



Examensarbete
i ämnet naturvårdsbiologi 20 poäng

Interaktiva nycklar - en enkel och effektiv metod för artbestämning!

Utvärdering av interaktiva nycklar samt karaktärsdatabas och
interaktiv nyckel över knappnåslavar i Norden

Magnus Lindh
2003

Handledare: Göran Thor

Institutionen för naturvårdsbiologi
SLU
Box 7002
750 07 Uppsala

Nr 109
Uppsala 2003

ABSTRACT

Biological identification methods can be divided into three groups: the Field guide method, Dichotomous paper keys (which is the mostly used method) and different Computer based methods (which this report is about). Computer based identification tools can be divided into four groups: Hypertext keys, Multi Access keys, Expert Systems and Neural Networks. Today most interactive keys are Multi Access keys and are based on a species – character matrix.

A good interactive key should in my opinion have three fundamental attributes: (1) Unrestricted character use, (2) Ranking of the best character at any stage of the identification and (3) Opportunity to easy reach explanations of characters or more information about species. In a comparison of 14 identification programs and 6 interactive keys on the internet, the best keys, according to the three fundamental attributes and also some other, important criterias, were selected. They were the programs Intkey, Linnaeus II, Lucid, Taxis, XID and the Internet key PollyClave 2.

This report also introduces a new interactive key of calicioid lichens and fungi of the Nordic countries. It is based on a character database and program, named PHPKey, which was created during this master thesis. The database consists of 83 species, 27 characters, 216 character states and information about these. PHPKey is written in the HTML embedded programming language PHP. The key fulfil the three fundamental attributes of a good interactive key and is good competitor to PollyClave 2. The key is published in English and Swedish on <http://www.artdata.slu.se/Nycklar>.

SAMMANFATTNING

Biologisk artbestämning kan ske med i huvudsak tre olika metoder: fälthandboksmetoden, dikotoma pappersnycklar som är den vanligaste metoden samt olika datorbaserade artbestämningsverktyg som denna rapport behandlar. Datorbaserade artbestämningsverktyg kan vidare delas in i fyra huvudgrupper: hypertextnycklar, fleringångsnycklar, expertsystem och neurala nätverk. De allra flesta interaktiva nycklar idag är fleringångsnycklar och bygger i grunden på en art-karaktärsmatris.

De tre grundläggande krav som man enligt min åsikt kan ställa på en bra interaktiv nyckel är: (1) fri användning av karaktärer, (2) en funktion för rankning av bästa karaktär under hela artbestämningsprocessen samt (3) möjlighet att enkelt nå förklaringar av karaktärer eller mer information om arter. I en utvärdering av 14 artbestämningsprogram och 6 interaktiva nycklar på Internet utsågs de bästa nycklarna. Dessa är programmen Intkey, Linnaeus II, Lucid, Taxis och XID samt internetnyckeln PollyClave 2.

I denna rapport presenteras också en interaktiv nyckel över knappåslavar i Norden. Den bygger på en karaktärsdatabas och på ett program som är skapat under detta examensarbete och kallas PHPKey. Karaktärsdatabasen innehåller 83 arter, 27 karaktärer, 216 karaktärsstadier och information om dessa. PHPKey är skrivet i det HTML-inbäddade programmeringsspråket PHP. Nyckeln uppfyller de tre grundläggande krav som man kan ställa på en bra interaktiv nyckel och står sig väl i konkurrensen med PollyClave 2. Nyckeln finns tillgänglig på engelska och svenska på <http://www.artdata.slu.se/Nycklar>.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

ABSTRACT

SAMMANFATTNING

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. INLEDNING	1
1.1 Svenska artprojektet	1
1.2 Artbestämningsmetodik	1
1.3 Datorbaserade nycklar	2
1.4 Vilken artbestämningsmetod är bäst	2
1.5 Art-karaktärsmatriser	3
1.6 DELTA, standardformat för taxonomiska data	3
1.7 Hemsida eller program på arbetsstationen	5
2. UTVÄRDERING AV INTERAKTIVA NYCKLAR	5
2.1 Grundläggande krav på interaktiva nycklar	5
2.2 Interaktiva nycklar på Internet	5
2.2.1 Metod	5
2.2.2 Arboretum	6
2.2.3 DAP	7
2.2.4 Fuskey	8
2.2.5 Hypomyces	9
2.2.6 IDnature	10
2.2.7 PollyClave	11
2.3 Artbestämningsprogram	12
2.3.1 Metod	12
2.3.2 Aditkey	12
2.3.3 OIA	13
2.3.4 Discover Mushrooms 1.1	13
2.3.5 MEKA 3.00	13
2.3.6 IntKey 5.11	14
2.3.7 Linnaeus II 2.1, IdentifyIt	15
2.3.8 Lucid 2.1	16
2.3.9 PalmKey 1.0b	17
2.3.10 PANKEY	17
2.3.11 PICKEY	18
2.3.12 TAXY	18
2.3.13 VIM	18
2.3.14 TAXIS	19
2.3.15 XID	20
2.4 Utvärdering av de bästa interaktiva nycklarna	21
3. KARAKTÄRSDATABASEN KNAPPNÅLSLAVAR I NORDEN	23
4. INTERAKTIV NYCKEL ÖVER KNAPPNÅLSLAVAR I NORDEN	23
4.1 Inledning	23
4.2 Hur gör man?	24
4.3 Programlogik	27
4.4 Databasstruktur	28
5. DISKUSSION	30
5.1 Interaktiva nycklar på Internet	30
5.2 Vilket artbestämningsprogram är bäst?	30
5.3 Aspekter på interaktiva nycklar	30
5.4 Knappnåslavar i Norden	31
5.5 Framtiden för PHPKey	32
5.6 Aspekter för Svenska artprojektet	32
TACK	32
REFERENSER	32
BILAGOR	
Bilaga 1: Art – karaktärsmatris över knappnåslavar i Norden (8 sidor)	
Bilaga 2: Karaktärer (2 sidor)	
Bilaga 3: Arter (8 sidor)	
Bilaga 4: Karaktärsstadier (5 sidor)	
Bilaga 5: Källkod PHPKey (11 sidor)	

1. INLEDNING

Artbestämning är en viktig grundpelare inom biologisk vetenskap och biodiversitetsarbete. För den som inte redan har stor artkunskap kan det vara svårt att nå ett korrekt resultat vid artbestämning. Under de senaste 30 åren har det framställts olika datorbaserade verktyg för att göra artbestämningsprocessen snabbare och enklare. I denna examensarbetsrapport kartläggs och utvärderas befintliga datorbaserade artbestämningsverktyg. En ny interaktiv nyckel på Internet över knappåls lavar i Norden presenteras också.

1.1 Svenska artprojektet

ArtDatabanken i Uppsala har fått regeringens uppdrag att ta fram bestämningshandböcker över Sveriges 50 000 flercelliga organismer. Projektet kallas Svenska artprojektet och bestämningshandböckerna kommer att kallas "NATIONALNYCKELN till Sveriges flora och fauna". Den kunskapsnivå som bestämningsnycklarna kommer att vara anpassade för är en "biologiintresserad gymnasieelev" (Sundin muntl.). Artprojektet har som mål att även publicera resultatet på en hemsida. Detta examensarbete har skett i samarbete med Svenska artprojektet genom att utvärderingskriterier och utformning av program och dataset har anpassats för dess målgrupp.

1.2 Artbestämningsmetodik

Biologisk artbestämning sker generellt sett med tre olika metoder.

- ?? Fälthandboksmetoden bygger på att man bläddrar i en fälthandbok, tittar och jämför bilder och beskrivningar (Wilson 1994). Metoden används på vissa organismgrupper som fåglar, fiskar, däggdjur, fjärilar m.m. och antagligen ofta av personer utan biologisk utbildning.
- ?? Dikotoma pappersnycklar är den idag förhärskande metoden och bygger på ett hierarkiskt system där användaren får en fråga med två (eller flera) olika alternativ att välja på (Pankhurst 1991) t.ex. har stipler eller saknar stipler. Det alternativet som gäller för arten ifråga hänvisar då vidare till nästa fråga och sedan fortsätter det så, tills man bestämt arten.
- ?? Datorbaserade nycklar har utvecklats under ca 30 år. Denna artbestämningsmetod har flera fördelar men har fått ett förvånansvärt litet genomslag trots att datorer idag nästan är var mans egendom.

Fördelar med interaktiva digitala nycklar framför dikotoma nycklar kan t.ex. vara att den efterfrågade karaktären inte syns på det aktuella exemplaret (Johnston 1980), utrustning som t.ex. mikroskop eller kemiska substanser som behövs för att detektera karaktären saknas (Edwards m.fl. 1995) och att en viss feltolerans kan användas (Dallwitz 2002b). Dikotoma nycklar har fördelar som att de finns på papper och att den karaktär som används i det aktuella steget är applicerbar på alla kvarvarande arter. Hos interaktiva nycklar kan det alltså bli problem med att en karaktär inte kan användas på alla arter. Fälthandboksmetoden utlämnar mycket till användarens subjektiva bedömningar och tillförlitligheten blir naturligtvis mycket varierande. Dock bör inte metoden negligeras eftersom den är intresseskapande, används ofta och kan fungera bra på vissa organismgrupper.

1.3 Datorbaserade nycklar

Edwards m.fl. (1995) delar in datorbaserade nycklar i fyra huvudgrupper: hypertextnycklar, fleringångsnycklar (Multi-access keys), expertsystem och neurala nätverk.

(1) Hypertextnycklar består egentligen av en vanlig dikotom eller polyktom nyckel men där datorn ger användaren möjlighet att klicka på vissa objekt för att få förtydliganden, mer information om karaktären eller arten ifråga, eller komma vidare i nyckeln (Wright et al. 1995). Eftersom det endast visas två alternativ samtidigt på skärmen finns det stora möjligheter att illustrera eller på annat sätt förtydliga karaktärer.

(2) Fleringångsnycklar fungerar så att man till viss del själv kan välja vilka karaktärer man vill använda för artbestämningen. Ju fler karaktärer man matar in i nyckeln desto fler arter kan uteslutas och till slut har man bara en art kvar. Metodiken utvecklades mycket tidigt och bestod då av hålkort med hålen placerade antingen i kanten (Clark 1938) eller som matriser över ytan (Tilling 1984) så kallade polyclaves. Även om dagens system är datorbaserade så är principen med art-karaktärsmatriser den samma. Fleringångsnycklar är idag det vanligaste systemet av interaktiva nycklar (Edwards m.fl. 1995).

(3) Expertsystem är ett datorprogram som använder en experts kunskap för att uppnå hög problemlösande förmåga inom ett smalt ämnesområde (Waterman 1986). I praktisk artbestämning så frågar programmet användaren ett antal frågor och använder svaren i statistiska modeller för att räkna ut sannolikheten att det är en specifik art. Ju fler frågor som ställs och svaras på, desto mer ökar sannolikheten att det är en specifik art. De första frågorna är ofta av allmän karaktär som geografisk fyndplats, årstid och färg för att sedan gå in på mer specifika karaktärer. Systemet kan tyckas likna en konventionell dikotom nyckel men antalet olika vägar genom nyckeln blir mycket stort. Antalet steg blir dessutom betydligt färre (Atkinson m.fl. 1987) och användaren har möjlighet att svara "vet inte" på en fråga.

(4) Neurala nätverk är ett relativt nytt system där man med artificiell intelligens försöker efterlikna en hjärna och alla dess nervtrådar sammankopplade i ett enormt nätverk (Dayhoff 1990). Styrkan till problemlösning ligger inte i den enskilda processorns styrka utan i nätverket av många processorer sammankopplade så att om en processor är upptagen finns det alltid någon annan att använda eller en annan väg att gå. Denna metod är fortfarande i sitt experimentstadium men förutspås kunna få en roll inom biologisk artbestämning (Edwards m.fl. 1995). Neurala nätverk kan ge möjligheter att datorn själv kan bestämma arter genom karaktärer som människan matar in eller genom skanning av ljud, färger, former med mera.

1.4 Vilken artbestämningsmetod är bäst ?

I några studier har olika metoder jämförts. Vid jämförelse av en hålkorts-fleringångsnyckel (polyclave) och en dikotom nyckel för ogräs, fick man resultatet att antalet rätta artbestämningar (70 %) var lika för båda metoderna (Stucky 1984). År 1995 undersökte Wright m.fl. användningen av en dikotom pappersnyckel med samma nyckel i hypertextform. Testgruppen fann hypertextnyckeln roligare att använda och i medeltal kom de fram till ett svar i större andel av försöken. Dock var hypertextnyckeln långsammare och andelen felaktiga svar var fler. I en annan studie (Morse m.fl. 1996) jämfördes en dikotom pappersnyckel, en dikotom hypertextnyckel och en fleringångsnyckel. Även här var hypertextnyckeln långsammare och gav fler felaktiga bestämningar än pappersnyckeln. Författarna hänförde det till att man lätt kan drabbas av "klickfinger" för att se var man hamnar när man klickar vidare och därmed inte begrundar sitt val lika mycket. Även här fann testgruppen hypertextnyckeln roligare. Fleringångsnyckeln var även den något långsammare än pappersnyckeln men däremot blev antalet korrekta svar högst i den. De artbestämningsprogram som finns tillgängliga idag är i de flesta fall fleringångsnycklar med expertsystem och hypertextfunktioner.

1.5 Art–karaktärsmatriser

De flesta interaktiva artbestämningssystem bygger idag i grunden på art-karaktärsmatriser. I dessa anges för varje art och karaktär vilka karaktärsstadier som är uppfyllda. Det finns många sätt att skapa och lagra art-karaktärsmatriser. I tabell 1 visas ett exempel på hur en art-karaktärsmatris kan vara uppbyggd. I detta exempel kan karaktärsstadierna anta värdena:

1=Ja/Finns

0=Nej/Finns ej

9=Karaktären kan inte tillämpas på den aktuella arten.

?=okänt/vet ej

I Delta-formatet (kapitel 1.8) kan en karaktär även anta värdet "variabel". I Lucid-formatet (kapitel 2.3.8) kan karaktärsstadiet även vara "present by misintepretation". Det vill säga karaktärsstadiet är uppfyllt bara genom att användaren har tillämpat karaktären felaktigt.

Tabell 1. Exempel på art-karaktärsmatris.

