



Vägar som barriärer för marklevande rovskalbaggar (Coleoptera: Carabidae, Staphylinidae) – kan motorvägar hindra spridning av arter?

*Roads as barriers for epigeic beetles (Coleoptera: Carabidae,
Staphylinidae) – could highways hinder the dispersal of species?*

Viktor Gårdman

Självständigt arbete • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap • Institutionen för ekologi
Biologi och miljövetenskap

Uppsala 2021



Vägar som barriärer för marklevande rovskalbaggar
(Coleoptera: Carabidae, Staphylinidae) – kan motorvägar
hindra spridning av arter?

*Roads as barriers for epigeic beetles (Coleoptera: Carabidae,
Staphylinidae) – could highways hinder the dispersal of species?*

Viktor Gårdman

Handledare: Mats Jonsell, SLU, Institutionen för ekologi
Bitr. handledare: Petter Andersson, Calluna
Examinator: Erik Öckinger, SLU, Institutionen för ekologi

Omfattning: 15 hp
Nivå och fördjupning: G2E
Kurstitel: Självständigt arbete i biologi
Kurskod: EX0894
Program/utbildning: Biologi och miljövetenskap
Kursansvarig inst.: Institutionen för vatten och miljö

Utgivningsort: Uppsala
Utgivningsår: 2021

Nyckelord: Jordlöpare, Kortvingar, Carabidae, Staphylinidae, Insekt, Väg, Spridning,
Barriär, Fragmentering

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap
Institutionen för ekologi

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Läs om SLU:s publiceringsavtal här: <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

☒ JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

☐ NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.

Sammanfattning

Denna studie ämnade undersöka huruvida vägar kan fragmentera marklevande rovskalbaggar till den grad att artsammansättningen på de olika sidorna om vägarna skiljer sig åt. Studien undersökte även om barriäreffekten ökar med en bredare väg och/eller högre trafikintensitet, om barriäreffekt påverkar arter med olika kroppsstorlek olika starkt, samt om jordlöpare och kortvingar upplever olika stark barriäreffekt. För att testa frågeställningarna sattes fallfällor på östlig och västlig sida om tre olika vägtyp: grustag, landsväg och motorväg. Infångade jordlöpare och kortvingar artbestämdes och ett flertal PERMANOVAs utfördes för att undersöka om det fanns en signifikant skillnad i artsammansättning mellan vägarnas sidor. Resultaten tyder på att vägar kan utgöra en viss barriär för marklevande rovskalbaggar och att barriäreffekten beror av vägtyp. En bredare, mer trafikerad väg utgjorde en större barriär än en smalare, mindre trafikerad väg. Kroppsstorlek påverkade inte barriäreffekten. Familjetillhörighet hos arterna verkar inte heller påverka effekten. För motorväg och grustag påverkade inte heller miljöfaktorerna nordkoordinat, markanvändning eller täckningsgrad provpunkternas artsammansättning. Däremot var alla dessa miljöfaktorer signifikanta som förklaringsvariabler vid landsvägen.

Sammanfattningsvis verkar vägar till viss del kunna utgöra barriärer för marklevande rovskalbaggar. Effekten beror av vägtyp och en större, mer trafikerad väg utgör en större barriär än en smalare, mindre trafikerad väg.

Nyckelord: Jordlöpare, Carabidae, Insekt, Väg, Spridning, Barriär, Fragmentering

Abstract

This study aimed to see whether roads can fragment epigeic beetles to the degree that the species composition on opposite sides of the road differs, and to examine whether this barrier effect is greater at a wider road with heavier traffic. It also aimed to investigate if the barrier affected beetles of different sizes differently and if there was a difference in the effect between carabids and rove-beetles. To test the hypotheses, pitfall-traps were placed at opposite sides of roads. Three types of roads were used: shacks, a country road and a highway. Catches of epigeic beetles were identified and multiple PERMANOVA's were made to determine whether roads can have a significant effect on species composition. The results indicate that roads do act as barriers for epigeic beetles. There was a difference in barrier effect between the different roads, where a wider road with more heavily traffic was a greater barrier than a smaller road with less traffic. No clear effects were seen between the different families. Physical size did not affect the barrier effect. For the shacks and highway, no environmental variable was significant as explanatory variable for species composition. For the country road, all environmental variables (plant cover, land-use and north coordinates) were significant.

In conclusion, roads can potentially act as barriers for epigeic beetles. Wider roads with more traffic creates a greater barrier than a smaller road with less traffic.

Keywords: Carabids, Carabidae, Insect, Road, Dispersal, Barrier, Fragmentation

1. Tabellförteckning

Tabell 1. R^2 och p-värden för interaktionseffekt mellan vägtyp och vägsida som förklaringsvariabler för artsammansättning, testat via PERMANOVA....	19
Tabell 2. R^2 och p-värden för parvisa PERMANOVA:s med öst-västlig sida om vägen som förklaringsvariabel och artsammansättning som responsvariabel.	20
Tabell 3. R^2 och p-värden för PERMANOVA:s med miljövariabler som förklaringsvariabler för artsammansättning.....	22
Tabell 4. R^2 och p-värden för parvisa PERMANOVA:s utförda för enbart jordlöpare respektive kortvingar, samt för arter större respektive mindre än 5 mm.	23

2. Figurförteckning

Figur 1. Områden med provpunkter för de olika vägtyperna..	15
Figur 2. Exempel från de olika vägtyperna.....	16
Figur 3. Totalt antal arter och individer fångade vid de olika vägtyperna.....	18
Figur 4. NMDS av artsammansättningen vid de olika provpunkterna för varje vägtyp och öst-västlig sida om vägen.....	19
Figur 5. NMDS av artsammansättningen vid landsvägens provpunkter.	20
Figur 6. NMDS av artsammansättningen vid motorvägens provpunkter	21

Innehållsförteckning

1. Tabellförteckning	7
2. Figurförteckning	8
3. Inledning	11
4. Metod	14
4.1. Inventering	14
4.2. Analyser	16
5. Resultat	18
6. Diskussion	24
6.1. Vägen som barriär	24
6.2. Jordlöpare och kortvingar	25
6.3. Kroppstorlek	25
6.4. Miljövariabler	26
6.5. Slutkommentarer	26
Referenser	28
Tack	31
Bilaga 1	32

3. Inledning

Vägar utgör en omfattande exploatering av livsmiljöer och har stor påverkan på det omkringliggande landskapet, från att förändra hydrologiska förhållanden till att utgöra barriärer för organismer (Forman & Alexander 1998). Vägar kan vara barriärer genom att skrämja iväg organismer, döda dem via direkt påkörning, eller försämra omkringliggande habitat via blyförgiftning och saltning (Forman & Alexander 1998; Jackson & Fahrig 2011; Muñoz et al. 2015; Martin et al. 2018). Syftet med denna studie är att undersöka om vägar kan utgöra barriärer för marklevande rovskalbaggar till den grad att arter separeras på de olika sidorna om vägarna.

