

## **Konrad Zuse**

Tietojenkäsittelytieteen Historia – Seminaari  
Kevät 2001

Teemu Hokkanen  
[teemu.hokkanen@helsinki.fi](mailto:teemu.hokkanen@helsinki.fi)

Helsingin Yliopisto  
Tietojenkäsittelytieteen laitos

## Sisällys

<a href="#">1. Johdanto</a> .....	3
<a href="#">2. Nuoruusvuodet</a> .....	3
<a href="#">3. Elämäntyö tietokoneiden parissa</a> .....	4
<a href="#">3.1 Z1 ja Z2</a> .....	4
<a href="#">3.2 Z3</a> .....	6
<a href="#">3.3 S1 ja S2</a> .....	7
<a href="#">3.4 Z4 ja Zuse Apparatebau</a> .....	7
<a href="#">3.5 Plankalkül</a> .....	9
<a href="#">3.6 Zuse KG</a> .....	9
<a href="#">4 Konrad Zuse vuoden 1964 jälkeen</a> .....	10
<a href="#">5 Yhteenveto</a> .....	11
<a href="#">Lähteet</a> .....	12
<a href="#">Kuvien linkit</a> .....	12



Kuva 1: Konrad Zuse (1910-1995)

## 1. Johdanto

Konrad Zuse on yksi tietokoneiden historian merkittävimmistä nimistä. Häntä pidetään ensimmäisen täysin automatisoidun, ohjelma-ohjatun sekä vapaasti ohjelmoitavan tietokoneen (Z3) keksijänä sekä maailman ensimmäisen ohjelmointikielen (plankalkül) luoja. Saksalaisena hänen saavutuksensa tulivat muun maailman tietoisuuteen vasta toisen maailmansodan päättyttyä.

Tässä seminaarityössä esitellään Zusen elämäntyötä tietokoneiden parissa toisen maailmansodan aikaisessa Saksassa, minkä lisäksi käydään läpi hänen nuoruusvuosiaan Berlinissä ja Braunschweigissä sekä keskittyen lopuksi hänen elämäänsä aktiivisen uran jälkeen vuodesta 1964 eteenpäin.

## 2. Nuoruusvuodet

Konrad Zuse syntyi Berliinissä perheen toisena lapsena kesäkuun 22. päivänä 1910. Kaksi vuotta myöhemmin Zuset muuttivat Braunschweigiin, josta hänen isänsä sai työpaikan postin hallinnollisissa tehtävissä. Konrad suoritti alakoulun kolmessa vuodessa ja aloitti lyseon jo yhdeksänvuotiaana. Viisi vuotta myöhemmin perhe muutti jälleen isän työn perässä, hänen saatuaan postimestarin paikan Hoyerswerdasta. Opiskelunsa aikana Konrad haaveili vuoroin

taiteilijan, vuoroin insinöörin ammatista, mutta valmistuttuaan 17-vuotiaana ylioppilaaksi hänen ainoana suunnitelmanaan oli jatkaa opintoja insinööriksi.

Zuse aloitti yliopisto-opintonsa Berliinin teknillisessä yliopistossa, jossa hänen pääaineenaan oli koneenrakennus. Konrad ei ollut kovinkaan ahkera opiskelija vaan käytti runsaasti aikaa moniin kokeiluihin ja suunnitelmiin, joita olivat esimerkiksi automaattinen valokuvauskoppi sekä myyntiautomaatti. Vanhempiansa opiskeluun kohdistuneesta uhrautuvasta tuesta huolimatta hän päättikin eräänä päivänä ruveta itse-oppineeksi mainos-maalariksi lopettaen opiskelunsa. Vajaan vuoden kuluttua tästä hän kuitenkin palasi jälleen koulun penkille, vaihtaen pääaineensa samalla maa- ja vesirakennustekniikkaan. Zuse valmistui yliopistosta vuonna 1935.