	Substrat trädart						Bålform			Bålfärg		Sporseptering					Höjd på fruktkropp (mm)
	Gran	Tall	Ådellövträd	Triviallövträd	Barträd	Lövträd	Skorplik	Busklik	Insänkt eller ej synlig	Tydligt gulgrönaktig	Annan färg	Osepterad	1-septerad	3-septerad	1-3 septerad	Murformad	
<i>Calcium viride</i>	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1,1-2,2
<i>Chaenotheca phaeocephala</i>	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0,5-1,2
<i>Microcalicium arenarium</i>	1	?	?	?	1	?	0	0	1	9	9	0	1	0	0	0	0,8-1,6
<i>Stenocybe pullatula</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	1	9	9	0	1	1	1	0	0,2-0,5

1.6 DELTA, standardformat för taxonomiska data.

1980 presenterade Australiensaren Mike Dallwitz ett förslag på ett generellt system för att datorkoda taxonomiska beskrivningar, vilket han kallade DELTA, DEscription Language for Taxonomy (Dallwitz 1980). Det har antagits som standard av International Taxonomic Database Working Group (TDWG) som är en undergrupp till International Union for Biological Sciences (IUBS). Det har tillverkats en mängd olika program för artbestämning och bearbetning av data med DELTA-formatet som bas. DELTA-projektet är nedlagt sedan december 2000 och framtiden för de grundläggande Delta-programmen är ännu osäkert (Paine e-post 2003).

DELTA-formatet består i grunden av tre textfiler. Det är **chars** som lagrar information om karaktärerna, **items** som lagrar information och vilka karaktärsstadier som är uppfyllda för de olika arterna samt **specs** som innehåller diverse olika specifikationer och information om datasetet (Dallwitz m.fl. 2002c).

Tabell 2. Exempel på Delta-formatets tre filer chars (karaktärslista), items (arter och dess karaktärer och karaktärsstadier) samt specs (specifikationer) baserad på tabell 1.

chars

- #1. Substrat trädart/
 - 1. Gran/
 - 2. Tall/
 - 3. Ädellövträd/
 - 4. Triviallövnträd/
 - 5. Barrträd/
 - 6. Lövnträd/
- #2. Bålförm/
 - 1. Skorprik/
 - 2. Busklik/
 - 3. Insänkt eller ej synlig/
- #3. Bålfärg/
 - 1. Tydligt gulgrönaktig/
 - 2. Annan färg (grå till grågrön eller brunaktig)/
- #4. Sporseptering/
 - 1. Ösepterad/
 - 2. 1-septerad/
 - 3. 3-septerad/
 - 4. 1-3-septerad/
 - 5. Murformad/
- #5. Fruktkroppshöj d/
 - mm/

items

- # *Calicium viride*/
 - 1, 1/2/3/4/5/6 2, 1 3, 1 4, 2 5, 1. 1 2. 2
- # *Chaenotheca phaeocephala*/
 - 1, 1/2/3/4/5/6 2, 1 3, 2 4, 1 5, 0. 5 1. 2
- # *Microcalicium arenarium*/
 - 1, 1/5 2, 3 4, 2 5, 0. 8 1. 6
- # *Stenocybe pullatula*/
 - 1, 4/6 2, 3 4, 2/3/4 5, 0. 2 0. 5

specs

- *SHOW ~ Dataset specifications.
- *DATA BUFFER SIZE 4000
- *NUMBER OF CHARACTERS 5
- *MAXIMUM NUMBER OF STATES 6
- *MAXIMUM NUMBER OF ITEMS 4
- *CHARACTER TYPES 5, RN
- *NUMBERS OF STATES 1, 6 2, 3 4, 5
- *IMPLICIT VALUES
- *DEPENDENT CHARACTERS 2, 3: 3
- *MANDATORY CHARACTERS

1.7 Hemsida eller program på arbetsstationen

Datorbaserade nycklar kan distribueras antingen via olika lagringsmedia t.ex. CD, eller via Internet. På Internet finns det olika sätt på hur artbestämningsverktyg kan nå användaren:

1. Ladda hem och installera basprogramvara och dataset. Kan även distribueras med CD.
2. Ladda hem och installera basprogramvara och sedan använda dataset på Internet online.
3. Ladda Javascript program och dataset i en hemsida som körs antingen bara i webbläsaren eller i samarbete mellan webbläsaren och webbservern. Detta alternativ kan ta lång tid att ladda, fungerar ofta bara på vissa webbläsare och användaren måste ofta tillåta cookies (små program som hemsidan installerar på besökardatorn). Metoden anses ganska omodern och det skapas idag antagligen inga nya nycklar med denna metod. Ett exempel är NaviKey som ej längre finns tillgängligt. Dock finns det hemsidor som fortfarande använder NaviKey t.ex. <http://ces.asu.edu/bdi/navikey/intro.htm>.
4. Webbservern kör program som genererar HTML-sidor som skickas till webbläsaren.

Kategori 1, och 2 benämner jag artbestämningsprogram och de utvärderas i kapitel 2.3. Kategori 3 anser jag omodern och utvärderas inte i denna rapport. Kategori 4 benämner jag Internetnycklar och den utvärderas i kapitel 2.2.

2. UTVÄRDERING AV INTERAKTIVA NYCKLAR

2.1 Grundläggande krav på interaktiva nycklar

Några av de grundläggande krav man kan ställa på en bra interaktiv nyckel är:

- ?? Fri användning av karaktärer: Användaren kan välja vilka karaktärer som ska användas.
- ?? Rankning av bästa karaktär: Under artbestämningen ska användaren kunna få råd om vilken karaktär som är effektivast att använda utifrån de arter som finns kvar i urvalet. I allmänhet används en mer eller mindre komplicerad algoritm som rangordnar karaktärerna efter hur stor utslagsgivande förmåga de har.
- ?? Möjlighet till mer information: Det ska finnas möjlighet att via bilder, text eller andra media enkelt få förklaringar eller nå mer information om karaktärer eller arter.

2.2 Interaktiva nycklar på Internet

2.2.1 Metod

Ett antal hemsidor med interaktiva nycklar har valts ut för att representera olika sorters metodik, pedagogik, layout och funktionalitet. Utvärderingen syftade till att kartlägga vad som är gjort och vad som kan göras bättre. Det bör påpekas att skärmbilder i svartvitt, som används i denna rapport, inte kan återge sidorna korrekt, då färger används flitigt för att göra förtydliganden. Vad det gäller funktionaliteter så bedöms bara de grundläggande funktionaliteter som finns angivna ovan. I övrigt bedömdes layout, navigering och andra finesser subjektivt av författaren och skrivs ut som + respektive – kommentarer.

2.2.2 Arboretum

http://www1.br.cc.va.us/murray/Interactive_Key/

Blue ridge community college, Virginia USA

Interaktiv dikotom hypertext nyckel till trädarter förekommande i Arboretumet. Nyckeln bygger antagligen bara på HTML-kod.



Bild 1. Skärmbild av en hypertextnyckel från Arboretum, Blue Ridge Community College.

(+) Nyckelns layout är tilltalande med mycket bilder.

(+) Mycket enkel att använda.

(+) Karaktärerna förklaras med en eller flera bilder.

(-) Karaktärerna förklaras inte i text. Svåra ord finns

dock i ordlista men den borde vara länkad från respektive svårt ord.

(-) Artbeskrivningar saknas.

(-) En dikotom hypertextnyckel utnyttjar inte de funktionaliteter som kan utnyttjas i interaktiva nycklar.

Fri användning av karaktärer	Nej
Rankning av bästa karaktär	*
Möjlighet till mer information	Ja

* I en dikotom nycken är rankningen av karaktärer gjord när nyckeln skapades

2.2.3 DAP

<http://www.lias.net/>

LIAS, A Global Information System for Lichenized and Non-Lichenized Ascomycetes, Universities of Bayreuth, Hamburg, Oslo and Arizona State University

DAP (Delta Access Pearl) är ett Webbgränssnitt av en fleringångsnöckel för DELTA Access databaser utvecklat för LIAS. DAP är skrivet i perl. LIAS har två parallella system och använder även Intkey som interaktivt artbestämningsverktyg.

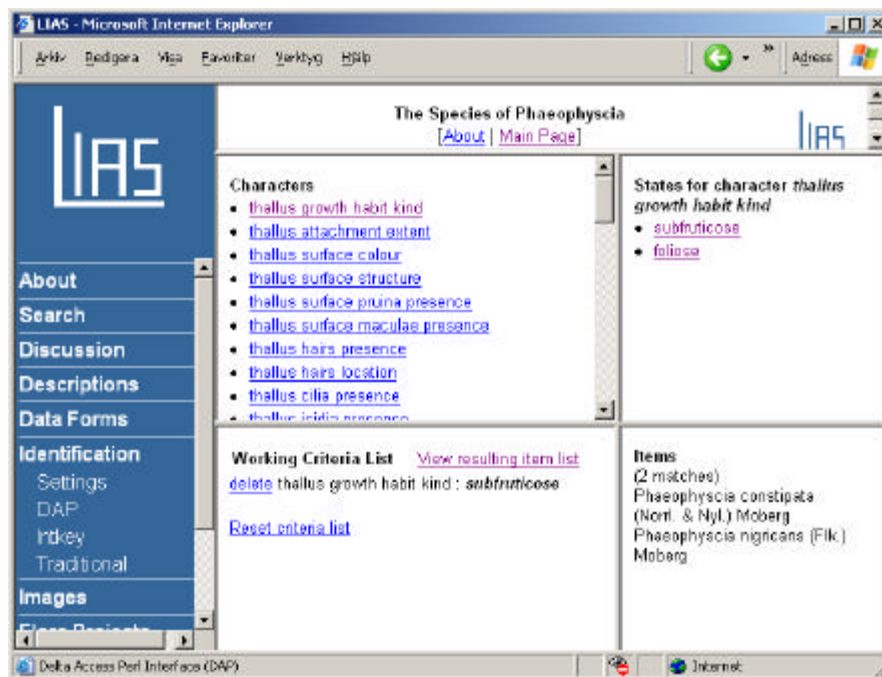


Bild 2. Skärmbild från DAP på LIAS hemsida.

- (+) Översiktlig sida med flera ramar (frames).
- (-) Karaktärer förklaras inte.
- (-) Tråkig layout.

Fri användning av karaktärer	Ja
Rankning av bästa karaktär	Nej
Möjlighet till mer information	Nej

2.2.4 Fuskey

<http://sis.agr.gc.ca/brd/fusarium//home1.html>

Agriculture and Agri-Food Canada

Fuskey är en fleringångsnyckel till ascomycetsläktet *Fusarium*. Släktet är mikroskopiskt och anses svårbestämt. Datat är sparad i Delta-format. 30 arter ingår i nyckeln.

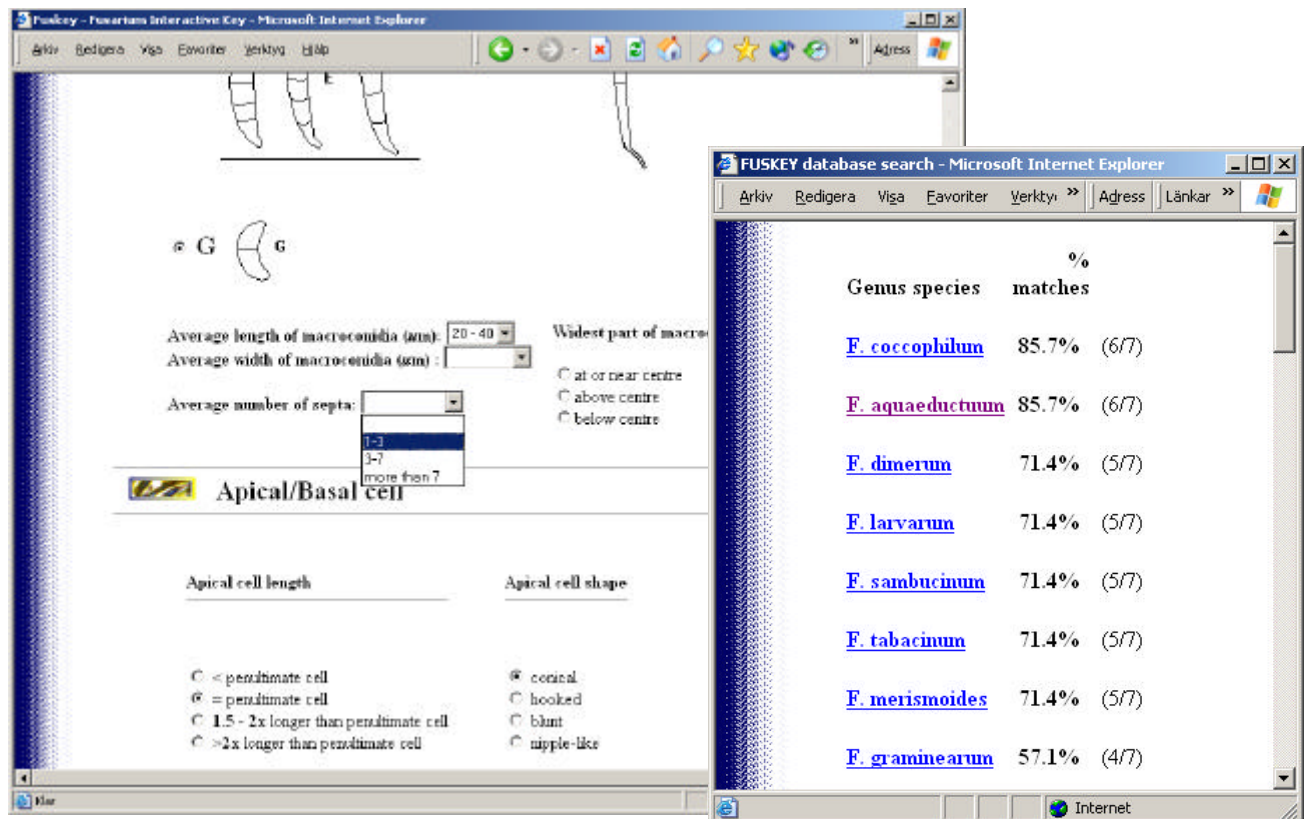


Bild 3. Skärmbilder från Fuskey.

(+) Karaktärerna förklaras bra med bilder och text.
(-) Karaktärsförklaringarna är dock inte länkade från nyckelsidan utan man måste gå till menysidan för att nå dem.

