

Om BIEDØD og dens konsekvenser

ANDERS NIELSEN¹ OG ØRJAN TOTLAND²

¹Senter for Økologisk og Evolusjonær Syntese (CEES), Biologisk Institutt, Universitetet i Oslo

²Institutt for Naturforvaltning, Universitetet for Miljø- og Biovitenskap

"If the bee disappears from the surface of the earth, man would have no more than four years to live."

Albert Einstein?

Dette utsagnet har, siden 1994, stadig blitt tilegnet Albert Einstein. Med andre ord, ca 40 år etter sin død ble en Nobelprisvinner i fysikk plutselig en kapasitet på verdien av økosystemtjenesten bier utfører. Dette har selvsagt ingen rot i virkeligheten. Albert Einstein uttalte seg selvsagt aldri om bier, og menneskeheten vil med all sannsynlighet klare seg mer enn fire år uten bier. Det som faktisk skjedde i 1994 var at Frankrike ble angrepet av en ny ukjent biesykdom, sukkerprisene økte og billig honning ble importert til Europa i store mengder. Europeiske birøktere hadde derfor store tap av dyr, de fikk økte utgifter til vinterfôr og møtte økt konkurranse når de skulle selge honningen sin. Noe måtte gjøres. Argumentasjonsrekken som ble brukt overfor myndighetene var som følger: Forsvinner birøkterne forsvinner biene, forsvinner biene forsvinner plantene vi spiser, forsvinner plantene vi spiser forsvinner vi. For å øke tyngden i argumentasjonen ble den spissformulert og tilegnet en meget vis og kjent person. En vandrehistorie var skapt.

At Albert Einstein aldri uttalte seg om bier betyr jo ikke at ordene som har blitt lagt i hans munn er helt feil. Menneskeheten vil nok overleve mer enn fire år uten bier, men at en reduksjon i antall bier vil ha konsekvenser for oss mennesker er det liten tvil om.

Hva er bier?

