



# 1990ndate kooliarvuti JUKU E510X

- Prototüüp EKTAs 1985 lõpp, üksik-/katsepartiitid 1986-1988
- Ajendiks NSVL kompartei “kompuutrikirjaoskuse” määrus
- Masstoodeti kuni 3000 tk 1988-1992(?) Narva “Baltijetsis”
- 1992 u 75% arvutitest koolides JUKUd, 1988-1997 said selle abil kümned tuhanded õpilased esmakokkupuute arvutiga ühtse õppeprogrammi raames (Laur Kanger)
- Oma kahe flopidraiviga “aitas kasvatada tarkvarapiraatide põlvkonna” (Mart Laanpere)
- “Huvitav, minul oli samasugune projekt Juku peal.” (A. Kütt)



Pait Gaming



boamaod authored last week · 4 / 6 · Verified

```

ussr/juku.cpp: Promoted EKTA Juku E5104 to working. (#9946)
* Implemented sound, and graphics modes, fixed floppy writing/side selection.
* Added DIP switches for network address (CONTRDAT).
* formats/juku_dsk.cpp: Corrected single-sided 5.25" disk format.

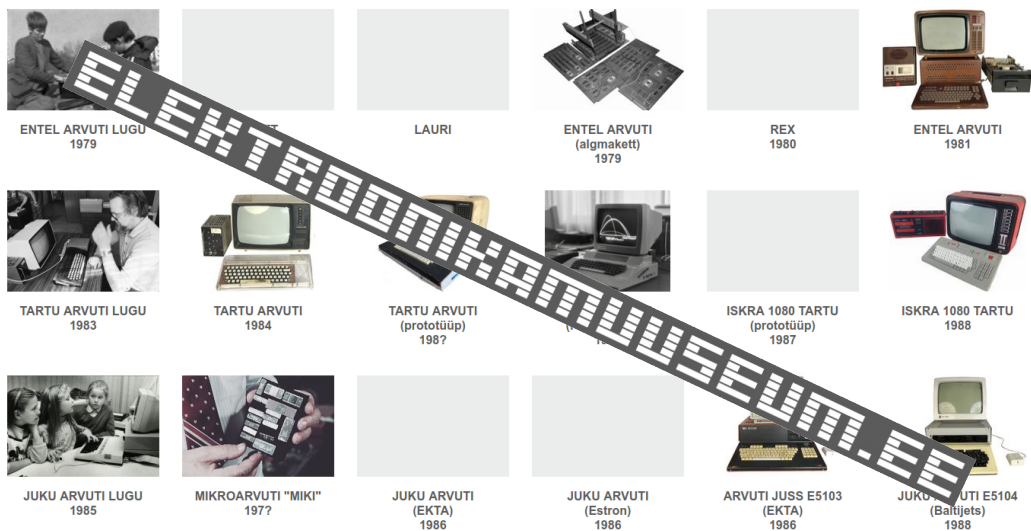
Systems promoted to working
-----
EKTA Juku E5104

New working software list items (juku)
-----
EKDOS 2.29
EKDOS 2.30

master (#9946)

1 parent be9904d commit 40d8c5c

```



“Sul oli kas korralik arvuti, mis mängis kõiki turul olevaid mängu (vähemalt paar kuud), või sul oli arvuti, mida hüüti mahategevalt «Jukuks». See nimi, Juku, on arvutitest rääkides nii sügavalt kultuuri sisse kirjutatud, et ma isegi ei mõelnud, miks kehvemaid arvuteid nii kutsutakse.”  
-- “Mida Jukuga ei...”, Ivo Krustok, 2019



«Minu nimi on Juku. Minu ema – tootmiskoondis Baltijets.»

Mis oleks parim lugu uuenenud ajakirja [digi] ajaloorubriigi esimeseks artikliks, kui mitte ekskursioon Eesti arvutivalmistamise ajalukku. Küllap teavad kõik, et Eesti päris oma arvuti nimega Juku oli olemas. Aga mis see tegelikult oli? Kuidas ja miks see tehti? Mida sellega teha sai? Ja kas neid tänapäeval veel kusagil näha on?

Alles nüüd, kui olen huvi pärast hakanud uurima Tiigrihüppe programmi ja Eesti IT-ime ajalugu, on asjad selgemaks saanud. Viimasel paaril aastal on Juku muutunud mulle kergeks kinnisideeks. Milline oli see Eesti NSVs välja mõeldud ja kokku pandud arvuti, millega kooliõpilased oma esimesi programmijupikesi kirjutasid ja mängisid? Mis rolli see Eesti arvutikultuuri ajaloos mängis?