Fri användning av karaktärer	Ja
Rankning av bästa karaktär	Nej
Möjlighet till mer information	Ja

(+) Layouten är enkel med få karaktärer synliga, få knappar och mycket tydliga bilder.
(-) Man behöver förflytta sig ända ned på den långa sidan för att starta identifieringen.
(+) Arterna beskrivs med tydliga bilder, diagnostiska karaktärer och referenser för mer info.
(-) Karaktärer som angetts med radioknappar (form som en prick) kan ej tas bort.
(+) Matchprocenten anges i resultatlistan för alla arter (alla arter visas alltid)

2.2.5 Hypomyces Identification

<http://nt.ars-grin.gov/taxadescriptions/keys/HypomycesIndex.cfm>

Systematic Botany and Mycology Laboratory, Agricultural Research Service, U.S. Department of Agriculture

Hypomyces är en interaktiv fleringångsnyckel inklusive beskrivningar till 30 arter i detta ascomycet-släkte. Datat är från början DELTA format som har importerats till DeltaAcces och sedan konverteras vidare till ytterligare en annan databas. Sidan använder ColdFusion funktioner och JavaScript som jobbar mot denna databas.

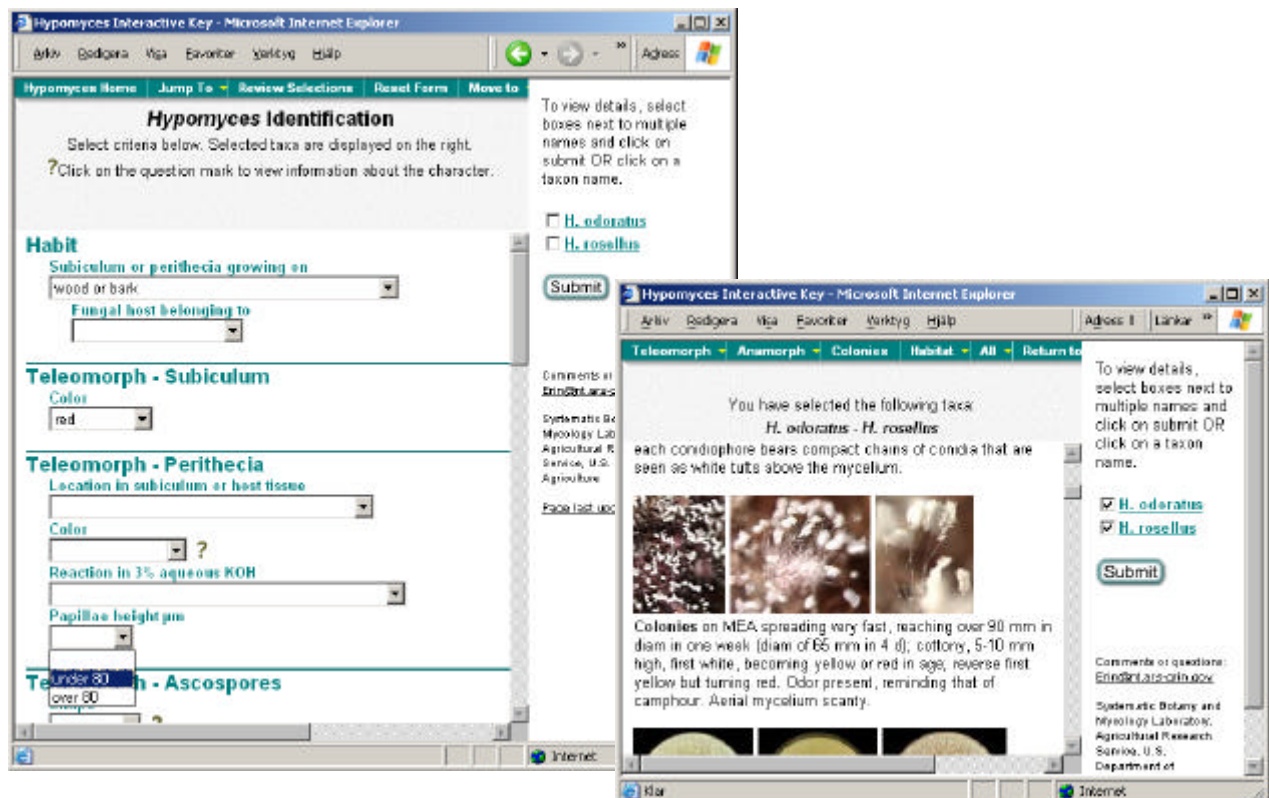


Bild 4. Skärmbilder från Hypomyces Identification.

- (+) Karaktärerna förklaras i bild och text
- (-) Karaktärerna förklaras på en egen sida och kan inte nås direkt från nyckelsidan.
- (+) Eftersom rullgardinsmenyer används blir karaktärslistan förhållandevis kort.
- (+) Karaktärerna är tydligt grupperade vilket förenklar navigeringen.
- (-) Nyckelsidan saknar bilder.
- (+) Karaktärer för valda arter kan jämföras (fungerade dock inte vid utvärderingstillfället).
- (+) Artbeskrivningarna är mycket utförliga med många bilder och referenser.
- (+) Urvalet uppdateras kontinuerligt i en ram till höger.

Fri användning av karaktärer	Ja
Rankning av bästa karaktär	Nej
Möjlighet till mer information	Ja

2.2.6 IDnature

<http://www.discoverlife.org/nh/id/>

The Polistes Foundation, Discover Life, USA

IDnature är en fleringångsnyckel som finns över flera dataset. Har som mål att innehålla alla 100 000 arter som finns i Great Smoky Mountains National Park.



Bild 5. Skärmbild från IDnature.

- (+) Karaktärerna förklaras med bra bilder.
- (+) Layouten är mycket tilltalande, speciellt för den oinivigde.
- (+) Mycket bra och översiktlig navigering med flera ramar.
- (-) Många bilder kan ta lång tid att ladda med modem (1 min 30 sekunder hemma hos mig).
- (+) Den långa nedladdningstiden har man dock löst genom att kunna köra hemsidan utan bilder.

Fri användning av karaktärer	Ja
Rankning av bästa karaktär	Nej
Möjlighet till mer information	Ja

2.2.7 PollyClave

<http://eir.library.utoronto.ca/pollyclave/>

University of Toronto Dep. of Botany, the University of Toronto Libraries, The Royal Ontario Museum

PollyClave 2 är en uppföljare till PollyClave 1. PollyClave 2 konverterar Delta filer till en ODBC databas som sedan under artbestämningen läses av programmet och servern Cold Fusion.

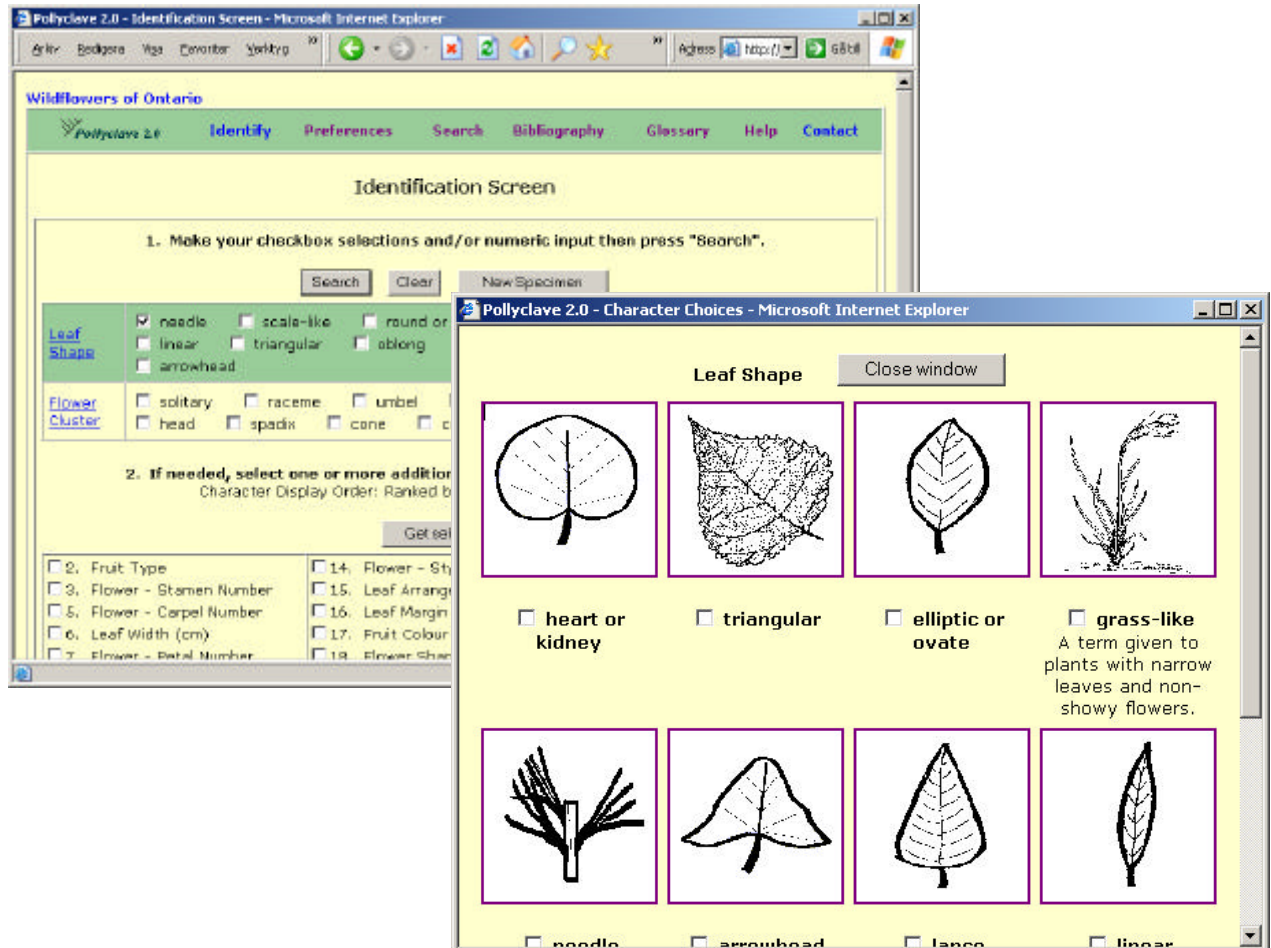


Bild 6. Skärmbilder från PollyClave 2.

(+) Karaktärerna förklaras i text och bild i ett eget fönster.

(+) Man kan välja karaktärsstadier i fönstret där karaktärerna förklaras.

(+) Många olika inställningsmöjligheter.

(-) Dynamiskt genererad sida som kan ge ett rörigt intryck då strukturen ändras varje gång man trycker på en knapp.

(-) Det krävs många knapptryckningar för att komma till en artbestämning.

(+) Eftersom det inte visas några bilder så blir sidan liten med god översikt.

(+) Bra möjlighet att visa bilder på kvarvarande arter (fälthandboksmetoden).

Fri användning av karaktärer	Ja
Rankning av bästa karaktär	Ja
Möjlighet till mer information	Ja

2.3 Artbestämningsprogram

2.3.1 Metod

De interaktiva artbestämningsprogram som jag fann tillgängliga idag, har letats upp via internetsökningar och länkar från olika hemsidor. Informationen kommer från gratis demoversioner, beskrivningar av programmet på hemsidor eller pappersmedia samt via installation av fullversioner av programmen. Nedanstående punkter har bedömts mer eller mindre subjektivt för alla program. De bästa programmen utvärderas mer noggrant i kapitel 2.4.

- ?? Syfte med programmet?
- ?? Distributionsmedia?
- ?? Plattform (Windows, Mac, Linux)?
- ?? Pris användare. Det pris som slutanvändaren av nyckeln får betala för programmet.
- ?? Pris skapare är det pris som den som vill skapa en nyckel får betala för programmet.
- ?? Format på datat?
- ?? Hur många dataset har gjorts och när?
- ?? Metodik.
- ?? Layout.
- ?? Grundläggande funktionaliteter.
 1. Fri användning av karaktärer.
 2. Rankning av bästa karaktär
 3. Möjlighet till mer information.
- ?? Framtid? Utvecklas programmet fortfarande och verkar programstaben intresserad av att förbättra programmet?
- ?? Vidare utvärdering?

2.3.2 Aditkey

Adit Limited, Tyn Rardd, Anglesey, Storbritannien

<http://www.adit.co.uk/index.html>

Aditkey är ett program utvecklat för dikotom och interaktiv artbestämning samt konstruktion av nycklar. Det är ganska långsamt och man behöver klicka flera gånger för att nå vissa fönster.

Syfte:	Artbestämning
Distribution:	www/CD
Plattform:	Windows
Pris användare:	Gratis
Pris skapare:	Gratis
Format:	MS Access
Dataset:	1 om <i>Equisetum</i> är det enda jag funnit
Metodik:	Fleringångs
Layout:	Annorlunda men enkel. Känns omodernt trots att det bara är 4 år gammalt
Funktionalitet:	1. Ja 2. Nej 3. Nej
Framtid:	?
Vidare utvärd.:	Nej

2.3.3 OIA

Jean-Marc Vanel

<http://wwbota.free.fr/Identification/index.html>

Ett open source projekt (API) som är nystartat (2001) i Javakod. Syftet är för mig oklart och något fungerande program har jag inte kunna hitta. Man bör dock hålla ögonen öppna kring detta projekt.

Syfte:	Open source artbestämning
Distribution:	?
Plattform:	Alla
Pris användare:	Gratis
Pris skapare:	Gratis
Format:	?
Dataset:	?
Metodik:	?
Layout:	?
Funktionalitet:	?
Framtid:	?
Vidare utvärd.:	Nej

2.3.4 Discover Mushrooms 1.1

Charles B. Samuels

<http://www.mushroom.cc/index.html>

Discover Mushrooms är ett program för artbestämning av ca 1000 svamparter. Programmet är skapat 1997 och är endast byggt för det aktuella datasetet.

