



**KUNGL. TEKNISKA HÖGSKOLAN**

Royal Institute of Technology  
Numerical Analysis and Computing Science

---

TRITA-NA-D9709 • CID-18, KTH, Stockholm, Sweden 1997

### **Kunskapens Trädgård**

Linde, Rikard • Naeve, Ambjörn • Olausson, Kenneth • Skantz, Katarina  
Westerlund, Bosse • Winberg, Fredrik • Åsvärn, Kristina



CID  
Centre for  
User Oriented IT Design

**Linde, Rikard**

**Naeve, Ambjörn**

**Olausson, Kenneth**

**Skantz, Katarina**

**Westerlund, Bosse**

**Winberg, Fredrik**

**Åsvärn, Kristina**

Kunskapens Trädgård

**Report number:** TRITA-NA-D9707, CID-18

**Publication date:** Augusti, 1997

**E-mail of author:** bosse@nada.kth.se

**URL of author:** <http://www.nada.kth.se/cid>

**Reports can be ordered from:**

CID, Centre for User Oriented IT Design

Nada, Dept. Computing Science

KTH, Royal Institute of Technology

SE-100 44 Stockholm, Sweden

telephone: + 46 8 790 91 00

fax: + 46 8 790 90 99

e-mail: [cid@nada.kth.se](mailto:cid@nada.kth.se)

URL: <http://www.nada.kth.se/cid/>



## **Kunskapens Trädgård**

CID-18 • TRITA-NA-D9709

CID, Centre for User Oriented IT Design,  
Nada, KTH, SE-100 44 Sweden

<http://www.nada.kth.se/cid/>

Stockholm 1997 08 20

[bosse@nada.kth.se](mailto:bosse@nada.kth.se)

### **Författare:**

Rikard Linde  
Ambjörn Naeve  
Kenneth Olausson  
Katarina Skantz  
Bosse Westerlund  
Fredrik Winberg  
Kristina Åsvärn

## Innehåll:

<b>Sammanfattning</b> .....	5
<b>Summary</b> .....	5
<b>Syfte</b> .....	6
<b>Inledning</b> .....	6
<b>Bakgrund</b> .....	8
Inledande möten .....	8
Samhällets behov .....	8
Skolans förändring .....	9
Tvåvetenskap .....	9
Källkritik och samhällsetik .....	10
Forskning i laborativa miljöer .....	10
Avslutningsvis .....	10
Från planering till handling, våren 1996 .....	11
<b>Arbetsätt</b> .....	14
Tidsplan .....	14
Projektarbete .....	14
Designprocessen .....	15
Arbetstid .....	16
Praktiska svårigheter och lösningar .....	16
<b>Prototyperna</b> .....	17
Innehåll .....	17
Begreppsmässig struktur hos Kunskapens Trädgård .....	17
Musiken i Kunskapens trädgård .....	19
De olika versionerna .....	21
Teknik .....	33
<b>Användarstudier</b> .....	34
Användartesten .....	34
Genomförande .....	35
Vår metod .....	36
Intervjupersoner – urval .....	36
Resultat .....	36
<b>Presentationsformer/Dokumentation</b> .....	38
<b>Idéer att utveckla</b> .....	38
<b>Medverkande</b> .....	40
<b>Referenser/Källor/Inspirationskällor</b> .....	40

En kort film på senaste prototypen, nyare material och ev. rättelser finns på Kunskapens Trädgårds webbsidor som, från oktober 1997, nås via <<http://www.nada.kth.se/cid/>>.

## Sammanfattning

Programmet Kunskapens Trädgård försöker stimulera utvecklingen av en interaktiv och individbaserad distansutbildning över nätet. En av våra målgrupper är nyfikna studenter i början av sin akademiska utbildning.

Genom att stödja begreppsbyggnad och utforskning på ett experimentellt sätt underlättas förståelsen av fenomenen.

Läraren-trädgårdsmästaren underhåller sin egen kunskapsstäppa, där hon ensam har rotprivilegier. De olika täpporna är sammanlänkade via Internet till en sorts Kunskapens Koloniträdgård - eller Kunskapsmångfald - som hela tiden är öppen för olika utbyggnader och tillägg. Kunskapens Koloniträdgård kan därför i sin helhet omfatta information om i stort sett vilket ämne som helst. Den senast utvecklade prototypen är inriktad på symmetribegreppet, huvudsakligen inom matematik, fysik och musik. Användarstudier har utförts på en av de tidiga prototyperna.

Projektet Kunskapens Trädgård utvecklas av en grupp studenter, forskare och lärare. Dessa är huvudsakligen verksamma på KTH, KMH och Konstfack. Det bedrivs i form av ett utvecklingsprojekt på CID, Centrum för användarorienterad IT-design, som är ett kompetenscentrum på NADA/KTH.

## Summary

The project has centered around the development of computer programs to be used as prototypes for knowledge tools in computer supported education. The Garden of Knowledge project can be seen as a multi-medial process, which aims to develop an interdisciplinary understanding of the world of phenomena by supporting their conceptualization, exploration and explanation in an experimentally oriented way.

The Garden of Knowledge is aimed to be well suited for an interactive and individually based distance education on the net. Some of our target users include students in the beginning stages of their higher (=later) education.

The teacher-gardener maintains her own garden of knowledge, where she alone has root-privileges. The various smaller gardens are linked together over the Internet – like knowledge patches in a knowledge manifold, which is always open to further attachments. Hence, in its totality, the Garden of Knowledge can contain information on almost any subject.

The prototype is focused on investigations of symmetry, mostly in mathematics, physics and music. User studies have been performed on one of the early prototypes.

The program is developed by an interdisciplinary group of people – centered around the Royal Institute of Technology (KTH), Royal University College of Music (KMH) and Konstfack, a university college for arts, craft, design and art teacher education. It is conducted within CID - Centre for user oriented IT Design, which is a competence centre based at NADA/KTH.

# Syfte

Kunskapens Trädgård är ett projekt med två uppdrag:

- att utveckla en multimedial produkt för högskolenivå, som utnyttjar de digitala medierna och underlättar lärande med en väl genomtänkt pedagogik.
- att belysa den tvärvetenskapliga grupparbetsprocessen vid utformandet av multimediala produkter.

Arbetet har inriktats på att presentera något som förnyar lärandet och främjar nyfikenheten. Projektet har haft som målsättning att utveckla en prototyp för att demonstrera tankarna bakom Kunskapens Trädgård.

# Inledning

Kunskapens Trädgård är ett program, ett interaktivt digitalt läromedel, som utgår från idéer ur det antika vetenskapstänkandet Och bygger på ett koncept som presenteras av Ambjörn Naeve i i en separat rapport <sup>1</sup>. I antiken var inte de akademiska ämnena så skarpt åtskilda som i det moderna samhället. Alla ämnen knöt an till varandra på ett nära sammanflätat sätt.



Kunskapens Trädgård ska bidra till att främja användarens intresse för ny kunskap. Det förklarar begrepp med alternativa beskrivningar och öppnar därmed nya vägar till förståelse. Programmet innehåller information och laborationer. Kunskapens Trädgård ska nå och fånga användare ur alla åldrar och kategorier.

Kunskapens Trädgård belyser och framhåller kopplingar mellan skilda ämnesområden. Användaren av programmet undersöker ett ämne som intresserar henne och kommer därmed i kontakt med inte bara det specifika området utan även information som anknyter till ämnesområdet. De oväntade kopplingarna är tänkta att generera nya idéer och uppslag hos användaren.

De flesta läromedel som används idag i datorn är självständiga enheter i vilka man förväntas tro att innehållet är allt man behöver för att begripa ämnet. I Kunskapens Trädgård är innehållet många gånger kopplat till fenomen utanför programmet. Detta för att ge användaren idéer om hur man kan använda kunskaperna utanför skolan. Ämnet blir mer intressant, fler sinnen aktiveras och användaren får förhoppningsvis en mer ödmjuk attityd till det som studeras. Dessutom kan det bidra till att man upptäcker sammanhang i vilka till synes ointressant kunskap spelar en viktig roll. Programmet ska få användaren att gå ut i verkligheten och prova nya saker.

Ett problem i dagens skola är att studenterna stimuleras att lösa ett problem och kolla i facit om de hade rätt. I Kunskapens Trädgård stimuleras man istället att fokuse-

1. Naeve, A.: The Garden of Knowledge as a Knowledge Manifold [1], 1997

ra på lösningsförfarandet. Befintliga läromedel tenderar att studera enkla fenomen och väldigt få är gjorda för högskolestudier.

Kunskapens Trädgård är ett läromedel som är tänkt att finnas tillgängligt via Internet. En mängd experter världen över kopplar ihop sig i ett nätverk som rymmer mycket mer kunskap och information än något enskilt läromedel skulle kunna innehålla.

Kunskapens Trädgård är alltså en ram i vilken varje expert/trädgårdsmästare kan publicera sin syn på sitt ämne. Den är uppbyggd av en stor mängd kunskapsstäppor som alla har sin egen trädgårdsmästare.

Programmet ger användaren, och trädgårdsmästaren, möjlighet att studera flera trädgårdsmästares utlåtanden och tankar om samma ämne. Till det kan man koppla diskussionsfora och andra sätt för användarna att kommunicera.

Det har varit mycket spännande att utarbeta idéerna bakom Kunskapens Trädgård och att utveckla prototyper. Därför har vi prioriterat det före studiet av arbetsprocessen. Eftersom det är svårt att studera oss själva så föreslår vi att det fortsatta arbetet studeras av någon utomstående.

Alla i projektgruppen medverkar i denna rapport. Därför har de olika avdelningarna olika språkstilar och visst innehåll förekommer på flera ställen



# Bakgrund

## Inledande möten

Under hösten 1995 träffades ett antal personer med jämna mellanrum för att diskutera hur man skulle kunna designa ett nytt slags tvärvetenskapligt interaktivt läromedel (multimedial hyperbok) för högskolenivå. För att olika sidor i det tvärvetenskapliga arbetet skulle belysas representerade personerna i diskussionsgruppen olika högskolor inom både de tekniska och konstnärliga områdena. Deltagarna vid dessa inledande möten var Jorge de Sousa Pires Apple, Ulf Söderström Dramatiska Institutet (DI), Bosse Westerlund Konstfack, Bjarne Nyquist och Kenneth Olausson Kungliga Musikhögskolan (KMH), Ambjörn Naeve, Peter Becker och Yngve Sundblad Kungliga Tekniska Högskolan (KTH).

Projektet som senare fick namnet "Kunskapens Trädgård" skulle kunna drivas i CID:s (Centrum för användarorienterad IT-design) regi. Projektet skulle kunna ingå i CID:s programområde, Design av interaktiva läromedel (DIL) som syftar till att utveckla och demonstrera vad designkunnande och tekniskt kunnande tillsammans kan åstadkomma vid framställning av moderna interaktiva läromedel. Läromedlen ska utnyttja olika media och hyperlänkar mellan relevant information och program. Detta var utgångspunkten för ett eventuellt projekt.



Vid de inledande diskussionerna ställdes frågorna: **Hur kan vi på olika sätt förklara ett begrepp så att de som inte förstår den traditionella beskrivningen av begreppet får möjlighet till alternativa beskrivningar och därmed nya vägar till förståelse? Kan man förklara matematik med musik och vice versa och framförallt, hur kan sambanden dem emellan visas så att man i högre grad förstår helheter?**

Diskussionerna som fördes tar utgångspunkt i en djupare problematik som har att göra med den samhällsförändring vi just nu går igenom. Nedan redovisas några av dessa bakomliggande tankar från ett generellt samhällsperspektiv till ett mer precist skola/individperspektiv.

## Samhällets behov

*"Informationsteknologin (IT) ska kunna utnyttjas överallt och av alla, inte bara av de särskilt kunniga. Det här medför en betydande omställning av arbetsformer och livsmönster. Den nya teknologin skall vidare utnyttjas för informations- och kunskapssökning, för utbildning, för konst och vetenskap, för företagande och samhällsservice. IT skall höja kvaliteten inom fler områden än underhållning, film och spel. Den svenska kulturens och det svenska språkets ställning skall i denna informationsprocess värnas särskilt."*

(ur IT-kommissionens "Vingar åt människans förmåga")

Ovanstående intention medför att de svenska kompetens- och kunskapsmiljöerna, t.ex. de olika utbildningsinstitutionerna måste vara internationellt attraktiva och dynamiska. Det är därigenom som fler och mer utvecklingsbara arbeten kan skapas. Ett brett utnyttjande av IT är en förutsättning inte bara för att dagens uppgifter skall

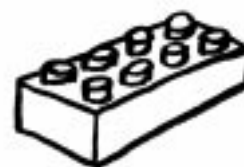


kunna skötas bättre, utan också – och framför allt – för att skapa möjligheter för nya typer av verksamhet. Utvecklingen går från centralt styrda hierarkier mot decentraliserade nätverk. Utvecklingen går alltså från snäva arbetsområden till tvärvetenskapliga samarbeten där bl a de konstnärliga ämnena kommer att ha en betydande roll. Detta medför ett förändrat ställningstagande i såväl skola som samhälle. Att ge största möjliga spelrum åt den kraft som ligger i människans vilja till utveckling och problemlösning blir därför en av den nya tidens viktigaste uppgifter.

