

Biodiverse

Ljutföröreeningar

Mindre ljus och mer upplysning behövs



Foto: Annika Borg

Vårt konstgjorda ljus är gott – vi människor behöver det, som de utpräglade dagdjur vi är, för att kunna se i natten, för säkerheten i städerna och på bilvägarna, och för att vi tycker det är fint med upplysta husfasader och trädgårdar.

Men, ljuset är inte alltid gott för djur och växter. För utpräglade nattdjur (till exempel fladdermöss som varit nattdjur sedan dinosauriernas tid) är de negativa konsekvenserna stora.

Detta nummer ger en ögonöppnande inblick i ljusets biologi, och de negativa konsekvenserna av upplysta miljöer för nattaktiva djur – hur de dödas, inte hittar sin mat, får nya barriärer, blir förblindade, hur deras stresshormoner ökar och negativt påverkar immunsystem och reproduktion. Även evolutionen hos vissa arter kan påverkas. Och detta gäller inte bara djur, även stadsträd kan påverkas negativt. Insekter är en djurgrupp som är särskilt utsatt – mängden fjärilar har minskat betydligt och det konstgjorda ljuset bidrar här.

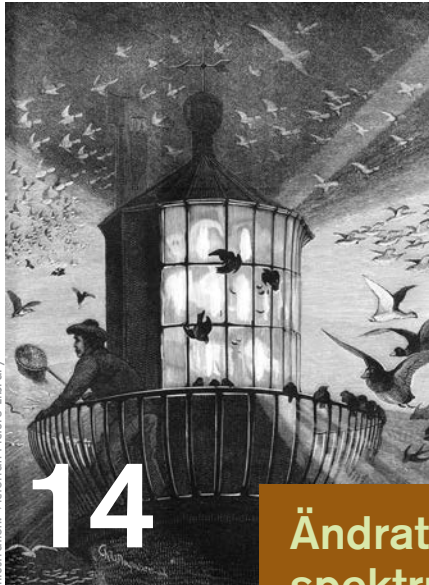
Men det finns lösningar där vi trots allt måste ha konstgjort ljus, genom att exempelvis schemalägga belysning, begränsa hur ljuset sprids och vilka ljusspektra som används. Och inom EU, i länder som Tyskland, och i Sverige på till exempel Trafikverket och i vissa kommuner pågår arbete för att integrera de ekologiska aspekterna av konstgjort ljus i regelverk och verksamheter. Parallellt med att åtgärder redan utvecklas och tillämpas på vissa håll, så sker utveckling och forskning för att hitta fler vägar framåt.

När det gäller biologisk mångfald som helhet behövs ett stort mått av upplysning i samhället i stort – om läget för biologisk mångfald i världen och i Sverige. Här är några exempel på publikationer där det svåra läget är tydligt beskrivet: internationella rapporten *Global Biodiversity Outlook 5*, Ipbes globala rapport *Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services*, *WWF Living Planet Report*, och för Sverige: *Fördjupad utvärdering av miljömålen*.

Politik, regelverk, ekonomiska stödåtgärder, produktion och konsumtion behöver i mycket större utsträckning ta hänsyn till den kunskap som idag finns om läget för biologisk mångfald. Men som Lars J. Lundgren, miljöhistoriker, skrev i en av sina böcker redan på mitten av 1990-talet: Det är en sak att forskare rapporterar om miljöfrågor. Men övriga samhället måste också "upptäcka" problemen. Och detta "upptäckande" tar tid. Men detta nummer av Biodiverse visar att frågan om det konstgjorda ljusets negativa påverkan på arter är på väg att ta plats som en viktig samhällsfråga. Här har alla de organisationer som planerar och ljussätter offentliga miljöer en avgörande roll att spela.

Åtgärder mot ljusföroreningar

18



14

Ändrat ljus- spektrum kan minska de ekologiska effekterna

16

05



Foto: NASA Earth Observatory

Insekter och ljusföroreningar

12

- 04 I korthet
- 05 Förlusten av mörker
- 08 Ljusets biologi
- 10 Fladdermöss behöver ingen upplysning
- 12 Insekter och ljusföroreningar
- 14 Fåglar och ljus
- 16 Ändrat ljusspektrum kan minska de ekologiska effekterna
- 18 Åtgärder mot ljusföroreningar
- 20 Mål och medel mot ljusföroreningar längs statliga vägar och järnvägar
- 22 Nacka kommun: Plan för belysning ger hållbara miljöer
- 24 Naturvårdshänsyn i riktlinjer för artificiell belysning i Tyskland
- 26 SLU Artdatabanken informerar
- 28 Baksidan: nya publikationer

OM OMSLAGET

För några decennier sedan blev det vanligt att lysa upp kyrkor i kvällsmörkret. Vackert, men förödande för den rödlistade fladdermusarten brunlångöra (*Plecotus auritus*), som i och med detta förlorar ett av sina viktigaste habitat. I det flödande ljuset riskerar de att bli uppätta av rovfåglar. Läs mer på sidan 10.

Foto: Jens Rydell.

Studiecirkla om fäbodboken!

Studieplan Förra året gav CBM tillsammans med Norsk Institutt for Bioøkonomi ut en (eller egentligen tre) böcker om fäbodbruk, nämligen *Fäboden: Naturen, kulturen och kulturlandskapet* och *Fäbod and seter: Summer farming on the Scandinavian peninsula* (Håkan Tunón & Bolette Bele) samt den kraftigt omarbetade *Seterlandskapet. Historia, naturen og kulturen* (Bolette Bele, Ann Norderhaug & Håkan Tunón). Böckerna ger en bred bild av fäbodbrukets kulturaspekter men också den biologiska mångfald som har utvecklats genom det.

Nu har Studieförbundet Vuxenskolan i samarbete med CBM framställt en studieplan, så att fäbodboken kan användas som kursmaterial för studiecirklar. Det är Förbundet Svensk Fäbodkultur och utmarksbruk (FSF) som tillsammans med Vuxenskolan som har varit särskilt drivande i att initiera arbetet, och det är Håkan Tunón vid CBM som har skrivit själva studieplanen. Studiematerialet lanserades vid årets fäbodriksdag 27 september i Klövsjö i Jämtland. Inom parentes kan man konstatera att detta är den tredje av CBM:s böcker som Vuxenskolan har utveckla studieplaner för, i syfte att främja lärande genom studiecirklar.

Bokskatt blir nedladdningsbar

Open access Nu går det att ladda hem och läsa bokverket *Nybyggjarliv i Vilhelmina* som PDF. CBM har tillsammans med Kungl. Gustav Adolfs Akademien för svensk folkkultur (KGAA stött utgivandet av bokserien om sex böcker av Rolf Kjellström. Böckerna berättar genom ögonvittnesskildringar om livsvillkoren i nybyggerland – hur man använde markernas begränsade naturresurser för att skapa sig ett liv. Kunskapen är viktig för att bevara det biologiska kulturarvet. Och för att fascineras av människors strävan, uthållighet och uppfinningsrikedom.

Finns på gustavadolfsakademien.se i Acta-serien.

”

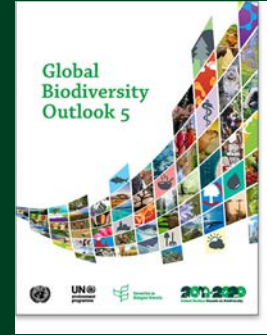
Nybyggarkulturens representanter har lagt till med kunskaper som i vissa fall går flera tusen år tillbaka i tiden, medan de i andra fall har fått lösa uppgifter som folk inte ställts inför tidigare.



Book of abstracts från ALAN-konferensen i år.

KONFERENS OM LJUSFÖRORENINGAR

ALAN Inom konferensserien ALAN (Artificial Light At Night) behandlas alla aspekter av artificiellt ljus på natten – hur ljus produceras (teknik, industri och ljusdesign), ljusets utbredning (exempelvis fjärranalys), vilka effekter det har på människor och miljö (såsom ekologi, hälsa, upplevelsevärden), hur det uppfattas av allmänheten (trygghet och säkerhet), och hur fördelar och nackdelar med belysning kan balanseras genom reglering. Konferensen samlar forskare och belysningsexperter från hela världen, och hålls nästa gång i Katalonien i juni 2021. På konferensens officiella hemsida finns presentationer tillgängliga från tidigare konferenser: artificiallightatnight.org



Arbetet med biologisk mångfald utvärderat

Global rapport I september 2020 släpptes en rapport från konventionen om biologisk mångfald, CBD. Rapporten *Global Biodiversity Outlook 5* sammanställer hur världens länder nått upp till de internationellt satta målen om biologisk mångfald under perioden 2011–2020.

Konventionen om biologisk mångfald, CBD, antog 2011 en strategisk plan för att stoppa och vända förlusten av biologisk mångfald i världen. Planen innehåller 20 mål, de så kallade "Aichi-målen", som sattes till 2020. Aichimålen handlar om att minska den direkta påverkan och förbättra situationen för biologisk mångfald och att öka nyttan av ekosystemtjänster för alla. I Sverige har vi införlivat Aichimålen i vårt miljömålsarbete.

Nu har länderna som antagit konventionen om biologisk mångfald rapporterat in hur man lyckats i arbetet med att uppnå dessa mål, och CBD har tillsammans med data från globala organisationer sammanställt informationen i rapporten *Global Biodiversity Outlook*, den femte i ordningen sedan 2001.

GBO 5 redovisar CBD:s utvärdering av Aichi-målen, bland annat baserat på parternas egna rapporter om vad de lyckats uppnå. Slutåret för målen är 2020, men inget av de 20 Aichi-målen för biologisk mångfald kommer att nås fullt ut i år. För sex av målen har vissa delmål uppnåtts, däribland att identifiera de viktigaste invasiva främmande arterna, inrätta skyddade områden, och att skriva nationella åtgärdsplaner. Tillståndet för den biologiska mångfalden har inte förbättrats, tvärtom har läget ofta förvärrats, och de direkta och indirekta drivkrafterna bakom förlusten av biologisk mångfald kvarstår.



Nattlig belysning över Europa 2012. De regionala skillnaderna är stora, och bland annat de stora industriområdena i England, Benelux-länderna och Po-dalen tillhör de mest belysta i världen. Av bilden framgår också att mycket belysning är koncentrerad till kustområden, och att stora trafikleder utgör belysta stråk. I Sverige är belysningen väl i nivå med den på stora delar av kontinenten, även om det ännu finns stora områden utan ljusföroreningar i Norrlands inland. Källa: NASA Earth Observatory.

Förlusten av mörker

Ljusförorening är ett växande miljöproblem som först nu börjat uppmärksammas på allvar. Då allt mer av landskapet och en allt större del av dygnet belyses, samt belysningen blir allt mer dagsljusliknande, minskar livsutrymmet för nattlevande arter. I många livsmiljöer påverkas artsammansättning och ekologiska processer – förändringar som vi människor kan ha svårt att förstå eftersom vi i stor utsträckning är blinda, både bildligt och bokstavligen, för de ljusföroreningar vi sprider. Med detta nummer av Biodiverse vill vi kasta nytt ljus över problemet.

TEXT:

J-O Helldin, forskare, SLU Centrum för biologisk mångfald;
Annika K. Jägerbrand, universitetslektor i miljövetenskap, Halmstad Högskola & forskningsledare på Calluna AB



Det artificiella ljuset ökar snabbt både globalt och i Sverige. Den belysta ytan ökar med 2–6 % per år vilket innebär en dubbling på ca 20 år. En orsak till ökningen är att den tekniska utvecklingen erbjuder allt billigare belysning, exempelvis lysdioder (så kallad LED-belysning). Belysningen finns i väg- och gatumiljö, industriområden, bostadsområden, trädgårdar, parker, fönster, och på fasader, och gör att ljuset sprids över omgivande landskap och mot natthimlen. Artificiellt ljus sprids över en allt större del av dygnet, över större områden och med allt mer dagsljusliknande ”vitt” ljus.

Ekologiska effekter av belysning

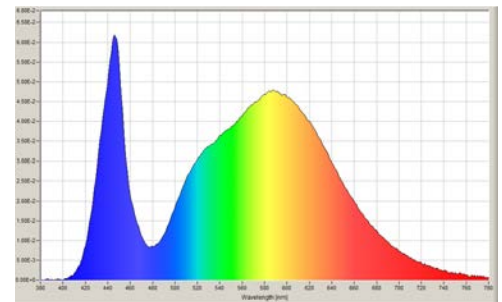
Människor är i grunden anpassade till dagsljusförhållanden och belysning skapar ökad trygghet och välbefinnande. Belysningen har däremot många negativa effekter för biologisk mångfald och ekosystemfunktion, och kan även ha negativa effekter på

människans hälsa. Ljus i sig är samtidigt avgörande för de allra flesta djur- och växtarters överlevnad. Ljus behövs för seende och orienteringsförmåga och för växters och planktons fotosyntes. Ljuset styr fysiologiska processer, hormoncykler samt dygns- och årsrytm. Den artificiella belysning vi använder dagligen kan störa dessa system, för djur såväl som för människa.

