

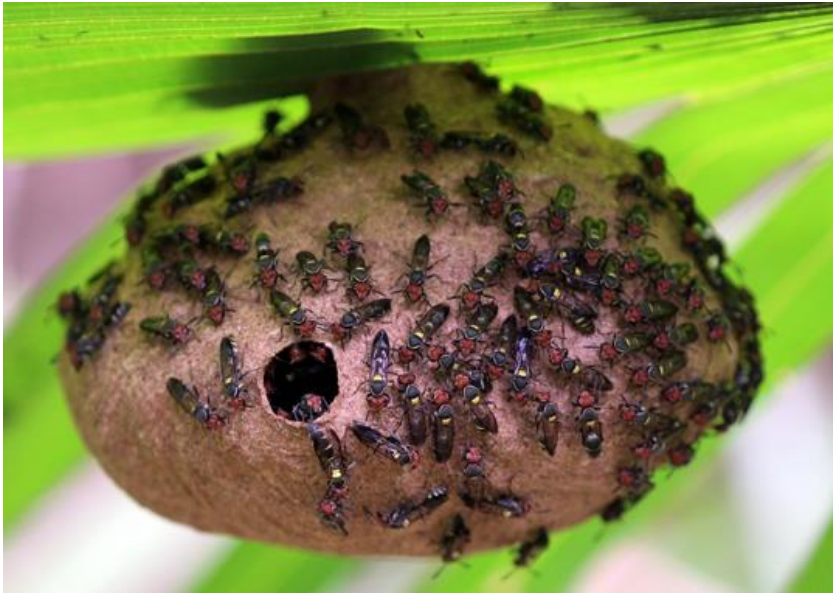
An aerial photograph of a vast, dense forest with a rich green canopy. The trees are packed closely together, creating a textured, undulating surface of green. The lighting is bright, highlighting the various shades of green and the intricate patterns of the forest floor.

Insektenes betydning i for livet på jorda

Frode Ødegaard

Trondheim, 27 sept. 2019

Polybia paulista
(Hymenoptera, Polistinae)



Polybia paulista

Brazilian wasp's venom punctures cancer cells to death: study

Brazilian Wasp Venom Kills Cancer Cells, Could Provide Cure

September 4, 2015 Royce Christyn Health 0



NEWS

Health

Wasp venom 'a weapon against cancer'

Science News

Brazilian wasp venom kills cancer cells by opening them up

from research organizations

SCIENCE 09/02/2015 12:04 am ET

Wasp's Venom Could Be A Powerful 'Weapon Against Cancer,' Study Shows

A toxin in Polybia paulista's sting reportedly kills tumor cells without harming healthy ones.



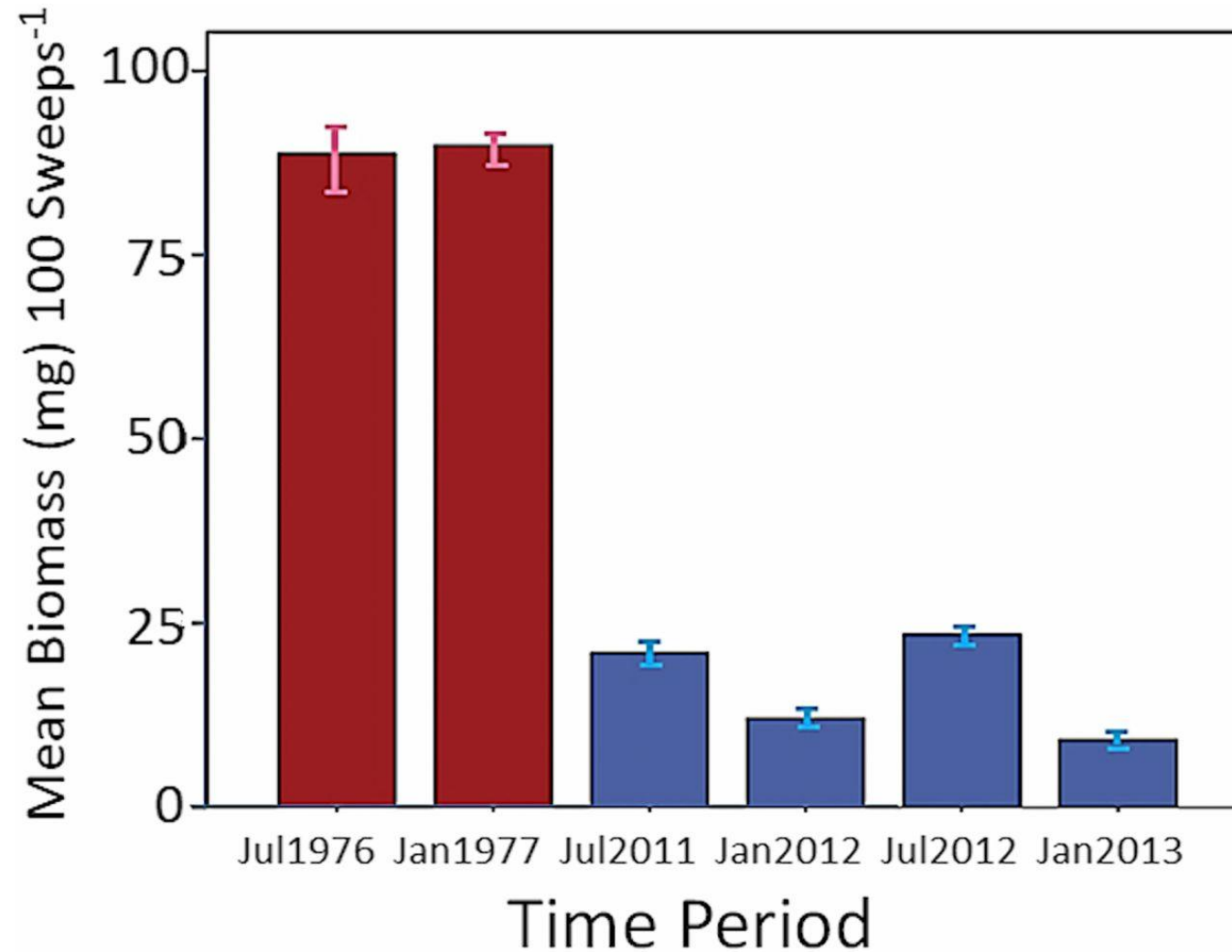
Wasp study finds sting in the tail for cancer cells

Research has found a Brazilian wasp's venom could destroy tumours of leukaemia, prostate and bladder cancer without harming healthy tissue

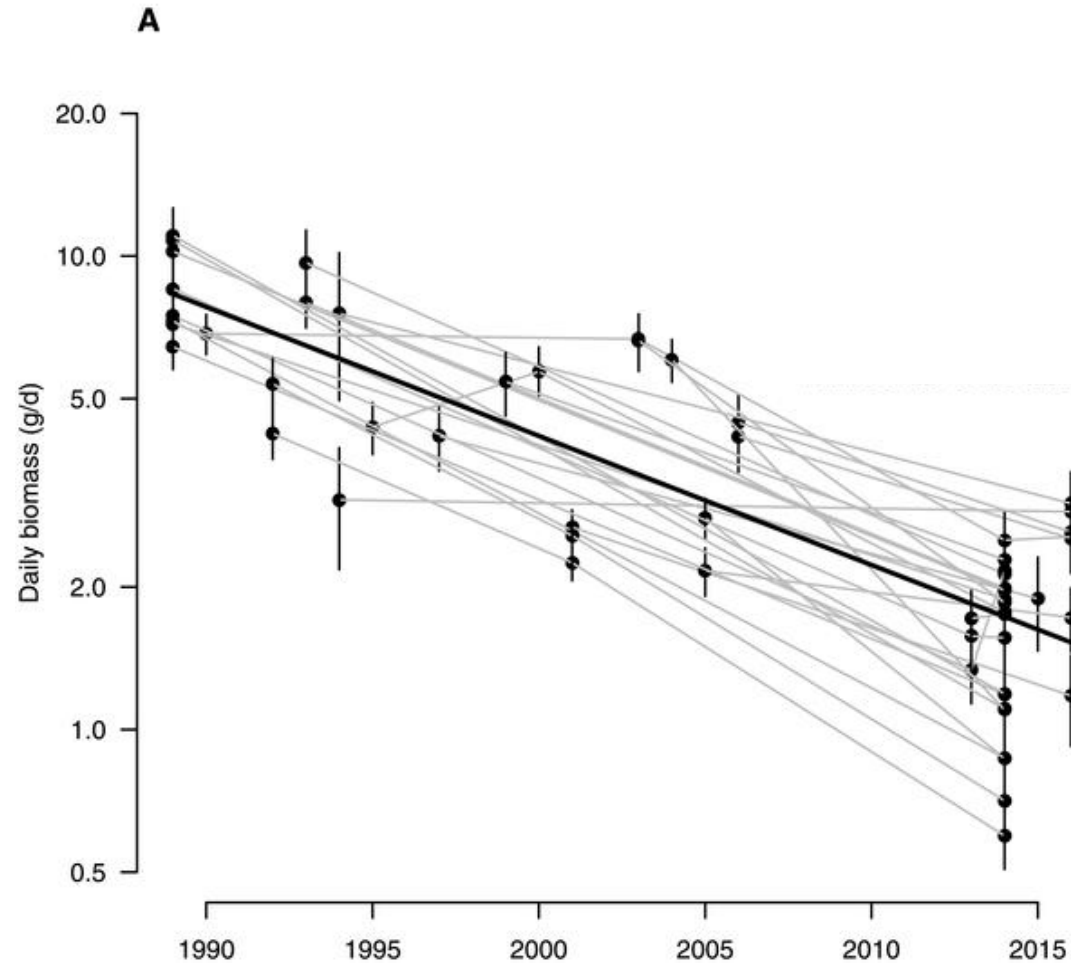
- Halvparten av regnskogen har forsvunnet etter krigen
- 130 000 km² forsvinner årlig
- Dvs. Norges areal borte på under tre år

Den fryktelig triste historien om regnskogen

Endring i insektbiomasse i regnskog i Puerto Rica (36 år)



Endring i insektbiomasse i tyske naturreservater (27 år)



Hallmann CA, Sorg M, Jongejans E, Siepel H, Hofland N, et al. (2017) More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. PLOS ONE 12(10): e0185809. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>
<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0185809>

- Nedgang i fuglebestander knyttet til bruk av pesticider

(Hallmann et al. 2014 Nature)

Neonicotinoids linked to recent fall in farmland bird numbers

Research demonstrates for the first time the knock-on effects to other species of class of insecticides known to harm bees



▲ A barn swallow hunting over a flowering oilseed rape field, Spain. Photograph: Alamy

1 million arter trues av utryddelse innen få tiår



The assessment report on
**POLLINATORS,
POLLINATION AND
FOOD PRODUCTION**



The regional assessment report on
**BIODIVERSITY AND
ECOSYSTEM SERVICES
FOR EUROPE AND
CENTRAL ASIA**



The assessment report on
**LAND
DEGRADATION AND
RESTORATION**



Norge

19 000 av ?25 000 insektarter kjent

**Norge mangler
insektovervåking: Nytt
pilotprosjekt på Malvik**



www.nina.no

1549

NINA Rapport

Nasjonal overvåking av insekter

Behovsanalyse og forslag til overvåkingsprogram

Jens Åström, Tone Birkemoe, Torbjørn Ekrem, Anders Endrestøl, Frode Fossøy, Anne Sverdrup-Thygesson, Frode Ødegaard



Norsk institutt for naturforskning

Insekter

- Opprinnelse, klassifisering og levested
- Insektenes funksjon og forhold til andre organismer
- Hva har vi lært av insektene?
- Mennesket og insektene

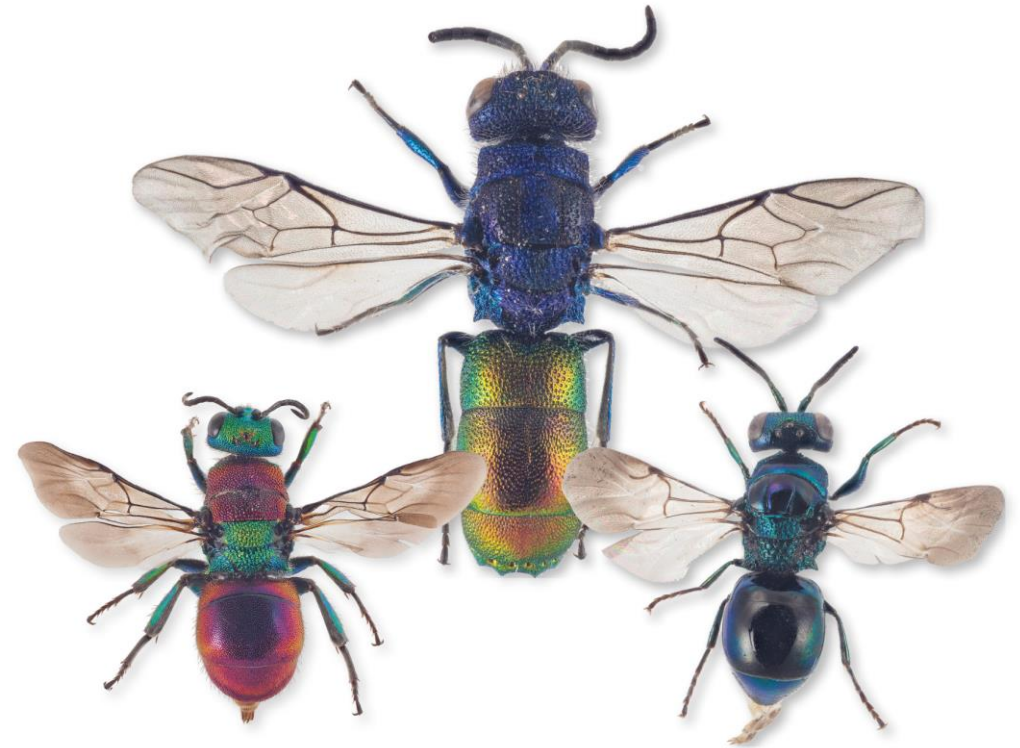


Foto: A. Staverløkk

The Little Things That Run the World*

Edward O. Wilson (1987).

Conservation Biology 1(4): 344-346

Nøkkel til suksess

- Kroppsstørrelse og nisjer
(<0.3 mm – >30 cm)
- Evolusjonær alder

Hærmaur *Eciton burchellii*
Foto: Maurice Leponce



Hva er et insekt?

