



*Ledande experter
för en levande värld.*



Rapport
Aminers påverkan på pollinatörer
Öresundskraft

Titel: Aminers påverkan på pollinatörer

Datum: 2023-12-15

Uppdragsgivare: Öresundskraft

Uppdragsnummer: 4289-01

Dokumentnamn: Rap_4289-01-Aminer_pollinatörer

Rapport genomförd av: Andreas Hellohf, Hannes Byström och Sofia Berg, EnviroPlanning AB

Rapport granskad av: Sofia Berg

Rapport verifierad av: Andreas Hellohf

Bilder: Foto: Storfläckig pärlemorfjäril, Sofia Berg, Enviro-Planning. Foto Filbornaverket, Öresundskraft.

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
2	Fakta om pollinerare	1
2.1	Ekosystemtjänsten pollinering	1
2.2	Habitatförlust och fragmentering	2
2.3	Konkurrens från honungsbin	2
2.4	Colony Collapse Disorder (CCD)	3
3	Aminer och derivat från koldioxidavskiljning	4
3.1.1	Nitrosaminer	5
3.1.2	Nitraminer	5
3.1.3	Amider	5
3.2	Effekter i miljön	5
3.2.1	Effekter på fauna	6
3.2.2	Övergödning terrastrial miljö	7
3.2.3	Påverkan akvatisk miljö	7
3.3	Forskning	8
4	Slutsats och diskussion	8
5	Referenser	10

1 Inledning

Filbornaverket ligger öster om Helsingborg och är ett avfallseldat kraftvärmeverk som togs i kommersiell drift 2013. Verket tar årligen emot 220 000 ton restavfall för förbränning och har en nominell effekt på 18 MW el och 72 MW fjärrvärme (Öresundskraft, 2023).

Öresundskraft planerar att installera koldioxidavskiljning vid anläggningen för att minska verksamhetens klimatpåverkan. Den metod som är tänkt att användas är uppfångning post-förbränning vilket innebär att en absorbent används, vanligtvis aminer, för att avskilja koldioxid via absorption. Vi användning av denna metod finns en risk att en mindre mängd aminer kan följa med rökgasen ut och reagera till nitrosaminer eller nitraminer. Som en del i miljöbedömningsprocessen har spridnings- och depositionsberäkningar för utsläpp av aminer och vissa nedbrytningsprodukter utförts. Dessa visar att beräknade halter inom depositionsområdet kring Filbornaverket understiger de riktvärden som finns för ämnena, gällande skydd av människors hälsa.

Inom det beräknade depositionsområdet finns fastigheter med äppelodlingar och EnviroPlanning AB har fått i uppdrag av Öresundskraft att utreda om utsläpp av aminer kan påverka pollinatörer negativt.

2 Fakta om pollinerare

2.1 Ekosystemtjänsten pollinering

Pollinering, det vill säga överföring av pollen från växters han- till hondelar, är en förutsättning för befruktning. Vissa växter kan pollinera sig själva, andra låter sina pollenkorn spridas med vind eller vatten med förhoppningen att de ska hamna rätt. Omkring 90 % av alla vilda växter är dock beroende av djur – pollinatörer – för pollentransport (Ollerton et al., 2011; IPBES, 2016). I Sverige utgörs dessa djur främst av insekter och vanligen refereras till bin, där även humlor ingår, som huvudsakliga pollinatörer. På senare tid har även betydelsen av andra insekter såsom blomflugor, fjärilar, skalbaggar och myror uppmärksamats (Rader et al., 2016; Borgström et al., 2018).

Djurpollinering är avgörande för en stor del av vår matproduktion. Det uppskattas att 75 % av alla grödor globalt, åtminstone till viss grad, är beroende av pollinatörer (Klein et al., 2006). I Sverige är behovet inte lika stort då odlingsarealerna domineras av spannmål, vilka vindpollineras. Arealen av grödor som helt eller delvis kräver insektpollinering uppgick 2017 till cirka 7,6 % av Sveriges totalt brukade areal (SCB, 2018).