För att det nödvändiga lärandet skall komma till stånd måste incitamenten och drivkrafterna för att tillägna sig, utnyttja och utveckla kunskap fungera väl för varje enskild människa. Engagemang och intresse från alla är en förutsättning för framgång. De individuella kunskapernas och den personliga kompetensens ökade betydelse medför att utbildningsväsendet – från skolan till universiteten – måste fylla en annan och mer central roll än tidigare.

### Skolans förändring

Det handlar om att forma en utbildningsmiljö där den studerande tar ett större ansvar för sina studier genom att kritiskt granska, ta ställning till och göra medvetna val bland olika utbildningsalternativ. En sådan tyngdpunktsförskjutning förutsätter en reformerad utbildning där kurser, under vissa bestämda villkor, kan kombineras till examen men på ett betydligt mer flexibelt och friare sätt än idag. Vi skulle kunna jämföra med ett legobygge, som möjliggör uppbyggnad, omgruppering, och påbyggnad av kunskap. Kanske också nedmontering av förlegad kunskap. Detta medför att ett mer nära samspel måste råda mellan högskola, skola och samhälle. Det handlar alltså om samverkan och samarbete. Det innebär att pedagoger i högre grad måste lära sig att samarbeta med kolleger – även inom andra kunskapsområden och nivåer – som har andra värderingar och utgångspunkter än de egna. Att kunna skifta perspektiv, sätta sig in i andra människors perspektiv blir därför det som utmärker framtidens pedagoger i deras professionella hållning.



Skolan bygger upp unga människors kunskaper, men också deras vanor och beteenden. Det nya sätt att ta till vara kunskaperna, som IT ytterst utgör, måste växa ur – och spridas vidare från – skolans miljö och arbetsformer. IT medverkar till en utveckling av nya undervisningsmetoder i skolan och på distans, i ungdomsutbildning likaväl som i det livslånga lärandet.

### Tvärvetenskap

Skolans ämnesuppdelning är, som vi ser det, konstlad och försvårar ofta elevernas engagemang. För att lärande verkligen skall aktivera eleverna i en djupare mening måste innehållet beröra deras livsvärld. Delkunskaper och delfärdigheter får sin roll och sitt värde först när man får insikt om i vilket större sammanhang de ingår. Detta gäller såväl i skola som på högskola och därför måste de unika, ofta tvärvetenskapliga kombinationerna, snarare än de på förhand fixerade yrkesutbildningarna, bli allt mer

betydelsefulla. Lärandet i personliga kombinationer ställer särskilda krav på utbildningssystemets anpassningsförmåga. Skolan måste präglas av mångfald och valfrihet för att medge den typ av lärande som nu behövs. Kurser och utbildningskombinationer måste kunna skräddarsys för personliga behov, oavsett bakgrund och ålder. Det måste finnas många och skiftande vägar genom utbildningssystemen, men också tillbaks till utbildningar för dem som måste komplettera eller förbättra sin kompetens. Det hela bygger på den, ska vi säga globala, förutsättningen att kommunikation mellan människor i form av konstnärliga och pedagogiska möten blir vanligare och att estetiska värden i tillvaron uppfattas som allt viktigare. Därför kommer människor med utbildningar som kombinerar konstnärligt, tekniskt och pedagogiskt kunnande att bli allt attraktivare på arbetsmarknaden.

### **Källkritik och samhällsetik**

Vilka etiska och moraliska system behövs i informationssamhället. Det är inte alls säkert att de är identiska med industrisamhällets. Här har skolan en mycket viktig uppgift att fylla. Med tanke på all den information vi idag har möjlighet att ta del av måste vi ha ett mycket mer kritiskt perspektiv till kunskapskällorna. De lärare vi idag utbildar måste förberedas för att de i hög grad kommer att arbeta med att kritiskt granska, bearbeta och förädla information. Dessutom ska lärarna kunna organisera lärandet så att även eleverna lär sig detta. Därför måste en ny typ av ämne komma in i utbildningen: källkritik och samhällsetik.

### **Forskning i laborativa miljöer**

Barn lär sig sin verklighet genom leken och experimenten, genom att ifrågasätta för att testa möjligheter. Vi glömmer väldigt tidigt i livet att vi lärt oss vår verklighet genom leken och provandet. De laborativa momenten i projektet blir utifrån detta resone-mang centrala.

### **Avslutningsvis**

Begreppet utbildningskvalitet är nära förknippat med pedagogikens eviga frågor om människans väsen, vad kunskap är, hur man tillägnar sig kunskap och vilken funktion utbildningen har i samhället. Dessa frågor är i grunden ideologiska och politiska och måste ständigt vara föremål för öppen debatt och dialog. Kvalitet handlar i detta perspektiv om att grundligt fundera över vilken slags skola vi vill ha, och vilka kunskaper och värderingar vi vill ska utmärka vårt samhälle i framtiden. För den enskilda individen handlar kvalitet i utbildning i hög grad, om upplevelsen av att jag kan någonting bra. Att lära sig navigera i mångfalden, hitta fram till sitt intresseområde, och förhoppningsvis, den egna genuina rösten. I denna process kommer framtidens skola, lärare och pedagoger att ha en central vägledningsuppgift.

Utifrån bl. a. ovanstående utgångspunkter togs en definition av projektet fram: ”Interaktiva läromedel som går utöver den traditionella lärobokens text och bilder, dels genom användning av ljud, musik och video, samt genom direktkoppling till laborationer och andra övningsuppgifter”.

Skolans mål enligt LPO –94 ger oss stöd i planeringen: (fritt tolkat)

- utveckla nyfikenhet, lust att lära
- utveckla egna lärmeter och åsikter
- odla självständighet och samarbete
- pröva antaganden och lösa problem
- reflektera över erfarenheter
- utvärdera eget lärande

Läroprocesserna i Kunskapens Trädgård skulle utifrån ovanstående kunna sammanfattas med:

- förutsätter att studenterna tar ansvar för sitt eget lärande
- äger rum i en forskande miljö, med problemlösning genom skapande och experimenterande verksamheter
- baseras på kommunikation och dialog i öppen miljö där många tankar möts och bekräftas
- innebär ett lärande i samspel med andra där man både lär sig att samarbeta och att dra nytta av andras idéer
- utgår ifrån problem studenterna själva finner värda att lösa
- bygger på att studenterna upptäcker samband och förstår helheter
- uppmuntrar till reflektion över det egna tänkandet och lärandet

### Från planering till handling, våren 1996

Nu började en process att mer exakt bestämma vilket ämnesinnehåll vi skulle arbeta med. Den diskussion som pågick inom projektet vid denna tid var centrerad kring möjligheterna att använda Jorge de Sousa Pires hypercard-baserade handbok i elektronik som utgångspunkt för att testa och utveckla olika multimediala former av ”pedagogiska förstärkningar”. Jorge var mycket entusiastisk om möjligheterna hos sådana ”tänkeverktyg” – en term han återkom till. Vi valde ut ett

exempel ur elektronik-handboken för att arbeta med. Det blev ”modem”, och vi tog som hemuppgift att fundera över olika multimediala beskrivningar av begreppet ”modem”. Kan man t.ex. beskriva hur ett modem fungerar med hjälp av musik? Svaret, som visades upp vid nästa möte var som alla förstår: Javisst kan man det.

Intresserade studenter från de olika institutionerna togs vid denna tidpunkt med i arbetet. Studenterna var Kristina Åsvärn Konstfack, Klara Desser-Hansson Konstfack, Mattias Algotsson KMH, Rikard Linde KTH och Katarina Skantz SISU.

Samtidigt började ämnesvalet klarna och vi kom fram till att läromedelsprojektets inledande ämnesområden skulle bli matematik och musik. Den första tanken var att framställa ett läromedel som skulle visa på vissa samband men den största delen av dessa läromedel skulle vara självständiga. Eftersom ändå tyngdpunkten i det här projektet borde ligga på sambanden mellan ämnesområdena föreslogs det vid ett möte på KTH i mitten av maj att vi skulle fundera kring möjligheterna att slå ihop ämnena till ett gemensamt projekt i matematik och musik. Ambjörn fick i uppdrag att genomföra



en föreläsning som skulle visa på de historiska beröringspunkterna samt deras vidare idéhistoriska utveckling.

Föreläsningen hölls i slutet av maj 1996 och grundade sig på det översiktsdiagram som visas i bild 1. Föreläsningen kan sammanfattas som en idéhistorisk beskrivning av den västerländska kunskapens framväxt, med tonvikt på områdena matematik och musik. Efter detta var det inget tvivel om att det var ett gemensamt, ämnesövergripande material som skulle tas fram.

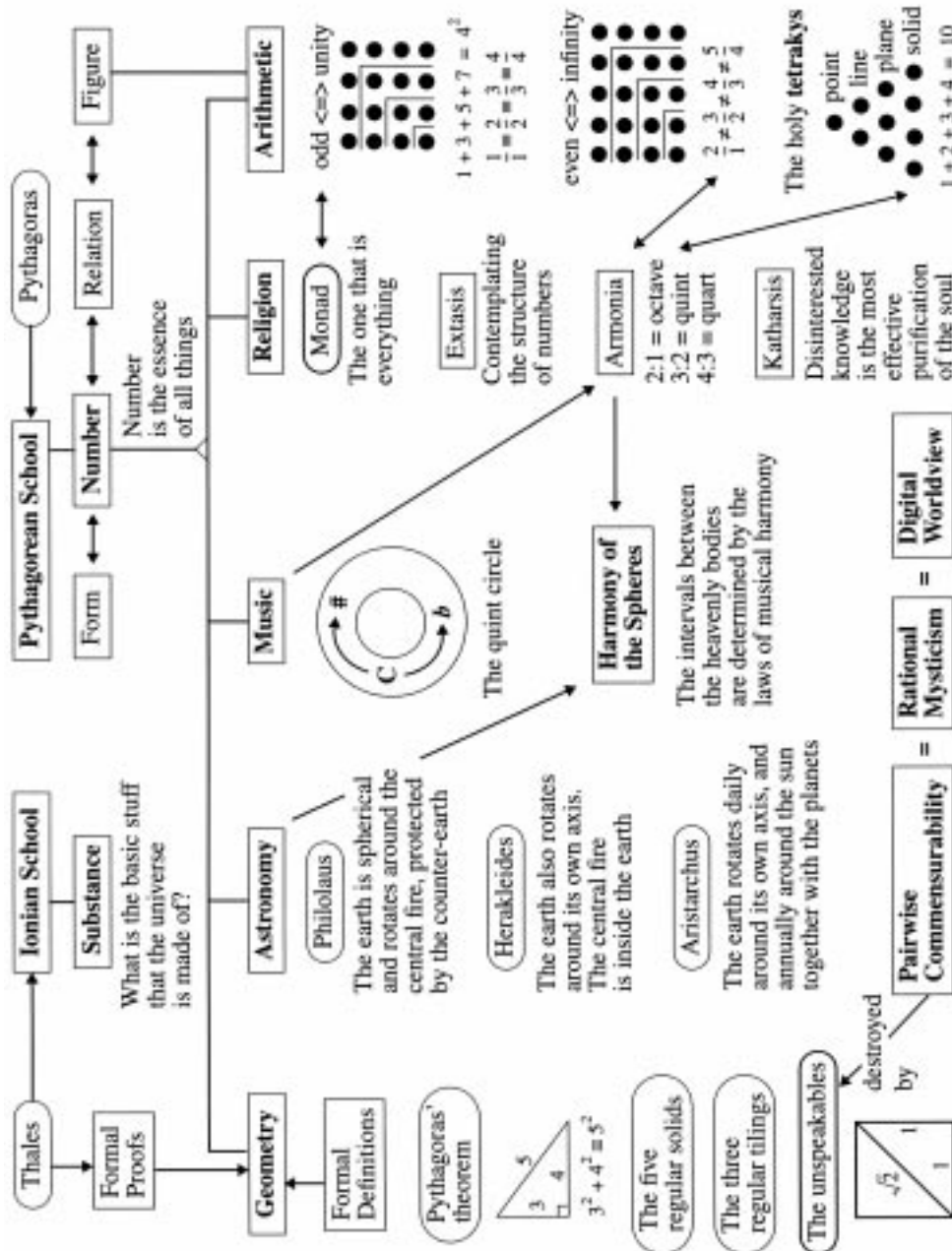
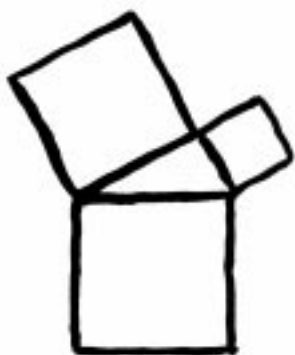


Bild 1. En idéhistorisk beskrivning av den västerländska kunskapens framväxt.