Lähes välittömästi opiskeluidensa jälkeen Zuse aloitti työt suunnittelu-insinöörinä Henschelin Lentoyhtiössä Berliinissä, mutta lopetti ne pian avatakseen keksijänpajan vanhempiansa asunnossa. Tähän hänet innoitti jo opiskeluiden loppuvaiheessa aloitettu tietokoneprojekti, joka vielä tuolloin oli lähinnä idea automatisoidusta laskimesta. [ZUS93]

### **3. Elämäntyö tietokoneiden parissa**

Konrad Zusen työ tietokoneiden parissa käynnistyi kuin vahingossa opiskeluiden loppuvaiheessa vuonna 1934, jolloin hän lopen kyllästyneenä maa- ja vesirakennustekniikassa käytettäviin aikaa vieviin laskutoimituksiin sai idean siitä, että kyseiset operaatiot olisi hoidettava koneiden avustuksella. [ZUS00] Hän aloitti työskentelynsä täysin itsenäisesti, tietämättä muista käynnissä olleista alan projekteista ja esimerkiksi tuntematta Charles Babbagen teorioita. [LEE94]

#### **3.1 Z1 ja Z2**

Vuonna 1936 Zuse sai valmiiksi loogiset suunnitelmat ”laskimensa” arkkitehtuurista, joiden mukaan koneen tuli muun muassa olla vapaasti ohjelmoitavissa sekä perustua binäärijärjestelmään. Pohtiessaan välitulosten seurannan ongelmaa suurten laskutoimitusten aikana hän oivalsi myös, että automaattiseen laskentaan tarkoitettu kone tarvitsi kolme peruselementtiä: ohjauksen, muistin sekä varsinaisen laskimen. [ABO98]

Zusen vanhemmat eivät olleet kovinkaan innoissaan poikansa suurista suunnitelmista, mutta uskoivat tämän kykyihin ja tukivat hänen työtään myös rahallisesti. Ystävien avustuksella ja kahden vuoden työn seurauksena valmistui lopulta vuonna 1938 maailman ensimmäinen vapaasti ohjelmoitava binääriseen järjestelmään perustuva tietokone, joka täytti lähes kokonaan Zusen vanhempien olohuoneen.



Kuva 2: Z1 Zusen vanhempien olohuoneessa

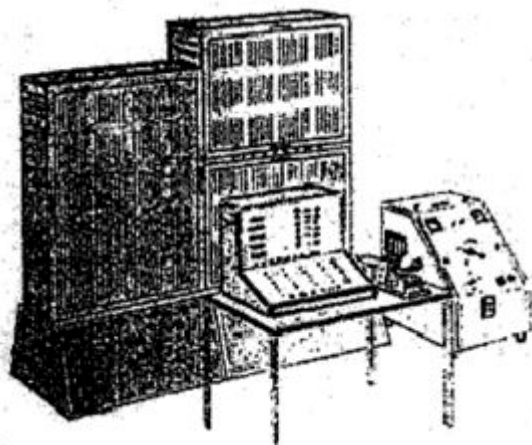
Kone muodostui pääosin Konradin kaivosinsinööri-ystävän valmistamista ohuista metalliliuskoista ja ainoa elektroninen osa siinä oli moottori, jota käytettiin tuottamaan koneelle yhden hertzin kellotaajuuden. Z1:n ohjelmointi tapahtui reikänauhaa lukemalla ja erillistä reikänauhan lukijaa käyttäen. Koneessa oli mekaaninen 64:n sanan muisti, joista kukin sana sisälsi 22 bittiä. [ZUS00]

Z1 ei koskaan toiminut luotettavasti liian monimutkaisen liuskerakenteensa vuoksi, joten Zuse päätti rakentaa uuden koneen kokeillakseen uutta releisiin pohjautuvaa rakennetta. Z2 valmistui vuonna 1939 ja koneessa käytettiin Z1:n kaltaista mekaanista muistia, mutta aritmeettinen yksikkö koostui puhelinyhtiöltä saaduista käytetyistä releistä. Z2 rakennettiin alusta alkaen vain releiden testausta varten, minkä tehtävän se täytti vakuuttaen Zusen releiden luotettavuudesta. Z2 tuhoutui toisen maailmansodan aikana.

