



Kandidatuppsats

Naturvård och artmångfald 180 hp

Nattbelysningens påverkan på förekomsten av nattfjärilar i Halmstads urbana grönområden.

Nelly Andersson & Richard Lindeberg

Biologi 15 hp

Halmstad 2023-02-10

Handledare: Tina D'Hertefeldt

Examinator: Göran Sahlén



HÖGSKOLAN
I HALMSTAD

Sammanfattning

Nattfjärilar är en utsatt grupp när det kommer till nattbelysning, eftersom nattbelysning påverkar processer som födosök och reproduktion samt ökar deras mortalitet genom stress och ökad risk för predation. Mörka och belysta lokaler i Halmstads urbana grönområden undersöktes för att studera nattbelysningens påverkan på nattfjärilars individantal och artdiversitet. I studien visade vi på signifikanta skillnader hos både nattfjärilars individantal samt artdiversitet mellan de mörka och belysta lokalerna, där tillhörande analyser visade signifikant färre antal individer och likaså negativ trend för artdiversiteten. Analyserna visade att minskad artdiversitet och individantal i belysta lokaler inte var signifikant korrelerat med belysningsstyrkan i lokalerna. Dock finns det indikationer på att belysningsstyrkan eventuellt haft en negativ påverkan på individantalet och artdiversiteten av nattfjärilar i denna studie. Det fanns en belyst lokal som utmärkte sig med ovanligt hög diversitet där artdiversiteten var det tredje högsta uppmätta värdet i hela studien. Detta kan eventuellt bero på förekomsten av blommande buskage vilket återfanns i direkt anslutning till inventeringsområdet. Vi föreslår därför att blommande växter och buskage kan implementeras som åtgärd för att förebygga nattbelysningens påverkan på nattfjärilspopulationer. Kompletterande samt uppföljande studier av ämnet kring vilka växter som passar specifikt för nattfjärilar behövs, då det i dagsläget är ett ämne som i Sverige behöver utvecklas innan implementering av passande växter kan bli en lämplig åtgärd.

Abstract

Moths are a vulnerable group when exposed to night lighting, it affects their basic drives such as foraging and reproduction and increases their mortality through stress and increased risk of predation. Dark and illuminated localities in Halmstads' urban green areas were inventoried to study the impact of night illumination on the number of individuals and species diversity of moths. In the study, significant differences were found in the individual number of moths and species diversity between the dark and illuminated localities, which could not be significantly correlated to illuminance present in the localities. However, there were indications that illuminance may still have negatively affected the number of individuals and species diversity of moths in this study. There was one illuminated locality that stood out from the rest where species diversity was the third highest measurement from the entire study, which can possibly be attributed to the presence of flowering shrubs. Therefore we suggest that flowering shrubbery can be implemented as a measure to prevent the impact of night illumination on moth populations and becomes the basis for supplementary and follow-up studies of the subject.

Innehållsförteckning

Inledning	IV
Material och metoder	V
Förstudie	V
Lokalbeskrivning	VI
Fältinventering	VII
Artbestämning och tillvägagångssätt för identifiering	VIII
Statistiska analyser i SPSS	VIII
Resultat	IX
Artlista	IX
Lokalunika arter	IX
Skillnader mellan belysta och mörka lokaler	X
Diskussion	XII
Slutsats	XVII
Referenser	XVII
Bilagor	XXII
Bilaga 1	XXII
Bilaga 2	XXIV
Bilaga 3	XXV
Bilaga 4	XXV

Inledning

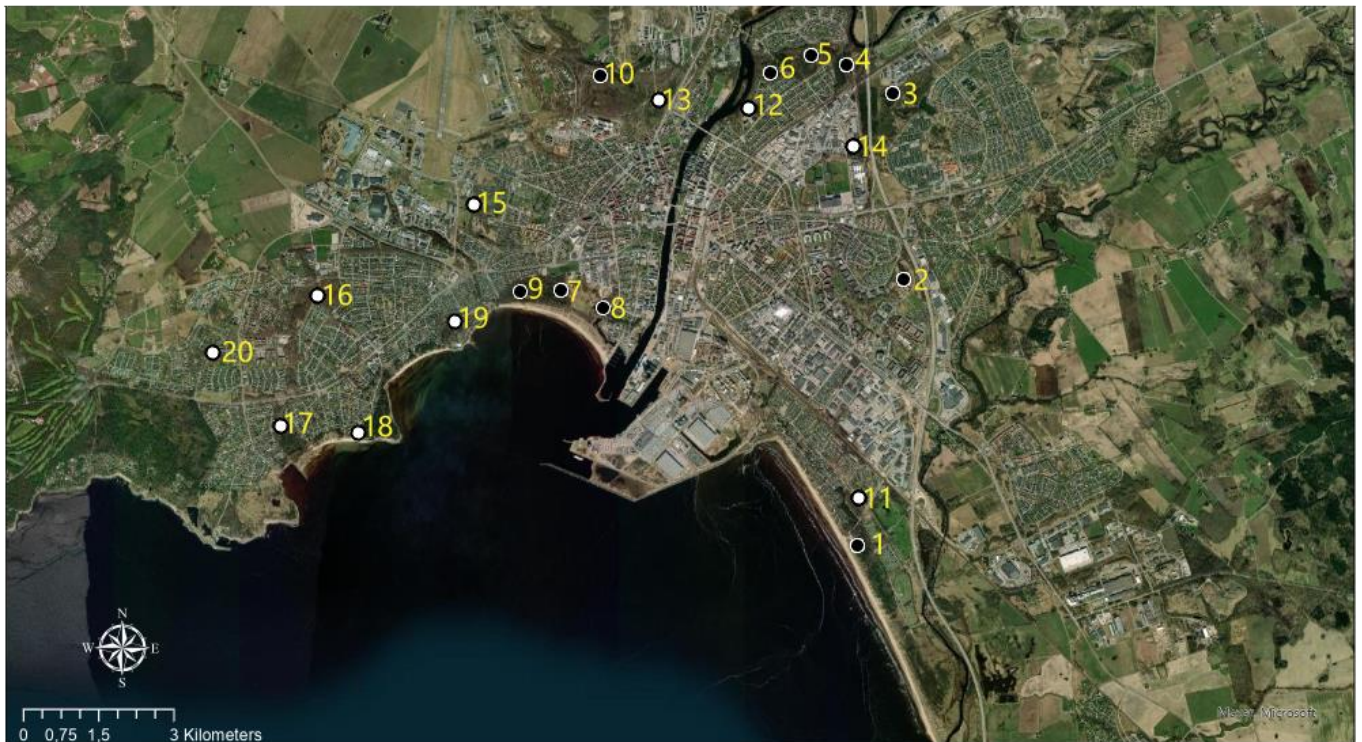
Nattbelysning är en form av belysning som bland annat används på vägar med mycket trafik och i områden där människor vistas efter att mörkret fallit. Exempel på områden där nattbelysning nyttjas är parker, träningsslingor och idrottsområden där belysningen bidrar med en trygghetskänsla för människor samt ökar den generella säkerheten (Eklöf 2020). Vid användning av belysning nyttjas mindre delen ljus av människan. Det resterande ljuset sprids avsidet olika beroende på ljuskällans höjd, styrka och vinkel där ljuset studsar från marken samt närliggande ytor och skapar ljusföroreningar. Termen 'ljusföroreningar' beskriver det ljus som genom reflektion eller belysningsvinkel inte nyttjas av människan och har en negativ påverkan på människan samt ekosystem. Ljusföroreningar kommer från all form av nattlig artificiell belysning, till exempel från fasader, bilar, gatubelysning, reklamskyltar, innerbelysning, m.m. Artificiellt ljus bildar bland annat 'sky glow' vilket är det mest omtalade av de fyra olika typerna av ljusföroreningar som Lyytimäki (2013) nämner. 'Light trespass', 'light clutter' och 'glare' är de resterande ljusföroreningarna som uppstår i olika situationer där ljus antingen studsar på objekt eller skapar störning i den nära omgivningen. De ljusföroreningar som riktas upp mot himlen eller reflekteras från objekt skapar 'sky glow'. Ljusföroreningar från 'sky glow' har en stor spridning och påverkar områden över stora distanser (Garret et al. 2020). Skenet från 'sky glow' är en bidragande faktor till varför det är svårt för oss människor att se stjärnorna i urbana miljöer då det stör kontrasten mellan den mörka himlen och stjärnorna liksom en mantel på himlen (Solano Lamphar & Kocifaj 2016). Ljusföroreningar i urbana miljöer är ett område som blir alltmer undersökt då studier visar på att den biologiska mångfalden påverkas negativt av artificiella ljuskällor (Stone et al. 2012; Lyytimäki 2013; Solano Lamphar & Kocifaj 2016). Studier visar på att artificiellt ljus påverkar bland annat tillväxttid, livscyklar, födosök och reproduktion för olika organismer, däribland vertebrater, luftburna arter, växtlighet, arthropoder och marina organismer (Svechkina et al. 2020). Vidare inkluderade Svechkina (2020) både vetenskapliga artiklar men även in situ provtagningar och inventeringar, där det redovisas risken av allt ökande ljusstillförsel i städer och dess påverkan på organismer. Insekter är bland de mest utsatta för ljusföroreningar då majoriteten av nattaktiva insekter, speciellt flygande, söker sig till ljuskällor (Donners et al. 2018). Nattfjärilar (Lepidoptera: Noctuidae) påverkas starkt av artificiellt ljus då deras ljussökande beteende är starkare än grundläggande processer som födosök (Van Langvelde et al. 2017) och förökning (Van Geffen et al. 2015). Detta beteende ökar även mortaliteten genom stress och ökad risk för predation på nattfjärilar (Owens et al. 2020). Det är inte alla nattfjärilsarter som söker sig till ljuskällor, utan generellt nattfjärilar med större och mer välutvecklade ögon som söker sig

