

# Viltpassager deras utformning, funktion och hur de nyttjas av djur

*Wildlife crossings their construction, function and animal use*

Hanna Åberg



Självständigt arbete i biologi 15 hp

Etologi och Djurskydd

Uppsala 2019



# Viltpassager deras utformning, funktion och hur de nyttjas av djur

*Wildlife crossings their construction, function and animal use*

Hanna Åberg

**Handledare:** Josefina Zidar, Sveriges Lantbruksuniversitet, Nationellt Centrum för Djurvålfärd  
**Examinator:** Claes Anderson, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa

**Omfattning:** 15 hp  
**Nivå och fördjupning:** G2E  
**Kurstitel:** Självständigt arbete i biologi  
**Kursansvarig inst.:** Institutionen för husdjurens miljö och hälsa  
**Kurskod:** EX0867  
**Program/utbildning:** Etologi och Djurskydd

**Utgivningsort:** Uppsala  
**Utgivningsår:** 2019  
**Omslagsbild:** Hanna Åberg  
**Elektronisk publicering:** <https://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** Viltpassager, Vilt, Ekologi, Viltbroar, Viltolyckor, Konnektivitet

**Keywords:** Wildlife passage, Wildlife, Ecology, Wildlife bridges, Wildlife-Vehicle collision, Connectivity

**Sveriges lantbruksuniversitet**  
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap  
Institutionen för husdjurens miljö och hälsa



# Innehållsförteckning

<b>Abstract</b> .....	8
<b>1. Inledning</b> .....	9
1.1 Viltolyckor.....	9
1.2 Fragmentering och barriärer.....	10
1.3 Viltpassager.....	10
1.3.1 Vilka olika typer av viltpassager finns?.....	11
<i>Överpassager</i> .....	11
<i>Underpassager</i> .....	11
<b>2. Syfte och frågeställningar</b> .....	12
2.1 Frågeställningar.....	12
<b>3. Material och metod</b> .....	12
<b>4. Resultat</b> .....	12
4.1 Hur och av vilka djur används viltpassagera?.....	12
4.1.1 Överpassager.....	13
4.1.2 Underpassager.....	13
4.2 Hur bör viltpassagera vara utformade för att vara attraktiva för djuren?.....	13
4.2.1 Bredd och storlek.....	14
4.2.2 Placering.....	14
4.2.3 Vegetation.....	15
4.2.4 Ljud.....	16
4.2.5 Ljus.....	16
4.2.6 Mänsklig närvaro.....	16
4.3 Fyller viltpassagera sin funktion?.....	16
4.3.1 Metoder för att mäta effektiviteten.....	17
4.3.2 Hur effektiva är viltpassager.....	18
<i>Användningsfrekvens</i> .....	18
<i>Reproduktion</i> .....	18
<i>Viltolyckor</i> .....	19
<b>5. Diskussion</b> .....	19
5.1 Viltpassagers användning.....	19
5.2 Viltpassageras utformning.....	20
5.3 Viltpassagers effektivitet.....	21
5.3.1 Viltolyckor.....	22
5.3.2 Konnektivitet för vilt.....	23
5.4 Passager för icke hotade djur.....	23

5.5 Slutsats .....	24
<b>6. Populärvetenskaplig sammanfattning .....</b>	<b>25</b>
<b>7. Tack.....</b>	<b>25</b>
<b>8. Referenser .....</b>	<b>25</b>



## **Abstract**

Infrastructures such as roads, railroads and electric cables are spreading out over the landscape and can be difficult for wildlife to cross. This may lead to problems with wildlife-vehicles collisions, fragmentation, barriers and isolation of populations. To lessen these impacts, wildlife passages can be built to promote an increased connectivity and to reduce wildlife-vehicles collisions. Wildlife passages are usually divided into under and over passages containing landscape bridges, canopy bridges, culverts and tunnels. The structures are being used by a variety of species however with varying frequencies. Wildlife passages utilization highly depends on their design. Especially important, is the width, size, placement, vegetation, sound, light and human presence. Additionally, separate species have different preferences and demands to consider. Generally, scientist conclude that wildlife passages fulfil their function to increase connectivity, however this is not accurate for all species and structures. Wildlife-vehicle collision are reduced at roads with wildlife passages compared with roads without. The methods applied to answer these questions about both frequencies and the structures effectiveness has been shown to vary greatly between studies and be difficult to construct in a good way. New methods have been suggested to fill this gap, but more research is needed to test and evaluate these to correctly assess their usage and efficiency.

Wildlife passages should be individually assessed according to if one is needed, for which species, at what place and then how it should be designed.



# 1. Inledning

Mänsklighetens utveckling har lett till att infrastrukturer, så som bilvägar, tågbanor och elledningar, brer ut sig som ett nät över jordens yta och på allt fler platser runt om i världen. Infrastrukturer delar upp landskapet och djurens habitat, vilket skapar hinder som är svåra för djur att ta sig över (Shepard *et al.*, 2008). En bilväg kan för vissa djur vara omöjlig att korsa medan andra djur riskerar livet i samband med övergången. Vägar och trafik påverkar djuren direkt eftersom djur som korsar dem riskerar att köras på av fordon, men även indirekt eftersom vägar hindrar djurens rörelsefrihet (D'Amico *et al.*, 2016). I Sverige fanns det år 2017 ungefär 200 000 kilometer vägar utspridda över landet i varierande storlekar (Trafikverket, 2019). Dessa vägar rör sig genom landskap där det finns djur vilket berörs av dem. Infrastrukturer riskerar på så sätt vilda populationers överlevnad, på grund av bland annat fragmentering, barriärer och viltolyckor (Benítez-Lópes *et al.*, 2010).

Av de olika typerna av infrastrukturer som finns är det vägar som det forskats kring mest. I detta arbete kommer effekten av vägar på vilda djur vara det huvudsakliga fokuset, om inte annat specificeras.

## 1.1 Viltolyckor

En direkt konsekvens av vägar och vilt är de olyckor som inträffar när vilt korsar vägar och sammanstötter med fordon. I Sverige har ungefär 64000 enskilda fall av viltolyckor rapporterats in under år 2018 (Nationella Viltolycksrådet, 2019). Anmälningarna har gjorts på djurarterna björn, varg, järv, lo, älg, hjort, rådjur, utter, vildsvin, mufflonfår och örn, som genom svensk lagstiftning måste anmälas enligt 40 § jaktförordningen [1987:905] omtryckt i SFS 2000:1216, därefter senast ändrar genom SFS 2019:174. Det verkliga antalet viltolyckor kan uppskattas vara högre eftersom inte alla viltolyckor anmäls eller upptäcks, och flera sammanstötningar sker med arter som inte är anmälningspliktiga.

Med flera vägar och med ett växande antal fordon ökar dödligheten för vilt i samband med kollisioner. Vid hög dödlighet riskera den lokala populationen att utrotas (Boarman & Sasaki, 2006). Populationer kan även påverkas indirekt genom minskad avelsförmåga hos individer som stressas av både ljud och visuella stimuli (Parris & Schneider, 2009). För arter så som insektsätande fladdermöss, med en låg fruktsamhet och sen mognad, kan hög dödlighet vid vägar leda till en lokal utrotning (Medinas *et al.*, 2013).

Viltolyckorna ger även upphov till kostnader för både privatpersoner och samhället (Morelle, 2013). En rapport skriven av Gren och Jägerbrand (2017) estimerade en årlig kostnad på runt 1300 miljoner SEK för viltolyckor i Sverige. En studie utförd i Belgien uppmätte strax över 3000 viltolyckor under en 7 årig studie, där 13% resulterade i skador på chaufför eller passagerare (Morelle, 2013). Studien fann även en årlig ökning av viltolyckor på 21% inom studieperioden. I Sverige ses liknande trender där en ökad andel trafik leder till flera viltolyckor med älg (Seiler, 2003). Utöver kostnader för skador på fordonet, kan även fordonets passagerare åkomma stora skador och till och med död.