Under senare år har allt mer uppmärksamhet riktats mot hur vägar och trafik påverkar insekter, med speciellt pollinerare i fokus (Keller & Largiadèr 2003; Muñoz et al. 2015; Johansson et al. 2018). Amerikanska studier har visat att påkörning har stor påverkan på förekomsten av flygande insekter och att en ökad trafikintensitet dödar fler insekter (Martin et al. 2018). En studie uppskattade att så mycket som 20 000 000 fjärilar dog av påkörning varje vecka i staten Illinois (Mckenna et al. 2001) medan andra studier menar att så mycket som 40 000 000 000 pollinerare dör av påkörning i Nordamerika varje år (Baxter-Gilbert et al. 2015).

Men det är inte bara individer som påverkas negativt av vägar. Såväl populationer som arter kan helt separeras av vägar via genetiskt och fysisk fragmentering (Andersson m.fl 2017; Keller & Largiadèr 2003). Tidigare studier pekar mot att pollinerare undviker att passera över vägar (Bhattacharya et al. 2003), samt att förekomsten av vägar delvis kan förklara utbredningen av bin och getingar i landskapet på såväl individ- som artnivå (Johansson et al 2018). Man har även sett att artsammansättningen av bin och getingar kan skilja sig signifikant på olika sidor om en motorväg (Andersson et al. 2017). Hur starkt effekt vägar har som fragmenterare för en art eller population av pollinerare verkar delvis bero av artens spridningsförmåga och dess fysiska storlek (Askling et al. 2006; Andersson et al. 2017).

Pollinerare har alltså rönt stor uppmärksamhet inom vägekologi under de senaste åren. Vägars effekt på marklevande insekter har däremot inte blivit lika väl studerad. Jordlöpare (Coleoptera, Carabidae) och kortvingar (Coleoptera, Staphylinidae) är skalbaggsfamiljer som hyser många marklevande rovarter (Thiele 1977; Arnett & Thomas 2000). Speciellt jordlöpare ugör en välkänd taxonomisk

grupp där det finns god ekologisk kunskap (Thiele 1977). Även om de flesta arter av kortvingar och jordlöpare är marklevande så uppvisar många jordlöpare vingdimorfism, där ostabila populationer som tenderar att ha många migrerande individer utvecklar vingar, medan stabila populationer har en tendens att utveckla vinglösa individer i större utsträckning (Venn 2016). Det finns dock vissa släkter som är strikt vinglösa, däribland *Carabus* (Keller & Largiadèr 2003). Vad gäller kortvingar än kunskapen kring vingdimorfism och flygförmåga mycket sämre studerad (Hunter et al. 1991), men de flesta släkter verkar kunna vara kapabla att flyga (Markgraf & Basedow 2002). Arter av både strikt marklevande och flygande jordlöpare verkar dock drabbas negativt av vägar som barriärer, vilket indikerar att flygförmåga inte påverkar barriäreffekten i någon större utsträckning (Keller & Largiadèr 2003; Koivula & Vermeulen 2005; Deischel 2006; Noordijk et al. 2006). Inte heller vägens ålder verkar ha någon betydelse för vägens effekt som barriär för jordlöpare (Koivula & Vermeulen 2005).

De pollinerare som studerats i tidigare nämnda studier har varit dagaktiva (Baxter-Gilbert et al. 2015; Andersson et al. 2017; Martin et al. 2018). Många jordlöpare däremot är främst nattaktiva (Luff 1978). Dessa arter rör sig alltså under en period då trafiken är mindre intensiv, jämfört med trafikintensiteten under dagen (Trafikverket 2019; Trafikverket 2021a, 2021b). Om man bygger på resonemanget att många individer dör av direkt påkörning (Baxter-Gilbert et al. 2015; Martin et al. 2018) så skulle man kunna anta att nattaktiva arter upplever en mindre förlust av individer till följd av påkörning. En mindre förlust av individer, både på grund av påkörning men möjligtvis också för att en minskad trafikintensitet inte skrämmer bort lika många individer som en hög trafikintensitet, skulle då generera en mindre tydlig barriäreffekt. Kortvingar är generellt daglevande eller aktiva under hela dygnet (Chatzimanolis et al. 2004) och borde enligt detta resonemang alltså uppvisa en större barriäreffekt. Det finns studier som pekar mot en starkare fragmenteringseffekt vid urbana miljöer för kortvingar jämfört med fragmenteringseffekten vid samma områden för jordlöpare (Deischel 2006), vilket stärker detta resonemang. Som tidigare nämnt finns dock en barriäreffekt även hos många arter av jordlöpare (Keller & Largiadèr 2003; Koivula & Vermeulen 2005; Deichsel 2006; Noordijk et al. 2006), vilket går emot resonemanget. En jämförelse mellan vägens effekt som barriär på jordlöpare och kortvingar skulle bidra till förståelsen kring hur dessa grupper påverkas av vägar och om arternas ekologi spelar in.

Trots en ökande mängd forskning kring vägars påverkan på individer och populationer av marklevande rovskalbaggar saknas konkreta studier kring hur artsamhällen av marklevande rovskalbaggar påverkas av vägar. Sådan forskning skulle bland annat kunna ge insikt i vägars potentiella förmåga att minska invandring av marklevande rovskalbaggar till åkermark, vilket riskerar öka förekomsten av skadegörare på grödor (Coaker & Williams 1963; Kromp 1999). Förståelsen för vägars påverkan på marklevande rovskalbaggar skulle även kunna

ge inblick i vägnätens förmåga att isolera populationer i landskapet och skapa s.k. ”bottleneck effects”, som i värsta fall kan leda till lokala utdöenden (Keller & Largiadèr 2003).

Denna studie ämnade undersöka huruvida vägar kan fragmentera marklevande rovskalbaggar så till den grad att artsammansättningen på olika sidor om vägarna skiljer sig åt. Om arter fragmenteras av vägar så borde det synas en skillnad i artsammansättningen mellan vägens sidor. Ju större barriär vägen utgör, desto större borde skillnaden i artsammansättning mellan de olika sidorna om vägen vara. Då kroppsstorlek kan påverka barriäreffekten hos pollinerare (Andersson et al. 2017), är det möjligt att kroppsstorleken påverkar en potentiell barriäreffekt även hos marklevande rovskalbaggar. Tidigare forskning och arternas ekologi talar även för att det kan finnas en skillnad i barriäreffekt mellan kortvingar och jordlöpare (Luff 1978; Chatzimanolis et al. 2004; Deichsel 2006).

En inventering av marklevande rovskalbaggar (Coleoptera, Caraibdae; Staphylinidae) längst med vägkanter utfördes med hjälp av fallfällor. Tre vägtyper valdes: grustag, landsvägar och motorvägar. Grustagen valdes att representera områden utan barriär, där artsammansättningen borde vara likartad på båda sidor om vägen. Landsväg valdes att representera en mindre barriär och var tvåfilig med måttlig trafik. Motorväg valdes att representera en stor barriär och var fyrfilig, med tung trafik.

Fyra frågeställningar var i fokus för studien:

1. Utgör vägar en barriär för marklevande rovskalbaggar till den grad att det finns en signifikant skillnad i artsammansättning mellan de olika sidorna om vägarna?
2. Är en potentiell barriäreffekt större vid en bred väg med hög trafikintensitet än vid en smalare väg med lägre trafikintensitet hos marklevande rovskalbaggar?
3. Skiljer sig vägens potentiella effekt som barriär mellan jordlöpare och kortvingar?
4. Påverkar kroppsstorleken en potentiell barriäreffekt hos marklevande rovskalbaggar?