2.2 Habitatförlust och fragmentering

Vi ser idag ett generellt hot mot den biologiska mångfalden och pollinatörer är inget undantag. Tvärtom är de en särskilt utsatt grupp där omkring en tredjedel av alla vildbin (inkl. humlor), en femtedel av alla fjärilar och en tiondel av alla blomflugor i Sverige finns uppsatta på den nationella rödlistan (SLU Artdatabanken, 2020). Orsakerna är flera, där industrialiserat jord- och skogsbruk tillsammans med förlust och fragmentering av naturliga habitat är bland de mest utmärkande (Foley et al., 2005). Särskilt försvårande för Sverige, men även stora delar av övriga Europa, är den omfattande förlusten av ängs- och betesmarker. Dessa har över stora skalor bidragit med högkvalitativt habitat med rikligt av boplatser och födoresurser. Idag återstår endast fragment av det som en gång var (Cousins & Eriksson, 2008).



Figur 1. Förändringar av pollinatörers habitat är ett hot mot den biologiska mångfalden. Foto: EnviroPlanning.

2.3 Konkurrens från honungsbin

Både vetenskapliga och populärvetenskapliga artiklar har på senare tid uppmärksammat minskande populationer av pollinerande insekter samt hotet mot pollineringsstjänsten (Borgström et al. 2018; Potts et al., 2010). Ett sätt att visa sitt engagemang i frågan har varit att investera i bikupor för att exempelvis placera på hustak och uteplatser, särskilt i urbana miljöer. Sedan länge har dock studier visat att honungsbin, även om de bidrar med pollinering, konkurrerar med den naturliga pollinatörsfaunan (Goulson, 2003). Särskilt när det råder brist på blomresurser, såsom sent på säsongen, räcker helt enkelt inte

blommorna till alla (Herbertsson et al., 2016). Jämfört med vildbin är honungsbin dessutom mindre effektiva pollinerare. Enligt en studie från England överförde honungsbin pollen från en blomma till pistillens märke hos en annan vid i genomsnitt 34 % av alla blombesök, medan vildbin gjorde det vid 71 % av tillfällena (Woodcock et al., 2013). Honungsbin bidrar ändå signifikant till pollinerings-tjänsten tack vare dess höga numerär och särskilt i områden som lider brist på vilda pollinatörer. Att förlita sig för mycket på honungsbin innebär dock en ökad sårbarhet. Detta eftersom även små minskningar i honungsbinas antal kan ge betydande effekter på pollinerings-tjänsten. Honungsbin har även ett hot hängande över sig kopplat till sjukdomar och parasiter, vilka även riskeras att spridas vidare till den vilda faunan (Fürst et al., 2014). Vidare innehar inte honungsbin enskilt den funktionella bredd som krävs för allsidig pollinering. Användning av honungsbin bör därför ses som ett komplement och inte som en lösning till bristande pollinering.

2.4 Colony Collapse Disorder (CCD)

Colony Collapse Disorder (CCD) är en term som används för att beskriva en plötslig och förlust av vuxna bin från en bikupa, vilket lämnar kvar drottningen, larver och matförråd utan tillräckligt med vuxna bin för att upprätthålla kupans funktioner. CCD är ett allvarligt bekymmer för biodlingen och pollinerings-effektiviteten eftersom det kan resultera i betydande förluster av bikupor och bin (vanEngelsdorp et al., 2009).