Efter denna föreläsning föddes begreppet Kunskapens Trädgård. De första tankarna byggde på att Kunskapens Trädgård skulle bli ett kunskaps-  
spel där man skulle starta i en gammal förfallen trädgård och försöka återställa kunskapens och visdomens "forna glans" med hjälp av den allvetande mystikern och matematikern Pythagoras.  
Begreppet Kunskapens Trädgård gav metaforerna ett antal nya och spännande dimensioner. Läraren som trädgårdsmästare, som odlare och vårdare av

framväxande kunskap ur det alltmer vildvuxna råmaterialet av information stämde väl överens med den framväxande nya pedagogiken.

Målsättningen blev att duka upp en sorts Kunskapens Smörgåsbord – anpassat till den övergång från "tvångsbaserad" inläring i riktning mot en intressebaserad inläring som måste bilda utgångspunkt i dagens och framtidens utbildningssystem<sup>1</sup>. Att individualisera utbildningsvägarna genom att anpassa läroplanerna till individen – i stället för tvärtom – är en verksamhet som präglar såväl företagsutbildning som olika former av intressebaserade studiecirkel och detta är ju en av grundtankarna i Kunskapens Trädgård.

I mitten av Juni -96 drog det ihop sig till ett viktigt möte på Apple. Arbetsgruppen hade under de senaste veckorna diskuterat olika möjligheter till projektuppläggning men egentligen hade man nog bara vidgat ramarna. Nu måste det bestämmas vilken väg som skulle följas och på vilken nivå projektet skulle genomföras. Efter ett något turbulent möte och en del missuppfattningar bottnade vi i den idé och de syften som idag ligger till grund för projektet.

# Arbetsätt

## Tidsplan

Projektets tidsramar växte fram under arbetets gång. Redovisningar och presentationer av arbetet genomfördes löpande under processen. Några hållpunkter utkristalliserades dock:



juni 96      september 96      december 96      april 97      juni 97

Projektet startade på försommaren 1996. Delredovisningar planerades till september 1996, december 1996 och april 1997. Första delen av projektet avslutades i juni 1997. Kunskapens Trädgård presenteras och dokumenteras i en CID-rapport i augusti 1997. För att åskådliggöra prototypens utformning och ge en försmak av innehållet finns som komplement till rapporten även en kort presentationsfilm på projektets webbsida, <<http://www.nada.kth.se/cid/>>.

Projektet Kunskapens Trädgård kommer att fortsätta under hösten 1997. Arbetet kommer att starta på nytt i slutet av september 1997 då hela projektgruppen tillsammans med nya medlemmar gemensamt genomför ett par avsparksdagar.

Arbetsprocessen kommer att förändras genom de erfarenheter vi gjort under den första fasen av projektet. Projektgruppen kommer sannolikt att delas upp i flera mindre arbetsgrupper som kommer att arbeta med mer avgränsade uppgifter under en mer begränsad tid.

## Projektarbete

Arbetet med Kunskapens Trädgård har präglats av omfattande diskussioner och noggranna analyser. Arbetsättet har varit givande och kreativt men även mycket krävande.

Processen har gått från en idéfas in i en konkretiseringsfas. Idéerna har utvecklats, visualiserats, diskuterats och reviderats flera gånger. Det har varit en mycket vital process där vi alla tagit en mycket aktiv del av det skapande arbetet. Alla i projektgruppen har haft möjlighet att påverka med åsikter om pedagogik, form, struktur, ämnesval. etc.

En svårighet som vi stött på är vikten av att alla i projektgruppen har en förståelse för de ämnen som behandlas i programmet. I projektet Kunskapens Trädgård har vi haft ämnesansvariga inom matematik och musik. Dessa personer har varit fullt ansvariga för sakinnehållet i programmet och övriga gruppdeltagares åsikter har varit av mer lekmanmässig karaktär.



Avsaknaden av ett konkret mål har gett utrymme för frihet men även bidragit till att en del arbete gjorts i onödan. Kanske hade en mer traditionell projektorganisation förbättrat förutsättningarna för ett gott resultat, men sannolikt hade inte mötena givit samma kreativa resultat eller den mersmak vi har upplevt.



Arbetet med Kunskapens Trädgård har hela tiden varit en strid mellan vision och verklighet, mellan den bakomliggande, övergripande pedagogiska och samhällsteoretiska ideologin och den mer vardagsnära processen att skapa en välfungerande multimedia-prototyp. Vi har nog alla lockats mycket av de levande diskussionerna och de timplånga debatterna under våra ”rundabordsmöten”, och verklighetens krav på produkt och resultat har många gånger känts avlägset.

Rundabordsamtalen där alla deltar har varit en stor och mycket viktig del i den kreativa arbetsprocessen. Runt bordet har vi ”brainstormat” fram idéer och lösningar på dilemman som vi stött på inom hela projektet vad gäller programmets utformning och innehåll. Men där har vi även tagit upp eventuella problem i själva projektet vad gäller relationer eller yttre praktiska omständigheter. Vid bordet har vi delat med oss av våra respektive erfarenheter och funderingar. Vi har fört en öppen dialog under hela arbetets gång.

## Designprocessen

Designens uppgift är att visualisera och gestalta de funktioner som ingår i prototypen Kunskapens Trädgård. Ett funktionellt och tilltalande utseende är en nödvändighet för att möjliggöra kommunikation mellan användare och innehåll.

En traditionell designprocess kan liknas vid en steg-för-steg-metod (analys, idé, skiss, konkretisering), där en fas avslutas innan nästa påbörjas. Detta arbetssätt har aldrig varit aktuellt under det här arbetet eftersom steg-för-steg-metoden förutsätter ett väldefinierat mål. Istället har vi funnit det nödvändigt att arbeta parallellt med prototypens övergripande utseende och utformandet av detaljfunktioner. Alltså helhet och detalj samtidigt.

Detta har gjort det möjligt att testa lösningar på användare och därmed få viktig respons. Fruktbara frågeställningar om metodik har därmed uppkommit, vilket i sin tur skapat nya idéer. Därmed har ibland tidigare lösningar blivit överflödiga. T.ex. så utgick vi en period från att allt skulle rymmas på en enda karta/rullmeny. Idén var att användaren skulle få överblick, hitta enkelt, men också lätt stöta på oväntad information. Vi provade olika lösningar för att gestalta detta. Det gick dock inte att finna en

tillräckligt funktionell lösning. Alltså fick vi omvärdera och utarbeta en annan navigeringsmetodik.

Valet av arbetsmetod skulle kunna tolkas som: ”De vet inte vad de är ute efter” (vilket delvis är en adekvat beskrivning när uppdraget är att skapa något nytt, aldrig tidigare skådat) medan vi bestämt hävdar att detta är förutsättningen för ett öppet och undersökande förhållningssätt. Vilket i sin tur är nödvändigt i en kreativ skapelseprocess!

## Arbetstid

Deltagarna har alla arbetat varierande mycket, 20–100%, och de flesta har haft en annan huvudsaklig syssla. Det har gjort det svårt för gruppen att träffas och arbeta tillsammans. Under det sista halvåret har mötena dock kunnat hållas på samma tid varje vecka, vilket underlättat planeringen. Kontinuiteten bidrar till att skapa struktur i arbetet och det driver processen framåt även om alla möten inte tillför något till den slutgiltiga prototypen. Det är viktigt för alla gruppdeltagare att ha fasta mötestider att hänga upp arbetet kring. Det resulterar i ett effektivare arbete.

## Praktiska svårigheter och lösningar

För de som arbetat minst i projektet har det varit knappt om tid att arbeta på egen hand mellan mötena. En viss brist på datorutrustning har gjort att några hänvisats till arbeta på annan plats, vilket minskat antalet spontana möten, diskussioner och kommentarer. Allt gemensamt arbete har skett i CIDs lokaler. Tidvis har också några i gruppen haft problem med sin e-post.



Det mesta av arbetet har utförts på CIDs Torg. Torget är ett relativt öppet, stort rum med knappt tio datorarbetsplatser som ligger i direkt anslutning till CIDs seminarierum. Där är det lätt att bolla idéer och få hjälp från de andra som arbetar samtidigt. Men ibland har det varit svårt att koncentrera sig för att det varit så många människor där. Det gäller främst vid seminarier då alla kommer ut på Torget vid rast. Samtidigt har dessa tillfällen blivit en möjlighet att demonstrera och diskutera

Kunskapens Trädgård med en mängd olika människor som gett respons och intressanta synpunkter. Detta har även spritt informationen om Kunskapens Trädgård.

Idealet vore att kunna välja att arbeta även på en avskild arbetsplats.

Förutom att det tidvis rått viss brist på datorer, har den befintliga utrustningen inte heller alltid fungerat. Felen är de vanliga; problem med utskrift, bildläsare urkopplade, brist på viss programvara. Dessutom var det i början krångligt att koppla in de stora presentationsskärmarna. CIDs utrustning är inte anpassad för grafisk produktion, och det som är tydligast är väl bristen på bildläsare, stora lagringsmedia, stora skärmar och snabbt nätverk.



# Prototyperna

## Innehåll

Under projektperioden hinner man naturligtvis inte att skapa ett program som innehåller all världens kunskap. Därför har vi begränsat oss till att utveckla ämnesområdena musik och matematik. De områden valdes för att kunskap inom dessa discipliner fanns inom projektgruppen.

Programmet ska givetvis locka till att lära sig mera inom något intresseområde, men det ska även ge användaren möjlighet att se hur ämnesområden och fenomen är relaterade. Att skaffa sig kunskap ska göras roligare och begripligare t. ex. genom att visa hur matematiska relationer återkommer i musik.

Innehållet presenteras på flera plan, både lättillgängligt, och djupare med referenser till världen utanför för att uppmuntra egna initiativ av kunskapsökande. Interaktiva experiment belyser ämnen och relationer mellan dem. Som exempel kan nämnas Mactapet, ett program i vilket användare kan rita egna tapetmönster. Man laborerar alltså egentligen med de 17 olika tvådimensionella euklidiska symmetrierna.

Prototypens innehåll är centrerat kring fenomenet symmetri. Detta är ett område som kopplar ihop matematik med musik, konst, dans och fysik. Valet av symmetri har efterhand blivit givet och vi börjar nog alla att märka ämnets kopplingar till företeelser långt utanför vårt läromedels ramar.

Att matematik har en stark koppling till symmetri behöver knappast påpekas. I musiken återfinns vi symmetriska system hos en mängd kompositörer. Den kanske mest kände är Johann Sebastian Bach vars berömda fugor ofta är en (symmetrisk) lek med bokstäver, ord och toner. ”Symmetrisk konst” har funnits i många kulturer. Maorifolken gjorde symmetriska mönster på sina båtar. På slottet Alhambra i Spanien finns de 17 olika tapetmönstren medvetet utnyttjade för att dekorera interiören.

## Begreppsmässig struktur hos Kunskapens Trädgård

Den ständiga kampen för att klassificera och strukturera kunskap är en ”huvudvärksamhet” för det mänskliga intellektet. Studiet av hur detta går till brukar benämnas epistemologi.

Den begreppsmässiga (= epistemologiska) struktur som ligger till grund för Kunskapens Trädgård kallas Kunskapens Mångfald (Knowledge Manifold) och finns utförligt beskriven i en separat rapport<sup>1</sup>. Kunskapens Trädgård är en modell av Kunskapens Mångfald – ett exempel som ger innehåll åt några av de syntaktiska mönster som kännetecknar denna. Här följer en översättning av kapitlet som heter The Epistemological Structure of the Garden of Knowledge.