Syfte:	Artbestämning svampar
Distribution:	WWW
Plattform:	Windows
Pris användare:	Gratis
Pris skapare:	?
Format:	?
Dataset:	1 om svampar
Metodik:	Fleringångsnyckel
Layout:	Trevlig, enkel och färgrik vilket är viktigt ur ett pedagogiskt perspektiv
Funktionalitet:	1. Ja 2. Nej 3. Nej
Framtid:	Verkar inte så.
Vidare utvärd.:	Nej

2.3.5 MEKA 3.00

Chris Meacham, Jepson Herbarium,
University of California at Berkeley

<http://ucjeps.berkeley.edu/meacham/meka>

Meka släppte sin senaste version 1996 och är ett rent artbestämningsverktyg. Det finns gratis att ladda hem från hemsidan. Eftersom det inte kommit någon ny version sedan 1996 tolkar jag projektet som nedlagt.

Syfte:	Artbestämning
Distribution:	www
Plattform:	Windows
Pris användare:	Gratis
Pris skapare:	Gratis
Format:	Meka-format (öppet)
Dataset:	4 små
Metodik:	Fleringångs
Layout:	OK men omodern (skapades 1996)
Funktionalitet:	1. Ja 2. Nej 3. Nej
Framtid:	Verkar inte så
Vidare utvärd.:	Nej

2.3.6 IntKey 5.11

CSIRO Entomology, Australian, Dallwitz, Paine, and Zurcher 2000

<http://biodiversity.uno.edu/delta/>

Delta-systemet består av en mängd program som alla baseras på Delta-formatet. Det finns både gratis dataset att ladda hem och kommersiella dataset på CD men programmet är gratis.

Flera av dataseten har som mål att täcka in hela grupper som t.ex. lavar hos Lias <http://www.lias.net>, crustaceaer hos Australian Museum <http://crustacea.net> och världens gräs hos Royal Botanical Gardens, Kew <http://www.rbgekew.org.uk/data/grasses-db.html>.

Syfte:	Artbestämning
Distribution:	www/CD
Plattform:	Windows
Pris användare:	Gratis
Pris skapare:	US\$ 400 (gratis för tillfället då DELTA är nedlagt)
Format:	DELTA
Dataset:	Många
Metodik:	Fleringångsnyckel och Expertsystem
Layout:	+
Funktionalitet:	1. Ja 2. Ja 3. Ja
Framtid:	Osäkert i dagsläget vem som tar över Intkey
Vidare utvärd:	Ja

Intkey är ett rent artbestämningsprogram och är enligt upphovsmännen det med flest funktionaliteter av de tillgängliga programmen i världen (Dallwitz 2000). Bildvisningen och möjligheten att enkelt jämföra bilder för olika taxa tycker jag kan förbättras.

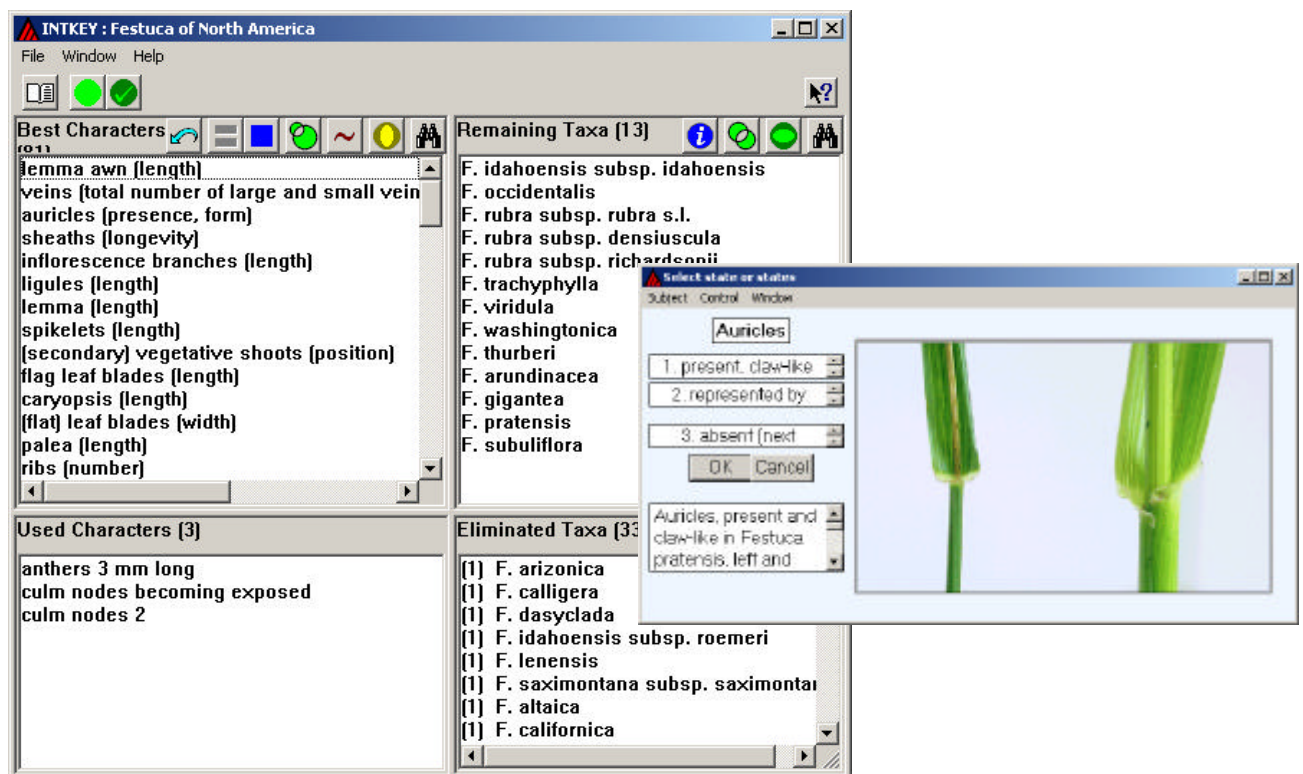


Bild 7. Skärmbilder från IntKey.

2.3.7 Linnaeus II 2.1, IdentifyIt

ETI, Expert Center for Taxonomic Identification, Biodiversity Center

University of Amsterdam

<http://www.eti.uva.nl>

Linnaeus II är ett interaktivt multimedia program för taxonomiska databaser, konstruering av nycklar och artbestämning. Den innehåller 3 olika nyckelverktyg: Dikotom (eller polyktom) textnyckel. Dikotom bild, eller bild- och textnyckel. Samt det interaktiva artbestämnings-verktyget IdentifyIt. Målgruppen är forskare i taxonomi och biologer. ETI är ej kommersiellt och har kommit till på initiativ av UNESCO. ETI kommer att ge ut en ny version och ett nytt Internetverktyg sommaren – hösten 2003.

Syfte:	Databas med Artbestämningsverktyg
Distribution:	CD
Plattform:	Windows/Mac
Pris användare:	CD priset är €30 - €500/Gratis
Pris skapare:	€459
Format:	Linnaeus II
Dataset:	72 CD-skivor på 10 år
Metodik:	Fleringånga/Expertsystem
Layout:	Snygg med många multimedia funktioner
Funktionalitet:	1. Ja 2. Ja 3. Ja
Framtid:	Ja
Vidare utvärd:	Ja

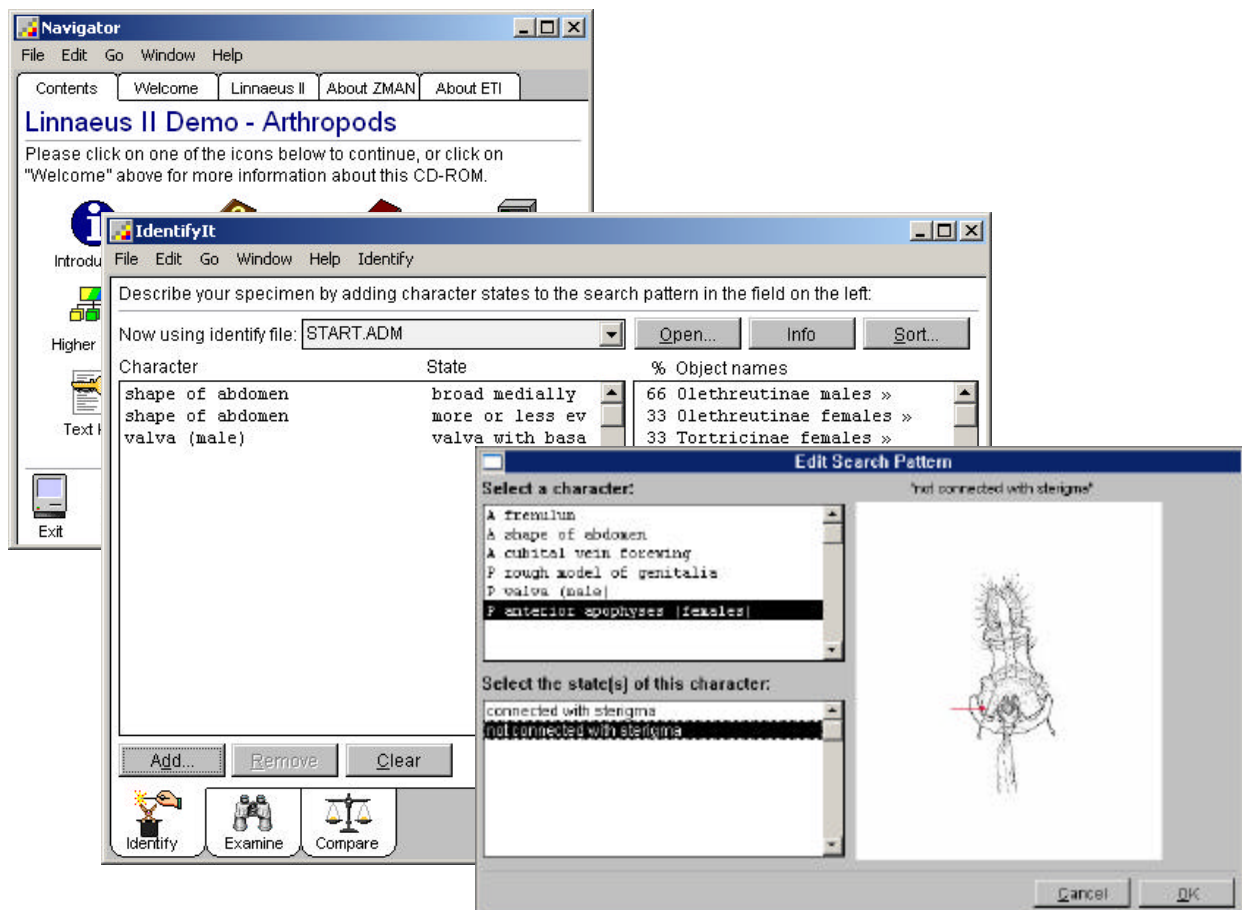


Bild 8. Skärmbilder från Linnaeus II och IdentifyIt.

2.3.8 Lucid 2.1

Centre for Pest Information Technology and Transfer
The University of Queensland, Brisbane Australia
<http://www.lucidcentral.com/>

Lucid består av flera olika program för konstruktion, publicering och användning av interaktiva nycklar. Lucid Player Standard är gratis men saknar några viktiga funktionaliteter, Lucid Player Plus kostar US\$16. Datat sparas i Lucid-format men med Lucid Professional följer det med en Delta-Lucid konverterare. Lucidformatet har några fördelar framför delta formatet (Thiele 2000). Programmet är kommersiellt och dataseten kan publiceras både på Internet och på CD, gratis eller kommersiellt. Den nästa versionen av Lucid kommer att vara programmerad i Java och fungera på de flesta plattformar inkluderat Mac.

Syfte:	Artbestämning
Distribution:	CD/www
Plattform:	Windows (nästa version även Mac m.m.)
Pris användare:	Gratis/US\$ 16
Pris skapare:	A\$ 495
Format:	Lucid
Dataset:	71 registrerade på hemsidan
Metodik:	Fleringångsexpertsystem
Layout:	Tilltalande och flashig.
Funktionalitet:	1. Ja 2. Ja 3. Ja
Framtid:	Ja
Vidare utvärd:	Ja

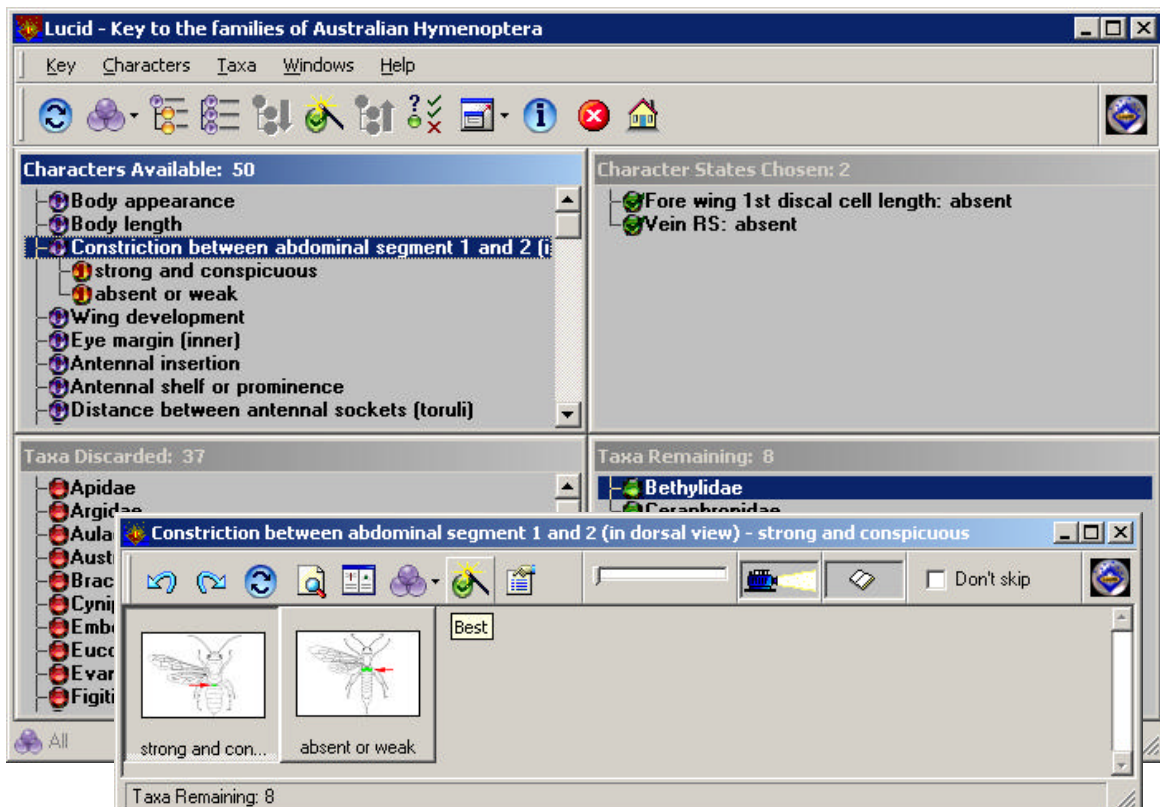


Bild 9. Skärmbilder från Lucid.