#### Eestile oma kooliarvuti

1980ndatel aastatel hakati Lääne koolides aina enam arvutiõpetusele tähelepanu pöörata ja järiest rohkem rajati arvuti-

Küberneetika Instituudist on saanud Cybernetica AS, kuid neid, kes töötasid välja Juku, on seal tänaseni. Kooliarvuti ajaloos suurema selguse saamiseks võtsin ühendust Ülo Jaaksooga, kes oli toona Küberneetika Instituudi teadusdirektor ja on praegu Cybernetica nõukogu esimees.

Jaaksoo sõnul oli neil Jukut välja töötades peaeesmärgiks see, et arvuti oleks odav, lihtne ja mugav kasutada, ning kõik komponendid pidid olema toodetud Nõukogude Liidus.

Kulu vähendamiseks kasutati näiteks kuvari asemel väikest televiisorit ja sisemise kõvaketta asemel oli magnetofon, mis asendus hiljem disketiseadmega.

Juku peal jooksis operatsioonisüsteem CP/M, mis valmistas 1974.



# Kooliarvuti JUKU E5104 (sildil: E5101)



- K580BM80A/i8080A (2MHz)
- И41 “Multibus-I” üheplaadiarvuti
- RAM 64kB, püsimälu 16kB
- 2x И30Т EC5323 DSDD 800kB
- Video 320x240 (kell 512x313)
- Tekst 40/53/80x24, 64x20
- Eesti/kirillitsa klahvistik (KOI-8)
- Lisaseadmed arvutihiirest ja printerist kuni tööstusseadmeteni

*Юкч*



Модем



HГМД



"Мышка"



Магнитофон



Принтер

МикроЭВМ "Юкч"

# Eesti otsib kooliarvutit -- konkurss!

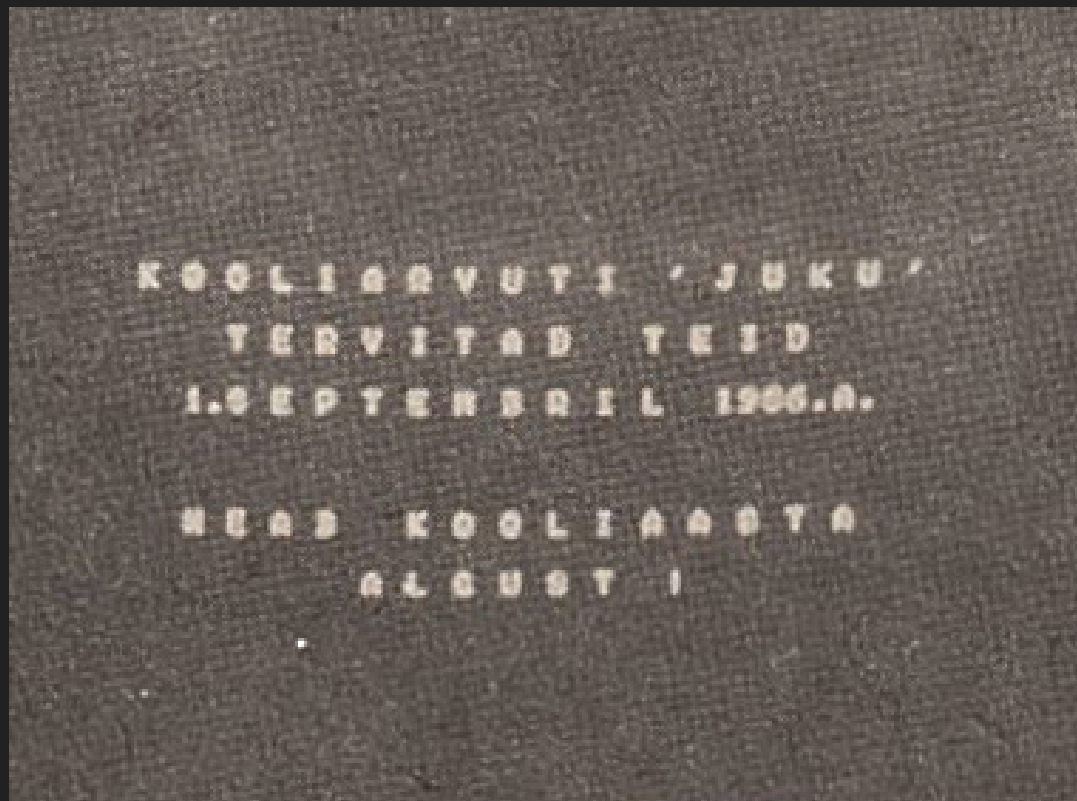
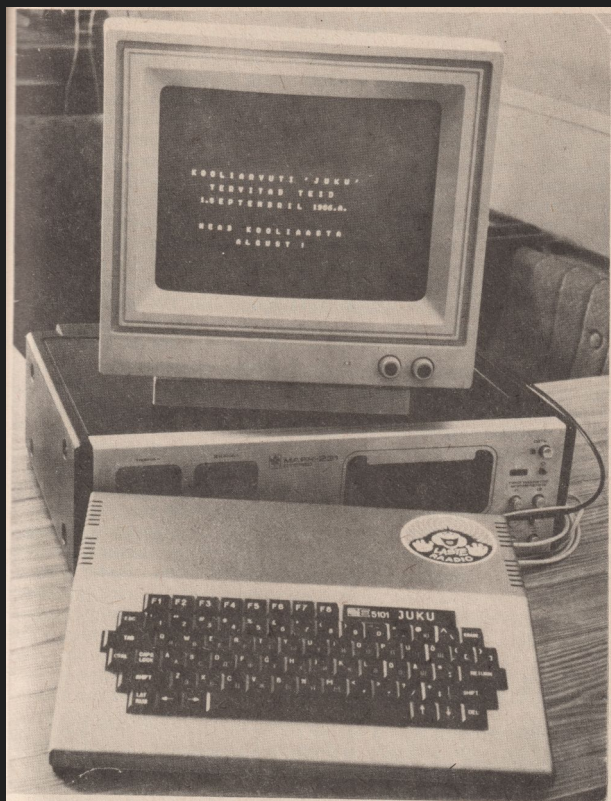