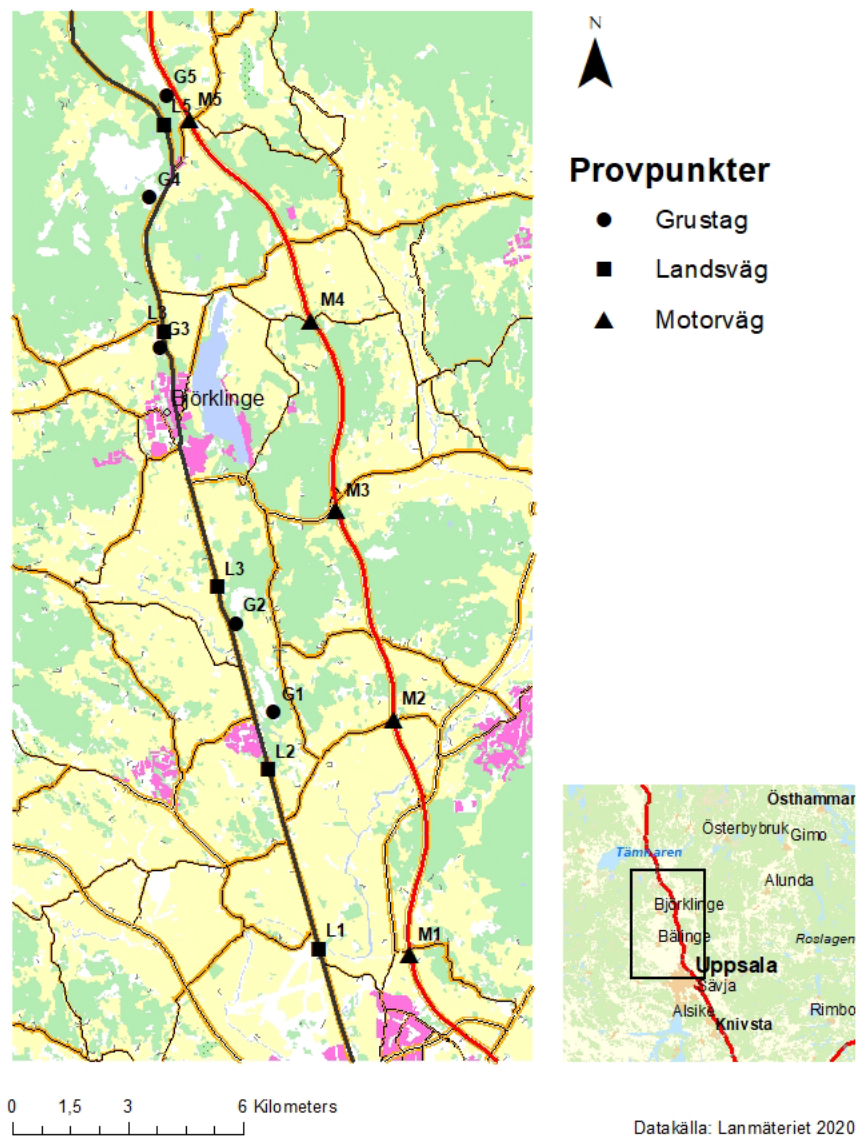
4. Metod

4.1. Inventering

Studien utfördes norr om Uppsala (Fig. 1). Alla vägtyper löpte parallellt i nord-sydlig riktning. Som motorväg valdes en sträcka av E4:an mellan Gamla Uppsala och Läby, med en genomsnittlig trafikintensitet på ungefär 6000 fordon per dygn, varav 1000 lastbilar (Trafikverket 2019). Bredden på motorvägen var ungefär 38 meter (Figur 2a). Som landsväg valdes Gävlevägen mellan Gamla Uppsala och Läby, med en genomsnittlig trafikintensitet på ungefär 3000 fordon per dygn, varav 250 lastbilar (Trafikverket 2021a, Trafikverket 2021b). Bredden på landsvägen var ungefär 12 meter (Figur 2b,c). Grustag som löper längst med Gävlevägen användes som områden utan trafik (Figur 2d). Fyra av grustagen var övergivna. Det femte grustaget var aktivt. Fällorna vid det femte grustaget sattes där motorfordon inte passerade. Bredden mellan fällorna vid grustagen var ungefär 15 meter.

Längst varje vägtyp valdes en sträcka på 25 kilometer. Längst sträckorna valdes sedan fem områden vardera med ungefär fem kilometers intervall. Varje område delades in i två provpunkter, en på vardera sida om vägen. Vid varje provpunkt sattes fem fallfällor med en meters intervall mellan varje fälla. Fällorna vid vägkanter sattes 1-2 meter från vägbanan, beroende på tillgänglighet.

Totalt användes alltså 5 fallfällor per provpunkt, 10 fällor per område, 50 fällor per vägtyp och 150 fällor totalt. Fallfällorna hade en diameter på nio centimeter och en höjd på elva centimeter. Fällorna sattes ut 26/3 -27/3 och fylldes med en 50% blandning av propylenglykol och vatten. Fällorna vittjades 22/5 och 24/5.



Figur 1. Områden med provpunkter för de olika vägtyperna. Trianglar representerar provpunkter vid motorväg, kvadrater provpunkter vid landsväg och cirklar provpunkter vid grustag.



Figur 2. Exempel från de olika vägtyperna. Övre vänstra hörnet (a), motorväg. Övre högra hörnet samt nedre vänstra hörnet (b,c), landsväg. Nedre högra hörnet (d), grustag.

Vid varje punkt noterades kringliggande markanvändning, täckningsgrad av växtlighet och nordkoordinat (Bilaga 1). Markanvändningen delades upp i kategorierna "lövskog", "barrskog", "åker", "gräsmark" och "grus". För täckningsgrad analyserades en 2 meter radie runt varje provpunkt och mängden växttäckning delades in i en procentsats med fem nivåer – 0, 25, 50, 75 och 100%. Dessa faktorer testades sedan som förklaringsvariabler.

4.2. Analyser

För att undersöka om det fanns en signifikant effekt av vägtyp och vägsida, samt interaktionseffekt mellan vägtyp och vägsida, på artsammansättning utfördes en bootstrap PERMANOVA med vägsida och vägtyp som förklaringsvariabler för artsammansättning.

För att testa om det fanns en signifikant skillnad i artsammansättning mellan öst-västlig sida om varje provpunkt utfördes en bootstrap PERMANOVA med parvisa jämförelser vid varje provpunkt och vägtyp. P-värdena justerades utefter mängden parvisa analyser.