till ljus (Van Langvelde et al. 2011). Ljusets kvalitet påverkar även den lockande effekten hos ljus, och en studie har funnit korrelationer mellan olika våglängder från ljuskällor och styrkan av den lockande effekten (Brehm et al. 2021). Den kortvågiga strålningen är det ljus som har störst lockande effekt för nattaktiva insekter och den lockande effekten avtar i takt med förlängda våglängder (Brehm et al. 2021). Studier har funnit att olika typ av ljuskällor, ljusregim och avstånd från ljuskällan har betydande effekt på förändrat beteendemönster hos nattfjärilar. Nattfjärilar är nattaktiva pollinatörer som har en viktig roll i pollinering av växter (Macgregor et al. 2017). Effekten av olika ljusfaktorer kan därför indirekt påverka reproduktionen av växter genom förändrat beteende hos nattfjärilar vilket kan leda till bland annat försämrad pollinering (Macgregor et al. 2019). Syftet med studien är att undersöka om nattbelysningen i Halmstads urbana grönområden påverkar förekomsten och artdiversiteten av nattfjärilar. Undersöka om det finns samband och skillnader av antal arter och individer mellan belysta respektive mörka grönområden.

Material och metoder

Förstudie

I förstudien beslutades det att 10 mörka och 10 belysta lokaler krävdes för att utföra denna studie. Lokalerna skulle befinna sig inom en radie på cirka 5,2 km från Stora torg inne i Halmstad. Studien inleddes med en förundersökning där Google maps nyttjades för att kartlägga vilka grönområden som var relevanta för detta arbete. Efter urvalet av eventuellt lämpliga lokaler åkte vi ut i fält för att besöka samtliga lokaler och därmed bekräfta att de var relevanta för kommande studie. De lokaler som användes i denna studie kartlades. Vid framställning av tillhörande karta över samtliga 20 lokaler användes programmet Arcgis Pro. I programmet användes Arcgis befintliga kartlager, 'imaginary hybrid', varpå koordinater för samtliga lokaler markerades med en punkt, namn samt siffra enligt inventerad ordning (Figur 1). Tillhörande koordinater finns i bilaga 3.



Figur 1: Karta över de 10 mörka (svart cirkel) och 10 belysta (vit cirkel) lokaler som inventerades under denna studie. Lokalernas numrerung anges i figuren ovan. Lokalerna är numrerade efter inventerad ordning i fält vilket är mörka lokaler: 1: Köpenhamn, 2: Moddan, 3: Vallås våtmarker, 4: Frennarp, 5: Kolastigen, 6: Tjädervägen, 7: Alets förskola, 8: Skepparegatan, 9: Aleskogen över bron 10) Galgberget. Belysta lokaler, 11: Sommarvägen, 12: Folkparken, 13: Elljusspår 3, 14: Sannarps discgolfbana, 15: Flygstadens golfbana, 16: Söndrumsskolan, 17: Långenäs, 18: Örnäs udde, 19: Brottet, 20: Bildhuggarevägen.

Lokalbeskrivning

För att kunna jämföra samtliga lokaler satte vi en standard för hur lokalerna fick se ut. Ett flertal kriterier bestämdes för att dessa inte skulle påverka studiens data. I lokalerna skulle det finnas blandad vegetation med delvis öppna ytor för att möjliggöra ljusinsläpp med naturliga ljuscykler, detta kompletterades med det artificiella ljus som tillkom vid de belysta lokalerna. Lokalerna skulle räknas som ett grönområde, med det i åtanke exkluderades parker, däremot inkluderades områden med viss mån av mänsklig aktivitet. Alla lokaler hade någon form av blommande växt, olika gräs samt någon form av buskage eller tätt växande träd i buskskiktet. Abiotiska faktorer som noterades under inventeringarna var molnighet, regn, blåst och temperatur för att säkerställa likvärdig inventering mellan lokaler och dagar. Tydligare anvisningar där bland annat fullständig temperatur, lx (belysningsstyrka), klockslag och koordinater visas i bilaga 3. Samtliga lokaler var antingen dominerade av lövträd eller tall, där sju av lokalerna hade en blandning av båda trädarter (Bilaga 2). Växtligheten i lokalerna varierade med buskage i

olika höjd och antal, buskage förekom ej i sex av lokalerna där det i stället var tätvuxna ungräd och markvegetation i form av löv, högre gräs och mossa. Majoriteten av lokalerna hade rikligt med löv som huvudunderlag. Det förekom blommande träd, buskar och örter. På lokal 6, 'Tjadervägen', saknades blommor helt. Här var det i stället ett flertal ungräd som bildade snår-liknande formationer med mestadels mossa som underlag.

Väderförhållandena under inventeringsperioden var mycket lite vind och stjärnklar himmel. Undantagen var två lokaler (Örnäs udde 18 och Bildhuggarevägen 20) där lite till medelbris förekom, under samtliga inventeringar mättes vind mellan 0 – 6 m/s vilket mättes via SMHI väderapp (smhi 2023). Det förekom vindpustar men det blåste inte tillräckligt mycket för att störa nattfjärilarnas framkomst vid lokalen, därför ansågs detta inte vara en påverkande faktor. Avstånden från tillhörande befintlig ljuskälla varierade från 0 – 10 meter med olika grad av mänsklig påverkan, dock har samtliga lokaler en viss mängd störningar såsom närliggande bilväg eller frekvent kontakt med människor via stigar eller gångbanor.

Fältinventering

Inventeringen skedde under våren mellan datumen 2022-04-22 och 2022-05-05. Efter flertalet litteratursökningar kunde det konstateras att en standardiserad metod för inventering av nattfjärilar vid ljuskällor inte är säkerställd i Sverige för just vårsäsongen. Därför krävdes diskussion av fångstmetod med handledare där även överenskommelse om studiens fångstmetod nåddes. Eftersom själva ljuskällan stod i fokus under arbetets gång var det detta vi ville mäta i förhållande till nattfjärilars dragningskraft och se ifall sambandet mellan dessa är relevant. Med det i åtanke hade betesfällor varit optimalt då de inte har någon påverkan på ljusets förekomst vid de olika lokalerna (Waldeck 2014). Men då det var för tidigt på året för betesfällor beslutades det i stället att prova hur en specifik ljusinventering skulle hjälpa oss samla in data.

Tidigare studier har använt sig av ett vitt lakan och en stark lampa för insamling av nattfjärilar vilket ansågs vara lämpligt för statistiska undersökningar (Lourido et al. 2018; Mississippi State University 2022) vilket inspirerade insamlingsmetoden för denna studie. Ett lakan spändes upp mellan två objekt (som t.ex. närliggande lyktstolpar eller träd) (Bilaga 2a + 2b) för att sedan under en tidsperiod på 30 minuter lysa med en 80W HQL kvicksilverlampa på lakanet. Lampan försågs med el med hjälp av en Meece 600W bensingenerator kopplad via en elomvandlare som levererade 230V till kvicksilverlampan. Lampan, generatoren, lakanet samt lux-mätaren från denna studie var lånad av Högskolan i Halmstad. Lux-mätaren mätte ljuset i enheten 'lx'(Lux), vilket är ett mått på belysningsstyrkan på en specifik belyst yta. Enheten lx anger lm (Lumen)/m², 1 lx motsvarar 1 lm/m². Lumen i sin tur är enheten för ljusflöde och anger hur mycket synligt

ljus en ljuskälla avger (Michael 2020). I denna studie anges lm/m^2 i enheten 'lx' och refereras till som 'belysningsstyrka'. Tidsbegränsningen i studien användes för att inte locka till sig insekter som var alltför långt bort då studien ansågs avgränsas till individer i den studerade lokalen. Under 30 minuter fångades nattfjärilar som anlände på lakanet med hjälp av plastburkar, detta för att säkerställa att inventering av samma individ ej förekom i studien. Alla inventerade individer fångades i varsin burk för att underlätta fotografering och artbestämning. När fotografering och sammanställning av samtliga individer ägt rum släpptes de ut på platsen de fångades på. Vi inventerade 3 – 4 lokaler per natt mellan kl. 22:00 – 03:30.