Tartu Ülikooli mikroprotsessor-  
tehnika töörühma TARTU  
(tiraaz lõpuks ~10 000)

ENSV sideministeeriumi arvutus-  
keskuse ENTEL (kasutati teatud  
määral kutseõppeasutustes)



# Võitja tervitus oli lõpuks teel 3 aastat





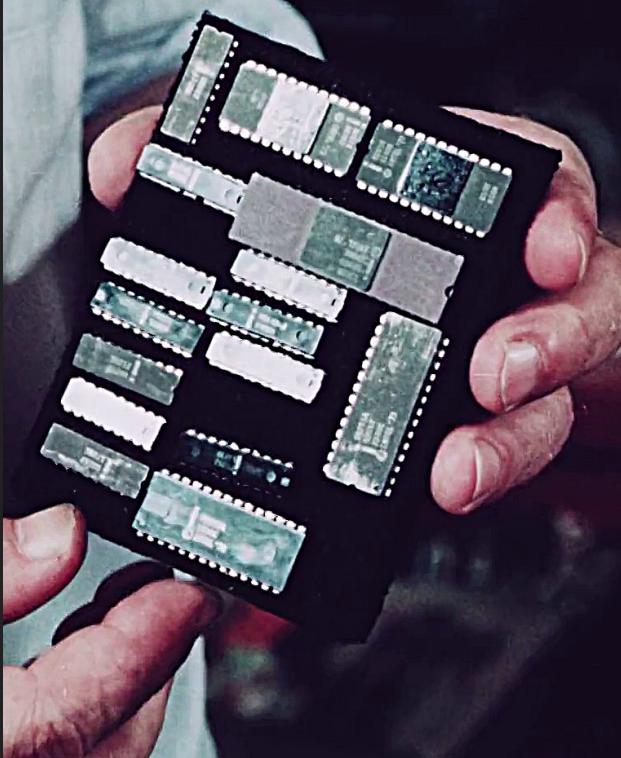
# JUKU ei tekkinud tühja koha peale



“Viimase viie aasta jooksul on välja töötatud üle kuuekümne seadme või süsteemi ligikaudu 200 eksemplari —, mis kõik on leidnud rakenduse. Seitse Arvutustehnika EKB töötlust on antud seeriatootmisse.”

-- “Arvutustehnika meie elus”, EKTA teadusdirektor Harry Tani, 1985

# Eesti esimene mikroarvuti MIKI?



“Harry Tanil õnnestus käia Hamburgis, kus saksa sõbrad kinkisid talle terve mikroprotsessori INTEL 8085 kiipide komplekti, mille Tani sealt taskus kaasa tõi ja mis õnnestus tal endal siin tööle rakendada. Selle alusel loodi ka esimene Eestis tehtud mikroarvuti MIKI.”

-- Raimund-Johannes Ubar, 2016

A portrait of Harry Tani, a middle-aged man with dark hair, wearing glasses, a white shirt, and a red tie. He is looking slightly to the right of the camera with a neutral expression. The background is a plain, light-colored wall.