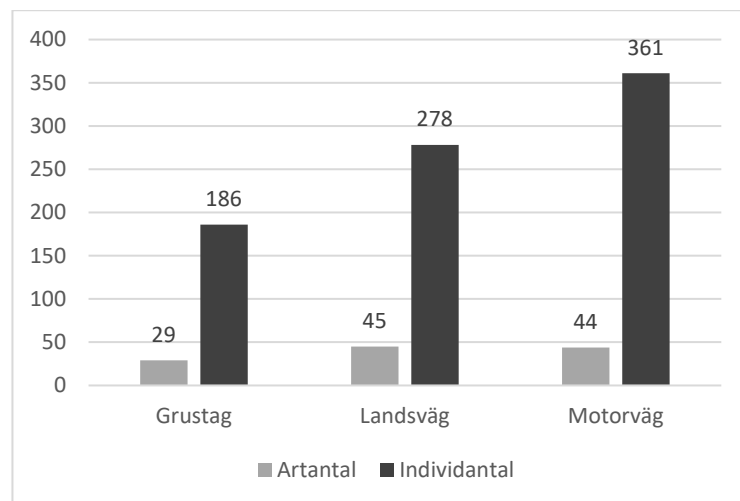
Alla fällor på vardera sida om respektive vägtyp poolades sedan och analyserade i ytterligare en PERMANOVA. Antagandet om homogenitet av multivariat fördelning som följer en bootstrap PERMANOVA testades via en ANOVA. Resultatet visualiserades via ett flertal NMDS. En visade artsammansättningar för varje provpunkt vid alla vägtyper, en visade provpunkterna med parvisa jämförelser vid enbart landsväg och en visade provpunkterna med parvisa jämförelser vid enbart motorväg. Stressen för de olika NMDS-graferna låg på 0.081-0.154 vilket ansågs godtagbart. En stress runt 0.1 anses god medan en stress över 0.2 anses vara för hög. En för hög stress innebär att grafen representerar artsammansättningen dåligt och en graf i tre dimensioner kan då krävas för att ge en bättre representation.

PERMANOVA:s utfördes sedan för alla miljövariabler (markanvändning, nordkoordinat och täckningsgrad), med artsammansättning vid provpunkterna som responsvariabel och miljövariabeln som förklaringsvariabel. Testerna utfördes även på alla vägtyper tillsammans för att undersöka miljövariablernas totala effekt på artsammansättningen. För att undersöka om kroppslängd var av betydelse delades arterna upp i "mindre än medianlängden för alla arter" respektive "större än, eller lika med, medianlängden för alla arter". Parvisa PERMANOVA:s utfördes sedan på dessa grupper för landsväg och motorväg. Samma analyser gjordes även på jordlöpare och kortvingar separat vid landsväg och motorväg.

För att illustrera art- och individantal vid de olika vägtyperna skapades ett stapeldiagram i excell. Alla andra analyser utfördes i R 3.6.3 (R Development Core Team 2020) med tilläggen VEGAN (Version 2.5-7), SPAA (Version 0.2.2) och EcolUtils (Version 0.1).

5. Resultat

Sammanlagt artbestämdes 825 individer av 73 arter kortvingar och jordlöpare. Vid motorvägen hittades 361 individer av 44 arter, vid landsvägen 278 individer av 45 arter och vid grustagen 186 individer av 29 arter (Figur 3; Bilaga 1). 26 av arterna representerades av enbart en individ. De vanligaste förekommande arterna var *Aleochara bipustulata*, *Bembidion gutulla*, *B. lampros*, *B. quadrimaculatum*, *B. obtusum*, *Tachyporus hypnorum*, *Cicindela campestris*, *Arpedium quadrum*, *Omalium septentrionis*, *Drusilla canaliculata*, *Amara aenea*, *A. communis*, *Anaulacaspis nigra* och *Anthobium unicolor*. Medianlängden för alla arter var 5mm. Vid motorvägen och landsvägen förlorades en västlig fälla vardera. Vid grustagen förlorades en östlig fälla och sju västliga fällor. Totalt kunde 140 fällor vittjas.

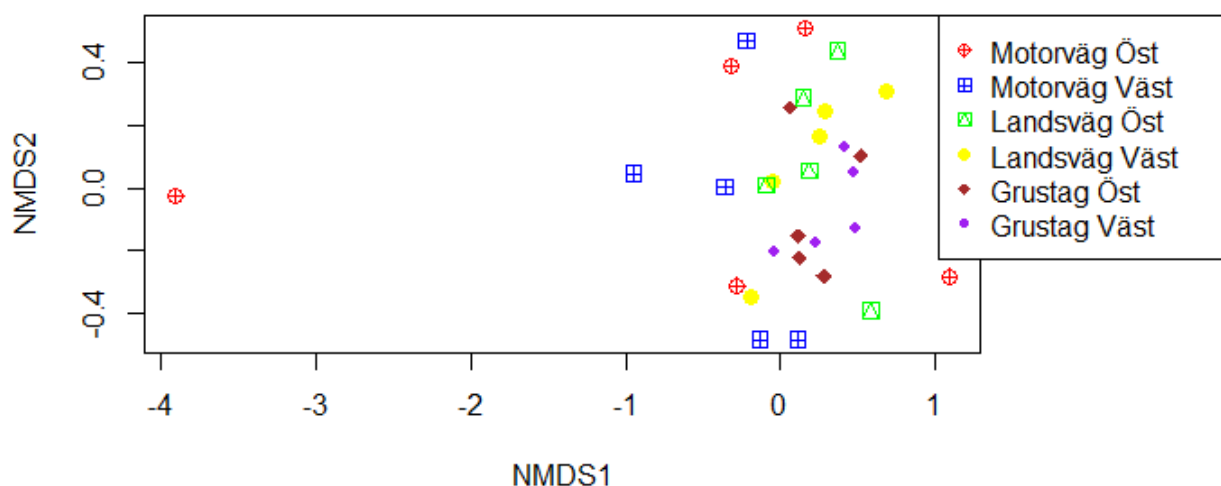


Figur 3. Totalt antal arter och individer fångade vid de olika vägtyperna

Det syntes en signifikant interaktionseffekt mellan vägtyp och vägsida som förklaringsvariabler för artsammansättning (Tabell 1). Den effekten var dock inte signifikant när man tog hänsyn till de enskilda variabelernas effekter (Tabell 1; Figur 4).

Tabell 1. R^2 och p-värden för interaktionseffekt mellan vägtyp och vägsida som förklaringsvariabler för artsammansättning, testat via PERMANOVA. (*) indikerar sigifikanta värden..

Förklaringsvariabel	R^2	P
Vägtyp*Vägsida	0.220	0.001*
Vägtyp + Vägsida + Vägtyp*Vägsida	0.045	0.949

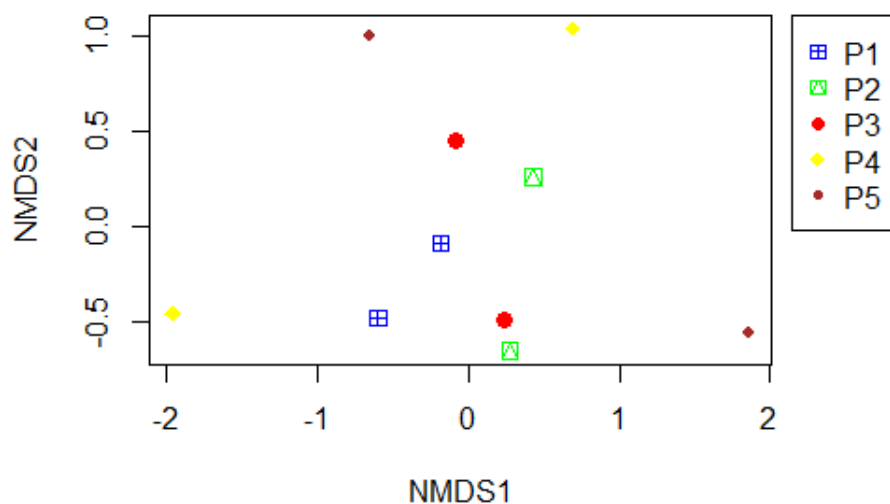


Figur 4. NMDS av artsammansättningen vid de olika provpunkterna för varje vägtyp och öst-västlig sida om vägen. Varje sida om vardera vägtyp hade fem provpunkter. Stress = 0.154.