- Virvelløst dyr med seks bein, og to antenner
- Tre kroppsdelar (hode, mellomkropp og bakkropp)
- To par vinger (kan mangle eller være omdannet)



Subphylum Hexapoda

The term "Hexapoda" refers to hexapods, which is the most distinctive feature of the subphylum. All hexapods have a segmented body with three pairs of legs, which must also articulate from the first joint of the leg. The bodies of hexapods are more or less cylindrical, tapering towards the posterior end. The heads of hexapods have three pairs of eyes and a pair of antennae. They also have a pair of mandibles and a pair of maxillae. The heads of hexapods are also characterized by a pair of compound eyes and a pair of antennae. The heads of hexapods are also characterized by a pair of compound eyes and a pair of antennae.

Hexapods are divided into two classes, Insecta and Entognatha. Insecta is the larger class and includes all the insects that we are familiar with. Entognatha is a smaller class and includes all the insects that live in the soil and are not visible to the naked eye. The heads of hexapods are also characterized by a pair of compound eyes and a pair of antennae. The heads of hexapods are also characterized by a pair of compound eyes and a pair of antennae.

The term "Hexapoda" refers to hexapods, which is the most distinctive feature of the subphylum. All hexapods have a segmented body with three pairs of legs, which must also articulate from the first joint of the leg. The bodies of hexapods are more or less cylindrical, tapering towards the posterior end. The heads of hexapods have three pairs of eyes and a pair of antennae. They also have a pair of mandibles and a pair of maxillae. The heads of hexapods are also characterized by a pair of compound eyes and a pair of antennae. The heads of hexapods are also characterized by a pair of compound eyes and a pair of antennae.

The term "Hexapoda" refers to hexapods, which is the most distinctive feature of the subphylum. All hexapods have a segmented body with three pairs of legs, which must also articulate from the first joint of the leg. The bodies of hexapods are more or less cylindrical, tapering towards the posterior end. The heads of hexapods have three pairs of eyes and a pair of antennae. They also have a pair of mandibles and a pair of maxillae. The heads of hexapods are also characterized by a pair of compound eyes and a pair of antennae. The heads of hexapods are also characterized by a pair of compound eyes and a pair of antennae.

Class: Insecta



Class: Entognatha



Dette er insekter.....

.....dette er ikke insekter

Arthropods

Animals with External Skeletons

Subphylum Trilobitomorpha

Trilobitomorpha have been fossilized for 200 million years. Like the dinosaurs, they are probably the most well known trilobitomorpha. They are not insects. Insect-like body, with three body segments: a thorax and abdomen. They have small, rounded heads and antennae. They have three pairs of legs. They are mostly aquatic or semi-aquatic. They are mostly found in the Cambrian period.

Trilobite (Cambrian)
Trilobite (Cambrian)
Trilobite (Cambrian)
Trilobite (Cambrian)

Subphylum Myriapoda

These arthropods share a number of common features such as a similar body plan consisting of a long, segmented body with many legs. Insect-like body, with many pairs of legs. They are mostly found in the Cambrian period. They are mostly found in the Cambrian period.

Centipede (Cambrian)
Millipede (Cambrian)
Scorpion (Cambrian)
Spider (Cambrian)

Subphylum Chelicerata

These arthropods have a chelicera, a pincer-like mouthpart. They are mostly found in the Cambrian period. They are mostly found in the Cambrian period.

Tick (Cambrian)
Mite (Cambrian)
Spider (Cambrian)
Scorpion (Cambrian)

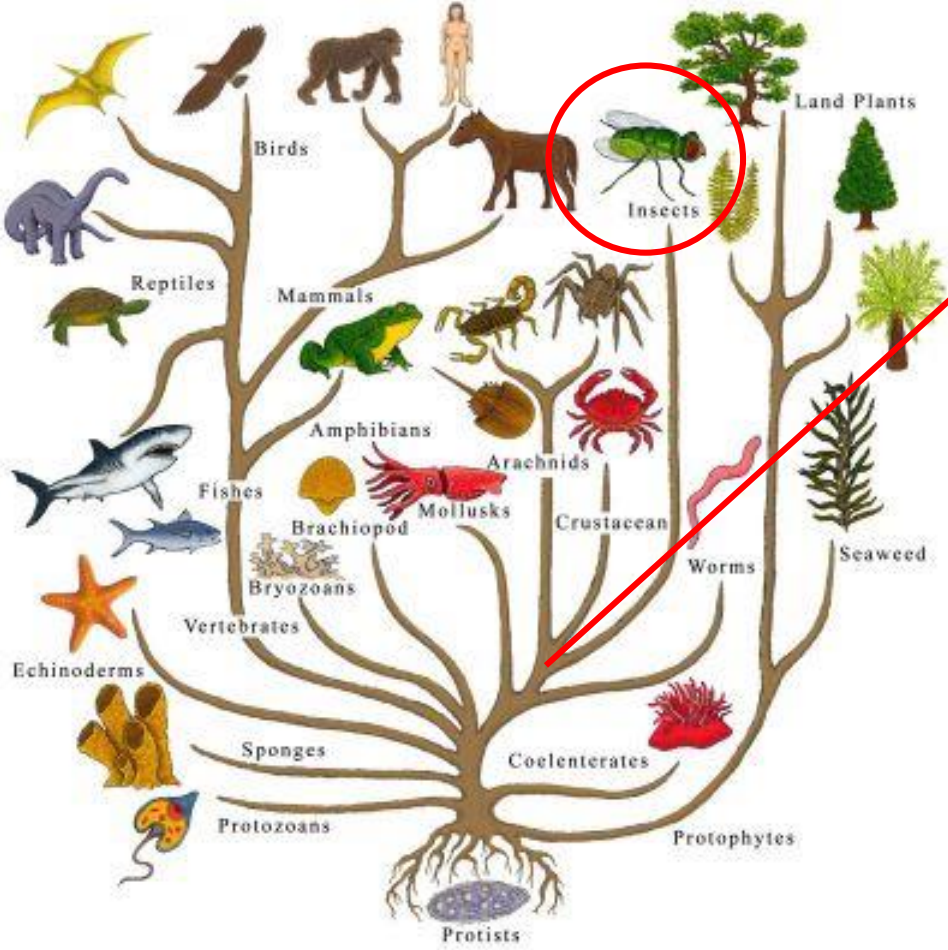
Subphylum Crustacea

The crustaceans (Crustacea) are a large group of arthropods (20,000 species), mostly aquatic. They have two pairs of antennae. They are mostly found in the Cambrian period. They are mostly found in the Cambrian period.

Crab (Cambrian)
Shrimp (Cambrian)
Crab (Cambrian)
Crab (Cambrian)

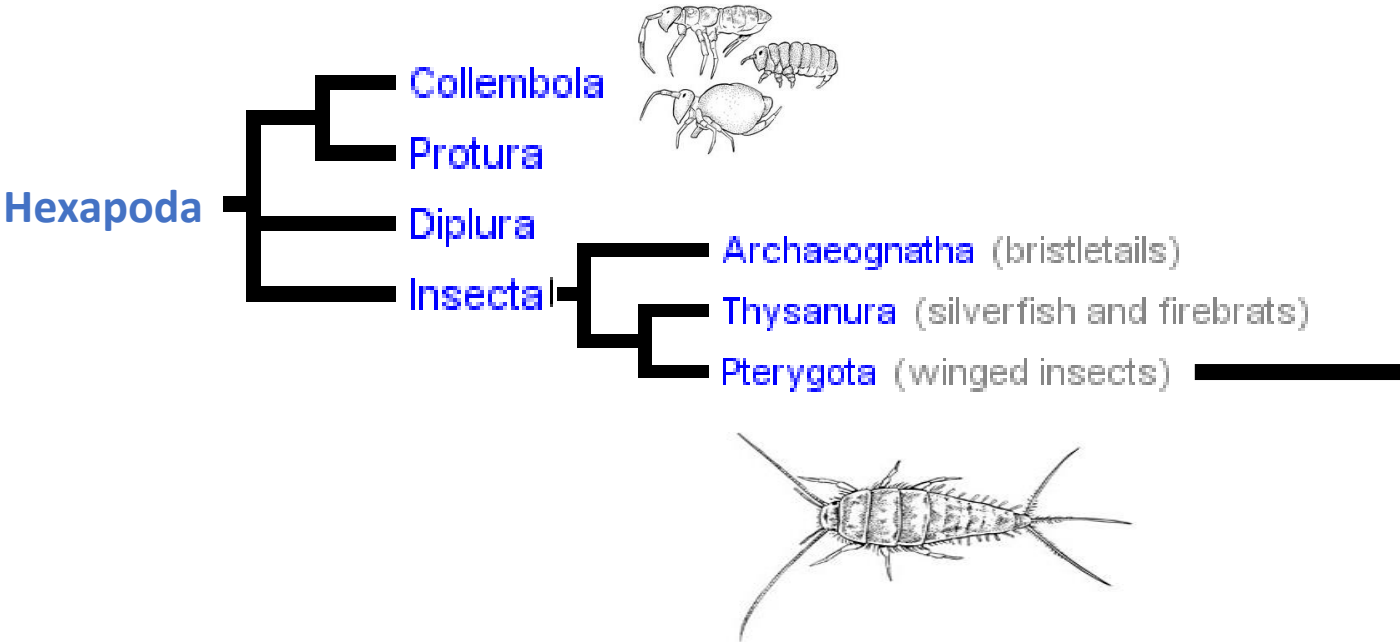
Livets tre

Leddyr
 Phylum: Arthropoda



Hexapods
 Subphylum: Hexapoda

Insects
 Class: Insecta



Tre viktig hendelser

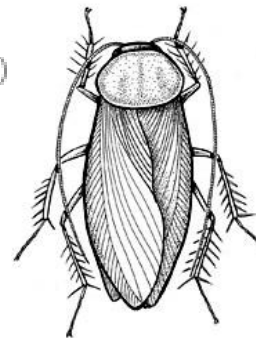
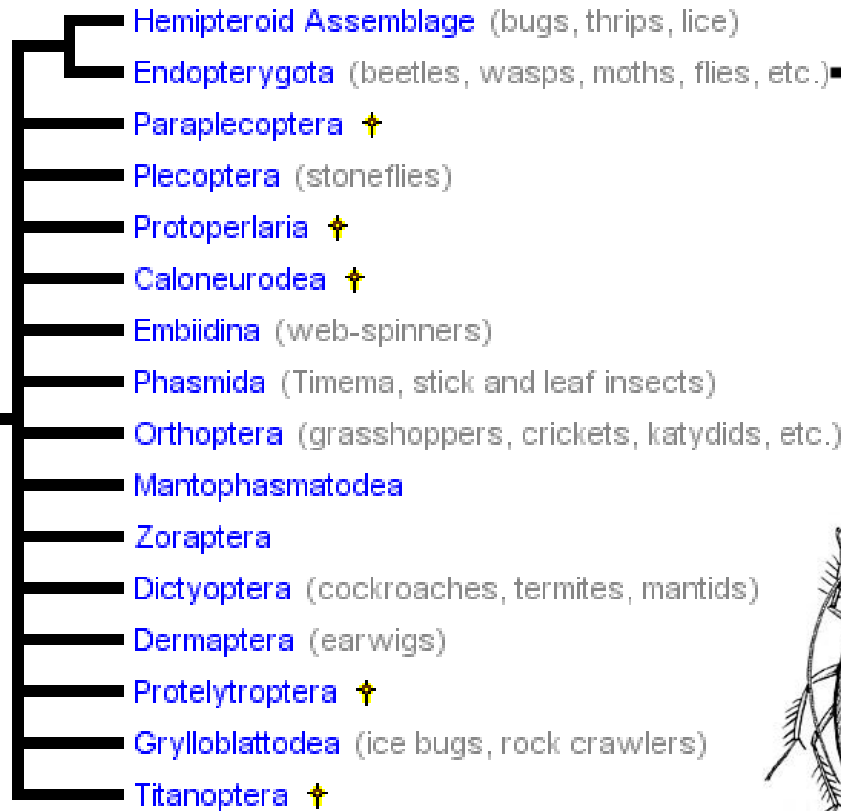
1. Vinger

(Subclass: Pterygota)



2. Fleksible vinger

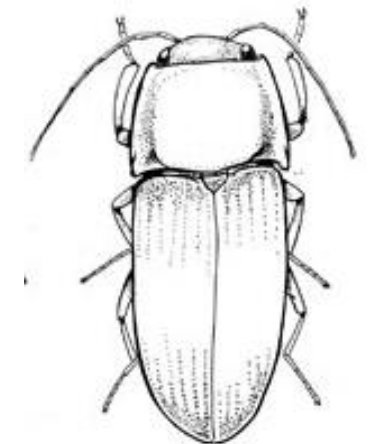
(Infraclass: Neoptera)



3. Fullstendig forvandling

Holometabole insekter

(Superorder: Endopterygota)