Artbestämning och tillvägagångssätt för identifiering

Efter avslutad inventering fotograferades samtliga individer för att senare kunna identifieras via apparna Obsidentify och Artsoraklet. Båda apparna hade samma funktion där man lade in bilden på den art som skulle identifieras för att få ut ett svar i procent över hur sannolikt det är att den arten var korrekt identifierad. Identifiering skedde med hjälp av båda apparna där vardera resultat jämfördes som en kontroll för att minimera risken för felidentifiering. Då ingen av ovanstående appar var specifika för Sverige gjorde vi en kompletterande sökning i artfakta (2023) för att kunna bestämma samtliga arters klassificering i svenska rödlistan och i sin tur säkerställa att inga hotade arter hittades (Bilaga 1).

Statistiska analyser i SPSS

Under inventeringarna noterades följande värden: 'belysningsstyrka', 'temperatur', 'antal individer', 'antal arter', 'unik art för lokal' samt gruppvariabeln 'mörk/belyst lokal'. För att visualisera skillnader och samband mellan variablerna användes diagrammen box- och scatterplott i Excel. IBM SPSS Statistics; version: 28.0.0.0(190), användes för samtliga statistiska tester. Variablerna testades för normalfördelning med 'Kolmogorov-Smirnov' test. Samtliga variabler var normalfördelade förutom 'unik art för lokal' och 'belysningsstyrka'. För normalfördelade data räknades medelvärde samt standardavvikelse ut för grupperna mörka och belysta lokaler. För icke-normalfördelade data räknades median och min-maxvärde ut för mörka och belysta lokaler. T-test genomfördes mellan grupperna 'mörka' och 'belysta' lokaler för att undersöka om det fanns signifikanta skillnader för variablerna 'temperatur', 'antal arter' eller 'antal individer' (alla normalfördelade data). För de icke-normalfördelade data 'belysningsstyrka' och 'unik art för lokal' användes i stället 'Mann-Whitney U' test. Slutligen användes 'Spearman Correlation' för att testa om det fanns samband mellan variablerna 'antal individer', 'antal arter', 'unik art för lokal', 'temperatur' och 'lx'. Då samtliga mörka lokaler uppmättes ha en närvaro av 0 lx kunde det skapa ett partiskt resultat av sambandet mellan

mängden lx och förekomsten av antal arter och individer. Därmed utfördes kompletterande analyser där mätdata från samtliga mörka lokaler uteslöts i en 'Spearman Correlation' och nämns i detta arbete som 'första kompletterande analysen'. Vidare uteslöts även mätdata från lokal 12 (Sommarvägen) i en separat 'Spearman Correlation' då det inventerades en fjärilsindivid närvarande i en hög mängd lx, vilket även kunde resultera i ett missvisande samband. Denna analys nämns i denna studie som 'andra kompletterande analysen'. Temperatur var en faktor som potentiellt kunde påverka flygtiden av nattfjärilar och därmed även mängden inventerade nattfjärilar (Lindström & Brandt 2016). En signifikant skillnad av temperatur mellan 'mörka' och 'belysta' lokaler kunde därför indikera att temperaturen hade påverkat resultatet. Därav var det önskvärt att inte finna någon signifikant skillnad i temperatur mellan grupperna.

Resultat

Artlista

Artlistan (Bilaga 1) presenterar och gestaltar förekommandet av samtliga arter i alla lokaler som inventerades under denna studie. Antalet individer för samtliga 20 lokaler var totalt 297 stycken, där 47 av dessa redan hittades vid den första inventerade lokalen, vilket var en mörk lokal. Det totala antalet arter som inventerades under detta arbete var 43 stycken där *Orthosia gothica* var den art som hittades mest frekvent (105 st). Det inventerades totalt 34 arter i de mörka lokalerna respektive 16 arter i de belysta. Det förekom även arter som bara inventerades specifikt vid mörka- respektive belysta lokaler vilket gestaltas i bilaga 4 där även det gemensamma värdet för lokalunika arter presenteras.

Lokalunika arter

Mörka lokaler: Lokal 1; hade 4st lokalunika arter, 1st *Cerura vinula*, 1st *Achlia flavicornis*, 1st *Acleris maccana* och 1st *Agonopterix ciliella*. Lokal 2; hade 2st lokalunika arter, 13st *Orthosia gracilis*, och 1st *Leptologia lota*. Lokal 4; hade 2st lokalunika arter, 1st *Diarsia rubi* och 1st *Agrotis segetum*. Lokal 7; hade 4st lokalunika arter, 1st *Selenia dentaria*, 1st *Cerastis rubricosa*, 3st *Deileptenia ribeata* och 1st *Alcis repandata*. Lokal 8; hade 2 lokalunika arter, 1st *Tethea or* och 1st *Caradrina clavipalpis*. Lokal 9; hade 6st lokalunika arter, 1st *Lycia hirtaria*, 1st *Acleris cristana*, 2st *Depressaria depressana*, 1st *Catocala fraxini*, 1st *Conistra vaccinii* och 1st *Depressaria emeritella*. Lokal 10; hade 1st lokalunik art, 1st *Acleris hyemana*.

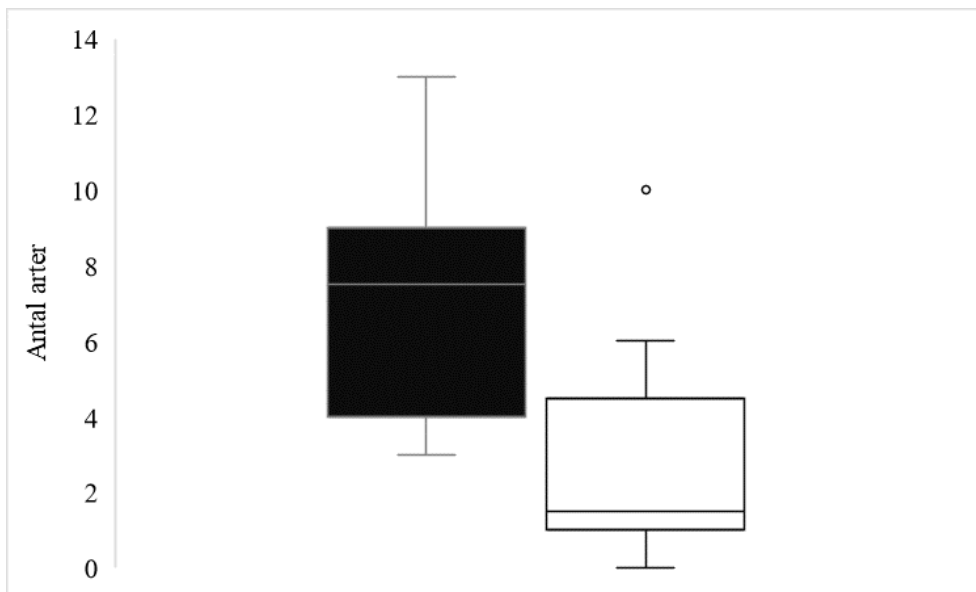
Belysta lokaler: Lokal 13; hade 2st lokalunika arter, 2st *Diurnea fagella*, 1st *Nematopogon swammerdamella*. Lokal 15; hade 5st lokalunika arter, 1st *Cyclophora albipunctata*, 1st *Acasis viretata*, 2st *Pterostoma palpina*, 1st

Xanthorhoe fluctuata och 1st *Eupithecia dodoneata*. Lokal 19; hade 1st lokalunika arter, 1st *Odontosia carmelita*.