## 1.2 Fragmentering och barriärer

Infrastrukturer leder till fragmentering där det uppdelade landskapet kan hindra djur att röra sig fritt (Shepard *et al.*, 2008). Fragmentering beskrivs vanligen innefatta både att habitat förloras och att kvarvarande habitat isoleras från varandra (Fahrig, 2003). Habitat som går förlorade för djuren har påvisats ha en stark negativ effekt på den biologiska mångfalden (Fahrig, 2003).

Infrastrukturer som skapar fragmenteringen av landskapet agerar även som en barriär för vissa djur vilket minskar eller totalt hindrar djuren att korsa dem (D'Amico *et al.*, 2016). Barriären blir ett hinder i djurens rörelsemöjlighet och kan påverka åtkomsten av resurser som partners, föda och viktiga habitat (Olsson & Widen, 2008).

Barriäreffekten av infrastrukturer skapas av att djuren avskräcks och/eller fysiskt hindras från att korsa strukturen (Olsson & Widen, 2008). Aspekter som påverkar djurens möjlighet att korsa vägen har visats vara vägens bredd, mitträcken, viltstängslan, fordonens hastighet, trafikbuller, ljus, djurets rörelseförmåga och djurets kapacitet att undvika fordonen (D'Amico *et al.*, 2016). Endast att det är en öppen yta på vägen har visats vara tillräckligt för att vilt ska undvika att passera, där speciellt fåglar och glidflygande djur undviker artificiellt skapade öppningar i skogar (van der Ree *et al.*, 2010; D'Amico *et al.*, 2016).

Fragmentering av landskap och djurs habitat kan leda till svårigheter för djur att immigrera och emigrera mellan populationer vilket leder till isolering av populationerna (Riley *et al.*, 2006). En isolerad population kan få problem med sin genetiska variation, inavelsproblem och få problem med att hantera nya yttre faktorer, så som sjukdomar (Riley *et al.*, 2006). Utöver en isolerad population har densiteten hos vilda djurpopulationer uppmätts minska nära infrastrukturer (Benítez-López *et al.*, 2010). Minskningen har uppmätts sträcka sig ifrån strukturen upp till 1 km för fåglar och 5 km för däggdjur (Benítez-López *et al.*, 2010).

Arter som kräver stora hemområden att röra sig på kan få dessa uppdelade och vara tvungna att flytta till icke optimala områden som ej störts av människor (Hunter & Gibbs, 2007). Fragmentering kan även påverka djur som endast vandrar kortare dagsträckor mellan sin sovplats och föda om en väg kommer mellan dessa resurser (Hunter & Gibbs, 2007). Djur som vandrar mellan olika habitat med säsongernas skiftning kan mötas av en väg eller tågbanor som blockerar denna förflyttningsled och hindrar djuren från att nå sina vinter- eller sommarbeten (Hunter & Gibbs, 2007; Olsson & Widen 2008).

## 1.3 Viltpassager

Genom att sänka hastigheter och genom att sätta upp varningsskyltar och viltstängsel försöker vägverket förhindra olyckor (Hedlund *et al.*, 2004). Viltstängsel minskar djurens chans att ta sig upp på vägar och tågbanor för att störa trafiken vilket dock ökar barriäreffekten. För att försöka minska infrastrukturernas barriäreffekt har passager för de vilda djuren upprättats för att ge djuren en möjlighet att korsa vägar utan att komma i kontakt med fordon (McCollister & Van Manen, 2010). Viltpassager har potentialen att minska landskaps fragmenteringen, öka landskapets konnektivitet och minska eller undvika viltolyckor (McCollister & Van Manen, 2010).

Att bygga viltpassager är en strategi som tagits upp i Sverige efter att trafikverket har rekommenderat dem och byggt ett antal i förhoppning att minska vägarnas påverkan på vilt (Seiler *et al.*, 2015; Trafikverket, 2019). Byggnaden av alla viltpassager utgör en stor kostnad för samhället. I Sverige uppskattas en bro som viltpassage kosta mellan 10-60 miljoner SEK att bygga (Sveriges Radio, 2015).

Många passager har byggts idag, men vissa forskare ifrågasätter hur effektiva de är (van der Grift *et al.*, 2013). Det finns ett behov av att öka kunskapen och förståelsen kring vad för typ av passager som används och hur effektiva de är (van der Grift *et al.*, 2013). Delvis för att försöka maximera deras användning men också för att kunna försvara den höga kostnaden de innebär att byggas. Med detta till bakgrund kommer denna uppsats bygga vidare på och försöka klargöra mer kring viltpassager och deras funktion för de vilda djuren.

### 1.3.1 Vilka olika typer av viltpassager finns?

Viltpassagers syfte är att ge djuren en möjlighet att tryggt passera infrastrukturer. Dessa delas först och främst upp i överpassager och underpassager beroende på om djuren rör sig över eller under vägen (van der Ree *et al.*, 2007). De byggs både generella passager där många olika arter kan använda strukturen, samt artanpassade passager vars ändamål endast är att leda en specifik art förbi vägen (Andis *et al.*, 2017; Claireau *et al.*, 2018). Vilt kan även använda icke viltanpassade passager vilket är strukturer byggda för andra ändamål än att leda vilt förbi vägen (Rodriguez *et al.*, 1996).

#### *Överpassager*

Passager över vägar består till största delen av viltbroar med naturlig vegetation där vilda djur kan röra sig över vägen (Beben, 2016). Dessa byggs i olika storlekar och kan ha en bredd på uppemot 100 meter för att kunna användas av större däggdjur, utöver de mindre däggdjuren, reptilerna och amfibiererna (Beben, 2016). På viltbroarna planteras växtlighet och ytan berikas med olika naturligt förekommande strukturer som stockar och stenar (van der Ree *et al.*, 2007). För trädlevande och klättrande arter finns trädkronsbroar bestående av rep eller pålar som spänns upp över vägen mellan träd eller vertikala pålar (van der Ree *et al.*, 2007). För en del arter kan elledningar misstolkas som passande medel att förflytta sig över, vilket är förknippat med stor fara. Elledningarna kan isoleras för att kunna användas som en passage över antingen en väg eller trädkronslös yta (Teixeira *et al.*, 2013). Vertikala pålar kan placeras på vägens mittremsa eller vid vägkanten för att ge glidflygande arter en plats att mellanlanda (van der Ree *et al.*, 2007). Till fladdermöss kan en plåt formad likt en bro placeras ut över vägen för att ge dem en yta att flyga över och ledas rakt över vägen (Claireau *et al.*, 2018).

#### *Underpassager*

Underpassagerna består av olika storlek och form på utrymmen under vägar där vilda djur av olika slag kan passera under vägen (Beben, 2016). Exempelvis finns kulvertar vilket vanligtvis är formade som fyrkanter, rektanglar eller halvcirklar i betong, de kan också vara byggda för vattendränage (van der Ree *et al.*, 2007; Grilo *et al.*, 2008). Rör med en mindre diameter kan läggas in under vägar och skapa tunnlar för mindre vilt (van der Ree *et al.*, 2007). Kulvertar och tunnlar byggs ofta i betong, plast eller stål med en bredd mellan 0,5-2 m och ett naturligt bottenmaterial (Beben, 2016). De är oftast anpassade för mindre nattliga djur så som rävar

(*Canidae Spp.*), igelkottar (*Erinaceus Spp.*), grävlingar (*Meles Spp.*) och andra gnagare (Beben, 2016). Vägen fordonen rör sig på kan också höjas upp till en viadukt där utrymmet under lämnas för både vilt, vattendränage och annan mänsklig trafik (van der Ree *et al.*, 2007; Grilo *et al.*, 2008). Viadukterna är ofta endast sekundärt till för att leda djuren förbi vägen men kan även utnyttjas av dem (van der Ree *et al.*, 2007; Grilo *et al.*, 2008).

## 2. Syfte och frågeställningar

Syftet är att göra en litteraturstudie där forskning kring viltpassager sammanställs för att ge en överblick av forskningen inom området.

### 2.1 Frågeställningar

Hur och av vilka djur används viltpassagerna?

