Odra 1300 i George 3

Polska informatyka lat 70. i 80. pracowała w dużej mierze pod brytyjskim systemem operacyjnym, który nazwano od litery w szkicu, zaprojektowano jako pierwszy, a wydano jako trzeci, który miał drzewo katalogów, zanim powstał UNIX, choć pomysł wziął z Multicsa — i który na wrocławskich maszynach zbudowanych od nowa z samej specyfikacji dotrwał na polskiej kolei do wieczoru 30 kwietnia 2010 roku.

Odra 1300 to seria komputerów Elwro zgodnych programowo z brytyjską rodziną ICT/ICL 1900, a George 3 — najważniejszy z systemów operacyjnych tej rodziny. Ta strona opowiada, skąd się wzięły: od kanadyjskiej maszyny dla nowojorskiego banku centralnego, przez porozumienie podpisane w lipcu 1967 roku, po Odry 1304, 1305 i 1325. Pokazuje, jak działały od środka — słowo 24-bitowe, rejestry datum i limit, Executive, który ukrywał sprzęt przed programami, i George 3 z kolejką zadań, wielodostępem i drzewiastym magazynem plików. Prowadzi przez polskie instalacje — od ZETO i GUS po stacje rozrządowe PKP — rozbiera obiegową opowieść człon po członie i kończy praktyką: jak w 2026 roku zalogować się do George 3 w emulatorze i gdzie zobaczyć zachowane Odry.

> Umiejscowienie w serii: to szósta strona księgi „Polska elektronika” i druga, po **CROOK i Mera-400**, która opisuje system operacyjny od środka. Zakład, który zbudował Odry — od pierwszej Odry 1001 po Juniora — przedstawia równolegle powstająca strona **Elwro: od Odry do Juniora**; tu Elwro pojawia się tylko w zakresie potrzebnym do zrozumienia serii 1300. Zjednoczenie, w którym Elwro działało, i jego zakłady peryferyjne — Błonie z drukarkami, Meramat z pamięciami taśmowymi — opisuje **Zjednoczenie Mera**; Unitra pojawia się tu jako użytkownik — węzłem centralnym jej sieci komputerowej była Odra 1305 — a samo zjednoczenie przedstawia **Unitra — zjednoczenie, które nie było fabryką**. Krótszą wersję tej historii, na tle RIAD-u i klonów IBM, zawiera rozdział o klonach zza żelaznej kurtyny w tekście **Mainframe i z/OS**. Do porównań odsyłam do **Multics** (skąd George wziął drzewo plików), **UNIX** (z którym zwykle się go zestawia) i **RSX-11: czas rzeczywisty na PDP-11** (inne podejście do czasu rzeczywistego niż tryb priorytetowy Odr 1305 i 1325). Emulatory innych dawnych systemów zbiera **Retro w praktyce 2026**.

□□ Skróty użyte na tej stronie (74)

Skrót	Co znaczy
AGH	Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
ALGOL / COBOL / FORTRAN	języki programowania: algorytmiczny, ekonomiczny i naukowo-techniczny

Skrót	Co znaczy
BCD	6-bitowy kod znaków (binary-coded decimal) rodziny 1900
BCPL	język programowania Martina Richardsa (1967), zachowany dla rodziny 1900
CC BY-SA / CC BY-NC-SA	licencje Creative Commons: uznanie autorstwa, na tych samych warunkach; wariant NC — bez użytku komercyjnego
CDT / CX / DW / PT	oznaczenia polskich peryferiów Odry: perforator taśmy, czytnik kart, drukarka wierszowa, pamięć taśmowa
ČKD	zakłady w Pradze, odbiorca Odry 1305
CME / DME	tryby, w których maszyny ICL 2900 uruchamiały oprogramowanie 1900
CoCom	komitet koordynujący zachodnie ograniczenia eksportu technologii do bloku wschodniego
CROOK	system operacyjny polskiego minikomputera Mera-400
CSL / SIMON	języki symulacyjne dostarczane z Odrą 1300
DOS	Disk Operating System: tu dyskowy system pecetów, do porównania poleceń
DTIC	amerykańskie centrum informacji technicznej, które udostępnia przekłady polskich artykułów
DTL / ECL / TTL / MOS	technologie układów logicznych i pamięci, w których budowano modele 1900 i Odry
DZM-180	drukarka mozaikowa z Błonia; w odmianach KSR i KSRE konsola operatora Odry
E4BM / E6BM / E6RM / EWG3 / EX2M / EX2P	nazwy Executive'ów Odr i ICL; rozwinięć źródła nie podają
EBCDIC	8-bitowy kod znaków IBM
EC	oznaczenie urządzeń Jednolitego Systemu (RIAD), np. dyski EC 5052 i EC 5061
EMC	elektroniczna maszyna cyfrowa — termin z dokumentów z epoki
ETO	„Elektroniczna Technika Obliczeniowa — Nowości”, czasopismo
FJCC	Fall Joint Computer Conference: amerykańska konferencja, na której w 1965 roku opisano Multicsa
FP6000	komputer Ferranti-Packard z Toronto, przodek rodziny 1900
G2EE / G2TT / G2ET / G2TE	warianty George'a 2: nakładki i spooling na dysku albo taśmie
G3EE	George 3 Executive Emulator: emulator, w którym działa George 3 Mk 8.67
GCE	brytyjskie egzaminy szkolne, których wyniki liczył ICT 1301 „Flossie”
GIN	George Input: asembler systemowy, w którym pisano George'a i Executive'y
GUS	Główny Urząd Statystyczny
HLS	High Level Scheduler: planista George'a 3 wybierający zadania z kolejki
IBM	International Business Machines: amerykański producent komputerów

Skrót	Co znaczy
ICL	International Computers Limited: brytyjski producent, od 1968 roku następca ICT
ICT	brytyjska firma, z którą Elwro zawarło porozumienie w 1967 roku
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers: wydawca czasopisma o historii informatyki
JAS / PJZ / MOST 1	języki i autokod wcześniejszych Odr
JEAN / JOSS	konwersacyjny język numeryczny rodziny 1900 i jego amerykański pierwowzór
KFAP / ELZAB	zakłady Mery w Krakowie i Zabrzu, dostawcy części czytnika-perforatora
KNU	Kijowski Uniwersytet Narodowy, właściciel zdjęcia DZM-180
MAC	Project MAC: amerykański projekt wielodostępu; seminarium o nim zainspirowało MOP
ME29	24-bitowy komputer ICL z lat 80., którego montaż negocjowano w Polsce
MHKI	Muzeum Historii Komputerów i Informatyki w Katowicach
Mk	Mark: numer wydania George'a
MOP	Multiple Online Programming: wielodostęp George'a 3
MPX / UPD	multiplekser i urządzenia liniowe do teleprzetwarzania Odr
NICOL	język komercyjny 1900 dla dawnych użytkowników tabulatorów
NSA	Naczelny Sąd Administracyjny
OMP	system z podziałem czasu dla Ferranti Orion, poprzednik George'a
ORZ WIP	łódzki system, który zastąpił Odry na kolei (rozwinięcia nie podaję)
OSK	oznaczenie w sygnaturach spraw skarg kasacyjnych w NSA
PAP	Polska Agencja Prasowa
PDP-11	minikomputery firmy DEC
PERI	ekstrakod zlecający transfer peryferyjny
PKP	Polskie Koleje Państwowe
PLAN	Programming LAnguage Nineteen-hundred: standardowy asembler rodziny 1900
PLASYD	język programowania systemowego rodziny 1900, „in essence PL/1900”
PM	Priority Mode: tryb priorytetowy (czasu rzeczywistego) Odry 1305
POW	Pomorski Okręg Wojskowy
PRL	Polska Rzeczpospolita Ludowa
PTI	Polskie Towarzystwo Informatyczne
RATFOR	strukturalny preprocesor Fortranu

Skrót	Co znaczy
RIAD	program wspólnych komputerów RWPG zgodnych z IBM System/360; R-32 to maszyna z tego programu
RODAN	wojskowe wersje Odr 1325 i 1305
RSX-11	system czasu rzeczywistego dla PDP-11
RWPG	Rada Wzajemnej Pomocy Gospodarczej
SKPS	System Kierowania Pracą Stacji: kolejowy system na Odrach w Lublinie
SODA	polski system operacyjny dla Odry 1204 (Turski, 1968)
TP	Technical Publication: numer podręcznika ICL, np. TP4265
TVP	Telewizja Polska
UK	Wielka Brytania
UNIX	system operacyjny, którego pierwszy podręcznik pochodzi z listopada 1971 roku
VT-340	węgierski monitor ekranowy przy Odrze
WARMA	zakład w Grudziądzu, w którym pracował ICL 2903
WNT	Wydawnictwa Naukowo-Techniczne
z/OS	system operacyjny mainframe'ów IBM
ZETO	Zakład Elektronicznej Techniki Obliczeniowej: pojedyncze przedsiębiorstwo; w liczbie mnogiej (Zakłady…) — sieć wojewódzkich ośrodków obliczeniowych PRL
ZMP	Zakłady Mechaniczno-Precyzyjne w Błoniu, producent drukarek

□□ Leksykon: nazwy i pojęcia z tej strony (29)

Nazwa	Co to jest
Compatibility Committee	komitet ICT, który od 1964 roku pilnował zgodności interfejsu rodziny 1900
Datapro	amerykańska firma analityczna, autorka raportu o 1900 z 1973 roku
datum i limit	rejestry sprzętowe: przesunięcie i granica obszaru programu w pamięci
Dumper	program George'a 3 do kopii przyrostowych i zrzucania plików na taśmę
ekstrakod	rozkaz wyglądający jak część listy rozkazów, wykonywany przez Executive; odpowiednik wywołania systemowego
Elwro	Wrocławskie Zakłady Elektroniczne, producent Odr
Executive	jądro systemowe rodziny 1900 sterujące sprzętem, bez funkcji widocznych dla użytkownika
exofiles	pliki na pakietach dyskowych spoza systemowych

Nazwa	Co to jest
Filestore	magazyn plików George'a 3, po polsku „pamięć zbiorów”
Flossie	przezwisko zachowanego komputera ICT 1301 z 1962 roku
generacja pliku	kolejna wersja pliku, np. RESULTS(-1)
George 1–4	rodzina systemów operacyjnych ICT/ICL nad Executive'em
Hutmen	wrocławski zakład, w którym Odra 1305 pracowała w latach 1974–2003
jobwell	kolejka zadań George'a 2 i 3
:LIB / :MACROS	katalogi George'a 3 z kompilatorami i makrami systemowymi
makro (makrozlecenie)	plik poleceń wykonywany jak nowe polecenie George'a
:MANAGER	katalog na szczycie drzewa wydawany z początkowym magazynem plików
Marienbad	gra z Odry 1003 (1962), przeniesiona na Odrę 1305 w 2022 roku
Maximop	system wielodostępny z Queen Mary College, następca Minimopu
Meramat	warszawski zakład pamięci taśmowych
Minimop	mały system wielodostępny obok George'a 2
Odra 1305 M	wersja Odry 1305 z 1985 roku z pamięcią półprzewodnikową
Operacja Thanasis	projekt MHKI przywrócenia Odr do pracy, od 2017 roku
pułapki (traps)	prawa dostępu do pliku: EXECUTE, READ, APPEND, WRITE, ERASE
spooling	buforowanie wejścia i wydruku w plikach
standard interface	jednolity interfejs peryferiów rodziny 1900
Tape Librarian	zarządca taśm w George'u 3
Unitech	warszawskie przedsiębiorstwo z węzłem centralnym sieci Unitry
West Gorton / Stevenage	zakłady ICT w Manchesterze i Stevenage, gdzie budowano modele 1900

Zastrzeżenie zakresu. To nie jest pełna historia Elwro ani podręcznik programowania maszyn ICL 1900 — architektury jest tu tyle, ile trzeba, żeby zrozumieć system operacyjny i to, co Polacy z nim robili. Prawie wszystko, co wiadomo o wnętrzu George'a, pochodzi od brytyjskich konserwatorów oprogramowania (serwisy icl1900.co.uk i ict1900.com, Computer Conservation Society) i z oryginalnych podręczników ICL; o polskich instalacjach — ze wspomnień byłych pracowników Elwro, z artykułów technicznych z epoki (część zachowała się w amerykańskich przekładach wywiadowczych), z broszur zakładowych i z rejestru zachowanych maszyn prowadzonego przez muzeum w Katowicach. Wspomnienia uczestników piszą o swojej pracy z sympatią i tak je czytam. Gdzie źródła się rozchodzą, podaję obie wersje z przypisem. Zdjęć z zastrzeżonymi prawami nie osadzam — odsyłam do

nich w źródłach.

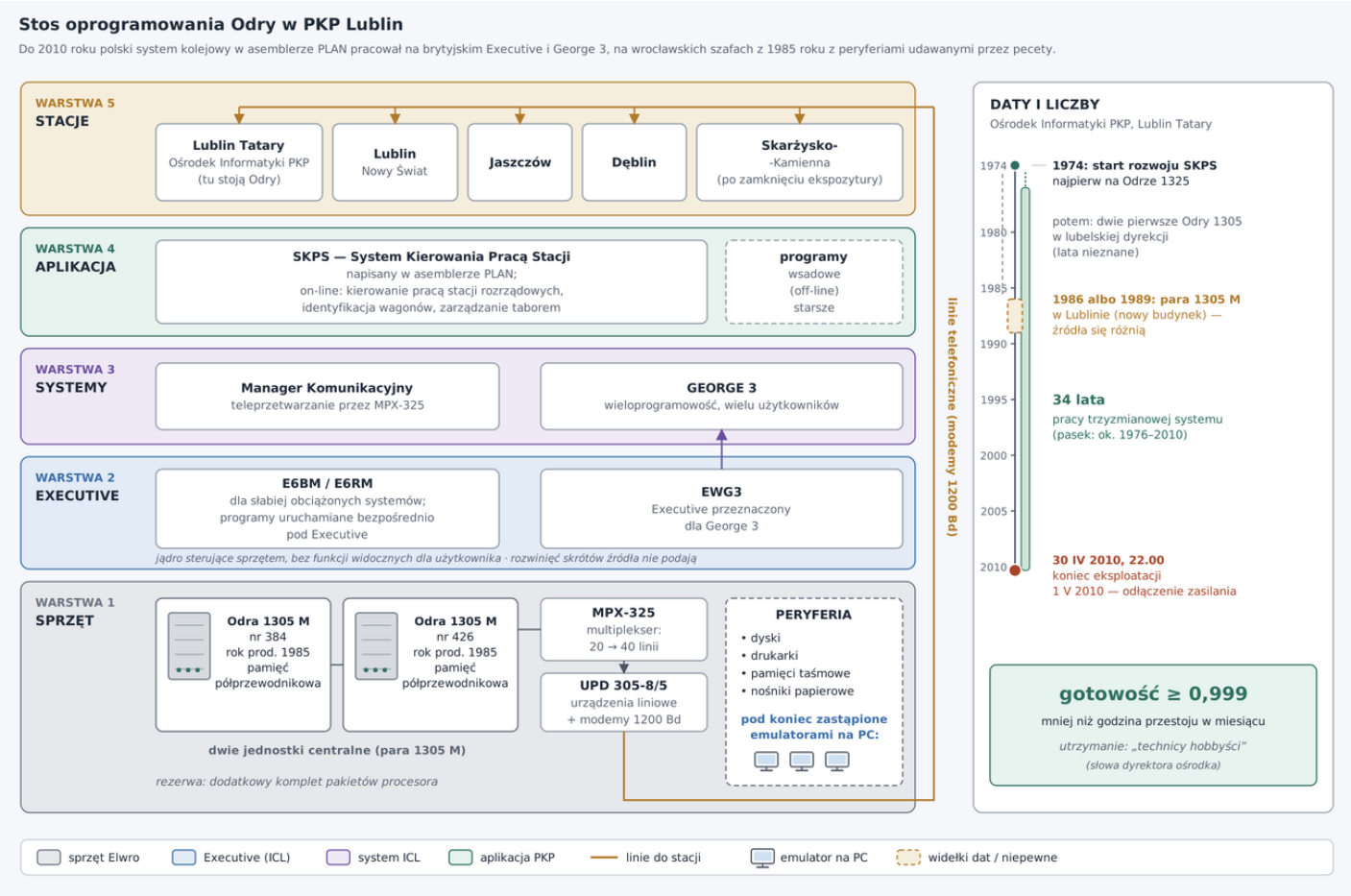
Prolog: Lublin, 30 kwietnia 2010 roku, godzina 22.00

Ostatni wieczór

Ośrodek Informatyki Oddziału spółki PKP w Lublinie mieścił się w budynku przy stacji rozrządowej Lublin Tatary. 30 kwietnia 2010 roku o godzinie 22.00 zakończyła się w nim eksploatacja — jak napisał trzy dni później Computerworld — „ostatniego komputerowego systemu teleprzetwarzania" na Odrach. Był to zestaw dwumaszynowy: dwie Odry 1305 połączone z multiplekserem MPX-325, który z czasem rozbudowano z 20 do 40 linii, „bo popyt przekraczał możliwości", i z urządzeniami liniowymi UPD 305-8/5 z modemami 1200 bodów. Oficjalne odłączenie zestawu od sieci zasilającej nastąpiło nazajutrz, 1 maja.

Relacja Stowarzyszenia Elwrowców, spisana po tym wieczorze, dodaje szczegóły, które czynią z tej sceny coś więcej niż pożegnanie ze staruszkiem. System, który na tych maszynach pracował, kierował w czasie rzeczywistym pracą stacji rozrządowych na wschodzie Polski — przez linie telefoniczne obsługiwał Lublin Tatary, Lublin Nowy Świat, Jaszczów i Dęblin, a po zamknięciu ekspozytury w Skarżysku-Kamiennej także tamtejsze stacje. Pracował trzy zmiany przez trzydzieści cztery lata. Większość urządzeń peryferyjnych — dyski, drukarki, pamięci taśmowe, nośniki papierowe — zastąpiono pod koniec emulatorami na pecetach, więc komputer zaprojektowany na początku lat 70. obsługiwały maszyny o kilka generacji młodsze. W rezerwie, jak pisali lubelscy informatycy, „do dzisiaj" leżał dodatkowy komplet pakietów procesora. Współczynnik gotowości wynosił co najmniej 0,999 — mniej niż godzina przestoju w miesiącu. Dyrektor ośrodka Waldemar Lewandowski podsumował, że zestaw „niezwykle skutecznie spełniał wymagania i oczekiwania użytkowników", i podziękował „technikom hobbystom", którzy go utrzymywali.