2.3.9 PalmKey 1.0b

Campbell O. Webb, Yale University

<http://www.phylodiversity.net/palmkey/>

Palmkey är ett interaktivt artbestämningsverktyg för Palm handdatorer. Gör det möjligt att artbestämma interaktivt i fält. Programmet är fortfarande i sitt experimentstadium och än så länge kan man inte konvertera data i Delta- eller Lucidformat. Skaparen säger dock att det är på gång. Programmet finns gratis att ladda hem från hemsidan.



Bild 10. Skärmbild från PalmKey.

Syfte:	Artbestämning för Palm handdatorer
Distribution:	www
Plattform:	Palm
Pris användare:	Gratis
Pris skapare:	Gratis
Format:	Palm
Dataset:	1 test
Metodik:	Fleringångs
Layout:	Enkel
Funktionalitet:	1. Ja 2. Nej 3. Nej
Framtid:	Ja
Vidare utvärd:	Nej

2.3.10 PANKEY

Richard Pankhurst, Royal Botanic Garden Edinburgh (Säljagent: Exeter Software)

<http://www.rbge.org.uk/pankey.html>

Pankey är ett programpaket för problemlösning inom ämnena artbestämning och diagnostisering. Det innehåller bl.a. artbestämningsverktyget ONLIN7. Tycks ändå finnas en del bra funktionalitet men DOS är omodernt.

Syfte:	Artbestämning och diagnostisering
Distribution:	CD
Plattform:	DOS
Pris användare:	US\$ 235
Pris skapare:	US\$ 235
Format:	Delta
Dataset:	Många i Deltaformat
Metodik:	Fleringångsnyckel
Layout:	DOS = omodern
Funktionalitet:	1. Ja, 2. Nej 3. Nej
Framtid:	Nej
Vidare utvärd:	Nej

2.3.11 PICKKEY

A. Lobanov, M. Dianov, Zoological Institute, St. Petersburg, Ryssland.

<http://www.zin.ru/projects/pickkey/>

Pickkey är ett fleringångs interaktivt artbestämningsverktyg som framförallt bygger på bilder. Det är utvecklat i Ryssland och senaste versionen är programmerad i FORTRAN kod. De senaste Pickkey-verket kom ut 1997 och var på tyska: Wir bestimmen Bäume som innehåller 170 arter.

Det grafiska gränssnittet och tydliga bilder är användarvänliga och pedagogiska. Det finns även en del nyttig funktionalitet men programmet kan inte hävda sig med dagens lättnavigerade fönster-applikationer (Windows/Mac).

Syfte:	Artbestämning
Distribution:	CD/www
Plattform:	PC
Pris användare:	CD-skivan
Pris skapare:	?
Format:	Pickkey
Dataset:	Några stycken. Det senaste 1997
Metodik:	Fleringångsnyckel
Layout:	Bilder
Funktionalitet:	1. Ja 2. Nej 3. Nej
Framtid:	Nej
Vidare utvärd:	Nej

2.3.12 TAXY

Nathan Wilson, University of California

<http://www.collectivesource.com/taxy/taxy.html>

Taxy skapades som ett examensarbete av Nathan Wilson 1994. Det är ett open source projekt som är kommandostyrt. Det exempel som finns innehåller 57 arter svampar. På grund av det gammalmodiga användargränssnittet anser jag programmet inte aktuellt för vidare utvärdering.

Syfte:	Artbestämning
Distribution:	www
Plattform:	PC
Pris användare:	Gratis
Pris skapare:	Gratis
Format:	?
Dataset:	1
Metodik:	Fleringångsnyckel
Layout:	DOS, kommandostyrt
Funktionalitet:	1. Ja 2. Nej 3. Nej
Framtid:	Nej
Vidare utvärd:	Nej

2.3.13 VIM

Verlag für interaktive Medien GbR (V.I.M.), Gaggenau, Germany <http://www.vim.de>

VIM använder en okonventionell artbestämningsmetod med nästan bara bilder. Företaget har gett ut ett antal CD-rom med olika fjärilgrupper. Fälthandboksmetoden, att jämföra utseende hos olika arter med bara kompletterande beskrivningar tilltalar antagligen novisen men fungerar nästan bara på just fjärilar. Dock bör inte metoden underskattas ur ett pedagogiskt perspektiv eftersom den tilltalar den breda allmänheten.

Syfte:	Artbestämning med bilder
Distribution:	CD kommersiellt
Plattform:	Alla
Pris användare:	CD-skivan
Pris skapare:	?
Format:	?
Dataset:	Ett antal
Metodik:	Bild - Fälthandboksmetod
Layout:	Mycket bilder
Funktionalitet:	Saknar egentligt nyckelverktyg
Framtid:	Ja
Vidare utvärd:	Nej

2.3.14 TAXIS

Bio-Tools, Jevgeni Meike, University of Helsinki

<http://www.bio-tools.net/index.htm>

TAXIS är ett databasprogram som även innehåller ett interaktivt artbestämningsverktyg. Reader-versionen av programmet är gratis men för att kunna skapa databaser och använda artbestämningsverktyget behövs fullversionen som kostar \$59 för icke kommersiellt bruk.

Användargränssnittet är mycket tilltalande och tydligt där bilder kan visas enkelt och över-skådligt. En viktig funktionalitet som saknas är rankning av bästa. Taxis började utvecklas och släpptes 1999 och får anses vara ett ungt program med utvecklingspotential. Skaparen påpekar att han och hans stab gärna hjälper till att skapa och konvertera dataset samt specialanpassa programvaran.

Syfte:	Databas med artbestämningsverktyg.
Distribution:	www/CD kommersiellt
Plattform:	Windows
Pris användare:	Gratis/\$59 CD \$10-\$100
Pris skapare:	\$ 59
Format:	Taxis
Dataset:	5
Metodik:	Fleringångsnyckel
Layout:	Snygg översiktlig
Funktionalitet:	1. Ja 2. Nej 3. Ja
Framtid:	Ja
Vidare utvärd:	Ja

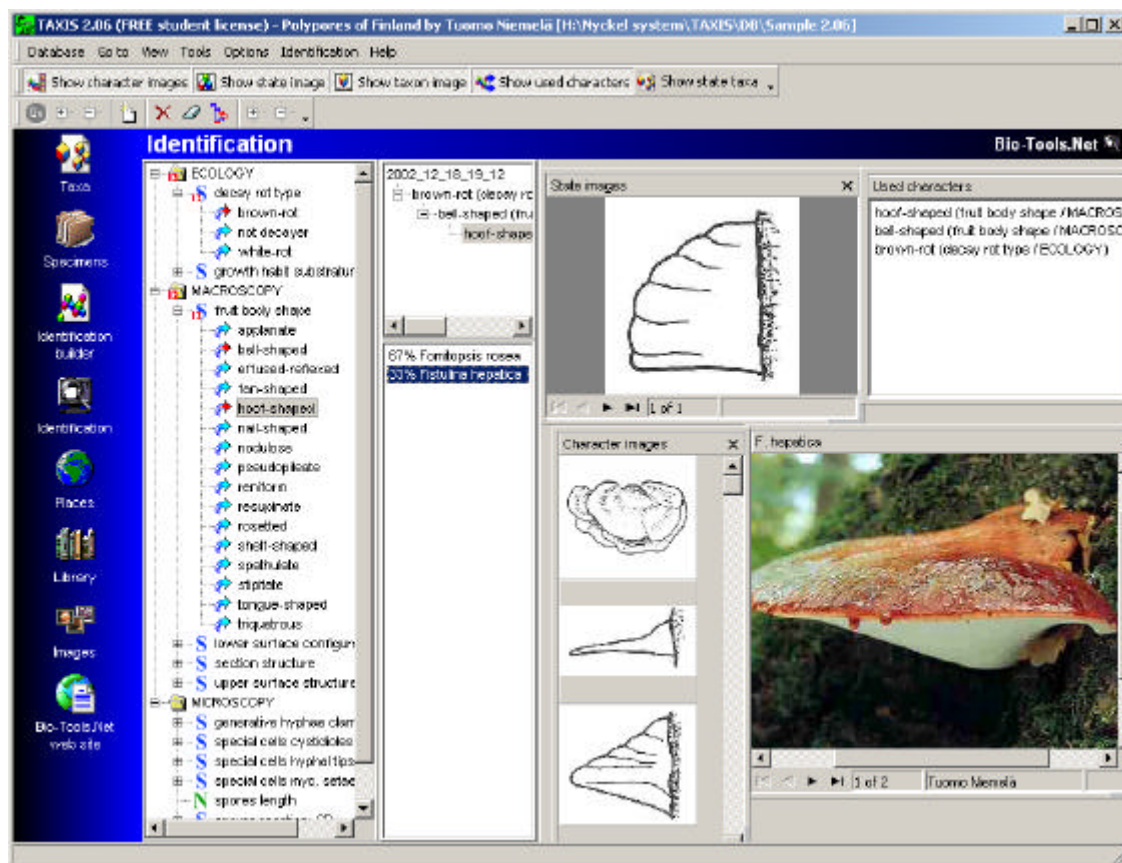


Bild 11. Skärmbild från TAXIS.

2.3.15 XID

XID Services Inc, Pullman, Washington USA
<http://www.xidservices.com>

XID är ett artbestämningsprogram med databasegenskaper. Det finns idag bara tre större dataset, två kommersiella CD-rom och ett gratis dataset som finns tillgängligt på Internet. Dataseten är i allmänhet stora och genomarbetade. Dataformatet kan både vara öppet eller stängt, som författaren önskar. Det medföljer ett konverteringsverktyg till MS access och ett exportverktyg till ASCII. Programmets första version kom 1993 och nya versioner utvecklas även i dagsläget.

Användargränssnittet är enkelt och tydligt. Programmets största fördel är hanteringen av bilder. Man kan se bilder på alla kvarvarande arter i en lista.

Syfte:	Artbestämning med databas egenskaper
Distribution:	www/CD Kommersiellt/Gratis
Plattform:	Windows/Mac
Pris användare:	US\$ 10 (el.25 % av CD-pris)
Pris skapare:	US\$ 150
Format:	XID
Dataset:	3 men stora
Metodik:	Fleringånga expertsystem
Layout:	Snygg och enkel
Funktionalitet:	1. Ja 2. Ja 3. Ja
Framtid:	Ja
Vidare utvärd:	Ja

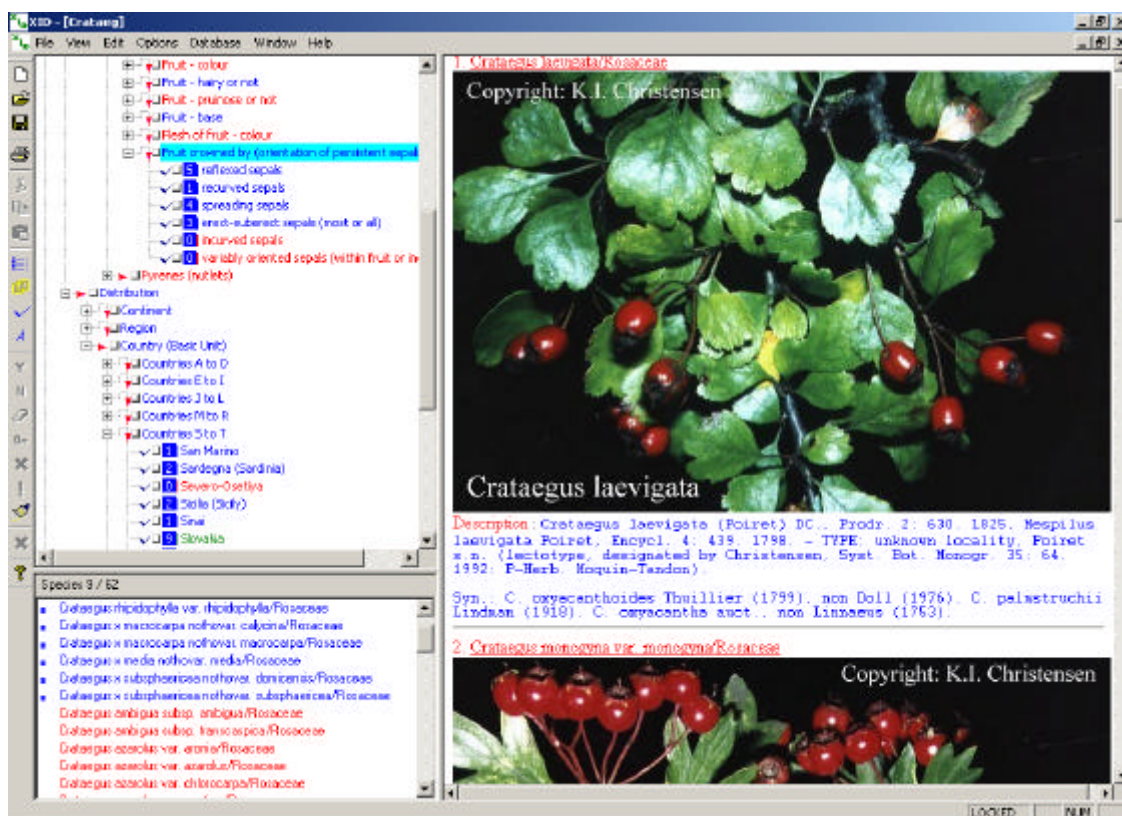


Bild 12. Skärmbild från XID.