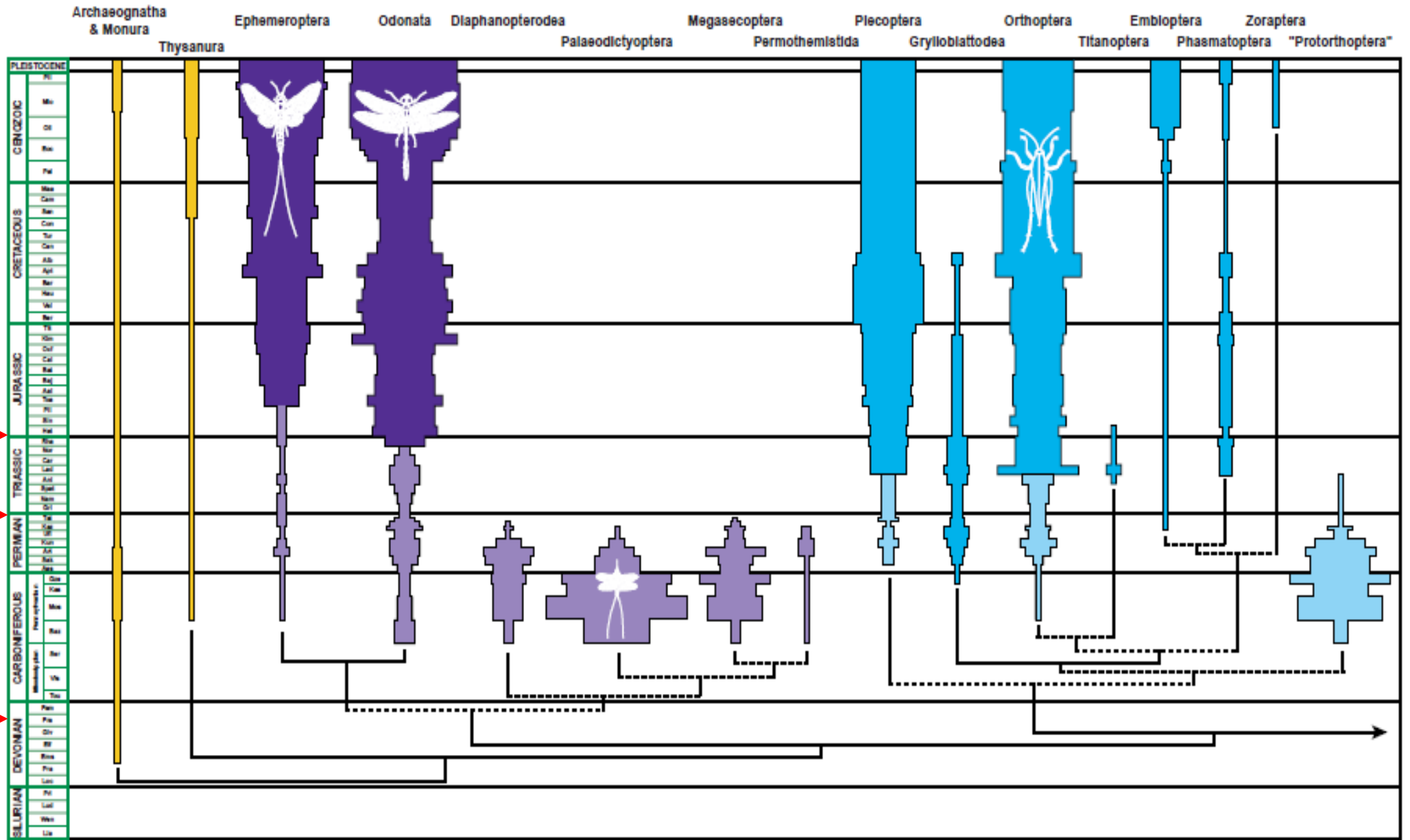
→ = Masseutryddelse

Ca. 250 mill
Moderne
insekter
(de som overlevende
masseutryddelse) →

Ca. 300 mill.
Folding av vinger →

Ca. 400 mill.
Utvikling av vinger

Ca. 480 mill.
Første insekter
(første landplanter) →



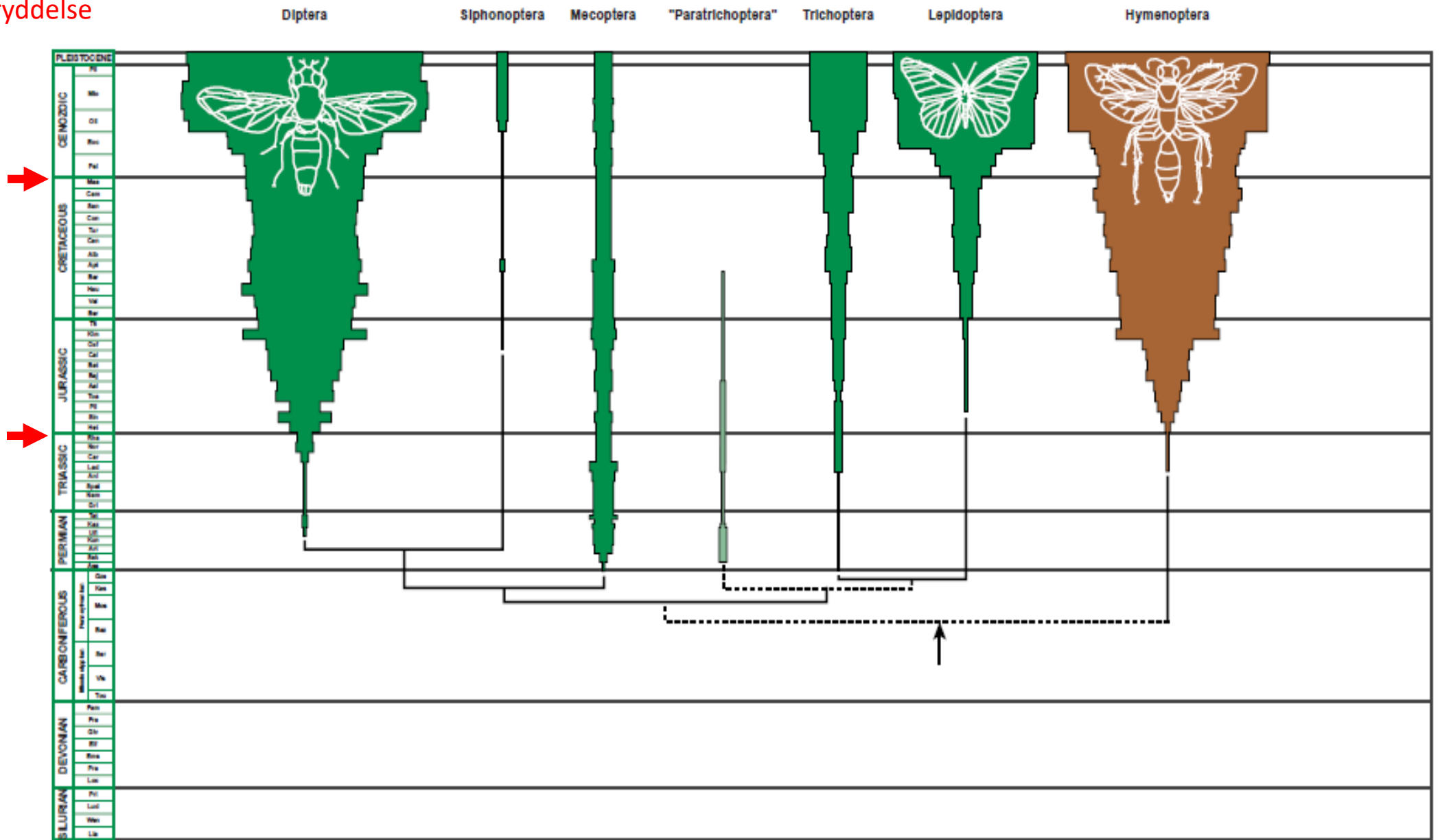
From: Labandeira & Eble 2005

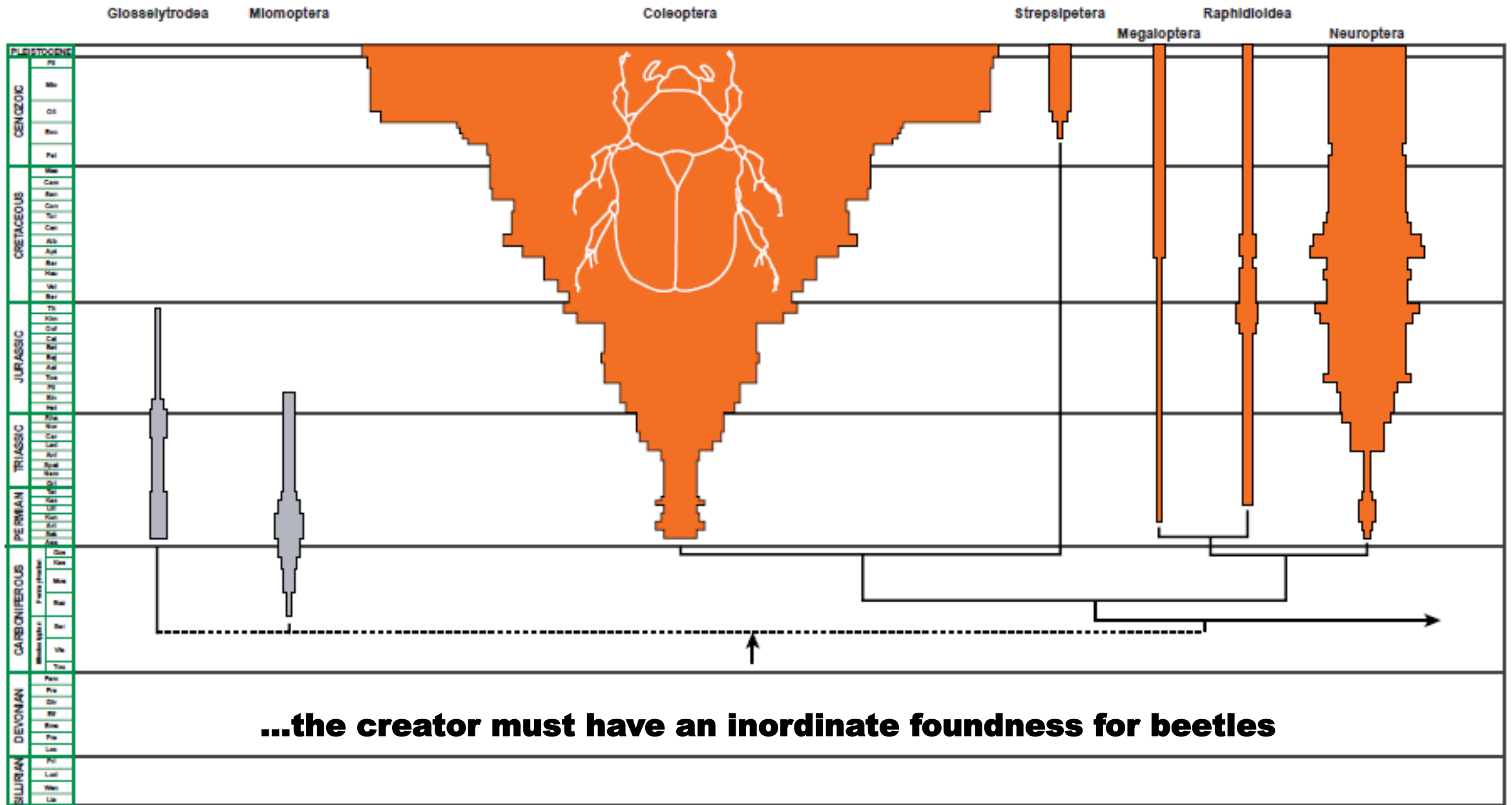
➔ = Masseutryddelse

Ca. 120 mill
Sosiale
Insekter

Ca. 140 mill
Radiation of
(første blomsterplanter)

Ca. 200 mill
Radiasjon av
holometabole
insekter





John BS Haldane (1892-1964)

From: Labandeira & Eble 2005

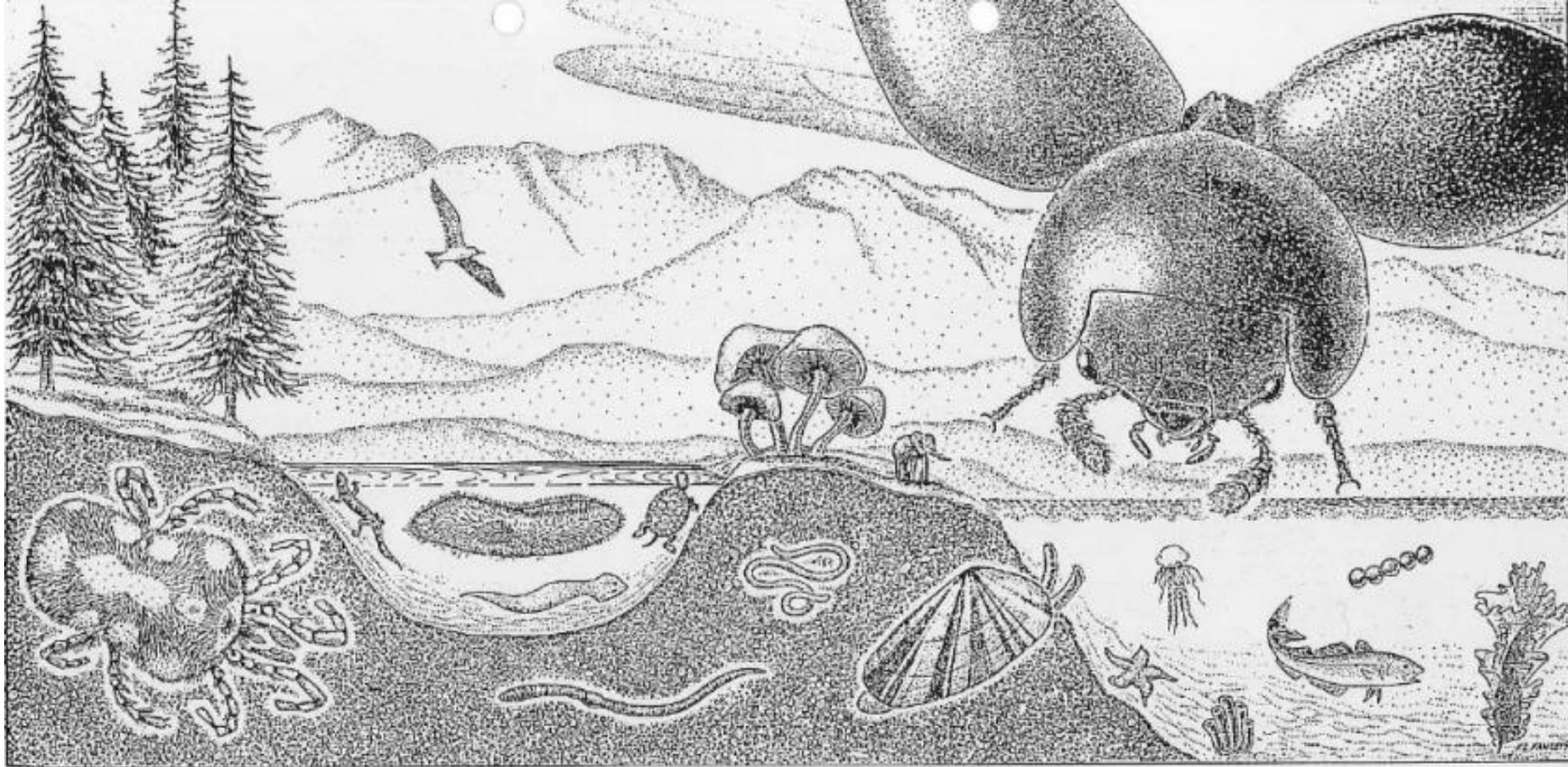
Hvor bor insektene?

Overalt, unntatt i havet!



Foto: G. Vassbotten

Biomasse



Global insektbiomasse i størrelsesorden 10^{12} kg og med 10^{18} individer (Dudley 2002)

Det finnes 200 000 000 insekter for hvert menneske (Smithsonian 2019)

Vekten av alle insekter = 17 x vekten av alle mennesker (Bar-On 2018)



De fleste av dem bor her...

Trekronene i tropisk skog

PANAMA

Flere arter på 1 hektar tropisk skog enn i hele Skandinavia



Hvor mange arter?