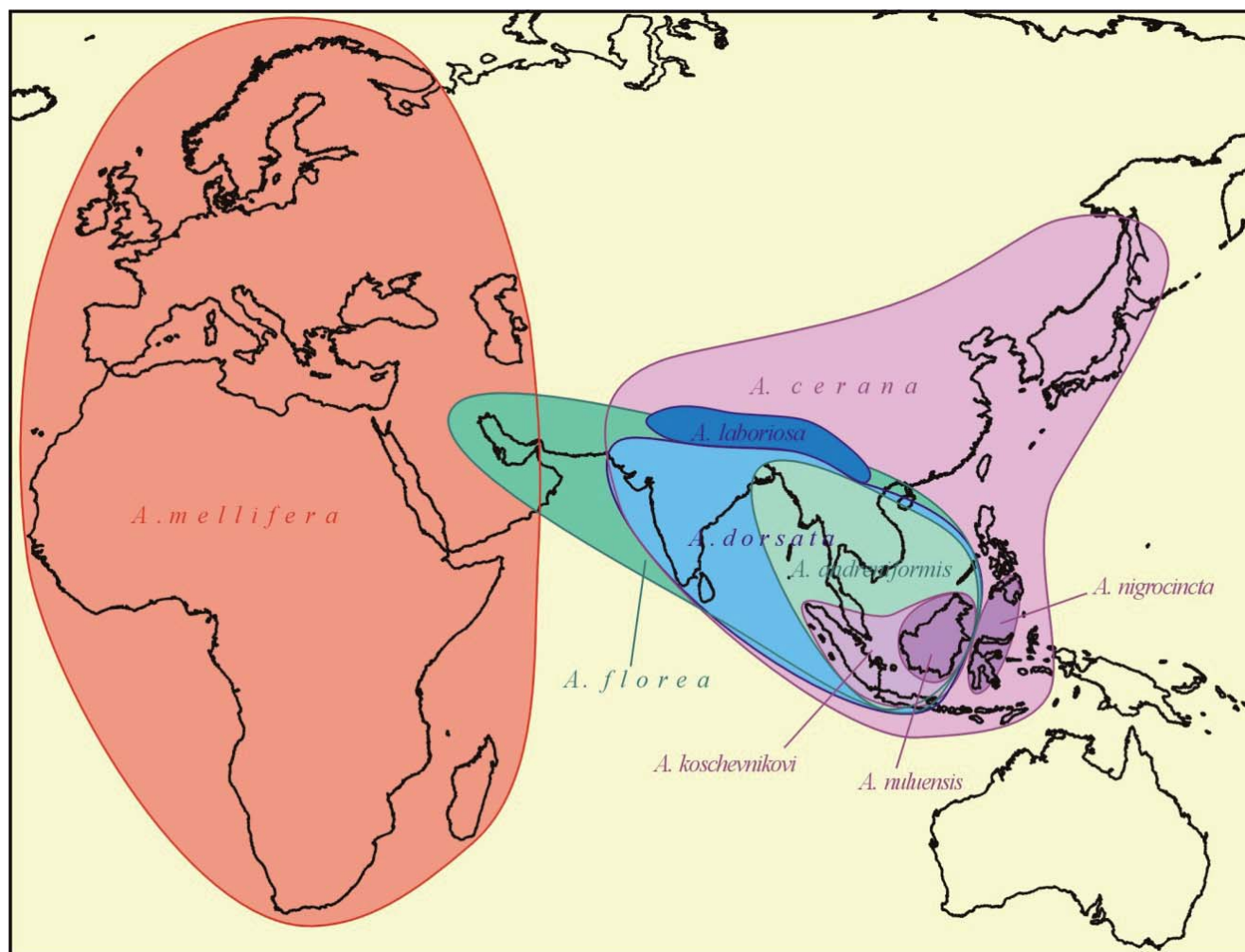
Men først, hva er bier? Når avisene presenterer dramatiske artikler om bier, enten det er bier som plager folk, eller som forsvinner, er det som regel Europeiske honningbie (*Apis mellifera*) det er snakk om. På grunn av sykdommer og parasitter finnes ikke lenger denne arten vill i Europa, men opptrer i store tettheter i forbindelse med kommersiell birøkt i både Europa, Afrika og Amerika. I slekten Honningbie (*Apis*) finnes det flere arter. For eksempel Asia-tisk honningbie (*A. cerana*) som også brukes kommersielt til både honningproduksjon og pollinering av landbruksvekster (Figur 1). Europeiske honningbie er dog de mest effektive og viktigste pollinatorene og honningprodusentene, globalt sett.

Selv om honningbie er mer enn bare den europeiske arten vi kjenner fra våre områder utgjør denne gruppen kun en liten del av det biologiske mangfoldet biene representerer. Biene tilhører insektordenen Årevinger (*Hymenoptera*) hvor vi også finner andre kjenninger, som veps og maur. Årevingene er avanserte insekter med fullstendig forvandling og flere arter er sosiale, med arbeidsfordeling og kommunikasjon mellom individer. Biene finner vi i overfamilien Apoidea med et vell av grupper, familier og slekter. Globalt er det anslått at det finnes ca 20.000 biearter.

De fleste bier er varmekjære og i Norge er det kun identifisert 334 arter, hvorav 98 befinner seg på den nye norske rødlista (Hansen med flere 2010). Også i Sverige anses en tredjedel av villbieartene som truet. I Norge er humlene de viktigste bieartene når det gjelder pollinering, men også tamme honningbie og mange arter av solitære bier.

Hva er biedød?