Myös Z1 tuhoutui Berliinin pommituksissa 1943 yhdessä rakennuspiirustustensa kanssa, mutta Konrad Zuse päätti kuitenkin jälleenrakentaa sen vuonna 1986. Nykyisin Z1 on nähtävillä Saksan teknillisessä museossa Berliinissä. [ZUS01]

### 3.2 Z3

Z3:n on osoitettu olevan ensimmäinen luotettava ja vapaasti ohjelmitava sekä toimiva elektromekaaninen tietokone, joka täytti lähes kaikki John von Neumannin ja hänen kollegoidensa vuonna 1946 määrittelemät ominaisuudet. Ainoa puute Zusen koneessa oli se, että käytössä olevaa ohjelmaa ei voitu ladata muistiin yhdessä datan kanssa. [ZUS00]



Kuva 3: Zusen itsensä piirtämä alkuperäinen suunnitelma Z3:sta.  
Z3:sta ei ole olemassa alkuperäisiä valokuvia.

Z3:n rakentaminen oli aloitettu jo ennen Z2:n valmistumista ja se valmistui itsekin jo vuonna 1941. Sen työstämiseen Zuse sai jo hiukan tukea myös valtiolta, sillä hän oli onnistunut herättämään Saksan lentotekniikan tutkimuslaitoksen mielenkiinnon Z2:n avulla, mutta suurena apuna olivat edelleen Konradin ystävät, jotka auttoivat rakentamaan koneen pääosin käytetyistä osista.

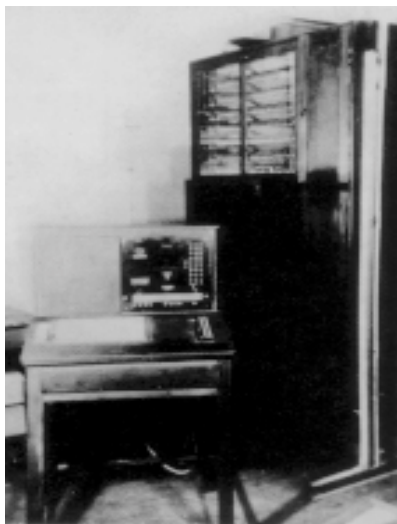
Luotettavuussyistä Z3 oli rakennettu täysin releistä, joita kone kaiken kaikkiaan sisälsi 2400 (600 laskennallisissa yksiköissä ja 1800 muistissa). Zuse oli harkinnut myös tyhjiöputkien käyttöä, mutta paremman saatavuuden ja tunnetun luotettavuuden vuoksi hän päätyi lopulta kuitenkin releisiin. Sodan vuoksi myös paperin saatavuuden kanssa oli ongelmia, joten Zusekin joutui käyttämään koneensa ohjelmointiin vanhaa filmiä, johon ohjelmat rei'itettiin. [LEE94]

Myös Z3 tuhoutui sodanajan pommituksissa vuonna 1944. Zuse jälleenrakensi sen vuosien 1960 ja 1961 välisenä aikana esitelläkseen koneen suorituskykyä ja perustellakseen patenttejaan. Kone on ollut esillä useilla messuilla vuosien saatossa ja sijaitsee nykyisin Deutsche Museumissa Münchenissä. [MAX98]

### 3.3 S1 ja S2

Zuse työskenteli osan ajastaan ensimmäisessä työpaikassaan Henschelin Lentoyhtiössä rahoittaakseen tutkimustyötään. Vuonna 1942 hän sai tehtäväkseen rakentaa koneen automatisoimaan kauko-ohjattavien pommien tutkimuksessa tarvittavaa laskentaa ja mittaamista.

S1 valmistui vuonna 1942 ja oli varsin yksinkertainen (800 relettä), sillä sen avulla ajettiin toistuvasti ennalta määrättyjä ohjelmia. Kone toimi kaksi vuotta yötä päivää, kunnes tuhoutui pommituksissa vuonna 1944.