1758: 4400 dyrearter
(Carl von Linné 1707-1778)

1800: 63 036 dyrearter
(Sherborn 1902)

1850: 426 624 dyrearter
(Sherborn 1933)

1948: 686 000 insektarter
(Sabrosky 1952)

1982: 30 000 000 leddyrarter
(Erwin 1982)

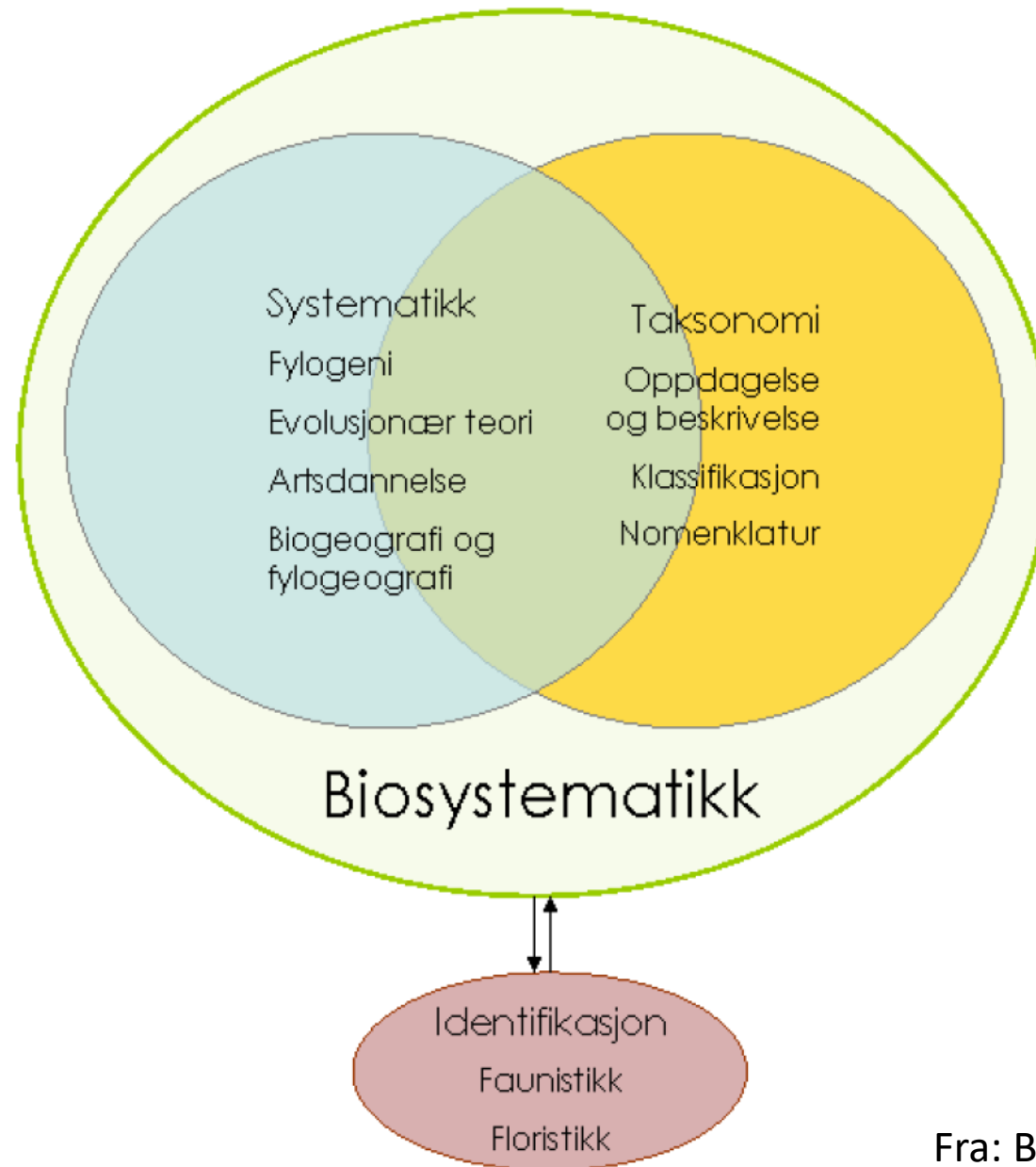


Hvor mange arter?

- Mer enn 2/3 av jordas arter er insekter
- 1 million *kjente* insektarter
- Sannsynligvis mellom 5 og 10 millioner insektarter



Hvordan gruppere insekter?



Insektenes rolle i økosystemet

- Næringsnett
- Beiting
- Frøspredning
- Resirkulering
- Nedbrytning
- Regulering
- Samliv
- Pollinering



Andrena hattorfiana Foto: FØ

Insekter som mat

- Hovedkilde for protein og fett for mange vertebrater:
- Fugler: hakkespetter, svaler, troster, spurv, stær, sangere etc.
- Små pattedyr: flaggermus, spissmus,
- firfisler, amfibier og ferskvannsfisk



Vendehals *Jynx torquilla* Foto: J.O. Gjershaug



Brunbjørn som spiser maur

Foto: J.O. Gjershaug.



Flue infisert av parasittisk sopp (*Cordyceps*). Foto B. Faiz.



Insektetende planter

Insekter som habitater

«If every insect species has a specific mite, we have to double the estimated number of species»

Ca. 1 av 4 insektarter er parasitter

- 5000 arter av parasittveps i Norge
- Hyperparasitter
- Ulike parasitter på egg, larver, pupper, voksne
- Veps, fluer, lopper, lus, (biller)

Insekter med botaniske hager



Rhipidius quadriceps



Hærmaur med midd



Snutebille som dyrker mose

Næringsnett

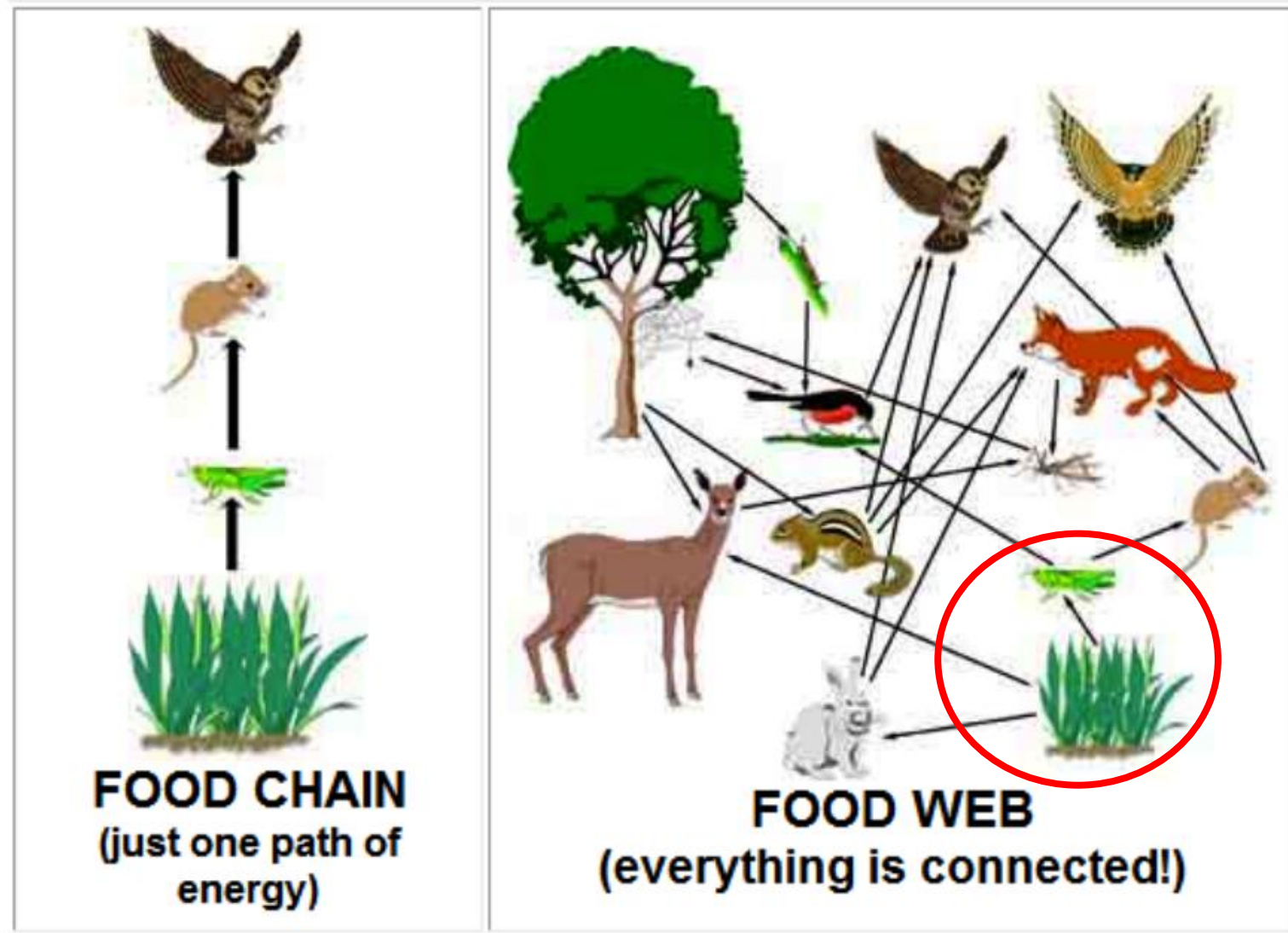
Toppredator

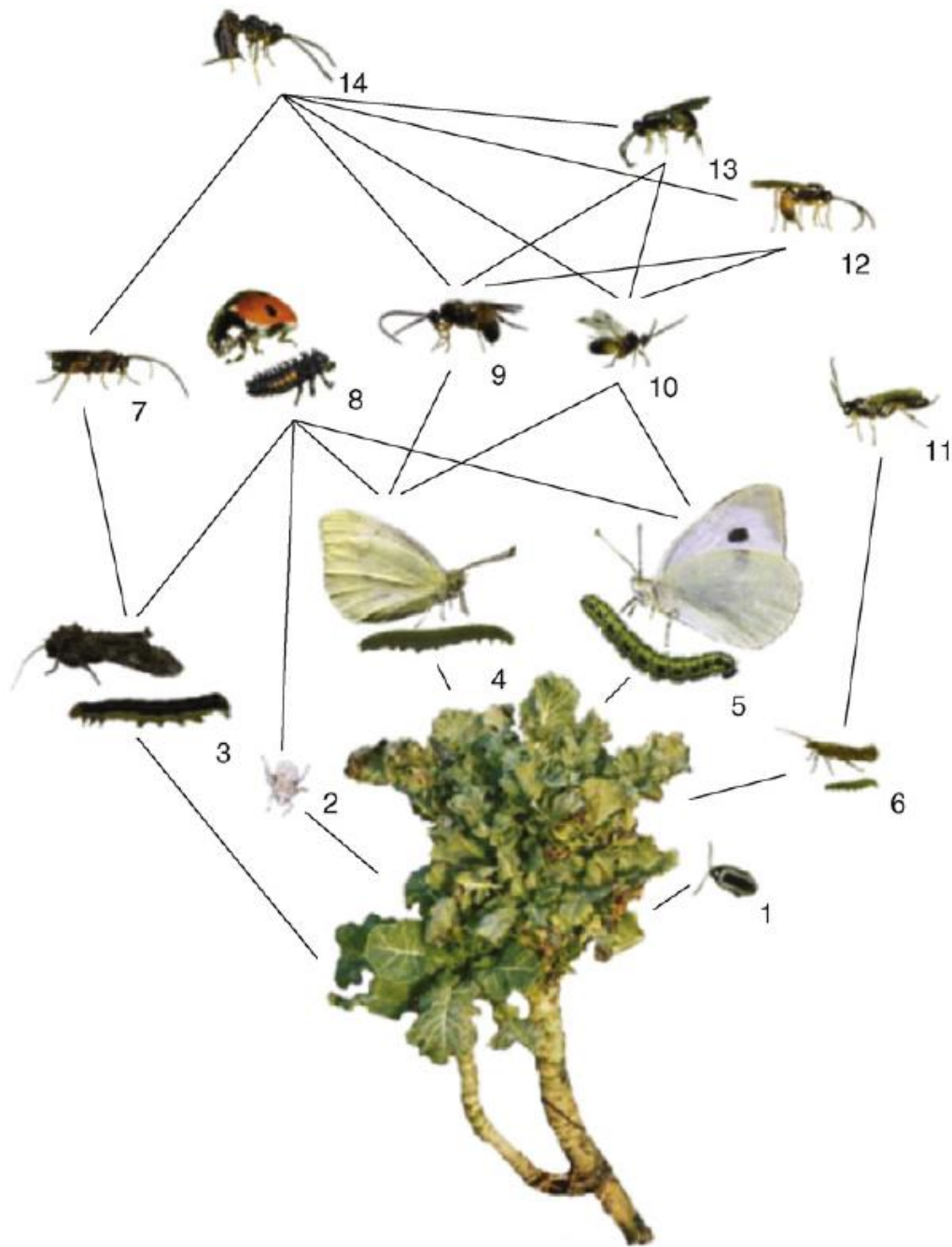
Predator

Herbivor

Primær produsent

TROFISK NIVÅ





Fourth and higher trophic levels
(predators and hyperparasitoids)

Third trophic level (predators and parasitoids)

Second trophic level
(herbivores)