Najciekawsze w tej relacji jest jedno zdanie o oprogramowaniu. Na lubelskich Odrach działały trzy warstwy: Executive w wersjach **E6BM** i **E6RM** dla słabiej obciążonych zadań, Manager Komunikacyjny do teleprzetwarzania przez MPX-325 i **GEORGE3 (EWG3)** do pracy wieloprogramowej z wieloma użytkownikami. Sam system kierowania stacjami napisano w **PLAN**-ie, asemblerze brytyjskiej rodziny ICL 1900. Te same nazwy — E6RM i EWG3 — figurują dziś na liście oprogramowania, które brytyjscy konserwatorzy odzyskali z taśm i uruchamiają w emulatorze komputera ICL. Polska kolej eksploatowała więc do 2010 roku, przynajmniej z nazwy, oryginalne systemy brytyjskiego producenta, którego ostatnie wydanie George'a 3 nosi datę 1984, a ostatnie poprawki — 1990.



Rysunek 1. *Ostatnia Odra w Polsce była przekładańcem epok: brytyjskie Executive'y i George 3 z lat 70. pod polskim systemem kolejowym w asemblerze, a pod spodem — wrocławskie szafy z 1985 roku, przy których pecety udawały dyski i drukarki.*

Popularna opowieść w jednym zdaniu

W tekstach o polskiej informatyce, w opisach muzealnych i w rozmowach kolekcjonerów krąży wersja, którą da się streścić tak: *Odra 1305 to polski klon brytyjskiego ICL 1900, zbudowany na licencji kupionej w 1967 roku; działał na niej brytyjski George 3 — system, który miał drzewiasty system plików przed UNIX-em; Odry były podstawą ZETO; wyprodukowano ich kilkaset, a ostatnia pracowała na kolei we Wrocławiu do 2010 roku, sterując ruchem pociągów.*

W tym zdaniu jest jedenaście twierdzeń. Cztery bronią się, trzy bronią się po poprawce, a cztery przewracają się, gdy się je sprawdza — przy czym te, które się przewracają, prowadzą do ciekawszej historii niż legenda.

Rozbiór człon po członie

Człon opowieści	Werdykt	Dlaczego

„klon ICL 1900”	broni się z poprawką	Zgodność programowa była pełna — lista rozkazów ICL 1900 i brytyjski standard połączeń z peryferiami — ale sprzęt zaprojektowano we Wrocławiu od nowa, z samej specyfikacji, bez rysunków technicznych, w innej technologii i z dodatkami, których brytyjskie maszyny nie miały. To raczej zgodna reimplementacja niż kopia.
„na licencji kupionej”	przewraca się częściowo	Źródła mówią o „porozumieniu software'owym”, za które Polska miała kupić kilka brytyjskich komputerów (według jednego z historyków — dwa ICL 1904). O opłacie licencyjnej i jej kwocie żadne źródło nie mówi.
„w 1967 roku”	broni się	Negocjacje w maju 1967 roku w Londynie, podpis w lipcu. Kontrahentem było jednak ICT — ICL powstało dopiero w 1968 roku.
„działał na niej George 3”	broni się z poprawką	Na Odrach 1305 używano George'a 3, ale także George'a 2 i samego Executive'u; mniejsze Odry 1304 i 1325 miały własne Executive'y. George 3 wymagał na ogół co najmniej 128 tysięcy słów pamięci.
„drzewiasty system plików przed UNIX-em”	broni się	Podręcznik ICL z kwietnia 1971 roku opisuje drzewo katalogów z katalogiem bieżącym; pierwszy podręcznik UNIX-a pochodzi z listopada 1971 roku.
...a więc pionierski, pierwszy	przewraca się	Hierarchiczny system plików z katalogiem roboczym opisał Multics w 1965 roku, a brytyjskie źródło wprost przyznaje, że zespół George'a wziął drzewo z artykułów o Multicsie.
„Odry były podstawą ZETO”	broni się częściowo	ZETO Wrocław pracowało na Odrach (na początku, według słabego źródła, także na dwóch Mińskach 22), ale ZETO Katowice w 1970 roku — na radzieckich Mińskach, a w 1968 roku polskie zaawansowane maszyny były głównie importowane. Sieć ZETO była wieloplatformowa.
„kilkaset”	broni się	Od 587 do co najmniej 738 maszyn całej serii, zależnie od źródła; samych Odr 1305 — od 346 do ponad 460.

„ostatnia we Wrocławiu”	przewraca się	Odry z PKP Wrocław Brochów wycofano 1 kwietnia 2010 roku. Ostatnia pracowała w Lublinie, do 30 kwietnia.
„do 2010 roku”	broni się	Jak wyżej. Wcześniej, w 2003 roku, wyłączono Odrę we wrocławskim Hutmenie, a w 1999 — wojskową w Bydgoszczy.
„sterując ruchem pociągów”	przewraca się	System kierował pracą stacji rozrządowych — identyfikacją wagonów, taborem, zestawianiem składów — a nie ruchem pociągów i sygnalizacją.

Oś tego tekstu

Strona idzie od przodka do muzeum. Najpierw rodowód: kanadyjska maszyna FP6000, z której wyrosła brytyjska seria 1900, i porozumienie z 1967 roku, które dało Elwro dostęp do jej specyfikacji i oprogramowania. Potem budowa: jak zaprojektowano rodzinę ICL 1900, żeby programy przenosiły się między modelami, i co Elwro zmieniło we własnych Odrach. Dalej oprogramowanie — Executive i rodzina George'ów — i najdłuższa część techniczna: George 3 od środka, z kolejką zadań, wielodostępem, językiem poleceń i drzewiastym magazynem plików, wraz ze sporem o pierwszeństwo wobec UNIX-a i Multicsa. Druga połowa strony jest polska: George na Odrach, ludzie, instalacje, ceny i niezawodność, eksport, kolej, koniec serii, zachowane egzemplarze i praktyka w 2026 roku.

Rodowód: od Toronto przez Manchester do Wrocławia

FP6000: maszyna dla banku centralnego

Historia Odry 1300 zaczyna się w Kanadzie. Jesienią 1961 roku kanadyjska filia brytyjskiego koncernu Ferranti, Ferranti-Packard z Toronto, podpisała kontrakt z Federal Reserve Bank w Nowym Jorku: rok na zaprojektowanie, zbudowanie i zainstalowanie komputera. Projekt był zasadniczo gotowy pod koniec 1962 roku, a maszynę zainstalowano w nowojorskim banku w marcu 1963 roku. Nazywała się **FP6000**. Jej głównym projektantem był Fred Longstaff; sprzęt projektowali z nim Gordon Lang, Don Ritchie i Ted Strain, a oprogramowanie pisał zespół, w którym byli m.in. David Butler, Brian Daly, Bob Johnston, Ted McDorman, Jim McSherry, Roger Moore, Audrey Sharp, Ian Sharp i Don Smith. Tak opisuje to J. Vardalas w artykule dla „IEEE Annals of the History of Computing” z 1994 roku.

FP6000 nie był maszyną masową. Ferranti-Packard zbudowało ich tylko pięć; w 1963 roku obok nowojorskiego banku kupiły je jeszcze Defence Research Establishment Atlantic i giełda w Toronto, a kanadyjski zakład energetyczny SaskPower, który nabył swój egzemplarz w 1962 roku, używał go około osiemnastu lat i w 1983 roku przekazał do muzeum w Saskatchewan. Ważniejsze od liczby egzemplarzy było to, co FP6000 miał w środku. Jego Executive — program sterujący, nazwany tak jak później w całej rodzinie — obsługiwał wieloprogramowość z dynamiczną relokacją programów i danych. Każdy program był ograniczony dwoma adresami, **datum** i **limit**, podawanymi w wielokrotnościach 64 słów. Gdy program się kończył, pozostałe przepisywano w dół pamięci, tak żeby wolne miejsce było jednym ciągłym obszarem, a priorytety przydzielano według spodziewanego czasu pracy i częstości używania urządzeń. Rejestry datum i limit przetrwają w Odrze 1305.

ICT przejmuje Ferranti, a z nim FP6000

W czerwcu 1963 roku brytyjska firma International Computers and Tabulators (ICT) przejęła niewojskową działalność komputerową Ferranti w Wielkiej Brytanii; akcjonariusze zatwierdzili fuzję we wrześniu. Warunkiem było włączenie do transakcji praw do FP6000, a Ferranti Canada dostało od spółki-matki — jak pisze Vardalas — „one million dollar compensation” za ich utratę. Brytyjski zespół uznał w 1963 roku, że nowy projekt w tej klasie, budowany od zera, nie byłby w ciągu mniej więcej osiemnastu miesięcy „significantly better”; potrzeba szybkiego dostępu do sprawdzonego sprzętu była, według historii serii w serwisie ict1900.com, „probably the key factor”. Nowa rodzina miała zastąpić ferrantiowskie Pegasusa, Mercury i Siriusa. Kanadyjski FP6000 stał się w niej modelem 1904 i punktem wyjścia całej serii.

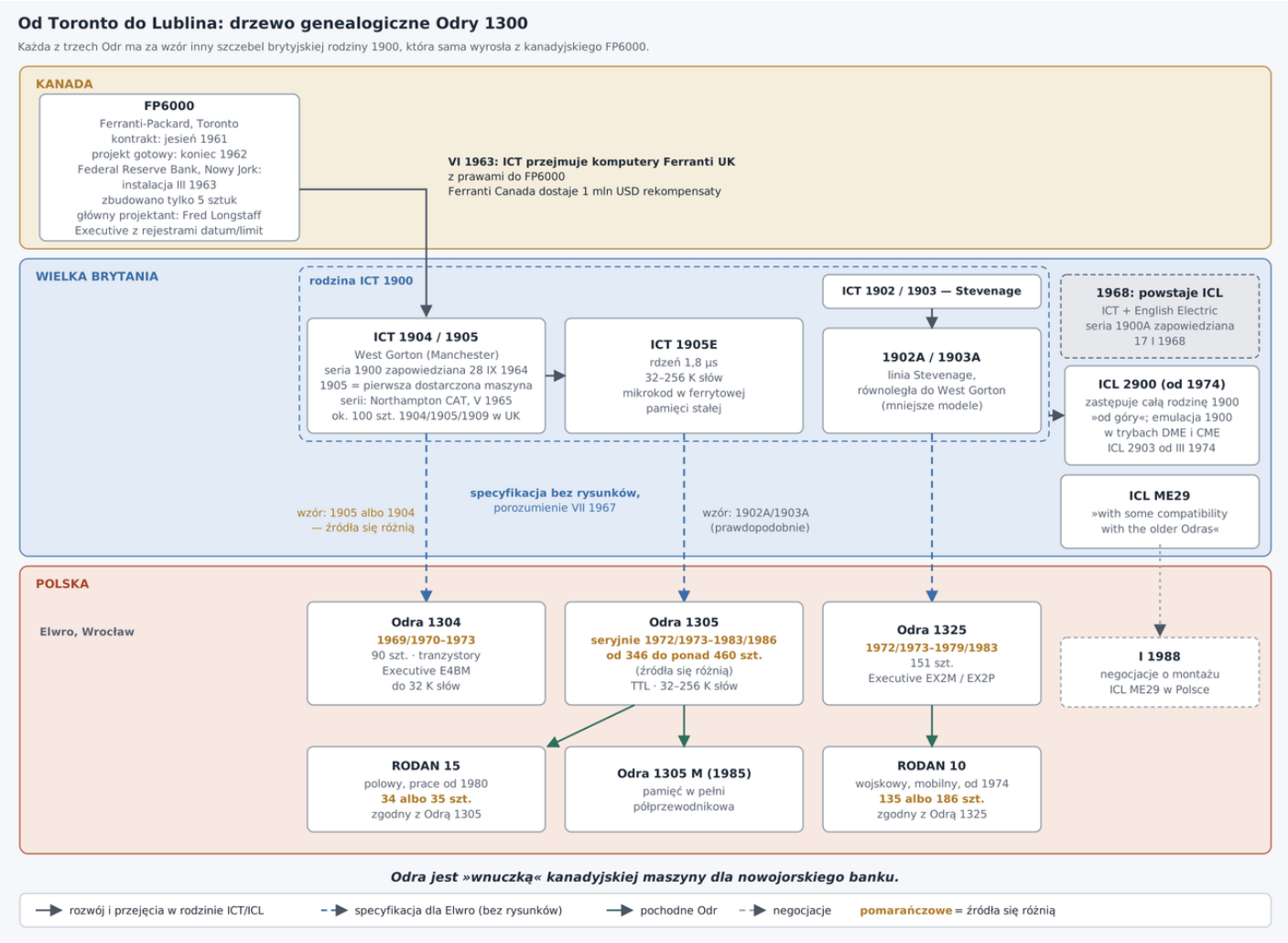
Seria **ICT 1900** została zapowiedziana 28 września 1964 roku, mniej więcej pół roku po zapowiedzi IBM System/360, a zaraz potem dwa działające systemy, 1903 i 1904, pokazano na wystawie Business Efficiency Exhibition w londyńskiej Olympii. Modele budowano w dwóch miejscach. W dawnym zakładzie Ferranti w West Gorton w Manchesterze powstawały 1904/1905 i 1906/1907, czyli linia wywiedziona z FP6000; w Stevenage — mniejsze 1902/1903, które zespół Normana Browna, z Mike'iem Forrestem i Billem Talbotem, doprowadził do działania w rok. Całością kierował Charlie Portman. Pierwszą dostarczoną maszyną serii był model **1905** — w maju 1965 roku trafił do Northampton College of Advanced Technology, dzisiejszego City University, przed pierwszymi dostawami IBM 360. Ten sam model stał się później wzorem dla Odry 1304.

Główna zmiana wobec FP6000 dotyczyła wejścia-wyjścia. Kanadyjska maszyna miała osobne, „zadrutowane” kody rozkazów dla każdej operacji na każdym urządzeniu; seria 1900 wprowadziła jednolity fizyczny interfejs dla wszystkich peryferiów, obsługiwany jednym kodem operacji. Program nie rozmawiał z urządzeniem sam — zlecał transfer ekstrakodem **PERI**, który wykonywał Executive, wskazując słowa sterujące w pamięci. Ten pomysł, opisany niżej, zdecydował o tym, że Elwro mogło zbudować zgodną maszynę bez rysunków.

Rodzina, która rosła przez dekadę

W styczniu 1968 roku zapowiedziano serię 1900A, a w tym samym roku ICT połączyło się z English Electric Computers w International Computers Limited — **ICL**; dziennej daty fuzji w czytanych źródłach nie znalazłem. Od 1974 roku rodzinę 1900 zaczęła zastępować od góry seria ICL 2900, na której oprogramowanie 1900 działało w trybach emulacji nazwanych **DME** i **CME**; pierwsza mała 2903, maszyna zdolna uruchamiać programy 1900, pojawiła się w marcu 1974 roku i była sprzedawana do lat 80. Raport amerykańskiej firmy analitycznej Datapro z lutego 1973 roku podaje, że zainstalowano już „more than 2500” komputerów serii 1900, i zauważa, że ICL sprzedaje je „throughout most of the world, including Eastern Europe and Russia”, ale nie w Stanach Zjednoczonych. Ten sam raport zauważa, że „ICL is finding it difficult to attract many new users to the 1900 Series these days” — nowe zamówienia składali głównie dotychczasowi klienci.

Przybliżone dostawy poszczególnych modeli zebrali w wykresie B. Procter i Virgilio Pasquali, autor serwisu ict1900.com. Model 1901 — około 250 sztuk w latach 1966–1969; 1902/1903 — około 300 (1965–1969); 1904/1905/1909 — około 100 (1965–1967); 1904/1905 E i F — około 100 (1966–1969); 1906/1907 — około 50 (1965–1969); 1901A/1901S — około 600 (1969–1974); 1902A, 1903A, 1903S, 1901T i 1902T — około 1000 (od 1969); 1904A, 1903T i 1904S — „over 800” (od 1970); największe 1906A/1906S — około 25 (1970–1975); wreszcie maszyny 2902, 2903 i 2904, emulujące 1900 — „close to 3000” od 1975 roku. Po zsumowaniu daje to ponad 3200 maszyn samej rodziny 1900 i około 6000 razem z emulującymi ją 290x. Wyliczenie jest moje i opiera się na liczbach przybliżonych, ale pokazuje skalę: Odr 1300 zbudowano od 587 do co najmniej 738[1], czyli mniej więcej jedną piątą brytyjskich dostaw. Jeszcze ciekawsze jest porównanie z jednym modelem. Modeli 1904/1905/1909, bezpośredniego wzoru Odry 1304, dostarczono w Wielkiej Brytanii około stu. Odr 1304 Elwro zbudowało dziewięćdziesiąt — prawie tyle samo.