Det mest grundläggande mönstret är att verkligheten betraktas som bestående av ett antal fakta, som kan vara av typ fenomen, begrepp eller verktyg.

Med ett fenomen menas en grupp sinnesförmåelser som utgör en avgränsad del av verkligheten. Ett fenomen representerar grupperingar av upplevelser som är starkt kopplade till varandra, dvs uppträder tillsammans. Ljus, ljud, värme och elektricitet är exempel på fysikaliska fenomen.

I Kunskapens Trädgård betraktas all form av objektiv kunskap såsom uppkommen ur ett antal inblandade subjektiva kunskaper genom olika former av mer eller mindre avancerad kalibreringsverksamhet. Denna subjektivt baserade kunskapssyn avspeglar sig i definitionen av begreppet ”begrepp” (= idé)

*Definition: En idé (= ett begrepp) är en representation av en upplevelse.*

Detta är en totalt anti-Platonsk definition av begreppet idé. Platons idéer är eviga och oföränderliga ”grundstrukturer”, medan idéerna här är subjektivt baserade och sprungna ur individens behov av att representera sina egna upplevelser.

Begrepp är alltså subjektivt baserade abstrakta konstruktioner. De förekommer i två olika grundformer, inåt (mentalt) respektive utåt (medialt) uttryckta. De mediala begreppen är kommunicerbara, och förekommer i sin tur i olika former, huvudsakligen text-, bild-, ljud- eller rörelse- baserade. Olika ”digitala blandningar” av dessa brukar ju vanligen benämnas multimedia.

Begreppens uppgift är att ge struktur åt den mångfald av fenomen som vi upplever. Denna begreppsbase strukturerar bidrar till att göra fenomenen och deras relationer mera överskådliga, begripliga och beskrivliga för oss. Begreppen gör fenomenen ”sägbara” för det mänskliga intellektet i Wittgensteins mening.

Relationer mellan fenomen och begrepp representeras av olika verktyg. Med hjälp av ett aktivt verktyg kan man utföra experiment av olika slag, medan ett passivt verktyg förmedlar information genom olika typer av media, som t.ex. bild, ljud eller text.

Vårt medvetande upplever fenomen, skapar begrepp och använder verktyg. Fenomenen är kopplade direkt till upplevelserna, begreppen är kopplade till medvetandets försök att beskriva och tolka dessa och verktygen är kopplade till de experiment som medvetandet utför i detta syfte.

Att skaffa sig kunskap handlar om att bygga upp goda (= ändamålsenliga) beskrivningar av olika fenomen. I detta syfte bildar vi begrepp, som vi sedan kombinerar och relaterar till varandra. Vi beskriver till exempel fenomenet ljus med hjälp av begrepp som tid, rörelse, energi, partikel, våg, foton eller färg. Begreppens styrka ligger i användbarheten hos de beskrivningar som de kan generera. I botten av varje sådan beskrivning = teori = förklaringsmodell finns ett antal basbegrepp, vilka inte kan förklaras av teorin själv, men som används inom teorin för att förklara andra begrepp med. Så kan t.ex. fysiken inte förklara begrepp som kraft, massa eller energi, lika lite som t.ex. geometrin kan förklara begrepp som punkt, linje eller plan. Beskrivningar som t.ex. ”två punkter bestämmer en linje” och ”två linjer bestämmer en punkt” säger ju ingenting om begreppet punkt eller begreppet linje i sig självt. Här ser vi ett tydligt exempel på vad som kunde kallas ”Wittgensteins osägbarhetsprincip”: Basbegreppen i en teori markerar dess gräns mot det osägbara. Endast relationerna mellan en teoris basbegrepp kan uttryckas i dess formella språk.

Det förtjänar att betonas att den kunskap som presenteras i Kunskapens Trädgård är subjektiv – d.v.s. baserad på ett subjekt (någon tycker på det sättet). Det är därför vi talar om kunskapsstäppor – där varje trädgårdsmästare är herre på sin egen täppa – och

därmed personligen ansvarig för den information som presenteras där. Sådana kunskapstäppor bildar tillsammans en sorts Kunskapens Koloniträdgård, där varje trädgårdsmästare representerar en subjektiv kunskapsbit, en del av den kollektiva kunskapsmosaik som karaktäriserar begreppet Kunskapens Mångfald.

## Musiken i Kunskapens Trädgård

### En Bakgrund

Musiken i Kunskapens Trädgård var i detta första skede tänkt att representeras av ett antal nedslag i olika epoker i den västerländska konstmusikens historia. Musik som på olika sätt gestaltar eller tar sin utgångspunkt i grundläggande matematiska eller geometriska begrepp. Innehållet skulle utformas som översiktliga presentationer och laborationsmiljöer, länkade till anknytande material som framställs inom det pedagogiska utvecklingsarbetet vid bl. a. Kungliga Musikhögskolan i Stockholm.

Utgångspunkten för resonemanget i det tidiga arbetet utgick från Pythagoros, hans tid och tänkande. Vi tänkte oss en trädgård som låg mot havet där man skulle se jord, hav och himmel. Man skulle kunna byta mellan dag och nattmiljö. I trädgården såg man en ruin av ett grekiskt tempel, plattor som bildade olika mönster, en pyramid byggd på kanonkulator, en mur som rasat till hälften och en lyra som symboliserade musiken. Här följer en kort beskrivning av hur musiken i detta skede var tänkt att representeras under de olika symbolerna i bilden.



*Bild 3, Pythagoras.*

**Lyran:** Om man valde lyran skulle man få information kring instrumenten, den pythagoreiska stämningen och dess matematiska förhållande. Man skulle i laborativa miljöer kunna stämma olika typer av monokord och lyror samt spela och komponera

med olikstämda skalor. Vidare skulle man kunna få fram allmän information om tidsperiod och kultur.

Med hjälp av en "tidsmaskin" skulle man kunna förflytta sig i tiden och komma fram till Fourierserien och synthens uppbyggnad. I en laborativ miljö skulle man kunna bygga sina egna musikinstrument genom att arbeta med deltonernas styrkeförhållande. För dessa egenbyggda instrument komponerar man egen musik med utgångspunkt i det tonmaterial man tagit fram med sina olikstämda skalor eller utifrån Fouriers serie. Ett kompositionsprogram som tar utgångspunkt i Fourierserien har utarbetats av Per Lindgren, lektor i komposition vid KMH och delar av detta skulle kunna omarbetas och användas i Kunskapens Trädgård.

**Plattorna:** Plattorna var utgångspunkten till geometriingången och programmet Mactapet. Programmet används laborativt för att utifrån en grundfigur kunna vrida, spegla och förflytta mönster. Kopplingen till musik blev tolvtonsmusik och framförallt minimalistisk musik. Här finns en intressant möjlighet att ta fram en laborativ miljö för analys och skapande av minimalistisk musik. Andra möjliga kopplingar finns till fuga och kanon, något som ju tagits upp i den version av Kunskapens Trädgård vi nu arbetar med. En koppling som också diskuterades var afrikansk musik och dess komplexa rytmiska mönster.

**Kulorna:** Kulorna skulle symbolisera toner och talserier. De skulle också kunna användas för grundläggande formuppbyggnad på t.ex. det sätt som många tonsättare använt sig av fibonacciserien. Den direkta och enklaste idén var att använda kulorna som symboler för olika toner som bildar intervall vilket tillsammans ger ackord. Man skulle i en laborativ miljö kunna bygga skulpturer och mönster i trädgården som musikaliskt skulle klinga i form av ackord och melodier.

**Muren:** Den raserade muren skulle symbolisera rytm och takt. Med hjälp av murens olika långa stenar skulle man kunna lära sig hur tonlängder och rytmer fungerar. De olika längderna skulle alltså symbolisera olika rytmiska tidslängder som när man sätter samman dem ger rytmiska förlopp. På detta sätt kan man bygga en musikalisk mur som skulle kunna bli en komposition för t.ex. slagverksinstrument. Om stenarna inte passade i de längder som finns tillgängliga fick man "mäta ut" nya längder, rytmer ur stenblock som finns tillgängliga. Talserier kopplas så att de ger rytmiska förlopp.

Till ovanstående ingångar skulle ett idéhistoriskt perspektiv fogas. Här skulle man kunna följa den idéhistoriska utvecklingen och den musik- och matematikhistoriska utvecklingen. Man skulle kunna läsa om tonsättare och lyssna till musikexempel från den tid man befinner sig i. Här finns också information om notskriftens, instrumentens och musikteoris utveckling mm

Vad har vi då tagit med oss av ovanstående i den version vi idag arbetar med? En kort beskrivning av det som idag är under utveckling kan se ut så här:

I Kunskapens Trädgård får vi vara med när Pythagoras delar in svängande stränglängder i enkla proportioner som motsvarar konsonanta, harmoniska intervall. Därur skapas sedan olika former av skalor och tempereringar. Vidare får vi undersöka hur senmedeltidens motetter byggs upp enligt matematiska principer, som dessutom direkt speglar proportionerna i den samtida kyrkoarkitekturen och korografier i samtida hov-

danser. Vi får uppleva och utforska hur Johann Sebastian Bach på 1700-talet utnyttjar symmetribegrepp som verktyg i uppbyggnaden av kanonsatser och fugor, och får själva laborera med detta i en "fugaverkstad". Senare under samma sekel låter oss Mozart, med tärningen som slumpgenerator, konstruera kontradanser ur ett antal färdiga moduler. Under 1900-talets första hälft ser vi åter hur klassiska symmetrier och matematiska proportioner fungerar som strukturell ryggrad i Anton Weberns seriellt uppbyggda konstmusik - medan vi i sällskap med samtida musiker och tonsättare under 1990-talet får undersöka minimalismens upprepningar och förskjutningar, liksom hur ljudbilder och klingande förlopp genereras ur fraktaler.

Vad gäller framtiden så ska vi under det närmaste halvåret ska vi koncentrera oss på att göra klart några av ovanstående delar. Vi ska också ta itu med några av de grundläggande idéerna från Pythagaros plattor. Även en mer forskningsinriktad del om ljudet och musikens roll och möjlighet i (ljud)design och som ett stöd och hjälpmedel för navigation är aktuell. Specialmusik kommer att komponeras för att testa hur olika typer av musik fungerar till samma ändamål. Här ser vi starka kopplingar till och möjligheter i att arbeta i de interaktiva 3D-världarna som byggs på Internet. Kanske kommer Kunskapens Trädgård så småningom att utgöra innehållet i en kunskapsvärld på nätet.

## De olika versionerna

### Utvecklingen av struktur, navigering och grafisk form

Det har gjorts flera olika förslag på formgivning varefter manuset utarbetats och förändrats. De olika förslagen försökte alla strukturera den stora informationsmängden på olika sätt. Den första bilden som gjordes kallades för Kunskapens Djungel på grund av det minst sagt snåriga manuset (bild 4).

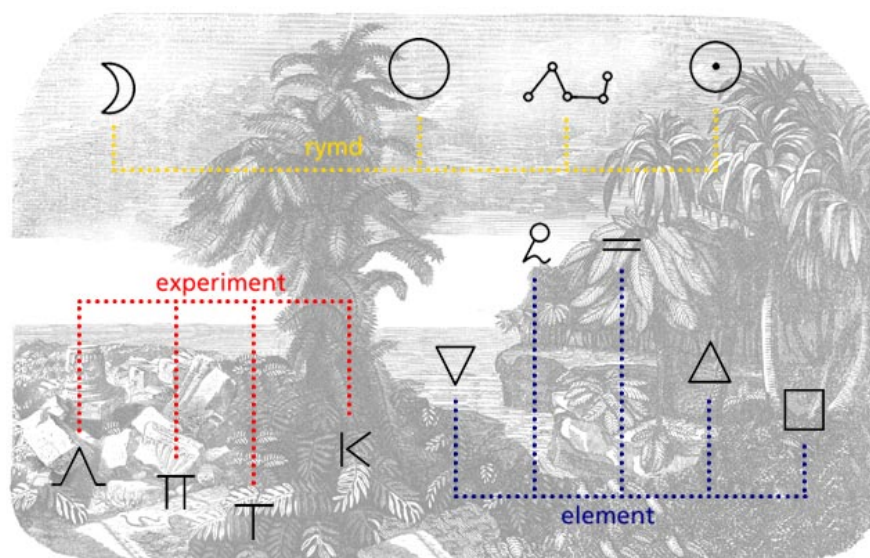


Bild 4. "Kunskapens Djungel"

## Första versionen (sommaren 1996)

Under sommaren 1996 var arbetet fokuserat på att färdigställa en presentation av idéerna till invigningen av CID. Det presenterades flera olika versioner av trädgården och gjordes både trädgårds- och djungelbilder. Pythagoras var den centrala gestalten och det fanns en rik representation av idéhistoriska kopplingar. Han var en föregångare inom både matematik och musik.