Hur bör viltpassagerna vara utformade för att vara attraktiva för djuren?

Fyller viltpassagerna sin funktion?

## 3. Material och metod

Denna studie har använt sig av litteratur från olika databaser för att besvara de tidigare nämnda frågeställningarna. Databaser som använts har varit Primo, Web of Science och Google Scholar där artiklar söktes inom relevanta områden så som bevarandebiologi och ekologi. Sökord som använts var wildlife passage, underpass, överpass, road ecology, fragmentation. Hos relevanta artiklar har även nya artiklar hämtats från dennes referenslista.

Urvalet av artiklar gjordes först och främst genom relevanta rubriker och abstract. Under arbetets gång har flera artiklar söktes fram för att försöka fylla ut och ge nya infallsvinklar där det saknades. Om mer nyligt publicerade artiklar har hittats, har dessa valts istället för äldre publicerade studier.

## 4. Resultat

### 4.1 Hur och av vilka djur används viltpassagerna?

En studie undersökte viltpassagers användning av en mängd olika arter exempelvis; gräshoppor, fjärilar, spindlar, sorkar, näbbmöss, fladdermöss, mellanstora däggdjur och hovdjur (Georgii *et al.*, 2011). Nästan alla arter som studerades använde i större utsträckning de större under- och överpassagerna. De mellanstora och stora däggdjuren visade en preferens för broar och viadukter över underpassager och icke viltanpassade passager (Georgii *et al.*, 2011). Studien observerade även en lägre användning av kulvertarna, anpassade både för större och mindre djur, än broar, viadukter samt underpassager för stora och små djur. Flygande insekter och fåglar föredrog att flyga över viltbroar istället för att korsa över närliggande områden (Georgii *et al.*, 2011).

### 4.1.1 Överpassager

En svensk studie studerade älgars användning av passager i deras närområde genom att förse 24 individer med GPS-sändare och mäta om och hur mycket de använde passagera (Olsson & Widen, 2008). Mellan juni 2004 och december 2005 gjordes 12 övergångar av älgarna på två överpassager anpassade för älg, inga övergångar uppmättes vid allmänna underpassager för vilt eller de icke viltanpassade under- och överpassagera i området.

Teixiera med flera (2013) testade användningen av en annan typ av överpassager, nämligen repbroar som fästs mellan träd vid vägkanten i Brasilien. Studien uppmätte att repbron användes av de tre inhemska arterna brun vrålapa, vitörad opossum (*Didelphis albiventris*) och piggsvin (*Sphiggurus villosus*) under de 15 månader datainsamlingen pågick.

Användningen av överpassager i form av pålar för glidflygande djur testades av Soanes med flera (2018). En population av pungdjur (*Petaurus norfolcensis*) fick vertikala pålar på vägens mittdel och trädkronbroar utplacerade som passage över en väg, vilket individerna använde sig av för att genomföra en tryggare förflyttning (Soanes *et al.*, 2018).

### 4.1.2 Underpassager

Björnar av arterna grizzlybjörn (*Ursus arctos horribilis*) och svartbjörn (*Ursus americanus*) identifierades vid 20 olika underpassager i Kanada via DNA tagen från päls funnen vid passagera (Sawaya *et al.*, 2013). Sammanlagt uppmättes 386 passager under den tre år långa datainsamlingen och däribland kunde 15 grizzlybjörnar och 17 svartbjörnar identifieras (Sawaya *et al.*, 2013). Under de tre åren som studien pågick ökade antalet passager med tiden vilket kan tyda på en inlärningskurva där individerna med tiden lär sig hitta till och använda passagen (Sawaya *et al.*, 2013).

I en studie som inkluderade 57 olika passager utnyttjades underpassagera i genomsnitt 0,7 gånger per dag och struktur, av mellanstora karnivorer, såsom rödräv (*Vulpes vulpes*), grävling (*Meles meles*) och iller (*Mustela putorius*) (Grilo *et al.*, 2008). Rödräv, grävling, faraokatt (*Herpestes ichneumon*) och genetter (*Genetta genetta*) korsade underpassagera ofta, medan vessla (*Mustela nivalis*), iller, utter (*Lutra lutra*) och vildkatter (*Felis silvestris*) endast sällan eller inte alls besökte underpassagera (Grilo *et al.*, 2008).

Kleist med flera (2007) studerade nyttjandet av två underpassager under 458 dagar. Vitsvanshjort (*Odocoileus virginianus*) passerade passagen vid 126 tillfällen, medan 18 individer vände och genomförde inte passagen. Studien visade att 27% av vitsvanshjortarna tvekade att använda underpassagen, vilket är en lägre procent tveksamma responser än tidigare studier (Kleist *et al.*, 2007).

## 4.2 Hur bör viltpassagera vara utformade för att vara attraktiva för djuren?

Vilda djur använder olika typer av passager som människan skapat för att djuren ska kunna korsa vägar och andra infrastrukturer (Martinig & Bélanger-Smith, 2016). I vilken frekvens djuren använder passagera beror till stor del på strukturers utformning och vilken art det är (Mata *et al.*, 2008; Grift *et al.*, 2013). En optimalt utformad passage bör vara artspezifisk

eftersom olika arter har olika krav och förutsättningar (Grilo *et al.*, 2008; Mata *et al.*, 2008). Utöver strukturens utformning så påverkas nyttjandet av passagen av andra faktorer så som, habitatets utformning runt omkring passagen och nivån av mänsklig störning (Grilo *et al.*, 2008; Mata *et al.*, 2008).

#### 4.2.1 Bredd och storlek

Mata med flera (2008) kom fram till och argumenterar för att viltpassagers bredd och storlek är den viktigaste faktorn att ta hänsyn till för att passagen ska användas. Deras analys av stora däggdjurs användning av olika viltbroar påvisade att speciellt bredden var viktig för nyttjandet (Georgi *et al.*, 2011). Beben (2016) föreslår att de stora viltbroarna bör vara mellan 30-100 m breda för att kunna användas av olika djurgrupper, speciellt de större däggdjuren. Preferensen för storlek skiljer sig dock för olika arter där grizzlybjörnar föredrar stora öppna passager medan svartbjörnar istället föredrar mindre, smalare passager (Sawaya *et al.*, 2013).

Underpassagers storlek visades av Grillo med flera (2008) påverka användningen av passager hos rödrev, stenmård (*Martes foina*), grävling och genetter som var mindre benägna att använda en mindre underpassage än en större. Den trädlevande stenmården föredrog större villtpassager där antalet passeringar generellt dubblerades vid viltpassager på 1,5 m eller bredare (Grillo *et al.*, 2008). Denna tendens fanns inte hos faraokatter (Grillo *et al.*, 2008).

Viaduktens effektivitet verkar bero mycket på storleken; bredden av passagen och höjden är här de viktigaste aspekterna att ta hänsyn till (Beben, 2016). För mellanstora djur som rådjur bör den lägsta höjden mellan mark och väg vara 2,5 m för att minska trafikens inflytande (Beben, 2016). I områden där stora djur befinner sig bör större viadukter byggas med minst en höjd på 4 m och en bredd på 20-50 m (Beben, 2016). Hara med flera (2008) har i en studie även visat att längre passager minskar dess användning hos vissa arter så som leopardgroda (*Ranapipeus*) och målad guldsköldpadda (*Chrysemys picta*) som till viss del undvek de längre passagera.

#### 4.2.2 Placering

Placeringen av passagen anses vara en viktig aspekt för att skapa en bra viltpassage (Claireau *et al.*, 2018). En studie av Andis med flera (2017) testade detta genom att studera 15 nästan identiska underpassager placerade längs med en motorväg. Alla 15 underpassager användes men frekvensen var högre på vissa av broarna (Andis *et al.*, 2017). Detta ansåg författarna tyda på att placeringen är viktigare än strukturen när samma design av passage ger upphov till väldigt olika användning på olika platser.