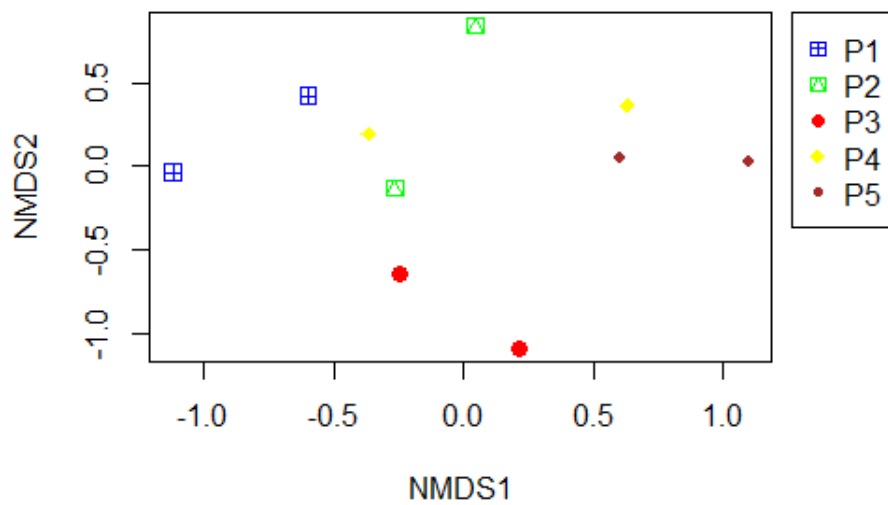
Artsammansättningen vid grustagens olika sidor skiljde sig ej signifikant för någon av provpunkterna (Tabell 2). Vid landsvägen skiljde sig artsammansättningen mellan öst-västlig sida signifikant för två av provpunkterna (2, 3) och vid provpunkt 5 var p-värdet nära signifikans (Tabell 2; Figur 5). Vid motorvägen skiljde sig artsammansättningen mellan öst-västlig sida för tre av provpunkterna (1, 2, 5) och även vid provpunkt 3 och 4 var p-värdena nära signifikans (Tabell 2; Figur 6).

Tabell 2. R^2 och p -värden för parvisa PERMANOVA:s med öst-västlig sida om vägen som förklaringsvariabel och artsammansättning som responsvariabel. (*) viar signifikanta värden. Om flera provpunkter vid samma vägtyp uppvisade ej signifikanta värden presenteras inte unika siffror. P -värdena är justerade.

Vägtyp	Provpunkt	R^2	P
Grustag	1-5	-	Ej signifikanta
Landsväg	1	0.088	0.703
Landsväg	2	0.177	0.040*
Landsväg	3	0.311	0.032*
Landsväg	4	0.116	0.415
Landsväg	5	0.233	0.060
Motorväg	1	0.364	0.027*
Motorväg	2	0.304	0.025*
Motorväg	3	0.174	0.091
Motorväg	4	0.169	0.071
Motorväg	5	0.286	0.025*



Figur 5. NMDS av artsammansättningen vid landsvägens provpunkter. P står för provpunkt. Varje provpunkt representeras av två punkter, en för vardera östlig och västlig om vägen. Stress=0.081.



Figur 6. NMDS av artsammansättningen vid motorvägens provpunkter. P står för provpunkt. Varje provpunkt representeras av två punkter, en för vardera östlig och västlig om vägen. Stress=0.140

Ingen av de testade miljövariablerna hade någon signifikant effekt på artsammansättningen över alla vägtyper (Tabell 3). Vid grustagen kunde enbart miljövariabeln ”nordkoordinat” testas, då de andra variablerna var likvärdiga över alla provpunkter (markanvändning: grustag; täckningsgrad: 0%). Nordkoordinat hade ingen signifikant effekt vid grustagen. Vid landsvägen var alla miljövariabler signifikanta som förklaringsvariabler för artsammansättning. Vid motorvägen fanns ingen miljövariabel med signifikant effekt. Antagandet om homogenitet av multivariat fördelning uppfylldes för alla tester.

Tabell 3. R^2 och p -värden för PERMANOVA:s med miljövariabler som förklaringsvariabler för artsammansättning. Testerna är utförda vid alla vägtyper sammanslagna, samt för vardera vägtyp. Miljövariablerna "provpunktens nordkoordinat", "täckningsgrad av växtlighet" samt "omkringliggande markanvändning" testades som förklaringsvariabler med artsammansättning som responsvariabel. (*) visar signifikanta p -värden. Grustagens markanvändning och täckningsgrad var likvärdig över alla provpunkter och kunde därmed inte jämföras.

Väggtyp	Förklaringsvariabel	R^2	P
Alla	Nordkoordinat	0.032	0.448
Alla	Täckningsgrad	0.027	0.708
Alla	Markanvändning	0.097	0.448
Grustag	Nordkoordinat	0.136	0.280
Landsväg	Nordkoordinat	0.134	0.031*
Landsväg	Täckningsgrad	0.133	0.043*
Landsväg	Markanvändning	0.155	0.017*
Motorväg	Nordkoordinat	0.113	0.454
Motorväg	Täckningsgrad	0.095	0.647
Motorväg	Markanvändning	0.181	0.777

En uppdelning av skalbaggar i grupperna ≥ 5 mm respektive < 5 mm, med parvisa jämförelser av öst-västlig sida som förklaringsvariabel för artsammansättning, visade inga signifikanta värden vid landsväg (Tabell 3). Vid motorväg syntes ingen signifikant effekt för arter < 5 mm. Vid arter ≥ 5 mm syntes en signifikant effekt enbart vid provpunkt 5.

Vid uppdelning i jordlöpare respektive kortvingar, med parvisa jämförelser av öst-västlig sida som förklaringsvariabel för artsammansättning, syntes inte någon signifikant effekt vid fyra av fem provpunkter vid landsväg (Tabell 3). Vid motorväg syntes en signifikant effekt vid tre av fem provpunkter.

Tabell 4. R^2 och p -värden för parvisa PERMANOVA:s utförda för enbart jordlöpare respektive kortvingar, samt för arter större respektive mindre än 5 mm. (*) visar signifikanta värden. Om flera provpunkter vid samma vägtyp uppvisade ej signifikanta värden presenteras inte unika siffror. På grund av brist på data kunde testerna inte utföras på grustagens fällfångster. P -värdena är justerade.