Nattaktiva djurarter, såsom de flesta däggdjur, groddjur och många insekter, är beroende av mörker eller mycket svagt ljus för sin överlevnad. För dessa kan förlusten av nattmörkret leda till ökad predation, svårighet att hitta föda, ändrade konkurrensförhållanden mellan arter eller att djur lockas till farliga miljöer såsom vägbelysning. Negativa ekologiska effekter av belysning finns beskrivna för många arter fåglar, fladdermöss, andra däggdjur, groddjur, kräldjur, fiskar, insekter och djurplankton.

Belysningstekniken avgör

Ljusets ekologiska effekter är komplexa



Ljusets våglängdsfördelning för en LED-ljuskälla. X-axeln visar våglängder mellan 380–780 nm.

och beror på belysningens karaktär och egenskaper, såsom ljusstyrka, riktning, polarisering och flimmer. Det är därför viktigt vilken ljuskälla, effekt, ljusspridning med mera, som används. Även ljusets omfattning i tid och rum är av ekologisk betydelse. För arter som undviker ljus kan det krävas sammanhängande mörka områden eller korridorer för att de skall överleva. På liknande sätt kan vissa tider på dygnet och året vara kritiska för till exempel födosök, reproduktion eller migration. Vissa naturmiljöer kan vara särskilt känsliga för ljusföroreningar. De ekologiska effekterna kan bli betydande om ljusföroreningarna påverkar skyddade områden eller hotade och prioriterade arter. Åtgärder kan då krävas enligt miljöbalkens hänsynsregler liksom förordningarna om områdesskydd och artskydd.

Underskattat miljöproblem

Forskningen inom ämnet har begränsats till de ljuskällor som varit i bruk historiskt och till studier som i hög grad utgjorts av observationer. Under det senaste decenniet har mer kontrollerade experiment börjat genomföras, med de nyutvecklade ljuskällorna och med betydligt fler arter. De vetenskapliga beläggen ökar för att ljusföroreningar har betydande ekologiska konsekvenser, och för att det är ett underskattat miljöproblem som redan idag har en effekt på arters överlevnad.

I detta nummer av Biodiverse har vi samlat expertis som berättar om problemen med ljusföroreningar, för att öka medvetenheten om den artificiella belysningens konsekvenser och hur man skulle kunna minska dem. ●

Himlaglim över Västerås.



Foto: J.O. Hultén

FAKTA: HIMLAGLIM

Himlaglim (även kallat himmelsströljus) består av ljus på himlen över städer eller andra områden med mycket belysning. Det är en speciell form av ljusförorening som kommer från belysning som är uppåtriktad och från reflektion av ljus från ytor. Himlaglim är därför oftast svagt jämfört med de flesta direkta ljuskällor men bidrar ändå till att nattetid lysa upp stora naturområden i och kring städerna, och det gör stjärnhimlen svår att se. När himlen täcks av moln eller dimma ökar himlaglimmet i styrka på grund av reflektion i vattenpartiklarna.

De ekologiska effekterna av himlaglim har blivit väldigt lite studerade. Styrkan av himlaglimmet är ungefär densamma som månens ljus, vilket många djur har anpassat sig till och påverkas av. Det är därför mycket troligt att denna typ av ljusförorening påverkar arter och ekosystemfunktioner.



Foto: U.S. Fish and Wildlife Service

LJUSFÖRORENINGAR I VÄGLEDANDE ARTSKYDDSMÅL

Störningar från artificiellt ljus har behandlats i ett av de mest kända prejudicerande artskyddsmålen i EU-domstolen, den så kallade *Caretta caretta*-domen (C-103/00). Havssköldpaddor lägger sina ägg på sandstränder och när ungarna kläcks söker sig dessa nattetid till havet vägleda av natthimlens spegling i havsytan.

I domen gällde det en av Medelhavets viktigaste reproduktionsstränder för den oäkta karetsköldpaddan (*Caretta caretta*), där belysning från omgivande byggnader och gator lockade sköldpaddorna att gå i fel riktning.

Grekland dömdes att säkerställa att ingen belysning kunde ses från stranden.



Begreppet

LJUSFÖRORENING:

Ekologiska ljusföroreningar utgörs av artificiellt ljus som ändrar de naturliga mönstren av ljus och mörker i ekosystemen, eller som på annat sätt har negativa eller oönskade effekter på djur och växter.

LJUSETS FYSIK

Med ljus menas den elektromagnetiska strålning som ögon kan upptäcka. Ljuset har en dubbelnatur – det kan både beskrivas som partiklar och som vågor. Fotoner kallas de massalösa partiklar som ljuset består av. Strålningen kan också beskrivas som en frekvens, eller våglängd.

Ljuset färdas med ca 300 000 km per sekund i vakuum, vilket gör att det tar ca en sekund från månen till jorden, och åtta minuter från solen till jorden. I kompakta material, såsom vatten, rör sig ljuset långsammare.

Det vi kallar vitt ljus består egentligen av en blandning av ljusstrålar med olika våglängder. Människor och djur uppfattar reflektionerna av våglängderna som olika färger med hjälp av sinnescellerna som kallas tappar i ögats näthinna (de än mer ljuskänsliga stavarna används i mycket svagt ljus, men kan inte skilja på färger). Olika sorters tappar reagerar på olika våglängder av ljus, och det gör att olika arter skiljer sig i förmågan att uppfatta färger, beroende på hur ögat är uppbyggt.

Det som finns utanför det för människan synliga spektrat, det vill säga ungefär under 380 och över 800 nanometer, kallar vi ändå i många sammanhang ljus. Det är där vi hittar ultraviolett strålning (eller UV-ljus) och infraröd strålning. Ännu mindre våglängder än ultraviolett har röntgenstrålning (10 pikometer–1 nanometer) och gammastrålning (mindre än 10 pm). Ovanför infraröd strålning i spektrat finns mikrovågor (1 mm–1 m) och radiofrekvenser (1 m–10 km).

Svängningsrörelserna i ljuset går inte bara i ett plan, uppåt och nedåt, utan det svänger i alla möjliga riktningar. Polariserat ljus "filtrerar ut" de vågor som svänger i ett plan, medan det stänger ute andra vågor.

LÄS MER

Jägerbrand, A.K. (2018). *LED-belysningens effekter på djur och natur med rekommendationer: Fokus på nordiska förhållanden och känsliga arter och grupper*. Calluna AB.

Follestad, A. (2014). *Effekter av kunstig nattbelysning på naturmangfoldet – en litteraturstudie*. NINA Rapport 1081, NINA, Norsk institutt for naturforskning, Trondheim, Norge.

Hölker, F., Wolter, C., Perkin, E. K. & Tockner, K. (2010). Light pollution as a biodiversity threat. *Trends in Ecology and Evolution* 25(12): 681–682.

Schroer, S. & Hölker, F. (2016). "Impact of lighting on flora and fauna". I Karlicek, R., Sun, C.-C., Zissis, G., & Ma, R. (red.) *Handbook of Advanced Lighting Technology*. Springer International Publishing, Switzerland: 1–33.

Ljusets biologi

Allt liv på jorden är anpassat efter de naturliga ljusförhållanden som råder där de lever. Synförmåga och färgseende uppvisar stor variation, och dygnets och årets växlingar mellan ljus och mörker styr fysiologiska processer. När vi människor nu sprider artificiellt ljus i en sådan mängd har det stor påverkan på djuren, och även på oss själva.

TEXT:

J-O Helldin, forskare vid
SLU Centrum för
biologisk mångfald;
Manisha Bhardwaj, post-
doktor vid institutionen
för ekologi, SLU;
Annika K. Jägerbrand, uni-
versitetslektor i miljöveten-
skap, Halmstad Högskola
& forskningsledare på
Calluna AB



Foto: Henrike Hensel



Foto: privat



Foto: Elin Jägerbrand

Så gott som allt liv på jorden har utvecklats för att leva i miljöer som växlar mellan ljus och mörker och har på olika sätt anpassat sig till växlingarna. Skillnader i intensitet, våglängder, polarisering och utbredning i tid och rum är alla signaler för den här anpassningen. Synsinnet har på olika sätt gett oss möjlighet att utnyttja elektromagnetisk strålning för att förnimma vår omvärld.

De flesta djurarter har ett synsinne som finkalibrerats i förhållande till deras livsmiljö och ekologiska krav. Dagaktiva däggdjur, såsom människan och andra primater liksom många ekorrar, har dagsljusseende med ett bra färgseende och god synskärpa. Detta beror främst på ögats näthinna har en hög andel av de färgkänsliga men ljuskrävande synceller som kallas tappar. De flesta däggdjur är dock nattaktiva, med ett nattseende som baserar sig främst på stavar. Stavar är synceller som är mycket ljuskänsliga men som i de flesta fall inte kan användas för att uppfatta färger och som fungerar dåligt för att urskilja detaljer. Tapparna kräver flera tusen gånger högre ljusstyrka än stavarna, och den stora andelen tappar hos människan och andra dagaktiva djur gör att vi förlorat mycket av vårt nattseende.

Jämfört med människan har nattaktiva arter betydligt större andel stavar än tappar i näthinnan. Detta ger en god syn även i mycket svagt ljus men i gengäld ett sämre färgseende och sämre synskärpa. Många nattaktiva arter har dessutom ytterligare anpassningar till svagt ljus, exempelvis större pupill, större lins och en

extra reflektionsyta bakom näthinnan, den så kallade *tapetum lucidum*.

Människan och andra däggdjur

Människan uppfattar huvudsakligen ljus i våglängderna ca 400–700 nanometer (nm), med känslighetstoppar inom tre våglängdsområden (så kallat trikromatiskt färgseende): blått, grönt och gult/rött ljus. De flesta däggdjur har ett mer förenklat färgseende med bara två känslighetstoppar (dikromatiskt) i dagsljus: ultraviolett/blått och grönt/rött. De är därmed mer eller mindre färgblinda för rött och grönt, men ser å andra sidan en bit ner i det för människan osynliga ultraviolette spektrat (<400 nm).

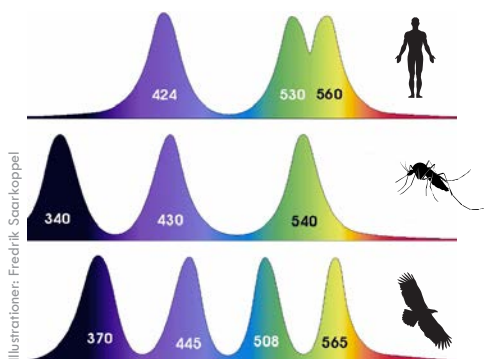
Fåglar urskiljer fler nyanser

Fåglar och reptiler har en uppbyggnad av ögat som liknar däggdjurens. Många fåglar och även insekter och en del groddjur kan uppfatta ultraviolett ljus, och kan urskilja mönster, former och färger som vi människor inte ser, till exempel i blommor eller fjäderdräkter. Fåglar har därtill fyra känslighetstoppar (tetrakromatiskt färgseende), vilket gör att de kan särskilja betydligt fler färgnyanser.

I svagt ljus (stavbaserat seende) är de flesta djur liksom människan färgblinda. Undantaget är vissa groddjur, som har två känslighetstoppar i stavarna, och alltså kan ha ett visst färgseende även i mörker.

Arter anpassas efter vattendjup

I vatten tränger olika våglängder olika djupt; kortvågigt ljus (blått till grönt) når djupast i de



Människor har, tillsammans med andra primater, generellt sett tre känslighetstoppar inom ljusets spektrum. Insekter har också tre toppar, men kan uppfatta färger i ett mycket bredare band över spektrumet. Medan de flesta däggdjur har två känslighetstoppar, och därför är rödgrön-färgblinda, har fåglar i allmänhet fyra, och kan urskilja åtskilligt många fler färgnyanser än vi människor. (Avvikelser och överlappningar förekommer).

flesta akvatiska miljöer, men i insjöar är det oftast gult eller rött ljus som tränger djupast. Vattnets organismer har anpassat sig till skillnaderna i våglängdsfördelning mellan olika djup och de som lever ytligt har bred känslighet i våglängdsspektrat medan organismer som lever djupare har anpassat sin syn till medellånga våglängder (blått och grönt).

Det finns en mängd ytterligare naturliga anpassningar till ljus. Många arter som lever i och intill vatten – exempelvis insekter, grod- och kräldjur – kan effektivt identifiera en vattenyta via det polariserade ljus som reflekteras mot ytan. Nattflyttande fåglar orienterar sig efter stjärnhimlen. Många vattenlevande organismer förflyttar sig dagtid till djupare vatten, styrda av ljuset. Detta är bara några exempel.

Gemensamt för nästan alla arter, både djur och växter, är att växlingen mellan ljus och mörker synkroniserar olika fysiologiska processer för att vi på bästa sätt ska kunna följa och dra nytta av dygnets, månadens och årets cykler. Synkroniseringen brukar i vetenskapliga sammanhang betecknas *zeitgeber* (tyska för tidsgivare), och styr aktivitet, sömn, metabolism, reproduktion, tillväxt och utveckling. Styrningen sker via hormonet melatonin, och påverkas främst av ljus med kortare våglängder (blått-grönt). ●

LJUSFÖRORENINGARNAS NEGATIVA EFFEKTER



Kanske inte en så ljus idé.