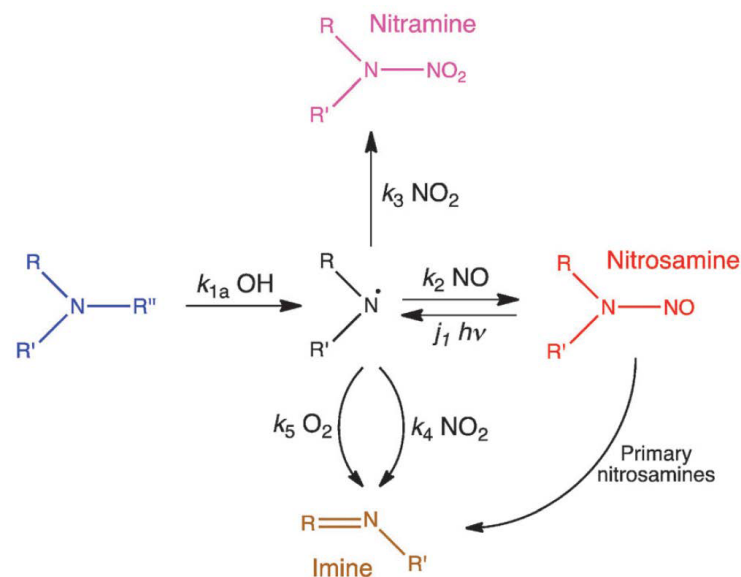
Orsakerna till CCD är inte fullständigt förstådda, men det antas vara en kombination av olika stressfaktorer som samverkar, här följer några av dem:

- **Pesticider och kemikalier:** Exponering för olika bekämpningsmedel, inklusive neonicotinoider och andra jordbrukskemikalier, kan påverka binas hälsa, försvaga deras immunsystem och göra dem mer mottagliga för sjukdomar och miljömässiga påfrestningar (van der Sluijs, o.a., 2013).
- **Parasiter och sjukdomar:** Varroakvalster är en vanlig extern parasit som angriper bin och försvagar dem genom att sprida sjukdomar och virus. Sjukdomar som Nosema och olika virussjukdomar kan också bidra till binas minskade hälsa och bidra till CCD (vanEngelsdorp, o.a., 2009).
- **Dålig nutrition och förlust av habitat:** Bristfällig tillgång på näringsrik föda på grund av minskad biologisk mångfald i områden där bin samlar sin nektar och pollen kan försvaga binas hälsa och överlevnad (Foley, o.a., 2005).

3 Aminer och derivat från koldioxidavskiljning

Aminer är en stor grupp av ämnen med varierande egenskaper, varav vissa är syntetiska medan andra förekommer naturligt i naturen och i människans celler. Aminer kan beskrivas som derivat av ammoniak (NH_3), där ett, två eller tre väten (H) har bytts ut mot en organisk grupp, t.ex. en alkylgrupp. Beroende av om ett, två eller tre väten ersatts delas aminerna in i primära, sekundära och tertiära aminer (Shao & Stangeland, 2009).

I en förbränningsanläggning där koldioxidavskiljning sker med aminer som absorbent, kommer en låg halt av aminer att följa med rökgasen ut och släppas ut i atmosfären tillsammans med övriga gaser. Aminerna kommer att spridas vidare i gasform eller adsorbera i vattendroppar från anläggningen eller vattendroppar som bildas efter att rökgasen lämnat anläggningen (Shao & Stangeland, 2009). När aminerna släpps ut i atmosfären kommer dessa att omvandlas via fotokemiska processer, adsorption, absorption och nedbrytning och nya ämnen kommer bildas, t.ex. nitrosaminer och nitraminer (Figur 2). Dessa processer påverkas av avskiljningsanläggningens utformning, vilka aminer som används som absorbent och de abiotiska förhållandena på platsen (Rusin & Stolecka, 2015).



Figur 2. Aminers reaktion i atmosfären (SEPA, 2015).

Ämnena kommer från atmosfären spridas vidare i miljön via absorption av amingaser samt via torr- och våtdeposition på t.ex. växter och mark. Därefter kommer ämnena spridas vidare i ekosystemen via nedbrytning, avrinning och bioackumulering i näringsväven.

3.1.1 Nitrosaminer

Nitrosaminer är en grupp av ämnen med strukturen $(R_1R_2)-N-N=O$ där en organisk grupp har ersatt minst en av väteatomerna på den icke-syrebundna kväveatomen. Vid studier av utsläpp från CO_2 -avskiljande verksamhet har ett brett spektrum av nitrosaminer uppmätts, men förekomst och koncentrationer har varit stort mellan de olika studierna. Utifrån studier bedöms nitrosaminer kunna ha negativa effekter i miljön (SEPA, 2015).