Vägtyp	Provpunkt	Förklaringsvariabel	R^2	P
Landsväg	1-5	Öst-Väst <5mm	-	Ej signifikanta
Landsväg	1-5	Öst-Väst ≥5mm	-	Ej signifikanta
Motorväg	1-5	Öst-Väst <5mm	-	Ej signifikanta
Motorväg	1-4	Öst-Väst ≥5mm	-	Ej signifikanta
Motorväg	5	Öst-Väst ≥5mm	0.276	0.036*
Landsväg	1-5	Öst-Väst Jordl.	-	Ej signifikanta
Landsväg	1-5	Öst-Väst Kortv.	-	Ej signifikanta
Motorväg	1	Öst-Väst Jordl.	0.367	0.034*
Motorväg	2	Öst-Väst Jordl.	0.286	0.028*
Motoväg	3-4	Öst-Väst Jordl.	-	Ej signifikanta
Motoväg	5	Öst-Väst Jordl.	0.320	0.028*
Motorväg	1-5	Öst-Väst Kortv.	-	Ej signifikanta

6. Diskussion

6.1. Vägen som barriär

Vid grustagen syntes ingen signifikant skillnad i artsammansättning mellan fällorna på öst-västlig sida om varje provpunkt. Det är i enlighet med hypotesen, eftersom det inte borde finnas någon skillnad i artsammansättning om ingen väg passerar mellan fällorna.

Vid landsvägen syntes en signifikant skillnad i artsammansättning vid två av provpunkterna. En tredje var nära signifikant. Då miljövariablerna var signifikanta som förklaringsvariabler för artsammansättningarna vid landsvägen bör detta tas i beaktande. Vid de två provpunkterna där artsammansättningen skiljde sig signifikant mellan öst och västlig sida var dock alla miljövariabler identiska på båda sidor. Miljövariablerna påverkade alltså inte den skillnad i artsammansättning som ses mellan provpunkternas sidor i någon större utsträckning. Därmed kan man dra slutsatsen att landsvägen verkar utgöra en viss barriär för marklevande rovskalbaggar till den grad att det syns en signifikant skillnad i artsammansättning mellan vägens sidor. Effekten var dock enbart tydlig vid 40% av provpunkterna, vilket tyder på att vägens effekt som barriär inte är särskilt stark vid landsvägen.

Vid motorvägen syntes en signifikant skillnad i artsammansättning mellan provpunkternas olika sidor vid tre av provpunkterna. De återstående två var nära signifikanta (<0.1). Eftersom miljövariablerna var ej signifikanta vid motorvägen behöver deras möjliga påverkan på artsammansättning inte tas i beaktande. Motorvägen verkar alltså utgöra en ganska omfattande barriär för marklevande rovskalbaggar. Inte heller här är dock effekten signifikant över hela området, men den är tydligare än vid landsvägen (60% av provpunkterna uppvisade tydlig effekt).

Det syntes en signifikant skillnad i artsammansättning mellan vägtyperna och vägsidorna när enbart interaktionseffekten analyserades, vilket pekar mot att skillnaden i artsammansättningar mellan öst-västlig sida beror av vägtypen. Det resultatet styrks av resultaten vid de parvisa jämförelserna för varje vägtyp. Däremot blev effekten ej signifikant när effekten av de enskilda variablerna adderades. Det fanns alltså ingen signifikant skillnad i artsammansättning mellan öst-västlig sida totalt och inte heller mellan de olika vägtyperna.

Sammanfattningsvis tyder resultaten på att vägar till viss del utgör en barriär för artsamhällen av marklevande rovskalbaggar till den grad att det syns en signifikant skillnad i artsammansättning mellan vägens sidor. Effekten verkar beror av vägtypen och resultaten indikerar att en bredare, mer trafikerad väg utgör en större barriär än en smalare, mindre trafikerad väg.

Tidigare studier har indikerat att vägar kan agera barriärer för marklevande rovskalbaggar, även om den effekten inte testats på samhällsnivå (Keller & Largiadèr 2003; Koivula & Vermeulen 2005; Deichsel 2006; Noordijk et al. 2006). Dessa studiers resultat stödjer ytterligare mina resultat och slutsatser. Såväl individer och populationer som artsamhällen av marklevande rovskalbaggar verkar kunna uppleva en barriäreffekt vid vägar. Effekten är dock beroende av vägtyp, där det är främst breda, tungt trafikerade vägar som uppvisar en tydlig barriäreffekt.

6.2. Jordlöpare och kortvingar

Enligt min hypotes borde dagaktiva kortvingar uppleva en större barriäreffekt än nattlevande jordlöpare. Vid landsvägen syntes ingen sådan effekt. Vid motorvägen syntes istället en motsatt effekt, där jordlöparna upplevde en större barriäreffekt än kortvingarna. En möjlig förklaring till detta skulle kunna vara att marklevande arter trots allt upplever en större barriäreffekt än arter som kan flyga, eftersom kortvingarna har fler arter med flygförmåga än jordlöparna (Markgraf & Basedow 2002; Venn 2016). Det finns dock många andra studier som inte pekar mot något sådant samband (Keller & Largiadèr 2003; Koivula & Vermeulen 2005; Deichsel 2006; Noordijk et al. 2006). Det är även möjligt att det finns någon annan aspekt i arternas ekologi som gör dem mer eller mindre utsatta av vägar som barriärer.

Sammanfattningsvis är det svårt att dra några definitiva slutsatser kring barriäreffekten i relation till skalbaggsfamiljerna, då resultaten skiljer sig mellan vägtyperna. Resultaten pekar dock mot att min hypotes kring att nattaktiva arter skulle uppleva en större barriäreffekt än dagaktiva arter var felaktig.

6.3. Kroppstorlek

Det syntes ingen signifikant skillnad i barriäreffekt mellan arter <5mm och arter ≥ 5 mm vid någon av vägtyperna. Vägens effekt som barriär för marklevande rovskalbaggar påverkas alltså inte av arternas kroppsstorlek. Sambandet mellan kroppsstorlek och barriäreffekten vid vägar har dokumenterats hos pollinerare, där små arter verkar uppleva större barriäreffekt än stora arter (Andersson et al. 2017). Men någon sådan effekt går alltså inte att se för marklevande rovskalbaggar.

6.4. Miljövariabler

För grustagen var miljövariablerna ”täckningsgrad” och ”markanvändning” likartat för alla provpunkter och kunde därmed inte testas. För nordkoordinater vid grustagens fällor fanns inga samband med artsammansättning. Detsamma gällde motorvägens miljövariabler, inga samband fanns heller där. Detta är intressanta resultat, eftersom det innebär att någon annan, i den här studien utforskad, aspekt av arternas ekologi eller omgivning påverkade artsammansättningen vid åtminstone motorvägens provpunkter.

Däremot var miljövariablerna signifikanta som förklaringsvariabler för artsammansättning vid landsvägen. Omkringliggande markanvändning var den största faktorn som påverkade artsammansättning, följt av nordkoordinat samt täckningsgrad av växtlighet.

Det är ingen överraskning att markanvändning spelar en stor roll för artsammansättning, eftersom många arter av jordlöpare och kortvingar är knutna till specifika habitat (Deichsel 2006; Tothmeresz et al. 2014). Därmed kan man anta att artsammansättningen vid en provpunkt delvis beror av habitatet kring den provpunkten.

Nordkoordinatens signifikans som variabel visar att skillnaden i artsammansättning mellan två provpunkter blir allt större ju längre ifrån varandra dessa provpunkter ligger. I och med landsvägens övergång från jordbruksmark vid provpunkt 1 och 2 till ett alltmer skogsdominerat landskap vid provpunkt 3-5 kan detta antas ha påverkat nordkoordinatens signifikans, eftersom en ökad bredd mellan nordkoordinater då hänger samman med en förändring av omkringliggande habitat. Vid motorvägen fanns inte samma tydliga övergång av habitat längst nordkoordinaten, vilket kan vara en förklaring till varför variabeln inte var signifikant där.