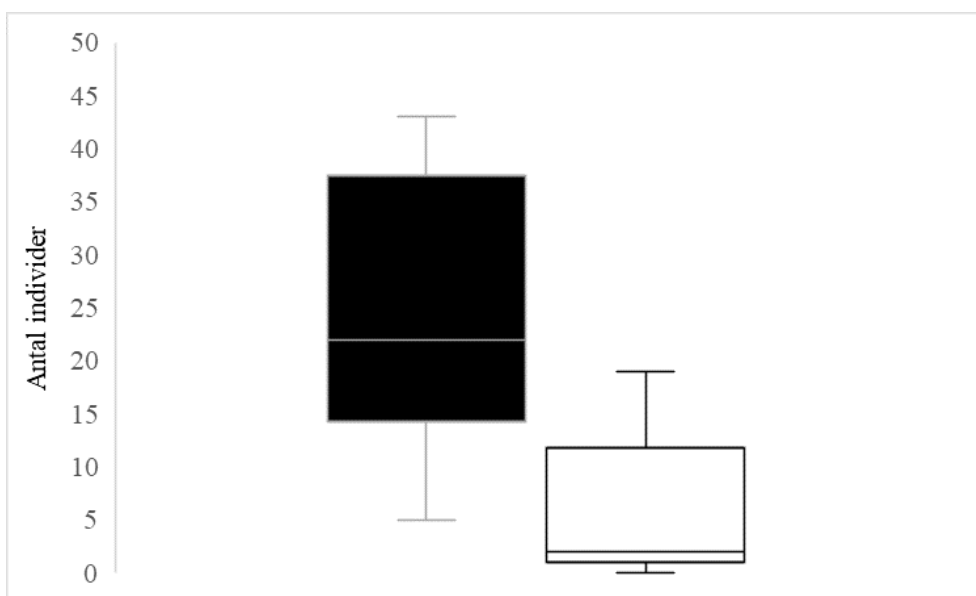
Skillnader mellan belysta och mörka lokaler

Det fanns ett högre antal individer i de mörka lokalerna än i de ljusa lokalerna (medel±sd 'mörk' 24,1±12,17 ; 'ljus' 5,6±6,33). Likaså hade de mörka lokalerna högre antal arter än de belysta lokalerna ('mörk' 7,4±3,10 ; 'ljus' 2,8±2,93). Mörka lokaler hade även fler lokalunika arter än de belysta, 'mörk' (2 (6-0)); 'ljus' (0 (5-0)). Temperaturen i de mörka lokalerna var högre än i de belysta ('mörk' 8,1±2,34; 'ljus' 7,7±1,95). Mängden lx i 'mörk' var (0 (0-0)) och i 'ljus' var den (0,25 (3,2-0,1)).

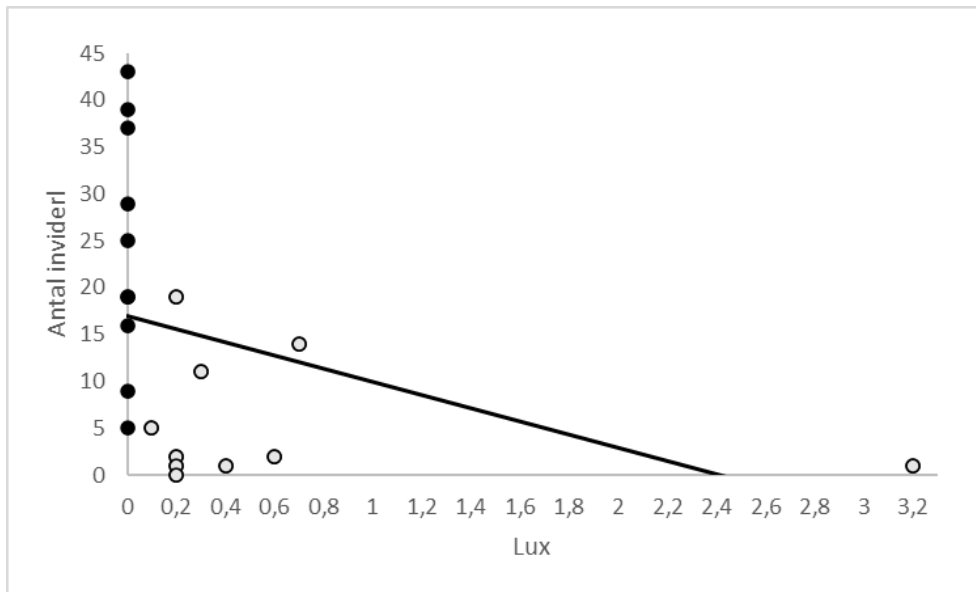
De mörka lokalerna hade signifikant högre artdiversitet än de belysta (Figur 2)(t-test, $t = 3,235$, $fg = 18$, $p = 0,005$). Vidare hade även de mörka lokalerna signifikant högre individantal än de belysta (Figur 3)(t-test, $t = 4,046$, $fg = 18$, $p = <0,001$). Det fanns en negativ korrelation mellan antal individer och belyningsstyrka (Spearman Correlation, $r^2 = -0,681$, $p = <0,001$) och antal arter och belyningsstyrka (Spearman Correlation, $r^2 = -0,549$, $p = 0,012$) där en ökad mängd lx successivt minskar antalet individer (Figur 4) och arter (Figur 5). I den första kompletterande analysen fanns det inget signifikant samband mellan antal individer och belyningsstyrka (Spearman Correlation, $p = 0,910$), eller mellan antal arter och belyningsstyrka (Spearman Correlation, $p = 0,675$). Likaså i den andra kompletterande analysen fanns det inget signifikant samband mellan antal individer och belyningsstyrka (Spearman Correlation, $p = 0,719$), eller antal arter och belyningsstyrka (Spearman Correlation, $p = 0,354$). Vidare var det ingen signifikant skillnad mellan mörka och ljusa lokaler i temperatur (t-test, $p = 0,699$) eller unika arter per lokal (Mann-Whitney U, $p = 0,088$). Temperatur hade inte heller någon signifikant korrelation med några andra variabler (Spearman Correlation, $p = >0,05$ för variablerna 'belyningsstyrka', 'Unik art för lokal', 'Antal arter' och 'Antal individer'). Det fanns en signifikant positiv korrelation mellan lokalunika arter och antal individer (Spearman Correlation, $r^2 = 0,540$, $p = 0,014$) respektive mellan lokalunika arter och antal arter (Spearman Correlation, $r^2 = 0,814$, $p = <0,001$). Likaså hade även antal individer en positiv korrelation med antal arter (Spearman Correlation, $r^2 = 0,849$, $p = <0,001$), vilket innebär att lokaler med större antal individer hade högre artdiversitet samt fler lokalunika arter.



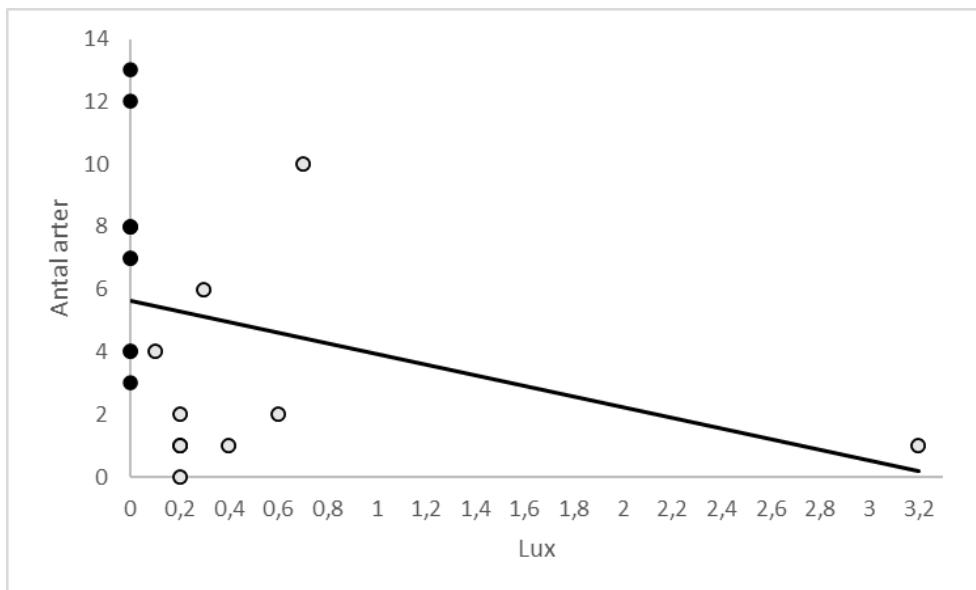
Figur 2. Boxplotten visar antalet arter för de 20 undersökta lokalerna som delats upp i grupperna mörka lokaler (svart box) respektive belysta lokaler (vit box) med 10 lokaler i vardera grupper. De vågräta strecken utanför boxen visar minsta respektive högsta antalet individer, strecket inom boxen visar medianvärdet. Det uteliggande värdet ovanför gruppen 'ljus' är lokal 15, (Flygstadens golfbana), som hade ovanligt hög artdiversitet gentemot övriga belysta lokaler.