Foto: Annika Jägerbrand

Eftersom de flesta djur ser världen på ett annat sätt än vi människor kan det vara svårt för oss att förstå hur dessa påverkas av det artificiella ljus vi sprider. De äldsta beläggen för ljusföroreningarnas negativa ekologiska effekter är de nattflyttande fåglar som under särskilda förhållanden samlas i stora mängder vid exempelvis fasader, fyror eller oljeplattformar, där de flyger ihjäl sig mot konstruktioner eller mot varandra, eller tas av väntande rovdjur. Det finns många andra exempel på hur olika artgrupper påverkas av artificiellt ljus:

- Nattaktiva arter – vilket alltså är huvuddelen av alla däggdjur, groddjur, insekter och även många fåglar, kräldjur, fiskar o.s.v. – får ett minskande livsutrymme när det naturliga nattmörkret krymper i både tid och rum. Detta gäller även om vi i övrigt lyckas skydda deras livsmiljöer.

- Många nattaktiva djur attraheras till belysning eller belysta ytor. Det gäller inte minst insekter, där en stor mängd arter kan söka sig till nattbelysning från upp till en halv kilometers avstånd, där de sen kan brännas till döds, tas av rovdjur eller dö av utmattning. Belysningen kan på det viset "dammsuga" insekter från stora delar av landskapet.

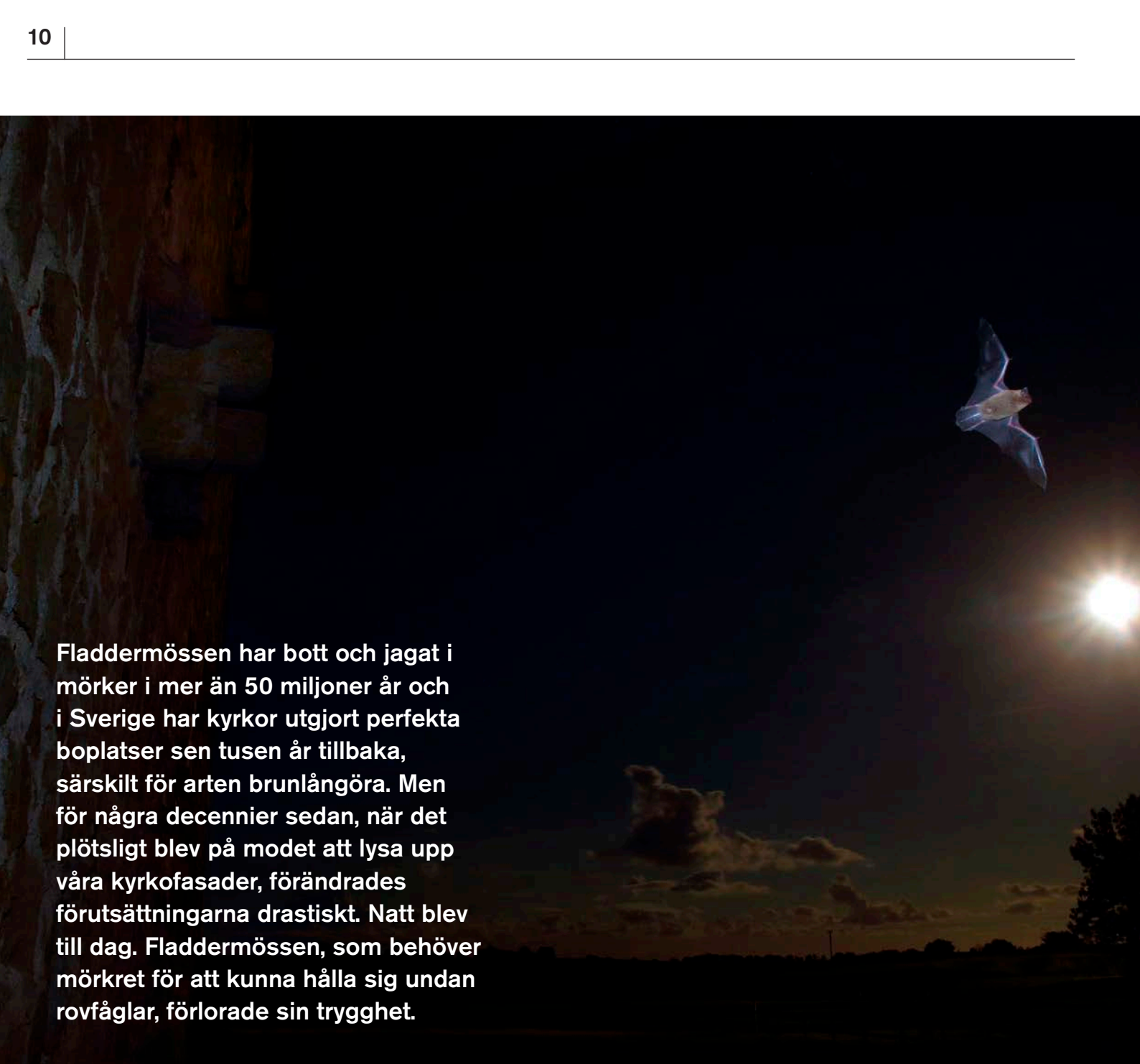
- Upplysta broar över vattendrag sprider ljus över vattnet och kan skapa barriärer för vattenlevande arter som vandrar i skydd av mörkret, exempelvis ål.

- Djur med särskild anpassning till mörkerseende kan bli mer eller mindre förblindade av ett plötsligt starkt ljus såsom ett passerande fordon. Fram tills de återhämtar sig är de enkla byten eller riskerar bli överkörda ifall de befinner sig på en väg eller järnväg.



TAPETUM LUCIDUM – "LJUSVÄVEN"

De flesta ryggradsdjur som är aktiva på natten eller i gryning/skymning har ett extra vävnadslager bakom näthinnan som reflekterar tillbaka ljuset mot syncellerna, vilka därmed nås av ljuset två gånger. *Tapetum lucidum* gör att djurens ögon fungerar som trafikreflexer, alltså "lyser" i mörkret när man riktar ljus mot dem.



Fladdermössen har bott och jagat i mörker i mer än 50 miljoner år och i Sverige har kyrkor utgjort perfekta boplatser sen tusen år tillbaka, särskilt för arten brunlångöra. Men för några decennier sedan, när det plötsligt blev på modet att lysa upp våra kyrkofasader, förändrades förutsättningarna drastiskt. Natt blev till dag. Fladdermössen, som behöver mörkret för att kunna hålla sig undan rovfåglar, förlorade sin trygghet.

Foto: Jens Rydell

Fladdermöss behöver ingen upplysning

De äldsta fossila fladdermöss man har funnit är 55 miljoner år gamla. Och redan då, under tidig eocen, var de anpassade till ett liv i mörker. Fossila lämningar har avslöjat att dessa fladdermöss åt nattens insekter, att de ekopejlade och hade fullt utvecklad flygförmåga. De var av allt att döma väldigt lika våra moderna fladdermöss och hade sannolikt utvecklats redan under krita, mer än tio miljoner år tidigare. Fladdermöss har alltså varit nattdjur sedan dinosauriernas tid, och även om man då och då ser enstaka fladdermöss ute i dagsljus är det ingen av de nu levande 1400 arterna som har utvecklat dagaktivitet. Mörkret är deras trygghet och skydd mot framför allt rovfåglar.

Människan är på många sätt fladdermusens motsats. Vi är utpräglade dagdjur och vår nedärvda mörkerrädsla blir allt mer påtaglig, vi gör allt för att göra natt till dag. Parkeringsplatser, fasader, villaträdgårdar, gator och torg. Överallt lyser det, och mörkret trängs undan i perifera hörn – och med det också fladdermössen.

Kyrkor perfekta miljöer för brunlångöra

På 1980-talet var mer än hälften av alla västsvenska kyrkor bebodda av kolonier av brunlångöra (*Plecotus auritus*), en fladdermus som är vad den heter. Deras öron är lika långa som kroppen och med dem hör de insekternas vingslag och fotsteg i natten. Deras fina hörsel gör att de kan stänga av ekopejlingen och jaga tyst, varför de kan fanga nattfjärilar som annars hör de högfrekventa ropen från fladdermöss. Kyrkorna, som varit centrala i svenska byar i tusen år, bjuder på husrum och mat. Vindar och torn har många skrymslen och vrår och under taken blir det varmt nog på sommaren för växande kolonier. Inomhus flyger flugor som blir mat under kalla kvällar, och i grönskan på kyrkogårdarna finns ofta en mångfald av insekter.

I hundratals år har fladdermössen varit en del av detta ekosystem. Men på 1990-talet påbörjades en förvandling av kyrkomiljöerna. De förr så mörka

kyrkofasaderna försågs med strålkastare. Det blev på modet att visa upp byns stolthet, kyrkan, genom att låta den skina i natten, likt ett Las Vegas-hotell.

Idag är det mer regel än undantag att kyrkor har fasadbelysning. Det samma gäller slott, herrgårdar, stenbroar och merparten av gamla kulturbyggnader. I trygghetens namn och estetikens.

År 2017 gjorde vi en uppföljning av 1980-talets inventering av fladdermöss i västsvenska kyrkor. Hälften av kolonierna var borta och endast i kyrkor som ännu inte hade fått fasadbelysning fanns de kvar. Att det var ljuset som var orsaken var tydligt. Och då ska man veta att fladdermöss blir gamla – rekordet är över 40 år – och de är vanedjur som är trogna sin koloniplats och inte flyttar i onödan. Det finns alltså fladdermöss som har sett hela förvandlingen, hur kyrkomiljöerna har gått från natt till dag på drygt 30 år.

Ljuset förändrar spelplanen

Vi har i våra undersökningar sett hur fladdermöss väntar ut belysningen om den släcks tidigt, hur de alltid väljer det mörkaste hörnet och hur de snabbt tar sig till närmaste träd, allt för att minimera exponeringen i den redan så ljusa sommarnatten. I England har man noterat hur fladdermöss ibland förgäves väntar in mörkret, de svälter hellre än att flyga ut med ungar i det farliga ljuset. Och mycket riktigt, i lampskenet patrullerar inte sällan lärkfalk (*Falco subbuteo*) och i skuggorna väntar ugglorna.

Samtidigt samlas maten i lampskenet: myggor, sländor, skalbaggar och nattfjärilar som obönhörligen dras till ljuskäglorna. Snabba, opportunistiska fladdermöss, som dvärgpipistrell och nordfladdermus, utnyttjar det faktum att insekter dras till ljus och patrullerar ovanför lyktorna. Då och då dyker de ner i ljuskäglorna och snappar åt sig ett byte innan de återvänder till det relativa mörkret ovanför lamporna. Även dessa fladdermöss är försiktiga. I Berlin har man radio-spårat större brunfladdermus, (*Nyctalus noctula*) vilka rör sig över stora ytor och inte sällan ovan stadsljusen. Men när de väljer boplats gör de det med omsorg och flyttar in i den allra

mörkaste stadsparken.

Inte nog med att byten ansamlas i ljuset, nattfjärilarna som normalt hör fladdermöss är som döva i skenet från strålkastarna och därför lätta byten. Fjärilsspecialister som långöron och barbasteller är också de ljuskänsligaste av fladdermöss och kan inte ta del av detta dukade bord. Frågan är hur länge bordet är dukat. Lamporna dammsuger omgivningen på insekter, som enligt flera larmrapporter de senaste åren blir färre och färre.

Inventeringen av brunlångöra i västsvenska kyrkor var först i Sverige i detta avseende. Men allt fler undersökningar visar att det är på samma sätt i Skåne och på Gotland. En kortare studie på Gotland i år visade att fem av 24 undersökta kyrkor har kolonier av långöra men bara en av dessa är inte hotad av ljus. Samtidigt hittades tydliga spår av att ytterligare tre kolonier har funnits alldeles nyligen. Brunlångöra introducerades på rödlistan 2020, på grund av hotet från ljusföroreningar. På Gotland bor (kanske) också de sista exemplaren av dess kusin – grållångöra (*Plecotus austriacus*). Arten har alltid varit på gränsen till utdöd i Sverige men det finns trots allt inspelningar av deras ljud från ett par platser. Blir fasadbelysningen spiken i kistan? ●

TEXT:

Jens Rydell, forskare
och naturfotograf;
Johan Eklöf,
fladdermusforskare
och skribent

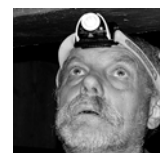


Foto: Ola Rydell



Foto: Jens Rydell



Foto: JO Hellén

Insekter och ljusföroreningar

TEXT:

Jonas Victorsson, fil.dr. i zooekologi, samordnare för grön infrastruktur, Länsstyrelsen Kalmar län;
Olle Håstad, fil.dr. i zooekologi, forskningssekreterare vid fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap, SLU



Foto: Anna Sandberg



Foto: Jenny Svends-Gillner

I artiklar från 50-talet kan man se att enstaka insektsfällor fångat 50 000 fjärilar per natt, men idag krävs det en hel fältsäsong för att nå samma antal. Att mängden insekter minskat stöds också av flera aktuella studier, och den ökade mängden ljusföroreningar lyfts som en viktig orsak, utöver förlust och fragmentering av insekternas livsmiljöer.