Täckningsgraden kan omformuleras till ”mängden gömställen för bytesdjur och rovdjur” (Gunnarsson et al. 2004) och dess signifikanta effekt var att vänta. Varför effekten inte syns vid motorvägen skulle kunna bero på att variabeln varierade för lite mellan provpunkterna, eftersom 8 av 10 provpunkter hade 100% täckningsgrad. Vid landsvägen varierade täckningsgraden istället mellan 25-100%.

6.5. Slutkommentarer

Studiens resultat pekar mot att vägar i viss mån utgör en barriär för marklevande rovskalbaggar till den grad att det syns en signifikant skillnad i artsammansättning mellan vägens sidor. Vidare syns en skillnad i barriäreffekt beroende på vägtyp där en bredare, mer trafikerad väg verkar utgöra en större barriär än en smalare, mindre trafikerad väg. Kroppstorlek verkar inte påverka barriäreffekten. Det syntes inte

heller någon tydlig skillnad i barriäreffekt mellan kortvingar och jordlöpare, även om ett sådant samband inte kan uteslutas helt.

Det finns en växande mängd forskning som stödjer hypotesen att åtminstone jordlöpare påverkas negativt av vägar (Keller & Largiadèr 2003; Koivula & Vermeulen 2005; Saarinen et al. 2005; Deichsel 2006; Noordijk et al. 2006; Muñoz et al. 2015). Dessa studier stödjer mina slutsatser ytterligare.

Vid exploatering av miljöer för vägbyggen bör man alltså enligt studiens resultat ta hänsyn till den barriär man skapar för marklevande rovskalbaggar i landskapet. Vid bygge av en bredare, mer trafikerad väg som motorvägar bör man ta extra hänsyn, då barriäreffekten verkar vara starkast där.

Framtida forskning inom området skulle kunna komplettera studien genom en experimentdesign. Till exempel skulle en inhängnad tvärs över en väg kunna skapas, där arter släpps ut på ena sidan av vägen med möjligheten att hålla sig på sin sida eller passera över vägen till andra sidan. Då skulle mängden arter och individer som lyckas kolonisera andra sidan av vägen kunna undersökas utan påverkan av miljöfaktorer och slumpen. Man skulle även kunna undersöka om många individer dör av påkörning under försök till spridning, eller om individerna snarare undviker att passera över vägen från första början..

Det finns även många andra grupper av marklevande evertebrater där forskning kring vägars effekt som barriärer saknas, däribland spindeldjur.

Referenser

- Andersson, P., Koffman, A., Sjödin, N.E. & Johansson, V. (2017). Roads may act as barriers to flying insects: species composition of bees and wasps differs on two sides of a large highway. *Nature Conservation*, 18, 47–59. <https://doi.org/10.3897/natureconservation.18.12314>
- Arnett, J., Ross H. & Thomas, M.C. (2000). *American Beetles, Volume I: Archostemata, Myxophaga, Adephaga, Polyphaga: Staphyliniformia*. CRC Press.
- Askling, J., Bergman, K.-O. & Ignell, H. (2006). Rygggradslösa djur och planering av infrastruktur. Dagfjärilar som landskapsekologiska verktyg och modellorganismer. (2006:144). Borlänge: Vägverket. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:258440/FULLTEXT01.pdf>
- Baxter-Gilbert, J.H., Riley, J.L., Neufeld, C.J.H., Litzgus, J.D. & Lesbarrères, D. (2015). Road mortality potentially responsible for billions of pollinating insect deaths annually. *Journal of Insect Conservation*, 19 (5), 1029–1035. <https://doi.org/10.1007/s10841-015-9808-z>
- Bhattacharya, M., Primack, R.B. & Gerwein, J. (2003). Are roads and railroads barriers to bumblebee movement in a temperate suburban conservation area? *Biological Conservation*, 109 (1), 37–45. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(02\)00130-1](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(02)00130-1)
- Chatzimanolis, S., Ashe, J.S. & Hanley, R.S. (2004). Diurnal/Nocturnal Activity of Rove Beetles (Coleoptera: Staphylinidae) on Barro Colorado Island, Panama Assayed by Flight Intercept Trap. *The Coleopterists Bulletin*, 58 (4), 569–577. <https://doi.org/10.1649/689.1>
- Coaker, T.H. & Williams, D.A. (1963). The Importance of Some Carabidae and Staphylinidae as Predators of the Cabbage Root Fly, *Erioischia Brassicae* (bouché). *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 6 (2), 156–164. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1963.tb00613.x>
- Deichsel, R. (2006). Species change in an urban setting—ground and rove beetles (Coleoptera: Carabidae and Staphylinidae) in Berlin. *Urban Ecosystems*, 9 (3), 161–178. <https://doi.org/10.1007/s11252-006-8588-3>
- Forman, R.T.T. & Alexander, L.E. (1998). ROADS AND THEIR MAJOR ECOLOGICAL EFFECTS. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 29 (1), 207–231. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.29.1.207>
- Gunnarsson, B., Nittérus, K. & Wirdenäs, P. (2004). Effects of logging residue removal on ground-active beetles in temperate forests. *Forest Ecology and*

- Management, 201 (2), 229–239.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.06.028>
- Hunter, J.S., Fincher, G.T., Bay, D.E. & Beerwinkle, K.R. (1991). Seasonal Distribution and Diel Flight Activity of Staphylinidae (Coleoptera) in Open and Wooded Pasture in East-Central Texas. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 64 (2), 163–173
- Jackson, N.D. & Fahrig, L. (2011). Relative effects of road mortality and decreased connectivity on population genetic diversity. *Biological Conservation*, 144 (12), 3143–3148.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.09.010>
- Johansson, V., Koffman, A., Hedblom, M., Deboni, G. & Andersson, P. (2018). Estimates of accessible food resources for pollinators in urban landscapes should take landscape friction into account. *Ecosphere*, 9 (10), e02486.
<https://doi.org/10.1002/ecs2.2486>
- Keller, I. & Lurgiader, C.R. (2003). Recent habitat fragmentation caused by major roads leads to reduction of gene flow and loss of genetic variability in ground beetles. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 270 (1513), 417–423.
<https://doi.org/10.1098/rspb.2002.2247>
- Koivula, M.J. & Vermeulen, H.J.W. (2005). Highways and Forest Fragmentation – Effects on Carabid Beetles (Coleoptera, Carabidae). *Landscape Ecology*, 20 (8), 911–926. <https://doi.org/10.1007/s10980-005-7301-x>
- Kromp, B. (1999). Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 1999 (74), 187–228
- Luff, M.L. (1978). Diel activity patterns of some field Carabidae. *Ecological Entomology*, 3 (1), 53–62. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.1978.tb00902.x>
- Markgraf, A. & Basedow, T. (2002). Flight activity of predatory Staphylinidae in agriculture in central Germany. *Journal of Applied Entomology*, 126 (2–3), 79–81. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0418.2002.00607.x>
- Martin, A.E., Graham, S.L., Henry, M., Pervin, E. & Fahrig, L. (2018). Flying insect abundance declines with increasing road traffic. (Leather, S. & Stewart, A., red.) *Insect Conservation and Diversity*, 11 (6), 608–613.
<https://doi.org/10.1111/icad.12300>
- McKenna, D., McKenna, K.M., Malcom, S.B. & Berenbaum, M.R. (2001). Mortality of lepidoptera along roadways in Central Illinois. *Journal of the Lepidopterists' Society*, 55, 63–68
- Muñoz, P.T., Torres, F.P. & Megías, A.G. (2015). Effects of roads on insects: a review. *Biodiversity and Conservation*, 24 (3), 659–682.
<https://doi.org/10.1007/s10531-014-0831-2>
- Noordijk, J., Prins, D., De Jonge, M. & Vermeulen, R. (2006). Impact of a road on the movements of two ground beetle species (Coleoptera: Carabidae). *Entomologica Fennica*, 17 (3). <https://doi.org/10.33338/ef.84346>