Dagens nyhetsbilde om bier, er det som regel relatert til biedød; at biene forsvinner. Biene det gjelder er som regel honningbie og i de senere år har fenomenet "Colony Collapse Disorder" (CCD) stadig vært omtalt i media (se faktaboks 1). CCD skiller seg fra tidligere utbrudd av massedød av bier ved at biene rett og slett forsvinner, noe som er svært uvanlig bieadferd. Birøkteren kommer ut til kubene om morgenen og det er ingen voksne bier å se. Det finnes egg og larver i massevis, men ingen voksne arbeidere til å ta seg av dem. Det finnes heller ingen døde arbeidere inne i kubene eller i umiddelbar nærhet. CCD skjer også raskt og påvirker store antall kuber. Per desember 2009 er det registrert CCD tilfeller i de fleste Amerikanske stater (Johnson 2010). At man i dag ikke vet hva som er årsaken til forsvinningene gjør det hele bare enda mer besynderlig. CCD's mystiske natur har selvsagt gitt opphav til flere konspirasjonsteorier. Utenomjordiske har vært nevnt og mobilstråling er en stadig tilbakevendende årsaksforklaring. Hvordan mobilstråling påvirker bieadferd er jo noe som kan testes, men så vidt vi vet finnes det ingen gode studier som har sett på dette. Likevel er dette en historie som stadig dukker opp i media.



Figur 1: Utbredelsen av artene i slekten Honningbier (*Apis*). Europeisk honningbie (*A. mellifera*) og Asiatiske honningbie (*A. cerana*) er de to viktigste kommersielle artene. Europeisk honningbie brukes også i Amerika. Kart utarbeidet av Pierre Franck (Franck 1999).

Amerikanske landbruksmyndigheter har lagt ned mye arbeide i å finne årsaken til CCD. Israeli acute paralysis virus så en stund ut til å kunne være årsaken, men i 2009 hevdet spanske forskere at de hadde funnet årsaken, nemlig *Nosema ceranae*, en sopp (Higes med flere 2009). Men, amerikanske forskere tilbakeviste dette ved å vise til at *N. ceranae* også var å finne i friske bikuber (CCD working group 2006). Det ble tidlig foreslått at det mest sannsynlig er mer enn en faktor som må til for å utløse CCD, og i oktober 2010 kunne det virke som om løsningen var funnet. På TV2's

nettsider stod det å lese at "Jerry har løst bie-mysteriet". Jerry J. Bromenshenk med flere viste at i bikuber som var angrepet av CCD fantes det både et RNA virus i tillegg til soppen *N. ceranae*. De hevdet derfor at kombinasjonen av disse to faktorene kunne være det som utløste CCD (Bromenshenk med flere 2010). Dette studiet er såpass ferskt at det er vanskelig å si hvor godt det treffer i å beskrive årsakssammenhengene mellom CCD og de foreslåtte utløsende faktorer, men det å studere flere faktorer samtidig virker å være en fruktbar tilnærming. Framtiden vil vise om dette er årsaken,

en del av årsaken eller rett og slett et blindspor. Uansett vil løsningen først finnes når man har identifisert hvilke tiltak som må til for å få bukt med både soppen og viruset.

I dag, i alle fall i USA, er CCD den viktigste årsaken til biedød, men, bier dør av mange andre årsaker også. For eksempel har åpen yngelrate vært, og er, et stort problem også her i Norge. Det faktum at honningbier ikke lenger finnes ville i Europa skyldes mest sannsynlig introduksjon av midden *Varroa destructor* fra Asia, hvor den lever på asiatiske honningbie, *A. cerana*. Honning-

BOKS 1: Om Colony Collapse Disorder (CCD)

Definisjon (Anonymous 2010):

1. En plutselig forsvinning av voksne arbeidere fra infiserte kuber som resulterer i svake eller døde kolonier med ett høyt antall larver relativt til voksne bier.
2. Fravær av døde arbeidere i og utenfor kubene.
3. Forsinket invasjon av typiske pestarter, som biller og møll, og kleptoparasitisme fra nærliggende bikuber.
4. Tettheten av parasittmidd (varroa og noseemia) er så lav at den normalt ikke skal ha økonomisk betydning.

bier er også utsatt for infeksjoner av bakterier, sopp og virus, og ikke minst kombinasjoner av disse, jamfør Bromenshenk med flere (2010).