2.4 Utvärdering av de bästa interaktiva nycklarna.

Det finns många aspekter på hur funktionaliteter, layout, metodik, pedagogik och enkelhet ska lösas i ett interaktivt artbestämningsprogram. Dallwitz (2002a, 2002b) har sammanställt 73 funktionaliteter som är önskvärda. Han har även utvärderat befintliga artbestämningsprogram utifrån dessa funktionaliteter (Dallwitz 2000). Denna utvärdering har fått kritik (Thiele 2002), eftersom hur funktionaliteterna är tillämpade i Dallwitz egna program, Intkey, har styrt hur de olika funktionaliteterna har värderats.

Nedan utvärderas de fem bästa artbestämningsprogrammen och den bästa interaktiva nyckeln på Internet. Dessa har valts ut eftersom alla, utom Taxis, uppfyller de tre grundläggande krav som jag anser att man kan ställa på bra interaktiva nycklar. Taxis togs med i undersökningen då det kan anses ha goda framtida utvecklingsmöjligheter och har en översiktlig, enkel och snygg layout. Med i utvärderingen är även den nyckel, PHPKey, som skapats inom detta examensarbete. Även den uppfyller de tre grundläggande kraven. I tabell 3 visas resultatet från både denna och Dallwitz (2000) utvärdering. I tabell 4 visas kriterier, viktning och resultat för de funktionaliteter och andra krav som man anser som viktiga. JA ger full poäng. NEJ ger 0 poäng. NJA ger hälften av full poäng. + ger 1 extra poäng och – ger 1 poäng avdrag. Maxpoäng i denna utvärdering var 52 poäng och i Dallwitz utvärdering 236.

Tabell 3. Resultat från denna och Dallwitz (2000) utvärdering av interaktiva nycklar.

	Denna utvärdering	Dallwitz 2000
Intkey	45	217
Linnaeus II, Identifylt	42	56
Lucid	49	133
Taxis	34	-
XID	45	77
PollyClave 2	47	92*
PHPKey	46,5	88**
MEKA	-	62
NaviKey	-	71

* Den äldre versionen PollyClave 1.06 utvärderades.

** PHPKey utvärderades inte. Detta är författarens resultat efter Dallwitz kriterier.

Tabell 4. Utvärderingsresultat och kriterier för de 5 bästa artbestämningsprogrammen, den enda hemsidan som uppfyllde de grundläggande kraven på en interaktiv nyckel och PHPKey som skapades i detta exjobb. JA ger full poäng, NEJ ger 0 poäng, NJA ger hälften av full poäng, + ger 1 extra poäng och – ger 1 poäng avdrag.

	IntKey	Identifyt	Lucid	TAXIS	XID	Pollyclave 2	PHPKey
Mycket viktig funktionalitet 4p:							
Fri användning av karaktärer	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA
Rankning av bästa karaktär	JA	JA	JA	NEJ	JA	JA	JA-
Möjlighet till mer information	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA
Ganska viktig funktionalitet 2p:							
Feltolerans	JA	JA-	JA	JA-	NEJ	NEJ	JA
Ändra eller ta bort tidigare karaktärer	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA
Jämföra text och bild på återstående urval	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA
Fälthandboksmetoden	NJA	NJA	NJA	JA	JA+	JA	NJA
Kunna se vilka karaktärer som använts	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA
Hitta skillnader mellan arter	JA	JA	JA	NJA	JA	JA	JA
Annan bra funktionalitet 1p:							
Karaktärer och stadier skall kunna vara beroende av andra	JA	NEJ	JA	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ
Numeriska karaktärer (utan klasser)	JA	NEJ	JA	NEJ	NEJ	JA	NEJ
Kunna välja ut grupper eller enstaka arter och nyckla bland dem	JA	NEJ	JA	NEJ	JA	NEJ	NEJ
Användaren ska kunna uttrycka osäkerhet angående ett värde på en karaktär	JA	NEJ	JA	NEJ	JA	JA	NJA
Andra mycket viktiga krav 4p:							
Fungera i både Mac och Windows	NEJ	JA	JA	NEJ	JA	JA	JA
Framtida utveckling sannolik	NJA	JA	JA	JA	JA	JA	JA
Snygg och enkel layout	JA	JA-	JA	JA	JA	JA-	JA
Gratis för användaren	JA	NJA	NJA	NEJ	NEJ	JA	JA
Import från extern databas	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA
En icke insatt person sak kunna använda nyckeln hjälpligt inom några minuter	JA	JA-	JA	JA	JA	JA	JA
Total poäng summa:	45	42	49	34	45	47	46,5

3. KARAKTÄRSDATABASEN KNAPPNÅLSLAVAR I NORDEN

Under detta examensarbete har jag byggt en karaktärsdatabas över knappnåslavar i Norden. Den består av 83 arter, 27 karaktärer, 216 karaktärsstadier och information om dessa. Art-karaktärsmatrisen innehåller drygt 17 000 värden och hela databasen är ca 150 kB stor. Informationen är till största delen baserad på Tibell (1999). Den har dock behövt kompletteras med muntlig intervju med Tibell (2003). Dessutom förs *Cybebe gracilenta* nu till *Chaenotheca* (Tibell 2001), *Stenocybe flexuosa* (Selva & Tibell 1999) är ny för Skandinavien och Europa (Holien 2001), *Phaecalicium compressulum* (Tibell 1996) är också ny för Skandinavien (Tibell muntl. 2003). Enstaka numeriska värden för *Sphinctrina* har mätts i bilder (Löfgren & Tibell 1979) och sedan förts in i matrisen med goda felmarginaler. För *Bunodophoron* har vissa kompletteringar gjorts i muntlig intervju med Mats Wedin Umeå Universitet (2003).

Originaldatabasen är sparad enligt specifikationen i kapitel 4.4 men finns bifogad i läsvänlig form som bilagor: art-karaktärsmatrisen (bilaga 1), karaktärerna och information om dessa (bilaga 2), alla arter och information om dessa (bilaga 3) samt information om karaktärsstadierna (bilaga 4).

4. INTERAKTIV NYCKEL ÖVER KNAPPNÅLSLAVAR I NORDEN

4.1 Inledning

Denna interaktiva nyckel består av en karaktärsdatabas som beskrivs i kapitel 3 och ett program som tills vidare kallas PHPKey. Jag har inte haft för avsikt att bli klar med PHPKey utan ser det som en början på ett program som kan växa. Den här versionen kan ännu inte appliceras på vilken databas som helst. Dock är det endast mycket små justeringar i koden som behövs för det. PHPKey är skrivet i programmeringsspråket PHP version 4, och körs på en webbserver med PHP installerat. Programmet jobbar mot en MySQL databas. Både PHP och MySQL distribueras med öppen källkod (open source). Det betyder att vem som helst kan gratis ladda hem, använda och förändra programmen. PHP (Hypertext Pre Processor) är ett HTML inbäddat programmeringsspråk som används för att skapa dynamiska webbsidor, ofta mot databaser, (Jonsson 2001) och finns på den officiella hemsidan www.php.net. PHP kan jämföras med Microsofts motsvarighet ASP. MySQL finns att ladda hem på deras officiella hemsida www.mysql.com.

Användaren av PHPKey behöver endast ha en vanlig webbläsare, t.ex. Internet Explorer eller Netscape installerad på sin dator för att kunna använda nyckeln. I vanliga HTML formulär (HTML 4.01) väljer användaren de karaktärer som hon vill använda. Genom att trycka på Sök-knappen skickas de markerade karaktärsstadierna till webbservern. På servern omvandlar PHP den skickade informationen till SQL frågor som ställs till MySQL databasen. Resultatet av SQL frågan skickas direkt tillbaka till användaren som HTML-kod och visas i webbläsarfönstret. Nyckeln finns publicerad på svenska och engelska på webbadressen <http://www.artdata.slu.se/Nycklar>.

4.2 Hur gör man?

Användaren av nyckeln markerar i kryssrutor (1) eller rullgardinsmenyer (2) de karaktärsstadier som hon vill använda. När man trycker på "Sök"-knappen (3) skickas informationen till webbservern som behandlar den och skickar tillbaka de arter som uppfyller kriterierna. De visas i ramen till höger. Det spelar ingen roll vilken "Sök"-knapp man trycker på.

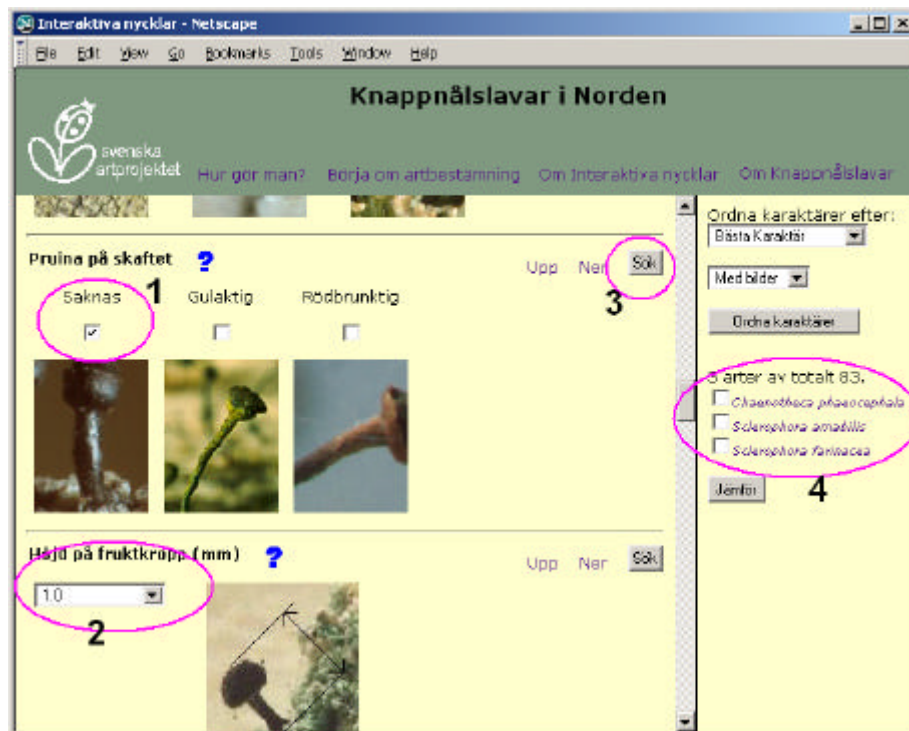


Bild 13. Skärmbild 1 från PHPKey.

Genom att trycka på knappen "Ordna karaktärer" (5) rangordnas karaktärerna med de bästa överst. För att räkna ut vilken karaktär som är bäst används en bästa karaktärsalgoritm som rangordnar karaktärerna efter hur effektiva de är att minska antalet arter i urvalet. De karaktärer som redan använts hamnar längst ned på sidan. Man kan alltså ändra eller ta bort redan använda karaktärer när som helst under artbestämningsprocessen. Vill man visa karaktärerna utan de förklarande bilderna ändrar man i rullgardinsmenyn till "Utan bilder" (6). Man kan också ordna karaktärerna "Naturligt grupperade" eller i "Alfabetisk" ordning i den andra rullgardinsmenyn (7). Med naturligt grupperade menas t.ex. alla fruktkroppskaraktärer på ett ställe, alla bålkaraktärer på ett ställe o.s.v. Inställningarna börjar gälla när man trycker på knappen "Ordna karaktärer". Överst i den vänstra ramen finns snabbänkar (8) till de olika karaktärerna. När man trycker på en av dem förflyttas man direkt till den aktuella karaktären längre ned på sidan. Man kan också använda snabbänkarna "Upp" och "Ned" (9) för att förflytta sig längst upp respektive längst ned på sidan. Det finns också en feltoleransfunktion (10). Den gör det möjligt att komma fram till rätt resultat även om man har angett ett felaktigt karaktärsstadium eller om någon karaktär är felaktig i databasen. Om man t.ex. har angett 5 karaktärsstadierna med en feltolerans på 1 så tas alla arter som uppfyller minst 4 av karaktärsstadierna med när sökningen i databasen görs.

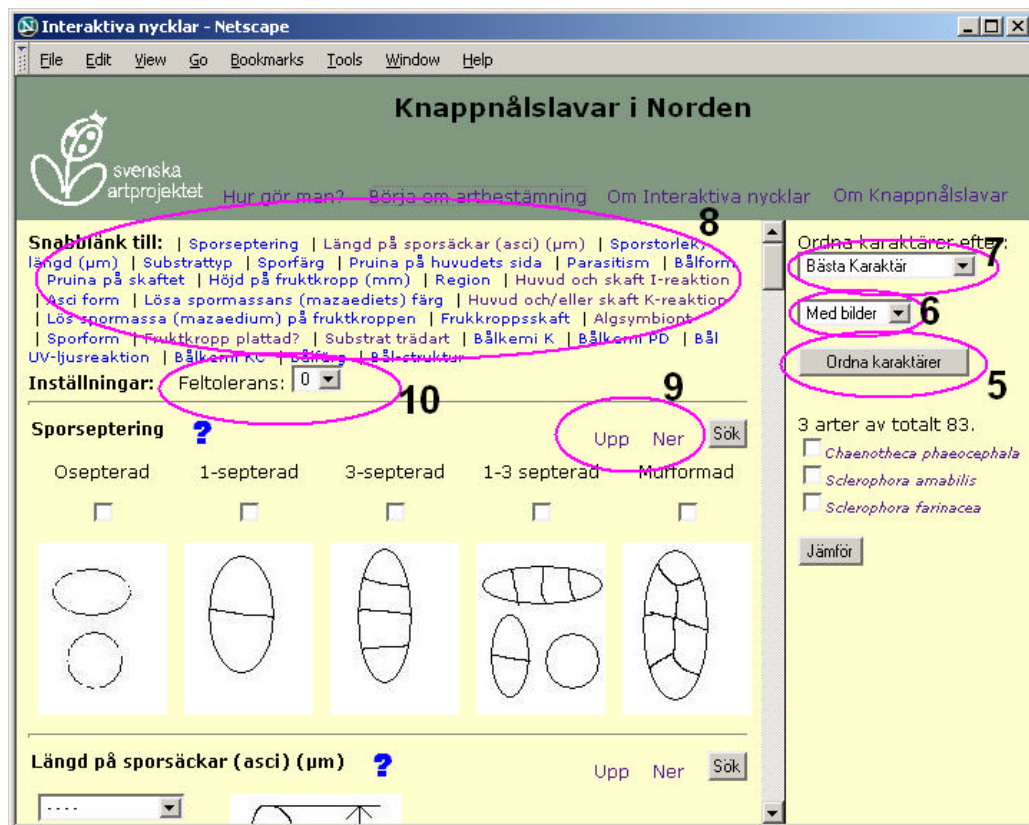


Bild 14. Skärmbild 2 från PHPKey.