**Tehnikakandidaat Harry Tani**  
**Dokfilm "Inimene ja kompuuter" (1986)**

# Variatsioonid enne tootmiseni jõudmist

Tööstuses kasutamiseks mõeldud JUSS  
oli tootekoodiga **E5103**



Estronis toodetud JUKUd kandsid  
oletatavalt tootekoodi **E5102**



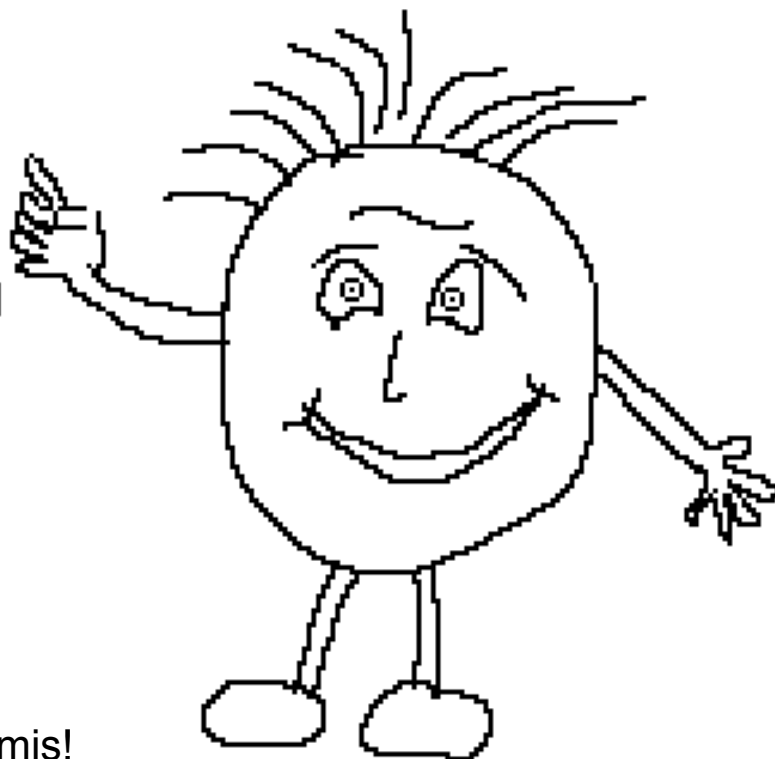
# Kooliarvuti oli "kooliks" ka tootjale

- Algatajad: Boris Tamm, Ülo Jaaksoo
- Juhtijad: Kalju Leppik, Harry Tani, Rein Haavel, Kaarel Märtin, Heino Lind
- Tegijad: Tõnu Arulaane, Tõnu Tõnspoeg, Ivar Treikelder, Andres Kaukver, Erik Jürviste, Rein Paluoja, Aare Amenberg, Marek Gladin, Jüri Freiberg, Toomas Tommingas, Kermo Jaaksoo, Evald Pärna, Üllar Jõgevest, Tarvi Martens, Vello Hanson, Heiki Kask jt

# BUGABOO

Jagale  
"kaalikalale"  
oma arvuti!

1989



> Proovi mängu Elektroonikamuseumis!

## KASUTAMISJUHISED

asutatakse eksploatatsiooni kogu arvutit hõlmav test. Et ga (üle 13 tunni), pole teda e testprogrammi käivitamine est ta võimaldab avastada ka vad kiirtesti eest varjule. Testi- ärjekorda (1. mälu, 2. protses- juhiseid.

## KASUTAMINE

või kõrgkeeles ja transleeritud avasse masinakoodi. Program- fail antud nimega ja laiendiga

## KASUTAMISJUHISED

# 4 PROGRAMMIDE KIRJUTAMINE

## 4.1 PROGRAMMEERIMISKEELE VALIMINE

Mikroarvuti «Juku» on varustatud vahenditega programmeerimiseks kolmes programmeerimiskeeles:

- BASIC-us
- PL/M-is
- assembleris

Programmeerimiskeele valikul tuleb lähtuda kolmest põhilisest parameetrist

- programmi poolt vajatav mälumaht
- programmi töökiirus
- programmeerimiseks kuluv aeg

### 4.1.1 ASSEMBLERKEEL

## PROGRAMMIDE KIRJUTAMINE

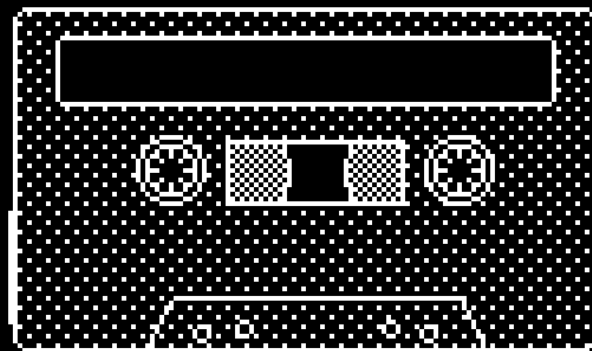
# Kooliarvuti JUKU tarkvara ökosüsteem

- Opsüsteem EKDOS on CP/M 2.2 kohandus
- “Control Program/Monitor” loodi 1974, sellele on olemas kompilaatorid kõigi toona levinud keelte jaoks
- CP/Mi algupärane keel on masinalähedane PL/M
- EKTA kirjutas tarkvara nii PL/Mis kui Assembleris, enamik kasutajatarkvarast on Assembleris, BASICus või Pascalis
- EKDOSis teadaolevalt C keelt ei kasutatud (isegi klahvistikul on `{` ja `}` asendatud `ö` ja `õ`-ga)