Vi har alla sett att insekter samlas vid lampor nattetid, och det finns två huvudsakliga förklaringar till detta beteende. Den första är att insekter attraheras av ljuskällan. I insekternas naturliga miljö kan ett ljust område nattetid indikera en öppning i vegetationen genom vilken insekten försöker flyga. Den andra går ut på att insekter använder månen för att orientera sig nattetid. Genom att hålla en konstant vinkel till månen så blir

insektens kurs rak eftersom månen är så långt borta. Detta fungerar inte när ljuskällan är en lampa på mycket närmare avstånd och insekten kommer att flyga mot lampan i en spiral.

Insekter ser färger nattetid

Vi människor kan inte urskilja färger under nätterna, men många nattaktiva insekter kan urskilja färger även i mörker, och därför kan ljussammansättningen hos utomhusbelysning påverka vilka insekter som lockas av den.

Bland annat kan de flesta insekter se i ultraviolett, och det är väl känt att UV-lampor lockar till sig många insekter. I våra egna studier har vi funnit att en LED-lampa med en UV-komponent lockar till sig 54 % fler nattfjärilar än en LED-lampa med enbart vitt ljus.

Men skillnader i färgseende eller attraktionskänslighet kan vara stora även mellan närbesläktade grupper. I den stora gruppen myggor fann vi tydliga skillnader mellan olika familjer, där gallmyggorna, Cecidomyiidae, inte attraherades av UV-ljus, medan attraktionskraften på familjen svampmyggor, Mycetophilidae, ökade med 72 % om ljuset innehöll UV. En viktig åtgärd för att minska ljusföroreningar för insekter är alltså att använda lampor utan en UV-komponent, det vill säga ett ljus med endast synliga våglängder.

Ljusfragmentering av landskapet

Fysiologiska mekanismer i insekternas ögon gör att ljuset inte bara attraherar, utan också riskerar att hålla kvar insekter vid lamporna. I likhet med oss människor har även insekter en långsam mekanism för att ställa om till mörkerseende. Efter att ha utsatts för starkt ljus försvinner mörkerseendet och insekten blir funktionellt blind utanför lampans ljuskägla vilket minskar möjligheten för insekten att fly från det upplysta området. Många arter reagerar på ljuset med att gå i vila eller landar uttröttade i närheten av lampan. I en studie märktes insekter som lockats till en lampa, och man kunde se att av svärmarna återfångades 73 % nästa natt, vilket visar att de kan fastna vid lampor under lång tid.

Insekter som attraheras till belysning blir ofta uppätta av olika predatorer, främst fladdermöss där flera arter verkar föredra att söka föda i anslutning till

gatubelysning. Även om inte insekterna blir uppätta vid lampan så påverkas de negativt. Genom att insekterna blir kvar kring lampan så minskar deras möjligheter att utföra sina normala beteenden: födosök, parning och äggläggning. Den tid de tvingas tillbringa vid lampor kan utgöra en avsevärd del av reproduktionstiden för kortlivade arter som nattsvärmande dagsländor.

En lång rad av gatlampor kan i praktiken fungera som en spridningsbarriär för många insekter. Fragmentering av insekters livsmiljö ses som ett av de största hoten för många insekter och ljusföroreningar bidrar till detta. Gatubelysning med sensorer som tänder lamporna när fotgängare eller cyklister närmar sig kan utgöra en lösning eftersom dessa lampor kommer att vara tända kortare tider än traditionella gatlampor och ljusfångade insekter kan flyga vidare när lampan slocknar.

Evolution och ekologiska fällor

Ljusföroreningar verkar även kunna påverka evolutionen hos vissa arter. I en studie av benvedsspinnmal (*Yponomeuta cagnagellus*) fann man att individer som fortplantade sig i stadsmiljö lockades i mindre grad till gatlampor än individer från mera naturliga habitat. En tolkning av detta är att individer i stadsmiljö selekterats för att närma sig lampor i mindre utsträckning. En alternativ tolkning är att i en stadsmiljö där den totala ljusmängden är högre kontrasterar enstaka lampor mindre mot bakgrunden och har därför lägre attraktionskraft.

Vattenlevande insekter som dagsländor och fjädermyggor använder månljus som reflekteras i vattenytor för att hitta vattensamlingar som är lämpliga för äggläggning. Ljusföroreningar kan reflekteras från till exempel

LÄS MER

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



Foto: Mathias Jaschhof, med tillstånd från Dr. Andreas Stark, Ampyx-Verlag, Halle (S.), Tyskland.

Denna art är inte den första man hittar i en ljusfälla. Gallmyggan *Dicerura rossica* upptäcktes för första gången i Sverige 2013.

asfalterade områden eller på upplysta fasader som i insekternas ögon ser ut som en vattenyta. Eftersom många arter i dessa grupper har ett svärmsbeteende där hundratals eller tusentals insekter lägger ägg vid ett och samma tillfälle så kan effekterna snabbt bli förödande för dessa arter, som i denna typ av ekologiska fällor kan förlora en hel årskull när honorna lägger sina ägg på en öppen asfaltsyta istället för i en sjö.

Lampor i direkt anslutning till viktiga föryngringsmiljöer kan ha en stor lokal påverkan. En studie uppskattade effekten av gatlyktor längs en å där det visade sig att lamporna fångade betydligt fler insekter än som kläcktes i åkanten. En enda lampa fångade under en augustinatt lika många nattsländor som kläcks längs 200 meter strand. I ett större perspektiv uppskattade en tysk studie att ca 3 miljoner insekter dör varje natt vid de 20 000 gatlyktor som finns i en stad med ca 240 000 invånare. I Sverige där natriumlampor, som har ett lägre UV-innehåll, dominerar skulle samma mängd lampor döda ca 1 miljon insekter per natt under sommar-månaderna, eller grovt skattat på hela landet drygt 100 miljoner per natt. ●

Fåglar och ljus

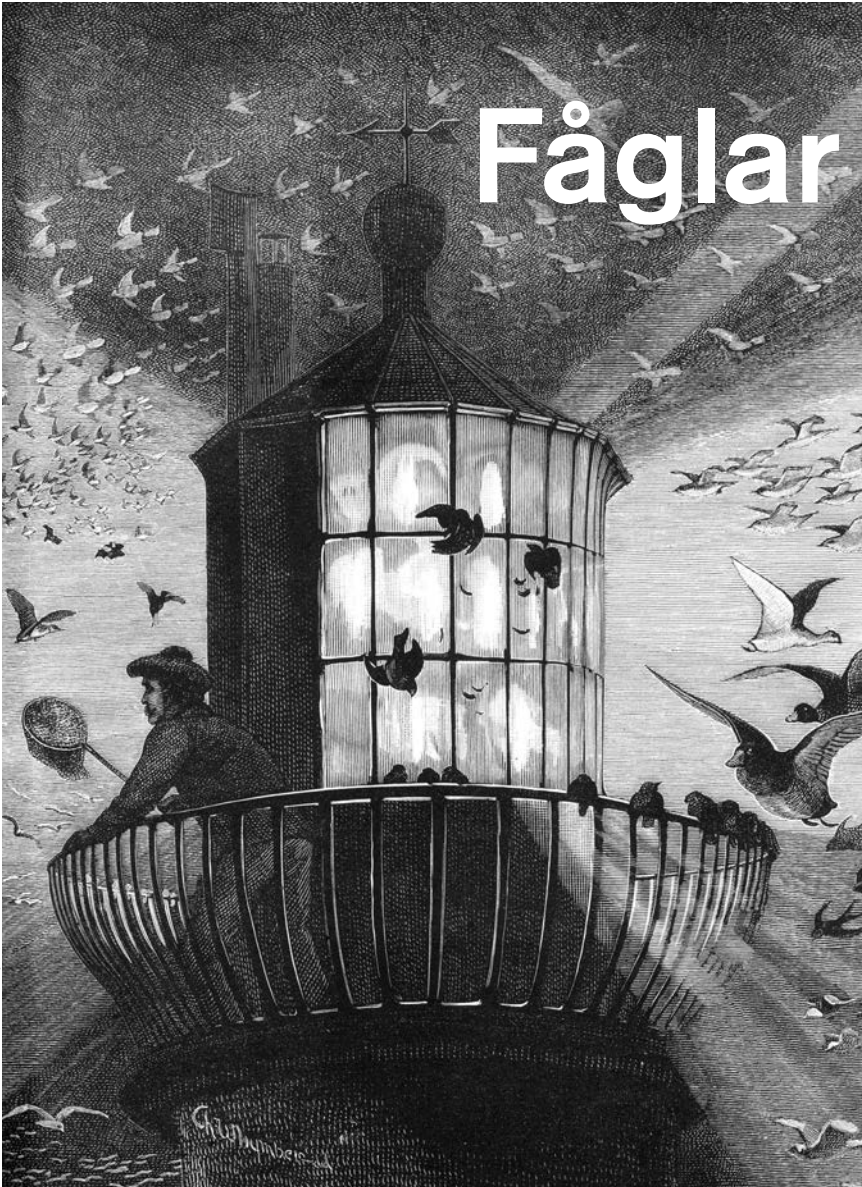


Illustration: Victorian Picture Library

Fåglars synsinne skiljer sig mycket från människans – de kan uppfatta färger och ljusförhållanden som vi människor inte kan föreställa oss. Synen är mycket viktig i fåglarnas hela livscykel, inte minst för de migrerande fåglarnas flygbeteende, och artificiellt ljus kan få många olika negativa konsekvenser. Det skulle kunna åtgärdas med en ökad medvetenhet om hur vi använder utomhusbelysning.

TEXT:

Susanne Åkesson,
professor i zoöekologi
vid Lunds universitet



Foto: privat

Fåglar har tack vare sin flygförmåga erövrat alla jordens kontinenter och genomför några av de mest spektakulära långflygningarna i djurvärlden. Fåglarnas flyttning är starkt kopplad till årets och dygnets cykler som påverkas av himlakropparnas rörelser och tillgången till ljus. Dagslängden och solens upp och nedgång utgör viktig information som hjälper fåglar att hålla tiden och bestämma när på året de skall häcka, flytta och vara aktiva. Majoriteten av fåglarna flyttar dessutom på natten då de kan dra nytta av goda flygförhållanden med begränsad turbulens, undvika dagaktiva predatorer, och ha tillgång till himlakroppar, såsom stjärnor, solens position och ljus vid himlaranden samt jordens magnetfält för kompassinformation.

Ser världen på ett annat sätt

Synsinnet är extremt väl utvecklat hos fåglar. Jämfört med människan kan fåglar registrera mer kortvågigt blått och violett ljus, inklusive UV-ljus, vilket också innebär att de ser omvärlden på ett annorlunda sätt än vi och kan dra nytta av information som går oss människor förbi. Det kortvågiga ljuset har visat sig viktigt för att identifiera en partner med god hälsostatus, då det reflekteras i fjäderdräkten på ett speciellt sätt i strukturfjädrar, det vill säga fjädrar med blå och metallisk glans. Hos blåmesar är denna signal kopplad till individer med hög status, bra hälsotillstånd och goda gener, och blåmeshonor tycks använda bland annat den här informationen för att välja partner.

Vidare används fotoreceptorer i fågelögat för att se polariserat ljus samt detektera jordens magnetfält. Exakt hur dessa fotoreceptorer fungerar och används känner man inte ännu till i detalj, men intensiv forskning pågår för att undersöka just detta hos sångfåglar.

Det kan vara användbart för fåglar att se polariserat ljus, men det kan också ställa till problem då ljus som reflekteras mot artificiella ytor som fönster, solfångare och husfasader ger en illusion att vara någonting annat.

Att fåglar tar miste och flyger ihjäl sig mot stora glaspardier på skyskrapor och andra hus har därför i vissa områden skapat stora problem med extremt hög dödlighet hos fågelpopulationer. Problemet uppstår också i områden med industriell solenergiframställning, där fåglar tror att de landar på vatten, men istället flyger mot solfångarnas hårda yta och därmed avlider. Men det är inte bara reflekterat ljus som attraherar fåglar. De dras också till artificiellt ljus om natten.

Över stora landområden är idag omkring en fjärdedel dränkta i nattlig belysning, med stora negativa effekter på fåglar och andra djur som lever eller passerar här. Ljusflödet har ökat, och kostar inte bara energi och pengar att driva utan skapar också en helt ny nattmiljö som är belyst och som de flesta organismer inte är anpassade till.