Man kan när som helst under artbestämningen jämföra två eller flera arter. Man kryssar för respektive kryssruta (11) och trycker på knappen ”Jämför”(12). Då visas samtliga karaktärer och karaktärsstadier för de valda arterna. Karaktärerna är ordnade med de bästa karaktärerna överst.

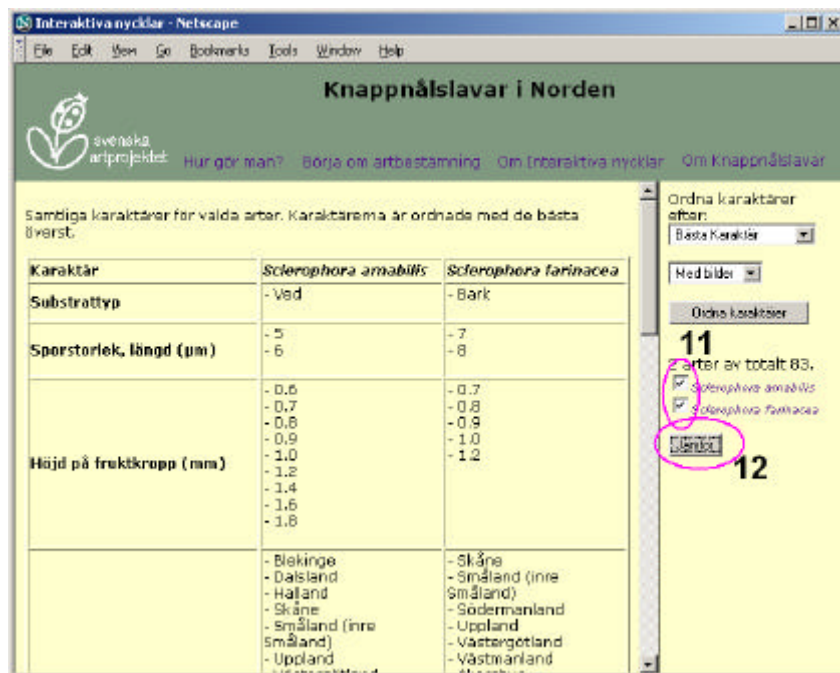


Bild 15. Skärmbild 3 från PHPKey.

Trycker man på artnamnet (13) visas en beskrivning, en bild, namn på olika språk och alla karaktärsstadier för den aktuella arten. Man kan när som helst fortsätta artbestämningen genom att trycka på knappen ”Ordna karaktärer” (14) eller börja om artbestämningen genom att trycka på ”Börja om artbestämningen” (15).

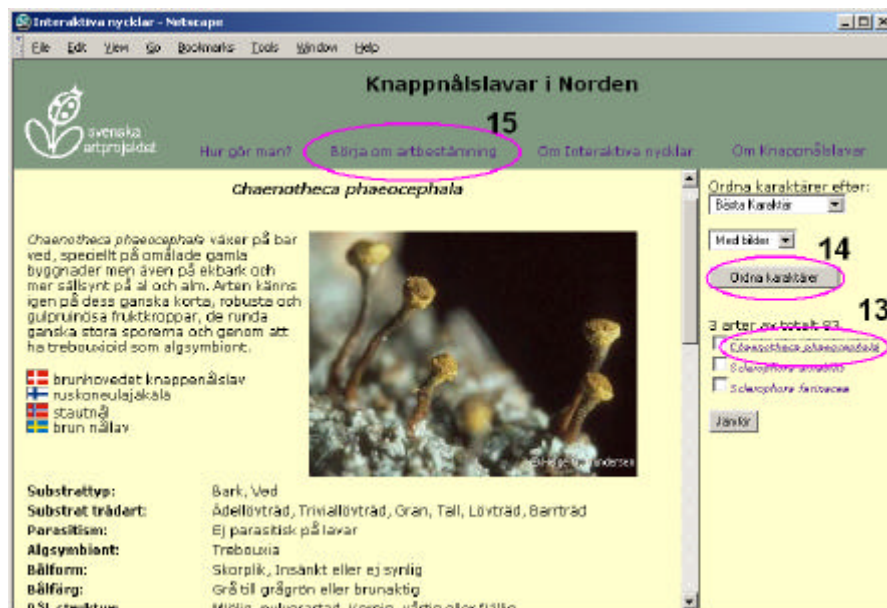


Bild 16. Skärmbild 4 från PHPKey.

Om man är osäker på vad som menas med en karaktär, t.ex. "Bålkemi K", kan man trycka på frågetecknet (16). Då öppnas ett extra fönster där karaktären förklaras (17). Fönstret stängs när man trycker på krysset uppe i dess högra hörn. Om man kör programmet utan bilder så visas även bilderna i detta fönster. Detta kan vara bra för dem som använder modem eftersom man då bara behöver ladda ned de bilder som man vill se. Stänger man inte fönstret öppnas även nästa karaktärs-förklaring i samma fönster. Om man är osäker på vilket stadium som gäller för det aktuella exemplaret, i det här exemplet K+ röd eller K+ gulaktig, kan man kryssa för båda två (18). Programmet tolkar det som antingen K+ röd eller K+ gulaktig.

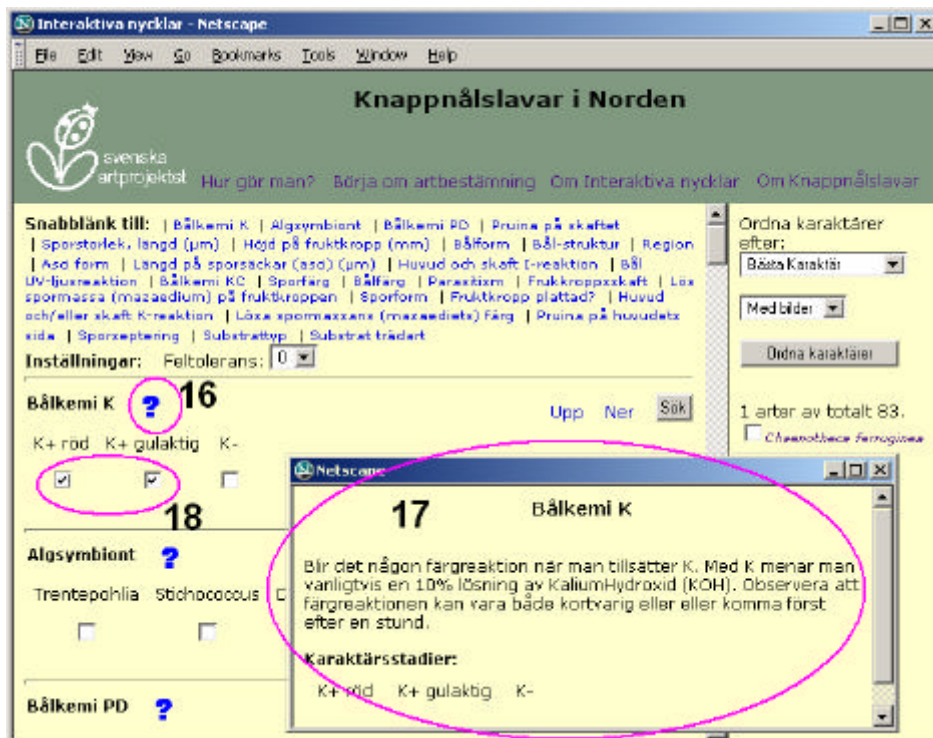


Bild 17. Skärmbild 5 från PHPKey.

4.3 Programlogik

Programmet består av följande filer. De finns som helhet i bilaga 5.

- ?? **frameset.html** delar upp fönstret i den övre och nedre ramen.
- ?? **top.php** skriver ut överskriften, länkarna och bilderna i den övre ramen.
- ?? **frameset2.html** delar upp den nedre ramen i ytterligare två ramar. Den stora till vänster och den smala till höger.
- ?? **char choice.php** är den mest omfattande filen. Den ritar upp vilka karaktärer och karaktärsstadier som finns i databasen som ett formulär i den stora vänstra ramen. Den tar emot kvarvarande arter, vilka karaktärsstadier som har använts tidigare, om den ska visa bilder, på vilket sätt den ska ordna karaktärerna och aktuell feltolerans. Den skickar iväg alla valda inställningar och karaktärsstadier till filen **result.php** när man trycker på Sök-knappen. Klickar man på frågetecknet så skickas karaktärens id-nummer till filen **char_help.php**.
- ?? **result.php** gör sökningen i databasen och skriver ut resultatet. Den tar emot inställningarna feltolerans, med eller utan bilder, hur karaktärerna ska ordnas samt alla valda karaktärsstadier. Den skapar två olika formulär. Det övre skickar ovan nämnda inställningar, vilka arter som uppfyller kraven samt använda karaktärsstadier till **char choice.php**. Det undre skickar id-

numren på de arter som är förkryssade till [compare.php](#) om man trycker på Jämför-knappen eller id-numret till [spec_desc.php](#) om man klickar på artnamnet.

- ?? [spec_desc.php](#) skriver ut artbeskrivningen, bilder, namn och samtliga karaktärer för aktuell art. Den tar emot den aktuella artens id-nummer.
- ?? [compare.php](#) skriver ut en tabell som jämför karaktärerna för valda arter och ordnar karaktärerna med de bästa överst. Den tar emot valda arters id-nummer.
- ?? [char_help.php](#) skriver ut hjälptext och bilder i originalstorlek för aktuell karaktär samt dess karaktärsstadier. Den tar emot den aktuella karaktärens id-nummer och vilken sorts input type som den har (kryssruta eller rullgardinsmeny).

Övriga filer är vanliga frivilliga html-filer som öppnas i den nedre ramen eller över hela fönstret. De jag har här är [helptour.html](#) som visar en kortkurs i 7 steg hur man använder PHPKey, [about_dataset.html](#) som beskriver det aktuella datasetet samt [about_phpkey.html](#) som berättar lite om PHPKey och interaktiva nycklar.

4.4 Databasstruktur

Databasservern som PHPKey använder är MySQL. PHP har stöd för många olika databasserverar och man kan därför med några mindre justeringar i programkoden ändra de MySQL specifika funktionerna till den databasserver man önskar använda. Databasen innehåller de 4 tabellerna **charinfo**, **stateinfo**, **speciesinfo** och **species_state** som beskrivs nedan. Fältens namn måste vara exakt som de nedan för att nyckeln ska fungera.

Tabell 5. Tabellspecifikationer för **charinfo**. Innehåller information om de olika karaktärerna.

Fältnamn:	Typ:	Null:	Standard:	Information:
char_id	INT(3)	NEJ	0	Karaktärens id-nummer består av tre siffror. Det måste vara tre siffror och unikt. Kan sättas i relation med motsvarande fält i stateinfo
char_name	VARCHAR(100)	NEJ		Karaktärens namn. Den text som ska skrivas ut i nyckeln.
natural_grouped	INT(3)	NEJ	0	Ett integertal bestående av högst 3 siffror som anger hur karaktärerna ska skrivas ut när användaren har valt att ordna karaktärerna naturligt grupperade. 1 hamnar överst och 999 nederst.
char_description	TEXT	YES	NULL	Den hjälptext som kan finnas till varje karaktär.
reliability	INT(1)	YES	0	Ett heltal, 0 till 9, som ger författaren möjlighet att påverka hur högt en karaktär ska rankas när bästa karaktärsalgoritmen körs.
input_type	ENUM (‘checkbox’, ‘selectmenu’)	YES	checkbox	Om karaktärsstadierna ska visas med kryssrutor (checkbox) eller rullgardinsmeny (selectmenu).
char_image	TINYTEXT	YES	NULL	Sökväg till bilden som förklarar karaktären. Egentligen bara aktuell med rullgardinsmeny. Sökvägen kan vara absolut, relativ eller till en webbsida.

Tabell 6. Tabellspecifikationer för **stateinfo**. Innehåller information de olika karaktärsstadierna.

Fältnamn:	Typ:	Null:	Standard:	Information:
state_id	INT(11)	NEJ	0	Karaktärsstadiets id-nummer
state_name	VARCHAR(50)	NEJ		Ett namn på karaktärsstadiet. Detta ska var exakt samma som fältnamnen i tabellen species_state. Det ska börja med det tresiffriga karaktärs-idnummret följt av ett understrykningsstreck ('_') och därefter godtyckligt namn utan svenska specialbokstäver och utan mellanslag. Det rekommenderas även att inte blanda stora och små bokstäver.
state_realname	VARCHAR(50)	JA	NULL	Det namn på karaktärsstadiet som ska skrivas ut på hemsidan.
image	TINYTEXT	JA	NULL	Sökväg till bild som förklarar karaktärsstadiet. Sökvägen kan vara relativ, absolut eller till en hemsida med bilden.
char_id	INT(3)	NEJ	0	Det tresiffriga karaktärs-idnummer som korsponderar mot detta karaktärsstadium. Kan sättas i relation med motsvarande fält i charinfo.
internal_order	INT(3)	JA	0	Heltal mellan 0 och 999 som talar om i vilken inbördes ordning de olika karaktärsstadierna för en karaktär ska ordnas.

Tabell 7. Tabellspecifikationer för **speciesinfo**. Innehåller information om arterna.

Fältnamn:	Typ:	Null:	Standard	Information:
species_id	INT(11)	NEJ		Artens id-nummer (ett heltal med högst 11 siffror). Kan sättas i relation med motsvarande fält i speciesinfo.
species_name_latin	VARCHAR (50)	NEJ		Artens vetenskapliga namn.
species_description	TEXT	YES	NULL	Artbeskrivning.
species_image1	TINYTEXT	YES	NULL	Sökväg till bild på arten. Sökvägen kan vara relativ, absolut eller en adress till en hemsida.
species_name_danish	VARCHAR (50)	YES	NULL	Artens namn på danska (ej obligatoriskt fält).
species_name_finnish	VARCHAR (50)	YES	NULL	Artens namn på finska (ej obligatoriskt fält).
species_name_norwegian	VARCHAR (50)	YES	NULL	Artens namn på norska (ej obligatoriskt fält).
species_name_swedish	VARCHAR (50)	YES	NULL	Artens namn på svenska (ej obligatoriskt fält).