I tillegg til sykdommer og parasitter er det også rene menneskelige faktorer som bidrar til reduksjon i antall honningbier. Færre birøktere, dårlig håndverk fra birøkternes side og ikke minst lite gjennomtrengt landbrukspraksis generelt, er også med på å redusere det totale antallet honningbier, både i Europa og USA. I de fleste land i Europa har det de siste årene vært en nedgang i både antall birøktere og antall bikuber (Potts med flere 2010). I USA har antallet bikuber blitt redusert fra 5,9 millioner i 1947 til 2,6 millioner i 2004 (Committee on the Status of Pollinators in North America 2007). Stress ved transport, overmedisinering og feilernæring er eksempler på hvordan birøkterne selv kan være årsaken til biedød (CCD working group 2006). I California i perioden 1966-79, før V. destructor midden kom til USA, stod insektmidler alene for ødeleggelsen av over en million bikuber og resulterte i 10 % reduksjon i biebestanden (Committee on the Status of Pollinators in North America 2007). Her var det altså bøndene selv som forårsaket det meste av biedøden.

I tillegg til reduksjonen i antallet tambier foregår det også en bekymringsfull reduksjon i antallet arter og individer av villbier. I tillegg til verdien disse artene representerer for det biologiske mangfoldet er villbier også viktige pollinatorer av både ville planter og landbruksvekster. Problemet med villbier, som med alle andre aspekter av biologisk mangfold, er at vi mangler data å sammenligne dagens status med. Hvor mange bier var det før? Det er ikke så godt å si, for det var ingen som talte. Noen studier har likevel klart å finne sammenlignbare data som har gjort dem i stand til å følge utviklingen i biesamfunnet over tid. Koos Biesmeijer med flere (2006) sammenliknet data fra Storbritannia og Nederland i tidsepokene før og etter 1980 og fant at det var en nedgang i både antall bieindivider og biearter. Rasmont med flere (2006) rapporterte tilsvarende nedgang i biebestanden i Belgia og trakk i tillegg fram nedgangen i antall humler i Europa. De viste til flere konkrete arter hvis utbredelse har blitt redusert betraktelig de siste 50-100 årene. Den norske rødlista viser også at mange norske biearter ikke lenger finnes i fylker hvor de tidligere er observert (Hansen med flere 2010).

Det Amerikanske Forskningsrådet har gitt ut en bok om statusen

til pollinerende insekter i nord Amerika (National Research Council 2007). Denne handler i stor grad om bier og peker på ulike faktorer som truer bestanden av både honningbier og ulike grupper av villbier. God taksonomisk kunnskap om bier er mangelvare de fleste steder i verden. Dette trekkes spesielt frem i boka til National Research Council (2007). Det er nok ikke utenkelig at det vil bli identifisert nye biearter for Norge også i fremtiden, bare noen med kunnskap nok om bier tar seg tid til å lete skikkelig.

Hva er årsaken til bildøden?

Det er begrenset med tilgjengelige data på statusen og endringer i verdens biesamfunn. Det er likevel grunn til å tro at nedgang både i antall arter og individer av villbier er et globalt fenomen. Når det gjelder honningbier er reduksjonen i antall bier godt dokumentert i Europa og Amerika. Man kan derfor hevde at det foregår en form for biedød. Så hva kan denne biedøden skyldes? Over har vi presentert noen årsaker til hvorfor antallet honningbier går nedover. Men hva er de viktigste truslene for de ville biene? De viktigste trusler for det biologiske mangfoldet generelt gjelder også for villbier. Fragmentering og reduksjon av habitat er hovedutford-