Dimetylnitrosamin (NDMA) är den enklaste dialkylnitrosaminen och en av de nitrosaminer som är bäst undersökt. NDMA är mycket potent, har i djurtester bevisats orsaka cancer (Aarrestad & Gjershaug, 2009), och har av Norsk institutt for folkehelse (FHI) bedömts som lämplig att använda för att ta fram riktlinjer för total luftkoncentration av nitrosaminer för att skydda hälsa.

3.1.2 Nitraminer

Nitraminer är en grupp av ämnen med strukturen $(R_1R_2)-N-NO_2$ där en organisk grupp har ersatt minst en av väteatomerna på den icke-syrebundna kväveatomen. Vid utsläpp från koldioxidavskiljande verksamhet bildas många olika nitraminer, men det är inte så noga studerat och det finns begränsat med mätdata av vilka ämnen som förekommer och i vilka koncentrationer (SEPA, 2015).

3.1.3 Amider

Amider är en grupp av ämnen med strukturen $R-C(=O)-N-R_1R_2$ som kan bildas i atmosfären när aminer från koldioxidavskiljning bryts ner. Amider ingår även i kemiska processer i naturen, t.ex. i organismers hormonsystem. På grund av detta så har amider använts i insekticider, där de bedöms som väldigt lämpliga p.g.a. låg generell toxicitet i kombination med hög effektivitet gentemot vissa skadeinsekter (Lin et al, 2021) och (Maurice et al., 2017). I insekticider är ofta ett speciellt mode of action önskvärt, för att inte insekticiden ska påverka andra arter än de som avses bekämpas. Ett exempel på detta är formamidine som påverkar vissa insekters födo- och fortplantningsförmåga negativt, men har låg toxicitet för andra organismer (Moser, 2023). Ett annat exempel på en aminbaserad insekticid är neonicotinoid som påverkar det centrala nervsystemet hos insekten. I studier har det dock påvisats att användningen kan ha en negativ påverkan på andra organismer än målorganismen, t.ex. vildbin (Rundlöf et al, 2015).

De insekticider som nämns ovan är dock syntetiskt framställda i laboratorium och inget som kan antas bildas vid utsläpp av aminer från koldioxidavskiljande verksamhet.

3.2 Effekter i miljön

Kemiska ämnen varierar stort i egenskaper, beroende på den kemiska strukturen, och har därför olika potential att orsaka negativa effekter i miljön. Vissa

är persistenta medan andra är mycket reaktiva, vissa har hög toxicitet medan andra i princip helt saknar toxiska egenskaper. Utifrån dessa egenskaper kan ett specifika ämnes ekotoxiska potential bedömas, t.ex. så kan en kombination av svårnedbrytbarhet och hög toxicitet indikera kronisk toxicitet och risk för att ämnet kan komma att orsaka skada i miljön under lång tid.

3.2.1 Effekter på fauna

I rapporten *Environmental assessment of amine-based carbon capture Scenario modelling with life cycle assessment (LCA)* (Brekke et al., 2012) konstateras att kunskapsläget om aminers påverkan på fauna är låg och att ytterligare ekotoxikologiska studier behövs. I rapporten konstateras även att en del nedbrytningsprodukter som amider, nitrosaminer och nitraminer är toxiska för däggdjur och marklevande ryggradslösa djur. I ett flertal rapporter som fokuserat på aminutsläpp från koldioxidavskiljning och påverkan på omgivande miljö, anges att ytterligare studier om aminers påverkan på ekosystem är nödvändiga för att täcka de kunskapsluckor som finns inom området (Shao & Stangeland, 2009; Karl et al., 2011). I rapporten *Effects on terrestrial vegetation, soil and fauna of amines and possible degradation products relevant for CO2 capture A review* (Aarrestad & Gjershaug, 2009) granskas aminer och nedbrytningsprodukter som är relevanta för koldioxidavskiljande verksamhet och deras påverkan på flora och fauna. Rapporten sammanfattar de studier som har gjorts om monoethanolamine, metyldiethanolamine, aminometylpropanol, piperazine, amider, nitroaminer och nitraminers påverkan på fauna men konstateras att endast ett mycket litet antal relevanta studier av påverkan på fauna finns att tillgå.