Программное обеспечение  
для кассетной ленты

Операционная система  
совместимая с CP/M



Трансляторы

PL/M

BASIC

ASSEMBLER

MINI-ASSEMBLER

Графический редактор

GTR

Редактор текста

SED

Отладчик

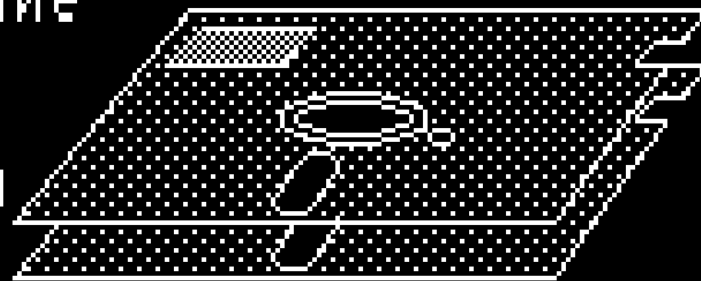
SIDT

Пакет тестов

DIAGNOSTIKA

SILVER

Программное обеспечение  
на ГМД  
Операционная система  
СР/М



- Трансляторы: Паскаль, Си, Форт, Бейсик  
ПЛ/М, ассемблер
- Отладчик SID
- Графический редактор GTR
- Текстовые редакторы "Wordstar", SED
- Система управления базами данных DBASE2
- Интеллектуальное средство решения задач  
"Solver"
- Игры
- Демонстрационные программы
- Пакет тест-программ "Диагностика"
- Программы обслуживания библиотек

# EKTA enda JBASIC 1.1 tervitab

"BASICut tuleks eelistada suhteliselt lihtsamate programmide kirjutamisel, mille puhul töökiirus ei ole kriitiline, samuti programmeerimise õppimisel."

```
A>type tere.bas  
10 PRINT "Tere, Juhan!"
```

Microsoft B80 abil kompileerimiseks `BASCOM =TERE/O` ja linkimiseks `LINK TERE,TERE/N/E`, laadefaili suurus 12kB.

# CP/Mi Assembler

“Kõige efektiivsema programmi saab kirjutada assembler-keeles. Assembleri puuduseks on aga programmi kirjutamiseks ja silumiseks kuluv aeg, mis on palju pikem kõrgkeelte kasutamisel kuluvast ajast. Seetõttu tuleks enamiku programmeerimisülesannete lahendamisel eelistada kõrgkeeli. Programmilõikude jaoks, mis vajavad eriti suurt töökiirust, võib assembler- ja kõrgkeeli omavahel siduda.”

-- Mikroarvuti “JUKU” kasutusjuhend, 1988, lk 25

# "Tere, Juhan!" CP/Mi Assembleris

```
A>type tere.asm
      org      100h
      lxi      b,Tere
      call     0ffcdh      ; TTCon
      jmp      0h          ; EKDOS
Tere:  db      'Tere, Juhan!',0dh,0ah,0
      end
```

Assembleri tervitusprogrammi kompileerimiseks `ASM TERE` ja `LOAD TERE`, tulemuseks on 128 baidine fail, millest kasutusel 24 baiti ja ülejäänu on nullid CP/Mi failibloki täitmiseks.

## CP/Mi emakeel PL/M

“PL/M annab võimaluse juhtida arvuti tööd madalal tasemel, on võimalik juurde pääseda protsessori registritele ja aadresside järgi arvuti mälule, samuti välja kutsuda assemblerkeeles kirjutatud alamprogramme. PL/Mi tuleks eelistada «Juku» põhilise süsteemprogrammeerimiskeelena ning samuti rakendusprogrammeerimisel suurema praktilise tähtsusega programmide puhul.”

- PL/Mi kompilaatorit `PLM.COM` pole õnnestunud leida!

# Microsofti FORTRAN-80

```
A>type tere.for
      program tere
      write (1,100)
100   format('+', 'Tere, Juhan!')
      end
```

FORTRAN on üks esimesi kõrgkeeli Assembleri kõrval ja kuigi seda levitati JUKU süsteemiketastel, siiski seda laialdaselt ei kasutatud. Tervitusprogrammi kompileerimiseks `F80 =TERE` ja linkimiseks `L80 TERE,TERE/N/E`, tulemuseks 20kB suurune fail (vrd Assembleri 128 baiti).