dringen for mange arter, også bier. For å kunne opprettholde levedyktige populasjoner trenger villbier store nok arealer til at de får tilgang til viktige ressurser. For det første må biene ha tilgang til mat (blomsterressurser) gjennom hele sommersesongen (hele året i mer tropiske strøk). Maten må også ha en variasjon som dekker deres næringskrav (for eksempel både nektar og pollen). Både solitære og sosiale bier trenger steder å bygge bol, for eksempel tørre sandbakker, hule trær eller steinurer. Både næringstilgang og tilgang på steder for bygging av bol har blitt identifisert som viktige faktorer for å opprettholde mangfoldet av villbier (Potts med flere 2005; 2006, Hansen med flere 2010). Også studiet til Biesmeijer med flere (2006) peker på nedgang i tilgjengelig habitat som hovedårsaken til nedgangen i antallet vilbier. Arealbruk generelt og landbrukspraksis spesielt er helt opplagt viktige faktorer for mangfoldet av bier. Store enheter av monokultur-landbruk vil selvsagt redusere tilgjengeligheten av både steder hvor biene kan bygge bol i tillegg til den reduksjon det innebærer i tilgjengelige blomsterressurser. Kantvegetasjon og åkerholmer er i så måte viktige leveområder for biene.

Invaderende arter, både konkurrerende bier og arter som på annen måte påvirker ressursgrunnlaget (for eksempel planter med dårlige blomsterressurser) kan bidra til å redusere mangfoldet av villbier. Når det gjelder innføringen av honningbier så er effekten på stedege biesamfunn ikke entydig. Her er det få studier som dokumenterer tydelige negative effekter.

Klimaendringer kan påvirke overlevelsen til bier både direkte og indirekte via klimaeffekter på plantene de lever av. Vi har tidligere studert hvordan klimaendringer kan påvirke samspillet mellom planters reproduksjon og bestøvende insekter, inkludert bier (Hegland med flere 2009, Kjøhl med flere 2011). Vi fant at

det er lite forskning å støtte seg på, men det helt klart grunn til å tro at både naturlige økosystemer og landbruksproduksjon som er avhengig av pollinerende insekter kan bli negativt påvirket av klimaendringer. Bienes ve og vell vil i neste omgang forringes ytterligere da de er avhengig av tilgjengelig næring fra plantene i form av pollen og nektar.

Sykdommer og giftige kjemikalier kan også påvirke villbier. Insektmidler myntet på skadeinsekter vil kunne påvirke både honningbier og villbier og sykdommer og parasitter finnes også hos villbier.

En ting som er helt sikkert er at de faktorer som påvirker mangfoldet av bier ikke virker alene. I den senere tid har det blitt økt fokus på hvordan kombinasjonen av ulike stressfaktorer sammen kan utgjøre en større trussel for det biologiske mangfoldet enn summen av enkeltfaktorene hver for seg. Schweiger med flere (2010) studerte hvordan klimaendringer kan øke faren for at eksotiske arter etablerer seg og negativt påvirker samspillet mellom planter pollinerende insekter, mens Bromenshenk med flere (2010) undersøkte både et virus og en sopp når de lette etter løsningen på bie-mysteriet. Poenget er at 1+1 ikke nødvendigvis blir 2, men kanskje 3 eller 5 eller 10 når man snakker om hvor sterk effekten av flere stressfaktorer sammen påvirker det biologiske mangfoldet.

Hva er det egentlig biene driver med?