Rysunek 2. *Odra 1300 nie jest kopią jednej maszyny, tylko gałęzią rodziny: z kanadyjskiego FP6000 wyrósł brytyjski 1904/1905, z niego 1905E, a obok mniejsze 1902A/1903A — i każda z trzech Odr ma za wzór inny szczebel tej drabiny.*

ICT w Polsce przed Odrą

Odra nie była pierwszym spotkaniem polskiej informatyki z ICT. Historyk Michał Sikora, w artykule o polskiej drodze do RIAD-u z 2019 roku, przytacza dane, według których w końcu 1968 roku w Polsce działało zaledwie 141 maszyn liczących, w tym 20 zaawansowanych maszyn przetwarzania danych, głównie importowanych — wśród nich ICT 1300 i ICT 1900. Starsza seria ICT 1300 była generacją sprzed rodziny 1900. Jej najsłynniejszy zachowany przedstawiciel, ICT 1301 nazywany „Flossie”, zbudowany w 1962 roku jako pierwszy z ponad 150 dostarczonych, pracował w Senate House Uniwersytetu Londyńskiego przy księgowości, administracji i wynikach egzaminów GCE dla Anglii i Walii. Wycofano go około 1972 roku; studenci kupili go po cenie złomu i przez mniej więcej pięć lat prowadzili na nim biuro rachunkowe, potem trafił do stodoły w hrabstwie Kent, a w 2012 roku, znów zagrożony, do The National Museum of Computing. Muzeum pisze, że ratowano go ze złomu trzy razy. Waży 5,5 tony i zajmuje około 6 na 7 metrów; wystąpił w filmach i serialach, od „Człowieka ze złotym pistoletem” po „Doktora Who”.

Komputer ICT 1301, model starszej serii ICT 1300, która jeszcze przed Odrą pracowała w Polsce jakc

Komputer ICT 1301, model starszej serii ICT 1300, która jeszcze przed Odrą pracowała w Polsce jako maszyna importowana. Egzemplarz „Flossie” z 1962 roku, pierwszy z ponad 150 dostarczonych, dziś w The National Museum of Computing. Zwróć uwagę na skalę: 5,5 tony i około 6 na 7 metrów — tak wyglądał brytyjski komputer tuż przed serią 1900. Źródło: The National Museum of Computing, CC BY-SA 3.0, autor: Robocomm.

Lipiec 1967: porozumienie z ICT

Decyzja: maszyna, która uruchomi cudze oprogramowanie

W połowie lat 60. Elwro miało za sobą kilka własnych Odr — od 1001 po 1204 — i własne oprogramowanie: język adresów symbolicznych JAS z systemem operacyjnym, przy którym pracowali Teodor Mika, Mieczysława Piernikowska i Lidia Zajchowska, translator Algolu pisany głównie przez Jerzego Szczepkowicza, a dla Odr 1003 i 1013 także PJZ i autokod MOST 1. Dla Odry 1204 W. M. Turski opisał w 1968 roku w „The Computer Journal” system SODA — „A Dual Activity Operating System”; o jego budowie wiem tylko z opisu w encyklopedii internetowej, więc go tu nie rozwijam. Historię tych maszyn opowiada strona **Elwro: od Odry do Juniora**.

W 1966 roku warszawska Komisja Oceny Maszyn Matematycznych, której przewodniczył Romuald Marczyński, zaproponowała, by Elwro zbudowało maszynę zdolną uruchamiać oprogramowanie podstawowe i użytkowe dobrej maszyny zachodniej. Tak decyzję relacjonują doc. Roman Zuber, autor wspomnień o historii Elwro udostępnionych przez wrocławski oddział Polskiego Towarzystwa Informatycznego, i Sikora w artykule naukowym. Z samego brzmienia decyzji widać, gdzie widziano wąskie gardło: nie w sprzęcie, tylko w oprogramowaniu, które dla każdej polskiej maszyny trzeba było dotąd pisać od nowa.

Londyn i Manchester, wiosna 1967

Wiosną 1967 roku specjaliści Elwro i Mery pojechali do Anglii. Według Stowarzyszenia Elwrowców był to najpierw wyjazd rozpoznawczy, m.in. do zakładu w West Gorton w Manchesterze, gdzie budowano serię 1900, a w maju 1967 roku — negocjacje w londyńskiej siedzibie ICT przy Putney Bridge. Porozumienie podpisano w lipcu 1967 roku; ze strony Elwro podpisał je dyrektor techniczny **Eugeniusz Bilski**. Stowarzyszenie nazywa je „porozumieniem software'owym” i pisze o firmie zamiennie „ICT” i „ICL”. W lipcu 1967 roku kontrahentem było jednak jeszcze ICT; nazwa ICL pojawiła się po fuzji w 1968 roku.

Co Elwro dostało

Zuber wylicza zawartość porozumienia dokładniej niż inne źródła: „Porozumienie podpisane w lipcu 1967 roku przewidywało dostarczenie dla ELWRO przez firmę ICT dokumentacji logicznej”, do tego taśmy z pełnym oprogramowaniem podstawowym i użytkowym, programy testowe i kontrolne oraz szkolenie kilku logików z Elwro. Sikora potwierdza ten zakres i dodaje rzecz najważniejszą: Brytyjczycy zgodzili się dostarczyć dokumentację logiczną, ale nie techniczną i konstrukcyjną, która — jak pisze — była „prawdopodobnie” objęta embargiem; w pakiecie były też konsultacje i szkolenia w Wielkiej Brytanii. Brytyjski serwis icl1900.co.uk, w którym piszą m.in. dawni programiści systemowi 1900, ujmuje to od strony technicznej: Elwro dostało specyfikacje ICL 1905, później 1905E oraz 1902A i 1903A, ale nie rysunki techniczne, i zaimplementowało maszyny od nowa na dostępnej sobie technologii.

Według W. Nowakowskiego z Instytutu Maszyn Matematycznych grupa logików Elwro szkoliła się w 1967 roku na maszynie ICL 1904, a prace nad Odrą 1304 zaczęły się na początku 1968 roku.

Czym Polska zapłaciła

Pytanie o cenę porozumienia ma dwie odpowiedzi, które się nie wykluczają. Zuber: w zamian Polska miała kupić kilka angielskich komputerów ICL. Sikora: latem 1967 roku transakcja była „związana z” zakupem dwóch komputerów ICL 1904. Kwoty nie podaje żadne z czytanych źródeł — ani Zuber, ani Sikora, ani Stowarzyszenie Elwrowców, ani serwisy brytyjskie. Nie znalazłem też źródła o opłacie licencyjnej w dewizach; w świetle tego, co wiadomo, było to raczej porozumienie handlowo-techniczne, w którym Brytyjczycy sprzedawali maszyny, a za dokumentację i taśmy nie brali osobnych pieniędzy, ale tego ostatniego nie potrafię potwierdzić.

Zuber zapisał też, jak porozumienie widziała druga strona: Anglicy wątpili, czy Elwro zdoła wykorzystać dokumentację, ale byli zadowoleni ze sprzedaży maszyn. Z perspektywy ICT była to więc transakcja bez ryzyka — sprzedaż sprzętu do kraju, który i tak nie stałby się konkurentem, wzbogacona o papiery, z których, jak sądzono, niewiele wyniknie.

Embargo, CoCom i wywiad: czego źródła nie mówią

Obiegowe opowieści o Odrze lubią wątek zakazu: CoCom, koordynujący zachodnie ograniczenia eksportu technologii do bloku wschodniego, miał umowę blokować albo okrajać. Trzeba jednak powiedzieć, że żadne z czytanych źródeł tego nie twierdzi. Jedynym śladem jest zdanie Sikory, że dokumentacja techniczna była „prawdopodobnie” objęta embargiem — bez wskazania, czyim. Sam Sikora wspomina CoCom w tym artykule tylko przy francuskiej technologii tranzystorowej, nie przy ICT. Nie znalazłem też źródła o tym, czy porozumienie wymagało zgody rządu brytyjskiego.

Podobnie z wywiadem. W streszczeniu artykułu Sikora pisze, że wiedzę techniczną pozyskiwał dla polskiej elektroniki także wywiad, głównie w Europie Zachodniej, ale że największe zyski przyniosły oficjalne negocjacje — i nie łączy działań wywiadu z Odrą 1300. Opowieść o „kradzionej

dokumentacji” nie ma więc oparcia; seria 1300 jest przykładem drogi oficjalnej.

Osiem maszyn i egzamin zgodności

Brytyjskie wątpliwości rozwiały się szybko. Według Zubera i Nowakowskiego do początku 1970 roku Elwro zbudowało osiem Odr 1304, które inżynierowie ICT przetestowali i uznali za w pełni zgodne z ICL 1900. Kronika środowiska byłych pracowników Elwro w serwisie elwro.info.pl odnotowuje w 1970 roku publiczną demonstrację zgodności programowej z ICL 1904. Kiedy powstały pierwsze egzemplarze, źródła podają różnie: od 1969 do 1970 roku[2]. Seria Odra 1300 miała być w pełni zgodna programowo z ICL 1900 — i była. Tymczasem w latach 1969–1971 Polska, jak pisze Sikora, „dość niechętnie” przystąpiła do programu RIAD, czyli Jednolitego Systemu maszyn zgodnych z IBM System/360, a umowę o nim podpisano w 1969 roku.

Jak zbudowana była rodzina ICL 1900

Żeby zrozumieć, co Elwro zbudowało i dlaczego mogło to zrobić bez rysunków, trzeba zobaczyć, czym była rodzina 1900 od strony programisty i projektanta. Opis opieram na stronach Briana W. Spoora, programisty systemowego 1900, który wspierał George'a 3 u klientów, na historii serii w ict1900.com i na raporcie Datapro z 1973 roku.

Słowo 24-bitowe i znaki 6-bitowe

Podstawową jednostką było **słowo 24-bitowe**, mieszczące cztery znaki 6-bitowe. Sześć bitów daje 64 kombinacje — stąd w magazynie plików George'a 3 tryb nazwany GRAPHIC, z zestawem 64 znaków. Każdy rozkaz zajmował całe słowo; maszyna miała tryb słowny i znakowy. Pojemność pamięci podawano w tysiącach słów, a nie bajtów: typowo 32K, 48K w mniejszych maszynach, od 64 do 256K w większych; największa instalacja, jaką znał Spoor, miała 512K słów i stała na uniwersytecie. Pamięć była ferrytowa, w późniejszych modelach z drutu platerowanego.

Raport Datapro z 1973 roku podkreślał, że ta architektura jest „distinctively different from IBM computers” i „likely to prove disturbingly unfamiliar to users of IBM or IBM-like computers”: 6-bitowe kody BCD i słowa 24-bitowe zamiast 8-bitowego EBCDIC i słów 32-bitowych, a zgodność danych z System/370 „quite limited”. Ten sam raport zauważał, że stronicowanie ICL jest „generally similar” do rozwiązania IBM, a pamięć wirtualną ICL oferował wcześniej niż IBM, który zapowiedział ją dla System/370 w sierpniu 1972 roku. Z polskiej perspektywy ta odmienność miała konsekwencję, którą wyciągam sam: wybór ICT w 1967 roku oznaczał architekturę niezgodną z późniejszym RIAD-em, a więc dwie równoległe, niezgodne linie w jednym zakładzie — Odry 1300 i R-32.

Program zaczyna się od zera: datum i limit

Każdy program na 1900 widział pamięć tak, jakby zaczynała się od adresu zero, niezależnie od tego, gdzie leżał fizycznie. Zapewniały to dwa rejestry sprzętowe odziedziczone po FP6000: **datum**, dodawany do każdego adresu (relokacja), i **limit**, którego program nie mógł przekroczyć (ochrona). Dzięki temu Executive mógł przesuwać programy w pamięci i chronić je przed sobą nawzajem bez udziału programisty. To mechanizm prostszy niż stronicowanie, które przyszło później w modelach 1904A, 1906A i 1906S, ale wystarczający do wieloprogramowości.

Jeden interfejs dla wszystkich urządzeń i ekstrakody

Peryferia — czytniki kart i taśmy, drukarki, pamięci taśmowe, dyski — łączył z jednostką centralną jeden fizyczny **standard interface**. Program nie sterował urządzeniem bezpośrednio. Wydawał rozkaz, który wyglądał jak część listy rozkazów maszyny — ekstrakod, np. PERI dla transferu peryferyjnego — a wykonywał go Executive. Historia serii w ict1900.com opisuje to tak, że rozkazy sterujące peryferiami „would appear to a user program as part of the order code”. Na najmniejszych maszynach Executive emulował w ten sposób programowo nawet mnożenie i dzielenie.

Ekstrakod jest tym, co dziś nazwalibyśmy wywołaniem systemowym, z jedną różnicą: był pomyślany jako granica między programem a sprzętem w całej rodzinie, a nie tylko w jednej maszynie. Definicję tej granicy pilnował od 1964 roku **Compatibility Committee**, który ustalał interfejs i formaty nośników. Programy szły bez zmian na mocniejszych maszynach i nowszych Executive'ach. Gdy jakiejś funkcji w danej konfiguracji nie było, system zwracał „null response”, a program mógł się do tego dostosować.

Ten układ — sprzęt plus Executive jako „interfejs rodziny” — wyjaśnia, jak Elwro mogło zbudować zgodną maszynę z samej specyfikacji. Programy z brytyjskich taśm nie potrzebowały identycznych obwodów; potrzebowały tej samej listy rozkazów, tych samych formatów danych i tego samego interfejsu peryferiów, obsłużonego przez Executive. To wniosek z opisu architektury, nie zdanie z polskiego źródła, ale trudno o inny.

Modele: od 1901 do 1906S

Rodzina liczyła kilkanaście procesorów różniących się szybkością i technologią. Spoor porównuje je z największym 1906S, któremu przypisuje szybkość 1,00. Tabela zbiera te, które są ważne dla tej historii.

Model	Pamięć (K słów)	Cykl pamięci	Szybkość wobec 1906S	Uwagi

1902	4–16	6 µs	—	Stevenage; George 1
1904	16–32	2 µs	—	West Gorton, potomek FP6000; George 1 i 2
1905	16/32	2 µs	—	West Gorton; mikroprogram DTL „one-hot”; wzór Odry 1304
1906/1907	32–256	1,1 µs	—	George 1–3
1905E	32–256	1,8 µs	0,10	mikrokod w ferrytowej pamięci stałej; wzór Odry 1305
1902A	8–64	8,5 µs	0,04	z 1903A — prawdopodobny wzór Odry 1325
1903A	16–128	1,5 µs	0,07	George 1–3
1904A	—	—	0,23	opcja stronicowania
1904S	—	0,5 µs	0,30	pamięć MOS; dziś podstawa emulatora
1906A	64–512	—	0,80	ECL, potokowy, stronicowanie; George 4
1906S	—	0,3 µs	1,00	drut platerowany, dostęp 240 ns, magistrala 48-bitowa

Jedna cecha odróżniała przyszłą Odrę 1305 od jej brytyjskich krewnych już na poziomie katalogu. Sprzętowa jednostka zmiennoprzecinkowa była w rodzinie 1900 opcją, według Spoora rzadko montowaną w maszynach komercyjnych. W Odrze 1305 — według tego samego serwisu — była w standardzie.

Szybkość samej Odry 1305 w operacjach na sekundę i czas jej cyklu pamięci nie są mi znane ze źródła pierwotnego. Artykuł w serwisie elektroda.com z 2026 roku, oparty na źródłach wtórnych, podaje 50 000 dodawań na sekundę dla Odry 1304, 370 000 dla 1305 i 280 000 dla 1325; przytaczam te liczby z zastrzeżeniem, że nie potrafię ich sprawdzić.

Trzy Odry: 1304, 1305 i 1325

Seria Odra 1300 to trzy cywilne modele i dwie wojskowe odmiany. Każdy model miał za wzór inny szczebel brytyjskiej rodziny, każdy zbudowano w innej technologii, a liczby wyprodukowanych egzemplarzy podawane przez źródła rozchodzą się bardziej, niż można by się spodziewać po

fabryce z planem produkcyjnym.

Odra 1304: egzamin ze zgodności

Pierwsza Odra serii odpowiadała według brytyjskiego serwisu specyfikacji ICL 1905; Sikora, Nowakowski i kronika elwro.info.pl wiążą ją z ICL 1904[3]. Różnica jest mniejsza, niż się wydaje — oba modele pochodzą z tej samej linii West Gorton. Być może w polskich źródłach utrwalił się model, na którym szkolono logików i z którym demonstrowano zgodność; to mój domysł. Odrę 1304 zbudowano na tranzystorach dyskretnych, z pamięcią do 32K słów 24-bitowych; jej Executive nosił nazwę **E4BM**. Produkowano ją do 1973 roku. Wyprodukowano 90 sztuk, z czego 17 wyeksportowano — w tej liczbie zgadzają się wszystkie źródła.

Kronika elwro.info.pl zapisuje dla 1970 roku trzy wydarzenia: przekazanie Odry 1304 ZETO we Wrocławiu, instalację w Głównym Urzędzie Statystycznym w Warszawie i wspomnianą publiczną demonstrację zgodności. W 1974 roku Odra 1304 pojechała do Hanoi, do tamtejszego Komitetu Nauki i Techniki. Dziś istnieje tylko jeden egzemplarz tego modelu — w Muzeum Historii Komputerów i Informatyki w Katowicach.

Odra 1305: maszyna, która trwała

Odra 1305 była implementacją specyfikacji ICL 1905E i najważniejszym modelem serii. Według kroniki elwro.info.pl w 1971 roku uruchomiono w zakładzie doświadczalnym dwa prototypy i zbudowano serię próbną ośmiu maszyn; muzeum w Katowicach datuje projekt na 1970, a prototyp na 1972 rok. Produkcja seryjna ruszyła w 1973 roku, choć jedno ze źródeł liczy produkcję już od 1972 roku[4]. Głównym konstruktorem procesora był **Adam Urbanek**; maszynę rozwijano z udziałem warszawskiego Instytutu Maszyn Matematycznych. Głównym projektantem systemu Odra 1300 jako całości był — według wspomnienia opublikowanego przez PTI w 2025 roku — **Thanasis Kamburelis** (1932–2024), grecki emigrant, który później wykładał na Uniwersytecie Kreteńskim.

Brytyjski serwis wylicza cechy, którymi 1305 różniła się od wzoru:

- logika TTL na układach scalonych zamiast tranzystorów 1304;
- mikroprogram w 48-bitowej pamięci stałej;
- przeplot pamięci; pojemność od 32 do 256K słów[5];
- sprzętowa arytmetyka zmiennoprzecinkowa w standardzie;
- opcje wieloprocesorowa i stronicowania oraz cechy wysokiej dostępności;
- wskaźnik trybu priorytetowego (Priority Mode, PM) i funkcje czasu rzeczywistego, wykorzystane do sterowania procesami przemysłowymi;
- przydział kanałów inny niż w ICL — urządzenia wielokanałowe można było podłączać tylko do kanału 21;
- rozszerzony standard interface ICL i dodatkowe kanały wejścia-wyjścia w stylu IBM 360, przez które podłączano peryferia zgodne z IBM, czyli z RIAD-u.