Figur 3. Boxplot för antalet individer i förhållande till mörker och belysning för samtliga 20 lokaler.



Figur 4. Samband mellan mängd lx på X-axeln och det totala antalet individer per lokal på Y-axeln. De vita punkterna presenterar de belysta lokalerna och de svarta presenterar de mörka lokalerna. Den negativa trendlinjen visar korrelationen mellan antal individer per lokal och stigande mängd lx.



Figur 5. Trendlinjen presenterar korrelationen mellan antal arter per lokal och ökad mängd lx. De vita punkterna presenterar de belysta lokalerna och de svarta presenterar de mörka lokalerna.

Diskussion

I denna studie framkom det tydligt att de mörka lokalerna hade signifikant fler nattfjärilsarter och individer än de belysta lokalerna, vilket indikerar att det fanns faktorer som orsakade den signifikanta skillnaden. Svensson et al. (2012) såg i sin studie att flertal faktorer påverkade artantalet och individantalet, de viktigaste var mängden samt diversiteten av blommor,

närvaro av buskage och diversitet av värdväxter. Även om påverkan från dessa faktorer inte kunde uteslutas helt i denna studie, anpassades studien på sådant sätt att de mörka och ljusa lokalerna hade likvärdig vegetation och tillgång till föda. Det gör att sannolikheten är mindre för att dessa faktorer har enskilt haft en signifikant påverkan på resultatet i denna studie. Det indikerar att det bör vara flera faktorer som har enskilt, eller i samverkan med andra faktorer, skapat skillnaden i antal arter och individer mellan mörka och belysta lokaler. Temperatur var en annan faktor som kunde påverka flygtiden av nattfjärilar vilket eventuellt kunde påverka mängden inventerade nattfjärilar (Jonason et al. 2014). Temperaturen skiljde sig inte signifikant mellan mörka och belysta lokaler vilket var önskvärt i denna studie. Att temperaturen ej skiljde sig signifikant mellan mörka och belysta lokaler eller hade någon signifikant korrelation med någon annan variabel bekräftar att temperaturskillnader mellan lokaler och dagar inte hade påverkat resultatet av studien. Vidare undersöktes det om det fanns ett samband mellan mängden lx och förekomsten av nattfjärilsarter och individer som kunde orsakat skillnaden mellan de mörka och belysta lokalerna. Då de kompletterande analyserna av sambandet mellan mängden lx och antal individer samt antal arter inte visade på något signifikant samband kan det inte bevisas i denna studie att ljuset från belysningen är en påverkande faktor i det minskade antalet arter och individer i de belysta lokalerna. Dock såg Van Langevelde et al. (2018) att ljusföroreningar har en stark potential att degradera livskraften hos nattfjärilar vilket kan leda till minskat individantal och artdiversitet av nattfjärilar. Dessutom finns det ett flertal andra studier som har sett att nattbelysning kan ha en stark påverkan på nattfjärilars mortalitet och reproduktion vilket eventuellt har orsakat skillnaden av antal nattfjärilsarter och individer i denna studie.

Studier har funnit att nattbelysning påverkar nattfjärilars basala processer och orsakar en ökad mortalitet på flertal sätt. Bland annat riskerar nattfjärilar att flyga till ljuskällan där den genererade värmen dödar individen direkt eller skadar vingar, ben och antenn (Eisenbeis 2006). Den lockande effekten av artificiellt ljus är så pass stark att det förhindrar födosöket hos adulta nattfjärilar (Van Langevelde et al. 2017). Vidare påverkar den lockande effekten av ljus även parningen för adulta nattfjärilar genom att avbryta individens partnersök. Även låga nivåer av artificiellt ljus har observerats förhindra frigöring av sexferomoner från vissa nattfjärilsarter (Sower et al. 1970). Sexferomoner från honorna används vid parningssäsonger för att locka till sig hanar och är viktig för nattfjärilars reproduktion (Sower et al. 1970). Vidare kan det även förhindra äggläggningen (Nemec 1969), eller orsaka äggläggning på platser med hög densitet av nattfjärilsägg samt orsaka äggläggning på olämpliga platser närma belysning och på så sätt fungera som en ekologisk fälla för nattfjärilar (Macgregor et al. 2015). Genom partisk placering av ägg kan det

uppstå hög konkurrens av födokällor för nattfjärilslarver (Macgregor et al. 2015). Studier i Frankrike och Schweiz indikerar också att beteendemönster på en individnivå har noterats, där har bland annat individer ur populationer från befintliga urbana områden ett reducerat beteendemönster gentemot dragningskraften till ljuskällor än vad individer från populationer med mörk himmel har (Altermatt & Ebert 2016). I denna studie var det tydligt att de belysta lokalerna hade signifikant färre individer och arter. Då det råder brist på svenska studier inom ämnet kan det inte bevisas att tidigare nämnda stressfaktorer från utländska studier påverkar svenska bestånd av nattfjärilar på likartat sätt. Resultatet från denna studie bör därför anses som en indikation på att nattbelysning eventuellt påverkar förekomsten och artdiversiteten av nattfjärilar i Halmstads urbana grönområden. Därav ligger denna studie som potentiell grund för svenska studier inom hur belysningen påverkar basala processer hos svenska nattfjärilspopulationer.

Trots att de mörka lokalerna hade signifikant fler arter och individer klargjorde analyserna att det inte var någon signifikant skillnad av antal lokalunika arter mellan belysta och mörka lokaler (Mann-Whitney U, $p = 0,088$). Detta var speciellt intressant då variablerna 'antal individer', 'antal arter' och 'lokalunik art' var positivt korrelerade med varandra, vilket innebär att de lokalerna med fler individer och arter även hade fler lokalunika arter. Då de mörka lokalerna hade signifikant fler individer och arter ökade det även troligheten att de mörka lokalerna skulle ha fler lokalunika arter än de belysta. Det som eventuellt har påverkat signifikansen är lokalen 'flygstadens golfbana' (lokal 15) som hade högt antal lokalunika arter. Där inventerades 10 arter av totalt 14 individer i närvaro av 0,7 lx varpå 5 av arterna var lokalunika. Vilket innebar att denna lokal hade det näst högsta observerade mängden lx, tredje högsta artantalet, näst högsta individantalet bland de belysta lokalerna. Många arter av nattfjärilar kräver specifika värdväxter för att kunna reproducera, de lägger ägg på värdväxten varpå larverna sedan äter av växtens olika delar. Det har en direkt påverkan på artdiversiteten av nattfjärilar i Halmstads grönområden då de begränsas till diversiteten av växter (Hansson 2021). Det som delvis kan ha bidragit till högre individantal och artdiversitet i denna lokal var närvaron av blommande buskage som noterades i 'flygstadens golfbana' (lokal 15).

Buskaget fanns vid utkanten av golfbanan följt av tätvuxna träd vilket tillsammans agerade som en barriär mot predatorer samt bidrog med en viktig födokälla, där även spekulationer om att busken gav skugga från ljuskällan då lövbärande träd och buskar har potential att starkt avgränsa ljus (Svensson et al. 2012; Kuechly et al. 2012). Därav bör det diskuteras hur lämpliga blommande buskage eventuellt kan inkluderas som åtgärd för att motverka ljusets negativa påverkan på nattfjärilars artdiversitet och populationsstorlek i urbana grönområden. Att ändra spektrumet från ljuskällor och marknära belysning är tidigare kända åtgärder för att minska

nattbelysningens påverkan på nattaktiva insekter, vilket har haft viss effekt (Brehm et al. 2021). Däremot har nyttjande av blommande buskage ej tidigare implementerats som en validerad skyddsåtgärd, vilket denna studie antyder det till att eventuellt vara. Att komplettera ändrat ljusspektrum och marknära belysning med angränsande blommande buskage som avgränsar ljusets spridning kan potentiellt, inte enbart, begränsa ljusets påverkan utan även gynna artdiversiteten av nattfjärilar i belysta områden. För att bekräfta dess eventuella potential krävs dock kompletterande studier där 'buskage' inkluderas som områdesfaktor samt fleråriga studier där dess långvariga effekt i belysta lokaler undersöks.