En hver art har en verdi i seg selv. Men, når det gjelder bier kan man lett måle også hva slags verdi den har for mennesker direkte gjennom den økosystemtjenesten de leverer som pollinatorer. Bier pollinerer ville planter og er derigjennom premisseleverandører for hvilke planter som vil reprodusere og dermed for hvordan plante-samfunnet blir seende ut. Men vel så viktig for menneskeheten er

bienes pollinering av landbruksvekster. Svært mange av frukt- og grønnsaksartene vi spiser er avhengig av insektbestøvning for å produsere optimal avling. I tabell 1 lister vi noen hovedgrupper av nyttevekster og data på hvor viktig insektbestøvning er for produksjonen. Summene som er oppgitt her er nok ganske konservative og innbefatter kun matproduksjon til menneske. Når vi snakker om kommersielle og ernæringsmessige forhold driver biene stor sett med pollinering og i relativt liten grad med kommersiell honningproduksjon. Honningproduksjon kan selvsagt være en viktig inntektskilde for den enkelte birøkter, men blir, i den store sammenhengen, langt fra den viktigste oppgaven biene gjør for menneskeheten.

Insektenes, og da i første rekke bienes, bidrag til landbruksproduksjon har blitt forsøkt kvantifisert en rekke ganger. For Storbritannia er det mest oppdaterte tallet £430 millioner per år (Tom Breeze personlig meddelelse), mens det globalt har vært anslått en størrelsesorden på \$153 milliarder (Gallai med flere 2009). I tabell 1, som er hentet fra Gallai med flere (2009), er det listet opp en rekke grupper landbruksprodukter sortert etter hvor sensitive de er for en nedgang i insektbestøvning. Av tabellen ser vi at mange nyttevekster er svært avhengige av insekter for å produsere det vi høster fra dem. Nederst på lista finner ser vi at kornsorter (vindbestøvet) og rotfrukter (hvor det vi spiser ikke er relatert til bestøvning) ikke har noen åpenbar risiko forbundet med redusert bestøvning.

Hvor kommer disse tallene fra? Er de mer enn bare resultatet av å tenke på et tall? Ja, fordi en plantes avhengighet av insekter for matproduksjon kan regnes ut eksperimentelt ved å sammenligne produksjonen med og uten pollinerende insekter tilstede. Tomater for eksempel vokser seg større hvis de blir aktivt pollinert, noe som skjer mest effek-

Tabell 1. Eksempel på forskjeller i søketreff for norske navn i standardflora for Norge (Lid & Lid, 2005) og i Hagelsekapets sortsliste (2006). Bokmålsform er valgt for norske navn.

Crop category	Average value of a production unit per metric ton	Total production economic value (EV) 109€	Insect pollination economic value (IPEV) 09€	Rate of vulnerability (IPEV/EV) %
Stimulantcrops ¹	1225	19	7.0	39.0
Nuts ²	1269	13	4.2	31.0
Fruits ³	452	219	50.6	23.1
Edibleoilcrops ⁴	385	240	39.0	16.3
Vegetables ⁵	468	418	50.9	12.2
Pulse ⁶	515	24	1.0	4.3
Spices	1003	7	0.2	2.7
Cereals	139	312	0.0	0.0
Sugar crops	177	268	0.0	0.0
Roots and tubers	137	98	0.0	0.0
All pooled together		1618	152.9	9.5

Eksempler: ¹ Kaffe og kakao. ² Mandler, cashew, hassel. ³ Epler, pærer, vannmelon, kiwi, blåbær, appelsin, fersken. ⁴ Raps, soya, solsikke. ⁵ Tomater, agurk, auberginer, brokkoli, squash. ⁶ Erter, bønner.

ti tv ved hjelp av humler. I boks 2 gjør vi rede for hvordan man enkelt kan regne ut hvor mye av landbruksproduksjonen pollinerende insekter bidrar med. For eksempel, tomatprodusent Ola Normann fra Jæren, produserer 20 tonn tomater hver sesong. Fra boks 2 ser vi at avhengighetsindeksen til tomater er 0,3. La oss, for enkelthets skyld, si at Ola får 1 krone per kilo for sine tomater. Hans bruttoinntekt fra tomatproduksjon er da 20 millioner kroner. Av dette har humler bidratt med $0,3 \cdot 20.000.000,-$ det vil si 6.000.000,-. På nasjonal skala kan man også regne verdien av bienes bidrag. I 2007 eksporterte Uganda kaffe av typen *Coffea arabica* for \$227 millioner. Avhengighetsindeksen til *C. arabica* er 0.39. Insekter bidro dermed til \$88,5 millioner av Ugandas eksportinntekter fra kaffe. Vietnam, verdens tredje største kaffeprodusent, har valgt å satse på en annen kaffeart, nemlig *C. canephora*, også