Navigering försvåras

I den här miljön lever många fåglar och allt fler studier påvisar hur de påverkas av den nya ljusmiljön. Exempelvis attraheras flyttfåglar, som normalt genomför flyttningen på flera tusen meters höjd, till utkanten av städer eftersom de dras till det artificiella ljuset. Fenomenet har man sedan länge registrerat vid fyrar, och det är speciellt tydligt under dimmiga mörka nätter när månlyuset inte bidrar till allmänt högre ljusnivåer. Under dessa betingelser har man sett ett ökat antal nattsträckande fåglar av alla möjliga arter dras till fyrlykt och tyvärr i stor mängd flyger ihjäl sig mot de upplysta väggarna. Det kunde ligga drivor av döda sångfåglar under fyrens fasad under perioder med dimma efter

I fågelögat finns fyra olika fotoreceptorer (medan vi människor endast har tre), och med dessa receptorer täcker de in ett större våglängdsområde än människan. På bilden kungsfågel-sångare, (*Phylloscopus proregulus*).



Foto: Magnus Friberg

så kallade "fyrnätter", och man samlade in och räknade dessa systematiskt bland annat på Ottenby Fågelstation vid Långe Jan på Södra Öland. Ansvariga för fyren beslutade på 1980-talet att stänga av fasadbelysningen och efter detta minskade dödstalen betydligt. Samma åtgärd har skett på andra platser, med positivt resultat. Det är dock inte bara kollisionerisken som ökar med användning av artificiellt ljus, utan fåglar påverkas också på andra sätt.

Stressas av störd dygnsrytm

Studier har visat att fåglar som lever i stadsmiljö med ökad tillgång på artificiellt ljus påverkas i sitt dagliga liv. Många arter som har sina revir i närheten av lampor och vägar som belyses startar sin aktivitet tidigare på morgonen och har en förlängd period under dygnet som de är aktiva. Detta i sin tur påverkar deras inre rytm och fysiologi på ett negativt sätt. De kan utsättas för ökade risker och stress, samt få alltför korta viloperioder under dygnet, vilket i sin tur riskerar att leda till att de får ut färre ungar och får ett förkortat liv. Man har bland annat visat att koltrastar som lever i stadsmiljö och som gärna startar sin sång i gryningen påbörjar sången tidigare i ljusa stadsmiljöer än i mörka områden utanför stan.

Vädret påverkar

Att fåglar som flyttar på natten dras till artificiellt ljus är alltså välkänt och leder

till en ökad mortalitet, med global påverkan på fågelpopulationer. Fenomenet uppmärksammas allt mer och studeras på flertalet kontinenter.

Men frågan är vilket ljus som är mest attraktivt? Just detta har nyligen studerats av forskare i sydvästra Kina, som monterade lampor med olika färger i fält och studerade antalet fåglar som attraherades till de monokroma röda, gröna och blå lamporna, samt till en lampa med gult blandljus. De fann att blått ljus attraherade fåglar mest, men att antalen för olika arter skiftade. De fångade över 700 individer av fler än 60 arter i bergsområdet i Kina och konstaterade att den högsta attraktionen uppmättes då fåglarna mötte dimma och motvind.

Det är väderbetingelser som gör att de flyger på lägre höjder än normalt. Precis som under fyrnätterna är det speciellt under vissa väderförhållanden då flyttfåglar tvingas ned på lägre flyghöjder som de dras till ljus och i så fall i större utsträckning till blått och grönt ljus än till det mer långvägiga gula och speciellt röda ljuset.

En möjlighet att minska dödstalen orsakade av ökad kollisionerisken är därför att främst ta bort fasadbelysning, men också att byta lampor till mer långvägigt rött och helst då blinkande ljus. Med dessa åtgärder finns alltså nu en möjlighet att reducera den negativa påverkan som vår artificiella ljusmiljö har på fågelfaunan. ●



Bilderna är från en av de totalt åtta försökssträckor i Nederländerna där effekterna av gatljus med olika färgsammansättning studeras. Studien har pågått sedan 2012 och omfattar ett antal artgrupper som lever i skogsbryn. Varje försökssträcka utgörs av fyra 100-meterssektioner med vardera fem stolpar som avger antingen grönt, rött, vitt eller inget ljus.

Ändrat ljusspektrum kan minska de ekologiska effekterna

Förmågan att se färger varierar kraftigt mellan arter. I de fall när artificiell belysning inte kan undvikas kan anpassning av ljusspektrum vara ett sätt att minimera de negativa effekterna av ljusföroreningar. I Nederländerna pågår långtidsstudier av hur olika artgrupper påverkas av ljus av olika färgsammansättning.

Det är inte alltid möjligt att minska mängden eller intensiteten på artificiellt ljus. För att minimera de negativa effekterna av ljusföroreningar kan därför en anpassning av ljusets spektrum vara ett alternativ. Historiskt har ljusspektrum varit beroende av lamptyp, men med LED-belysningen har nu anpassade färgsammansättningar för ljuskällor blivit tillgängliga och prisvärda.

Kunskapen om hur ljusföroreningarna kan minskas genom spektralanpassning är fortfarande relativt begränsad, men har fått ett uppsving bland annat genom experiment i Storbritannien och vår pågående långtidsstudie i Nederländerna – Light on Nature. I den senare jämför vi ljus med tre olika våglängder (vitt, grönt, rött) i belysningsarmaturer som experimentellt installerats i skogsbryn, i avsikt att efterlikna verkliga förhållanden vid vägbesljusning.

Kapaciteten att se färger varierar kraftigt mellan arter. Fåglar och många reptiler och amfibier har överlägsen färgsyn jämfört med många andra artgrupper. Nattaktiva djur,

exempelvis fladdermöss och möss, är övervägande känsliga för grönt och blått ljus och i mindre utsträckning för rött. Det är dock viktigt att inse att beteendeförändringar på grund av ljus i en viss färg inte nödvändigtvis beror på hur intensivt sådant ljus uppfattas.

Jag ger här en kort översikt över effekterna av ljusfärg på olika artgrupper, baserat på våra och andra studier. Jag avslutar med rekommendationer om när och hur man kan anpassa spektra för att minska påverkan.

Illustration av Spektrumberoende effekter av ljus på olika artgrupper



Insekter attraheras nattetid starkt till UV, blått och grönt ljus, och i mindre utsträckning till rött. Även rött ljus kan dock ha

långsiktiga negativa effekter på populationsnivån. En treårig jämförelse mellan vitt och bärnstensfärgat (~ 592 nm) ljus gjord i Storbritannien visade att effekterna på ryggradslösa djur var beroende av artgrupp. Användning

TEXT:

Kamiel Spoelstra,
Netherlands Institute
of Ecology/Nederlands
Instituut voor Ecologie
(NIOO-KNAW),
Nederländerna



Foto: Froukje Rients



av blåreducerade lampor för att mildra ljusets inverkan på insekter kan alltså ha varierande effekt.



För **fåglar** är en av de mest framträdande effekterna att nattflyttande arter attraheras och desorienteras av rött

ljus. Detta inträffar vid belysta föremål i en i övrigt mörk omgivning, exempelvis oljerigggar, fyrar eller husfasader. Attraktionen förstärks i mulet väder. Blått eller grönt ljus, med en mindre del i det röda spektrumet, har i laboratorieförsök visat sig ge tydligt mindre desorientering hos flyttfåglar och det verkar också minska attraktionen till ljus i fältstudier.

Talgoxar, som är stannfåglar och som vilar nattetid, har dock i studier visat sig bli mer störda nattetid av vitt ljus och mindre av grönt och rött. Fåglar som häckar nära belysning med vitt eller grönt ljus börjar häcka betydligt tidigare på säsongen jämfört med fåglar som häckar i obelysta områden. Effekterna av olika spektra på fåglar på populationsnivå är i stort sett okända, och varierar troligen mellan arter.



Hur **fladdermöss** reagerar på ljus beror på artens ekologi. Alla fladdermusarter undviker upplysta områden. Det finns dock snabbflygande, smidiga arter som ofta jagar insekter kring belysning. Hypotesen är att dessa arter, i Sverige representerade av släktena *Pipistrellus*, *Eptesicus* och *Nyctalus*, inte fruktar rovdjur lika mycket som de långsamflygande arterna inom exempelvis släktena *Myotis* och *Plecotus*. Detta kan förklara hur olika fladdermusarter reagerar på olika spektra.

I vår studie följde vi fladdermusaktiviteten under fem år i rad med hjälp av automatiska ultraljudsdetektorer. Resultaten visade tydligt att fladder-

möss var lika aktiva i rött ljus jämfört med en mörk kontroll. Intressant nog gällde detta för både de snabbflygande och inte lika ljusskygga arterna och långsamflygande fladdermöss. För de snabbflygande arterna skulle då förklaringen vara att det röda ljuset inte ackumulerar så mycket insekter (se ovan) och det därmed inte finns någon anledning för dem att jaga där.

Det ska noteras att fladdermössens svar på ljusspektrum beror på sammanhanget. Det finns indikationer på att flyttande fladdermöss reagerar annorlunda på ljusspektra än fladdermöss som förflyttar sig mellan koloniplatsen och olika jaktområden inom hemområdet. Ytterligare studier av ljusspektrumets påverkan på fladdermöss är därför nödvändiga.



När det gäller **övriga däggdjur** vet man inte mycket om de ekologiska

effekterna av olika ljusspektra. Den mesta av kunskapen hittills kommer från studier av laboratoriemöss. I vår studie i Nederländerna följer vi upp däggdjursaktiviteten långsiktigt med autokameror. Preliminära resultat visar på en kraftig minskning av aktiviteten hos skogsmöss i ljus av alla färger. Aktiviteten hos sorkar minskar i vitt och grönt ljus men inte rött. Även mårddjur är mindre aktiva i ljus av alla färger, medan effekterna på klövdjur varierar.

Även när det gäller **groddjur** är kunskaperna om effekter av ljusspektrum begränsade. I en experimentell studie längs vägkanter i Nederländerna påverkades paddor (*Bufo bufo*) under vårvandringen från övervintringsplatser till lekområden starkt av grönt och vitt ljus, och mindre av rött. Det vita ljuset gjorde att paddor stannade i sin



vandring – vilket potentiellt gör ljus till ett sätt att hindra dessa djur från att korsa vägar vid hög trafik och därmed bli dödade. Den exakta mekanismen och tillämpningen av en sådan åtgärd i större skala kräver dock ytterligare undersökningar.

Vilka spektra är bäst för att undvika ekologiska effekter?

Det är viktigt att undvika korta våglängder (blått ljus) i terrestra miljöer, som för de flesta nattaktiva arter utgör den största störningen. UV-ljus bör alltid undvikas, och då inte bara för naturens skull – UV-ljus är slöseri med energi eftersom det inte kan ses av människan. Långa våglängder (rött ljus) lockar till sig färre insekter och har mindre påverkan på fladdermöss och smågnagare.

För att undvika effekter på flyttfåglar vid havet bör rött ljus undvikas. Här skulle belysning med grönt ljus vara ett möjligt alternativ (för fåglar också blått, men det är då mindre lämpligt av andra skäl). Detta skulle kunna tillämpas vid oljerigggar och på fartyg, kanske också längs kusten och på öar men om detta behövs ytterligare studier.

Effekterna av ljus kan vara latent och subtila och framträda först efter många år. Upptäckten att antalet nattfjärilar minskar efter flera års närvaro av ljus oavsett färg illustrerar att en viss typ av belysning som verkar fördelaktig i det korta perspektivet ha negativ inverkan över tid. Det är därför fortfarande viktigt att hålla belysningsnivån låg och helst helt undvika artificiellt ljus. ●

LÄS MER

Projektet Light on Nature: nioo.knaw.nl

Åtgärder mot ljusföroreningar

Artificiellt ljus i mörker kan orsaka oönskad ekologisk påverkan på känsliga eller skyddade arter och påverkan på ekosystem. Ekologiska effekter är en direkt sidoeffekt av människans användning av ljus och kan leda till skadliga konsekvenser för överlevnaden av skyddade eller hotade arter. Därför måste anpassningar av ljusdesignen ske, och man använder sig då av en rad åtgärder för att undvika och minimera ljusföroreningar.

LED-belysning (lysdioder) har under senare år etablerat sig som den mest använda ljuskällan i utomhusmiljöer eftersom den har många fördelar, både ekonomiska och tekniska. Förutom låg energiförbrukning erbjuder LED-belysning utmärkta möjligheter att minska de ekologiska effekterna genom att schemalägga användning och genom bättre optisk kontroll över ljusets intrång i omgivningsmiljön.

Utmaningar

Introduktionen av LED har dock även medfört att utomhusbelysning används alltmer, exempelvis i trädgårdar, vilket lett till att artificiellt ljus sprids över en allt större geografisk yta där det är omöjligt att kontrollera påverkan på skyddade och hotade arter. Den vanligast använda LED-belysningen har mycket ljus i den blå delen av spektrumet vilket påverkar många djurarter och även dygnsrytmen hos organismer. Det är därför viktigt att kunna använda sig av åtgärder mot ljusföroreningar i ljusdesignen för att undvika och minimera ekologiska effekter i den direkta närmiljön, och även i former av reflekterat ljus såsom exempelvis himlaglim. Det är speciellt allvarligt ifall skyddade och hotade arter exponeras för ljusföroreningar eftersom det kan påverka deras framtida överlevnad negativt. Ekologisk

ljusdesign innebär att man använder sig av en rad generella och kända principer för att reducera ljusföroreningarna som uppstår vid användning av utomhusbelysning och som kan påverka djur och natur.