- Saarinen, K., Valtonen, A., Jantunen, J. & Saarnio, S. (2005). Butterflies and diurnal moths along road verges: Does road type affect diversity and abundance? *Biological Conservation*, 123 (3), 403–412.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.12.012>
- Thiele, H.-U. (1977). Dispersal and Dispersal Power of Carabid Beetles. I: Thiele, H.-U. (red.) *Carabid Beetles in Their Environments: A Study on Habitat Selection by Adaptations in Physiology and Behaviour*. Berlin, Heidelberg: Springer, 284–297. https://doi.org/10.1007/978-3-642-81154-8_9
- Tothmeresz, B., Nagy, D.D., Mizser, S., Bogyo, D. & Magura, T. (2014). Edge effects on ground-dwelling beetles (Carabidae and Staphylinidae) in oak forest-forest edge-grassland habitats in Hungary. *European Journal of Entomology*, 111 (5), 686–691. <https://doi.org/10.14411/eje.2014.091>
- Trafikverket (2019) Årsmedeldygntrafik, vägnummer 4.
 Trafikverket. <https://vtf.trafikverket.se/tmg101/AGS/tmg102.aspx?punktnrlista=12810055&laenkrollista=3&typ=Stickprov> [2021-04-15]
- Trafikverket (2021a) Årsmedeldygntrafik, vägnummer 600. <https://vtf.trafikverket.se/tmg101/AGS/tmg102.aspx?punktnrlista=12720025&laenkrollista=1&typ=Stickprov> [2021-04-15]
- Trafikverket (2021b) Årsmedeldygntrafik, vägnummer 600. Trafikverket. <https://vtf.trafikverket.se/tmg101/AGS/tmg102.aspx?punktnrlista=12720064&laenkrollista=1&typ=Stickprov> [2021-04-15]
- Venn, S. (2016). To fly or not to fly: Factors influencing the flight capacity of carabid beetles (Coleoptera: Carabidae). *EJE*, 113 (1), 587–600.
<https://doi.org/10.14411/eje.2016.079>

Tack

Tack till Victor Johansson vid Linköpings Universitet för statistisk vägledning.

Bilaga 1

Plats	MÖ	MÖ	MÖ	MÖ	MÖ	MV	MV	MV	MV	MV	LÖ	LÖ	LÖ	LÖ	LÖ	LV	LV	LV	LV	LV	LV	GÖ	GÖ	GÖ	GÖ	GÖ	GV	GV	GV	GV	GV	GV			
Plot	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Sida	Öst	Öst	Öst	Öst	Öst	Väst	Väst	Väst	Väst	Väst	Öst	Öst	Öst	Öst	Öst	Väst	Väst	Väst	Väst	Väst	Öst	Öst	Öst	Öst	Öst	Väst	Väst	Väst	Väst	Väst	Väst	Väst	Väst	Väst	
Nordkoordinat	59.90548	59.96051	60.0105	60.0546	60.10218	59.90548	59.96051	60.0105	60.0546	60.10218	59.90774	59.95001	59.99339	60.05314	60.10165	59.90774	59.95001	59.99339	60.05314	60.10165	59.96356	59.98464	60.0494	60.08494	60.10842	59.96356	59.98464	60.0494	60.08494	60.10842	59.96356	59.98464	60.0494	60.10842	
Tackningsgrad	50	100	100	100	100	50	100	100	100	100	100	25	50	75	100	50	25	50	75	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Naturtyp	Åker	Gräsmark	Lövskog	Lövskog	Åker	Åker	Åker	Gräsmark	Åker	Åker	Åker	Åker	Åker	Barrskog	Barrskog	Åker	Åker	Åker	Barrskog	Barrskog	Grus	Grus	Grus	Grus	Grus	Grus	Grus	Grus	Grus	Grus	Grus	Grus	Grus	Grus	
Tachyporus_hypnorum	1	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	7	0	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Bledius_opacus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0		
Aleochara_bipustulata	2	1	0	1	0	1	0	2	1	0	0	2	0	0	2	0	3	2	0	0	1	3	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cicindela_campestris	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	
Bembidion_quadrimaculata	4	0	0	0	2	4	0	0	1	0	2	2	0	0	0	1	0	2	0	1	0	31	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	
Bembidion_guttula	0	1	0	3	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
Bembidion_lampros	0	0	1	0	0	0	4	0	1	0	10	5	0	0	0	5	1	4	0	0	0	27	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	
Bembidion_femoratum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0		
Lathrobium_longulum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Harpalus_affinis	0	1	1	2	0	2	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Tachyporus_pusillus	0	1	1	0	0	0	0	2	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Amara_lunicollis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Bembidion_obtusum	0	6	0	6	8	6	4	0	4	4	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	15	0	0	0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	
Lionychus_quadrigillum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
Amara_cursitans	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Notiophilus_germinyi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Notiophilus_aestuans	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
Arpedium_quadrum	2	0	1	4	4	2	12	0	0	2	11	7	3	1	1	5	4	5	1	0	0	1	0	0	2	0	3	1	0	0	0	0	0	0	
Ochtheophilum_fracticornis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
Poecilus_cupreus	0	0	0	0	43	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	
Notiophilus_aquaticus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Microlestes_minutulus	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	1	1	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Anotylus_rugosus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Tachyporus_nitidulus	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Omalius_septentrionis	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	2	2	2	5	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
Syntomus_foveatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0		
Bembidion_bruxellense	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0		
Stenus_biguttatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
Tachinus_laticollis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
Anaulacaspis_nigra	13	0	0	0	0	2	0	0	0	1	6	10	3	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anthobium_atrocephalum	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Amara_aenea	0	1	0	1	1	0	3	0	0	1	5	0	12	1	0	6	9	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anthobium_unicolor	2	2	4	3	4	0	1	4	2	0	1	0	1	0	0	2	1	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Drusilla_canaliculata	0	1	2	1	4	0	2	4	0	7	4	0	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amara_communis	0	0	0	4	1	0	1	0	3	4	3	1	2	1	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trechus_quadristriatus	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Poecilus_versicolor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Philonthus_longicornis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Carabus_nemoralis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Othius_punctulatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Lomechusa_emarginata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Othius_subuliformis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Agonum_ericeti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Calathus_erratus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Acidota_crenata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Philonthus_cognatus	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Amara_apricaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ocypus_nitens	0	4	0	2	2	2	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pterostichus_diligens	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Amara_nitida	0	1																																	

[illegible]