Ostatni punkt to polski dodatek, który łączył dwa światy: maszyna zgodna z brytyjską rodziną mogła korzystać z dysków budowanych w bloku wschodnim dla maszyn zgodnych z IBM. W muzeum w Katowicach stoją przy niej dyski EC 5061 i EC 5052 z rodziny RIAD. Wczesne egzemplarze jednostki centralnej ważyły według muzeum około 280–350 kg.

W 1985 roku powstały egzemplarze w wersji **„M”**: z pamięcią w pełni półprzewodnikową, zmienioną ramą, zasilaniem i chłodzeniem. To właśnie dwie takie maszyny, o numerach 384 i 426, pracowały do 2010 roku w Lublinie. Ich istnienie komplikuje datę końca produkcji: źródła podają albo 1983, albo 1986 rok[6]. Jeżeli numery z 1985 roku oznaczają nowe maszyny, a nie modernizację starszych jednostek, produkcja trwała dłużej niż do 1983 roku — rozstrzygnąć tego nie potrafię.

Ile Odr 1305 zbudowano, nie wiadomo dokładnie. Źródła podają, że mogło to być od 346 do ponad 460 sztuk[7]. Wydaje się, że różnice wynikają z tego, co kto liczył — maszyny kompletne, jednostki centralne, wersje M, eksport — ale żadne ze źródeł nie wyjaśnia swojej metody.

Odra 1325: do sterowania procesami

Odrę 1325 opracowano w 1971 roku jako odpowiednik mniejszych ICL 1902/1903 do sterowania procesami; brytyjski serwis uważa za jej prawdopodobny wzór modele 1902A i 1903A. Seria próbna powstała w 1972 roku, produkcja seryjna trwała od 1973 roku, a jej koniec źródła datują na 1979 albo 1983 rok[8]. Wyprodukowano 151 sztuk, z czego 24 wyeksportowano. Pamięć 1325 podawana jest różnie — 16, 32 albo 128K słów[9]. Maszyna miała własne Executive'y, **EX2M** i **EX2P**; ten drugi był pakietem trybu priorytetowego, czyli czasu rzeczywistego. Dokumentację 1325 napisano po polsku. To na Odrze 1325 zaczęto w 1974 roku rozwijać kolejowy system kierowania stacjami, który potem przeniesiono na 1305.

RODAN: Odry w mundurze

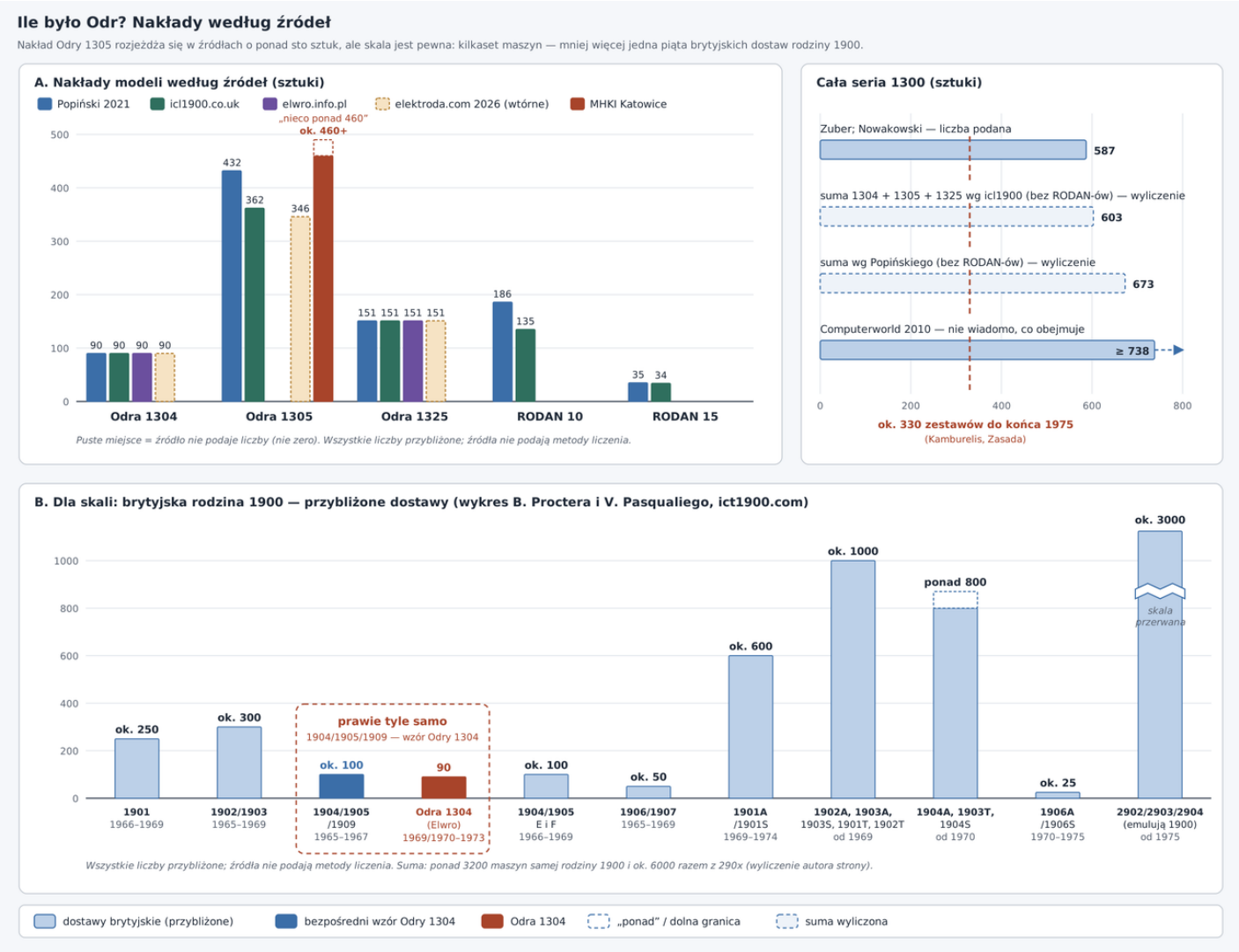
W 1972 roku powstała polsko-czechosłowacka grupa robocza RAMONA-RODAN. Od 1974 roku produkowano seryjnie mobilnego **RODAN-a 10**, „w pełni zgodnego” z Odrą 1325, do rozpoznania radiolokacyjnego i systemów dowodzenia; brytyjski serwis nazywa go wersją „ruggedised” i wspomina odmianę RODAN 10/79 z dwiema pamięciami „kasetowymi” — autor zgaduje, że chodzi o wymienne kasety pamięci. W 1980 roku zaczęto prace nad **RODAN-em 15**, zgodnym z Odrą 1305, do warunków polowych. Liczby i lata obu odmian znów się rozchodzą[10].

Seria w jednej tabeli

Model	Wzór ICL	Technologia	Pamięć (K słów)	Executive	Lata	Sztuk
Odra 1304	1905 (albo 1904)	tranzystory dyskretne	do 32	E4BM	1969/1970–1973[2]	90 (17 na eksport)

Model	Wzór ICL	Technologia	Pamięć (K słów)	Executive	Lata	Sztuk
Odra 1305	1905E	TTL, mikroprogram w pamięci stałej	32–256 (do 192 w 1976)	Executive, George 2 i 3	1972/1973–1983/1986[4][6]	346 – ponad 460[7]
Odra 1305 M	1905E	pamięć półprzewodnikowa	—	E6BM, E6RM, EWG3 (PKP)	1985	—
Odra 1325	1902A/1903A (prawdopodobnie)	—	16, 32 albo 128	EX2M, EX2P	1972/1973–1979/1983[8]	151 (24 na eksport)
RODAN 10	zgodny z 1325	wersja mobilna	—	—	od 1974	135 albo 186 [10]
RODAN 15	zgodny z 1305	wersja polowa	—	—	prace od 1980	34 albo 35[10]

Do końca 1975 roku zbudowano — według artykułu Kamburelisa i Zasady w „Informatyce”, zachowanego w amerykańskim przekładzie — około 330 zestawów Odra 1300. Łączny nakład serii źródła podają jako 587 albo co najmniej 738 maszyn[1]; same trzy cywilne modele, 1304, 1305 i 1325, bez wojskowych RODAN-ów, sumują się według tabel produkcji do 603 albo 673 sztuk. Broszura Elwro z 1978 roku, „Tysiąc komputerów produkcji Mera-Elwro 1959–1978”, podaje tysiąc komputerów wszystkich typów do 1978 roku, z czego 245 na eksport.



Rysunek 3. *Nakład Odry 1305 rozjeżdża się w źródłach o ponad sto sztuk, ale skala jest pewna: kilkaset maszyn, mniej więcej jedna piąta brytyjskich dostaw całej rodziny 1900 — i prawie tyle Odr 1304, ile brytyjskich 1904/1905 razem z 1909.*

Peryferia: brytyjski standard, polskie urządzenia

Artykuł W. Lipki z 1976 roku w „Elektronicznej Technice Obliczeniowej — Nowościach", zachowany w amerykańskim przekładzie technicznym z 1977 roku (udostępnia go DTIC), opisuje dwa etapy budowy systemów Odra i RIAD. W pierwszym etapie system Odry 1305 był konfiguracją lokalną z peryferiami wyłącznie polskiej produkcji. W drugim dochodził import: pamięci dyskowe, monitory ekranowe i teleprzetwarzanie ICL — skaner ICL 7930 i procesor komunikacyjny ICL 7903. Użytkownicy Odry 1305 mieli dostawać sprzęt zdolny pracować z George'em 3, a zastosowaniem miały być „multiaccessible systems for didactics" — wielodostępne systemy dydaktyczne. Skan przekładu jest słabej jakości, więc liczby z tego artykułu przytaczam ostrożnie.

Z artykułu Lipki, z rejestru muzeum w Katowicach i z broszur Elwro składa się lista urządzeń, które otaczały Odrę:

- **pamięci taśmowe PT-3M** z warszawskiego Meramatu;
- **dyski EC 5052** z rodziny RIAD (Lipko: „8 mln jednostek”, ze sterownikiem PDS-325-2) i EC 5061, a z importu dyski ICL o pojemności 30 mln ze sterownikiem ICL 2814/2; dokładnych pojemności w bajtach nie ustaliłem;
- **czytnik kart CX-325**, perforator taśmy CDT-325, w muzeum także czytnik i perforator CDT 325 v2 złożony z czytnika MERA-KFAP i perforatora MERA-ELZAB DT-105s;
- **drukarki wierszowe DW-325 i DW-312** z zakładów w Błoniu (ZMP Błonie), produkowane na brytyjskiej licencji;
- **drukarka mozaikowa DZM-180** z Błonia, w odmianach KSR i KSRE pełniąca rolę konsoli operatora;
- rejestrator X-T, dalekopisy T-63 i T-100, terminale KSRE, węgierskie monitory VT-340 albo brytyjskie ICL 7181/7180;
- do teleprzetwarzania: **multiplekser MPX 325**, rodzina urządzeń liniowych UPD, w tym stacja zdalnego wsadu UPD 305-20/1 emulująca terminal ICL 7020.

Masowa produkcja Odr pociągnęła za sobą — jak pisze Zuber — nowe zakłady: drukarki wierszowe z Błonia szły także na eksport, a Meramat produkował pamięci taśmowe. ICT ze swej strony wyeksportowało do Polski wiele peryferiów. Szczegóły układu zakładów opisuje strona **Zjednoczenie Mera**.

Opis drukarki mozaikowej DZM-180 z Mery-Błonie, w zbiorach Muzeum Astronomicznego Uniwersyte

Opis drukarki mozaikowej DZM-180 z Mery-Błonie, w zbiorach Muzeum Astronomicznego Uniwersytetu Kijowskiego. Odmiany DZM-180 KSR i KSRE towarzyszyły Odrom 1305 jako konsole operatora — muzeum w Katowicach odtworzyło w 2018 roku program takiej konsoli z dokumentacji i wydziurkowało dla niej taśmę konfigurującą szerokość papieru. Źródło: museum-digital, CC BY-NC-SA, autor: Muzeum Astronomiczne KNU, Kijów.

Executive i rodzina George'ów

Executive: jądro bez funkcji dla użytkownika

Każda maszyna 1900 — i każda Odra 1300 — miała **Executive**. Był środowiskiem uruchomieniowym: dzielił czas procesora, wykonywał transfery peryferyjne, obsługiwał przerwania, zarządzał pamięcią, chronił programy przed sobą nawzajem i przełączał je. Nie był jednym programem. Od jednoużytkownikowej wersji na 1901, sterowanej przełącznikami na pulpicie, po duże, nakładkowe wersje wieloprogramowe, każdy Executive był „tailored to that specific

configuration” — generowany pod konkretną konfigurację, żeby oszczędzać pamięć. Istniały osobne linie z West Gorton i ze Stevenage. W podstawowej postaci, nazywanej Operators Executive, był ręcznym systemem operatorskim: programy ładowano według arkusza „job control”, a zasoby przydzielano dynamicznie, bez stałych partycji.

Maszyna 1900 mogła pracować bez żadnego systemu nad Executive'em — sam ładował i uruchamiał programy. Systemy z rodziny George działały na nim. George 1 i 2 korzystały ze zwykłego interfejsu Executive'u; w George'u 3 i 4 Executive skurczył się do mniejszego jądra, które izolowało George'a od sprzętu przez specjalny interfejs. Historia serii w ict1900.com ujmuje to dwoma zdaniami: „There still had to be an Executive whose main functions were low level control of various peripherals” i „This Executive had no user-visible functions”. Stąd osobny Executive dla George'a 3, który w Lublinie nosił nazwę EWG3, i stąd to, że słabiej obciążone systemy kolejowe chodziły na „gołym” Executive'ie E6BM albo E6RM. Rozwinięć tych nazw — podobnie jak E4BM, EX2M i EX2P — nie znalazłem w żadnym źródle i nie zgaduję ich.

Od Oriona do 1 stycznia 1965 roku

Najwięcej o początkach George'a wiadomo z notatek George'a Feltona do wystąpienia na seminarium w Science Museum 30 maja 1996 roku. Felton projektował wcześniej system OMP dla ferrantiowskiej maszyny Orion, z podziałem czasu; prace nad Orionem i OMP trwały od końca 1958 roku. Gdy ICT przejęło dział komputerowy Ferranti, a seria 1900 została ogłoszona, Chris Wilson, który sprzedawał największe 1906/1907, poprosił o system podobny do OMP. Od grudnia 1964 roku za oprogramowanie ICT odpowiadał Peter Hunt, a w dziale programowania powstała sekcja systemów operacyjnych. **1 stycznia 1965 roku** Felton zwołał spotkanie, na którym zaczęto specyfikację; byli na nim m.in. Henry Goodman, John Fotheringham i Henry Goldberg, a Goodman napisał pracę o połączeniu przetwarzania wsadowego z wielodostępem.

W połowie 1965 roku seminarium w brytyjskim National Physical Laboratory o amerykańskim Project MAC skłoniło ICT do zaplanowania produktu wielodostępnego — MOP, Multiple Online Programming. Historia serii w ict1900.com zauważa przy tym, że Project MAC działał na „a highly unsuitable IBM computer”.

Skąd imię George

W maju 1965 roku, pod nieobecność Feltona, w jego gabinecie omawiano interfejs między Executive'em a nowym systemem. Rozważano warianty oznaczone literami od A do G; wybrano wariant G i ktoś zaproponował dla niego imię „George”. Felton podaje trzy możliwe wyjaśnienia: „George” to w angielskim slangu lotniczym autopilot; skrót od „General Organizational Environment”; albo „just for a laugh”. Serwis icl1900.co.uk podaje rozwinięcie „GEneral ORGanizational Environment” jako fakt, ale sam Felton go nie przesądza — akronim wygląda raczej na dopisany później.

Dlaczego „trzy”, skoro był pierwszy

Pod koniec 1965 roku zdecydowano — znów według ict1900.com — „to rename George as George 3”. George 1 i George 2 zdefiniowano wtedy jako prostsze, wcześniejsze systemy dla mniejszych maszyn. Cyfra nie oznaczała więc trzeciej wersji w czasie, tylko najwyższy szczebel planu: George 3 był pomyślany jako pierwszy, a wydany jako ostatni z trzech. Prototyp złożono w styczniu 1966 roku.

System	Co robił	Kiedy
George 1	wsadowy, jeden zaplanowany strumień zadań pod Executive'em, kontrola zadań zamiast operatora; rozwinięcie wcześniejszego Automatic Operator	wydany X 1966; Mk3 w użyciu XII 1966
George 2	George 1 ze spoolingiem — rozdzielenie wejścia, obliczeń i wyjścia — i kolejką zadań „job well”; wersje taśmowe, dyskowe i mieszane (G2EE, G2TT, G2ET, G2TE); źródło ok. 30 000 wierszy	2T — XI 1967; 2D — pierwsza dostawa VI 1968; 2D na ok. połowie systemów 1900, 10–12K słów
Minimop	samodzielny mały system wielodostępny obok George'a 2: do 9 zdalnych maszyn do pisania, 6K pamięci, FORTRAN, Algol i JEAN	VII 1968
George 3	wsad i wielodostęp MOP w jednym systemie, magazyn plików, język makr, rozliczanie zasobów	Mk1 IV 1969; Mk5 IV 1971; Mk6 X 1971; Mk7 koniec 1972; Mk8 poł. 1974; Mk 8.67 — 1984; ostatnie poprawki 1990
George 4	George 3 dla maszyn ze stronicowaniem (1906A, 1906S); wspólne źródło, kompilacja warunkowa	koniec 1974
Maximop	system wielodostępny z Queen Mary College w Londynie, dystrybuowany przez ICL jako następca Minimopu	—

George 3 powstawał w trudnych warunkach. Projektowano go dla dużych maszyn, a musiał działać na 1904 i 1905 z 32K słów. Wczesny sprzęt był zawodny, był jeden prototyp, a dostęp do maszyny 1907 w Putney zespół dostał dopiero w sierpniu 1967 roku. Pierwotna specyfikacja zakładała co najmniej 512K słów pamięci pomocniczej — „As the system developed this proved to be unrealistic”. Standardowy asembler PLAN nie nadawał się do pisania systemu, więc powstał okrojony asembler **GIN** (George Input), napisany przez Dana Oestreichera i Jeffa Straussa, który pozwalał budować George'a 3 i 4 z jednego źródła. W styczniu 1973 roku zespół przeniesiono do Bracknell, co według Feltona kosztowało projekt połowę personelu. Rozwój sterowali klienci — komitet użytkowników ustalał priorytety.