Vidare gjordes under sommaren ett antal olika förslag på menyer och innehållssidor.

Resultatet blev en prototyp som centrerades kring Pythagoras och innehållet var en presentation av några av hans idéer. Prototypen fick dock inte det grafiska utseende som hade jobbat fram. Det blev en textversion som sattes ihop strax innan invigningen. Denna prototyp var ljudlös.

Den första versionen är i huvudsak en textbaserad prototyp. Den har en huvudsida där användaren klickar på olika symboler för att komma in de olika ämnesområden. Ämnena beskrivs sedan i text och bild och innehåller länkar vidare. Uttryck, navigering och struktur har boken som förlaga. D.v.s. användarna "bläddrar" mellan "sidor" och läser text. Med andra ord så utnyttjades inte datorns fulla kapacitet.

I denna första version bereds användaren möjlighet att välja vetenskapsperspektiv genom två olika systemtillstånd, vetenskapligt eller andligt. Det vetenskapliga tillståndet behandlar ämnet enligt accepterade och bevisade vetenskapliga rön medan det andliga tillståndet behandlar aspekter som belyser mer icketraditionella vetenskapsidéer t ex astronomi eller astrologi. Den första versionen innehåller även några idéer till laborationer, t.ex. monokordet (en ensträngad harpa) och Mactapet.

I den första versionen delades materialet upp i huvuddelarna element, rymd och experiment. Under t.ex. element skulle man kunna klicka på symboler för de olika elementen. Vi valde att inte skriva ut vad varje del handlade om utan att i stället använda symboler för att väcka nyfikenheten. När man åkte över elementsymbolen med markören var det tänkt att en liten film skulle komma upp. Det skulle alltså komma upp små filmer över jord, vatten, luft, eld och vakuum. Som bakgrund användes ett gammalt kopparstick som vi ändrade. Färgskalan hölls lätt och ljus. Eftersom vi arbetade i två dimensioner ville vi inte göra en naturalistisk trädgård, vilket ledde till en mer abstrakt form. På grund av att ämnet som behandlades var så "gammalt" tyckte vi att det passade att använda gamla kopparstick och träsnitt. Typsnittet vi använde i början var Frutiger.

Den andra versionen vi gjorde var ett försök att förenkla (bild 5). De fyra laborationerna visades med både ord och bild. Dessutom lade vi in element, rymd och hjälp. Vi använde fortfarande gamla grafiska bilder. Formen var lite "modernare". Något gammalt och någonting nytt. Längst ner på bilden beslutade vi att lägga in en rad med hjälpfunktioner.

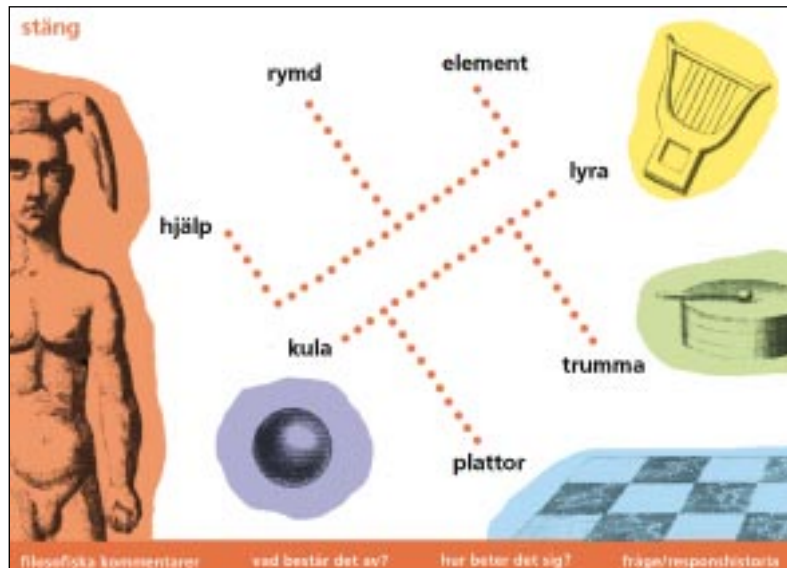


Bild 5. Nedtill finns hjälpfunktioner.

## Luciademo

I den tredje versionen som presenterades i december 1996 utnyttjades mer ljud och bild och möjligheten att simulera interaktivitet. Kunskapens Trädgård försöker utnyttja multimedia-verktygets fördelar och anpassa sig till dess begränsningar. En talad röst leder användaren igenom programmet. Detta bl.a. för att multimedieverktyget erbjuder bra ljud men att bildskärmarna för närvarande inte lämpar sig för läsning av längre texter, eftersom de fortfarande har relativt låg upplösning. Speakerrösten läser inte texten ur den första versionen utan utgår från ett nyskrivet manus. Självklart har man dock även tillgång till texten om man vill och har då möjlighet att skriva ut den eller se den på skärm.

Även strukturen är förändrad från de tidigare versionerna. Huvubilden är nu en symbolyta som man med hjälp av musen kan förflytta sig över. De enskilda symbolerna är inte meningsbärande utan mer kreativt stimulerade på temat natur och trädgård t.ex. blommor, träd och fåglar. Där är det tänkt att man skall kunna förflytta sig med hjälp av en slags hierarkisk struktur av abstraktioner och specialiseringar. I denna version har det nu också lagts till en del rörliga bilder och filmsekvenser. De två systemtillstånden andligt och vetenskapligt har i denna version hamnat i skymundan.

På "huvudmenyn" gjordes uppdelningen av materialet i fenomen; begrepp och element (bild 6). Det var mycket svårt att hitta på symboler/ikoner till de abstrakta ämnen som avhandlades. Så vi tog helt sonika en hand, en fot och ett öra som illustrationer. Där fanns också grundläggande frågor. De tre äpplena i grönt, rött och gult var tänkta att visa de tre olika tillstånd som programmet skulle kunna befinna sig i; materiellt, andligt eller slumpmässigt. Samma fråga skulle kunna ställas och besvaras på olika sätt beroende på i vilket tillstånd programmet befann sig. I det här stadiet av programmets utveckling användes engelska. Men senare återgick vi till svenskan eftersom vi tänker oss svenska användare, och att i en riktig version ska det vara möjligt att välja språk.

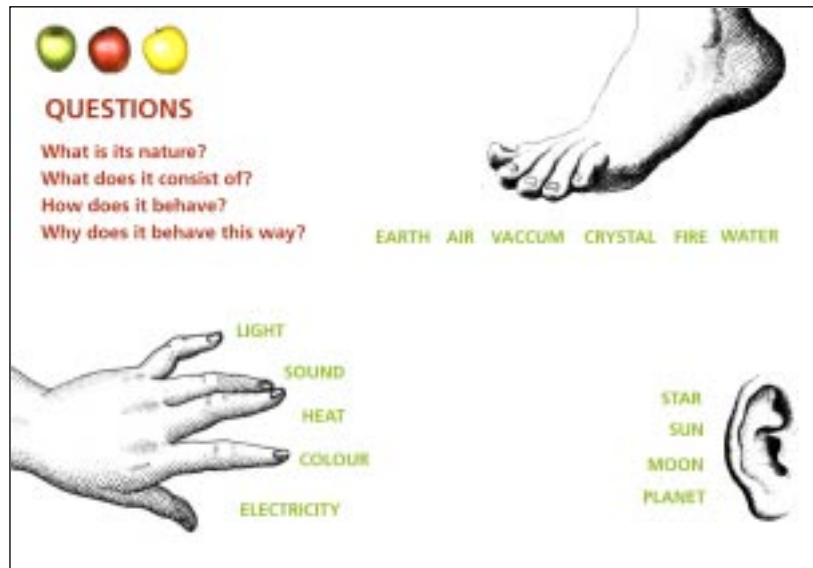


Bild 6



Bild 7.

Det fanns fortfarande kvar en rad längst ner med hjälpfunktioner. Där lade vi också in en pil med fyra riktningar (bild 7). Det började bli så många valmöjligheter så det behövdes något för att underlätta navigeringen. Vi tänkte att det skulle komma upp en rad med nya valmöjligheter uppåt och eventuellt också nedåt (bild 8). Programmet Alias använder något liknande, man gör en sekvens av musrörelser i olika riktningar för att välja kommando. Efter många och långa diskussioner och med inspiration från detta vidareutvecklade projektgruppen senare pilen som verktyg för att hitta rätt i kunskapsrymden.



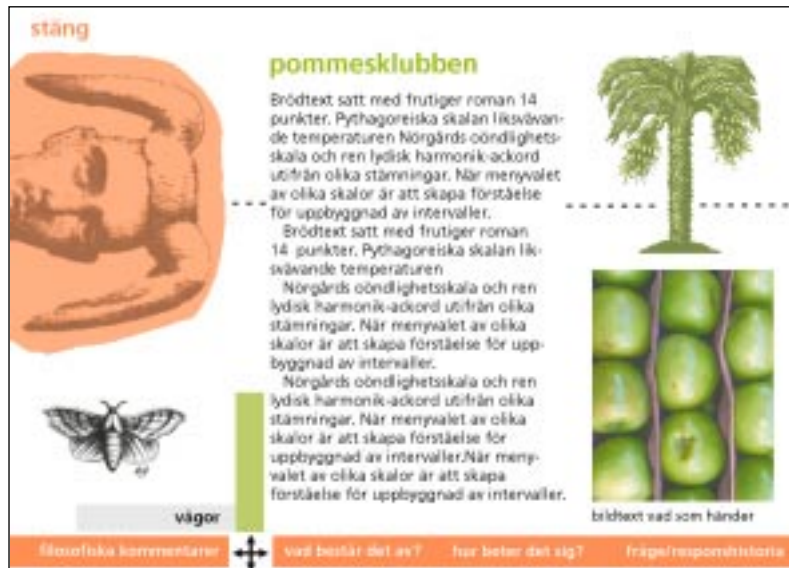


Bild 8.

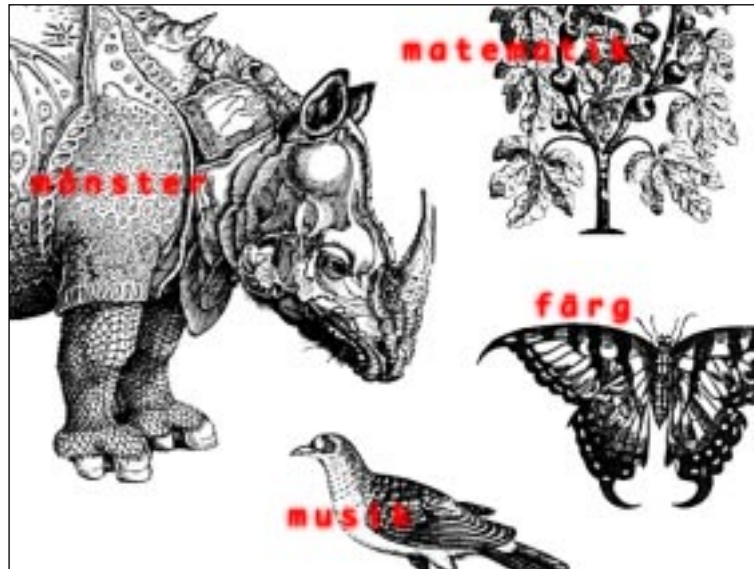


Bild 9. Meny som rullar fram över skärmen.