Att inte enbart begränsa belysningen utan även gynna populationsstorlek och artdiversitet av nattfjärilar bör vara av intresse. Det sker en global minskning av pollinerande insekter där speciellt bin har blivit uppmärksammas då de bidrar mest till världens pollinering. Av denna anledning har minskningen av bin fått mycket uppmärksamhet i vetenskapliga artiklar trots att de enbart utgör en bråkdel av pollinerande insekter (Naturvårdsverket 2022). Lepidoptera (Fjärilar) är den näst största ordningen bland insekter (Naturhistoriska riksmuseet 2021) och är likt bin allmänt kända pollinatörer. När fjärilar nämns förs nog tankarna hos de flesta till dagfjärilar (SLU Artdatabanken 2022) trots att nattfjärilsfamiljer utgör den största delen inom ordningen Lepidoptera (Waldeck 2014). Det finns få studier över pollinering av nattfjärilar och därmed är kunskapen begränsad om hur mycket nattfjärilar bidrar till pollinering av växter (Hahn et al. 2016). Dock anser vissa studier att nattfjärilar är de viktigaste pollinatörerna efter bin (Kato & Kawakita 2004; Ramirez 2004; Chamorro et al. 2012). De kan även se att nattfjärilar har en betydande roll i specialiserad pollinering då de har funnit att vissa värdväxter har en morfologi som är speciellt lämpade för pollinering av nattfjärilar generellt eller specifikt av nattfjärilsarter de är värdväxt för (Hahn et al. 2016). Det skapar en komplex symbios mellan nattfjärilar och värdväxter vilket gör att det finns ett samband mellan diversiteten av nattfjärilar och växter. Minskar artdiversiteten av nattfjärilar påverkas artdiversiteten av växter negativt och tvärt emot påverkas artdiversiteten av nattfjärilar negativt vid minskad artdiversitet av växter (Fontaine et al. 2006; Memmott et al. 2004). Därav bör skyddsåtgärder anpassas på sådant sätt att populationer av nattfjärilar gynnas i samband med begränsningsåtgärder för nattbelysning då svenska arter av nattfjärilar eventuellt utgör en bestående del av pollineringen och kan bidra till ökad artdiversitet av växter.

De arter som hittades i denna studie klassificeras som livskraftiga i den svenska rödlistan från år 2020. Samtliga arter är väl förekommande i södra Sverige med allt stigande individantal vid inrapporterade fynd hos SLU artdatabanken (artfakta 2023). Trender kan observeras när det kommer till allt fler vanliga arters förekommande i urbana grönområden, en effekt av

detta är minskad biologisk mångfald i städer (Rajkhowa 2014). Homogenitet i urbana grönområden är ett problem i dagens alltmer växande städer (Jenerette & Potere 2010). Staden formas efter människans säkerhet i stället för att implementera innovativa idéer gällande funktionella grönytor i samspel med människan där biologisk mångfald samtidigt gynnas (Eklöf 2020). Enligt forskare hos artdatabanken erhålls ett 'nät' eller 'filter' vid urbana städers utkant vilket gör att vissa insekter och däribland nattfjärilar sorteras bort då de inte klarar av bland annat det höga predationstrycket som tillkommer i städer. De nämner även att storleken på insekten har en betydande roll för överlevnadsgraden vid förflyttningen från landsbygd till stad. Då de använder pollinerande honungsbin som exempel går detta att koppla till nattfjärilar både i pollineringsaspekten och när det kommer till ökad konkurrens i urbana grönområden (Bouman et al. 2017). Med mindre varierad föda samt begränsade möjligheter för fortplantning behöver nattfjärilar i urbana grönområden ha lätt för att anpassa sig till sin omgivning för att kunna överleva (Kumpulainen et al. 2004; Tyler 2020). Från artlistan (Bilaga 1) kan det utläsas att den mest dominanta arten för både mörka och belysta lokaler var *Orthosia gothica* där totalt 84 individer hittades vid mörka lokaler respektive 21 individer vid belysta lokaler. Det finns potentiellt ett flertal anledningar till att denna art visar på en majoritet. En av anledningarna kan vara att det är en art som föredrar tidigare perioder på året med kyligare temperatur då inte lika många arter är aktiva på grund av det tuffare klimatet (Bues et al. 1994).

Inför framtida inventeringar kring liknande områden bör det beaktas att olika delar av inventeringsprocessen skulle kunna utföras annorlunda, däribland själva insamlingsmetoden. Under denna 30 minuters period kom det flertal nattfjärilar till lakanet men det fanns individer som var för snabba för att hinna fånga i plastburken. De anlände till lakanet för att antingen direkt flyga därifrån eller störta ner mot gräset vilket försvårade insamlingen. En ytterligare fångstteknik utöver de burkar som användes hade även kunnat implementerats, som ett exempel hade en större fjärilshåv kunnat användas då man även fått möjlighet att samla in de arter som närmast sig innan de nått ljuskällan. Talar man i stället om vilka faktorer som kan ha påverkat ovanstående resultat kan luxmätaren ifrågasättas då det upptäcktes att den inte var så ljuskänslig som tidigare förväntats. Alternativt hade ljuset kunnat mätas i en annan enhet för att undvika att alla mörka lokaler skulle få 0 lx, vilket orsakade behovet av kompletterande analyser med begränsade mätdata. Om studien haft en fälla över längre tidsspann som över en natt eller liknande hade möjligtvis en bredare inventering kunnat erhållas. Dock hade en sådan ljusfälla eventuellt medfört fångst av individer över ett större område än avsett i denna studie. För att kunna få tydligare svarsresultat hade utökade metoder för att inventera nattaktiva insekter behövt utvecklas.

I denna studie fick vi tydliga svar på frågeställningarna: Om nattbelysningen i Halmstads urbana grönområden påverkar förekomsten och artdiversiteten av nattfjärilar; Analyserna från studien visade tydligt att det fanns intressanta signifikanta skillnader mellan de mörka och belysta lokalerna gällande antal arter och mängden individer. Skillnaderna påvisade att de mörka lokalerna hade signifikant fler individer och arter, vilket även tillhörande grafer tydligt visar (*figur 1 & 2*). Men även: Om det finns samband och skillnader av antal arter och individer mellan belysta respektive mörka grönområden; Då korrelationerna inte tydde på att antal arter och individer minskar i samband med ett stigande lux-värde klargjorde det tydligt att anledningen till gruppernas skillnad av antal arter och individer berodde på flertal faktorer utöver belysningsstyrkan.

Slutsats

Från denna studie kan slutsatsen dras att det finns flertal faktorer som påverkar antalet nattfjärilsarter och individer i Halmstads urbana grönområden. Trots att det inte fanns något signifikant samband mellan belysningsstyrkan i lokalerna och antal arter samt individer, finns det indikationer på att det har negativt påverkat förekomsten och artdiversiteten i Halmstads urbana grönområden. För att bevisa detta krävs dock kompletterande studier där en lämplig luxmätare används och att ljuset alternativt mäts i en annan enhet för att undvika att mörka lokaler får mätvärdet '0'. I arbetet mot nattbelysningens påverkan kan det eventuellt finnas potential att även gynna nattfjärilar och deras artdiversitet samt lokalunika arter genom att implementera blommande buskage i belysta lokaler. Från denna studie kan det inte bevisas med säkerhet att blommande buskage har den potential som antyds i resultatet. För att säkerligen bevisa dess effekt bör kompletterande studier samt uppföljningsstudier över längre tid utföras där dess gynnsamma effekt på nattfjärilar och motverkande effekt på ljusets påverkan studeras.

Referenser

Altermatt, F., Ebert, D., 2016. Reduced flight-to-light behaviour of moth populations exposed to long-term urban light pollution. *Biol. Lett.* 12, 20160111.

Artfakta., 2023. Artbestämning - snabbaste vägen till artbestämning. <https://artfakta.se/artbestamning> Hämtad: 2023-01-20

Bouman, R W., Steenhuisen, S-L., Van der Niet, T., 2017. The role of the pollination niche in community assembly of Erica species in a biodiversity hotspot. *The journal of plant Ecology.* 10, 4. 634–648.

Brehm, G., Niermann, J., Jaimes Nino, L.M., Enseling, D., Juestel, T., Axmacher, J.C., Warrant, E., Fiedler, K., 2021. Moths are strongly attracted to ultraviolet and blue radiation. *Insect. Conserv. Divers.* 14, 188–198.

Brindley, C., Ación Fernández, F.G., Fernández-Sevilla, J.M., 2010. Analysis of light regime in continuous light distributions in photobioreactors. *Bioresource Technology.* 102, 3138–3148.

Bues, R., Poitout, S., Toubon, J.F., Galas, S., 1994. Regulation of the uncyclic pest *Orthosia-gothica* L (Lepidoptera Noctuidae). *Web of Science.* 119, 201–209.