3.2.1.1 Påverkan på insekter

Det har inte identifierats några studier på om utsläppen av aminer från koldioxidavskiljning påverkar pollinerande insekter negativt. Det har inte heller identifierats några studier där aminer eller relevanta nedbrytningsprodukters påverkan på insekter har studerats.

Det finns studier på insekter där ämnen som innehåller aminogrupper ingår, men dessa är insekticider, ämnen som är särskilt framtagna för att ha toxisk effekt på insekter (Larson et al., 2021; Miranda et al., 2003).

Formamide och acetamide är två nedbrytningsprodukter som har bedömts vara slutprodukten vid nedbrytning av aminer i atmosfären. Det saknas studier om formamides påverkan på den terrestra faunan. I en studie användes amiden pellitorine, som är en potentiell biopesticid, på honungsbi *Apis mellifera* för att undersöka dess toxicitet. I studien fastslogs att pellitorine har en toxisk effekt på honungsbin, men att det är svårt att extrapolera resultatet till de förhållanden som råder i naturen och att ytterligare studier är nödvändiga för att undersöka effektiviteten (Miranda et al., 2003).

3.2.2 Övergödning terrastrial miljö

När aminer bryts ner frigörs kväve och tillgängliggörs för växter. Utsläpp av aminer kan därför bidra till övergödningseffekter inom depositionsområdet och orsaka störningar i ekosystemen, exempelvis ökad tillväxt av näringsgynnade arter (ofta kallade ohävsarter) som nässlor, hundkex, maskrosor och vissa gräs vilket i sin tur leder till minskad växtdiversitet (Aarrestad & Gjershaug, 2009). Minskad växtdiversitet kan medföra negativ påverkan på artdiversiteten om nyckelarter i ekosystemet försvinner p.g.a. förändrade förhållanden.

De övergödningseffekter som aminutsläpp från koldioxidavskiljning bidrar med bedöms ha liten påverkan på övergödning, sett till den totala mängd kväve som tillförs mark via deposition. I ekosystem med stor övergödningproblematik kan dock även en liten ökning ha stor effekt, varför potentiell påverkan ska beaktas (SEPA, 2015).

3.2.3 Påverkan akvatisk miljö

När aminer och nedbrytningsprodukter hamnar i vattenmiljön så kan de bidra till försurning, övergödning, och ha toxiska effekter på akvatiska organismer (SEPA, 2015). Om den akvatiska miljön inom depositionsområdet påverkas negativt kan medföra negativ påverkan på pollinatörer eftersom en del insekter är beroende av vattenmiljön, t.ex. för reproduktion eller föda.

Toxicitetsstudier på akvatiska organismer finns tillgängliga för vissa aminer och nedbrytningsprodukter, se Tabell 1. Om dessa halter överskrids kan det innebära att vattenlevande organismer påverkas negativt vilket kan leda till att balansen i vattnets ekosystem rubbas. Det kan i sin tur medföra att landlevande arter och växter som är beroende av dammar, vattendrag och våtmarker för livsmiljö, föda eller reproduktion påverkas negativt.

Tabell 1. Gränsvärden för akvatiska organismer (Rusin & Stolecka, 2015).