## Rullande meny

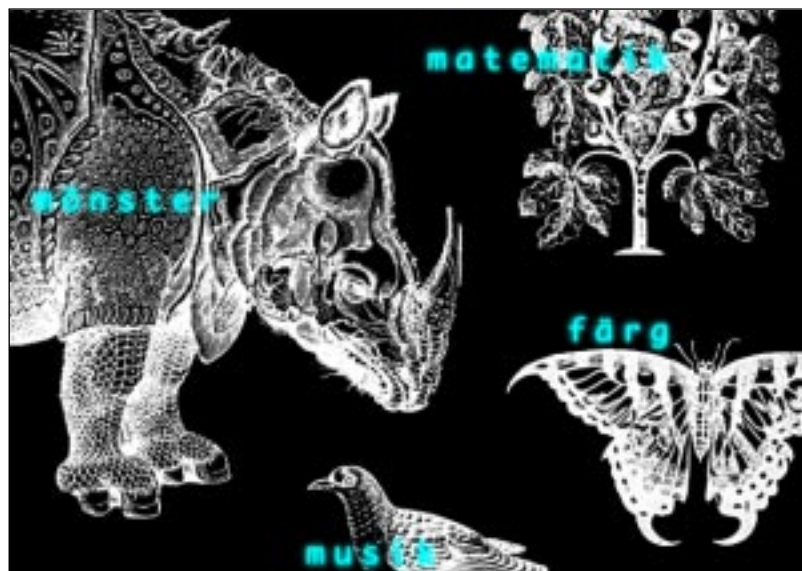
Nästa förslag blev ganska olikt de vi gjort tidigare. Vi bestämde att vi skulle ha en stor ”rullbild” där allt hela tiden befann sig på samma nivå (marken i täppan kan ses som en metafor). Där skulle finnas saker att välja/klicka på. Detta valdes delvis för att undvika alltför mycket ”bläddrande” bland sidor. Ett förslag på en rullbild utarbetades med olika växter och djur som i en trädgård (bild 9). Bilderna togs från gamla grafiska blad. Vi tyckte fortfarande att det passade med gamla bilder till ämnet. Det fanns också detaljer från träsnitt och kopparstick mest från runt femton- och sextonhundratalet.

Det var roligt att arbeta med delar av handgjorda bilder från femtonhundratalet och använda dem i ett collage i en dator i slutet av nittonhundratalet.



*Bild 10. En del av geometrimenyn i materiellt tillstånd.*

Det var tänkt att man skulle kunna klicka på de olika figurerna och på så sätt komma vidare i programmet (bild 10). Vid det här laget hade det slumpmässiga tillståndet som representerades av ett av de tre äpplena försvunnit. Kvar fanns det materiella tillståndet, där bakgrunden var vit, och det andliga, där bakgrunden var svart (bild 11). Färgerna inverterades. Det var också här tänkt att samma ämne skulle kunna ses från två olika aspekter; en materiell och en andlig.



*Bild 11. Meny i andligt tillstånd.*

När man hade valt ett ämne så skulle det komma upp som en diffuserande matt yta just där man befann sig för att täcka menyn och göra den till bakgrund till det som man valt. Där skulle man sedan kunna ha olika laborationer och så vidare. De olika valen lades på en rad längst ner och i de övre hörnen. De skulle komma upp först när man gled över dem med markören. Detta för att minimera det visuella bullret. Man

skulle kunna skifta mellan vitt – materiellt (bild 12) och svart – andligt (bild 13). Typsnittet var Monaco bearbetat med ludd. När man för ut markören mot kanten så åker man vidare i rullbilden och kan välja ett nytt ämne.

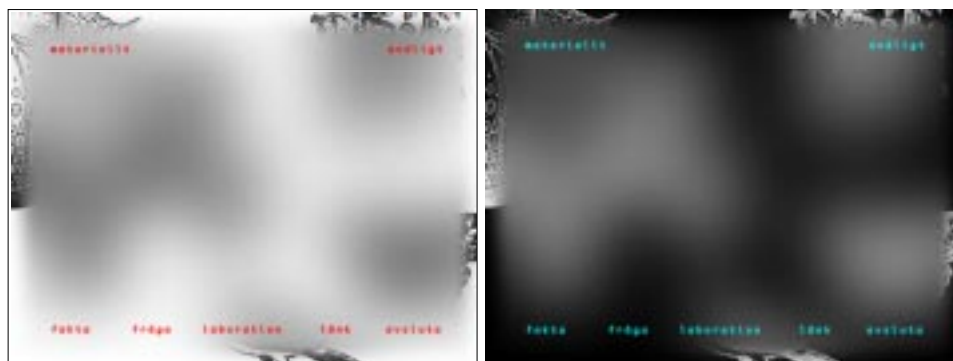


Bild 12 och 13. Växling mellan andligt och materiellt

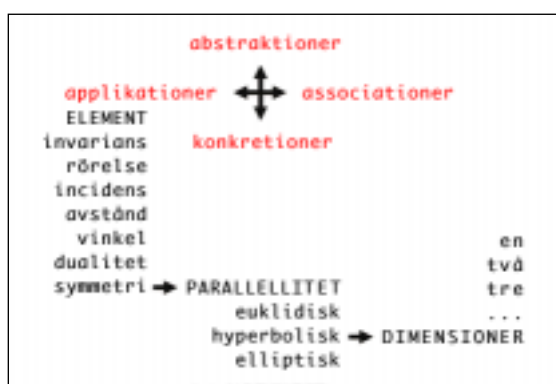


Bild 14. Navigering med musrörelser.

### Avancerad navigering

Navigeringen ändrades också. Pilen med fyra riktningar användes och det var tänkt att man skulle kunna få fram ett val bara med en rörelse eller gest (bild 14). Valen man skulle kunna göra delades in i abstraktioner, konkretiseringar, applikationer och associationer. De ändrades många gånger.

Vi valde att ha en karta över geometriområdet (bild 15). Det var svårt men roligt att försöka hitta ikoner som stod för de olika begreppen.

Användarstudier gjordes av denna version.

### Trädgården blev för trång

Om innehållet i programmet skulle kunna växa i den takt som vi fantiserade om, var trädgården helt enkelt för liten. Vi trodde inte att det gick att organisera alla val på en enda rullande meny. Då utarbetades en filosofikarta där man valde bland huvudämnena. Innehållet i själva trädgården skulle förändras beroende på detta val, men den rul-

lande bilden skulle vara den samma. Filosofikartan skulle ligga ”ovanför” trädgården. (se bild 16).

Detta blev ännu en klassisk ”darling” som måste bort. Och ur detta uppstod lösningen/metaforen med trädgårdstäppor. Det var rullmenyer/bilder som var individuellt utformade för varje ämne. Och där bilderna på menyerna visualiserade valen som kunde göras. Detta var också något som flera av försökspersonerna i användarstudien efterlyst.



Bild 15. Filosofikartan som användaren ser det. I bakgrunden trädgården suddig.

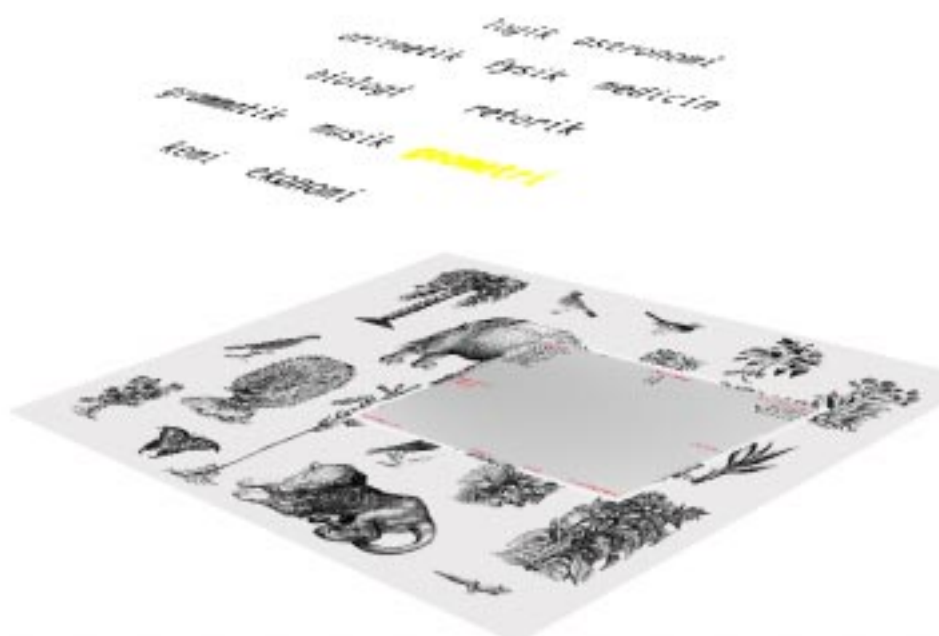


Bild 16. Samma som ovan men sett ur ”metaforens” perspektiv. När användaren valt t.ex. geometri så zoomas trädgården in så att användaren bar ser en mindre del av denna, här gråmankerad.



*Bild 17. Startbild.*

### **Täppan tar form**

I denna nuvarande version har en mycket viktig idé varit att försöka upprätthålla intrycket av "EN plats" för användaren. Här har vi övergivit "bokmetaforen" till förmån för "trädgårdstäppan".

Man kan titta runt i täppan. Den är begränsad till ytan, men tittar man noga på ett ställe så dyker mer upp; intressanta fördjupningar eller associationer.

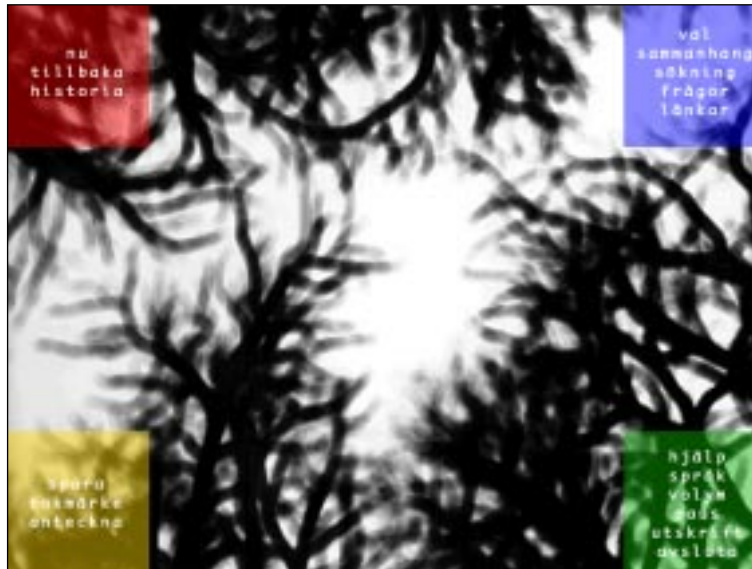
Man ska kunna strosa omkring utan att känna att man kan förlora sig i några hierarkier, eller känna sig tvungen att bläddra runt, runt för att kolla att man inget missat.

Vi övergav pilnavigeringen. Istället placerades valmöjligheterna i de fyra hörnen. Vi prövade att gruppera dem på olika sätt. Och gav dem olika färger för att underlätta för användaren att hitta. I det övre vänstra hörnet lades bl.a. val som har med navigering att göra. De flesta tycks uppleva att det är naturligt att "bakåt" är åt vänster på skärmen.

Användaren har ett eget hörn i det nedre vänstra. Där kan övningar sparas och han/hon kan välja att lägga bokmärken i programmet, för att enkelt kunna hitta tillbaka, eller kunna kommentera något.

I det blåa, övre högra hörnet lades bl.a. associationer, länkar. Det upplevs som framåt, vidare. Och slutligen så har det gröna hörnet en mängd inställningar för volym, språk. Där finns också bl.a. paus och avsluta.





*Bild 18. I de fyra hörnen finns menyer för navigation, egna arkiveringar, utflykter och inställningar.*

Kvadraterna ligger alltid som vinklar i hörnen för att påminna användaren om dess möjligheter. Ett foto av träd användes som bakgrund (bild 18) till första menyn.



*Bild 19. Filosofikartan i materiellt tillstånd.*

På trädfotot ligger också de första valen man kan göra. Den har vi kallat filosofikartan.

Ämnena finns även här i ett materiellt (bild 19), och ett andligt (bild 20) tillstånd. Under "väl" uppe i det högra blå hörnet ska man kunna välja ett av de båda tillstånden.



Bild 20. Filosofikartan i andligt tillstånd.

Det ord man markerar blir randigt. När man sedan väljer t.ex. "geometri" ska den kartan läggas ovanpå filosofikartan, så att en liten kant av filosofikartan syns. Detta är för att visa användaren att det bara är att klicka på kanten för att åter komma till filosofikartan för att kunna välja en annan kunskapstappa.