Kuva 4: S2

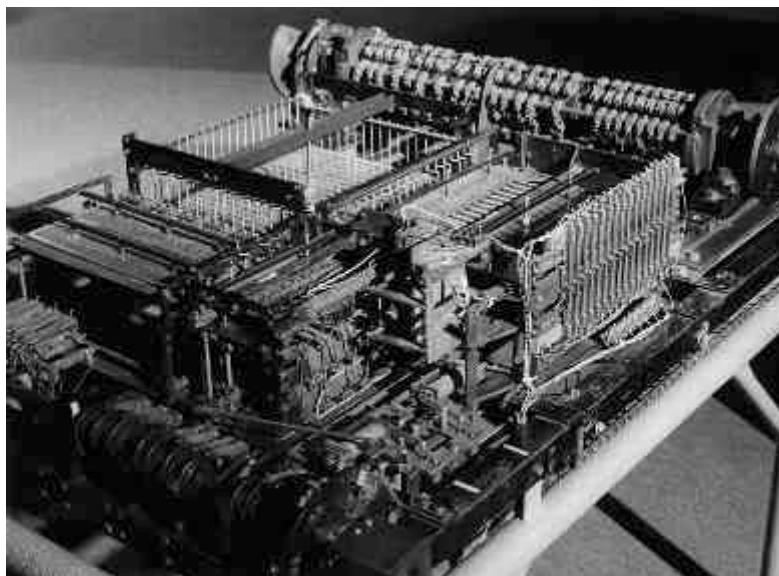
S2 oli kehitelty versio S1:stä ja sisälsi erityiset laitteet mittaustulosten automaattiseksi lukemiseksi. Konetta ei koskaan otettu käyttöön, sillä tehdas jossa Zuse oli konetta kokoamassa evakuoitiin sotatoimien alta aivan laitteen arvioidun valmistumisen alla. Kone joutui mitä todennäköisimmin venäläisten käsiin sodan loppuvaiheiden aikana. [ZUS93]

### 3.4 Z4 ja Zuse Apparatebau

Vuonna 1940 Zuse sai idean perustaa yrityksen, joka valmisti tietokoneita. Hänen perimmäinen ideansa oli vapauttaa kaikki tutkijat ja insinöörit typerien laskutoimitusten pakkovallasta. Yritys perustettiin huhtikuun ensimmäisenä päivänä vuonna 1940 Berliinissä.

Vuoteen 1941 mennessä Zuse oli vakuuttunut siitä että yleiset ongelmat tehokkaiden tietokoneiden rakentamisessa oli ratkaistu ja päätti suunnitella prototyypikoneen, Z4:n,

tieteellistä käyttöä silmälläpitäen. Tuntien ”asiakaskuntansa” ongelmat hän ymmärsi että Z4 vaatisi huomattavasti enemmän muistia kuin hänen aikaisemmat koneensa. Verrattuaan aikaisemmin käyttämiensä muistitekniikoiden hyötyjä ja haittoja Zuse päätyi mekaanisen muistin käyttöön sen selkeästi halvemmän hinnan sekä pienemmän tilantarpeen vuoksi. Vuonna 1945 yrityksellä oli jo 20 työntekijää. [ZUS00]



Kuva 5: Z4:n muistiyksikkö

Yhä yltyvät pommitukset hidastivat kuitenkin koneen valmistusta huomattavasti ja Zuse joutui muuttamaan toistuvasti Berliinin sisällä. Lopulta vuonna 1945 Zuse päätti paeta perheineen (raskaana olevan vaimonsa kanssa) Berliinistä, johon hän sai onnekseen avuksi armeijan kuorma-auton. Hän päätyi lopulta Hintersteinin kylään alpeilla, jossa ei kuitenkaan ollut kunnollisia tiloja rakentaa Z4:ää. Myös sodan jälkeinen kurjuus hankaloitti tilannetta ja Zuse joutui myymään muun muassa puupiiirroksia saadakseen ruokaa perheelleen. Vuonna 1947 perhe Zuse muutti lähistöllä olleeseen Hopferau kylään, jossa Z4 saatiin vihdoin koottua entiseen jauhokauppaan.