Ämne	Trofisk nivå	Gränsvärde
MEA	Alger/bakterier kronisk	7 500 ng/l
DEA	Alger/bakterier kronisk	200 000 ng/l
Nitrosamine	Alger/bakterier kronisk	25 ng/l
Nitramines	Fisk, kronisk	200 ng/l
Formamide	Evertebrater	24 000 ng/l

I studien *The toxicity of selected amines to aquatic organisms* (Brooks, 2008) konstateras att NDMA är det mest toxiska ämnet av de ämnen som utreds och att nitrosaminer och nitraminer är de ämnen som är mest toxiska för akvatiska organismer. Det påpekas dock i rapporten att den toxicitetsdata som ligger finns tillgänglig inte är specifikt framtagen för den sammansättning av

aminer, nitrosaminer och nitraminer m.m. som beräknats avgå vid koldioxid-avskiljning och det är därför svårt att dra en slutsats om vilken negativ påverkan utsläpp från koldioxidavskiljning har på akvatiska organismer.

3.3 Forskning

Ett flertal personer som forskar om kemikaliers påverkan på organismer har kontaktats inom detta uppdrag, för att identifiera relevanta studier om aminers påverkan på pollinatörer och för att se om de har kännedom om luftutsläpp av aminer kan påverka pollinatörer negativt.

I kontakt med Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU), som bl.a. forskar på insekters och växters ekologi i jordbrukslandskapet, svarar de i mail att det inte känner till att aminutsläpp från koldioxidavskiljning skulle ha en negativ påverkan på pollinatörer, men de har inte heller kännedom om huruvida det har studerats (Bommarco, 2023) och (Kristiansen, 2023). Institutionen för biologi och miljövetenskap på Göteborgs Universitet forskar bl.a. på pollineringsstjänster av grödor för livsmedelssäkerhet, i kontakt med dem uppger att de inte har någon kunskap inom detta specifika område utan hänvisar vidare till Lund Universitet (Osterman, 2023). På biologiska institutionen på Lunds Universitet bedrivs bl.a. forskning om växtskyddsmedels påverkan på bin och humlor, men de har ingen kunskap om hur aminer påverkar bin och har inte heller kännedom om någon som besitter denna kunskap (Rundlöf, 2023)

The Research Council of Norway har publicerat ett antal studier om miljö- och hälsopåverkan från koldioxidavskiljning, men i kontakt med dem säger de sig inte känna till att det har forskats på effekter på pollinatörer/insekter. De påpekar även att det inom området har bedrivits mycket forskning, så finns det fortsatt kunskapsluckor om nitrosaminers och nitraminers effekter (Stangeland, 2023).

4 Slutsats och diskussion

Det har inte identifierats några studier som påvisar att aminer eller relevanta nedbrytningsprodukter skulle ha en direkt negativ påverkan på pollinatörer. I de rapporter som har sammanställt kunskapsläget om miljöpåverkan från koldioxidavskiljning framgår att mycket lite forskning finns inom det ekotoxikologiska fältet och inga studier eller observationer av direkt negativ påverkan på insekter har rapporterats. I kontakt med ledande forskare inom området påverkan/toxiska effekter på pollinatörer bekräftas att det inte finns några riktade studier om detta, och inte heller en känd problematik. Slutsatsen blir därför att det inte finns data eller forskning som indikerar att utsläpp av aminer har en direkt negativ påverkan på pollinatörer. Men slutsatsen är preliminär och endast indikativ.

Det finns däremot en identifierad problematik kopplat till att utsläpp av aminer kan bidra till övergödning, vilket kan ha en indirekt negativ påverkan på pollinatörer genom habitförsämrande effekter som minskad artvariation av örter och gräs. När aminer och nedbrytningsprodukter sprids i miljön och bryts ner, hamnar de sannolikt i kvävetets kretslopp, vilket kan påverka både terrestra och akvatiska ekosystem eftersom de tillför näring i form av kväve.

Generellt sätt bedöms den tillförsel av kväve som sker via aminutsläpp från koldioxidavskiljning utgöra en liten andel av mängden kväve som tillförs ekosystemen och kommer därmed inte att ha en betydande påverkan. För att avgöra påverkan i det enskilda fallet behöver dock en bedömning göras utifrån den specifika platsens förutsättningar och tillstånd. Hur stor påverkan är beror på hur stor andel av den totala kvävetillförseln till ekosystemet som aminutsläppen utgör samt på hur känsliga ekosystemen är för ytterligare kvävetillförsel.