Innan viltpassagen byggs bör vissa aspekter kontrolleras för att placeringen ska bli så optimal som möjligt (Georgi *et al.*, 2011; Beben, 2016). Vilka arter som rör sig i området och specifikt vart de vandrar kan studeras för att kunna placera viltpassagen längs målartens normala vandringsled (Beben, 2016). Studier vilket har tittat närmare på vilts rörelsemönster visar att individer vanligen inte upptäcker eller använder passager utanför deras revir eller hemområde (Martinig & Bélanger-Smith, 2016). Fladdermöss är en art där just placeringen av viltpassagen har visats ytterst viktig (Claireau *et al.*, 2018). Överpassagera för fladdermöss som placerat längs deras uppmätta vandringsleder uppmättes vara de mest frekvent använda, i jämförelse med passagera som inte stod längs vandringslederna (Claireau *et al.*, 2018).

Viltpassagens ålder har påvisats vara en viktig del i hur effektivt de används (Georgii *et al.*, 2011). Det kan ta tid för vilt att hitta, lära sig att använda och habitueras till nya viltpassager (Sawaya, 2013; Martinig & Bélanger-Smith, 2016). Olika arter reagerar och upptäcker passagerna olika snabbt (Sawaya, 2013; Martinig & Bélanger-Smith, 2016). För grizzlybjörnar var det tydligt att det krävdes tid för dem att lära sig att implementera underpassagerna i deras rörelsemönster (Sawaya, 2013). Martinig och Bélanger-Smith (2016) observerade att upptäckter av viltpassager minskade med tiden för alla smådjur förutom skogsmurmeldjur (*Marmota monax*). Författarna tror att regionala trender i populationer eller en minskning i undersökande beteenden kan ligga bakom den icke förväntade resultatet.

### 4.2.3 Vegetation

Miljön på och runt omkring viltpassager kan främja dess användning genom att anpassas till arterna den kommer användas av (Grilo *et al.*, 2008). Stora viltbroar rekommenderas ha naturlig vegetation på dess yta (Beben, 2016), endast stora viltbroar har platsen att skapa olika habitat för att kunna främja användningen av så många små däggdjur och ryggradslösa arter som möjligt (Georgi *et al.*, 2011). Vegetationen runt omkring och på viltpassagerna bidrar med ett skydd och säkerhet för djuren (Grilo *et al.*, 2008).

Vegetationens inverkan var störst hos möss och icke flygande ryggradslösa djur, vilka det fanns färre individer av på broarna än på andra platser i närområdet (Georgi *et al.*, 2011). Viltbronns låga användning ansågs bero på en avsaknad av viktiga arts specifika habitat som ger tillräckligt med skydd och gömställen (Georgi *et al.*, 2011). För att främja användningen av viltpassager för speciellt räv, stenmård och faraokatt har en hög växtlighet, på 0,5 m placerad vid öppningarna av strukturen, visats ge en högre användningsfrekvens (Grilo *et al.*, 2008).

Georgi med flera (2011) visade att djur som vanligen lever i öppna habitat sällan använde mer vegetationsrika passager och att djur som normalt lever i vegetationsrika områden sällan använde öppna passager. Detta kan speciellt appliceras på habitatkänsliga djur som har specifika krav på sin omgivande miljö, exempelvis jordlöpare (*Carabidae*), gräshoppor (*Caelifera spp.*), spindlar (*Araneae spp.*) och hasselmöss (*Muscardinus avellanarius*) (Georgi *et al.*, 2011).

Beben (2016) menar att även vegetationen runt omkring viltpassagen är en viktig aspekt för dess användning. Passagens effektivitet kan utökas genom att förlänga gynnsamma habitat en bit ut ifrån strukturen (Georgi *et al.*, 2011). Jordlöpare, spindlar, möss och fladdermöss kan endast använda viltpassager när de arts specifika förhållandena på strukturen fortsätter till närliggande områden (Georgi *et al.*, 2011). För en grupp av mellanstora och små karnivorer var avståndet till skydd i skogsområden en viktig aspekt i deras användning av viltpassagerna (Grilo *et al.*, 2008). I studien observerades att när omkringliggande habitat bestod av runt 75% skogsmark ökade användningen av viltpassagerna för alla studerade mellanstora och små karnivorer. Överlag visar Claireau med flera (2018) att överpassager anpassade för fladdermöss är mer frekvent använda när skogsmark finns på båda sidor om vägen, och undviks när de placeras i öppna landskap.

För arter levande nära vatten så som faraokatten kan en underpassage förbättras med en bäck som går igenom istället för parallellt med strukturen (Grilo *et al.*, 2008). I studien rapporterades

att en sådan bäck dubblar faraokattens korsningsfrekvens (Grillo *et al.*, 2008). Bäcker kan ge faraokatten vilket lever nära vatten en korridor med skydd och föda att röra sig vid (Virgós, 2001)

#### 4.2.4 Ljud

Höga ljudnivåer kring passager minskade användningsfrekvensen för en rad insekter, gnagare, medelstora däggdjur och hovdjur (Georgii *et al.*, 2011). Broar med lägre ljudnivå användes signifikant mer än de med en högre ljudnivå (Georgii *et al.*, 2011). För att minska påverkan av ljudet från bland annat fordon på vägar kan ljudbarriärer användas runt passagerna för att främja användningen av ljudkänsliga arter (Beben 2016).

#### 4.2.5 Ljus

Ljusets påverkan på vilts användning av viltpassager har testats i en studie av Bliss-Ketchum med flera (2016). Studien fann att colombiansk svart-svansade rådjur (*Odocoileus hemionus columbianus*) rörde sig mindre genom underpassager upplysta med artificiellt ljus och underpassager med en närliggande artificiell ljuskälla, än när inget ljus fanns närvarande. Detta tyder på att colombiansk svart-svansade rådjur undviker områden där artificiellt ljus förekommer (Bliss-Ketchum *et al.*, 2016). Även vanlig hjortråtta (*Peromyscus maniculatus*) och nordamerikans opossum (*Didelphis virginiana*) visades vara mindre förekommande i underpassager med artificiellt ljus än de utan (Bliss-Ketchum *et al.*, 2016). För dessa tre arter hade ljus en barriäreffekt, men sex andra arter som var med i studien påverkades inte av ljuset (Bliss-Ketchum *et al.*, 2016). Arter är alltså olika känsliga för ljus och detta bör finnas i åtanke när viltpassager konstrueras beroende på vilken art den är designad för (Bliss-Ketchum *et al.*, 2016). Att sätta upp en ljusbarriär kan vara en strategi för att minska störningen, speciellt från bilar nattetid (Beben 2016).

#### 4.2.6 Människlig närvaro

Att människor rör sig i närheten av passager samt att mindre vägar och byggnader finns kring närområdet av viltpassager minskar dess användning (Georgii *et al.*, 2011). När människor befinner sig på strukturen har det en signifikant negativ inverkan på viltpassagens användning (Georgii *et al.*, 2011). Arter som vitörad opossum och piggsvin (*Sphiggurus villosus*) använde inte passager nära mänsklig bebyggelse men kunde registreras vid passager längre ifrån mänsklig närvaro (Teixeira *et al.*, 2013).

Författarna Grillo med flera (2008) såg en signifikant ökning av räv, stenmård, grävling och vanliga genetter vid viltpassager där avståndet till andra vägar var minst 500 m. Där inga människor var närvarande dubblades grävlingens och den vanliga genettens antal passager, och när avståndet till stadscentrum var större än 2 km ökade grävlingens passeringar signifikant (Grillo *et al.*, 2008). Om lantbruksdjur finns i närheten av eller på viltpassagerna minskade antalet passeringar av vilt, därför ansåg författarna att lantbruksdjur inte bör transporteras genom viltpassager (Wang *et al.*, 2017).

### 4.3 Fyller viltpassagerna sin funktion?

Många forskare anser att viltpassager behöver utvärderas innan deras byggnation kan rättfärdigas (Georgi *et al.*, 2011; Grift *et al.*, 2013; Andis *et al.*, 2017).