Z4 saatiin lopulta sellaiseen kuntoon, että joitakin laskutoimituksia pystyttiin suorittamaan. Sähköä oli kuitenkin saatavilla ainoastaan neljä tuntia päivässä ja silloinkin riittämättömästi jotta Z4:n vaatimukset olisivat täyttyneet. Vuonna 1949 professori Stiefel Zurichin teknisestä korkeakoulusta oli kuitenkin kuullut tuntemattomasta lähteestä koneen olemassaolosta ja tuli tarkastamaan kuulemansa huhun paikkansapitävyyden. Professori innostui näkemästään siinä määrin, että vuonna 1950 Z4 lopulta siirrettiin Zurichiin, jossa se otettiin päivittäiseen tieteelliseen tutkimuskäyttöön. [ZUS93]



### **3.5 Plankalkül**

Vuosina 1942-1945/46 Konrad Zuse kehitteli Z4:n rakentamisen lomassa ideoita koneidensa tehokkaammaksi ohjelmoimiseksi. Hänen kehittämänsä plankalkül-ohjelmointikieltä pidetään nykyisin ensimmäisenä algoritmisena kielenä.

Kehittääkseen kieltään Zuse opiskeli muun muassa shakinpeluuta, jonka avulla hän on kehittänyt monia monimutkaisiakin laskennallisia ehtoja. Zuse uskoi että plankalkülin avulla voitaisiin joskus luoda pitkälle kehittyntä tekoälyä ja ennusti tietokoneen voittavan shakin maailmanmestarin 50 vuoden kuluessa.

Lopullinen versio plankalkülista oli valmis jo vuonna 1946, mutta Zuse julkisti sen vasta vuonna 1972, koska Zuse KG (kappale 3.6) vei kaiken hänen aikansa 1949-1964. Zuse on kirjoittanut aiheesta myös kaksi kirjaa. [ZUS93]

### **3.6 Zuse KG**

Vuonna 1949 Zuse perusti viiden työntekijänsä kanssa Zuse KG nimisen yrityksen pieneen Neukirchenin kylään, jolloin siitä tuli ensimmäinen saksalainen tietokonealan yritys. Yrityksen ensimmäisenä tehtävänä oli saattaa Z4 sellaiseen kuntoon, että se voitiin siirtää Zurichiin.

Vuosien 1950 ja 1965 välillä Zuse KG valmisti seuraavia konemalleja (myyntiluvut suluissa): Z5 (1), Z7 (30), Z11 (38), Z22 (50), Z23 (87), Z25 (105), Z31 (7), Z64 (85) ja Z43 (>100). Poimintana näistä koneista Z64 Graphomat, joka oli piirturi ja pystyi 1/20 mm tarkkuuteen. Zuse KG valmisti vuosien 1949 ja 1969 välillä yli 250 tietokonetta, joiden yhteisarvo ylittää 100 miljoonaa DM. [ZUS00]

Vuonna 1961 yritys ajautui kuitenkin lopullisiin taloudellisiin vaikeuksiin, joiden syynä oli muun muassa kilpailu IBM:n kanssa, patenttikiistat, valtion tuen puute, yrityksen liian nopea kasvu sekä heikko hallinnollinen osaaminen. Huolimatta yli 25 miljoonan DM:n vuosittaisista tilauksista Konrad Zuse joutui luopumaan Zuse KG:n omistajuudesta. Hän toimi tämän jälkeen konsulttina yrityksessä vielä joitakin vuosia. [ZUS01]

## 4 Konrad Zuse vuoden 1964 jälkeen

Konrad Zuse on palkittu monin tavoin aktiivisemman uransa aikana ja sen jälkeen. Hänellä on muun muassa kaksitoista kunniaohtorin arvonimeä, kaksi kunniaprofessuuria sekä hänen mukaansa on nimetty noin 20 katua ja pari koulua.

Zuse KG:sta luopumisensa jälkeen Zuse keskittyi elämäkertansa kirjoittamiseen, joka julkaistiin vuonna 1970 ja josta tehtiin englanninkielinen käännös vuonna 1993. Hän julkaisi myös plankalkülin määritelmän sekä useita muita teoksia, mukaanlukien pari ohjelmointiaiheista kirjaa 1970-luvulla.