Öresundskrafts beräkningar visar att installationen av koldioxidavskiljning vid Filbornaverket innebär att verksamhetens utsläpp av kväve ökar med 300 – 700 kg per år. Idag uppgår utsläppen av kväveoxider från verksamheten till 100 000 – 130 000 kg/år, vilket innebär att kväveutsläppen efter installation ökar med 0,5 – 1,5 %. Utsläppen av kväve från koldioxidavskiljning är således mycket liten jämfört med befintliga utsläpp av kväve från verksamheten, och kvävetillförsel från andra källor, och bedöms därför inte ha en betydande påverkan med avseende på näringstillförsel och övergödningens problematik.

5 Referenser

- Aarrestad, P., & Gjershaug, J. (2009). *Effects on terrestrial vegetation, soil and fauna of amines and possible degradation products relevant for CO₂ capture A review*. Norwegian Institute for Nature Research (NILU).
- Bommarco, R. (den 20 11 2023). Aminers påverkan på pollinatörer, utsläpp vid koldioxidavskiljning. (A. Hellohf, Intervjuare) Sveriges lantbruksuniversitetet.
- Borgström, P., Ahrné, K., & Johansson, N. (2018). *Pollinatörer och pollinering i Sverige – värden, förutsättningar och påverkansfaktorer. Underlag till Naturvårdsverkets regeringsuppdrag "Kartlägga och föreslå insatser för pollinering" (RB2018)*. Stockholm: Naturvårdsverket.
- Brekke, A., Askham, C., & Modahl, I. S. (2012). *Environmental assessment of amine-based carbon capture, Scenario modelling with life cycle assessment (LCA)*. CLIMIT.
- Brooks, S. (2008). *The toxicity of selected amines to aquatic organisms*. Norwegian Institute for Water Research.
- Cousins, S. A., & Eriksson, O. (2008). After the hotspots are gone: Land use history and grassland plant species diversity in a strongly transformed agricultural landscape. *Applied Vegetation Science*, 11: 365–374.
- Foley, J. A., Defries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R., . . . Holloway, T. (2005). Global Consequences of Land Use. *Science*, Vol. 309 570-574.
- Fürst, M., McMahon, D., Osborne, J., Paxton, R., & Brown, M. (2014). *Disease associations between honeybees and bumblebees as a threat to wild pollinators*. Nature 506.
- Goulson, D. (2003). *Effects of Introduced Bees on Native Ecosystems*. 34. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics.
- Herbertsson, L., Lindström, S., Rundlöf, M., Bommarco, R., & Smith, H. (2016). *Competition between managed honeybees and wild bumblebees depends on landscape context*. Basic and Applied Ecology, 17.
- IPBES. (2016). *The Assessment Report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on Pollinators, Production*. Bonn: IPBES.
- Karl, M., Wright, R., & Denby, B. (2011). *Worst case scenario study to assess the environmental impact of amine*.