George 3 od środka

Datapro nazywał George'a 3 w 1973 roku „comparatively powerful multi-stream operating system” dla maszyn od 1902S do 1906S, wymagającym co najmniej 49K słów pamięci; lubelscy informatycy pisali, że na Odrach potrzebował na ogół co najmniej 128K słów[11]. Historia serii w ict1900.com zamyka jego charakter w jednym zdaniu: „George 3 effectively controlled the whole machine”. Poniżej to, z czego się składał — według stron icl1900.co.uk i oryginalnych podręczników ICL.

Kolejka zadań i planista

Zadania wsadowe czekały w **jobwell** — „studni zadań”. Wybierał je stale aktywny planista wysokiego poziomu, **HLS** (High Level Scheduler), według danych harmonogramowania i dostępnych zasobów, więc zadania nie musiały wychodzić w kolejności wejścia. Pod nim działał planista niskiego poziomu i podział czasu realizowany przez Executive. Po awarii zadania czekające w kolejce zostawały zachowane, a przerwane — uruchamiane automatycznie od nowa. Czytniki kart i taśmy papierowej oraz drukarki George obsługiwał normalnie „off-line przez Filestore”: wejście trafiało najpierw do plików, a wydruk z plików na drukarkę, czyli to, co dziś nazywa się spoolingiem.

Wielodostęp MOP: sesja przy dalekopisie

Obok wsadu działał tryb **MOP**, w którym — jak pisał Datapro — „multiple remote teletypewriters” mogły służyć jako interaktywne terminale on-line. Strona icl1900.co.uk o używaniu George'a 3 opisuje, jak taka sesja wyglądała:

- użytkownik budził system znakiem **Control-A**, a sesję zaczynał poleceniem `LOGIN`;
- zachętą był aktualny czas w postaci `hh.mm.ss_`;
- podkreślnik kasował poprzedni znak — „LOGOM__IN” oznaczało LOGIN — a **Control-X** anulował wiersz komunikatem „CANCEL_”;
- zadania wsadowe uruchamiało się z terminala poleceniami `JOB` albo `RUNJOB`, sesję kończyło `ENDJOB` albo `LOGOUT`; były też `RETAIN` i `ABANDON`;
- każde zadanie miało plik monitora, w którym zapisywano jego przebieg;
- system pracował w kontekstach, m.in. NO USER/USER, CORE IMAGE, BREAK IN i OPERATOR.

Język poleceń i makra

Polecenie składało się z czasownika i parametrów po przecinku. Każdy czasownik miał dwuliterowy skrót, więc `LISTFILE DATAFILE,*LP` można było napisać jako `LF DATAFILE,*LP`; ict1900.com wspomina, że w miarę rozwoju systemu kolejne dwuliterowe skróty coraz trudniej było przydzielać. Najważniejsza cecha języka była ukryta w tym, co się działo z nieznanym czasownikiem: George szukał go najpierw w katalogu użytkownika, a potem w katalogu `:MACROS`, i jeśli znalazł plik o tej

nazwie, wykonywał go jako **makro**. Własne polecenia administratora i użytkownika były więc pełnoprawną częścią języka. Makra były potrzebne: według icl1900.co.uk kompilacja programu w Algolu z kart wymagała 20–30 poleceń, a „bezpieczny” zestaw — ponad stu. Makrom poświęcono osobny podręcznik ICL, TP4267; polski skrypt Politechniki Śląskiej używa dla nich słowa „makrozlecenia”.

Według ict1900.com wspólny język poleceń dla wsadu i pracy on-line „was not available on IBM machines until 1974”. To ocena brytyjskiego autora, której nie potrafię niezależnie sprawdzić.

Magazyn plików: drzewo z :MANAGER na szczycie

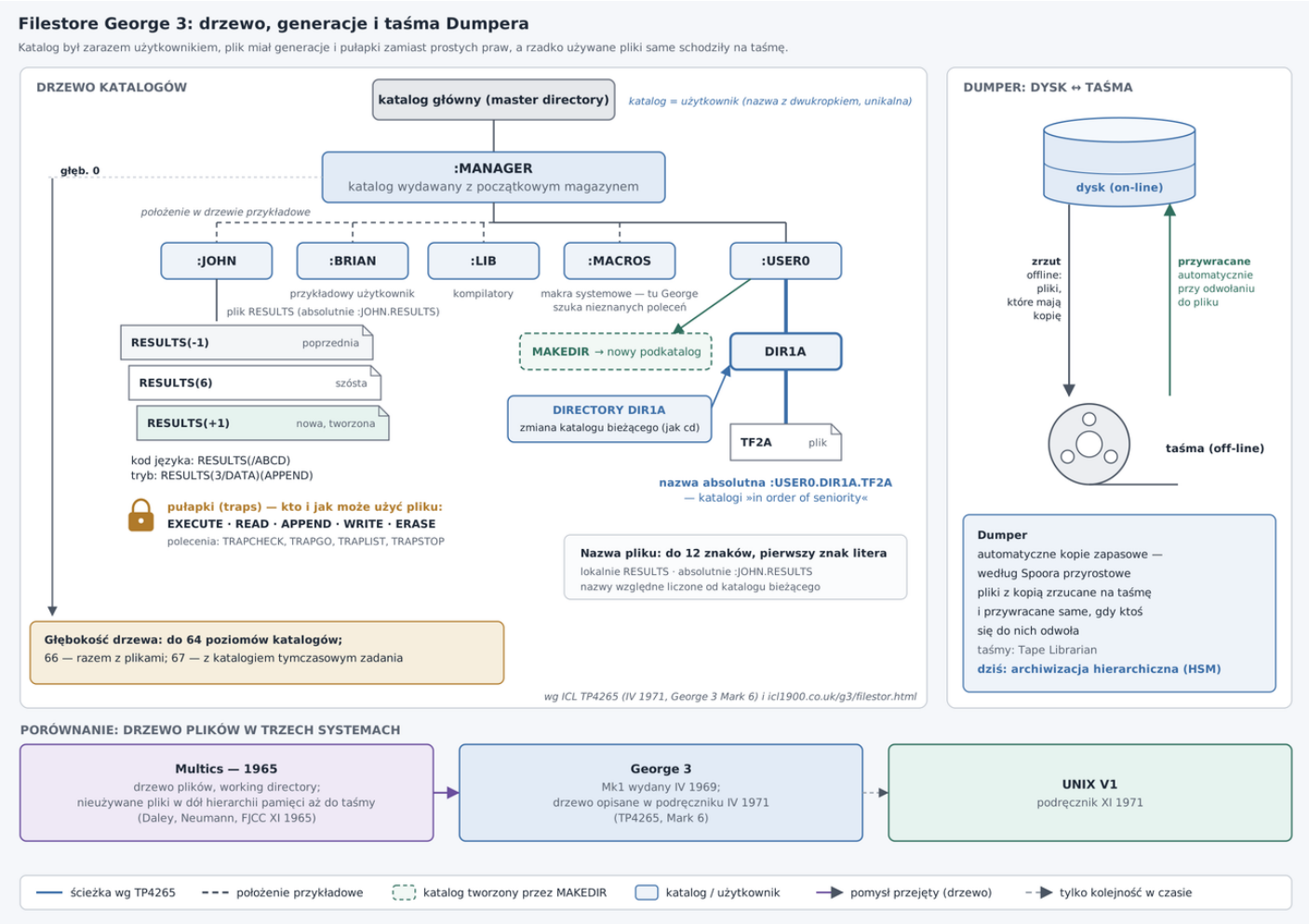
Sercem George'a 3 był **Filestore**, magazyn plików, w polskim skrypcie nazwany „pamięcią zbiorów”. Podręcznik ICL TP4265, „Introduction to GEORGE 3”, w drugim wydaniu z kwietnia 1971 roku, opisujący George'a 3 Mark 6[12], mówi wprost: „The effect is to give the filestore a tree-like structure.” Na szczycie hierarchii stał katalog główny, który zawierał informacje o plikach poziom niżej. Użytkownik dostawał wraz z początkowym magazynem katalog z nazwą użytkownika `:MANAGER` na głębokości zero.

Kilka zasad z tego podręcznika i ze strony icl1900.co.uk o magazynie plików:

- **Katalog to użytkownik.** Każdy katalog miał unikalną nazwę użytkownika — „No two directories may have the same user name associated with them” — zapisywaną z dwukropkiem, np. `:BRIAN`. Specjalny użytkownik `:LIB` trzymał kompilatory.
- **Podkatalogi** tworzyło polecenie `MAKEDIR`, do głębokości 64. Z plikami końcowymi dawało to 66 poziomów, a z tymczasowym katalogiem zadania — 67.
- **Nazwy.** Nazwa pliku miała do 12 znaków i zaczynała się od litery. Lokalnie pisało się `RESULTS`, absolutnie `:JOHN.RESULTS`; dłuższa ścieżka, np. `:USER0.DIR1A.TF2A`, wymieniała katalogi pośrednie „in order of seniority”.
- **Katalog bieżący.** Nazwy względne liczono od katalogu bieżącego, który zmieniało polecenie `DIRECTORY` — odpowiednik uniksowego `cd`.
- **Generacje.** Plik mógł mieć wiele generacji: `RESULTS(6)` to szósta, `RESULTS(-1)` — poprzednia, `RESULTS(+1)` — następna, nowo tworzona.
- **Kod języka i tryb dostępu** pisało się w nawiasach: `RESULTS(/ABCD)`, `RESULTS(3/DATA)(APPEND)`.
- **Pułapki (traps)** określały, kto może z pliku korzystać i jak: EXECUTE, READ, APPEND, WRITE, ERASE. Obsługiwały je polecenia `TRAPCHECK`, `TRAPGO`, `TRAPLIST` i `TRAPSTOP`.
- **Właściciel zadania.** „Proper user” to użytkownik, który uruchomił zadanie i za nie płaci; według niego George kontrolował dostęp.
- **Pliki peryferyjne** miały tryby GRAPHIC (64 znaki), NORMAL i ALLCHAR; oznaczenia `*DA` i `*DR` wskazywały dysk i bęben.

Pliki, które same schodzą na taśmę

Najnowocześniej z dzisiejszej perspektywy wygląda to, co George robił z miejscem. Nazwy plików wybierał użytkownik, bez znajomości urządzeń, a rozmiar magazynu nie zależał od przydziału dysku. Program **Dumper** robił automatyczne kopie zapasowe — według Spoora przyrostowe — a pliki, które miały kopię, mogły zostać zrzucone z dysku na taśmę i były przywracane automatycznie, gdy ktoś się do nich odwołał. W spisie poleceń magazynu plików są obok pułapek m.in. `ERASE` i `RETRIEVE`. Taśmami zarządzał Tape Librarian, a pakiety dyskowe spoza systemowych obsługiwały „exofiles”. Dziś nazwalibyśmy to hierarchicznym zarządzaniem pamięcią masową. Do tego dochodziły budżety i rozliczanie zasobów — pieniądze, czas procesora, taśmy — bo maszynę dzieliło wielu płacących użytkowników.



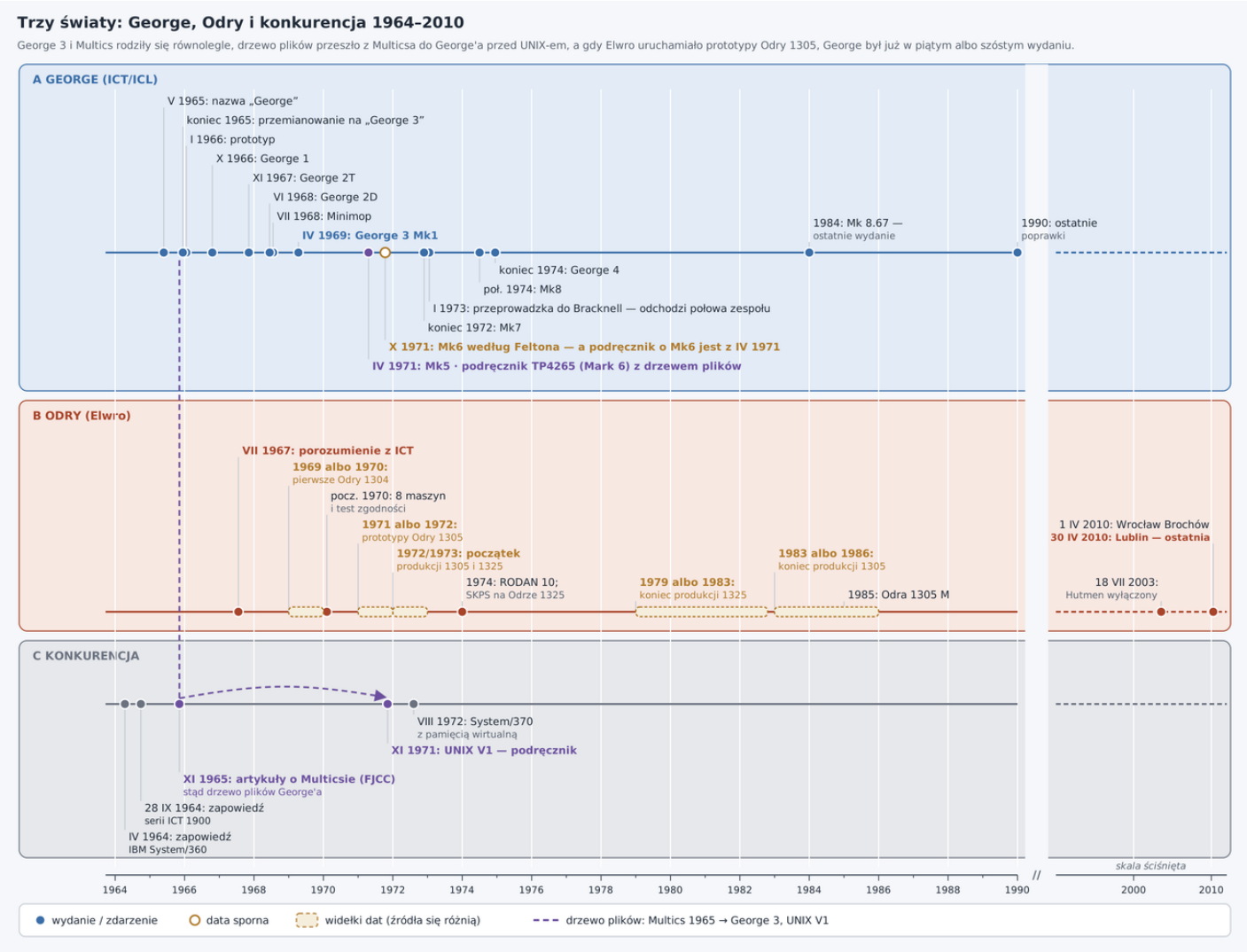
Rysunek 4. *W magazynie plików George'a 3 katalog był zarazem użytkownikiem, plik miał generacje i pułapki zamiast prostych praw dostępu, a to, co rzadko używane, samo schodziło na taśmę — rzeczy, które w świecie pecetów wróciły dopiero po latach jako wersjonowanie, listy kontroli dostępu i archiwizacja hierarchiczna.*

Drzewo przed UNIX-em — ale po Multicsie

Polska opowieść o George'u lubi jedno twierdzenie: że miał drzewiasty system plików przed UNIX-em. To prawda. Drzewo katalogów z katalogiem bieżącym jest udokumentowane w podręczniku ICL najpóźniej w kwietniu 1971 roku, a George 3 Mark 1 wydano w kwietniu 1969 roku; pierwszy podręcznik UNIX-a pochodzi z listopada 1971 roku. Datapro w 1973 roku opisywał File Store George'a jako system, który „organizes the user's data files into a tree-structured hierarchy”, a Spoor po latach pisał o „Filestore similar to a Unix file system” — to porównanie, nie twierdzenie o pierwszeństwie.

Twierdzenie, że George był w tym pierwszy, przewraca się jednak na dwóch dokumentach. Pierwszy to artykuł R. C. Daleya i P. G. Neumanna „A General-Purpose File System for Secondary Storage” z konferencji FJCC w 1965 roku, jeden z artykułów o Multicsie: „The file structure consists of a basic tree hierarchy of files”, z „working directory”, a do tego pliki aktywne automatycznie przenoszone na najszybsze urządzenie, nieaktywne — w dół, aż po zejściu z ostatniego poziomu on-line są odtwarzane z taśm przy odwołaniu. To dokładnie ta idea, którą George zrealizował w Filestore z Dumperem. J. Saltzer pisze w serwisie multicians.org: „I think that Multics was the first to provide a hierarchical file system.”

Drugi dokument zamyka sprawę od strony brytyjskiej. Historia serii w ict1900.com podaje, że zespół Feltona sięgnął po artykuły o Multicsie z konferencji z listopada 1965 roku: „Many of its ideas were incorporated into George, particularly the tree-structured file store.” George 3 jest więc rówieśnikiem Multicsa i poprzednikiem UNIX-a, ale drzewo plików wziął z Multicsa — co Brytyjczycy sami przyznają. Szerzej o obu systemach piszą strony **Multics** i **UNIX**.