Ekologisk ljusdesign och åtgärder

Ljus runt en lampa kan delas upp i olika delar; bakljus, framljus och uppljus.

Uppljus bör generellt undvikas och ljusets reflektion från markytan bör reduceras så mycket som möjligt. Bakljus och framljus bör reduceras så mycket som möjligt där det inte har någon funktion. Exempelvis för vägbelysning på en väg som inte ligger kant i kant med en gång- och cykelväg kan man reducera bakljuset till ett minimum för att undvika spilljus i vägområdet och naturmiljön. För att undvika bakljus och framljus kan man använda sig av anpassad optik, olika typer av armaturavskärmning och även fysiska hinder som förhindrar spilljus i omgivningen.

Det låter självklart att man inte skall använda belysning som är direkt riktad upp mot himlen, men ändå används sådan belysning mycket ofta, exempelvis på fasader eller för kommersiell verksamhet. Uppåtriktade ljuskällor används också av estetiska skäl eller som landmärken, exempelvis som uppljus i träd och vegetation och på eller mot byggnader eller på broar. Uppåtriktad belysning skall i möjligaste mån

TEXT:

Annika K. Jägerbrand,
universitetslektor i
miljövetenskap,
Halmstad Högskola
& forskningsledare på
Calluna AB;

Maria Nilsson Tengelin,
forskare vid RISE,
Research Institutes of Sweden



Foto: Elin Jägerbrand

Foto: Marianne Åvenom

EKOLOGISKA ANPASNINGS- PRINCIPER FÖR LJUSDESIGN MOT LJUSFÖRORENINGAR

- Förhindra och begränsa att nya områden belyses.
- Begränsa omfattningen av de upplysta områden.
- Begränsa belysningstiden.
- Begränsa belysningsnivån.
- Justera ljusets spektrum.
- Minska, förbättra och anpassa ljuset i eller i närheten av skyddade områden.

OLIKA SLAGS ÅTGÄRDER

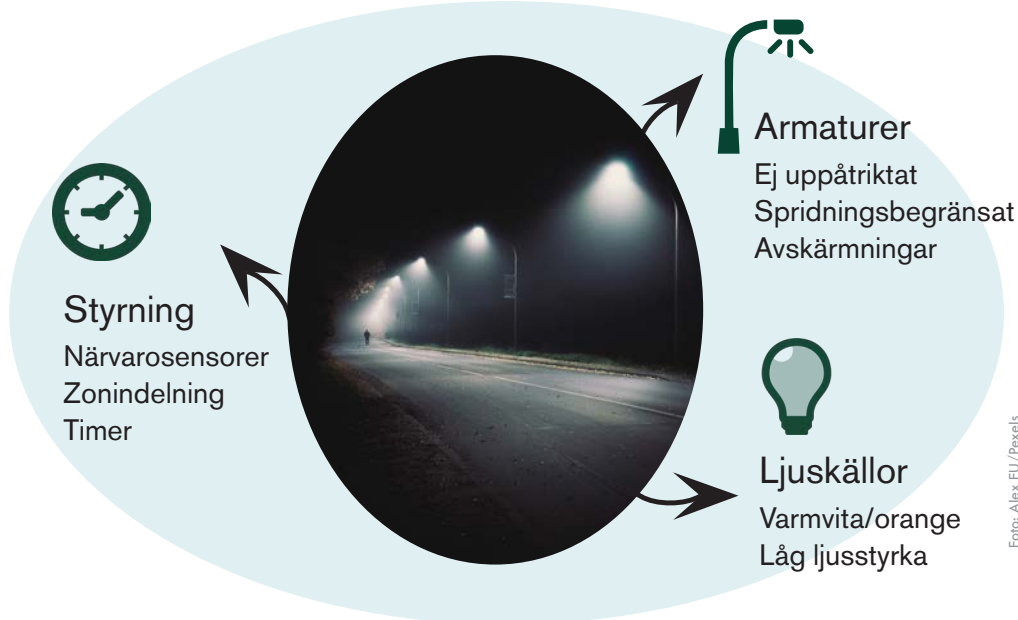


Foto: Alex EU/Pexels

undvikas för att reducera dödligheten för migrerande eller ljuskänsliga arter. Ett exempel på migrerande djur är fåglar som alla är skyddade enligt artskyddsförordningen. Även extra ljuskänsliga arter behöver skyddas mot det himlaglim som kan uppstå från uppåtriktad belysning. Detta gäller speciellt på platser där det ofta är dimmigt eftersom moln och dimma förstärker himlaglimmet ovanför det uppåtriktade ljuset.

Utomhusbelysning har av tradition använts dygnet runt under årets mörka timmar. Men under natten och i mörker bör man undvika att använda artificiella ljuskällor ifall det inte finns ett konkret och vederlagt behov för människors säkerhet och trygghet. Det finns mycket tekniskt avancerad schemaläggning för belysning som enkelt kan anpassas tidsmässigt för att inte störa djur och organismer under känsliga perioder såsom födosökning eller reproduktion.

En anpassad ljusdesign innebär att man anpassar belysningsstyrka och effekt på lamporna utifrån att man inte skall ha högre nivåer än vad som krävs för människans synbarhet sett ur den funktion man eftersträvar.

För att en fotgängare skall upptäcka ett föremål på markytan krävs ca 1 lux

(i horisontellt medelvärde på markytan) medan det krävs ca 4 lux för synkomfort (horisontellt). I skyddade och känsliga områden är därför ofta rekommenderat att använda en genomsnittlig belysningsnivå på 1–3 lux på marken. Genom att ha lägsta möjliga nivåer på belysningsstyrkan undviker man att det blir spilljus och reflektion i närmiljön såväl som himlaglim. Begränsningen i belysningsstyrkan som används minskar risken att aktivera dagsljusseende för alla arter och organismer: både nattaktiva och dagaktiva.

Vatten reflekterar ljus

Om man vet vilka arter som finns i ekosystemet eller området kan det vara en utgångspunkt i ljusdesignen för att ta extra hänsyn och anpassa ljusdesignen utifrån det. Exempelvis är akvatiska ekosystem och öppna landskap mer känsliga när man använder sig av höga ljuspunkter. I ekosystem med mycket vatten så kan ljuset reflekteras över mycket långa avstånd och stora ytor. I öppna landskap kan ljuset också spridas långt då det inte finns några fysiska hinder för det.

Många arter i eller i närheten av akvatiska ekosystem uppvisar ljuskän-

lighet och är skyddade, till exempel grodor och fiskar. Belysning i eller nära akvatiska ekosystem kan orsaka en förändring i rovdjurförhållanden som kan påverka skyddade arter. Därför bör försiktighetsprinciper användas för att undvika ekologiska effekter i och nära akvatiska ekosystem och i öppna landskap. Under sådana förutsättningar kan lämpliga anpassningsåtgärder vara att kombinera schemaläggning, låga stolpar, avskärmning och färgtemperatur.

Anpassningar i färgtemperaturen kan användas för att undvika påverkan på enskilda arter. Exempelvis är fladdermöss mindre känsliga för rött ljus i våglängdsintervallet 590–650 nm. Risken är dock att man fortsatt får en påverkan på övriga arter vilket kan leda till en okänd påverkan på ekosystemet. Ljus i våglängder under 500 nm är möjligt för många arter att se, men detta ljus påverkar även dygnsrytmen på ett ofta oönskat sätt. Hos människor är det väl känt att melatoninproduktionen påverkas av blått ljus och att man därför ska undvika att använda telefoner och datorer sent på kvällen. Generellt finns därför skäl att tillämpa försiktighetsprincipen och då undvika så mycket ljus som möjligt under 500 nm. ●

Mål och medel mot ljusföroreningar längs statliga vägar och järnvägar



Foto: Annika Borg

Trafikverket är ansvarig för en stor del av belysningen längs våra statliga vägar och järnvägar. Ett övergripande mål är att minimera påverkan på miljön, samtidigt som säkerheten ökar. I sitt arbete använder Trafikverket internationella standarder, och samarbetar med Transportstyrelsen som nu kommer med nya föreskrifter där miljöeffekterna i belysningsstrategin poängteras.

Trafikverket bygger och förvaltar elektrisk belysning på vägar, broar, plattformar, bangårdar och i tunnlar. Trafikverket har ca 210 000 ljuspunkter och landets samtliga kommuner ca 310 000 ljuspunkter på statlig väg utanför tätort (ljus som når naturområden). Totalt i Sverige uppgår kommuners och statens vägbelysning till totalt 2,5 miljoner ljuspunkter, medräknat all belysning i tätorterna. Den mesta av vägbelysningen längs

med statliga vägar är alltså kommunal och hur kommuner hanterar önskat ljus varierar från kommun till kommun.

Belysningen längs Trafikverkets väg- och järnväg ska utgå ifrån de transportpolitiska målen, funktionsmålen samt förordningar och myndighetsföreskrifter. Transportförsörjningen ska vara samhällsekonomiskt effektiv och långsiktigt hållbar, och ta hänsyn till säkerhet, miljö och hälsa. Mer specifikt finns bestämmelser om tekniska parametrar såsom ljusnivåer och

bländning. Vägbelysning hanteras i Miljökonsekvensbeskrivningar (MKB) av nya projekt enligt Miljöbalken (SFS nr. 1998:808).

Trafikverket har även interna styrande dokument för när och hur belysning ska anordnas vid väg och järnväg. Kraven i dessa bygger oftast på internationella standarder, forskning samt tekniska rapporter från CIE (Internationella belysningskommissionen). Trafikverket samarbetar med Transportstyrelsen inom forskning och i att ta fram föreskrifter. Som ett exempel föreslås att det i kommande *Föreskrifter om tekniska egenskapskrav vid byggande på vägar och gator* (arbetstitel) från Transportstyrelsen anges att: "Ljuskällor från belysningen ska minimeras, så att negativa effekter för djurliv begränsas."

Innebörden av detta specificeras ytterligare i de allmänna råden:

- Ljuskällor som påverkar ljuskänsliga och hotade eller skyddsvärda arter bör begränsas särskilt.
- Belysning bör utformas så att barriäreffekter, som försvårar djurs naturliga rörelsemönster, minimeras. Det kan exempelvis göras genom att minska den rumsliga spridningen från ljuskällor eller att effektreducera belysningen under lågtrafik.

Föreskrifterna beräknas gå ut på remiss och beslutas under 2021.

Nyttan ska överväga negativa effekter

För att driva elektrisk belysning krävs en icke försumbar mängd energi och det påverkar vår miljö. Belysningen utomhus ger även en negativ påverkan på biologisk mångfald och människans möjlighet att studera rymden. Regel nummer ett är att om belysning ska installeras så ska nyttan överväga de negativa effekterna. Det är en svår avvägning att välja mellan exempelvis trygghet för människor och påverkan på nattlevande djur, och ibland behövs kompromisser. Effektsambanden av belysning behöver studeras mer som hjälp vid

sådana avvägningar. Målet är att utifrån ny teknik och kunskap minimera påverkan på miljö och samtidigt öka säkerhet och tillgänglighet.

Internationellt engagemang

Trafikverket är engagerade internationellt i organisationer inom forskning och standardisering och har även egna forskningsanslag. Inom CIE publiceras standarder och rekommendationer för belysning i samarbete med andra internationella organisationer såsom IAU (International Astronomical Union). Där finns bland annat en guide om hur störande ljus från utomhusbelysning kan begränsas. Just nu arbetar flera arbetsgrupper inom CIE med tekniska rapporter om utomhusbelysningens påverkan på omgivningen, bland annat leder Annika Jägerbrand vid Högskolan i Halmstad kommittén *Artificial Lighting and its Impact on the Natural Environment*.

Viktig kunskap genom studier

Från Trafikverkets egna forskningsanslag kom studien *LED-belysningens effekter på djur och natur med rekommendationer* (se artikel på sid. 7), och nyligen beviljades projektet *Ekologiska effekter av vägbelysning på insekter och ljuskänsliga arter: bestämning av tröskelvärde i belysningsstyrka för positiv fototaxis och dammsugningseffekt i olika känsliga habitat*, även detta lett av Annika Jägerbrand vid Högskolan i Halmstad.

Regeringen har gett Trafikverket i uppdrag att redovisa vilka åtgärder man vidtagit och avser att vidta för att stärka förutsättningar för pollinatörer. En åtgärd är att implementera rekommendationerna från dessa studier.

Regelverken släpar alltid efter teknik och kunskap men förhoppningen är att detta ska kunna påskyndas genom närmare samarbete och engagemang mellan akademien och infrastrukturförvaltarna. ●



Illustration: Fredrik Saarkoppel

LÄS MER

Pollard, N.E. et al. (2017). *Guide on the limitation of the effects of obtrusive light from outdoor lighting installations*, (2:a utg), CIE 150;2017. Kan köpas från cie.co.at/.

