczających dla wszystkich. Podczas gdy jeszcze w XVIII wieku na wytworzenie nadwyżek płodów rolnych potrzebnych do wyżywienia jednego mieszkańca miasta składała się praca dziewiętnastu rolników, w wieku XIX praca 19 rolników dawała dostateczne nadwyżki do wyżywienia 63 innych ludzi. Tak więc, dzięki mechanizacji rolnictwa, na jednego pracownika rolnego wytwarzającego potrzebne środki żywnościowe przypadało 3 ½ pracowników produkujących artykuły przemysłowe, pracujących w transporcie itp., których praca przyczyniała się do stworzenia wysokiego poziomu życiowego.

Zastosowanie maszyn rolniczych nabrało ekonomicznego uzasadnienia, około 1920 roku, gdy koń jako źródło energii znacznie podrożał i stał się towarem coraz trudniejszym do zdobycia, a piętą achillesową organizacji dużych gospodarstw były stałe zaległości w pracach rolnych. W warunkach tych, wynalezienie i udoskonalenie traktora, okazało się wybawieniem, ponieważ jeden robotnik posługujący się traktorem, mógł zaorać taką samą powierzchnie jak pięćdziesięciu robotników w XVIII wieku posługujących się wołami i ulepszonymi pługami.

Podążając szlakiem innowacji w zakresie traktora, przekonaliśmy się, że ewolucja dokonana w rolnictwie nie byłaby możliwa, bez postępu technicznego jaki dokonał się w otoczeniu. Dzisiejsze traktory nie byłyby tak popularne, bez wprowadzenia produkcji masowej, ani tak wydajne, bez powstania i rozwoju silnika

To właśnie dzięki zastąpieniu silnika parowego- spalinowym, możliwe było uproszczenie zasad jego działania, zwiększenie jego sprawności przez wyeliminowanie strat kominowych, kotła i przewodów parowych oraz ograniczenie jego wielkości, gdyż w odróżnieniu od poprzednika nie wymagał stosowania kotła i paleniska. Dalsza ewolucja od silnika niskoprężnego dwusuwowego, przez wysokoprężny dwusuwowy, aż po wysokoprężny czterosuwowy silnik Diesla umożliwił zwiększenie mocy silnika oraz tańszą eksploatacje traktora.

Historia największych firm produkujących traktory, okazała się ścieżką innowacji ciągnika rolniczego, których owocem są pojazdy do dziś spotykane na polach uprawnych. Od powstania pierwszego traktora, po wczesne lata sześćdziesiąte XX wieku, innowacje w zakresie parametrów technicznych traktora, były głównym przedmiotem

zainteresowań najbardziej kreatywnych konstruktorów. W latach sześćdziesiątych, ich uwaga skoncentrowała się natomiast na kierowcy traktora i zapewnieniu mu pełnego komfortu jazdy. Nowoczesne kabiny i zamontowane w nich fotele, zagwarantowały operatorom ciągników nie tylko wygodę, ale i ochronę przed zmieniającymi się warunkami pogodowymi oraz zabezpieczenie przed konsekwencjami wywrócenia się pojazdu na zabłoconej nawierzchni. Natomiast innowacja XXI wieku, jaką jest wprowadzenie nawigacji satelitarnej do traktorów, stała się zalążkiem nowej ery rolnictwa precyzyjnego, a więc rolnictwa pozwalającego na świadome podejmowanie decyzji dotyczących gospodarowania oraz zwiększenie zysków, dzięki racjonalnemu wykorzystaniu zasobów na podstawie dostarczonych danych.

Obserwowany jest jednak dalszy rozwój agrotechniki, wiec to nie koniec innowacji w zakresie rolnictwa. Co przyniesie przyszłość? Odpowiedz na to pytanie zostawmy prorokom i wróżbitom, a przede wszystkim przyszłym pokoleniom.

Bibliografia

1. Bezpieczeństwo pracy w rolnictwie - Zagrożenie hałasem, http://www.ciop.pl/12224.html
2. Oficjalna strona firmy John Deere, http://www.deere.com/pl
3. http://nowoczesni.rolnicy.com/rolnictwo-precyzyjne/
4. http://www.precyzyjnerolnictwo.com/index.php?section=30
5. http://www.kpodr.pl/mech_bud/mechanizacja/rolnictwo_precyzyjne.php
6. http://www.retrotraktor.pl/readarticle.php?article_id=54
7. Internetowa Encyklopedia Wikipedia, http://pl.wikipedia.org/wiki/Traktor
8. Internetowa Encyklopedia Wikipedia, http://pl.wikipedia.org/wiki/P%C5%82ug.
9. Internetowa Encyklopedia Wikipedia, http://pl.wikipedia.org/wiki/Opryskiwacz
10. Internetowa Encyklopedia Wikipedia, http://pl.wikipedia.org/wiki/Rozrzutnik_obornika
11. Internetowa Encyklopedia Wikipedia, http://pl.wikipedia.org/wiki/Siewnik
12. Internetowa Encyklopedia Wikipedia, http://pl.wikipedia.org/wiki/TUZ
13. Internetowa Encyklopedia Wikipedia, http://pl.wikipedia.org/wiki/Ursus_C-325.
14. Internetowa Encyklopedia Wikipedia, http://pl.wikipedia.org/wiki/Silnik_wysokopr%C4%99%C5%BCny.
15. Internetowa Encyklopedia Wikipedia, http://pl.wikipedia.org/wiki/Ursus_C-328.
16. Internetowa Encyklopedia Wikipedia, http://pl.wikipedia.org/wiki/Ursus_C-360-3P.
17. Internetowa Encyklopedia Wikipedia, http://pl.wikipedia.org/wiki/Kombajn_rolniczy
18. Internetowa Encyklopedia Wikipedia, http://pl.wikipedia.org/wiki/Lokomobila
19. Klub Miłośników Starych Ciągników i Maszyn Rolniczych, http://www.traktor.lipno.pl/historia.htm
20. Lilley S., Ludzie, maszyny i historia, zarys historii rozwoju maszyn i narzędzi na tle przemian społecznych, Warszawa 1958r, str. 205-209.
21. Pierwszy Portal Rolny, http://www.ppr.pl/artykul.php?id=135653.
22. Traktory z silnikiem spalinowym w USA, http://www.retrotraktor.pl/readarticle.php?article_id=54.