kalt robusta. Denne arten har en avhengighetsindeks på 1, det vil si at uten insekter blir det ingen kaffebønneproduksjon idet hele tatt. Vietnams eksportinntekter fra kaffe, på 450 millioner per år, er altså 100% avhengig av insekter som pollinerer kaffeplantene.

Noen konklusjoner

Colony Collaps Disorder skaper overskrifter og er per i dag et mysterium. Men, dette syndromet rammer bare tamme honningbier og er ett landbruksteknisk, eventuelt veterinærmedisinsk problem. Bedre birøkterpraksis og medisiner vil kunne løse dette problemet så fort man har identifisert hvilke faktorer som utløser syndromet. Mer dramatisk er nedgangen i artmangfoldet og antallet av villbier. Det er mye som tyder på at antallet villbier er synkende og det er all grunn til å tro at nedgangen i antallet bier og deres artsmangfold påvirker både

villplanter og landbruksproduksjon. Vi mangler gode historiske data for å dokumentere nedgangen i biebestander og biodiversitet, men det finnes flere gode studier som likevel antyder en nedadgående trend.

Einstein var ikke spesielt opptatt av bier og menneskeheten kommer til å overleve mer enn fire år uten bier. Det er likevel grunn til å økt oppmerksomhet omkring nedgangen i antallet villbier da vi vet hvilken viktig økosystemtjeneste bier representerer og hvor alvorlige konsekvensene kan bli hvis de forsvinner. Et mer intenst landbruk, en reduksjon i dyrket areal og et klima i endring vil trolig ytterligere redusere antallet bier. I så fall vil det få konsekvenser for både naturlige økosystemer og landbruksproduksjonen i framtiden.

Referanser

Anonymous (2010) "A Field Guide to Honey Bees and Their Maladies".

BOKS 2: Matematikken bak verdien av bestøvning

Verdien av bestøvende insekter kan regnes ut ved å sammenligne landbruks-produksjon med og uten bestøvning. Vi bruker to identiske drivhus med tomater som eksempel.

- I drivhus 1 sørger vi for at det er nok humler til å utføre det som trengs av bestøvning. Verdien av tomatproduksjonen fra dette drivhuset kaller vi A.
- I drivhus 2 sørger vi for at ingen humler slipper inn. Verdien av tomatproduksjonen fra dette drivhuset kaller vi B.

Avhengighetsindeksen til tomatene blir da: $1-B/A$

Etter en tur på grønnsaksmarkedet finner vi at tomatene i drivhus 1 ble solgt for 100.000,- (A i ligningen over). Tomatene fra drivhus 2 derimot ble solgt for kun 70.000,- (B i ligningen over). I drivhus 1 hadde altså humlene økt verdien av tomatene fra 70.000, til 100.000,-. De hadde bidratt med 30.000,- i tomatproduksjon