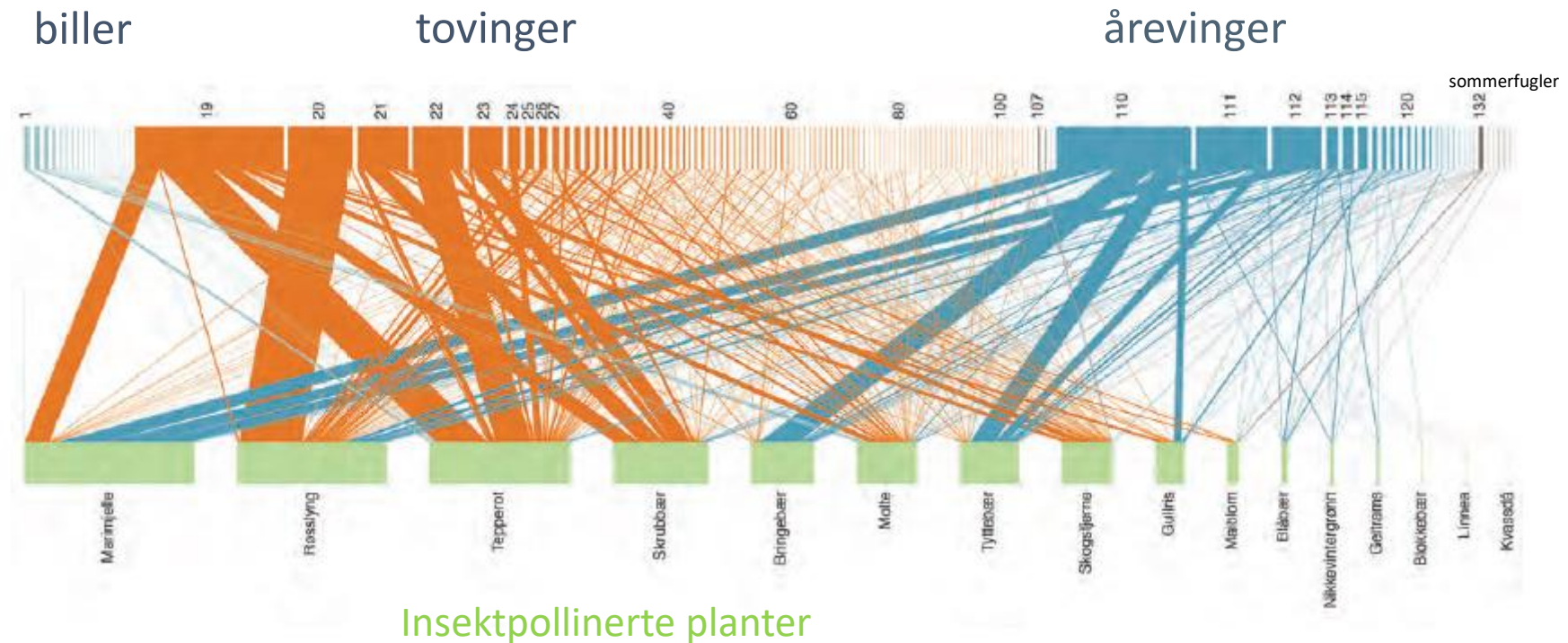
Direct defense

First trophic level
(plants)

Indirect defense

Næringsnett

Blomsterbesøkende insekter i boreal skog, Norge



Fra Nielsen 2007

Beiting (herbivori)

- Ca. 1 av 3 insektarter er planteetere
- Fjerner en stor andel av levende plantevev (5 % globalt)

Konsekvenser

- Nøkkelkomponent i næringsnett
(mat for insektetere og parasitter)
- Gjødslings effekter
- Forsvarsrespons i plantene
 - akkumulering av forsvarstoffer
 - kan påvirke fotosyntesen og hormonkjeder (Kerchev et al. 2012)
- Evolusjonært perspektiv: artsdannelse hos planter?

Typen av herbivori

Beitere (chewers)
Bladminere
Vedborers
Galledannere
Plantesugere

Vertsspesifisitet

Monofag
Oligofag
Polyfag



Frøspredning

- 11 000 plantearter avhengig av insektspredning av sine frø

(Lengyel et al. 2009, *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*)

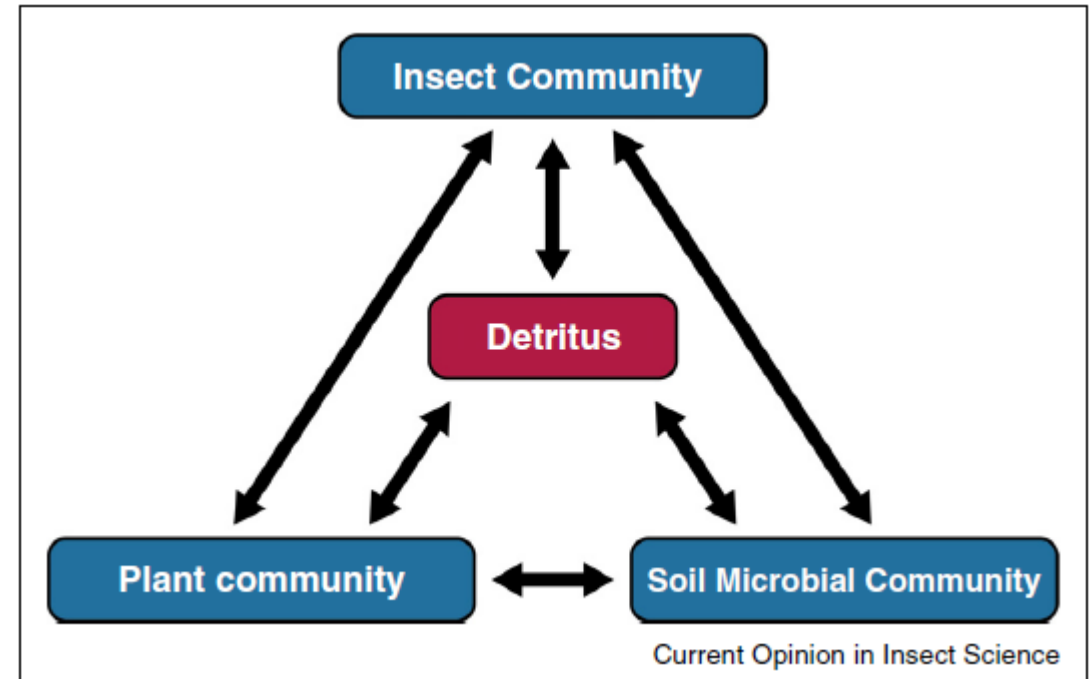
- Elaiosom – vedheng på frø, inneholder fett, stivelse, proteiner og vitaminer

Rød skogmaur *Formica* sp. henter frø med elaiosom av bråtestarr *Carex pilulifera* Foto: Jan Rabben.



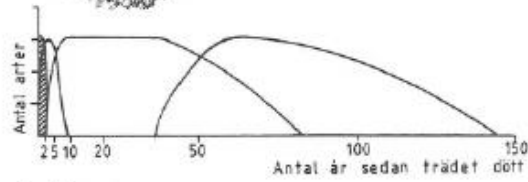
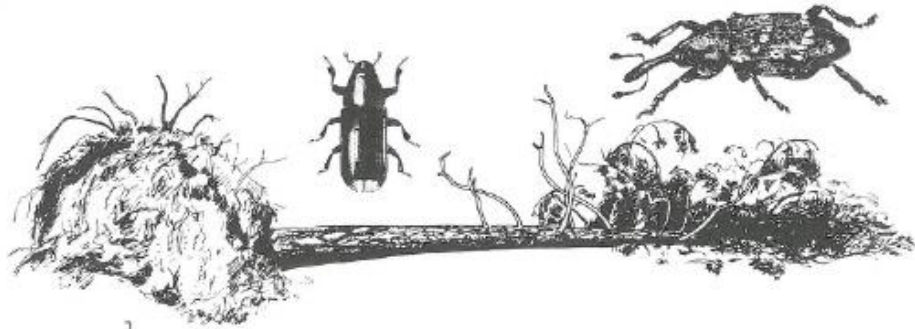
Næringssyklus

- De første insektene var nedbrytere
- 1 av 3 insekter er nedbrytere
- Spiller en nøkkelrolle i resirkulering av karbon and næringsstoffer
- Intrikate symbioser med samfunn av mikroorganismer i jorda
- «Ants move more soil than earthworms» (Hölldobler & Wilson 1990)

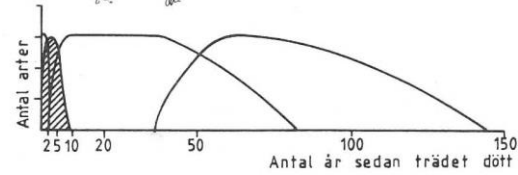
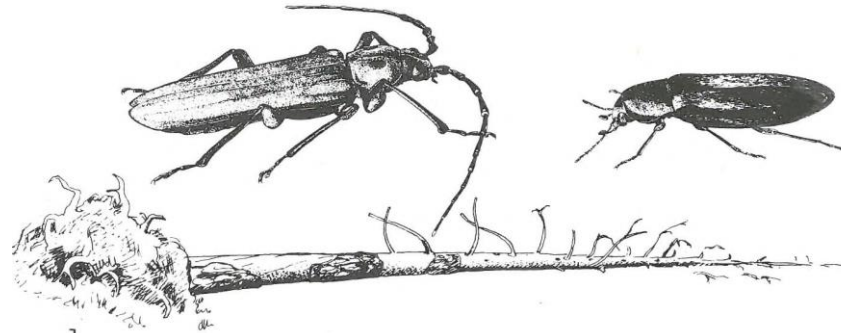


Fra Yang & Gratton 2014

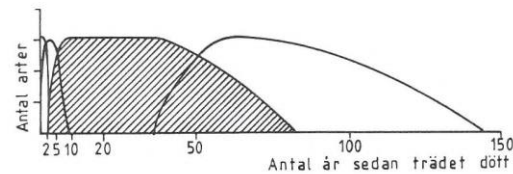
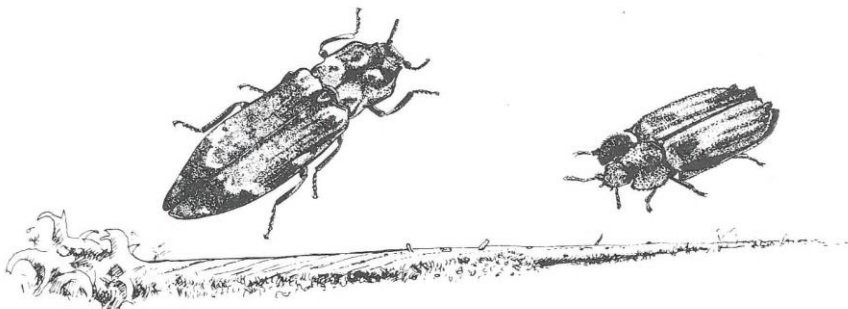
Nedbrytning av død ved



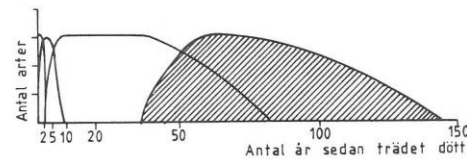
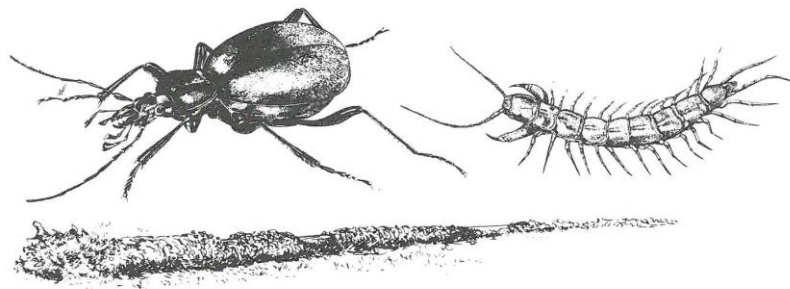
1:a fasen