TEXT:

Petter Hafdel,
specialist inom belysning,
Trafikverket

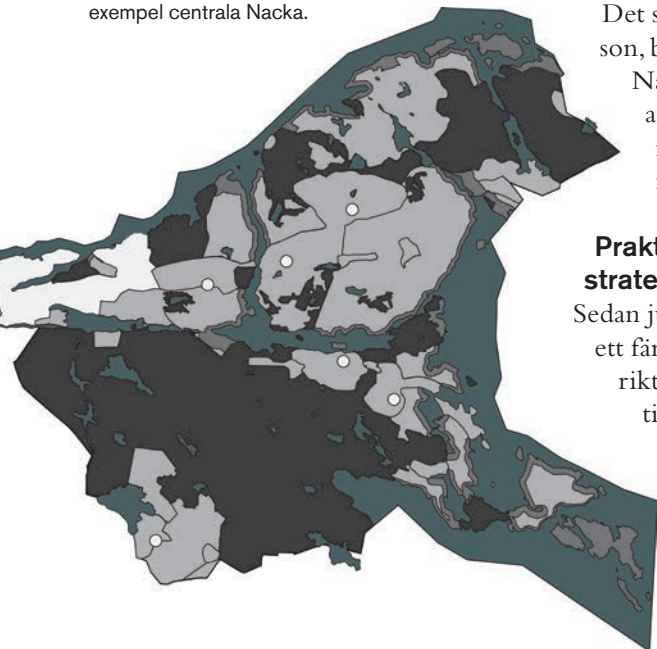


Foto: Hampus Mörtson

Nacka kommun: Plan för belysning ger hållbara miljöer

Nacka kommun har sedan tre år tillbaka enhetliga riktlinjer för offentlig belysning i kommunen. Här finns biologiska förutsättningar med som en viktig faktor. En indelning av kommunen i miljözoner ligger till grund för gränsvärden för störande ljus.

Riktlinjerna innehåller gränsvärden för störande ljus, baserat på ett zonerings-system, med fyra "miljözoner". Zon 1 motsvaras av natur- och rekreationsområden, det vill säga områden med lite ljus, och zon 4 av stadskärnor och handelsområden, till exempel centrala Nacka.



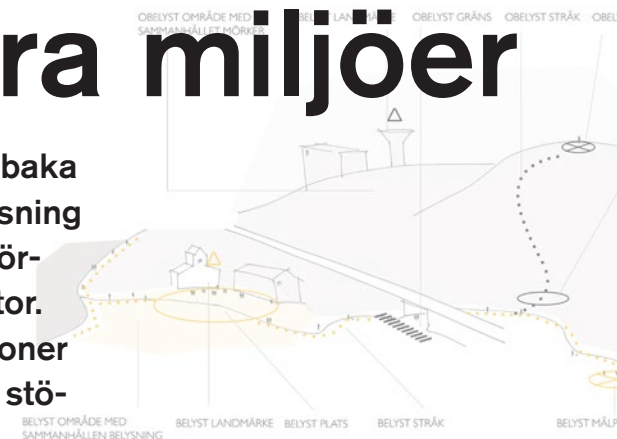
Det övergripande målet för verksamheten i Nacka kommun lyder "Ett hållbart Nacka", och det ska genomsyra all verksamhet inom kommunen. Detta, tillsammans med den övergripande visionen "Öppenhet och mångfald", har legat till grund för de riktlinjer för belysning som arbetats fram, och ska genomsyra ljusplaneringen och de färdiga ljusmiljöerna i kommunen.

Tidigare använde man utomhusbelysning enbart för funktionella syften. Men ljusets olika kvaliteter, värden och syften har blivit mer och mer aktualiserade.

Det säger Marika Andersson, belysningsingenjör vid Nacka kommun, och ansvarig projektledare för framtagandet av riktlinjerna.

Praktiskt och strategiskt verktyg

Sedan juni 2017 finns alltså ett färdigt dokument med riktlinjer som nu ligger till grund för arbetet med belysning i hela kommunen. Riktlinjerna lyfter fram belysningens roll för en ekologiskt, socialt och ekonomiskt



hållbar utveckling.

Dokumentet *Riktlinjer och förhållningssätt för offentlig belysning i Nacka* är både ett praktiskt och strategiskt verktyg, som används i nyexploateringar och stadsutvecklingsprojekt, men också i de fall där man byter ut befintlig belysning.

Här beskrivs platsspecifika behov och förutsättningar i fyra kategorier. Tre av dem, rumsliga, sociala och identitetsskapande förutsättningar, finns sedan tidigare beskrivna och definierade. I riktlinjerna för offentlig belysning har man lagt till biologiska förutsättningar, som tar hänsyn till behovet av mörker, och beskriver risken för störningar från ljus både på människors hälsa och på djur och växter. Genom att lyfta fram de här olika aspekterna kan man tydliggöra om det finns motstående intressen, och även göra medvetna val i prioriteringar.

Miljözoner ger vägledning

Så vad säger riktlinjerna om hur belysning ska kunna främja ekologisk hållbarhet? En viktig del är självklart den klimatpåverkan som energiförbrukningen ger upphov till. Belysningen kan också bidra till hållbara resor, genom att göra det mer attraktivt och säkert att använda cykelbanor, till exempel till och från knutpunkter för kollektivtrafik.

Ljusföroreningar och risken för störningar för djur och växter får ett eget stycke i riktlinjerna. Med hjälp av en indelning i olika miljö-



Marika Andersson

zoner, ges en vägledning i hur man bör planera och bygga belysning för att minska negativ påverkan på den omgivande naturen. Rekommendationen när det gäller det som benämns miljözon 1 (natur- och rekreationsområden), är att en inventering av djur- och växtarter och deras känslighet ska ligga till grund för beslut om belysning.

- Det betyder att belysningsfrågan ska vara överordnat andra aspekter. Finns det arter som tar skada av det artificiella ljuset så behöver vi arbeta med belysningsplaneringen så att den inte förstör djurens eller växternas omgivning, genom att ljussätta platsen eller området, alternativt planera belysningen, så att det inte påverkar arten negativt, säger Marika Andersson.

Viktigt med mörker

En god ljusmiljö bygger på balans mellan ljus och mörker. Det kan vara viktigt att avstå från belysning, och på så sätt bevara och utveckla de mörka miljöerna. Belysningen ska planeras så att större sammanhängande naturområden utan belysning bevaras. De gröna kilar för biologisk spridning som finns i kommunen in mot Stockholm, har förutsättning att också utgöra "mörka kilar". Där ska sammanhängande områden utan artificiellt ljus värnas, och störande ljus minimeras. Även mörka oaser bör värnas, för människor och djurliv.

- Den första fråga man bör ställa sig vid en belysningsplan för ett naturområde är: ska vi över huvud taget ljussätta här? Därefter kommer frågan på vilket sätt ljussättning ska ske. Det kan behövas en dialog med kommunens ekolog som har god kännedom om de ekologiska förhållandena på platsen, och en naturvärdesinventering för att identifiera värdefulla områden för biologisk mångfald, och vilka arter som finns just här, berättar Marika Andersson.

Utifrån vad som kommer fram i naturvärdesinventeringen kan det bli fråga om att försöka tillgodose olika mål, som ibland står i konflikt med varandra. Värnandet av sällsynta arter och viktiga biotoper kan krocka med kommunens mål att skapa trygga miljöer för invånarna. Här ger riktlinjerna som tagits fram en vägledning:

- Det kan röra sig om att reglera höjden på armaturen, välja en väl avbländad armatur, eller använda närvarostyrning och tidsstyrning av ljuskällorna - alternativt kombinera dessa lösningar, säger Marika.

Hon berättar att man också arbetar med ljusets kvalitet och färg, för att nå en optimal situation för människor och djur. I vissa fall släcks

belysningen, till exempel vid lekplatser, vid en viss tid på kvällen för att inte störa djurlivet.

En betydande framgångsfaktor i arbetet har varit projektgruppens sammansättning, som vid sidan av konsulterna White och deras ljusdesigner Clara Fraenkel, bestod av en mångfald av olika yrkesgrupper - från trafikplanerare och landskapsarkitekter till kommunantikvarie. Kommunekologen kom in i projektarbetet när de började arbeta med de biologiska förutsättningarna.

Vid sidan om de uppenbara fördelar en generell strategi kan ha för planeringen av kommunens belysning, har arbetet med riktlinjerna påverkat hur man pratar med varandra. Marika berättar:

- Det här har hjälpt yrkesgrupper inom kommunen att prata samma språk i olika projekt, trots deras olika kunskap, bakgrund och roller. •

TEXT:

Annika Borg,
kommunikatör och
redaktör vid
SLU Centrum för
biologisk mångfald



EXEMPEL PÅ PROJEKTERINGSARBETE: BOOTIPPEN – DALKARLSÄNGEN

I östra delen av Nacka kommun ligger den gamla deponin Bootippen, i området Dalkarlsängen. En detaljplan ska upprättas för området, med ny vägförbindelse, rekreationsområde, skola och bostäder. Deponin inom området planeras att sluttäckas, och här ska det skapas ett rekreationsområde. Här finns höga naturvärden, och en naturvärdesinventering har gjorts. Rapporterna från inventeringarna har visat att det inom området finns flertal skyddsvärda lövträd men också många äldre och gamla tallar. Man har även observerat groddjur som vanlig groda, vanlig padda, mindre vattensalamander, större vattensalamander samt vissa artskyddade fågelarter. Checklistorna som finns i riktlinjerna för offentlig belysning har använts för belysningsplaneringen för området, och information som redovisats i inventeringsrapporterna har tagits till vara. Den planerade lekparken ska få belysning med mycket väl avbländande armaturer, samt parkvägen till lekparken med några få avbländande parkarmaturer. En pulkabacke kommer vintertid vara belyst med tidsstyrning. Resterande stråk runt och på den framtida kullen kommer att vara obelysta.



Belysningens miljöeffekter uppmärksammas nu allt mer på många håll i Europa. Att frågan tas på allvar inom naturvården har förstås flera orsaker, men i Tyskland var en avgörande faktor hotet mot insekterna.

Artificiell belysning har många positiva effekter; den främjar det sociala livet kvällstid, skapar säkerhet och skyddar mot olyckor. Men forskningen visar nu allt tydligare på den artificiella belysningens olika och huvudsakligen negativa effekter på djur och växter. I Tyskland har fram till helt nyligen de ekologiska och tekniska förutsättningarna endast undantagsvis legat till grund för belysningsplaneringen i städer och urbana miljöer. Att nu också de negativa miljöeffekterna av belysningen uppmärksammas alltmer beror på det nya kunskapsläget, men också på att belysningen ökar kraftigt. I enlighet med EU:s ekodesigndirektiv (2009/125/EG) ersätts föråldrad och energislukande belysning i offentliga utrymmen. Men eftersom den nya LED-belysningen är billigare både att köpa och använda blir resultatet ofta att man passar på att öka den totala användningen av belysning – den så kallade rebound-effekten.

Studie ledde till handlingsprogram

I Tyskland har förmodligen den så kallade Krefeld-studien varit en avgörande faktor för detta ökade fokus på ljusföroreningar inom naturskydd och miljöpolitik. Studien visade

Foto: J-O Heide

Naturvårdshänsyn i riktlinjer för artificiell belysning i Tyskland

på en 76-procentig minskning av biomassan av flygande insekter från 1989 till 2016 i 63 skyddade områden i Tyskland. För att stoppa och vända denna utveckling antog den federala regeringen ett handlingsprogram för insektskydd 2019.

Handlingsprogrammets åtgärder

Ett av de nio åtgärdsområdena var att minska ljusföroreningar, bland annat genom att minska belysningen totalt sett och att främja en övergång till mer insektsvänlig belysning.

De enskilda åtgärderna omfattar att:

- Utarbeta bestämmelser för att reducera ljusföroreningar och deras skadliga effekter på insekter. I synnerhet bör krav för konstruktion och drift av konstgjorda ljuskällor utarbetas. Detta gäller exempelvis för allmän väg- och gångbelysning, utan att för den skull åsidosätta säkerhetskrav. Produktion och användning av så kallade ljusfällor för insekter (elektriska insektsfångare) bör förbjudas enligt lag.
- Granskning av stödprogram i kommunala områden och vidareutveckling av dessa med avseende på tekniska krav och kriterier för miljöanpassad belysning.
- Ta fram produktrelaterade föreskrifter för att

stödja utvecklingen av insektsvänliga ljuskällor. Detta inkluderar bland annat granskning och översyn av befintliga bestämmelser för alla typer av belysning i utomhusområden (till exempel den tyska DIN-standarderna) och miljövänlig certifiering (miljömärkningen Blaue Angel).

- Minska ljusspridningen från statens fastigheter och utveckla riktlinjer för att minska ljusföroreningar från dessa fastigheter.
- Ta fram rekommendationer för att undvika ljusföroreningar för alla delstater, kommuner, områdesförvaltare, planerare, företag och privatpersoner.