Vanhoilla päivillään Zuse keskittyi myös taiteeseen ja erityisesti maalaamiseen, joka oli ollut hänelle rakas harrastus läpi elämän. Vuoteen 1970 saakka hän käytti peitenimeä Kuno See, jotta häntä ei yhdistetty Zuse KG:hen.



Kuvat 6 ja 7: Vasemmalla Zusen maalaus, jolla hän rahoitti opiskelujaan. Oikealla yksi Zusen monista rakennusaiheisista maalauksistaan, joista on pidetty useita kymmeniä näyttelyitäkin [RTD00].

Zuse kehitteli ideoitaan vielä viimeisinä vuosinaanakin. Vuonna 1992 hän aloitti viimeisen projektinsa, jonka ansiosta hän palasi ”juurilleen” rakennuksiin. Helix-tornin oli tarkoitus olla huipulla sijaitsevan generaattorin avulla energiaa tuottava korkea torni, jonka korkeutta voitiin nostaa ja laskea tarpeen mukaan. Zuse työskenteli tornin parissa kuolemaansa saakka, eikä se koskaan valmistunut. [ZUS00]

Konrad Zuse kuoli sydänkohtauksen joulukuun 18 päivänä vuonna 1995.

## 5 Yhteenveto

Konrad Zuse oli mies, joka oli vuosia omaa aikaansa edellä. Ymmärtääkseen täysin hänen saavutuksia on muistettava että hän oli taustaltaan maa- ja vesirakennusinsinööri, joka oli täysin tietämätön muun maailman kehityksestä tietotekniikan saralla aivan sodan loppuvaiheisiin asti.

Zusen suurimpana saavutuksena pidetään ensimmäistä täysin automatisoitua, ohjelma-ohjattua ja vapaasti ohjelmoitavissa ollutta tietokonetta, joka käytti binääristä liukulukulaskentaa. Ottaen huomioon myös hänen muut saavutuksensa tietojenkäsittelyn alalla – on hänet ehdottomasti laskettava aiheen suurimpien pioneerien joukkoon.

## Lähteet

- [ABO98] About.com: Inventors of the Modern Computer - The First Freely Programmable Computer (Konrad Zuse)  
<http://inventors.about.com/science/inventors/library/weekly/aa050298.htm>
- [LEE94] Lee, J. A. N.: Konrad Zuse, 1994  
<http://ei.cs.vt.edu/~history/Zuse.html>
- [MAX98] Maxfield & Montrose Interactive Inc.: 1941 AD Konrad Zuse and his Z1, Z3, and Z4  
<http://www.maxmon.com/1941ad.htm>
- [RTD00] RT-Distribution: Konrad Zuse  
<http://www.rtd-net.de/Zuse.html>
- [ZUS93] Zuse Konrad: The Computer – My Life, 1993
- [ZUS00] Zuse, Horst: The Life and Work of Konrad Zuse, (www.epemag.com)  
<http://www.epemag.com/zuse/default.htm>
- [ZUS01] Zuse, Horst: Konrad Zuse and His Computers  
[http://irb.cs.tu-berlin.de/~zuse/Konrad\\_Zuse/index.html](http://irb.cs.tu-berlin.de/~zuse/Konrad_Zuse/index.html)

## Kuvien linkit

- Kuva 1: <http://ei.cs.vt.edu/~history/Zuse.html>
- Kuva 2: <http://www.epemag.com/zuse/Images/fig7b.jpg>
- Kuva 3: <http://www.epemag.com/zuse/Images/fig24b.jpg>
- Kuva 4: [http://irb.cs.tu-berlin.de/~zuse/Konrad\\_Zuse/en/Rechner\\_S2.html](http://irb.cs.tu-berlin.de/~zuse/Konrad_Zuse/en/Rechner_S2.html)
- Kuva 5: [http://irb.cs.tu-berlin.de/~zuse/Konrad\\_Zuse/en/Rechner\\_Z4.html](http://irb.cs.tu-berlin.de/~zuse/Konrad_Zuse/en/Rechner_Z4.html)
- Kuva 6: <http://www.epemag.com/zuse/Images/fig5b.jpg>
- Kuva 7: <http://www.epemag.com/zuse/Images/fig96b.jpg>