2:a fasen



3:e fasen



4:e fasen

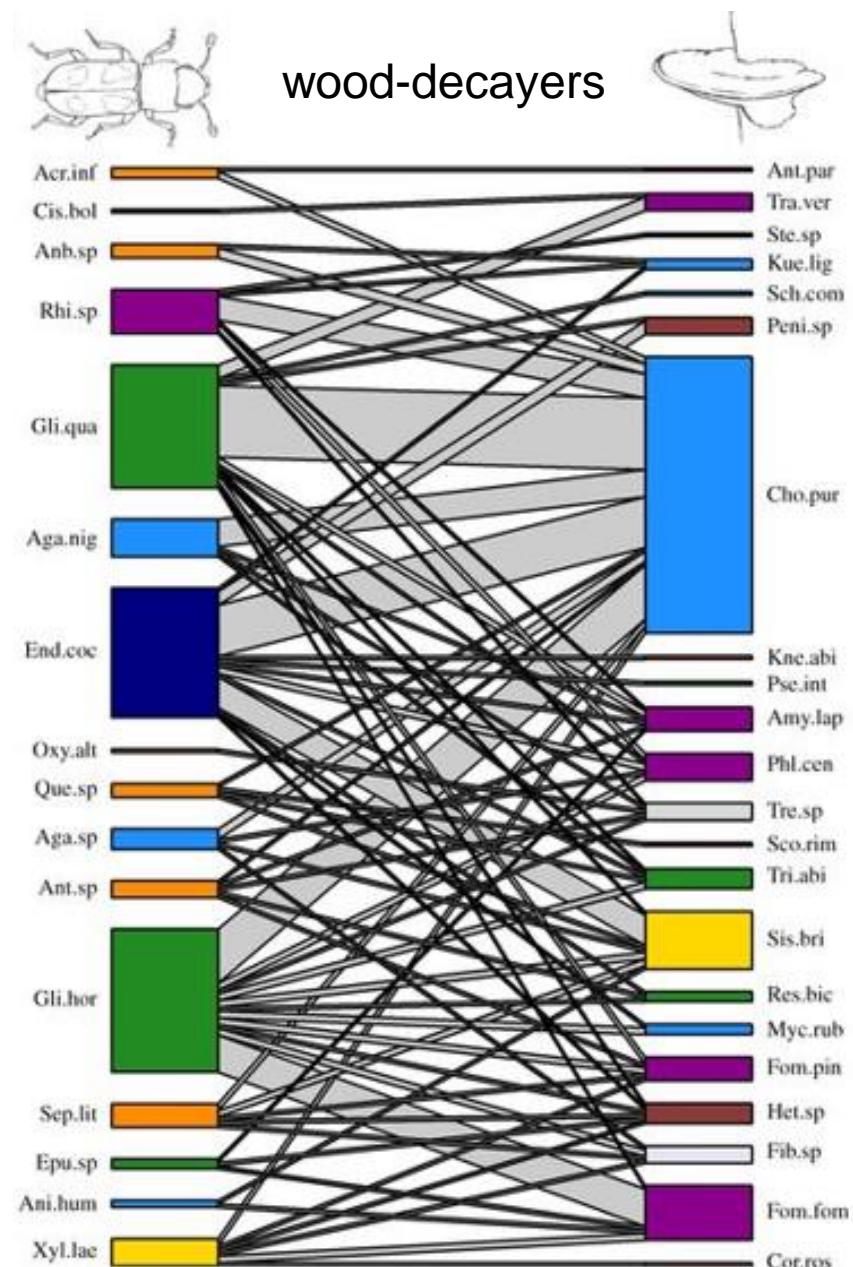
Nedbrytning av død ved

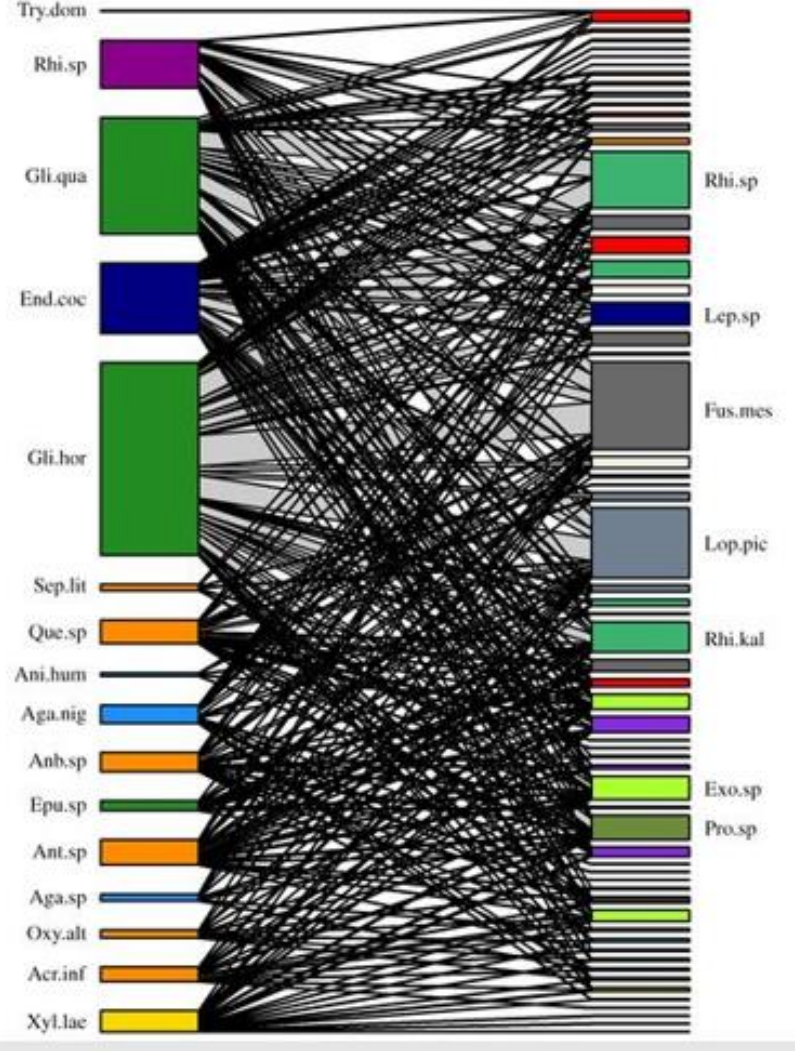
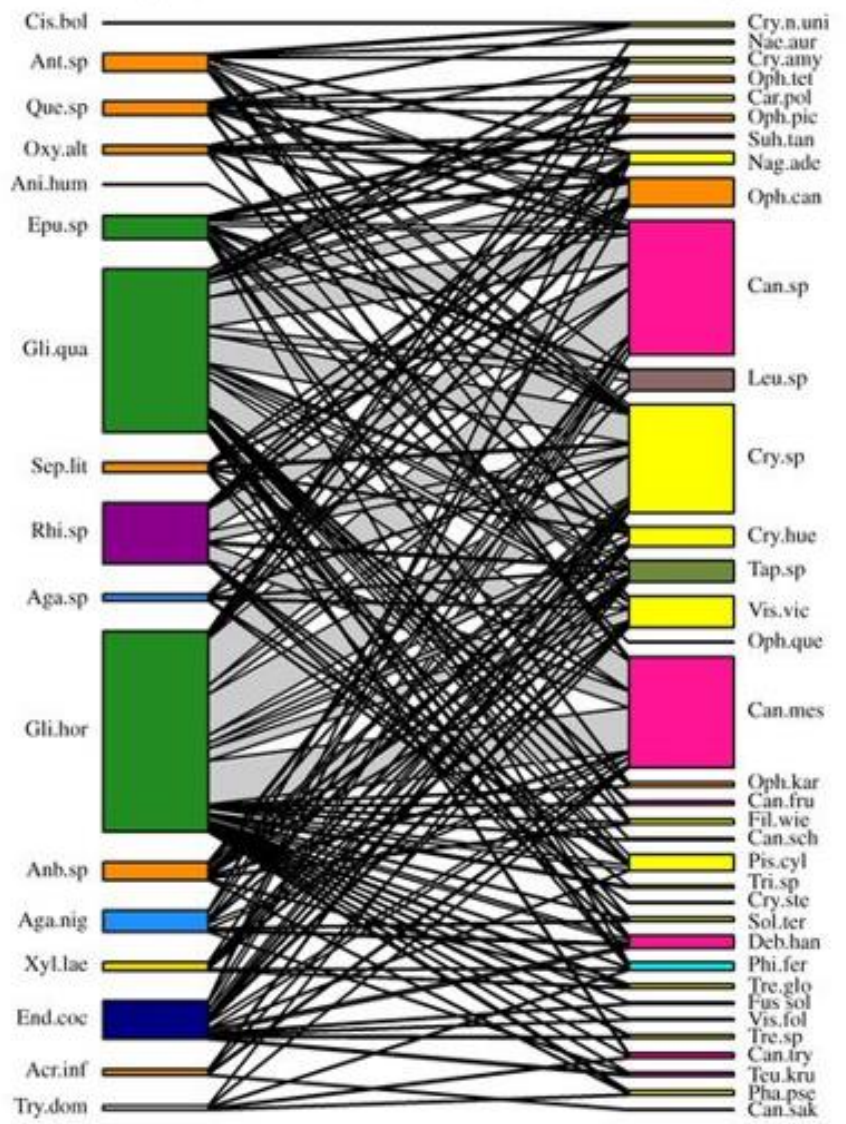
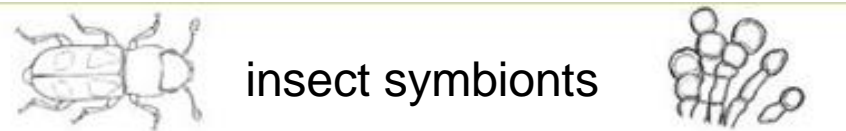
Næringsnett med vedlevende biller og sopp i osp



«Insekter sprer sopp sporer som fugler sprer frø»

From: Jacobsen et al. 2018. Proc. R. Soc. B





Ulike nettverk:

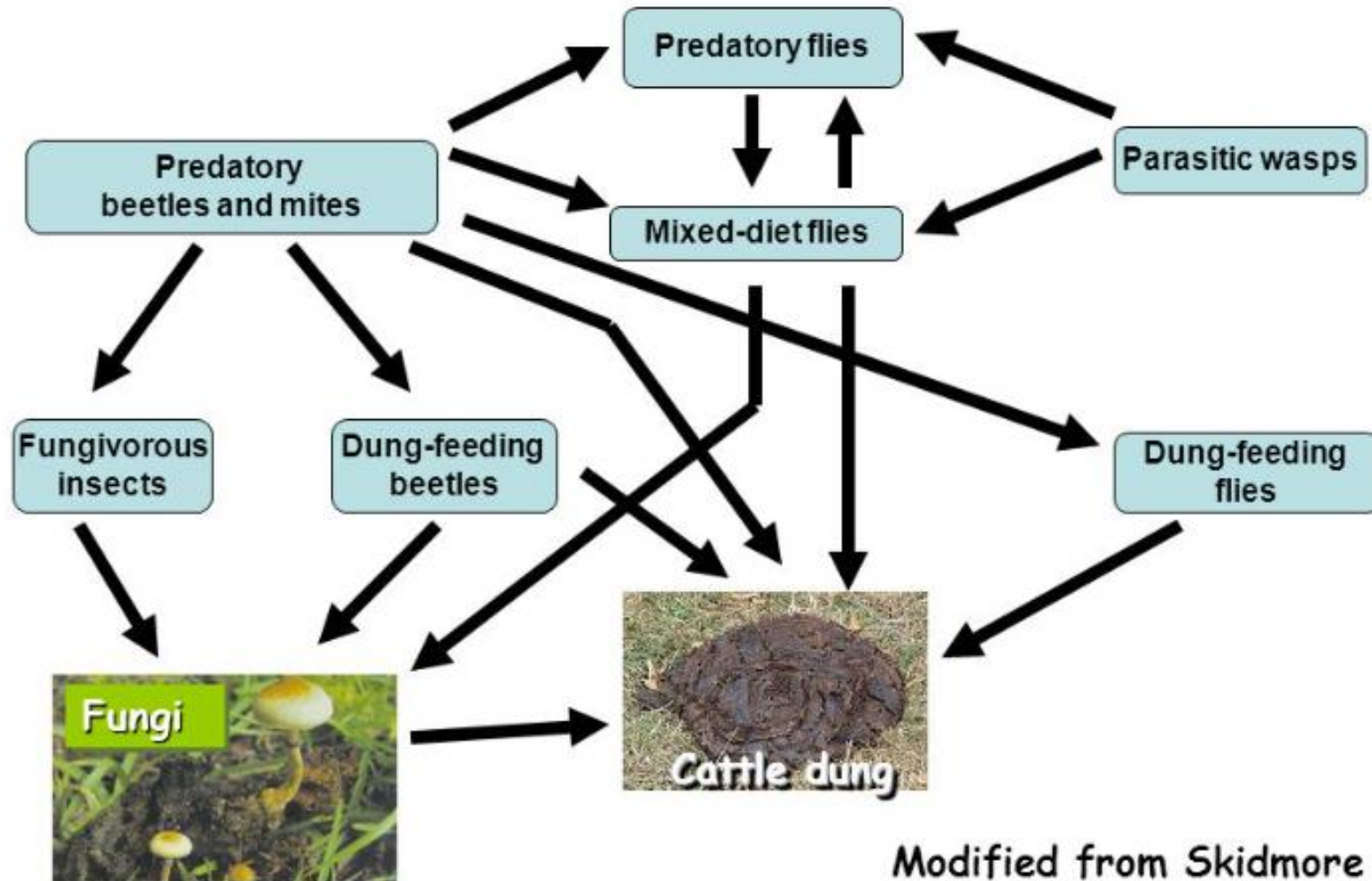
- Andre treslag
- Andre nedbrytningsstadier

Nedbrytning av møkk



And you thought your job sucked

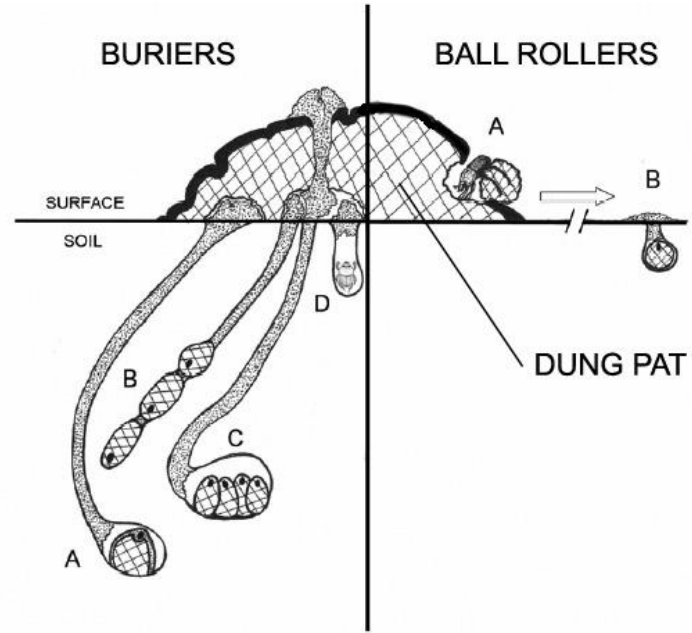
Food Web for Arthropods in Cattle Dung



Modified from Skidmore (1991)



Møkkgravere



Ball-rullere



Kleptoparasitter

Kleptoparasite



Soppspisere

Lærdom fra Australia

- Hjemmehørende australske møkkbiller tilpasset tørr møkk fra pungdyr
- Introduksjon av storfe – beitemarka druknet i kumøkk (og fluer)
- Introduksjon av 1,7 mill. møkkbiller av 43 forskjellige arter fra Afrika:
 - Halvparten av artene etablerte seg
 - Mengden nitrogen tilbake i jorda steg fra 15 to 75 %



Foto: A. Staverløkk

Nedbrytning

Næringsnett med
insektnedbrytning i ulike
mikrohabitater



Tangvoller



Åtsel



Kompost



Sopp

Kontroll av utbruddsarter

Epirrita autumnata

Foto Jakob Iglhaut



Foto: Moritz Klinghardt



Kontroll av utbruddsarter

- 1 av tre insekter er parasitter eller predatorer
- Parasitter mer spesifikke enn predatorer
- Spiler en viktig rolle i regulering av andre insektbestander



Pschornia megaloura



Ismarus distinctus

Insekter som samboere

- Mer enn 350 insektarter, (73 obligatoriske) lever hos maur i Norden (Päivinen & Kaitala 2002)
- Maurgjester «tar helt av» i tropene



Blind køllebille *Claviger testaceus* og gul jordmaur *Lasius flavus*. Foto: A. Staverløkk.



Ulike arter av maurtilknyttete stumpbiller Haeteriines Foto: Alexey Tishechkin

Pollinering

- Samtidig radiasjon av blomsterbesøkende insekter og blomsterplanter i Kritt-tiden for 140–70 mill. år siden
- 87,5% av blomsterplanter pollineres av insekter eller andre dyr (Ollerton et al. 2011 *Oikos*)



Bombus pascuorum. Photo: J.O. Gjershaug.

Hvem er insektpollinatorene?