Fokus har länge varit att kartlägga användningen av olika viltpassager hos olika arter (Grift *et al.*, 2013). Användningen har varit viktig att dokumentera, men besvarar inte frågan kring hur effektiva viltpassagerna faktiskt är (Grift *et al.*, 2013; Andis *et al.*, 2017).

Viltpassager placeras ut för att kunna minska viltolyckor och för att öka konnektiviteten mellan olika habitat på var sida vägen (Grift, *et al.*, 2013; Teixeira *et al.*, 2013; Andis *et al.*, 2017). Konnektiviteten kan uttryckas genom att titta på genflödet mellan populationer i habitat på var sida vägen och genom att se om genflödet har ökat (Soanes *et al.*, 2018). Georgi med flera (2011) anser att effektiviteten bör mätas på populationsnivå genom hur mycket viltpassagerna bidrar till populationens långsiktiga överlevnad. Målet kan vara att kortsiktigt skapa en möjlighet för individer att följa sina vandringsleder, men också för att långsiktigt skapa en korridor för olika arter att sprida ut sig, kolonisera och förändra deras ekologiska placeringar i takt med mänsklig utbredning och klimatförändringar (Karlsson *et al.*, 2017).

Effektiviteten hos en struktur är viktig för att kunna identifiera om den faktiskt fyller sin funktion och gynnar både vilt och människa (Teixeira *et al.*, 2013). Mått på olika strukturers effektivitet öppnar möjligheten att finna och föreslå förbättringar för att öka passagers användning (Andis *et al.*, 2017). När effektiviteten av viltpassager är känd finns risken att populationernas livskraftighet äventyras, och att finansiella resurser används för att bygga strukturer vilket inte är lika bra som de antas (Grift *et al.*, 2013).

#### 4.3.1 Metoder för att mäta effektiviteten

Att mäta effektiviteten av viltpassager har visats svårt, men idéer och metoder för hur det bör utföras på ett bra sätt finns (Rytwinski *et al.*, 2015; Martinig & Bélanger-Smith, 2016; Andis *et al.*, 2017). Enligt Andis med flera (2017) saknas fortfarande en bättre förståelse kring hur designen och placeringen av viltpassagerna påverkar dess användning. Först och främst byggs viltpassager inte med åtanke att de ska vara lämpliga för att samla in data (Rytwinski *et al.*, 2015). Andis med flera (2017), anser att även de större projekten har för få strukturer av samma design för att kunna utföra statistiska analyser. En mätning på strukturens användning under en tid berättar endast lite om dess effektivitet eftersom populationsstorlek och speciella landskapselement kan skilja mellan olika passager och influerar varje individuell struktur (Andis *et al.*, 2017).

En långsiktig överlevnad av populationer är målet med viltpassagerna. För att mäta populationsöverlevnad krävs längre studier. Många arter behöver även tid för att lära sig och anpassa sina beteendemönster till nya strukturer (Georgii *et al.*, 2011; Martinig & Bélanger-Smith, 2016).

Rytwinski med flera (2015) har försökt reda ut och komma med förslag på hur en lyckad process för att bygga och studera viltpassager bör utföras. Först och främst ansågs det viktigt att forskare vara delaktiga i processen så tidigt som möjligt, för att kunna planera valet av strukturer och placering. Författarna rekommenderar att studier bör konstrueras med en Before-After-Control-Impact (BACI) design. Denna jämför användningen före och efter byggnationen på platsen där passagen placeras. För bästa resultat bör mätningarna före utföras innan vägen byggts. Utöver detta bör studien även jämföra data mellan platsen av viltpassagen och en kontrolltyta (Rytwinski *et al.*, 2015). Data kring populationens storlek före byggnationen,

möjligheter att replikera försöket och att kunna slumpmässigt placera ut viltpassagerna och kontrolllytor bland potentiella studieplatser är delar vilket förbättrar studiens resultat (Rytwinski *et al.*, 2015).

När mått på hur effektiv viltpassagen är finns (baserat på hur mycket vilt rör sig igenom den) kan metoder utvecklas för att kontrollera hur mycket dessa förflyttningar leder till en minskad isolering av populationer (Soanes *et al.*, 2018). Detta har Soanes med flera (2018) försökt mäta genom att samla in data för att visa på genflödet mellan habitatens populationer. Metoden författarna utformade slog samman BAIC och insamlingen av genetiska material för att kunna mäta effektiviteten.

### 4.3.2 Hur effektiva är viltpassager

#### *Användningsfrekvens*

Elva av 15 viadukter i USA visades nyttjas mer än närliggande kontrolllyta, varav sex av dem på en signifikant nivå (Andis *et al.*, 2017). Endast vid en av dessa strukturer var användningen lägre vid strukturen än kontrolllytan. Dessa fynd ansåg författarna peka på att viltpassagerna lyckades uppfylla kravet på att öka konnektiviteten mellan populationerna. Viltpassager kan minska fragmenteringen i närområdet kring strukturen, men det innebär nödvändigtvis inte att resterande habitat runt omkring inte är fragmenterat (Andis *et al.*, 2017).

En typ av passage som inte påvisade en hög användning var överpassager för fladdermöss (Claireau *et al.*, 2018). Mätning av fladdermössens korsningsfrekvens över vägen förblev densamma innan och efter passagen byggdes. De flesta av vägkorsningarna skedde längs med fladdermössens vandringsleder och de var inte benägna att flyga en omväg för att kunna korsa över den tänkta överpassagen (Claireau *et al.*, 2018). Detta tolkade författarna som att överpassagerna misslyckades i sitt uppdrag att helt återställa konnektiviteten.

De flesta terrestriska ryggradsdjur använder de olika typerna av viltpassager med en mer eller mindre hög frekvens (Mata *et al.*, 2008). Genom att optimera designen av dessa passager kan barriäreffekten minskas (Mata *et al.*, 2008).

Genom att estimerar den totala populationen grizzlybjörnar och svartbjörnar samt genom att mäta antalet individer vilka använder strukturerna har Sawaya med flera (2012) beräknat procenten individer vilka använder passagerna. Av grizzlybjörnarna var det 15.5% under första året och 19.8% under andra året, och av svartbjörnarna 17.6% under första året och 11.0% under andra året, av populationen som använde passagerna (Sawaya *et al.*, 2012). Denna andel av populationen ansåg samma författare vara tillräckligt för att viltpassagerna skulle kunna anses upprätthålla en konnektivitet för grizzlybjörnar och svartbjörnar mellan habitat.

#### *Reproduktion*

En studie på mindre karnivorer tittade på om de individer som korsade en väg reproducerade sig och på så sätt minskade populationernas isolering (Riley *et al.*, 2006). Detta var inte fallet då väldigt få individer som korsade vägen reproducerade sig (Riley *et al.*, 2006).

Soanes med flera (2018) visade att den genetiska strukturen hos flygpungekorrar (*Petaurus norfolcensis*) före och efter byggnationen av överpassagen förblev densamma. Arten korsade sällan vägen innan strukturen byggdes, dock påverkade detta inte den spatiala genetiska

strukturen mellan individer på vägens olika sidor (Soanes *et al.*, 2018). Endast på en av platserna längs vägen upptäcktes en stark barriäreffekt med ett begränsat genflöde. Genom att placera ut en överpassage på den begränsade platsen återställdes genflödet (Soanes *et al.*, 2018). Studien visade att den genetiska skillnaden minskade signifikant inom en fem års period efter att bron byggdes.

### *Viltolyckor*

McCullister och Manen (2010) visar att ungefär 58% färre viltolyckor sker längs vägar med viltpassager än närliggande vägar utan passager. Författarna har studerat hur mängden viltolyckor förändras med tillförseln av viltpassager vid vägar. Studien fann att vid vägar med viltstängsel var vilt dödligheten som lägst närmast underpassagerna och ökade med avståndet till passagen. Arter med mindre hemområden är extra utsatta eftersom de inte nödvändigtvis kommer i kontakt med passagen, och riskera bli påkörda i samband med korsningen av vägen i deras habitat där passagen kanske saknas (McCullister & Manen, 2010).