Rysunek 5. *George 3 i Multics rodziły się w tych samych latach, a drzewo plików przeszło z artykułów o Multicsie do George'a, zanim UNIX wydał pierwszy podręcznik — a gdy Elwro uruchamiało prototypy Odry 1305, George był już w piątym albo szóstym wydaniu.*

George na Odrach

Który George i na której Odrze

Zuber nazywa George'a po prostu głównym systemem operacyjnym serii 1300. Szczegóły są bardziej zróżnicowane. Na Odrze 1304 pracował Executive E4BM, na 1325 — EX2M i EX2P; George'a 3 łączą ze źródłami tylko Odry 1305. Lipko pisał w 1976 roku, że użytkownicy 1305 otrzymują sprzęt zdolny pracować z George'em 3. Ale w sieci Unitry na przełomie lat 70. i 80. — według analizy H. Kotrzewskiego w Zeszytach Naukowych Politechniki Śląskiej — przetwarzanie zdalne szło pod nadzorem **George'a 2**, który wymagał mniej ręcznej pracy operatora niż sam Executive. Na kolei do 2010 roku obok George'a 3 działały gołe Executive'y. Kiedy i gdzie George 3 po raz pierwszy uruchomiono na polskiej Odrze, nie ustaliłem.

Polska literatura o George'u była skromna, ale istniała. W 1987 roku wydawnictwo WNT wydało w serii „Biblioteka Inżynierii Oprogramowania” — w jej komitecie był m.in. W. M. Turski — książkę S. Boraka, J. Klaczaka, S. Korczaka i Z. Płoskiego „System operacyjny George 3”, jako wydanie drugie, rozszerzone; słowa kluczowe katalogu biblioteki wymieniają George'a 3, maszynę cyfrową Odra 1305, Algol, Plan, Fortran i projektowanie makr. Roku pierwszego wydania nie ustaliłem. Politechnika Śląska wydała skrypt K. Nałęckiego, A. Ciągwy i K. Groyeckiego „Laboratorium systemów operacyjnych: system operacyjny GEORGE-3” dla studentów, z polskimi terminami „makrozlecenia” i „pamięć zbiorów”. Czy Elwro tłumaczyło komunikaty George'a na polski, nie wiem.

Języki i biblioteka

Zuber wylicza oprogramowanie, które przyszło z Odrą 1300: systemy programowania ALGOL, FORTRAN i COBOL, konwersacyjny język **JEAN**, języki symulacyjne **CSL** i **SIMON**, bibliotekę ponad tysiąca procedur standardowych i piętnaście pakietów aplikacyjnych planowania i zarządzania. Te ostatnie — jak pisze — okazały się mało użyteczne, bo polskie przedsiębiorstwa nie pasowały do założeń gospodarki rynkowej. Kotrzewski wymienia pod George'em 2 Algol, Fortran, Plan i Cobol. W „Informatyce” z 1985 roku ukazał się artykuł „RATFOR na ODRZE 1305” — o przeniesieniu strukturalnego preprocesora Fortranu; jego treści nie czytałem.

Brytyjski spis języków rodziny 1900 pozwala te nazwy umieścić. **PLAN** (Programming LAnguage Nineteen-hundred) był standardowym asemblerem, z podprogramami wywoływalnymi z Algolu 60, COBOL-a i FORTRAN-u IV. **JEAN** był dialektem JOSS-a, interpreterem do „small numerical applications”; pod George'em 3 zachowały się wersje angielska i francuska — czy istniała polska, nie ustaliłem. Były też Algol 68, BCPL, NICOL dla dawnych użytkowników tabulatorów, Pascal z Queen's University w Belfaście i PLASYD, „in essence PL/1900”.

Odra widziana z uczelni

Jak Odra wyglądała z perspektywy studenta, opisuje prezentacja „55 lat na AGH” z prywatnego serwisu w domenie uczelni. Uczelniane Centrum Informatyki AGH miało Odry 1204 i 1305; „Studenci wprowadzali programy w języku Fortran na karty perforowane za pomocą dość zawodnych dziurkarek kart”, „Wyniki uzyskiwano przeważnie na następny dzień”, a uruchamianie programów w trybie wsadowym „było bardzo czasochłonne”. Ta sama prezentacja nazywa obie Odry maszynami „wyprodukowanymi w ELWRO na licencji firmy ICL” — co dla Odry 1204 jest błędem pamięci, bo porozumienie z ICT dotyczyło dopiero serii 1300. Wielodostęp George'a, o którym pisał Lipko, nie wszędzie dotarł do studenckiej sali.

Gdzie pracowały Odry

Użytkownicy krajowi

Zuber i Nowakowski wymieniają jako główne pola zastosowań komputeryzację budownictwa, kolei, GUS-u i wojewódzkich urzędów statystycznych oraz uczelni; brytyjski serwis dodaje sterowanie elektrowniami i wojsko. Konkretne instalacje, które da się wskazać ze źródeł:

Gdzie	Co	Kiedy i szczegóły
ZETO Wrocław	Odra 1304, potem kolejne Odry	1970
GUS, Warszawa	Odra 1304, Odry 1305; obok oryginalne ICL 1905 i 1903A	od 1970; dane o awaryjności z 1978
Hutmen, Wrocław	Odra 1305	1974–18 VII 2003; według Nowakowskiego „odmawiała startu tylko, gdy w sali było za zimno”
Kombinat Łosień k. Dąbrowy Górniczej (budowa Huty Katowice)	Odra 1305 nr 37, dyski 100 Mb, teletransmisja ze 150 terminalami	broszura z 1978; płace dla 17 000 osób, kadry, zamówienia, magazyn
Huta im. Lenina, walcownia na zimno	Odra 1325 nr 77	23 XI 1977; kłopoty z monitorem i taśmami; plan połączenia z ośrodkiem huty na komputerach ICL
Zespół Informatyki Pomorskiego Okręgu Wojskowego, Bydgoszcz	Odra 1305 nr 236	27 V 1977–18 XI 1999
Unitech, Warszawa (węzeł sieci Unitry)	Odra 1305, dyski 60 Mzn, teleprzetwarzanie; terminale ICL 7503 w zakładach Unitry	ok. 1980
Uczelniane Centrum Informatyki AGH, Kraków	Odra 1305 (obok 1204)	Fortran z kart, wyniki nazajutrz
PKP Wrocław Brochów	Odry 1305 nr 287 i 293	od 1976 i 1978 do 1 IV 2010
PKP, Lublin	Odry 1325, potem 1305; od 1986 albo 1989 para 1305 M[13]	SKPS od 1974 do 30 IV 2010
Grudziądz, miejski ośrodek obliczeniowy	plan instalacji „EMC serii Odra”	plan z 23 XI 1978 na II połowę 1979; w zakładach WARMA obok — ICL 2903

Zuber i stowarzyszenie byłych pracowników Elwro dodają twierdzenie, które często się powtarza: że Odry 1300 z multiplekserami i terminalami tworzyły na początku lat 70. „pierwsze systemy wielodostępne w krajach RWPG”, a nawet pierwsze „w ogóle na wschód od Łaby”. To deklaracja środowiska, które je budowało; niezależnego porównania z systemami radzieckimi nie znalazłem.

Odry a ZETO

Sieć ZETO — wojewódzkich zakładów elektronicznej techniki obliczeniowej — powołano uchwałą Rady Ministrów z 22 stycznia 1964 roku; pierwszy ośrodek powstał we Wrocławiu. Źródła podają, że zakłady powstały w 1964 albo w 1965 roku i że było ich siedemnaście albo osiemnaście[14]. Sikora

pisze, że wzorowano je na amerykańskim leasingu mainframe'ów, z oszczędnością do 30%. ZETO Wrocław, w budynku Anny i Jerzego Tarnawskich z lat 1967–1969, pracowało na Odrach — choć według studenckiej pracy G. Kubińskiego, źródła słabego, miało na początku także, obok Odry 1003, dwa radzieckie Mińsk 22[15]. Budynek wpisano do rejestru zabytków; źródła podają marzec albo październik 2022 roku — pierwsza data to decyzja dolnośląskiego konserwatora z 7 marca, druga to decyzja ministra z 25 października, która wpis utrzymała — a prawomocny jest od wyroku NSA z 24 marca 2026 roku[16]. Ale ZETO Katowice w 1970 roku pracowało na radzieckich Mińskach 22 i 32. Kotrzewski porównuje koszty przetwarzania w ZETO z kosztami w sieci komputerowej Unitry, która rozliczała zużyte zasoby: procesor po 3 zł za sekundę, pamięć po 0,16 zł za minutę na tysiąc słów, dysk po 4,70 zł za minutę, terminal on-line po 3,30 zł za minutę. Przykładowy program wczytany z kart kosztował w tej sieci 143,34 zł, a ten sam z binarnej taśmy — 42,93 zł. Cennik ZETO nr 1-U/75 „Usługi informatyczne” był według autora droższy, a za oprogramowanie należące do ZETO ośrodek mógł doliczyć narzut do 25%[17]. Całą sieć — ośrodki, sprzęt, cenniki i losy po 1989 roku — opisuje strona **ZETO: ośrodki obliczeniowe PRL**.

Ile kosztowała Odra

Analiza Kotrzewskiego, której rękopis złożono 24 stycznia 1980 roku, zawiera jedyny znany mi cennik Odry. Jednostka centralna Odry 1305 kosztowała **18,675 mln zł**; sześć pamięci taśmowych PT-3M — 6,880 mln zł; osiem dysków EC 5052 — 8,000 mln zł; cała konfiguracja węzła Unitry — **43,008 mln zł**. Terminal ICL 7503 kosztował 2,882 mln zł i był, jak pisze autor, „ok. 15-krotnie tańszy” od komputera. Autor przytacza też decyzję Naczelnego Dyrektora Zjednoczenia Informatyki z 12 listopada 1979 roku o cenach usług obliczeniowych ZETO: godzina efektywnej pracy Odry 1305 kosztowała w nich 2600 zł[17]. W sieci Unitry czas modułów George'a 2 i rozmów z operatorem nie był fakturowany. To ceny wewnętrzne gospodarki planowej, nie rynkowe, więc nie przeliczam ich na dzisiejsze pieniądze.

Niezawodność według GUS: 1978

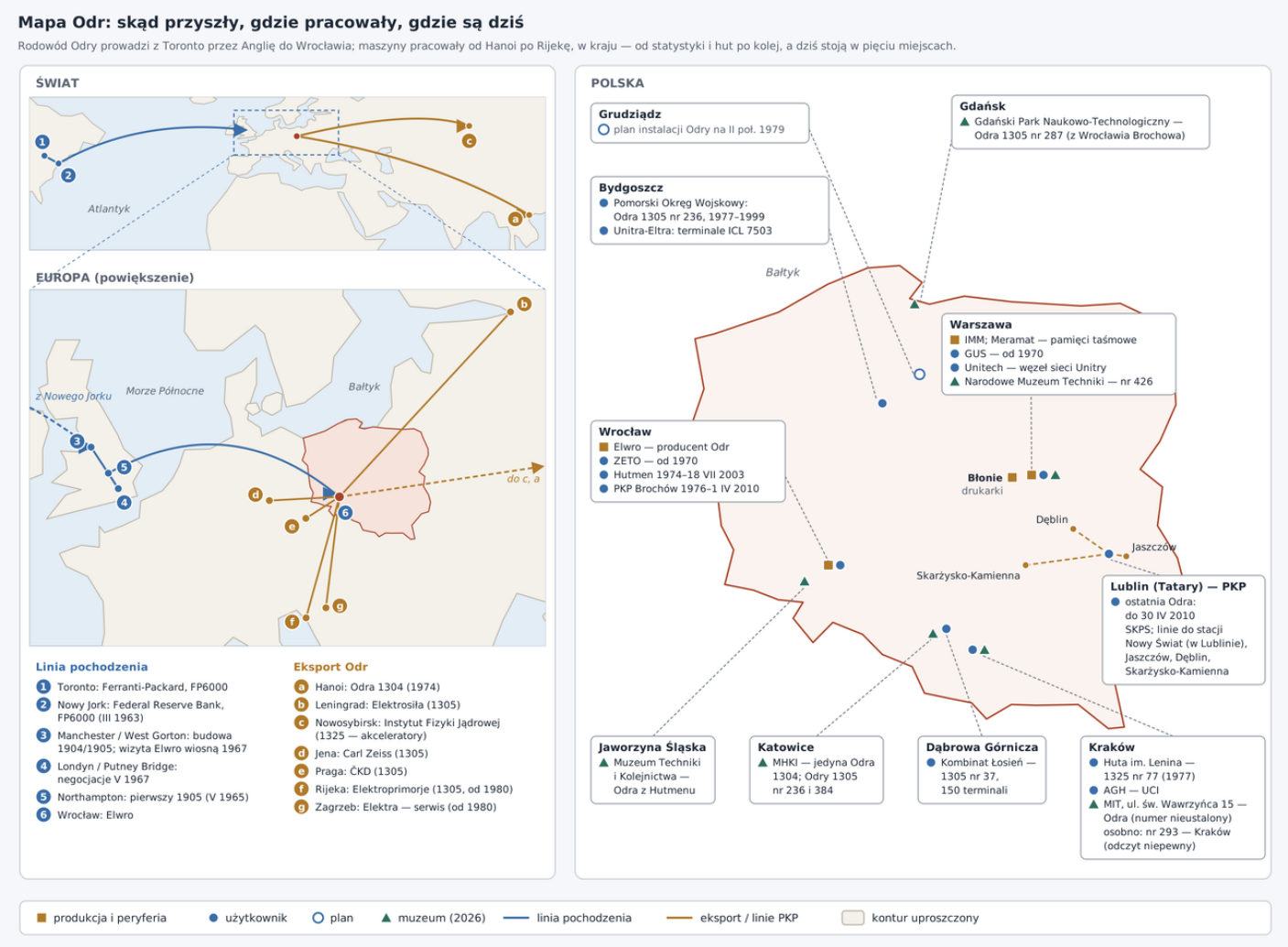
W. Drewniak z GUS opisał w „Informatyce” z 1979 roku niezawodność Odr 1305 i R-32 w swoim urzędzie — artykuł zachował się w amerykańskim przekładzie z 1983 roku. Średni czas między awariami Odry 1305 mieścił się w skali roku „in the range of 20-30 hours”: egzemplarz nr 208 — 14,8 godziny w 1978 roku, nr 197 — 20,7, nr 233 — 29,4. Producent deklarował dla jednostki centralnej z 32K słów 120 godzin. Dla porównania R-32 psuł się co 7–9 godzin (nr 021 — 7,1 godziny), a stojące obok oryginalne maszyny brytyjskie — ICL 1905 co około 40 godzin, ICL 1903A co ponad 160. Obliczony czas między awariami typowego systemu krajowego wynosił 37,0 godziny, zachodniego — 72,3. Norma branżowa wymagała co najmniej 100 godzin, co autor uważał za „not sufficiently challenging”; o oprogramowaniu systemowym pisał, że w polskiej praktyce „is only partly and very belatedly modernized”.

Kusi, żeby zestawić te liczby ze współczynnikiem gotowości 0,999 lubelskich Odr z XXI wieku. To jednak różne miary — średni czas między awariami i dostępność — i różne maszyny: GUS w 1978 roku miał egzemplarze z pierwszych lat produkcji, Lublin — wersje M z 1985 roku, utrzymywane

przez „techników hobbystów”.

Eksport

Z 90 Odr 1304 wyeksportowano 17, ze 151 Odr 1325 — 24, a z Odr 1305 według historyka K. Popińskiego — 48. Źródła wskazują konkretne miejsca: Hanoi (Odra 1304, 1974, Komitet Nauki i Techniki), Elektrosiłę w Leningradzie (1305), Instytut Fizyki Jądrowej w Nowosybirsku, gdzie Odra 1325 sterowała akceleratorami wiązek elektronowych, zakłady Carl Zeiss w Jenie i ČKD w Pradze (1305) oraz — od 1980 roku — Jugosławię: Odra 1305 z teletransmisją w zakładach Elektroprimorje w Rijece, serwisowana przez Elektrę z Zagrzebia.



Rysunek 6. *Odra sięgała od Hanoi po Rijekę i Nowosybirsk, a w kraju od statystyki i hut po stacje rozrządowe; zachowane egzemplarze stoją dziś od Katowic i Warszawy po Gdańsk i Jaworzynę Śląską.*

Kolej: SKPS i ostatnie Odry

System, który utrzymał Odry przy życiu najdłużej, nazywał się **SKPS — System Kierowania Pracą Stacji**. Rozwijano go od 1974 roku, najpierw na Odrze 1325, potem na dwóch pierwszych Odrach 1305 w lubelskiej dyrekcji kolejowej, a w końcu na parze Odr 1305 M w Ośrodku Informatyki na Tatarach. Kierował on-line pracą stacji rozrządowych: identyfikacją wagonów i zarządzaniem taborem; obok działały starsze programy wsadowe dla dyrekcji. Computerworld nazywał lubelską stację jedną z największych towarowych stacji rozrządowych w Polsce. Następcą Odr został system ORZ WIP z Łodzi, którego inwestorem było PKP Cargo.

Druga kolejowa instalacja pracowała we Wrocławiu, na stacji towarowej Wrocław Brochów: Odra 1305 nr 287 od 1976 roku, zmodernizowana i z pamięcią półprzewodnikową, oraz nr 293 z 1978 roku. Nowakowski, pisząc przed 2010 rokiem, nazywał ją „ostatnią działającą Odrą”. Obie wrocławskie maszyny wycofano 1 kwietnia 2010 roku — miesiąc przed lubelskimi. Brytyjski serwis podaje, że Odra 1305 pracowała „until 30th April 2010 at a railway facility in Wroclaw Brochów”, łącząc datę lubelską z miejscem wrocławskim; rejestr muzeum w Katowicach rozdziela obie instalacje i rozstrzyga, że ostatnia była lubelska.