- Insekter som besøker blomster
- I Norge: ca. 2000 insektarter
- Svært ulike effektivitet
- De fleste artene er tovinger Diptera
- De viktigste artene er broddveps Aculeata (særlig bier)

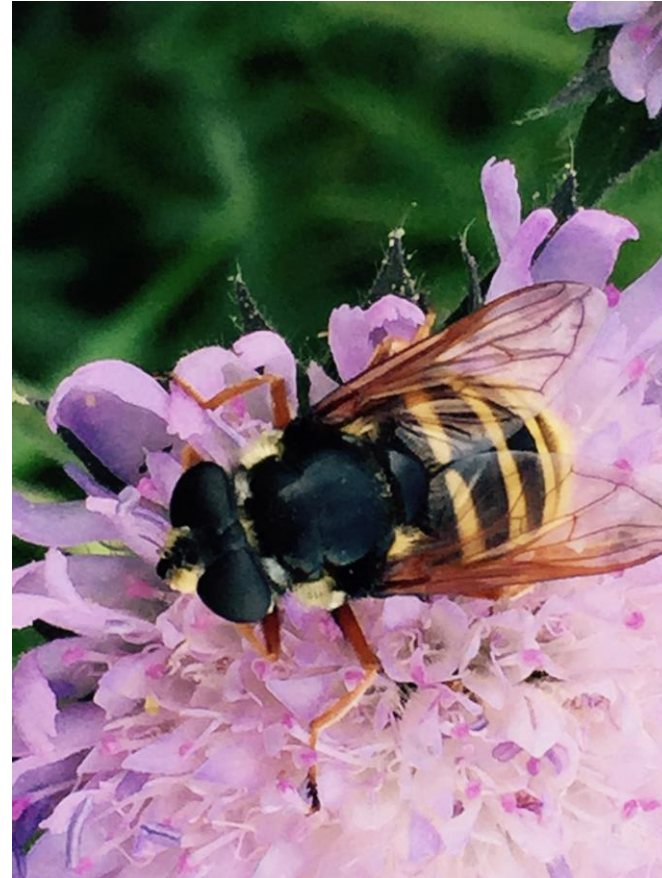
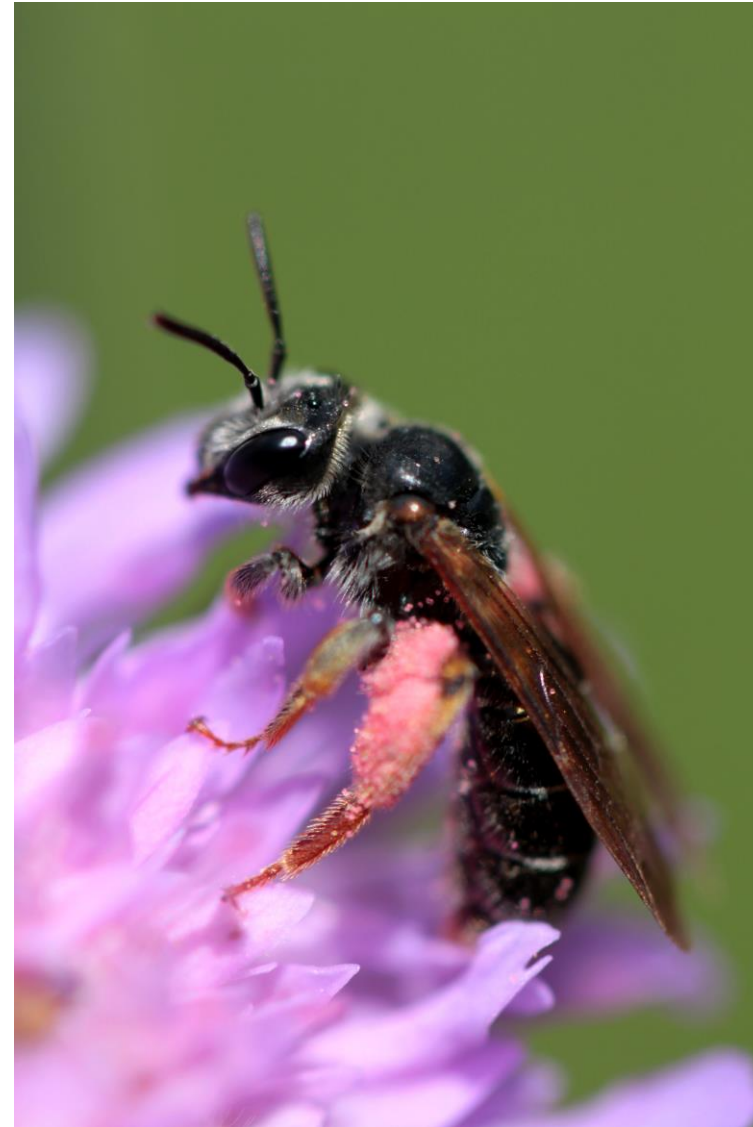


Foto: FØ

Bier (Anthophila)

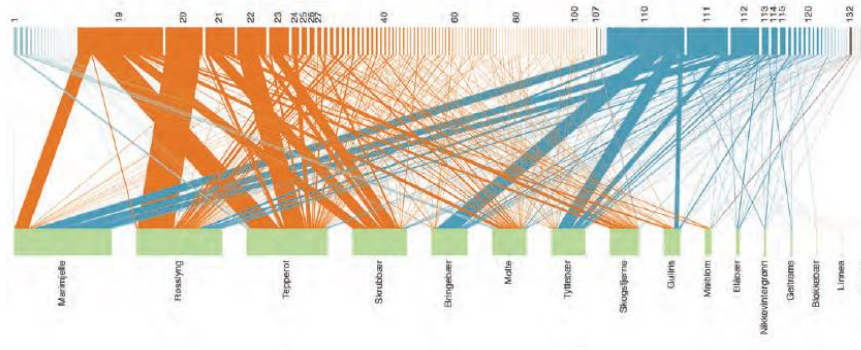
- Vegetarianere blant veps
- 20 000 arter
- Spesialiserte pollinatorer
- Ulik økologi
 - Vedlevende bier
 - Marklevende bier
 - Parasittiske bier
 - Solitære bier
 - Eusosiale bier
- Mange arter er truet
 - Arealendringer, klimaendringer
 - pesticider, CCD



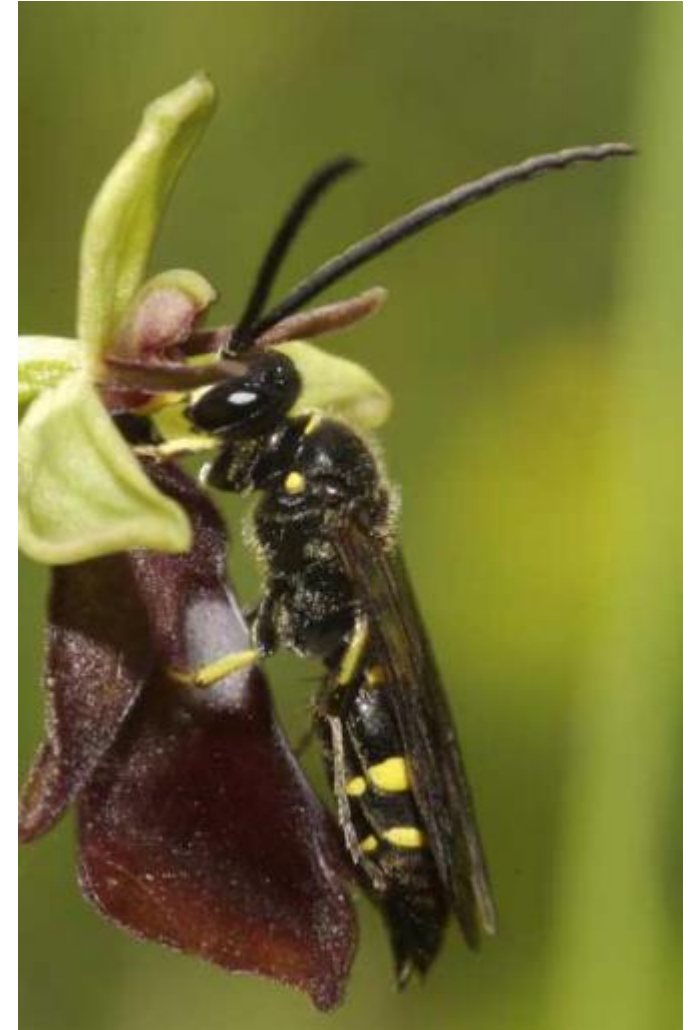
Andrena hattorfiana. Foto: Agne Ødegaard

«Koevolusjon»

- Koevolution er sjeldent: blomster besøkes av mange insektarter
- Tungelengde hos bier og nattsommerfugler – kronrør hos blomster
- Spesialisert pollinering hos orkideer
- Fikenveps
900 arter av fikentrær
900 arter av fikenveps

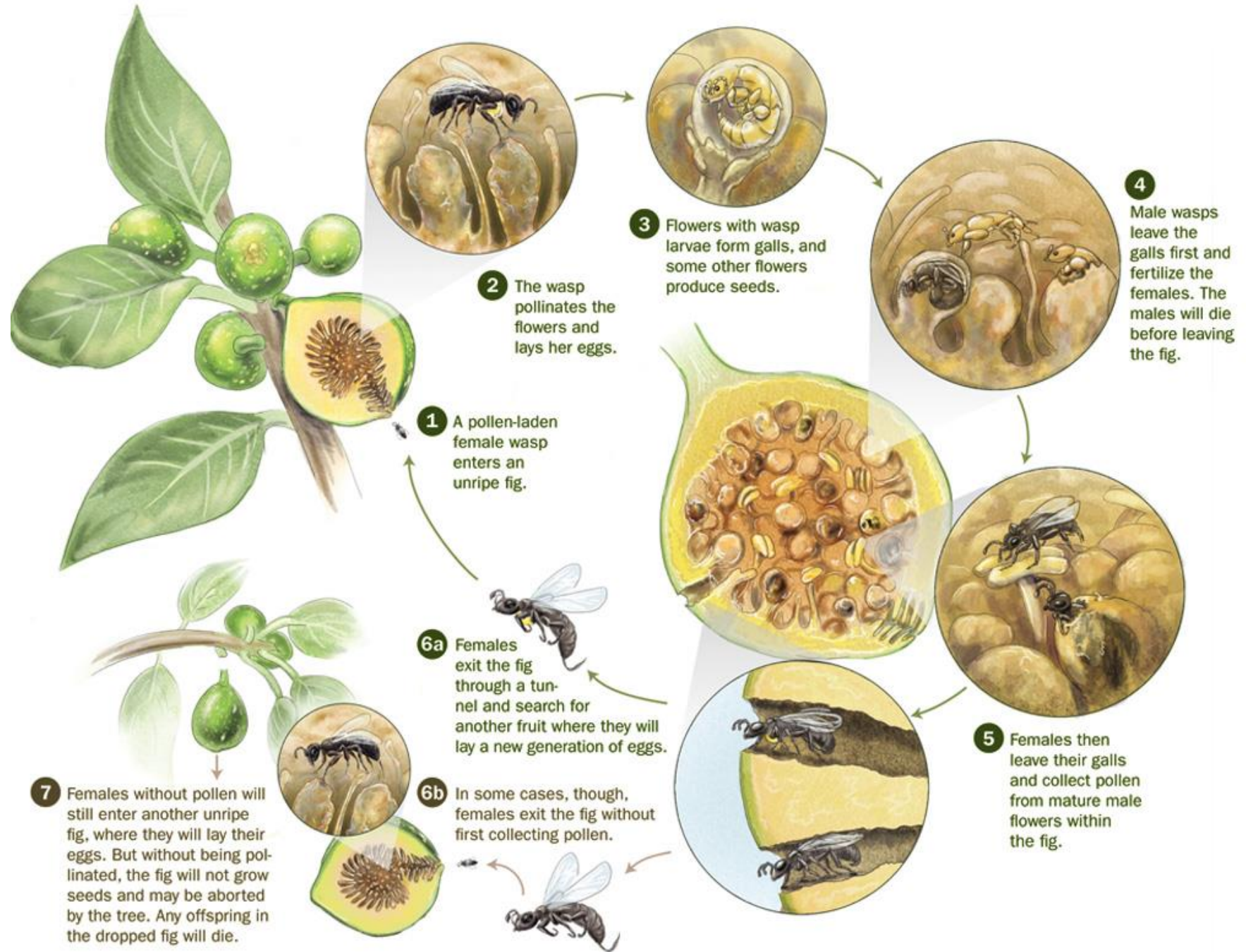


Bombus consobrinus på *Aconitum lycoctonum*. Foto: J.O. Gjershaug



Agrogorytes mystaceus på *Ophrys insectifera*.
Foto: Nico Vereecken

Fikenveps (Agaonidae)



Insekter and mennesket

Verdien av pollinering

- **15-30 %** av maten mennesker spiser er pollinert av insekter
- Insektpollinering nødvendig for **75 %** av alle planter som dyrkes som menneskeføde
- Verdien av bienes arbeid er i anslått til **5 000** milliarder kr pr. år (IPBES 2016)





EL PASO

Crunchy
Tortilla Chips
CHILI

ESTABLISHED 1938

Bendit

Dole

Blåbær
saftige & gode

bama

Polly

FOR SMAKENS SKYLD

OVNSRISTET
Mandler

Originalen
fra 1971
Piano
Vaniljesaus

FRIELE
CAFÉ NOIR
FUSION

HEINZ
57
VINEGAR

do not use as a...



EL PASO
ESTABLISHED 1938
Crunchy Tortilla Chips
CHILI

Bendit
Dole

Blåbær
saftige & gode

HEINZ
57
KETCHUP

Polly
FOR SMAKENS SKYLD
OVNSTRISTET
Mandler
RISTET UTEN O

Originalen fra 1971
Piano
Vaniljesaus

FRIELE
CAFÉ NOIR
FUSION

do not use for...

Bier som husdyr

Honningbier

- Honningproduksjon
- Tilleggspollinering av oljevekster og bær- og frukttrær

Humler

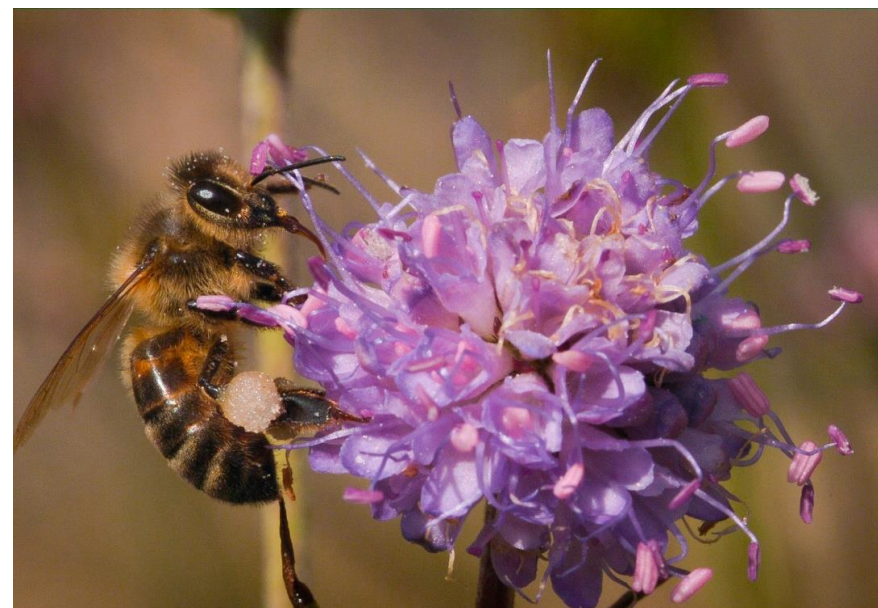
- Oppdrett av mørk jordhumle *Bombus terrestris* for bruk i drivhus
- Langtungete humler for pollinering av kløver



Bombus distinguendus. Foto: FØ.