Chamorro, S., Heleno, R., Olesen, J.M., McMullen, C.K., Traveset, A., 2012. Pollination patterns and plant breeding systems in the Galápagos: a review. *Annals of Botany.* 110, 1489–1501.

Designlight., 2023. Facktermer inom ljusinformation.
<https://designlight.nu/facktermer/> Hämtad: 2023-02-09.

Donners, M., van Grunsven, R.H.A., Groenendijk, D., van Langevelde, F., Bikker, J.W., Longcore, T., Veenendaal, E., 2018. Colors of attraction: Modeling insect flight to light behavior. *JEZ-A, Assam, India.* 329, 434–440.

Eisenbeis, G., 2006. Artificial night lighting and insects: attraction of insects to street lamps in a rural setting in Germany. *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting* (ed. by C. Rich and T. Longcore), pp. Island Press, Washington District of Columbia. 281–304.

Eklöf, J., 2020. Mörkermanifestet, om artificiellt ljus och hotet mot en ursprunglig rytm. Stockholm: Natur & Kultur.

Fontaine, C., Dajoz, I., Meriguet, J. & Loreau, M., 2006. Functional diversity of plant–pollinator interaction webs enhances the persistence of plant communities. *California. PLoS Biology.* 4(1), e1.

Garrett, J.K., Donald, P.F., Gaston, K.J., 2020. Skyglow extends into the world's Key Biodiversity Areas. *Animal Conservation SZL.* 23, 153–159.

Hahn, M., Brühl, C.A., 2016. The secret pollinators: an overview of moth pollination with a focus on Europe and North America. *Arthropod-Plant Interactions.* 10, 21–28.

Hansson, E., 2021. Vårdväxter – minst lika viktigt som nektarväxter. Natursidan. <https://www.natursidan.se/nyheter/odla-garna-aven-vardevaxter/> Hämtad: 2023-01-09.

Jenerette, G.D., Potere, D., 2010. Global analysis and simulation of land-use change associated with urbanization. Springer link. 25, 657–670.

Jonason, D., Franzén, M., Ranius, T., 2014. Surveying Moths Using Light Traps: Effects of Weather and Time of Year. PLoS ONE. 9(3), e92453.

Kato, M., Kawakita, A., 2004. Plant-pollinator interactions in New Caledonia influenced by introduced honey bees. American Journal of Botany. 91(11), 1814–1827.

Klauser, S., Peduzzi, P., & United Nations Environment Programme., 2007. Global Pollinator Decline: A Literature Review. Environment Alert Bulletin. 8.

Kocifaj, M., Solano Lamphar, H.A., 2014. Quantitative analysis of night skyglow amplification under cloudy conditions. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. 443, 3665–3674.

Kuechly, H.U., Kyba, C.C.M., Ruhtz, T., Lindemann, C., Wolter, C., Fischer, J., Hölker, F., 2012. Aerial survey and spatial analysis of sources of light pollution in Berlin, Germany. Remote Sensing of Environment. 126, 39–50.

Kumpulainen, T., Grapputo, A., Mappes, J., 2004. PARASITES AND SEXUAL REPRODUCTION IN PSYCHID MOTHS. University of Jyväskylä. Evolution. 58(7), 1511–1520.

Solano Lamphar, H.A., Kocifaj, M., 2016. Urban artificial light emission function determined experimentally using night sky images. Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer. 181, 87–95.

Lindström, K., Brandt, M., 2016. Forska om fjärilar, fakta och tips för egna undersökningar. Biotopia. http://biotopia.nu/wp-content/uploads/2015/11/Forska-om-fjarilar-web.pdf?fbclid=IwAR0YF0C9aKiGLQMp_yeo8TEaBKIPCQS8wUGRRFk_K_OLy8to2n7-4vDF84yk Hämtad: 2023-01-20.

Lourido, G.M., Motta, C.da.S., Graca, M.B., Rafael, J.A., 2018. Diversity patterns of hawkmoths (Lepidoptera: Sphingidae) in the canopy of an ombrophilous forest in Central Amazon, Brazil. ACTA AMAZON. 48(2), 117–125.

Lyytimäki, J., 2013. 'Nature's nocturnal services: Light pollution as a non recognised challenge for ecosystem services research and management', Ecosystem Services. 3, e44–e48.

Macgregor, C.J., Evans, D.M., Fox, R., Pocock, M.J.O., 2017. The dark side of street lighting: impacts on moths and evidence for the disruption of nocturnal pollen transport. *Global Change Biology*. 23, 697–707.

Macgregor, C.J., Pocock, M.J.O., Fox, R., Evans, D.M., 2019. Effects of street lighting technologies on the success and quality of pollination in a nocturnally pollinated plant. *Ecosphere*. 10, e02550.

Macgregor, C.J., Pocock, M.J.O., Fox, R., Evans, D.M., 2015. Pollination by nocturnal Lepidoptera, and the effects of light pollution: a review. *Ecological Entomology*. 40, 187–198.

Memmott, J., Waser, N.M. & Price, M.V., 2004. Tolerance of pollination networks to species extinctions. *Proceedings of the Royal Society*. B271, 2605–2611.

Michael, P.R., Johnston, D.E., Moreno, W., 2020. A conversion guide: solar irradiance and lux illuminance. *Journal of measurements in engineering*. 8(4), 2424-4635.

Mississippi State University., 2022. Blacklight Traps - Collecting Methods. <https://mississippientomologicalmuseum.org.msstate.edu/collecting.preparation.methods/Blacklight.traps.htm> Hämtad: 2022-03-24.

Narisada, K., Schreuder, D., 2004. *Light Pollution Handbook*. Springer Science & Business Media. 1.

Naturhistoriska riksmuseet., 2021. Fjärilar. <https://www.nrm.se/faktaomnaturenochrymden/djur/insekterochspindeldjur/fjarilar.7076.html> Hämtad: 2023-01-11.

Naturvårdsverket., 2022. Vilda pollinatörer. <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/pollinering/vilda-pollinatorer-och-pollinering/vilda-pollinatorer/> Hämtad 2023-01-11.

Nemec, S.J., 1969. Use of artificial lighting to reduce *Heliothis* spp. populations in cotton fields. *Journal of Economic Entomology*. 62, 1138–1140.

Owens, A.C.S., Cochard, P., Durrant, J., Farnworth, B., Perkin, E.K., Seymoure, B., 2020. Light pollution is a driver of insect declines. *Biological Conservation*. 241, 108259.

Rajkhowa, R., 2014. Light Pollution and Impact of Light Pollution. *International Journal of Science and Research*. 3, 10.

Ramirez, N., 2004. Pollination specialization and time of pollination on a tropical Venezuelan plain: variations in time and space. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 145, 1–16.

Richardson, D.M. and Rejmánek, M., 2011. Trees and shrubs as invasive alien species – a global review. *Diversity and Distributions*. 17, 788–809.

SLU Artdatabanken., 2022. Fjärilar – fladdrande skönheter och känsliga miljöindikatorer. <https://www.artdatabanken.se/arter-och-natur/organismgrupper/fjarilar/> Hämtad: 2023-01-11.

SMHI., 2023. Väder Halmstad. <https://www.smhi.se/q/Halmstad/2708365> Hämtad: 2022-04-22.

Sower, L.L., Shorey, H.H., Gaston, L.K., 1970. Sex pheromones of noctuid moths. XXI. Light : dark cycle regulation and light inhibition of sex pheromone release by females of *Trichoplusia*. *Annals of the Entomological Society of America*. 63, 1090–1092.

Stone, E.L., Jones, G., Harris, S., 2012. Conserving energy at a cost to biodiversity? Impacts of LED lighting on bats. *Glob. Change Biol*. 18, 2458–2465.

Svechkina, A., Portnov, B.A., Trop, T., 2020. The impact of artificial light at night on human and ecosystem health: a systematic literature review. *Landsc. Ecol*. 35, 1725–1742.

Svensson, R., Berg, Å., Ahrné, K., 2012. Dagfjärilar och blommande växter i kraftledningsgator och naturbetesmarker. *CBM Centrum för biologisk mångfald*. 71, 1403–6568.

Tyler, T., 2020. Relationship between moth (night active Lepidoptera) diversity and vegetation characteristics in southern Sweden. *Springer link*. 24, 1005–1015.

Van Geffen, K.G., Groot, A.T., Van Grunsven, R.H.A., Donners, M., Berendse, F., Veenendaal, E.M., 2015. Artificial night lighting disrupts sex pheromone in a noctuid moth: Moth sex pheromone in illuminated nights. *Ecol Entomol*. 40, 401–408.