Riktlinjer för utomhusbelysning

Genom de nyligen publicerade riktlinjerna för utomhusbelysning har ett första steg tagits för att undvika ljusföroreningar och för en belysningsplanering baserad på ekologiska och tekniska förutsättningar. Riktlinjerna innehåller en sammanfattning av kunskapsläget, en överblick över ljusets roll för organismer samt ljusberoende beteenden och processer och hur dessa kan påverkas, och en översikt över de väsentliga rättsliga grunderna och befintliga juridiska kryphål. De innehåller också rekommendationer kring teknik och metod för att undvika ljusföroreningar inom belysningsplaneringen. ●

LÄS MER

Tyska riktlinjer för ny- och ominstallation av utomhusbelysning, BfN-skrift 543:

Schroer, S., Huggins, B., Böttcher, M. & Hölker F. (2019). Leitfaden zur Neugestaltung und Umrüstung von Außenbeleuchtungsanlagen. Anforderungen an eine nachhaltige Außenbeleuchtung.

Skrift från Tyska handlingsprogrammet för insektskydd, BMU:

Aktionsprogramm Insektenschutz Gemeinsam wirksam gegen das Insektentorben (2019). Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU).

Skrift från Tyska handlingsprogrammet för insektskydd, BMU-skrift 336:

Held, M., Hölker F. & Jessel B. (2013). Schutz der Nacht – Lichtverschmutzung, Biodiversität und Nachtlandschaft.

TEXT:

Marita Böttcher, Nationella naturvårdsmyndigheten i Tyskland (Bundesamt für Naturschutz)



Foto: privat

SLU Artdatabanken är ett kunskapscentrum för Sveriges arter och naturtyper. Vi bidrar till en hållbar förvaltning av naturresurser genom att samla in, analysera och tillgängliggöra data samt beskriva och presentera fakta om biologisk mångfald. Vi samverkar nationellt och internationellt med naturvårdsnyttan i fokus. Vi finns liksom CBM på SLU:s campus Ultuna i Uppsala. Kontakt: SLU Artdatabanken, Box 7007, 750 07 Uppsala. artdatabanken@slu.se, www.artdatabanken.se

Avgörande år för världen framöver

Det som skulle bli superåret för biologisk mångfald fick sig en törn. Planerade mötesplatser om naturvård har ställts in, men drivkrafter bakom förlust av biologisk mångfald kvarstår. Kan pandemin väcka insikt för att vända utvecklingen?

För en effektiv naturvård behövs kunskap om den biologiska mångfalden, arter och naturtyper. Denna kunskap behöver vara lättåtkomlig och användbar så att samhällets olika aktörer ges möjlighet att agera. Här drar SLU Artdatabanken sitt strå till stacken. Men det räcker inte! Globalt har den mellanstatliga plattformen för biologisk mångfald, IPBES, dragit slutsatsen att en genomgripande samhällsomställning behövs för att bevara biologisk mångfald och ekosystemtjänster. I det arbetet behöver alla delta.

Alternativa sätt att värdera välfärd

Vad är då en genomgripande samhällsomställning? IPBES föreslår en rad åtgärder där viktiga delar är att precisera, leva upp till och genomföra sådant som vi faktiskt redan är överens om i globala miljörelaterade avtal. Det behöver vi bevaka och följa upp. Kanske ännu svårare men väl så viktigt är slutsatsen att vi också behöver ändra vårt tänkesätt om vad som kännetecknar ett gott liv, vår konsumtion och produktion av avfall, värderingar och ansvar för våra handlingar. I IPBES lyfts också behov av nya teorier som mäter ekonomin i förhållande till hur människors behov kan tillgodoses utan att överskrida jordens ekologiska gränser. Ett nytänkande som, för att slå igenom, borde diskuteras mer och med den växande generationen involverad.

Använda befintliga styrmedel

EU höjer ambitionsnivån i en ny strategi för biologisk mångfald, betonar dess betydelse för ekonomin samt slår fast att EU ska bli världsledande på att hantera den globala mångfaldskrisen. Det är bra! Nu är det upp till bevis om vi genom till exempel skärpningar i EU:s fiske- och jordbrukspolitik gör det möjligt att nå upp till målen. (EU lägger nu också förslag till finansiering för naturvårdsåtgärder för perioden 2021–2027.) Nog är

det dags att prioritera biologisk mångfald!

Måste det bli sämre innan det blir bättre?

Det som påverkar flest rödlistade arter i Sverige är markanvändning inom jord- och skogsbruk. Det beror bland annat på att skog är en dominerande del av Sveriges natur och att jordbrukslandskapet har genomgått stora förändringar de senaste hundra åren. En tydlig påverkan ger avverkning som minskar arealen skog där viktiga strukturer för många rödlistade arter upprätthålls, till exempel gammal skog. Det är också igenväxning genom upphört bete och slåtter av naturgräsmarker, eller trädplantering och förtätning av skogar samt genom brist på naturlig störning, till exempel brand eller översvämning. En nyligen publicerad rapport till EU sammanfattar bevarandestatusen för naturtyper och arter. Bland direktivets listade naturtyper och arter är endast 20 respektive 40 procent i god status. Den biologiska mångfalden är hårt trängd i såväl Sverige som i andra EU-länder.

Vad kan man göra?

SLU Artdatabankens vision är "En rik och känd natur". Vi vill att fler ska få kännedom om biologisk mångfald och dess värde. Med kunskap tror vi att viljan till insatser för att bevara naturen ökar.

För att nå mål om biologisk mångfald behöver vi samarbeta mellan alla samhällets sektorer. Artdatabanken vill fortsätta att bidra med underlag och verktyg och underlätta detta. Låt oss också sprida och återanvända goda exempel från enskilda brukare, privatpersoner, föreningar, kommuner eller regioner och med ömsesidig respekt ta tillvara varandras kunskaper och erfarenheter. För vårt och naturens bästa.

TEXT (vänster sida):

Lena Tranvik,

tf chef SLU Artdatabanken



Övriga texter:

Johan Samuelsson,

SLU Artdatabanken



Ljus lockar

Ett bra sätt för att utforska mörkrets myller av liv är att använda en stark lampa med ett brett ljusspektrum riktad mot ett lakan. Du kommer att hänföras av vad du kan hitta.

Tyvärr har utebelysningen i samhället samma effekt!



Foto: Karin Ahnér

Det är mycket angeläget att nya resurser satsas på att miljöövervaka insekter. Utvärderingen av arters status och trender, till exempel i rödlistan, försvåras av att det saknas mätserier på mängden insekter över tid. Högst sannolikt har många insekter minskat under 2000-talet utan att vi har kunnat detektera detta.

Allt fler studier visar att artificiell belysning är en betydande orsak till ett minskat antal insekter i olika delar av världen. En stor del av våra insektsarter är nämligen nattaktiva och påverkas negativt när deras orienteringsförmåga, födosökrutiner och parningsbeteende störs av artificiella ljuskällor. De viktigaste påverkansfaktorerna för

de rödlistade arterna är avverkning och igenväxning. Men även ljusföroreningar påverkar antalet insekter och bör uppmärksammas mer.

Vi kan minska problemet genom att minska ljusstyrka och antalet ljuskällor i samhället, och börja planera utebelysningen med hänsyn till bland annat insekter och fladdermöss.

Trettio år med svensk naturvård

Det har gått 30 år sedan Artdatabanken bildades. Det har hänt mycket inom svensk naturvård inom denna period. Ändå finns det så mycket mer att göra.



I foldern finns en tidslinje med händelser i svensk naturvård och från Artdatabankens verksamhet.

Under 1970-talet började kollegerna Torleif Ingelög, Ingemar Ahlén och Bengt Ehnström arbeta mer målmedvetet för att råda bot på bristen på kunskap om markanvändningens inverkan på flora och fauna. De samarbetade med specialister och med Projekt Linné vid Naturhistoriska riksmuseet och det resulterade i de första rödlistorna för några olika

artgrupper i mitten av 70-talet. Åren därefter publicerades banbrytande handböcker som Faunavård- respektive Floravård i skogsbruket. Men, det saknades ett samlat grepp på frågor om artbevarande. Därför startade man i början av 80-talet "Databanken för hotade arter" som ett projekt vid Sveriges lantbruksuniversitet. I juli 1990 blev verksamheten en egen enhet,

gemensam för SLU och Naturvårdsverket. I en folder som är tillgänglig från SLU Artdatabankens webbplats har vi samlat nedslag av händelser i svensk naturvård och för Artdatabanken de senaste trettio åren. Det är otroligt mycket som har hänt, och vi på SLU Artdatabanken är stolta över att ha haft möjligheten och förmånen att vara med på den resan.

BOKANMÄLNINGAR



MÖRKERMANIFESTET

Johan Eklöf
Natur & Kultur

Ljus och mörker har styrt livet i miljard år, med en uråldrig och taktfast rytm – ända tills glödlampan uppfanns. I dag dominerar gatlyktor och fasadbelysningar natten och på bebyggda platser blir det sällan helt mörkt. Att se stjärnhimlen en molnfri natt är en sällsynt upplevelse. Ljusföreningar har seglat upp

som ett av våra verkligt stora miljöproblem, om än obekant för de flesta. Flyttfåglarnas navigering störs, sköldpaddorna går vilse på väg till strandkanten och insekternas pollinering uteblir. Mörkermanifestet är en bok om vårt behov av det naturliga mörkret och vikten av att låta den uråldriga rytmen ha sin gång – såväl för den biologiska mångfaldens skull som för människans väl och ve. Boken utkommer i mitten av oktober,

Johan Eklöf är disputerad biolog och en av Sveriges främsta experter på fladdermöss. Han bor i Västergötland och arbetar som naturvårdare och copywriter.



KORNAS PLANET

Gunnar Rundgren & Ann-Helen Meyer von Bremen
Ordfront förlag

Kon har varit människans följeslagare under 11 000 år och spelat en avgörande roll för att bygga samhällen och kulturer. Idag har många kor förvandlats till hårt jobbande industriarbetare. I dagens klimatdebatt tas sällan hänsyn till kons fantastiska mångsidighet och hennes viktiga bidrag till ett

uthålligt livsmedelssystem.

Författarna Gunnar Rundgren och Ann-Helen Meyer von Bremen menar att kon är en viktig kompanjon för att bygga en mer hållbar värld, men då måste hennes mångsidighet tas tillvara. I boken blandar författarna sina egna erfarenheter som nyblivna koägare med historia och vetenskapliga rön.

Ann-Helen Meyer von Bremen är journalist och författare. Gunnar Rundgren är lantbrukskonsult, författare och skribent. Båda skriver om lantbruk, mat och miljö och är även flitigt anlitade föredragshållare. Tillsammans driver de också ett litet lantbruk, Sunnansjö Gård, med grönsaksodling och några kor.



FÖLJ DET GRÖNA SPÅRET! – BARA FORTSÄTT ATT TA HAND OM GAMLA NYTTOVÄXTER

Agneta Magnusson
Agneta Magnusson Kultur

Agneta Magnusson har på eget förlag givit ut boken *Följ det gröna spåret! – Bara fortsätt att ta hand om gamla nyttoväxter* (2020).

Agneta är en kulturväxtnestor med bakgrund i Föreningen Sesam, men också i den lokala

Föreningen Leksands kulturväxter, och i denna bok presenterar hon ett axplock av människor i Leksandstrakten som brinner – eller brann – för att bevara kulturväxterna i såväl praktik som teori. Det handlar om människor som visar att gråärt, brytsockerärter,

kålrötter och andra växter i allra högsta grad handlar om såväl kultur som passion. I boken skildras även ett antal lokala kulturväxtsorter som dessutom åtföljs av recept av både mat och dryck.

Alla dessa växter har sin särskilda roll att fylla, men i det moderna samhället har de knappt längre någon plats och glöms bort. Men var är de människor som framöver ska bevara växterna, inte bara generna, utan också kunskapen – och deras plats i människors identitet?

Tack till alla artikelförfattare:

Manisha Bhardwaj	Jens Rydell
Annika Borg	Johan Samuelsson
Marita Böttcher	Kamiel Spoelstra
Johan Eklöf	Maria Nilsson Tengelin
Annika K. Jägerbrand	Lena Tranvik
Petter Hafdell	Jonas Victorsson
J-O Helldin	Susanne Åkesson
Olle Håstad	

NATURSKYDDSFÖRENINGENS GUIDE: UT I NATUREN

Erik Hansson
Bonnier Fakta

Att ta klivet ut i naturen kan vara en utmaning. Vart ska man gå? Och vad gör man där? Naturskyddsföreningens guide ger dig inspiration till att hitta ut i det fria och kunskap som lyfter dina naturupplevelser till en ny nivå. *Ut i naturen* är en praktisk vägvisare med förslag på 100 aktiviteter och upplevelser ute i naturen. Boken är uppdelad efter säsong – från vår till vinter, och beskriver aktiviteter för hela landet.