Avhengighetsindeksen til tomatene er altså: $1-70.000/100.000 = 0.3$

- Pennsylvania State University. <http://pubs.cas.psu.edu/FreePubs/PDFs/AGRS116.pdf>
- Artsdatabanken 2010. Artsdatabanken > Aktuelt. <http://www.artsdatabanken.no/ArticleList.aspx?m=6&amid=4643>
- Biesmeijer, J. C., S. P. M. Roberts, M. Reemer, R. Ohlemüller, M. Edwards, T. Peeters, A. P. Schaffers, S. G. Potts, R. Kleukers, C. D. Thomas, J. Settele, and W. E. Kunin. 2006. Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science* **313**:351-354.
- Bromenshenk, J. J., C. B. Henderson, C. H. Wick, M. F. Stanford, A. W. Zulich, R. E. Jabbour, S. V. Deshpande, P. E. McCubbin, R. A. Seccomb, P. M. Welch, T. Williams, D. R. Firth, E. Skowronski, M. M. Lehmann, S. L. Bilimoria, J. Gress, K. W. Wanner, and R. A. Cramer. 2010. Iridovirus and Microsporidian Linked to Honey Bee Colony Decline. *PLoS ONE* **5**.
- CCD working group (2006). "Fall-Dwindle Disease": Investigations into the causes of sudden and alarming colony losses experienced by beekeepers in the fall of 2006. <http://maarec.psu.edu/pressReleases/FallDwindleUpdate0107.pdf>
- Committee on the Status of Pollinators in North America. 2007. Status of pollinators in North America. The National Academies Press, Washington, D.C., USA.
- Franck, P. 1999. Approche génétique des questions évolutives associées à la sociobiologie et à la phylogéographie de l'abeille domestique (*Apis mellifera* L.), Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier.
- Gallai, N., J.-M. Salles, J. Settele, and B. E. Vaissière. 2009. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics* **68**:810-821.
- Hegland, S. J., A. Nielsen, A. Lázaro, A.-L. Bjerknes, and Ø. Totland. 2009. How does climate warming affect plant-pollinator interactions? *Ecology Letters* **12**:184-195.
- Higes M, Martín-Hernández R, Garrido-Bailón E, González-Porto AV, García-Palencia P, et al. (2009) Honey bee colony collapse due to *Nosema ceranae* in professional apiaries. *Environ Microbiol Reports* **1**: 110-113.
- Johnson R. 2010. Honey Bee Colony Collapse Disorder. CRS Report for Congress. 7/5700 - RL33938
- Kjøhl, M., A. Nielsen, and N. C. Stenseth. in press. Potential effects of climate change on crop pollination. FAO, Rome.
- Hansen, L. O., O. J. Lønnve og F. Ødegaard. 2010. Veps, Hymenoptera. I: Kålås, J. A., Å. Viken, S. Henriksen, S. Skjelseth (red.). 2010. Norsk rødliste for arter 2010. Artsdatabanken, Norge
- Rasmont, P., A. Pauly, M. Terzo, S. Pautiny, D. Michez, S. Iserbyt, Y. Barber, and E. Haubruge. 2006. The survey of wild bees (Hymenoptera, Apoidea) in Belgium and France. In *Status of the World's Pollinators*. Rome: Food and Agriculture Organisation of the United Nations. 18 pp.
- Potts, S. G., B. Vulliamy, S. Roberts, C. O'Toole, A. Dafni, G. Neeman, and P. Willmer. 2005. Role of nesting resources in organising diverse bee communities in a Mediterranean landscape. *Ecological Entomology* **30**:78-85.
- Potts, S. G., T. Petanidou, S. Roberts, C. O'Toole, A. Hulbert, and P. Willmer. 2006. Plant-pollinator biodiversity and pollination services in a complex Mediterranean landscape. *Biological Conservation* **129**:519-529.
- Potts, S. G., S. P. M. Roberts, R. Dean, G. Marris, M. A. Brown, R. Jones, P. Neumann, and J. Settele. 2010. Declines of managed honey bees and beekeepers in Europe. *Journal of apicultural research* **49**:15-22.
- Schweiger, O., J. C. Biesmeijer, R. Bommarco, T. Hickler, P. Hulme, S. Klotz, I. Kühn, M. Moora, A. Nielsen, R. Ohlemüller, T. Petanidou, S. G. Potts, P. Pyšek, J. C. Stout, M. Sykes, T. Tscheulin, M. Vilà, G.-R. Wather, and

C. Westphal. 2010. Multiple stressors on biotic interactions: how climate change and alien species interact to affect pollination. *Biological Reviews* 85:777-795.