Koniec serii i koniec George'a

Według Zubera Odry zakończył plan RIAD — radziecka inicjatywa z 1968 roku zmusiła Elwro do przejścia na R-32, i „kończyła się era maszyn cyfrowych ODRA”. W 1976 roku specjalistów nagrodzono za „opracowanie konstrukcji i technologii wytwarzania komputerów III generacji ODRA 1305, ODRA 1325 i R-32” — w jednej nagrodzie, choć były to maszyny wzajemnie niezgodne. Brytyjska linia nie zniknęła z Polski od razu. W styczniu 1988 roku Computer Business Review donosił, że Polska negocjuje montaż na licencji maszyn ICL ME29 — 24-bitowych, „with some compatibility with the older Odras”, które „likely still in use in Poland”; nowszą serię 39 wykluczono, bo opierała się na technologii Fujitsu. Dalsze losy tych rozmów opisuje strona **Zjednoczenie Mera**. Elwro przejął w 1993 roku Siemens, a zakład wkrótce zamknięto — to temat strony **Elwro: od Odry do Juniora**.

George przeżył Odrę w kraju swojego pochodzenia. Ostatnie wydanie, Mark 8.67, pochodzi z 1984 roku, ostatnie poprawki z 1990. W 1996 roku Felton pisał, że George 3 jest „still in use on DME hardware”, i dodawał, że nie spodziewa się kłopotów z rokiem 2000, choć możliwe są problemy „after the year 2047”. Według icl1900.co.uk George 3 pracował produkcyjnie do 2011 roku na ICL 2966 w trybie CME — rok dłużej niż lubelskie Odry.

Co zostało w 2026 roku

Zachowane egzemplarze

Losy maszyn po 2010 roku były przez chwilę niepewne: relacja Stowarzyszenia Elwrowców kończy się stwierdzeniem, że los dwóch sprawnych lubelskich zestawów „nadal pozostaje nieznany”, bo przepisy kazały oddać je do utylizacji. Rejestr muzeum w Katowicach pokazuje, że oba ocalały.

Numer	Rok	Gdzie pracowała	Wycofanie	Gdzie jest dziś
Odra 1304	—	używana przez badaczy AGH, potem w magazynie	—	MHKI Katowice (od 2018) — jedyny zachowany egzemplarz modelu
1305 nr 236	1975	Zespół Informatyki POW, Bydgoszcz, od 27 V 1977; pamięć 64 kS ferrytowa, na początku lat 80. — 256 kS półprzewodnikowa	18 XI 1999	MHKI Katowice; odnawiany w „Operacji Thanasis”
1305 M nr 384	1985	PKP Lublin Tatary	1 V 2010	AGH (2011), od 2018 MHKI — z dokumentacją i emulatorami; „odrestaurowany i działający”
1305 M nr 426	1985	PKP Lublin Tatary	1 V 2010	Narodowe Muzeum Techniki, Warszawa (2011)
1305 nr 287	1976	PKP Wrocław Brochów	1 IV 2010	Gdański Park Naukowo-Technologiczny
1305 nr 293	1978	PKP Wrocław Brochów	1 IV 2010	Kraków (odczyt tabeli niepewny)
1305 z Hutmenu	—	Hutmen, Wrocław	18 VII 2003	Muzeum Techniki i Kolejnictwa, Jaworzyna Śląska

W gdańskiej Odrze nr 287 znaleziono w 2018 roku przy pulpicie przełącznik z potencjometrem — muzeum przypuszcza, że służył do regulacji szybkości migania lampek „na pokaz”.

Operacja Thanasis

Muzeum Historii Komputerów i Informatyki w Katowicach, założone z prywatnej inicjatywy w grudniu 2012 roku, rozpoczęło w czerwcu 2017 roku projekt nazwany na cześć Thanasisa Kamburelisa „Operacją Thanasis”. Cele: przywrócić do pełnej sprawności wszystkie trzy systemy Odra w muzeum, odtworzyć salę obliczeniową Odry 1305, odtworzyć inżynierią wsteczną oprogramowanie diagnostyczne serii 1300 i wyszkolić obsługę. Muzeum ma kompletną dokumentację techniczną i eksploatacyjną, ale szukało taśm papierowych z testami. 22 grudnia 2017 roku jednostka centralna nr 236 „startuje poprawnie” po naprawie zasilaczy i szuflad logiki; w

styczniu 2018 roku ruszył czytnik-perforator CDT 325 v2 z silnikiem ze złomu, a konsola DZM-180 KSRE dostała odtworzony z dokumentacji program; w grudniu 2018 — przewijarka taśm PT 3M. W marcu 2018 roku z magazynów AGH przyjechały do Katowic Odra 1304 i części Odry 1305 — ponad trzy tony; Radio Kraków zanotowało, że działały wtedy tylko wentylatory. Krzysztof Chwałowski, współzałożyciel muzeum: „Brakowało nam do układanki oprogramowania”. Pracami kierował inż. Romuald Jakóbiec[18], który uruchamiał Odry w latach 70.: „Dostawało się jednostkę centralną i należało ją uruchomić na poziomie inżynierskim i testów technicznych.”

Według wspomnienia PTI z 2025 roku patronat Kamburelisa nad rekonstrukcją i pomoc Jakóbca, członka zespołu projektowego Odry 1305, pozwoliły wolontariuszom uruchomić dwie maszyny. W 2022 roku Marcin Bulandra przeniósł na Odrę 1305 grę Marienbad — odmianę Nima, której oryginał działał na Odrze 1003 w 1962 roku, napisany przez Witolda Podgórskiego. Krzysztof Chwałowski zmarł na początku 2025 roku, Thanasis Kamburelis — w 2024. Czy na katowickich Odrach działa dziś George 3, czy tylko Executive i programy testowe, źródła nie mówią.

Brytyjskie taśmy

George przetrwał dzięki konserwatorom z Computer Conservation Society. Poważne prace nad emulacją rodziny 1900 zaczęły się w 1999 roku. David Holdsworth i Delwyn Holroyd zbudowali **G3EE** — George 3 Executive Emulator — na materiale z ostatniej działającej w Wielkiej Brytanii instalacji George'a 3, pozyskanym przy jej likwidacji: taśmach wydania ICL, taśmach kopii zapasowych i dokumentacji. Rosyjski kontakt, który wciąż uruchamiał George'a 3 na maszynie ICL 2900 w trybie DME, przysłał przez sieć obrazy wczesnych zrzutów przyrostowych — odczytał je Alexey Giordienko na starej maszynie IBM — z których zbudowano czysty magazyn plików, „without relics of a previous user community”. Holdsworth: „I believe that software is only really preserved if there is an environment within which it can be run.”

Zachowało się nierówno. Źródła Executive'ów E6RM i EWG3 istnieją, a oba dają się wygenerować i uruchomić na emulatorze 1904S; George 2 w wersji G2EE/9G działa pod E6RM; George 3 ma działające binaria, część źródeł i noty Mk 8.67 i działa zarówno w G3EE, jak i pod EWG3. George 4, Minimop i George 1S zaginęły. Spoor użył G3EE do odczytania danych spisu powszechnego Malawi z 1977 roku — 96 zbiorów dla 24 dystryktów z czternastu szpul taśmy, przetwarzanych programami w PLAN-ie; jednemu dystryktowi brakowało 520 osób.

Praktyka: jak dotknąć George'a i Odry w 2026 roku

> Wszystko poniżej dotyczy emulacji brytyjskich maszyn ICL. Bezpośredniej emulacji Odry nie znalazłem; to, że model 1905E jest najbliższym „wirtualnym” odpowiednikiem Odry 1305,

> jest moim wnioskiem ze specyfikacji, nie zdaniem ze źródła. Fujitsu (ICL) zgodziło się na zachowanie George'a 3 jako obiektu historycznego do użytku niekomercyjnego; tekstu licencji emulatora sprzętowego na jego stronie nie znalazłem.

George 3 w emulatorze G3EE

1. Pobierz pakiet `https://icl1900.co.uk/preserve/g3exec.zip` ze strony `https://icl1900.co.uk/preserve/g3ee.html` — zawiera binaria dla Windows i Linuksa oraz pliki danych; strona wymienia też Raspberry Pi, a wersja dla Windows jest 32-bitowa.
2. Instrukcję instalacji i podstawowego użycia znajdziesz w pakiecie. Dokładnej sekwencji startu źródła, które czytałem, nie podają, więc jej tu nie przepisuję.
3. Pamiętaj o ograniczeniach opisanych przez autorów: emulacja jest „much too fast”, a zestaw peryferiów ograniczony. Uruchomisz George'a 3 Mark 8.67, ostatnie wydanie z 1984 roku.

Pierwsza sesja MOP

Według stron icl1900.co.uk o używaniu systemu i jego poleceniach: obudź system znakiem Control-A, zaloguj się poleceniem `LOGIN` (`LN`) i poczekaj na zachętę w postaci czasu. Dalej, z dwuliterowymi skrótami:

George 3	Skrót	Co robi	Najbliżej w UNIX / DOS (moja analogia)
`LISTDIR`	`LD`	lista katalogu	`ls` / `DIR`
`MAKEDIR`	`MK`	nowy podkatalog	`mkdir` / `MD`
`DIRECTORY`	`DY`	zmiana katalogu bieżącego	`cd` / `CD`
`LISTFILE DATAFILE,*LP`	`LF`	wypisanie pliku (przykład ze źródła)	—
`COPY`, `EDIT`	`CY`, `ED`	kopiowanie, edycja	`cp` / `COPY`
`ERASE`	`ER`	usunięcie pliku	`rm` / `DEL`
`TRAPGO`	`TG`	pułapka dostępu	częściowo `chmod`
`RETRIEVE`	`RV`	polecenie magazynu plików	—
`RUNJOB`, `JOB`	`RJ`, `JB`	uruchomienie zadania wsadowego	—
`LOGOUT`	`LT`	koniec sesji	`logout`

Kasowanie znaku to podkreślnik, Control-X anuluje wiersz. Nazwy plików piszesz jak `:JOHN.RESULTS`, poprzednią generację — `RESULTS(-1)`; kompilatory są w `:LIB`, makra systemowe w `:MACROS`. Do lektury: podręczniki ICL TP4265 („Introduction to GEORGE 3”), TP4401, TP4267 (makra) i 4345

(magazyn plików) na `https://icl1900.co.uk/preserve/techpub.html`.

Emulator sprzętowy 1900

Na `https://icl1900.co.uk/preserve/em1900.html` są trzy emulatory: **1904S**, który emuluje też m.in. 1904A, 1904E, 1904F, **1905E**, 1905F, 1906, 1907 i 1903T; **1905**, który emuluje także 1904, 1909, a nawet FP6000; oraz **1901A**. Binarka dla 64-bitowego Windows to wersja 1.01 z grudnia 2018 roku, zbudowana według strony w Visual Studio 2022 na Windows 11; może wymagać bibliotek uruchomieniowych Microsoftu v140. Jest też wersja „bare metal”. Pliki: `https://icl1900.co.uk/release/em1900.zip`, `https://icl1900.co.uk/release/rel-x64-101.zip` i podręcznik „1900 Emulator Handbook.pdf”. Na 1904S działa Executive E6RM (z George'em 2 i Maximopem) i EWG3 (z George'em 3) — te same nazwy, które figurowały w lubelskim ośrodku PKP.

Gdzie zobaczyć Odrę

- **MHKI Katowice** — jedyna Odra 1304, uruchomione Odry 1305; „Operacja Thanasis” trwa.
- **Narodowe Muzeum Techniki**, Warszawa — Odra 1305 M nr 426 z Lublina.
- **Muzeum Inżynierii i Techniki w Krakowie** (mit.krakow.pl) — Odra w hali D0 zajezdni przy ul. św. Wawrzyńca 15; muzeum organizowało spotkania z MHKI.
- **Gdański Park Naukowo-Technologiczny** — nr 287 z Wrocławia Brochowa.
- **Muzeum Techniki i Kolejnictwa w Jaworzynie Śląskiej** — Odra z Hutmenu.

> **Co z tego wynika dla administratora.** W systemie z 1969 roku są niemal wszystkie pojęcia, z którymi administrator pracuje dziś: archiwizacja hierarchiczna (Dumper i pliki offline), kopie przyrostowe, budżety i rozliczanie użytkowników, kontrola dostępu na poziomie pliku (pułapki), wersjonowanie (generacje), spooling i warstwa abstrakcji sprzętu (Executive). Kto chce zobaczyć, jak wyglądały pół wieku temu, ma w G3EE działający przykład na jednym pliku zip.

Mity i sprostowania

Człon opowieści	Werdykt	Dlaczego
„Odrę skopiowano z kradzionej dokumentacji albo inżynierią wsteczną.”	fałsz	Oficjalne porozumienie z ICT z lipca 1967 roku; dokumentacja logiczna bez technicznej, maszyny zaprojektowane od nowa. Sikora pisze o wywiadzie, ale nie łączy go z Odrą 1300.

Człon opowieści	Werdykt	Dlaczego
„Polska kupiła licencję za dewizy.”	niepotwierdzone	Kwoty nie podaje żadne źródło; w zamian Polska kupowała maszyny ICL — „kilka” według Zubera, dwie ICL 1904 według Sikory.
„Umowę zawarto z ICL.”	nieścisłe	W lipcu 1967 roku kontrahentem było ICT; ICL powstało w 1968 roku.
„CoCom zablokował albo okroił umowę.”	brak źródła	Sikora: dokumentacja techniczna „prawdopodobnie” objęta embargiem; o CoCom przy tej umowie milczy.
„Odra 1304 i 1305 to odpowiedniki ICL 1905 i 1906.”	fałsz	1304 ← 1905 (albo 1904), 1305 ← 1905E, 1325 ← 1902A/1903A.
„George 3 był trzecią wersją po George 1 i 2.”	fałsz	Nazwę „George 3” nadano pod koniec 1965 roku systemowi planowanemu od początku; George 1 i 2 zdefiniowano wtedy jako prostsze.
„George 3 wynalazł drzewiasty system plików.”	fałsz	Multics opisał go w 1965 roku, a zespół George'a przyznaje, że drzewo wziął z artykułów o Multicsie.
„George miał drzewo plików przed UNIX-em.”	prawda	Podręcznik z kwietnia 1971 roku wobec podręcznika UNIX-a z listopada 1971 roku; George 3 Mk1 — 1969.
„GEORGE to skrót od General Organizational Environment.”	wątpliwe	Imię pochodzi od wariantu G; Felton podaje też autopilota i żart. Akronim wygląda na dopisek.
„Na Odrach działał George 3.”	prawda, ale niepełna	Na 1305 — George 3, ale też George 2 i sam Executive; 1304 i 1325 miały własne Executive'y.
„Ostatnia Odra pracowała we Wrocławiu.”	fałsz	Wrocław Brochów — do 1 IV 2010; Lublin Tatary — do 30 IV 2010, 22.00, odłączenie 1 V.
„Ostatnia Odra pracowała 34 lata.”	nieścisłe	34 lata to staż systemu; ostatnia para to Odry 1305 M z 1985 roku, w Lublinie od 1986 albo 1989 roku.
„Odra sterowała ruchem kolejowym.”	fałsz	SKPS kierował pracą stacji rozrządowych — wagony, tabor, składy — a nie ruchem pociągów.
„Odra 1204 też była na licencji ICL.”	fałsz	Porozumienie z ICT dotyczyło serii 1300.
„Produkcję Odry 1305 zakończono w 1983 roku.”	spór	Egzemplarze nr 384 i 426 pochodzą z 1985 roku, a muzeum w Katowicach podaje produkcję do 1986.
„Odry tworzyły pierwsze systemy wielodostępne na wschód od Łaby.”	deklaracja	Twierdzenie byłych pracowników Elwro, bez niezależnego porównania.

Człon opowieści	Werdykt	Dlaczego
„Odry były podstawą ZETO.”	częściowo	Wrocław głównie tak (na początku, według słabego źródła, także Mińsk 22); Katowice w 1970 roku — Mińsk 22 i 32; sieć była wieloplatformowa.

Epilog

W maju 1965 roku w pustym gabinecie George'a Feltona ktoś wybrał wariant oznaczony literą G i dał mu ludzkie imię. Dwa lata później dyrektor techniczny Elwro podpisał w Londynie porozumienie, za które Polska zapłaciła zakupem kilku brytyjskich maszyn, a Brytyjczycy nie wierzyli, że cokolwiek z niego wyniknie. Wynikło kilkaset Odr, polska książka o George'u 3 i kolejowy system, który przez trzydzieści cztery lata kierował stacjami rozrządowymi na wschodzie kraju. Kiedy 30 kwietnia 2010 roku w Lublinie wyłączano ostatnią parę Odr, w Wielkiej Brytanii George 3 wciąż pracował produkcyjnie na maszynie ICL 2966 w trybie CME. Dziś oba światy spotykają się w jednym miejscu: na liście oprogramowania odzyskanego przez brytyjskich konserwatorów, gdzie Executive EWG3 ma tę samą nazwę co ten z lubelskiego ośrodka — i w Katowicach, gdzie wolontariusze uczą się na nowo uruchamiać maszynę, na której ten Executive pracował.

Ciekawostki zebrane

- Odra jest „wnuczką” kanadyjskiego FP6000, zbudowanego dla Federal Reserve Bank w Nowym Jorku; FP6000 powstało tylko pięć.
- Ferranti Canada dostało milion dolarów rekompensaty za prawa do FP6000, które przejęło ICT.
- Pierwszą dostarczoną maszyną serii 1900 był model 1905 — ten sam, który posłużył za wzór Odry 1304.
- Imię „George” wzięło się od wariantu G, wybranego pod nieobecność Feltona.
- George 3 był pomyślany jako pierwszy, a George 1 i 2 dopisano jako prostsze.
- Drzewo katalogów George'a 3 mogło mieć 64 poziomy podkatalogów, a pliki — generacje: `RESULTS(-1)` to poprzednia wersja.
- Przeprowadzka do Bracknell w 1973 roku kosztowała zespół George'a 3 połowę ludzi.
- Felton przewidywał w 1996 roku, że George może mieć kłopoty „after the year 2047”.
- George 3 w emulatorze odczytał w XXI wieku dane spisu powszechnego Malawi z 1977 roku.
- Odra 1305 z Hutmenu „odmawiała startu tylko, gdy w sali było za zimno”.
- W PKP Lublin pod koniec pecety udawały dyski i drukarki Odry.
- W GUS w 1978 roku Odra 1305 psuła się średnio co 15–30 godzin, a stojący obok ICL 1903A — co ponad 160.