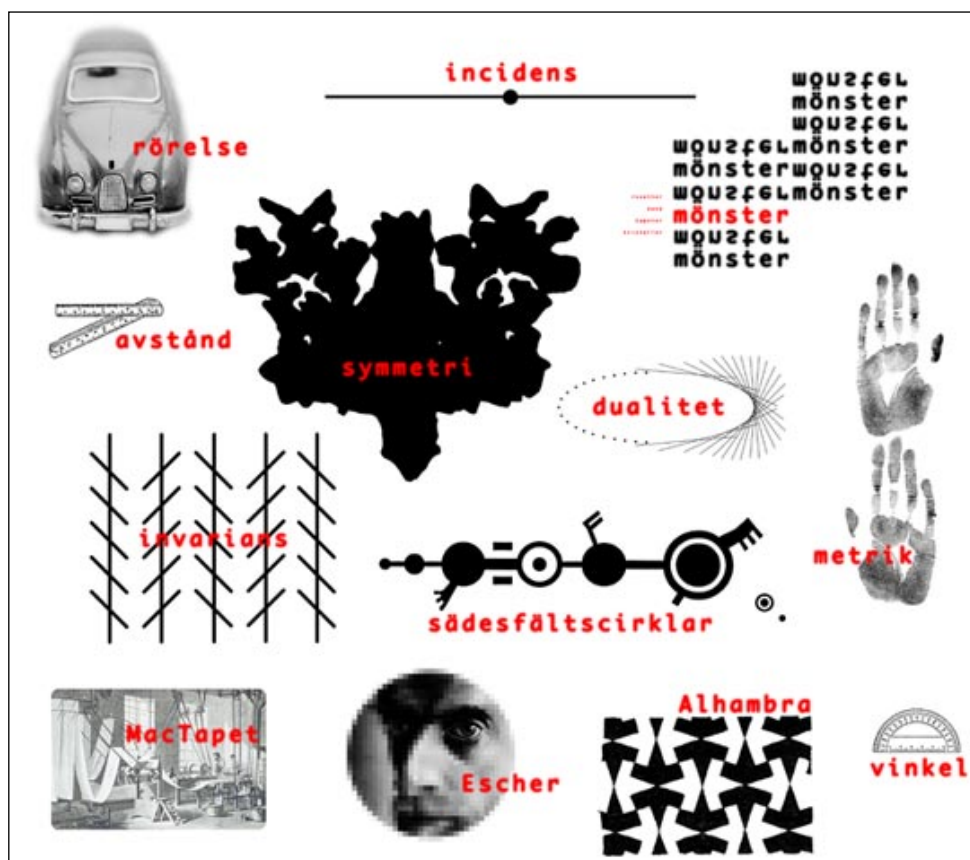


Bild 21. Hela geometrikartan med symboler/ikoner som anknyter till området/ämnet. Användaren ser en fjärdedel, men kan hela tiden rulla fram resten.

När man väljer musik ska man komma till en annan typ av karta (bild 22). Där ska årtalet i klockan kunna ändras och då ska de klickbara valen också förändras. Det ska poppa ut pilar från klockan åt båda håll och årtalet ska rulla fram (bild 23). Musikkartan har en annan färgskala och ett annat typsnitt, Garamond, för att den ska skilja sig mycket från geometrikartan. Den ska ju vara gjord av en annan trädgårdsmästare.



Bild 22. Musikkartan



Bild 23. Ändring av tid på musikkartan. Valen som visas är olika för olika årtal.

Det ska också gå att välja "process" för att man ska kunna se hur musiken skapas.

Man ska även kunna klicka på "verktyg" och få upp en verktygslåda (bild 20). Där ska de olika verktygen förändras beroende på var i musikhistorien man befinner sig. Kanske att de ska bli större eller mindre eller försvinna helt i en viss tid.





*Bild 24 Verktöylslådan som hör till musikområdet*

Fugaverkstden är en del av prototypen som är utvecklal av en grupp D-studenter vid KTH under en kurs, "Programutvecklingsprojekt", under våren 1997. Det är ett musikaliskt verktyg som möjliggör skapandet av egna fugor. Syftet med Fugaverkstden är att man, på ett underhållande sätt, ska få förståelse för hur en fuga är uppbyggd.

## **Teknik**

Hittills har de olika prototyperna gjorts i Macromedia Director eftersom det är ett relativt bra program (tillämpning) att göra interaktiva prototyper i. Vissa egenskaper har dock varit antingen omöjliga eller mycket svåra att implementera. Denna brist hos Director har gjort att prototyperna saknar en hel del av de nyckelegenskaper som diskuteras i denna rapport.

Det har inte gått att göra Kunskapens Trädgård varken distribuerat eller dynamiskt. Distribuerat så att de olika kunskapstäpporna är lagrade på olika ställen i världen och tillgängliga via Internet. Och dynamiskt så att det kan uppdateras och förändras ofta.

En framtida fungerande version av Kunskapens Trädgård skall ju dessutom också i viss mån vara plattformsoberoende. Eventuellt skulle man därför kunna tänka sig att använda sig av Java för att implementera Kunskapens Trädgård.

# Användarstudier

Syftet med användarstudien är att få synpunkter, på programmet Kunskapens Trädgård, från tänkbara användare. Användarstudien har främst berört navigationen i den andra prototypen av Kunskapens Trädgård.

## Avändertesten

Testet började med att intervjupersonerna fick se delar av Kunskapens Trädgård. Vi visade ett litet urval ur en demoversion som använts vid ett tidigare presentationstillfälle.

Efter visningen lät vi användarna göra ett mindre test. Utan att tala om hur navigeringen fungerade fick de uppgiften att ta fram översiktlig information om symmetri. Fyra av intervjupersonerna löste uppgiften direkt. En av dem behövde en mer utförlig förklaring av vad begreppet symmetri stod för. En intervjuperson förstod vad hon skulle göra men klickade på ett annat begreppsområde – fysik.

Efter att ha utfört testet lät vi användarna försöka lösa ytterligare några enkla uppgifter. De fick förklara hur de trodde att prototypen var uppbyggd, de fick prova på ytterligare navigering och till sist avsluta.



Intervjupersonerna var inte rädda att testa sig fram och prova olika navigeringsmöjligheter. Prototypen inbjuder enligt användarna till lekfullhet.

Flera av intervjupersonerna uttryckte att prototypen är en god intresseväckare men att det verkar svårt att lära sig något mer grundligt i programmet.

Efter att ha fått se, prova och få programmet förklarat för sig frågade vi användarna hur de uppfattade det, vad tyckte de om den övergripande strukturen, musnavigeringen och överblicken.

Användarna svarade att de förstod strukturen. *"Stor grej. Det är egentligen en pyramid. Ämnen och underämnena, mer och mer specifikt. Bättre upplägg går väl inte att få...ganska normalt upplägg man känner igen sig."* Intervjuperson 4

Alla intervjupersonerna ansåg att överblicken var bra om man vet vad man söker och är man osäker letar man sig fram. En intervjuperson tycker att programmet är pedagogiskt och väldigt enkelt att förstå men att det kanske inte är självklart att välja ifrån menyer om man inte har lite datavana. Det kan vara svårt att söka efter specifika begrepp. En användare hävdar: *"Om jag vill veta mer om symmetri och inte vet var jag kan hitta det på fältet. Då måste jag gå till en uppslagsbok och slå upp det. Jag kan inte få reda på det här om jag inte har ett väldigt tålamod."* Intervjuperson 3

Vi frågade testpersonerna om de saknade några funktioner och i så fall vilka. För att underlätta navigeringen:

- Musnavigeringen
- Möjlighet att backa ett steg i taget.
- Möjlighet att kunna hoppa mellan nivåer.
- Rullgardin som visar hur man har gått
- Sökfunktion
- Kommandomeny.

Övriga mer generella kommentarer:

- Möjlighet att skriva ut material.
- Kunna avbryta text/prat och hoppa framåt eller bakåt.
- Hjälpruta
- Källförteckning

Intervjupersonerna uppskattade laborationerna, men de ville ha tydligare information om vad de kan göra i, och hur de kan arbeta med, laborationerna. Det behövs bättre förklaringar i text och tal.

De tre kvinnliga användarna uttryckte alla att begreppssymbolerna (djurbilden) borde symbolisera vad de stod för. De två manliga användarna ansåg däremot att det inte spelade någon roll. De tittade i första hand på etiketterna. Eventuellt kan detta bero på skillnaden i datavana hos dessa personer.

Några av användarna tycker att det är bra att bilderna blir suddiga. Det underlättar läsandet på skärmen och upplevelsen av att man vet var man befinner sig. En användare uttryckte att suddigheten är ful och distraherande.

Intervjuperson 1 tyckte att en navigationskarta som är större än skärmen är intressant och spännande, men då måste det även ges möjlighet till överblick av hela kartan.

De flesta av användarna påpekar dock att det vore bra att inte använda förstorade bakgrundsbilder som försvårar upplevelsen av helhet. Översiktlighet premieras i relation till nyfikenhet och det dolda.

Ramen uppfattades ibland negativt men när användarna förstått dess funktion blev de i allmänhet positivt inställda.

Användarna påpekade att innehållet i textavsnitten ofta var krångligt och svårt att förstå. De antog att man måste ha goda förkunskaper för att kunna tillgodogöra sig innehållet i programmet. En av de intervjuade menade att berättaravsnitten är av mer filosofisk än faktamässig karaktär.

Flera av användarna nämnde att de gärna skulle se att de gick att få textuella förklaringar av svåra ord och avsnitt. Dock inte under pågående talsekvens. Någon uttryckte önskemål om att kunna läsa hela textstycket samtidigt som uppläsningen. Den viktigaste aspekten är valmöjlighet. De vill själva kunna välja.

### **Genomförande (1997 01 27–1997 02 05)**

Intervjuerna genomfördes med en person i taget. Intervjufrågorna syftade till att fånga en bild av intervjupersonens användning av programmet.

Intervjuerna genomfördes av två intervjuare med stöd av en intervjuguide. En styrde samtalet och ställde övergripande frågor medan den andra ställde kompletterande frågor och skrev noteringar. Intervjuerna var upplagda så att följdfrågor kunde ställas i relation till intervjupersonens svar.

Intervjuguiden är indelad i tre avsnitt:

- Undersökningens avsikt och vad användaren kommer att få vara med om
- Intervjupersonens personliga bakgrund
- Frågor

Intervjuerna dokumenterades på video. Intervjuerna skrevs sedan ut i så nära anslutning till intervjutillfället som möjligt.

Därefter sammanställdes samtliga intervjuer av de två intervjuerna, enligt en gemensam mall. Intervjuerna fick på så vis en struktur som underlättade formuleringen av användarnas rekommendationer.

## Vår metod

Vi utformade användarmötet till att se ut som en intervjusituation kompletterat med visningar av programbitar.

Intervjupersonen fick se delar av prototypen för att få en förståelse för hur navigeringen var tänkt att fungera, varvat med samtal mellan testledare och intervjuperson. Det skapade en informell och avspänd atmosfär som gav intressanta användarsynpunkter. Prototypen hann bli så klar att användarna även kunde lösa några enkla uppgifter.

## Intervjupersoner – urval

I användarstudien har vi valt att undersöka en grupp presumtiva matematikstudenter. Dels på grund av att målgruppen för Kunskapens Trädgård är högskolestudenter i början av sin utbildning och dels på grund av att de delar av Kunskapens Trädgård som då var utvecklade, behandlade geometri.

Vi intervjuade fem personer, tre kvinnor och två män. Den gemensamma medelåldern var 26.2 år. De flesta av intervjupersonerna var studerande eller hade just avslutat sina studier på komvux eller på högskolan.

De hade alla datorvana vilket, i det här fallet, innebär kunskap om användningen av program. Till exempel användning av något av de vanligaste ordbehandlings- och www-programmen. Det fanns skillnader i bakgrunden hos användarna. Kvinnorna hade alla vana av högre studier medan männen bara hade studerat på komvux. Männen ansåg att de hade god datavana medan de kvinnliga användarna ansåg sig ha normal datavana.

## Resultat

Lexikalanavigationen tyckte de flesta var ett bra navigationsinstrument, men den behövde en förklaring för att kunna användas. I den nya versionen av Kunskapens Trädgård har man valt att använda en alternativ lösning. I den nya versionen använder man sig av zoner (olikfärgade rullgardinsmenyer i skärmbildens fyra hörn).

I den nya versionen har man tillgodosett användarnas önskemål på funktionalitet. Vissa av funktionerna som t.ex. musnavigeringen, möjlighet att backa ett steg i taget, och att rullgardiner är bättre än intuitiv navigering verkar härröra från användarnas normala vana av persondatoranvändning. Andra funktioner som rullgardin som visar hur man har gått, sökfunktion, möjlighet att skriva ut material, kunna avbryta text/prat och hoppa framåt eller bakåt och hjälpruta verkar komma från deras förväntningar på ett program av multimediatyp.