Under elva år rapporterades i genomsnitt 2,7 viltolyckor per år för älg längs en väg i Sverige (Olsson *et al.*, 2008). Efter att viltpassager och viltstängsel byggts skedde inga viltolyckor med älg under en 2,5 års period. Olsson med flera (2008) samt McCullister och Manen (2010) anser det tyder på att viltpassager, här i samband med viltstängsel, uppfyller sitt mål med att minska viltolyckor.

## **5. Diskussion**

### **5.1 Viltpassagers användning**

Flera studier visade en varierande frekvens av passeringar vid viltpassager beroende på art (Kleist *et al.*, 2007; Olsson & Widen, 2008).

Metoderna varierade en del mellan studierna vad gäller hur de mätte användningen och under hur lång tid datainsamlingen pågick (Kleist *et al.*, 2007; Olsson & Widen, 2008). Olsson och Widen (2008) valde exempelvis ut ett antal fokaldjur att följa under en längre tid, detta gav en tydlig och exakt bild av just de älgarnas användning. Metoden lämnar däremot luckor på grund av att de icke utvalda älgarna kan ha använt passagen utan att registreras i försöket. Sawaya med flera (2013) valde ut 20 viltpassager där hår samlades in och spår registrerades för att mäta hur ofta passagerna användes. Författarna valde en insamlingstid på ungefär sex månader över sommaren under tre år. Insamlingstiden missar att ta med data från hela året vilket kan vara missvisande om vilt rör sig, och passagen används mer eller mindre, under olika årstider. Grift med flera (2008) valde att endast begränsa sig till karnivorer men registrerade alla dessas passeringar av strukturerna under en begränsad period. Datainsamlingen delades upp i 20 dagar under vår och sommar. Denna studie valde ut 57 olika passager att samla in spår kring. Även denna studie saknar datainsamling över en längre period sträckandes över hela året, men stärks delvis av den stora mängden strukturer vilket studerades. En väl utförd studie rekommenderas bestå av en lång insamlingsperiod över hela året där flera olika strukturer används.

Kleists med fleras (2007) studie påpackade en brist i deras studie kring möjligheten att via videofilm kunna se och identifiera alla passeringar. Frekvensen som uppmätts behöver därför

inte spegla det totala antalet passeringar då det inte alltid är möjligt att fastställa att alla har identifierats. Kleist med flera (2007) hade exempelvis svårt att se tydligt under nätterna och valde att estimerade procentdelen de missade och addera sedan de estimerade passeringarna för att få ut en uppskattad total användning av viltpassagen.

Studien av Olsson och Widen (2008) uppmätte 12 passager av 24 älgar under 17 månader. Detta kan vara svårt att tolka ifall det är ett högt eller lågt antal passager. Författarna till tidigare nämnda studie förväntade att antalet passager skulle öka med tiden, när studien utfördes var viltpassagen fortfarande väldigt ny. En nyare struktur har enligt både Sawaya med flera (2013) samt Martinig och Bélanger-Smith (2016) visats kräva lite tid för att djuren ska börja använda den med en högre frekvens. Detta försvårar möjligheten att jämföra viltpassager både inom och mellan studier när passager som ska jämföras kan vara byggda olika årtal, och användningen ökar med tiden. Att de även kan vara missvisande resultat ökar bara osäkerheten kring metoderna och resultaten de ger.

Det finns svårigheter vid att mäta användningen av viltpassager men dagens studier kan visa på att passagerna trafikeras av vilt, men ett exakt värde och hur antalet passeringar bör tolkas är mindre tydligt. Användningen av en viss typ av viltpassage varierar stort mellan olika arter. Alltså kan inte mycket sägas om viltpassager i stort utan behöver bedömas enskilt för varje art och passage.

## 5.2 Viltpassagernas utformning

Resultatet kring viltpassagernas utformning påvisade en bred variation på arters preferenser av alltifrån bredd, vegetation, placering och ljus (Grillo *et al.*, 2008; Georgii *et al.*, 2011; Claireau *et al.*, 2018). Skillnaden mellan arters preferens på strukturens bredd påvisas hos björnarter där grizzlybjörnen föredrog breda öppna passager medan svartbjörnen mer använde smalare passager (Sawaya *et al.*, 2013). Dessa arter kan tänkas vara relativt lika och på så sätt bör föredra samma typ av struktur, men studien visar att detta inte är fallet. Detta exempel påvisar vikten av att testa alla arters preferenser vilket är intressanta att bygga strukturer för.

Vid val av vegetation på och omkring strukturen bör den spegla habitatet arterna, vilket viltpassagen byggs för, vanligen lever i. För möss behövs möjligheter till gömställen längs passagen för att öka deras användning (Georgi *et al.*, 2011). Vissa djur kan tänkas föredra mer öppna ytor för att kunna se tydligt vad som finns framför dem, medan andra arter lägger större vikt på fler strukturer att gömma sig vid för att söka skydd.

Mänsklig närvaro ansåg alla studier presenterade i denna uppsats ha en negativ eller neutral påverkan på strukturens användning (Grillo *et al.*, 2008; Georgii *et al.*, 2011; Teixeira *et al.*, 2013; Wang *et al.*, 2017). Viltpassager bör endast vara till för vilt och inte försöka kombineras med mänskliga leder förbi vägar.

Beben (2016) föreslog i sin studie kring både ljus och ljuds påverkan på djuren att en barriär kan upprättas för att minska deras barriäreffekt på ljud eller ljuskänsliga arter. Däremot specificerades inte hur sådana barriärer bör se ut och fungera. Själva strukturen har ett behov av att testas då relativt få studier finns inom området. Studier bör testa och fastställa hur strukturen borde vara konstruerade och användas. Resultat från forskningen kan sedan

presenteras i form av instruktioner för att på ett bra sätt kunna implementera ljud och ljus barriärer vid viltpassager.

En viltpassage kan vara utformad specifikt för att främja bevarandet av en hotad art. Flera arter kan använda dessa passager och det kan i vissa fall göra att den hotade arten trängs undan av andra arter, vilket kan leda till att den arts specifika viltpassagen inte uppfyller sin avsedda funktion. Kring detta finns det ingen forskning i dagsläget. Vidare forskning kring konkurrens inom viltpassager behövs för att fastställa om detta är ett problem, och i sådana fall hur det kan motverkas.

### 5.3 Viltpassagers effektivitet

McCollister och Manen (2010) fann en markant ökning av vilda djurs rörelser efter att en viltpassage byggts. Denna ökade frekvens av rörelse i området kan tolkas som att djuren aktivt valt att använda passagen. Därmed fyller passagen sin funktion. Även en studie på flygpungekorrar påvisade att djuren tog omvägar för att kunna nå och korsa vägen via en av de utplacerade överpassagerna (Soanes *et al.*, 2018). En studie på fladdermöss visade det motsatta där fladdermössen endast använde de arts specifika överpassagerna när de var placerade längs deras vandringsleder (Claireau *et al.*, 2018). Flygpungekorrar och fladdermöss är här två förhållandevis olika arter. Fladdermössen kan flyga över vägen även fast de kanske väljer att inte alltid göra det på grund av öppningen i landskapet (D'Amico *et al.*, 2016). Flygpungekorrar är däremot beroende av någon form av passage över en bred viltstängslad väg (Soanes *et al.*, 2018). För Flygpungekorrar är en viltpassage viktigare för att kunna ta sig över vägen än för en fladdermus vilket sedan innan kan ta sig över. Detta speglas i resultatet av användningen av arterna där en högre användning går att finnas hos flygpungekorren. Dessa motsägelsefulla studier trycker på vikten av att varje struktur behöver anpassas till den specifika arten.