Honning

- Blomsternektar+ bie-enzymmer – vann = honning
- 8000 år gamle hulemalerier (Spania)
- Innhold: 99% sukker og vann + 300 substanser
- Global produksjon 1.8 mill. tonn årlig
- Baking, dessert, te, brød, sauser etc.
- Holdbar i mange år hvis man unngår fuktighet.



Apis mellifera (Hymenoptera)

Hva har vi lært av insektene?

Modellorganisme – *Drosophila*

- Mer enn 100 år med forskning
- Har gitt grunnleggende kunnskap innen medisin, genetikk, fysiologi og evolusjon
- 8 Nobel-priser
(Kromosomer, evolusjon, mutasjoner, immunsystemer, døgnrytme)
- Enkel oppdrett, bare fire kromosompar, kort generasjonstid, legger mange egg

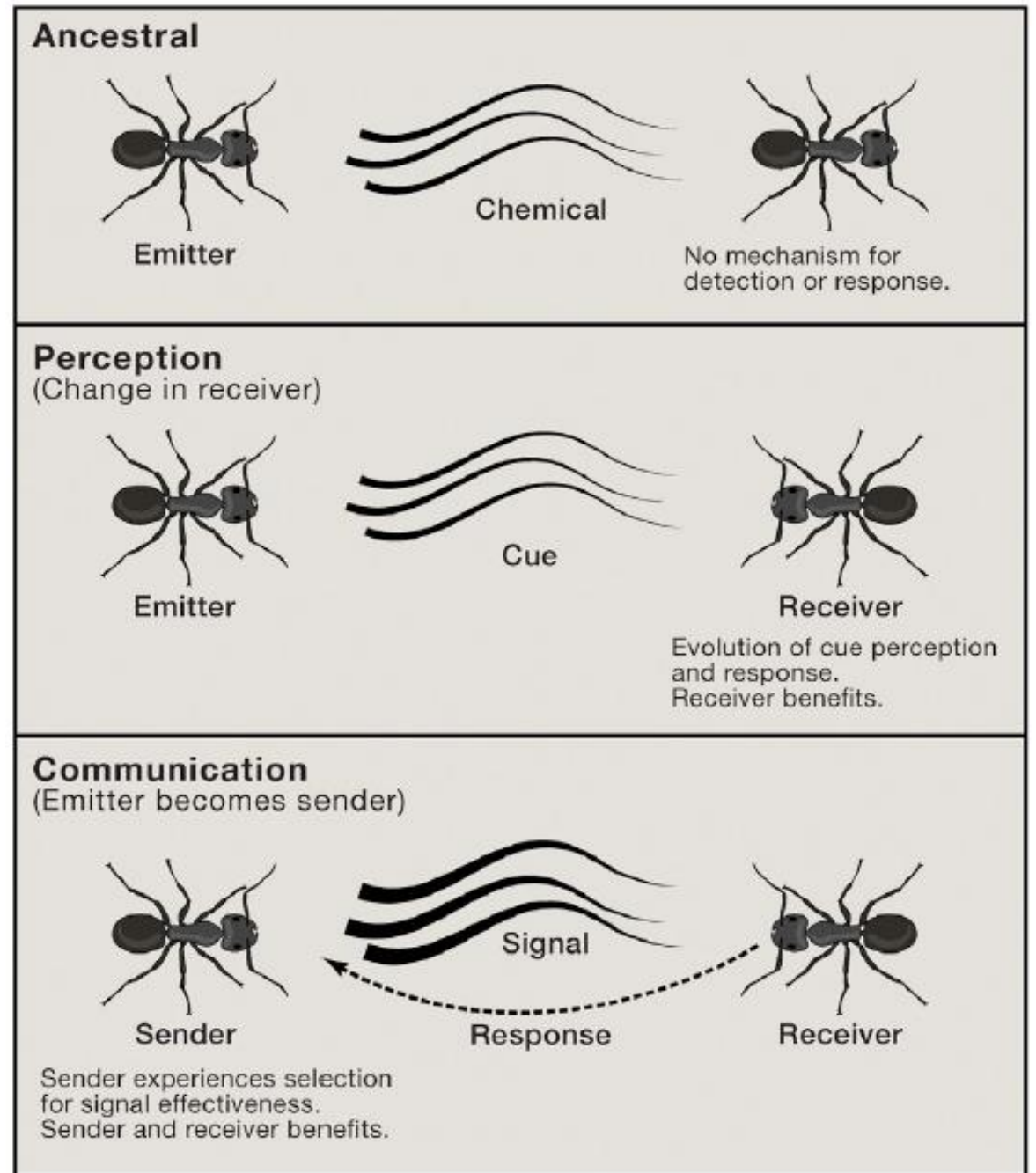
Bananflue *Drosophila melanogaster*



Evolusjon av kommunikasjon

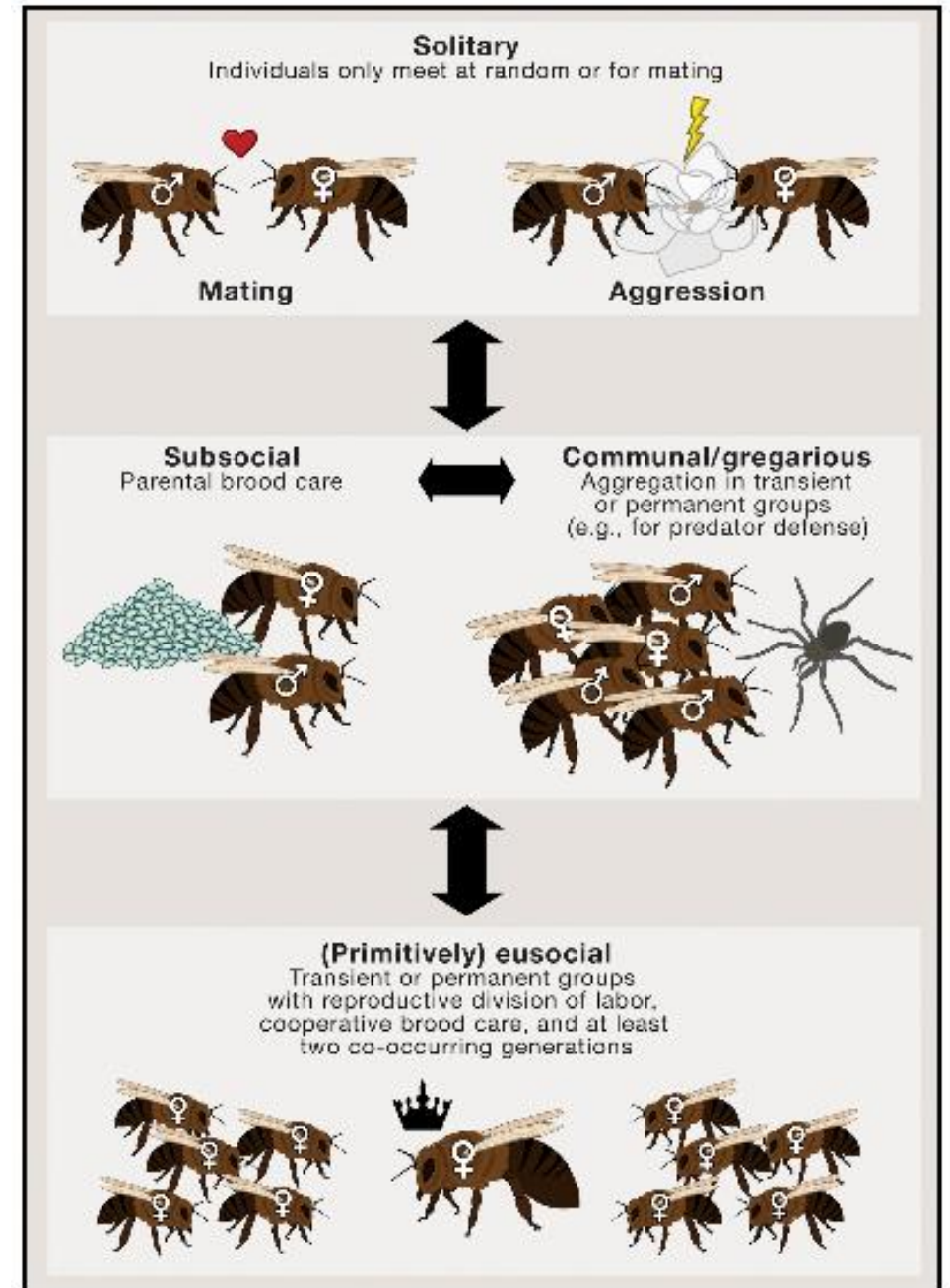


Formica aquilonia. Foto: Arnstein Staverløkk.



Evolusjon av sosialitet

- Yngelpleie
- Individgjenkjenning
- Avansert kommunikasjon
- Orienteringsevne
- Arbeidsdeling
- Samarbeid om forsvar og ressurser



Fra Leonardt et al. 2016

Silke – *Bombyx mori* (Lepidoptera)



Silkeveien

- Handelsrute som forbandt Asia, Midtøsten og Sør-Europa
- Spilte en avgjørende rolle i politisk og økonomisk utvikling av sivilisasjonene

Cochénille-lus

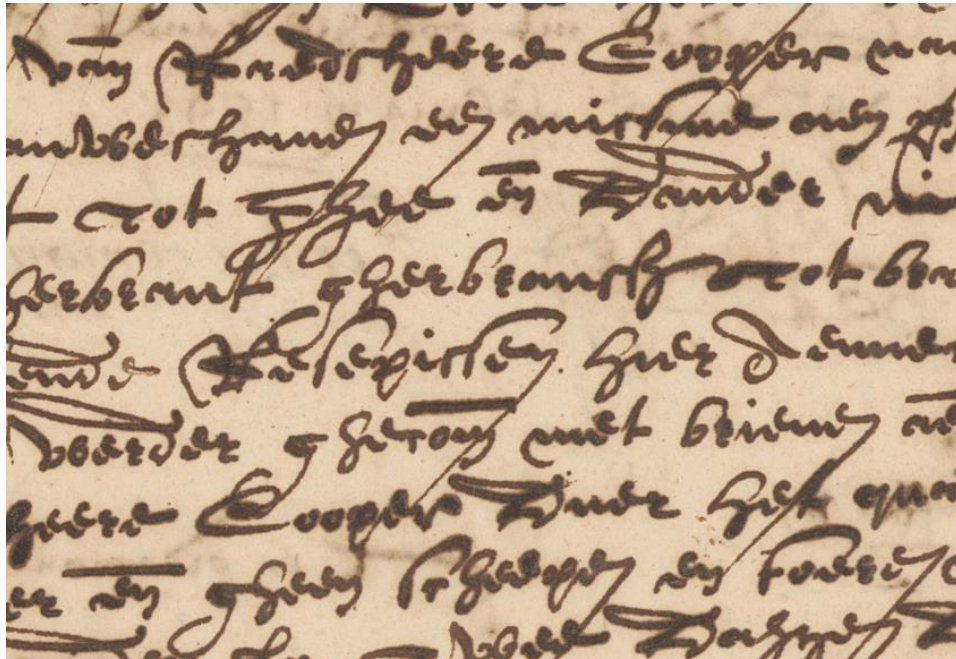
Dactylopius coccus (Coccoidea)

- Karmin
- Oppdaget av mayaene og aztekerne
- Britiske soldater «Redcoats»
- Rembrandts malerier
- Sminke, leppestift, øyenskygge
- E 120, syltetøy, campari, juice, sauser etc.



Jerngallusblekk

Cynipidae (Hymenoptera)



Skjellakk



- Lakkskjoldlus *Kerria lacca* (Coccoidea)
- «Rav fra India» Brukt i Europa siden 1300-tallet
- Harpiksaktig stoff med svært mange bruksområder:

Forsegling, blank lakk, glansmiddel, grammofonplater, tannavstøpninger, sminke, lim, mm.



Gelebønner

Insekter som mat

Papua New Guinea Nov. 2012



Batocera wallacei
(Cerambycidae)

FOTO: FØ



Insekter som mat

- Mer enn 1000 insektarter blir regelmessig spist i 80 % av verdens land
- sommerfugler, biller, maur, bier, veps, gresshopper, sirisser, kakerlakker, termitter, øyestikkere, og sikader
- Mange kulturer har lange tradisjoner med spising av insekter
- Populær trend i tiden
- Noen restauranter har spesialisert seg på insektmat, særlig basert på sirisser.



Frode Ødegaard

13. juni 2013 · 🌐 ▼



I dag har jeg vært i skogen sammen med [#NRKNewton](#) og plukket spiselige [#insekter](#) til en treretters middag - tilbreddt av byens beste kokker på [#NINAhuset](#)! Foto: Liv Ødegaard

Næringsinnhold

Protein (20-76 %)

Fett (2-50 %)

Karbohydrater (2.7- 49.5 mg pr kg)

Mineraler (K, Na, Ca, Cu, Fe, Mn, P)

Vitaminer (A, B, C, D, E, K)



Photo: Steven Viedler

(Kourimska & Adamkova 2016. NFS Journal)

Insekter i medisin

- Kreftforskning og bananfluer
- Antibiotika fra sosiale insekter
 - Patenterte substanser fra maur
 - Vepsegift dreper bakterier
- Sårbehandling med spyfluelarver
 - Spiser dødt vev, stopper bakterievekst, produserer antibiotika
- Gift fra maur, bier og veps
 - Enormt potensial i framtida

MIT team turns wasp venom into safe antibiotic

Venom of insects such as wasps and bees is full of compounds that can kill bacteria

PTI | Boston | December 11, 2018 15:05 IST



DETTE ER BARE STARTEN

Polybia paulista

SEARCH SECTIONS

DAILY NEWS | LIFESTYLE

f t i c

SUBSCRIBE

Health Food Viva Games Best Reviews

Brazilian wasp's venom punctures cancer cells to death: study

Brazilian Wasp Venom Kills Cancer Cells, Could Provide Cure

September 4, 2015 Royce Christyn Health 0



SCIENCE 09/02/2015 12:04 am ET

Wasp's Venom Could Be A Powerful 'Weapon Against Cancer,' Study Shows

A toxin in Polybia paulista's sting reportedly kills tumor cells without harming healthy ones.

BBC

Sign in

News

Sport

Weather

Shop

Earth

Travel

W

NEWS

Home Video World UK Business Tech Science Stories Entertainment & Arts

Health

Wasp venom 'a weapon against cancer'

Science News

Brazilian wasp venom kills cancer cells by opening them up from research organizations



Wasp study finds sting in the tail for cancer cells

Research has found a Brazilian wasp's venom could destroy tumours of leukaemia, prostate and bladder cancer without harming healthy tissue



Takk for oppmerksomheten!