- Program z binarnej taśmy papierowej kosztował w sieci Unitry ponad trzy razy mniej niż ten sam z kart.
- W 2022 roku na Odrę 1305 przeniesiono grę Marienbad, która w 1962 roku działała na Odrze 1003.
- Spoor przytacza przezwisko ICL Dataskil: „a.k.a. Rent-a-Drunk”.

Oś czasu

Data	Wydarzenie
koniec 1958	Ferranti zaczyna prace nad Orionem i systemem OMP
jesień 1961	kontrakt Ferranti-Packard z Federal Reserve Bank na FP6000
III 1963	FP6000 zainstalowany w Nowym Jorku
VI 1963	ICT przejmuje komputery Ferranti UK z prawami do FP6000
22 I 1964	uchwała Rady Ministrów o sieci ZETO
28 IX 1964	zapowiedź serii ICT 1900
1 I 1965	spotkanie Feltona — początek specyfikacji systemu
V 1965	pierwsza dostawa serii (1905, Northampton); narodziny imienia „George”
XI 1965	artykuły o Multicsie na FJCC
koniec 1965	„George” przemianowany na „George 3”
1966	Komisja Oceny Maszyn Matematycznych: maszyna dla zachodniego oprogramowania
X 1966	George 1
V 1967	negocjacje Elwro z ICT w Londynie
VII 1967	porozumienie ICT–Elwro, podpis E. Bilskiego
XI 1967	George 2T
1968	powstaje ICL; Elwro zaczyna prace nad Odrą 1304
IV 1969	George 3 Mk1
1969/1970	pierwsze Odry 1304; na początku 1970 — osiem maszyn i potwierdzenie zgodności
IV 1971	podręcznik TP4265 z drzewem plików
XI 1971	podręcznik UNIX-a V1
1971/1972	prototypy Odry 1305
1973	produkcja seryjna Odr 1305 i 1325; koniec Odry 1304

Data	Wydarzenie
1974	Odra 1304 w Hanoi; Odra 1305 w Hutmenie; RODAN 10; początek SKPS
1978	pomiary niezawodności Odr 1305 w GUS
ok. 1980	cennik Odry 1305 w analizie Kotrzewskiego; eksport do Jugosławii
1984	George 3 Mk 8.67 — ostatnie wydanie
1985	Odry 1305 M nr 384 i 426
1987	WNT: „System operacyjny George 3”, wyd. II
I 1988	Polska negocjuje montaż ICL ME29
1990	ostatnie poprawki George'a 3
1993	Siemens przejmuje Elwro
18 VII 2003	wyłączenie Odry w Hutmenie
1 IV 2010	wycofanie Odr z PKP Wrocław Brochów
30 IV 2010, 22.00	koniec eksploatacji ostatnich Odr, PKP Lublin; 1 V — odłączenie zasilania
2011	koniec produkcyjnej pracy George'a 3 w Wielkiej Brytanii
VI 2017	MHKI rozpoczyna „Operację Thanasis”
III 2018	Odra 1304 i części 1305 z AGH do Katowic
XII 2018	emulator 1900 w wersji 1.01 dla Windows x64
2022	Marienbad na Odrze 1305

Źródła i dalsze lektury

Przypisy

[1] 587 maszyn serii Odra 1300: R. Zuber, wspomnienia o historii Elwro (PTI Wrocław); W. Nowakowski, „50 lat polskich komputerów. Historia romantyczna (cz. 2)”; „co najmniej 738 kompletnych systemów”: Computerworld, „Wyłączono ostatni komputer Odra w Polsce” (3 V 2010) (brzmienie z parafrazy, dosłownego tekstu nie potwierdziłem). Dla porównania: suma modeli według icl1900.co.uk, „Non-ICL systems” daje 603 (90 + 362 + 151), a według K. Popiński, „Wroclaw Electronic Works »Elwro« 1959–2000”, Studia Historiae Oeconomicae 39 (2021) — 673 (90 + 432 + 151). Obie sumy obejmują tylko Odry 1304, 1305 i 1325, bez wojskowych RODAN-ów;

nie wiadomo, czy RODAN-y wliczono do liczb 587 i co najmniej 738.

[2] Pierwsze egzemplarze w 1969 roku: M. Sikora, „Polska droga do RIAD…”, KHNiT 64/4 (2019), s. 132; produkcja 1969–1973 według K. Popiński, „Wroclaw Electronic Works »Elwro« 1959–2000”, Studia Historiae Oeconomicae 39 (2021); od 1970 roku: icl1900.co.uk, „Non-ICL systems” (1970–1973) i elwro.info.pl, kronika 1970–1980 (produkcja seryjna od 1970); rok 1968 podaje elektroda.com (24 VI 2026; źródło wtórne).

[3] Specyfikacja ICL 1905: icl1900.co.uk, „Non-ICL systems”; ICL 1904: M. Sikora, „Polska droga do RIAD…”, KHNiT 64/4 (2019), s. 132, W. Nowakowski, „50 lat polskich komputerów. Historia romantyczna (cz. 2)” (szkolenie na ICL 1904 i potwierdzona zgodność z ICL 1904), elwro.info.pl, kronika 1970–1980 (demonstracja zgodności z ICL 1904 w 1970 roku).

[4] Dwa prototypy i seria próbna ośmiu maszyn w 1971 roku: elwro.info.pl, kronika 1970–1980; projekt od 1970, prototyp w 1972 roku, produkcja seryjna od 1973 roku: MHKI Katowice, „ODRA 1305”; produkcja w latach 1972–1983: K. Popiński, „Wroclaw Electronic Works »Elwro« 1959–2000”, Studia Historiae Oeconomicae 39 (2021); 1973–1983: icl1900.co.uk, „Non-ICL systems”.

[5] Od 32 do 256K słów: icl1900.co.uk, „Non-ICL systems”; rozszerzalna do 192K słów: W. Lipko, „Odra and Riad Pilot Computer Systems” (1976, przekład 1977) (odczyt ze słabego skanu).

[6] Do 1983 roku: K. Popiński, „Wroclaw Electronic Works »Elwro« 1959–2000”, Studia Historiae Oeconomicae 39 (2021) (1972–1983), icl1900.co.uk, „Non-ICL systems” (1973–1983); do 1986 roku: MHKI Katowice, „ODRA 1305”, gdzie egzemplarze nr 384 i 426 mają rok produkcji 1985.

[7] 346 sztuk: elektroda.com (24 VI 2026; źródło wtórne); 362: icl1900.co.uk, „Non-ICL systems”; 432: K. Popiński, „Wroclaw Electronic Works »Elwro« 1959–2000”, Studia Historiae Oeconomicae 39 (2021); „nieco ponad 460”: MHKI Katowice, „ODRA 1305” (muzeum samo zaznacza, że liczba jest sporna).

[8] 1972–1983: K. Popiński, „Wroclaw Electronic Works »Elwro« 1959–2000”, Studia Historiae Oeconomicae 39 (2021); 1973–1979: icl1900.co.uk, „Non-ICL systems”; seria próbna 1972, produkcja seryjna 1973–1979: elwro.info.pl, kronika 1970–1980.

[9] Pamięć 16, 32 albo 128K słów — serwis icl1900.co.uk, „Non-ICL systems” sam zaznacza, że źródła podają te trzy wartości.

[10] RODAN 10: 135 sztuk w latach 1974–1986 według icl1900.co.uk, „Non-ICL systems”, 186 według K. Popiński, „Wroclaw Electronic Works »Elwro« 1959–2000”, Studia Historiae Oeconomicae 39 (2021); RODAN 15: 34 sztuki według icl1900.co.uk, „Non-ICL systems”, 35 w latach 1986–1991 według K. Popiński, „Wroclaw Electronic Works »Elwro« 1959–2000”, Studia Historiae Oeconomicae 39 (2021); prace nad RODAN-em 15 w 1980 roku: elwro.info.pl, kronika 1970–1980.

[11] Co najmniej 49K słów (dla maszyn ICL): Datapro, „ICL 1900 Series” (II 1973); „na ogół co najmniej 128K słów” (na Odrach w PKP): elwrowcy.pl, „Koniec epoki”. Liczby dotyczą różnych instalacji i mogą obie być prawdziwe.

[12] Podręcznik z IV 1971 (nota z 15 IX 1971 ostrzega, by nie używać go z Mark 5) opisuje już Mark 6: ICL TP4265 „Introduction to GEORGE 3”, wyd. II (IV 1971); wydanie Mark 6 w X 1971 według G. Felton, wystąpienie na seminarium Science Museum (1996). Albo podręcznik wyprzedzał wydanie, albo daty Feltona są przybliżone.

[13] Eksploatacja pary nr 384 i 426 w Lublinie od 1986 roku: MHKI Katowice, „ODRA 1305”; instalacja w 1989 roku w nowym budynku Ośrodka na Tatarach (wcześniej dwie pierwsze Odry 1305 pracowały w siedzibie dyrekcji kolejowej w Lublinie): elwrowcy.pl, „Koniec epoki”. Możliwe, że maszyny pracujące od 1986 roku przeniesiono w 1989 roku.

[14] Rok 1964 i 18 „oddziałów” w 1970 roku: A. Cymer, „Obudowa komputera. Wrocławskie ZETO i pierwsze placówki informatyczne”, culture.pl (23 II 2023); rok 1965 („Powstanie Zakładów Elektronicznej Techniki Obliczeniowej (ZETO) w większych miastach Polski”) i 17 ośrodków („w większości miast wojewódzkich (było ich 17)”, bez daty): J. Madey, M. M. Sysło, „Początki informatyki w Polsce”, Informatyka 9–10/2000.

[15] Odra 1003 i dwa Mińsk 22 w ZETO Wrocław na początku działalności: G. Kubiński, „Historia informatyki w Polsce (czasy PRL i początki transformacji)”, praca studencka (1999) (źródło słabe, skan z błędami rozpoznawania tekstu); „pracowało na Odrach”: A. Cymer, „Obudowa komputera. Wrocławskie ZETO i pierwsze placówki informatyczne”, culture.pl (23 II 2023); Odra 1304 przekazana ZETO Wrocław w 1970 roku: elwro.info.pl, kronika 1970–1980.

[16] Decyzja Dolnośląskiego Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków z 7 III 2022 i decyzja ministra kultury z 25 X 2022 utrzymująca wpis; wpis prawomocny po oddaleniu skargi kasacyjnej: wyrok NSA z 24 III 2026, II OSK 1864/25, wroclaw.pl (3 IV 2026); „III 2022”: O. Kloc, architekturaibiznes.pl (2 VIII 2023); „X 2022”: A. Cymer, „Obudowa komputera. Wrocławskie ZETO i pierwsze placówki informatyczne”, culture.pl (23 II 2023).

[17] Stawki procesora, pamięci, dysku i terminala oraz koszt programu (143,34 i 42,93 zł) to rozliczenie w sieci Unitry; z nim autor porównuje droższy „Cennik nr 1-U/75 »Usługi informatyczne«” ZETO (wyd. Warszawa 1978), narzut do 25% za oprogramowanie ZETO i decyzję Naczelnego Dyrektora Zjednoczenia Informatyki z 12 XI 1979 roku (Odra 1305 — 2600 zł za godzinę efektywnej pracy): H. Kotrzewski, „Analiza techniczno-ekonomiczna stosowania sieci komputerowych”, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Automatyka z. 61 (1981), s. 196–202.

[18] Pisownia „Jakóbiec”: GoWork, blog (7 II 2023) i PTI, wspomnienie o K. Chwałowskim (2025); „Jakubiec”: Radio Kraków (28 III 2018).

Rodzina ICL 1900 i George

- icl1900.co.uk: rodzina 1900 (B. W. Spoor); procesory; systemy operacyjne; języki programowania; „Non-ICL systems” — Odry
- George 3 na icl1900.co.uk: opis systemu; magazyn plików; używanie systemu; polecenia
- ICL TP4265, „Introduction to GEORGE 3”, wyd. II (IV 1971)
- ict1900.com (V. Pasquali): krótka historia serii; Executive; systemy George; dostawy; G. Felton (1996)
- Datapro, „ICL 1900 Series” (II 1973)
- Przodek: J. Vardalas, „From DATAR To The FP-6000 Computer” (1994); Encyclopedia of Saskatchewan, „Ferranti-Packard 6000”; „Computing at Chilton 1959–2000”
- Multics: R. C. Daley, P. G. Neumann, „A General-Purpose File System for Secondary Storage” (FJCC 1965); multicians.org, „Features”

Odra, Elwro i polskie instalacje

- Stowarzyszenie Elwrowców, „ICT”; „Koniec epoki”; elwro.info.pl, kronika 1970–1980
- R. Zuber, wspomnienia o historii Elwro; W. Nowakowski, „50 lat polskich komputerów. Historia romantyczna (cz. 2)”
- M. Sikora, „Polska droga do RIAD…”, Kwartalnik Historii Nauki i Techniki 64/4 (2019); K. Popiński, „Wroclaw Electronic Works »Elwro« 1959–2000” (2021)
- Przekłady z „Informatyki” i „ETO Nowości”: W. Lipko (1976); T. Kamburelis, Zasada (1975); W. Drewniak, „Niezawodność systemów ODRA 1305 i R-32” (1979)
- H. Kotrzewski, „Analiza techniczno-ekonomiczna stosowania sieci komputerowych”; „Tysiąc komputerów produkcji Mera-Elwro 1959–1978”; „Informatyka” 5/1985 (RATFOR na

Odrze 1305)

- Literatura polska: S. Borak i in., „System operacyjny George 3”, WNT 1987; K. Nałęcki i in., „Laboratorium systemów operacyjnych: system operacyjny GEORGE-3”
- Computerworld, „Wyłączono ostatni komputer Odra w Polsce” (2010); Computer Business Review o ICL ME29 (1988); A. Cymer, culture.pl o ZETO (2023); „55 lat na AGH”; L. Leliwa o ośrodku w Grudziądzu (2022)

Zachowanie, muzea i emulacja

- MHKI, „ODRA 1305”; „Operacja Thanasis”; Radio Kraków (2018); PTI, wspomnienie o K. Chwałowskim (2025); GoWork (2023)
- icl1900.co.uk — zachowanie oprogramowania; G3EE; emulator 1900; co przetrwało; podręczniki ICL
- Computer Conservation Society: „Resurrection” nr 36; wykład „1900 Emulation and Software Recovery” (2018)
- Zdjęcia z zastrzeżonymi prawami, tylko do obejrzenia u źródła: Odra 1305 i Odra 1304 (PAP) w culture.pl; Odry w PKP Lublin Tatary i prace w MHKI na stronie „Operacji Thanasis” ; transport z AGH w Radiu Kraków; materiał TVP „Komputer Odra” (2010); FP 6000 w zbiorach Ingenium; ICL 1901A w Science Museum Group; części ICT 1900 w Centre for Computing History

Ilustracje

Diagramy są moje. Zdjęcia pochodzą ze zbiorów cyfrowych muzeów i kolekcji, które udostępniają je jako domenę publiczną albo na licencjach Creative Commons; część jest na licencjach niekomercyjnych (NC) — ta wiki jest prywatna i niekomercyjna, obrazy pokazujemy bez zmian. Obrazy są wyświetlane bezpośrednio z serwerów instytucji i autorów; licencja i autor stoją w każdym podpisie. Materiałów objętych zastrzeżeniem praw nie osadzamy — odsyłamy do nich w źródłach.

Nota metodyczna: czego nie wiemy

- **Cena porozumienia z 1967 roku.** Źródła mówią o zakupie „kilku” albo dwóch maszyn ICL, ale żadne nie podaje kwoty; nie znalazłem też dokumentu o zgodzie rządu

brytyjskiego ani o udziale CoCom.

- **Parametry Odr ze źródła pierwotnego** — czas cyklu pamięci i szybkość 1304, 1305 i 1325 znam tylko ze źródła wtórnego; pojemności dysków EC 5052 i EC 5061 w bajtach nie ustaliłem.
- **Pierwsze uruchomienie George'a 3 w Polsce** — kiedy i gdzie, oraz czy Elwro lub ZETO modyfikowały George'a (komunikaty, makra, poprawki pod inny przydział kanałów 1305). Najpewniejszym tropem są skany artykułów zakładowych z lat 1971–1974 na elwro.info.pl, które nie mają warstwy tekstowej i których nie przeczytałem.
- **Rozwinięcia nazw Executive'ów** E4BM, E6BM, E6RM, EWG3, EX2M i EX2P — nie znalazłem ich w żadnym źródle. To, że w PKP działały binaria identyczne z brytyjskimi, wnioskuję z nazw.
- **Nakład i koniec produkcji Odry 1305** oraz łączny nakład serii — źródła nie podają metody liczenia; nie wiem, skąd Computerworld wziął liczbę co najmniej 738.
- **Stan Odr w Katowicach** — czy działa na nich George 3, czy tylko Executive i programy testowe; jakie „emulatory” przekazała muzeum AGH w 2018 roku.
- **Rok pierwszego wydania** książki WNT „System operacyjny George 3” i rok skryptu Politechniki Śląskiej.
- **Typy źródeł.** O wnętrzu George'a piszą brytyjscy konserwatorzy i oryginalne podręczniki ICL; o Odrach — wspomnienia byłych pracowników Elwro, broszury zakładowe, artykuły z epoki w amerykańskich przekładach (o słabej jakości skanów) i rejestr muzeum. Nie korzystałem z archiwów zakładowych ani z rozmów z uczestnikami; strony z prawami do zdjęć sprawdzałem tylko w zakresie podanym w podpisach.

Revision #5
Created 2026-10-17 11:24:41 UTC by Tomasz Konieczny
Updated 2026-10-17 19:28:39 UTC by Tomasz Konieczny