De flesta av användarna påpekar att det vore bra att inte använda förstorade bakgrundsbilder som försvårar upplevelsen av helhet. Översikten premieras i relation till

nyfikenhet och det dolda. I den nya versionen har man ändå valt att ha kvar denna designlösning. Bakgrundsramen upplevdes ibland som störande eller ful men efter förklaring av funktionen blev användarna positivt inställda. Ramens funktion och utseende har vidareutvecklats i den nya versionen. Användarna uttryckte även en önskan om mer färg i programmet och det har tillgodosetts vid vidareutvecklingen.

Användarstudiens omfattning känns lagom och den här formen är att rekommendera då Kunskapens Trädgård förändras och utvecklas hela tiden. En större och mer omfattande studie skulle kanske ge mer rättvisande kunskap om det rådande programmet men resultatet skulle vara inaktuellt när studien väl var färdig. Resultaten skulle kanske inte integreras på samma sätt i produktionen av Kunskapens Trädgård.

Gruppdiskussion skulle kunna vara en del av en framtida användarundersökning. Det skulle kunna ge fler innovativa idéer kring programmets utformning. I en grupp kan intervjupersonerna påverka och influeras av varandras tankar.

För att få kontinuitet i kommande utvärderingar bör man utgå från samma intervjuformulär och frågeställningar. Man bör dock jobba igenom frågorna så att man får ett aktuellt material. Och man bör ta hänsyn till de erfarenheter som gjorts i denna undersökningsomgång.



## Presentationsformer/dokumentation

För att berätta för omvärlden om Kunskapens Trädgård har vi under året genomfört ett antal olika demonstrationer. Från början var dessa tillfällen av mer informell samtalskaraktär, under året har dock demonstrationerna ändrat karaktär och innehåll som en följd av utvecklingen av prototypen.

Kunskapens Trädgård har också presenterats på ett par seminarier inom ramen för CID och KTH.

Projektet har även presenterats vid ett flertal mässtillfällen runtom i Sverige.

I samband med CIDs officiella invigning utformades en kort informationsbroschyr om Kunskapens Trädgård. Denna har reviderats vid ett par tillfällen.

Idéerna bakom trädgården har genererat kontakter med både näringsliv och skolväsende. Kunskapens Trädgård har lockat Apple och Enator att satsa pengar på fortsatt forskning och utveckling av projektet. Flera utbildningsgivare har visat intresse för de nytänkande pedagogiska idéerna hos prototypen.

Prototypen lämpar sig för demonstrationer och ”handlett” eget utforskande. Det finns också en kort ”demonstrationsfilm” i QuickTime format. Den kan hämtas från Kunskapens Trädgårds webbsida som nås via <http://www.nada.kth.se/cid/> från oktober 1997.

Den här rapporten är en del av den dokumentation som finns om projektet. Rapporten finns även tillgänglig som ett Acrobatdokument, vilket kan läsas i dator med färgbilder och länkar.

Som ett komplement till projektrapporten finns det även en uppsats, *The Garden of Knowledge as a Knowledge Manifold*<sup>1</sup>, om den pedagogiska idéeramen som vi utgått ifrån under arbetet. Den är författad av Ambjörn Naeve som är den idégivande bakom projektet.

Inom ramen för projektet har det även genomförts ett examensjobb av Anders Jäderberg vid institutionen för Numerisk ANalys och Datalogi på KTH. Båda dessa rapporter är ges ut som en del av CIDs skriftserie.

## Idéer att utveckla

### Musik/ljud

Det fortsatta arbetet kan inrymma ett forskningsprojekt om musiken och ljudets roll i multimediaproduktion. Vi kan komma att samarbeta med Institutionen för tal, musik och hörsel vid KTH.

### Syfte

Att bättre förstå förhållandet mellan musik, ljud och bild i samband med multimediaproduktion och därigenom utveckla nya kunskaper och tillämpningsformer. Att utveckla de teoretiska och metodiska redskapen för att analysera/studera kunskapsprocesserna.

## Genomförande

Projektarbetet sker genom delstudier inom områden som alla berör förhållandet mellan musik/ljud och bild. Delstudierna kompletterar varandra och tillsammans med framtagandet av ett analysredskap bildas en helhet. De olika områdena som projektet ämnar undersöka är:

- Dramaturgi– Hur fungerar musiken/ljudet sett ur ett gestaltande dramaturgiskt perspektiv. Vad är det för kunskaper och föreställningar som kompositörer och ljudbearbetare arbetar med för att i slutändan förstå hur dessa produkter upplevs. Hur har detta förändrats genom tiderna? Finns det arketypiska upplevelsemönster från opera via filmmusik till dagens musikvideos eller har de nya tekniska förutsättningarna och det snabba tempot även förändrat dessa? Hur fungerar beroendet/oberoendet av en speciell musik/ljud till bild igår i förhållande till idag? Här kommer exempel att framställas med olika musik till samma film och vice versa och exempel där musik och ljud läggs olika exakt mot bild för att studera hur den dramaturgiska uppbyggnaden påverkas.

- Receptivitet– Hur påverkar musiken och ljudet upplevelsen i multimedieproduktion? Hur påverkar olika sorters musik/ljud upplevelsen och hur förändras upplevelsen av nya kunskaper och erfarenheter. På vilka känsloträngar spelar musiken när den kopplas till bild och hur upplevs skillnaden när man lyssnar utan bild? Hur påverkar musiken/ljudet i ett spel det konkreta agerandet?

Kan ”rätt” musik i t.ex. multimedieproduktioner skapa bättre förutsättningar för inläring och förståelse? En jämförelse gentemot suggestopedin genomförs. Spelar musikalet någon roll? Om det gör det, fungerar då en viss sorts musik bättre än annan och förändras musikalet i takt med tiden?

- Navigation– Hur används musik och ljud som stöd för navigation i multimedieproduktioner och spel? Om det överhuvudtaget används, är det i så fall meningen att man ska förstå det som ett hjälpmedel för navigation eller tänker man sig att det ska fungera undermedvetet? Kan ”rätt” sorts musik i äventyrsspel och/eller andra multimedieproduktioner hjälpa till att hitta rätt och att lösa uppgifterna?

- Analysredskapet– En bank med olika exempel så att man kan studera likheter/olikheter i förhållandet mellan musik/ljud och bild. Man ska även kunna komponera egna musik/ljudexempel till givna filmexempel och tvärt om. Allt för att kunna bygga upp en kunskapsbank som hela tiden kan utvecklas vidare. På det här viset ställs det konstnärliga, skapande perspektivet i fokus även i forskningen.

## Presentationer

Under projektets nästa fas kommer vi fortsätta att presentera Kunskapens Trädgård inom flera forum. Vi kommer att satsa på mer kulturanknutna presentationsformer där vi ska jobba med både dansföreställningar och liveframträdande över nätet.

## Fler täppor

En ny kunskapsstäppa som behandlar symmetribegreppet inom bildskapandet planeras. Detta kommer att bredda prototypens innehåll eftersom begrepp kan förklaras på fler sätt. Det kan också göra att personer nyfikna på bild får kunskap om geometri.

Vi planerar också att bjuda in erkänt duktiga pedagoger att bygga täppor om sina favoritämnen. Detta kommer att ge intressant kunskap om hur uppbyggandet, underhåll och användning av Kunskapens Trädgård fungerar i praktiken.

## Navigation

Förutom ljudstödet som nämndes här ovan kommer arbete med förfining och förtydligande av prototypens navigationen att fortsätta. Ytterligare användarstudier planeras för att se hur lika, och olika, de ingående täpporna bör vara för att de ska upplevas som en helhet.

## Medverkande

**Mattias Algotsson**, studerande vid Kungliga Tekniska Högskolan, komponerade musiken till senaste prototypen

**Klara Desser–Hansson**, illustratör och grafisk formgivare, arbetade med de första prototyperna.

**Rikard Linde**, studerande vid Kungl Tekniska Högskolan, programmerare.

**Ambjörn Naeve**, Kungl Tekniska Högskolan, idédrivare och ansvarig för matematikinnehållet.

**Kenneth Olausson**, Kungliga Musikhögskolan, ansvarig för musikinhållet.

**Katarina Skantz**, Enator Multimedia, pedagog och beteendevetare.

**Måns Tegner**, Kungliga Musikhögskolan, ansvarig för musikhistoria.

**Bosse Westerlund**, Konstfack, designer och projektledare.

**Fredrik Winberg**, studerande vid Kungl Tekniska Högskolan, programmerare.

**Kristina Åsvärn**, illustratör och grafisk formgivare.

## Referenser/Källor/Inspirationskällor

Här är några av de olika program, m.m. som varit inspirationskällor:

### cd-rom:

”A Tomato Project”, promotion cd-rom från reklamgruppen Tomato, London (tel 01714340955, tomato@bbcnc.org.uk) (1996).

”Doors of Perception 1”, Conference by the Netherlands Design Institute, 1994, Vol 8#1, Mediamatic Foundation. <http://mnol.mediamatic.nl>.

”interact”, american center for design journal, 1994 Volume 8, Number 1, ISSN 1062-0996.

”Puppet Motel”, Laurie Anderson, Voyager, New York. 1995, ISBN CPUPPEM.

### Internet:

News in the Future utvecklad på MIT. <http://nif.www.media.mit.edu/ecat/>

Apple Computers HotSauce (tidigare ProjectX) <http://www.apple.com/>



## Böcker/papers

- [1] Naeve, A., "The Garden of Knowledge as a Knowledge Manifold – A Conceptual Framework for Computer Supported Subjective Education", CID-17, TRITA-NA-D9708, 1997.
- [2] Naeve, A., The Mathemagic of Wallpaper Patterns (Tapetmönstrens Matemagi), Lecture given at the Swedish Mathematical Society, Västerås, 18 Mars 1995, at the 9:th Mathematics Bi-annual, Sundsvall, 26 January 1996, at the Mathematics Biennette 97, Stockholm, 25 January 1997, Published in the Proceedings of the 9:th Mathematics Biennal (Matematik som Kultur), pp. 307-311, Mitthögskolan, Sundsvall, 1996.
- [3] Dahl, K., Matte Med Mening,
- [4] Dahl, K., Den Fantastiska Matematiken, Fisher & Co., Stockholm, 1995 (1991).
- [5] Davis, M. & Lane, E., Rainbows of Life – the promise of Kirlian Photography, Harper & Row Publishers, New York, San Francisco, London, 1978.
- [6] Davis, P. J. & Hersh, R., The Mathematical Experience, Houghton Mifflin Co., Boston, 1981.
- [7] Davis, P. J. & Hersh, R., Descartes' Dream, Houghton Mifflin Co., Boston, 1987.
- [8] Euclid, The Thirteen Books of the Elements, Vol I-III, Dover Publ. Inc., New York, 1956 (325 B.C.).
- [9] Fejes-Tóth, L., Regular Figures, Pergamon Press, 1964.
- [10] Friedman, Ken, "Design Science and Design Education", Norwegian School of Marketing, #7/1997, ISSN 0803-2610.
- [11] Lundequist, Jerker, "Design och produktutveckling", Studentlitteratur, 1995, ISBN 91-44-49251-0
- [12] Hall, M. P., The Secret Teachings of All Ages, The Philosophical Research Society Inc., Los Angeles, 1977 (1928).
- [13] Heath, T. L., A History of Greek Mathematics, Vol I-II, Dover Publications Inc., New York, 1981 (1921).
- [14] Hills, C., Supersensonics: The Supersensitive Life of Man, University of the Trees Press, 1975.
- [15] Hills, C. & Allen., P. & Bearne, A. & Smith, R., Energy Matter and Form, Univ. of the Trees Press, 1977.
- [16] Hofstadter, D. R., Gödel, Esher, Bach: An Eternal Golden Braid, Penguin Books, New York, 1908 (1979).
- [17] Murchie, G., Music of the Spheres, Vol I-II, Dover Publications Inc., New York, 1967 (1961).
- [18] Rothstein, E., Emblems of Mind - The Inner Life of Music and Mathematics, Random House Inc., New York, 1995.
- [19] Schön, Donald A., "Educating the Reflective Practitioner", Jossey-Bass Publishers, ISBN 1-55542-220-9, 1990.
- [20] Shubnikov, A. V. & Koptsik, V. A., Symmetry in Science and Art, Plenum Press, New York, 1974 (1972).
- [21] Stewart, I. & Golubitsky, M., Fearful Symmetry - Is God A Geometer?, Blackwell, Cambridge MA, 1992.
- [22] Weyl, H., Symmetry, Princeton University Press, 1952.