# Pascal/MT+ interpretaator

- Pascal oli JUKU ökosüsteemis soositud kõrgkeel, milles õpetati programmeerimist vastava tunni raames.
- Pascali jaoks oli koostatud valik teeke/moduleid, mille abil teha keerulisemaid, nt graafika operatsioone, suhelda lisaseadmetega nagu hiir või printer, mängida muusikat jm.
- Suuremate programmide kompileerimine-linkimine võttis kümneid minuteid, tüüpiline tööprotsess: 1) kompileerimine, 2) vigade väljatrükk paberile, 3) vigade parandamine ja 4) seejärel uuesti aeganõudev kompileerimine.



# "Tere, Juhan!" Pascal/MT+ keeles

```
B>type tere.pas
program Tere;
begin
    writeln('Tere, Juhan!');
end.
```

Linkimiseks vajalik teek/objektmoodul PASLIB.ERL, .COM-laadefaili saab käsklustega 1) `MTPLUS TERE`, 2) `LINKMT TERE, PASLIB`, tulemuseks samuti 20kB suurune fail.

# Veidi suurem kompileerimine: 9-vangla

```
A>mtplus 9
```

```
-----  
PASCAL/MT+ (80)                               Version 5.6.1  
Serial No. 3024-0000-003758   All Rights Reserved  
Copyright (c) 1982,1983      Digital Research, Inc.  
-----
```

```
7: Including text from screen.h
```

```
+
```

```
30: End of include file
```

```
+++++++
```

```
Source lines: 182
```

```
Available memory: 9177
```

```
User table space: 5181
```

```
(Phase 1)
```

```
###
```

```
Remaining memory: 4033
```

```
(Phase 2)
```

```
COMMAND      12
```

```
EXTERN       690
```

```
█
```

```
Data : 390  
Compilation complete
```

```
A>linkmt 9,paslib,screen,keyc,utilit
```

```
-----  
LINK/MT+ (80)                               Version 5.6.1  
Serial No. 3024-0000-003758   All Rights Reserved  
Copyright (c) 1982           Digital Research, Inc.  
-----
```

```
Reading 9 .ERL
```

```
Reading PASLIB .ERL
```

```
Reading SCREEN .ERL
```

```
Reading KEYC .ERL
```

```
Reading UTILIT .ERL
```

```
0188 (decimal) records written to .COM file
```

```
Total data: 0C20H bytes
```

```
Total code: 5DFBH bytes
```

```
Remaining : 2318H bytes
```

```
A>
```

Tekstirežiimi mõistatusmängu kompileerimiseks `MTPLUS 9` ja linkimiseks `LINKMT 9,PASLIB,SCREEN,KEYC,UTILIT`, tulemuseks 24kB suurune laadefail `9.COM`.

VSW tääketas (c)

Ketta parameetrid:

<A> - 5" (786K)

<B> - 5" (786K)

A>dir \*.asm

A:3VMUSIC .ASM A:CHECK .ASM

A:FUNDSK .ASM A:GRMOOD .ASM

A:H2 .ASM A:PALL .ASM

A:HIIR .ASM A:INBYT .ASM

A:KETAS .ASM A:LIST .ASM

A:MERGE .ASM A:MODE .ASM

A:SOKO .ASM A:OUTBYT .ASM

A:GTRDOS30 .ASM A:GAMEPRAC .ASM

A:SCROLL .ASM A:TYPER .ASM

A:SCREDIT .ASM A:PMOOD .ASM

A:SCPROOV .ASM A:CHECKSUM .ASM

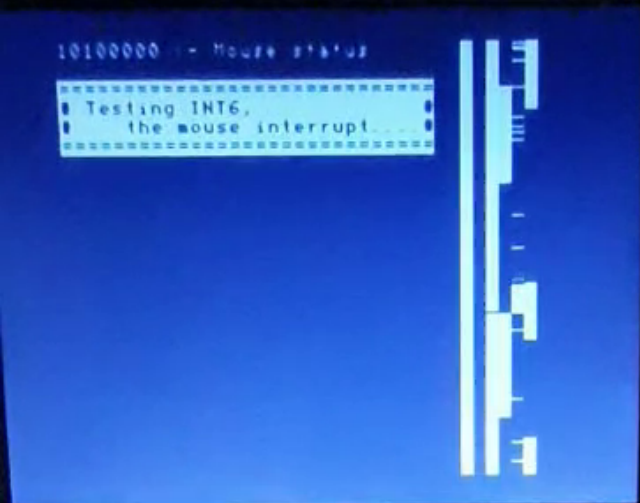
A:PLAYER .ASM A:SPRITE .ASM

A>■

# Vakstu Laboratories tööketas

- Vahur Sinijärv annetas 7.06.2022 oma 1990ndate JUKU arenduste tööketta, millel on peamiselt Assembleri kood.
- Tema ja Kaspar Tomingas said Pärnu 4. keskkoolist JUKUd suveks koju, ühendasid need korterite vahel arvutivõrku ning tulemuseks oli JUKU üks tuntumaid mänge ZOO.
- Kettal on arendustööriistadest CP/Mi ja Microsofti makro-assemblerid, pöördprojekteerimiseks mõeldud **DISASM**, tehnikaajakirjast porditud **BASIC** ja kolm eri versiooni masinkoodi silurist **SID** – lisaks ka **ZOO** lähtekood jpm!