Tabell 9. Tabellspecifikationer för **species_state**. Art – karaktärsmatrisen för det aktuella datasetet.

Fältnamn:	Typ:	Null:	Standard:	Information:
species_id	INT(11)	NEJ		Artens id-nummer (ett heltal med högst 11 siffror). Kan sättas i relation med motsvarande fält i speciesinfo.
Karaktärsstadiet "state_name" från stateinfo	ENUM ('0','1','9','?')	NEJ	?	0 = NEJ/Finns inte. 1 = JA/Finns. 9 = Karaktären kan ej tillämpas på den aktuella arten. ? = okänt/vet ej.
Karaktärsstadiet "state_name" från stateinfo	ENUM ('0','1','9','?')	NEJ	?	0 = NEJ/Finns inte. 1 = JA/Finns. 9 = Karaktären kan ej tillämpas på den aktuella arten. ? = okänt/vet ej.
OSV.....	OSV....	OSV	OSV....	OSV....

5. DISKUSSION

5.1 Interaktiva nycklar på Internet

Hemsidor med användarvänlig interaktivitet är en ganska ny företeelse vilket också speglas i kvaliteten på de utvärderade hemsidorna. PollyClave 2 är den enda hemsida som uppfyller de grundläggande krav jag tycker man kan ställa på bra interaktiva nycklar. Den saknar endast feltolerans av de viktigaste funktionaliteterna. Innan jag började bygga min nyckel PHPKey fanns inte PollyClave 2 utan bara PollyClave 1.06. Den nyckeln tyckte jag hade alldeles för ful layout så då fanns det egentligen ingen internetnyckel som uppfyllde kraven. Vad det gäller layout så har IDnature en trevlig, pedagogisk och enkel layout med tre ramar. I allmänhet kan man också säga att ingen av hemsidorna kan mäta sig med de flesta artbestämningsprogram (se nedan) vad det gäller mängden funktionaliteter.

5.2 Vilket artbestämningsprogram är bäst?

Resultatet från min utvärdering av artbestämningsprogram överensstämmer ganska väl med min egen subjektiva uppfattning. Lucid, Intkey och XID är antagligen de tre bästa programmen. Resultatet stämmer dock inte överens med Dallwitz undersökning (2000). Detta beror antagligen på ett antal faktorer. Han värderade bara rena funktionaliteter och inte ”andra mycket viktiga krav”, användarvänlighet, översiktlighet och möjligheten att använda fälthandboksметoden. Dock skall man inte sticka under stol med att Intkey och Lucid antagligen är de mest kraftfulla artbestämningsverktygen som är tillgängliga idag. Vilket program man ska välja av de fem bästa programmen är till stor del en fråga om tycke och smak. Några vägledande kommentarer kan vara:

- ?? Intkey har flest funktionaliteter och passar antagligen bäst för den som vill använda interaktiva nycklar ofta. Därmed inte sagt att det är svårt för nybörjaren. Delta-projektet är nedlagt så Intkeys framtid är osäker. Det fungerar ännu inte på Mac och layouten är inte så flashig. I övriga Delta-program finns även mycket annan funktionalitet som t.ex. automatisk generering av dikotom nyckel från Delta-filerna.
- ?? Lucid har många funktionaliteter och snyggare användargränssnitt, men fullversionen kostar pengar.
- ?? Linnaeus II kan jag inte rekommendera om det är ett rent interaktivt artbestämningsprogram man vill distribuera. Däremot om det är CD-rom eller hela databaser så kan det vara aktuellt, då det finns många nyttiga databasfunktionaliteter. Verktöget IdentifyIt saknar vissa funktionaliteter och är lite för krångligt att använda. Ny version är dock på gång.
- ?? Taxis är nytt och nya versioner kommer hela tiden. Det saknar dock ännu för många funktionaliteter och fungerar ännu inte på Mac.
- ?? XID har ganska många funktionaliteter (dock färre är Lucid och Intkey) och har en trevlig bildbehandling och fälthandboksbestämningsметodik. Det kostar dock pengar för användaren.

5.3 Aspekter på interaktiva nycklar

Datorsystem, program och dataformat utvecklas och ändras med åren. Därför bör ett system för långsiktig lagring och uppdatering av karaktärsdatabaser vara så utformat så att det enkelt kan uppdateras och konverteras till det program, system eller format som passar bäst i dagsläget. De aspekter som redovisas nedan är anpassade för Svenska artprojektet. I dagsläget finns det ett antal system att anpassa sig till.

- ?? Operativsystem: Windows (olika versioner), Macintosh (Classic eller OSX), Linux (olika dialekter och varianter)
- ?? Datorstorlek:
 - o Persondator och Laptop
 - o Handdator med dess operativsystem och format.
 - ~~///~~ Palm
 - ~~///~~ HP iPac
 - ~~///~~ Med flera....
 - o Mobiltelefon med WAP (GPRS m.m.)
- ?? Vilket artbestämningsprogram man vill använda (Intkey, Linnaeus II, Lucid, TAXIS, XID)
- ?? Webbläsare om annan kod än HTML-kod skall användas

Följande aspekter kan beaktas ifråga vilket media som dataset och interaktiva nycklar kan spridas:

CD/DVD:

- + Lättare att skydda upphovsrätt.
- + Lätt att sprida stora dataset.
- + Fungerar alltid (?).
- Dyrt att producera.
- Inte lika lätt tillgängligt.
- Kostar för användaren.

Internet:

- + Lätt tillgängligt för alla.
- + Gratis för användaren.
- + Lätt att uppdatera både dataset och program.
- Hemsidor kan strula.
- Svårt att skydda upphovsrätt.
- Svårt eller omöjligt att ladda hem stora dataset med modem.

Vad det gäller stora dataset så blir de i allmänhet stora om det är mycket bilder. Datasetet Festuca till Intkey är till exempel 35MB stort och skulle kunna ta upp till 2 timmar att ladda ner med modem och kanske bara några minuter med bredband. Nedladdningstider varierar dock mycket. Om man vill distribuera sin interaktiva nyckel via Internet så finns det två vägar att gå. Hemsida eller uppladdning av program och dataset. Några aspekter på dessa två varianter kan vara följande.

Hemsida:

- + Inget risktagande för användaren.
- + Kan användas och ge intresse för den ännu måttligt intresserade.
- Inte lika kraftfullt artbestämningsverktyg.
- Kan inte köras offline.
- Kan bli lång väntetid att ladda sidan med modem.

Ladda hem program och dataset:

- + Kraftfullt artbestämningsverktyg.
- + Kan köras offline.
- Risktagande för användaren.
- Inget den måttligt intresserade gör.
- Tar lång tid att ladda hem med modem.
- Vissa program kostar pengar.

5.4 Knappnåslavar i Norden

Att skapa dataset för interaktiva nycklar kan vara tidskrävande. Jag bedömer att jag ägnat nästan en månads tid åt denna karaktärsdatabas. Dock hade jag små kunskaper om gruppen innan jag började. Databasen innehåller 216 karaktärsstadier och 83 arter vilket gör att bara art-karaktärsmatrisen innehåller mer än 17 000 värden att ta ställning till. För en person som är väl insatt i gruppen skulle det antagligen inte ta lika lång tid. I framtiden hoppas jag att det blir lika vanligt för taxonomer att skapa art-karaktärsmatriser som att skapa dikotoma nycklar. Det krävs dock ett annat sätt att tänka då man måste bedöma alla karaktärer för alla arter vilket man inte behöver med dikotoma nycklar.

5.5 Framtiden för PHPKey

För att PHPKey ska bli ett bra artbestämningsverktyg behöver det förbättras på följande punkter.

- ?? Bästa karaktärsalgoritmen måste bli bättre. Den som används nu är framforcerad på några dagar.
- ?? Antalet frågor som ställs till databasen bör minskas betydligt. Nu kan det ställas upp till 400 frågor varje gång man trycker på "Ordna karaktärer" -knappen. Detta kan lösas genom att ställa större frågor som sedan delas upp i flerdimensionella vektorer.
- ?? Man ska kunna markera flera alternativ även i rullgardinsmenyerna.
- ?? Det vore bra om man kunde välja bort vissa av de arter som finns kvar i urvalet.
- ?? Man bör kunna jämföra arter med bilder och beskrivningar där arterna kommer efter varandra och inte bara i tabellform.
- ?? Det som står överst på sidan i top-ramen bör även det generas från databasen.
- ?? Hela systemet måste göras kompatibelt med Delta-formatet. Det skulle kunna lösas med ett konverteringsverktyg.
- ?? Tillämpning av formatmallar (style sheets).

5.6 Aspekter för Svenska artprojektet

För Svenska artprojektets del bör man ta ställning till ett antal frågor innan man bestämmer sig vilket system man ska använda.

1. Hemsida eller program?
2. Om man väljer program ska det ha databasegenskaper eller enbart vara ett artbestämningsverktyg?
3. Ska det kunna köras offline?
4. Ska data sparas i Delta-format eller i eget databasformat? Om man väljer eget databasformat får det dock gärna vara kompatibelt med Delta-formatet.
5. Hur skall datasetshierarkin vara uppbyggd? Om man inte vet att det är en lav som man försöker artbestämma, hur kommer man då till rätt lavdataset?

TACK

Tack till min entusiasmerande handledare Göran Thor samt min kontaktperson vid Svenska artprojektet Rikard Sundin. Jag har även fått ovärderlig programmeringshjälp från Maria Barret Ripa, Svenska artprojektet och mycket sakunnig hjälp med knappnåslavar av Leif Tibell, Uppsala universitet. Jag tackar även alla andra som har stött mig och kommit med värdefulla synpunkter under hela examensarbetet.

REFERENSER

- Atkinson, W. D. & Gammerman, A. 1987. An application of expert systems technology in biological identification. *Taxon* 36: 705-713.
- Clark, S. H. 1938. The use of perforated cards in multiple entry identification keys and in the study of the interrelation of variable properties. *Chron. Bot.* 4: 517-518.
- Dallwitz, M. J. 1980. A general system for coding taxonomic descriptions. *Taxon* 29: 41-46.
- Dallwitz, M. J. 2000. Comparison of Interactive Identification Programs.
<http://biodiversity.uno.edu/delta/>.
- Dallwitz, M. J. Paine, T. A. & Zurcher, E. J. 2002a. Interactive Identification Using the Internet.
<http://biodiversity.uno.edu/delta/>.
- Dallwitz, M. J. Paine, T. A. & Zurcher, E. J. 2002b. Principles of Interactive Keys.
<http://biodiversity.uno.edu/delta/>.

- Dallwitz, M. J. Paine, T. A. & Zurcher, E. J. 2002c. User's Guide to the DELTA System, A General System for Processing Taxonomic Description. Edition 4.12.
<http://biodiversity.uno.edu/delta/>.
- Dayhoff, J. E. 1990. *Neural network architectures: An introduction*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Edwards, M. & Morse, D. R. 1995. The potential for computer-aided identification in biodiversity research. *Trends in Ecology and Evolution* 10: 153-158.
- Holien, H. 2001. Additions to the Norwegian flora of lichens and lichenicolous fungi II- with some further distributional notes on Norwegian Caliciales. *Graphis Scripta* 12: 51-58.
- Johnston, B. C. 1980. Computer programs for constructing polyclave keys from data matrices. *Taxon* 29: 47-51.
- Jonsson, V. 2001. *Webbprogrammering med PHP*. StudentLitteratur.
- Löfgren, O. & Tibell, L. 1979. *Sphinctrina* in Europe. *Lichenologist* 11: 109-137.
- Morse, D., Tardival, G. M. & Spicer, J. 1996. A comparison of the effectiveness of a dichotomous key and a multi-access key to woodlice. *Technical Report 14-96*. Computing Laboratory, University of Kent, Canterbury, UK. <http://www.cs.ukc.ac.uk/pubs/1996/44/index.html>.
- Pankhurst, R. J. 1991. *Practical taxonomic computing*. Cambridge University Press.
- Selva, S. B. & Tibell, L. 1999. Lichenized and non-lichenized calicioid fungi from North America. *The Bryologist* 102: 377-397.
- Stucky, J. M. 1984. Comparison of two methods of identification weed seedlings. *Weed Science* 32: 598-602.
- Thiele, K. 2000. A Critique of Dallwitz's 'A comparison of Interactive Identification Programs'.
<http://biodiversity.uno.edu/delta/>.
- Tibell, L. 1996. *Phaeocalicium* (Mycocaliciaceae, Ascomycetes) in northern Europe. *Annales botanici fennici* 33: 205-221.
- Tibell, L. 1999. Calicioid lichens and fungi. *Nordic Lichen Flora* 1: 20-70.
- Tibell, L. 2001. *Cybebe gracilentia* in an ITS/5.8S rDNA based phylogeny belongs to Chaenotheca (Coniocybaceae, lichenized Ascomycetes). *Lichenologist* 33: 519-525.
- Tilling, S. 1984. Keys to biological identification: their role and construction. *Journal of Biological Education* 18: 293-303.
- Waterman, J. F. 1986. *A Guide to Expert Systems*. Addison-Wesley.
- Wilson, N. 1994. Identifying Organisms with Computers: An implementation of Computerized Synoptic Identification System with Fungi as Test Case. *Master Thesis in Computer and Information Science*, University of California, Santa Cruz, USA.
<http://www.collectivesource.com/taxy/thesis.html>.
- Wright, J. F., Morse, D. R., & Tardivel, G. M. 1995. An investigation into the use of hypertext as a user interface to taxonomic keys. *Computer Application for Science* 11: 19-27.

Övriga källor:

- Altenburg, Ruud. e-post. 2003. Expert Center for Taxonomic Identification, University of Amsterdam. Nederländerna.
- Meike, Jevgeni. e-post. 2003. Skapare av TAXIS. University of Helsinki, Finland.
- Old, Richard R. e-post. 2003. Skapare av XID. Pullman, Washington, USA.
- Paine, T. A. Muntl. 2003. Delförfattare till DELTA systemet. CSIRO Entomology, Canberra, Australien.
- Sundin, R. Muntl. 2002. Svenska artprojeketet, ArtDatabanken, SLU Uppsala.
- Tibell, L. Muntl. 2003. Professor, Uppsala Universitet.
- Wedin, M. Muntl. 2003. Docent, Umeå Universitet.