De olika metoderna för att mäta viltpassagers effektivitet vilket togs upp i resultat kräver mycket arbete för att genomföra. BACI designen har av Rytwinski med flera (2015) poängterats vara väldigt svåra och kostsamma att genomföra. Studien skulle kräva mycket av den administrativa gruppen och kräva datainsamling före byggnation av väg samt byggandet av många viltpassager på slumpvis valda platser för att kunna utföra slumpmässiga försök (Karlson *et al.*, 2017). Dessa svårigheter kan tänkas ha bidragit till den begränsade andelen studier vilket har använt den rekommenderade studiedesignen. Med tanke på de stora kostnaderna och arbetet som krävs för att utföra den rekommenderade studien väcks funderingar kring om den blir för invecklad för att vara effektiv. Det kan finnas andra sätt att mäta effektiviteten vilket inte kräver ett sådant stort arbete. Vidare fundering kring metoder vore att föreslå för att se om effektivare alternativ finns. Så som en enklare metod vilket ändå ger ett trovärdigt resultat att bygga uttalanden kring viltpassagers effektivitet kring.

Undersökningen av olika viltpassager kan leda till ett etiskt dilemma där strukturer byggs vilket forskare misstänker inte är effektiva, men vilket ej har testats (Rytwinski *et al.*, 2015). Dessa förutspådda sämre strukturer kan vara svåra att argumentera för att byggas med tanke på kostnaderna, samt att de inte antas leda till märkbara förbättringar för vilts rörelsemöjligheter. Samtidigt behöver hypoteserna kring strukturerna studeras och besvaras för att kunna designa attraktiva strukturer för vilt. Rytwinski med flera (2015) föreslog en kompromiss där den del

av strukturen vilket misstänks inte vara optimal temporärt kan placeras in, så att den kan plockas bort efter studietiden. Detta mellanting kan vara tillräckligt för att utföra studien men strukturen behöver sedan inte genomgå alltför stora förändringar för att uppnå en användbar design.

Soanes med flera (2018) fann att vinsten med passager inte var så stor gällande genflödet på de platser där genflödet redan var bra innan passagen byggdes. Om genflödet var begränsat kunde däremot överpassager öka genflödet. Vid varje planerad plats för viltpassager bör det studeras om det finns något problem med konnektiviteten innan en passage byggs. Men på de platser där en begränsning av genflödet och/eller viltolyckor finns kan en viltpassage motverka den icke gynnsamma effekten av vägen.

Studierna vilket har samlat in genetiskt material har använt sig av två relativt olika metoder. Soanes med flera (2018) valde att fånga in individer för att samla in vävnad från örat, samtidigt som de fick en öronmärkning för senare identifiering. Detta är en relativt invasiv metod där djuren störs och kan stressas av att bli infångade och hanterade. Studien på björnar valde istället en mindre störande insamlingsmetod där en taggtråd placerades vid passagen för insamling av individernas hår (Sawaya *et al.*, 2013). Enligt McMahon med flera (2012) är det för vissa människor oacceptabelt att använda en metod vilket kan påverka få individer negativt till fördelen för många. Med detta i åtanke bör mindre invasiva metoder rekommenderas för att inte störa individerna. Det finns artiklar och tankar om att introducera 3R tänkesättet från labbdjur med att ersätta, minska och förfina djurförsök (Lindsjö *et al.*, 2016). En metod att samla in genetiska material från vilt utan att behöva interagera med dem och minska deras välfärd är här att rekommendera (Lindsjö *et al.*, 2016).

Effektiviteten hos en viltpassage har en viktig roll i beslutet om den anses vara värd kostnaderna att byggas. Forskare har kommit fram till att viltpassager för vissa arter är effektiva och uppfyller sin funktion. Frågan är om viltpassagerna ökar konnektiviteten och minskar viltolyckor så pass mycket att de är värda kostnaderna att byggas. I några av studierna har författarna uttalat sig kring om och när en viltpassage kan anses försvarbar att bygga oavsett de höga kostnaderna.

Mata med flera (2008) drog slutsatsen i sitt arbete att en viltpassage med en artanpassad struktur i vilket måldjuret mestadels eller uteslutande är beroende av passagen för sin framtida överlevnad, rättfärdigar byggnationen av strukturen. Enligt Sawaya med flera (2013) är en viltpassage dock inte en garanterad lösning för bevarandearbetet. Författarna anser att byggnaden av varje struktur bör vägas emot kostanden och de potentiellt positiva effekterna, både indirekta och direkta. Om en viltpassage uppfyller sin funktion att minska viltolyckor och öka konnektiviteten, där problem har funnits kring dessa aspekter, kan en viltpassage motiveras att byggas trots kostnaderna.

### 5.3.1 Viltolyckor

Vid en kombination av viltstängsel och viltpassager minskade antalet viltolyckor och viltödligheten i anslutning till viltpassagerna (McCollister & Manen, 2010). För de som anser

att människoliv är ovärderliga, och om människoliv kan räddas genom passager som minskar risken för viltolyckor, kan viltpassager därför anses vara värda de höga kostnaderna.

Huijser med flera (2009) sammanställde kostnader för viltolyckor med rådjur och älg i USA och Kanada. Studien tog med kostnader för fordonets reparation, mänskliga skador, bogsering, utredning, djurens värde för jägare och kostanden att göra sig av med djuret. Dessa jämfördes med en rad olika metoder, bland annat viltpassager med och utan viltstängsel, för att minska viltolyckors byggnadskostnad och deras effektivitet. Deras resultat visade på det finns många vägsektioner där fördelarna med bland annat viltpassager överstiger kostnaderna, samt de kan hjälpa samhället spara pengar genom att göra vägen säkrare (Huijser *et al.*, 2009). Enbart kostnadsmässigt kan viltpassager med tiden bespara samhället den summa vilket lagts ut för att bygga strukturen från början. Denna utjämning av kostnader beror på plats och uppfylls möjligtvis inte på alla områden. Där viltpassager kostar mer att bygga kan deras förmåga att minska risken för dödsolyckor ändå motivera för deras byggnation.

### 5.3.2 Konnektivitet för vilt

För att öka konnektiviteten mellan habitat och för att bevara arter är det inte lika enkelt att avgöra om de är kostnadseffektivt att bygga viltpassager. Denna fråga bygger på om viltpassagerna är effektiva nog och gör tillräckligt mycket gott för viltpopulationer. Majoriteten av forskarna nämnda i denna litteraturstudie anser att viltpassagerna uppnådde sitt mål så länge de var anpassade för de djur och miljön de placerades i (Andis *et al.*, 2017; Claireau *et al.*, 2018; Soanes *et al.*, 2018).

Detta är dock forskare vilket redan är positivt inställda till passagerna och värderar bevarande av djuren högt. I jämförelse med andra uppdrag trafikbudgeten behöver täcka, så som underhåll och nybyggandet av infrastrukturer, blir det en balansgång mellan vilka aspekter som väger tyngst.

En studie på fladdermöss påvisade att deras viltpassage inte ökade konnektiviteten (Claireau *et al.*, 2018), detta kan ha varit ett konstruktionsproblem där det kan finnas möjlighet att öka användningen med bättre anpassade passager. Alltså kan en felaktig konstruktion eller placering leda till en icke effektiv viltpassage, det inte går att säga så mycket om viltpassager i stort utan varje enskild struktur behöver utvärderas.

## 5.4 Passager för icke hotade djur

I Sverige kan byggnationen av viltpassager ifrågasättas på den grund att många passager byggs för djur vilket inte är hotade i stort. I dagsläget är varken den svenska eller världens älgpopulation hotade (Hundertmark, 2016) Att lägga ner mycket resurser och tid för att minska fragmenteringen för dessa djur kanske inte är helt nödvändigt. Viltpassager kan istället anses vara mer relevanta att bygga för målarter vilka är hotade, eller på platser där lokala populationer hotas.

Längs vägarna där inga kända hotade arter befinner sig kan det istället vara fördelaktigt att satsa på viltstängsel. Viltstängsel har utvärderats av Huijser med flera (2009) vara den enda metoden som helt hindrade hovdjur att komma upp på vägen. Ett viltstängsel kan på så sätt

minska risken för viltolyckor och uppfylla den funktionen. Viltstängsel skapar en skarpare barriär mellan habitat men där dessa populationer och arter inte är hotade behöver inte detta bli ett allvarligt problem.