Van Langevelde, F., Braamburg-Annegarn, M., Huigens, M.E., Groendijk, R., Poitevin, O., Van Deijk, J.R., Ellis, W.N., Van Grunsven, R.H.A., De Vos, R., Vos, R.A., Franzen, M., WallisDeVries, M.F., 2018. Declines in moth populations stress the need for conserving dark nights. *Glob Change Biol*. 24, 925–932.

Van Langevelde, F., Ettema, J.A., Donners, M., Wallis De Vries, M.F., Groenendijk, D., 2011. Effect of spectral composition of artificial light on the attraction of moths. *Biological Conservation*. 144, 2274–2281.

Van Langevelde, F., van Grunsven, R.H.A., Veenendaal, E.M., Fijen, T.P.M., 2017. Artificial night lighting inhibits feeding in moths. *Biol. Lett.* 13, 20160874.

Vilken art., 2023. Nattfjärilar.

<http://vilkenart.se/Intro/Nattfjarilar.aspx?fbclid=IwAR1EXrFqKTHywBOoxXtRCQiId6R7Bi6Fm0QTnVJIQnTkbTjjVsT5ucQzJRM> Hämtad: 2023-01-11.

Waldeck, J., 2014. Nattfjärilarnas underbara värld. Entomologiska föreningen i Östergötland.

Bilagor

Bilaga 1

Bilaga 1: Artlista med tillhörande sammanställning av samtliga arters förekomst i samtliga lokaler. Sorterat efter infångst där turordning efter lokal och förekomst prioriterats. Den kolumn som är döpt till ‘M eller B’ visar om arten förekommer antingen i mörka lokaler (M), belysta lokaler (B) eller om den förekommer i både mörka och belysta lokaler (M/B). Samtliga arter klassificeras som livskraftiga (LC) i 2020 års rödlista (artfakta.se 2023).

Artnamn	Median Mörk	Median Ljus	M eller B	Min-Max Mörk	Min-Max Ljus
<i>Orthosia cerasi</i>	3	2	M/B	0 - 42	0 - 12
<i>Orthosia gothica</i>	8	1	M/B	0 - 84	0 - 21
<i>Orthosia incerta</i>	2	1	M/B	0 - 15	0 - 2
<i>Panolis flammea</i>	1	1	M/B	0 - 6	0 - 2
<i>Orthosia cruda</i>	1	0	M	0 - 3	0
<i>Trichopteryx carpinata</i>	3	1	M/B	0 - 28	0 - 1
<i>Diarsia rubi</i>	1	0	M	0 - 1	0
<i>Diurnea fagella</i>	0	2	B	0	0 - 2
<i>Orthosia populeti</i>	1	0	M	0 - 4	0
<i>Orthosia gracilis</i>	13	0	M	0 - 13	0
<i>Eupithecia abbreviata</i>	1	4	M/B	0 - 1	0 - 4
<i>Cerura vinula</i>	1	0	M	0 - 1	0
<i>Ectropis crepuscularia</i>	3	0	M	0 - 15	0
<i>Eriocrania cicatricella</i>	1	0	M	0 - 2	0
<i>Selenia dentaria</i>	1	0	M	0 - 1	0
<i>Cerastis rubricosa</i>	1	0	M	0 - 1	0
<i>Lycia hirtaria</i>	1	0	M	0 - 1	0
<i>Nematopogon swammerdamella</i>	0	1	B	0	0 - 1
<i>Cyclophora albipunctata</i>	0	1	B	0	0 - 1
<i>Acasis viretata</i>	0	1	B	0	0 - 1
<i>Pterostoma palpina</i>	0	2	B	0	0 - 2
<i>Xanthorhoe fluctuata</i>	0	1	B	0	0 - 1
<i>Odontosia carmelita</i>	0	1	B	0	0 - 1
<i>Cleora cinctaria</i>	1	0	M	0 - 2	0
<i>Achlia flavicornis</i>	1	0	M	0 - 1	0
<i>Agrochola lota</i>	1	0	M	0 - 1	0
<i>Agrotis segetum</i>	1	0	M	0 - 1	0
<i>Deileptenia ribeata</i>	3	0	M	0 - 3	0
<i>Alcis repandata</i>	1	0	M	0 - 1	0
<i>Tethea or</i>	1	0	M	0 - 1	0
<i>Caradrina clavipalpis</i>	1	0	M	0 - 1	0
<i>Acleris cristana</i>	1	0	M	0 - 1	0
<i>Diarsia mendica</i>	1	0	M	0 - 1	0
<i>Depressaria depressana</i>	2	0	M	0 - 2	0
<i>Catocala fraxini</i>	1	0	M	0 - 1	0
<i>Conistra vaccinii</i>	1	0	M	0 - 1	0
<i>Acleris hyemana</i>	1	0	M	0 - 1	0
<i>Denticucullus pygmina</i>	2	1,5	M/B	0 - 2	0 - 3
<i>Eupithecia dodoneata</i>	0	1	B	0	0 - 1
<i>Acleris maccana</i>	1	0	M	0 - 1	0
<i>Anticlea derivata</i>	0	1	B	0	0 - 2
<i>Agonopterix ciliella</i>	1	0	M	0 - 1	0
<i>Depressaria emeritella</i>	1	0	M	0 - 1	0

Bilaga 2

Bilaga 2a: Här visas samtliga mörka lokaler. Lokalerna visas i turordning enligt *figur 1* som innehåller en karta med tillhörande namn. Vid fotografering av de mörka lokalerna användes ljuset från kvicksilverlampan eller en pannlampa för att få ett tydligt foto av lokalerna.



Bilaga 2b: Här nedan visas de belysta lokalerna.



Bilaga 3

Bilaga 3: Temperatur, ljusmängd, klockslag, typ av lokal, datum och koordinater för samtliga 20 lokaler.

Lokal	Temp	Lx	Klockslag	Mörk/Belyst lokal	Datum	Koordinater
1	12°C	0	22:56 - 23:26	Mörk	22/04/2022	56°38'26.7"N 12°53'35.0"E
2	11°C	0	00:32 - 01:02	Mörk	22/04/2022	56°40'01.3"N 12°54'05.2"E
3	9°C	0	02:02 - 02:32	Mörk	22/04/2022	56°41'07.0"N 12°53'57.4"E
4	7°C	0	23:11 - 23:41	Mörk	25/04/2022	56°41'17.2"N 12°53'27.7"E
5	4°C	0	00:22 - 00:52	Mörk	25/04/2022	56°41'20.4"N 12°53'05.0"E
6	5°C	0	01:21 - 01:51	Mörk	25/04/2022	56°41'14.5"N 12°52'38.6"E
7	9°C	0	22:52 - 23:22	Mörk	26/04/2022	56°39'57.1"N 12°50'24.1"E
8	9°C	0	23:56 - 00:26	Mörk	26/04/2022	56°39'50.8"N 12°50'50.9"E
9	8°C	0	00:55 - 01:25	Mörk	26/04/2022	56°39'56.5"N 12°49'57.4"E
10	7°C	0	02:29 - 02:59	Mörk	26/04/2022	56°41'13.2"N 12°50'49.2"E
11	6°C	0,2	00:05 - 00:35	Belyst	29/04/2022	56°38'43.2"N 12°53'35.7"E
12	3°C	3,2	01:30 - 02:00	Belyst	29/04/2022	56°41'01.7"N 12°52'25.2"E
13	8°C	0,3	22:35 - 23:05	Belyst	01/05/2022	56°41'04.8"N 12°51'27.1"E
14	7°C	0,1	23:53 - 00:23	Belyst	01/05/2022	56°40'48.3"N 12°53'32.7"E
15	8°C	0,2	23:18 - 23:48	Belyst	04/05/2022	56°40'27.5"N 12°49'28.1"E
16	8°C	0,7	00:12 - 00:42	Belyst	04/05/2022	56°39'55.4"N 12°47'46.7"E
17	8°C	0,6	01:13 - 01:43	Belyst	05/05/2022	56°39'08.9"N 12°47'23.0"E
18	10°C	0,4	22:36 - 23:06	Belyst	05/05/2022	56°39'06.6"N 12°48'13.3"E
19	9°C	0,2	23:39 - 00:09	Belyst	05/05/2022	56°39'46.4"N 12°49'15.4"E
20	10°C	0,2	01:14 - 01:44	Belyst	05/05/2022	56°39'35.0"N 12°46'39.0"E

Bilaga 4

Bilaga 4: Venn-diagrammet visar antal unika arter i grupperna 'unika arter för mörka lokaler' (blå färg till vänster), 'gemensamma arter' (mörklila i mitten) och 'unika arter för belysta lokaler' till höger i lila.