- Klein, A.-M., Vaissière, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., & Tscharntke, T. (2006). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the royal society B - Biological Sciences*, 274: 303–313.
- Kristiansen, L. F. (den 10 11 2023). Aminers påverkan på pollinatörer, utsläpp vid koldioxidavskiljning. (A. Hellohf, Intervjuare) Sveriges lantbruksuniversitetet.
- Larson, N., O’Neal, S., Kuhar, T., & et al. (2021). *Heterocyclic Amine-Induced Feeding Deterrence and Antennal Response of Honey Bees*. *Insects*.
- Lin, T., Chen, X., Wang, L., & et al. (2021). *Determination of new generation amide insecticide residues in complex matrix agricultural food by ultrahigh performance liquid chromatography tandem mass spectrometry*. *Scientific Reports*.
- Maurice, A. M., Yap, M. C., & Hunter, R. (2017). *Synthesis and biological activity of pyridazine amides, hydrazones and hydrazides*. *Pest Manag Sci*.
- Miranda, J., Maria, H., & Navickiene, D. (2003). *Susceptibility of Apis mellifera (Hymenoptera: Apidae) to pellitorine, an amide isolated from Piper tuberculatum (Piperaceae)*.
- Moser, V. C. (2023). *Encyclopedia of Toxicology (Fourth Edition)*.
- Ollerton, J., Winfree, R., & Tarrant, S. (2011). How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos*, 120: 321–326.
- Osterman, J. (den 10 11 2023). Does amines used in CO2 capture facilities have negative effect on pollinators? (A. Hellohf, Intervjuare) Göteborgs Universitet.
- Ovaskainen, I., & Hanski, O. (2000). The metapopulation capacity of a fragmented landscape. *Nature*, 404: 755–758.
- Potts, S., Biesmeijer, J., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., & Kunin, W. (2010). *Global pollinator declines: Trends, impacts and drivers*. *Trends in Ecology and Evolution*.
- Rader, R., Bartomeus, I., Garibaldi, L., Garratt, M. P., Howlett, B. G., Winfree, R., & Cunningham, S. A. (2016). Non-bee insects are important contributors to global crop pollination. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113: 146–151.
- Rundlöf, M. (den 19 11 2023). Aminers påverkan på pollinatörer, utsläpp vid koldioxidavskiljning. (A. Hellohf, Intervjuare) Lunds Universitet.
- Rundlöf, M., Andersson, G., Bommarco, R., & et al. (2015). *Seed coating with a neonicotinoid insecticide negatively affects wild bees*. *Nature*.
- Rusin, A., & Stolecka, K. (2015). *An Analysis of Hazards Caused by Emissions of Amines from Carbon Dioxide Capture Installations*.

Silesian University of Technology, Institute of Power Engineering and Turbomachinery,.

- SCB. (2018). *Jordbruksstatistisk sammanställning 2018 med data om livsmedel - tabeller*. Stockholm: Statistiska Centralbyrån.
- SCB. (2019). Jordbruksverkets statistikdatabas: Åkerarealens användning efter kommun och gröda, hektar. År 1981-2019.
- SEPA. (2015). *Review of amine emissions from carbon capture systems*.
- Shao, R., & Stangeland, A. (2009). *Amines Used in CO2 Capture - Health and Environmental Impacts*. The Bellona Foundation.
- SLU Artdatabanken. (2020). *Rödlistade arter i Sverige 2020*. Uppsala: SLU.
- Stangeland, A. (den 15 11 2023). Aminutsläpp från CO2avskiljning, påverkan pollinatörer. (A. Hellohf, Intervjuare)
- van der Sluijs, J. P., Simon-Delso, N., Goulson, D., Maxim, L., Bonmatin, J.-M., & Belzunces, L. P. (2013). Neonicotinoids, bee disorders and the sustainability of pollinator services. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 293-305.
- vanEngelsdorp, D., Evans, J. D., Saegerman, C., Mullin, C., Haubruge, C., Kim, N. B., . . . Pettis, J. S. (2009). Colony Collapse Disorder: A Descriptive Study. *Plos One*.
- Woodcock, B., Edwards, M., Redhead, J., Meek, W., Nuttall,, P., Falk, S., . . . M., & Pywell, R. (2013). *Crop flower visitation by honeybees, bumblebees and solitary bees: Behavioural differences and diversity responses to landscape*. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 171.
- Öresundskraft. (den 06 11 2023). *Filbornaverket*. Hämtat från <https://www.oresundskraft.se/om-oss/filbornaverket/>
- Östlund, L., Zackrisson, O., & Axelsson, A.-L. (1997). The history and transformation of a Scandinavian boreal forest landscape since the 19th century. *Canadian Journal of Forest Research*, 27: 1198–1206.

EnviroPlanning

EnviroPlanning erbjuder experttjänster inom natur, miljö, samhällsbyggnad, hållbart byggande och hållbar kemikalieanvändning. Med hög kompetens, affärsmässighet och engagemang vägleder vi våra kunder mot lösningar som är såväl ekonomiskt som ekologiskt och etiskt hållbara.