# JUKU unikaalse hiireprotokolli saladus



- VSW töökettal olnud hiire test-programmid on aidanud taastada hiire protokollid ja luua uusi testprogramme.
- Siiani ebaselge, kuhu paigutada emuleeritud riistvaras INT6 hiirekatkestuse puhver, mis tingib JUKU hiire umbes 1,5 sekundise järelliikumise.

# JUKU häkkerite paralleelmaailm

- Leidlike tehniliste vahenditega püüti pigistada moraalselt vananema hakkavatest arvutitest välja viimast, et luua head tarkvara, iseäranis paeluva graafika ja heliga mängu.
- Õpilased võtsid 1990ndatel JUKU tarkvara ökosüsteemi kujundamise enda kätte, andes sageli silmad ette ka oma õpetajatele ja asendades EKTA tarkvarainsenere.
- Uut infot ja programmeerimisvõtteid hangiti otsesuhtluses nt õpilaskonkurssidel jm üritustel, aga sisestati ka 16nd-koodis masinkoodi NSVLi tehnikaajakirjadest.

# NB!

Eesti Hariduse Arenduskeskus korraldab õpilastele, üliõpilastele ja õpetajatele **õppeotstarbelise tarkvara konkursi**

■ õpetavate programmide või mängude,

■ teadmiste kontrollprogrammide,

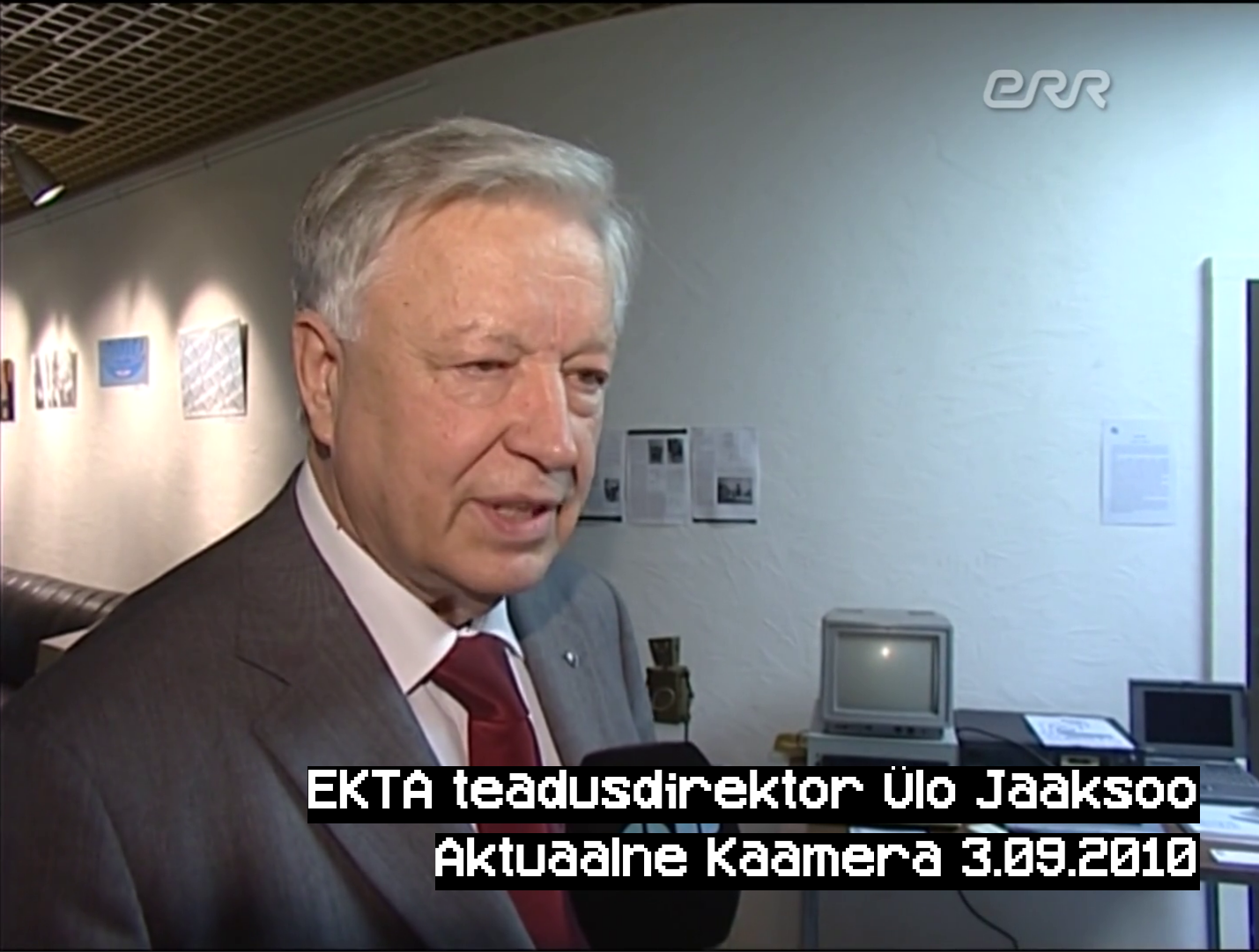
■ koolitunni tarkvara jm saamiseks.

Töö peab olema tehtud ükskõik millisel Eesti koolis kasutusel oleval arvutil (soovitav "Juku" või IBM). Konkursitööd peavad olema vormistatud kettale ja varustatud kasutamishendiga. Lisada töö teostaja andmed (nimi, kool, klass, aadress, telefon). Tööd toimetada EHA kantseleisse (Tallinn, Sakala 23) 15. aprilliks 1991.a.



Antakse välja üks esimene auhind 500–1000 rbl. Kõik konkursist osavõtjad kutsutakse tööde arutelule maikuu lõpus ja kettad tagastatakse omanikule.

Peamiselt osaleti Pascalis kirjutatud tarkvaraga, auhinna sai Aldo Mett hiirega TETRISe eest, Andrus Säde hiirega ja graafilise fondiredaktori FEDITORi eest, osales ilmselt ka Vahur Sinijärv sudokust inspireeritud AVTESTiga jpt.

A middle-aged man with grey hair, wearing a dark suit, white shirt, and red tie, is speaking into a microphone. He is in an office setting with a computer monitor and printer visible in the background. The wall behind him has several framed pictures or certificates.

**EFTA teadusdirektor Ülo Jaaksoo**  
**Aktuaalne Kaamera 3.09.2010**

# Mis oli JUKU ja miks sellega tegeleda?

- Paljude Eesti IT-pioneeride jaoks esimene arvuti, millega seotud seigad elavad nende mälestustes
- JUKU ajastul oli võimalik arvutisüsteeme algusest lõpuni mõista ja nende häkkimine on didaktiliselt väga viljakas
- Põnevaim on ökosüsteem koos oma ühiskondlike mõjutustega => unarvara ja vanatehnika kodeerivad IT-kultuuri süvakihte, kes elab minevikuta, sel pole tulevikku
- Uurimismeetodid on kasutatavad laiemalt ajalooteaduses, arhiivinduses, kriminalistikas + **retroarvutus on lõbus**

# Ettekände materjalid

- “Tere, Juhan!” koodinäited [juku3000 GitHubis](#)
- Demonstreerimiseks kasutatud [kettatõmmis](#)
- Sama ketas katsetamiseks [veebiemulaatoris](#)
- MAME [töölauaemulaator](#) JUKU jooksumiseks

## Pildid ja meedia

[Õpilased arvuti taga](#) (Tõnu Kalle, 1991), väljalõige filmist [Inimene ja kompuuter](#) (Eesti Telefilm, 1986), kooliarvuti tervitus raamatust [Taskuarvutist nii ja teisiti](#) (Valgus, 1987), eri JUKU, ENTEL, TARTU fotod CC-BY [Elektroonikamuuseum.ee](#) ja [Cory Doctorow](#), lisaks kuvatõmmised [JUKU demoprogrammist](#) ja veel nipet-näpet.

# Tahad teada JUKU hingeelu kohta?

- Buudi oma JUKU üles! (saatesõna emulaatorile)
- Elektroonikamuuseum.ee JUKU sektsioon (algfaasis)
- Ivo Krustoki Mida JUKUga ei õpetatud (2019)
- Laur Kangeri doktoritöö arvutitootmisest Baltikumis (2013)
- HARNO Tiigrihüppe ajaloo JUKU peatükid (2022)
- Proovi ise midagi JUKUga teha MAME emulaatoris!

*Slaidide autor on Märt Põder ja need on koostatud huviloengu jaoks 23.11.2024 kl 19 TÜ Delta õppehoones informaatika-olümpiaadi sügisesel õppesessioonil, ettekandele järges TÜ arvutimuuseumi külustus, auditooriumis ringlesid Mikroarvuti JUKU kasutusjuhend ja Mikroarvutid automaatikas. Slaidide litsents on CC-BY.*