Att endast sätta upp viltstängsel skapar en stark barriär vilket på populationsnivå möjligtvis inte riskerar artens överlevnad, men vilket kan ifrågasättas på individnivå. Har människor rätt att tränga sig på vilt i en sådan stor utsträckning att de inte längre kan röra sig fritt? Begränsningen leder möjligtvis till stress hos djuret vilket kan påverka dess fysiologi, beteende och därav även dess välfärd (Romero, 2004). Begränsningarna av viltstängslet kan även hindra vilt från att nå viktiga resurser så som mat och sovplatser, som kan leda till en nedsatt välfärd. För vilt så som älg vilket migrerar mellan sommar och vinterområden kan ett uppsatt viltstängsel och väg leda till problem (Sahlsten *et al.*, 2010). Begränsningen kan leda till att älgen spenderar tid på att vandra längs med viltstängslet letandes efter en öppning. Om ingen öppning finns att ta sig över vägen på, tvingas älgen att försöka hitta nya passande habitat med föda inom de begränsningar vägen skapar. Om endast ett viltstängsel vid vägen övervägs byggas, bör välfärden av att vilt inte riskerar bli påkörda jämföras med den potentiellt nedsatta välfärden viltstängslets barriär kan leda till.

Där enbart viltstängsel planeras sättas upp bör populationerna i området utvärderas med fokus på hur isolerade de är och hur beroende de är av att röra sig över vägen. Om endast ett viltstängsel sätts upp kommer det att väsentligt begränsa och stoppa vilts rörelsemöjligheter. Vilket endast bör övervägas om området som blockeras inte riskerar populationens överlevnad, och de stora vandrande djuren inte blir helt instängda i sitt område. Allmänna riktlinjer bör i sådana fall tas fram baserat på forskning för att kunna bedöma när de olika formerna av skydd mot viltolyckor bör användas.

## 5.5 Slutsats

Syftet med denna litteraturstudien var att sammanställa forskningen kring viltpassager och ge en överblick av området. Viltpassager finns för att leda djur över eller under vägar för att öka konnektiviteten mellan habitat och minska antalet viltolyckor. Viltpassagerna används av en rad djur så som älg, björn, hjort, grävling, rödräv, möss, fladdermöss, fjärilar och gräshoppor. En attraktiv utformning på passagen är artberoende där speciellt bredd, storlek, placering, vegetation och mänsklig närvaro är aspekter som påverkar. Enbart användningen speglar nödvändigtvis inte passagens funktion. Att mäta effektiviteten har visats utmanande och nuvarande metodförslag har visats kunna vara svåra och kostsamma att genomföra. Arten och strukturen avgör om viltpassagen uppfyller sin funktion, och forskare medtagna i denna studie ansåg generellt de studerade passagerna uppfyller sin funktion. I stort är det svårt att avgöra hur gynnsam en viltpassage är, varje enskild viltpassage bör bedömas utifrån om ett behov finns av strukturen, för vilka arter, vart den borde placeras och hur den bör anpassas för arten.

Fler försöksinriktade och tillförlitliga studier önskas inom ämnet för en tydligare jämförelse och utvärdering av viltpassager. Denna litteraturstudie kring viltpassager kan användas som ett hjälpmedel för att se vad som redan har forskats på och vart det finns kunskapsluckor som behöver fyllas.



## 6. Populärvetenskaplig sammanfattning

Infrastrukturer så som bilvägar, tågbanor och elledningar breder ut sig över landskapet och kan vara svåra för vilda djur att korsa. När vilt försöker korsa vägen riskerar de att stöta samman med fordonen på vägen. Viltolyckor kan leda till att både människor och vilt skadas eller avlider. Vägar leder även till att landskapet delas upp, habitat förloras och habitaterna som kvarstår isoleras från varandra. Vägar kan även ge upphov till en barriär för vilt där de inte kan, eller avskräcks från att, korsa vägen. För att minska antalet viltolyckor och öka sammankopplingen mellan vägens olika sidor kan viltpassager byggas. En viltpassage är en struktur vilket leder djur över eller under en väg, exempelvis via en bro eller tunnel, så att djuren inte behöver röra sig på körbanan.

Olika former av under och överpassager för vilt används i varierande frekvens av vilda djur. Vilda arter föredrar olika utformningar av viltpassager. Där vissa arter föredrar en mindre struktur med mycket växtlighet på och runt passagen för skydd, men andra arter mest använder stora öppna passagera med god sikt över passagen och närliggande landskap. För fladdermöss används endast viltpassager som ligger placerade längs deras vandringsleder. Störningar av människor nära passagera minskade djurens användning av passagera för alla studerade arter. Denna absoluta användning av passagera visar på hur de används men säger endast lite kring hur effektiva de är. Detta visade sig vara en något svår sak att besvara med de metoder vilket vanligen används för att mäta vilts användning av passagera. En studiedesigns idé bygger på att jämföra hur mycket vilt rör sig på platsen passagen ska byggas på före och efter en är färdigbyggd, och sedan även jämföra mellan viltpassagen och en annan plats en bit ifrån strukturen. Överlag anser forskare att viltpassager uppfyller sin funktion att öka sammankopplingen, men det finns undantag där exempelvis viltpassagen inte ökade korsningar av vägen för fladdermöss. Angående viltolyckor så kan en väg med viltpassager minska antalet med 58% i jämförelse med en väg utan viltpassager.

Att säga något om viltpassager i stort kan vara svårt. Varje enskild viltpassage bör bedömas för sig utifrån om strukturen behövs, vilka arter som ska använda den, vart den placeras och hur den kan utformas för den arten.

## 7. Tack

Jag vill härmed innerligt tacka min handledare Josefina Zidar för all hjälp och stöd genom arbetes alla delar. Ett stort tack vill jag även ägna min familj för stöd och uppmuntran, ni har hjälpt mig se problemen från nya perspektiv. Slutligen vill jag tacka mina klasskamrater för all tid vi suttit ihop och nystat i dessa arbeten, ni gjorde detta möjligt.

## 8. Referenser

Andis, A. Z., Huijser, M. P. & Broberg, L. 2017. Performance of arch-style road crossing structures from relative movement rates of large mammals. *Frontiers in Ecology and Evolution*. 5, 122.

- Beben, D. 2016. Crossings construction as a method of animal conservation. *Transportation Research Procedia*. 14, 474-483.
- Benítez-López, A., Alkemade, R. & Verweij, P. A. 2010. The impacts of roads and other infrastructure on mammal and bird populations: A meta-analysis. *Biological Conservation*. 43, 1307-1316.
- Boarman, W.I. & Sasaki, M. 2005. A highway's road-effect for desert tortoises (*Gopherus agasazii*). *Journal of Arid Environments*. 65, 94–101.
- Claireau, F., Bas, Y., Puechmaille, S. J., Julien, J., Allergini, B & Kerbiriou, C. 2018. Bat overpasses: An insufficient solution to restore habitat connectivity across roads. *Journal of Applied Ecology*. 56, 573-584.
- D'Amico, M., Périquet, S., Román, J., Revilla, E. & Hayward, M. 2016. Road avoidance responses determine the impact of heterogeneous road networks at a regional scale. *Journal of Applied Ecology*. 53, 181–190.
- Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 34, 487-515.
- Georgii, B., V. Keller, H. P. Pfister, H. Reck, E. Peters-Ostenberg, M. Henneberg, M. Herrmann, H. Mueller-Stiess, and L. Bach. 2011. Use of wildlife passages by invertebrate and vertebrate species. *Wildlife Passages in Germany 2011*:1–27.
- Gren, I & Jägerbrand, A. 2017. Costs of animal-vehicle collisions with ungulates in Sweden. Working paper 03/2017.
- Grift, E. A., Ree, R., Fahrig, L., Findlay, S., Houlahan, J., Jaeger, J. A. G., Klar, N., Madriñan, L. F. & Olson, L. 2013. Evaluating the effectiveness of road mitigation measures. *Biodiversity and Conservation*. 22, 425–448.
- Grilo, C., Bissonette, J. A. & Santos-Reis, M. 2008. Response of carnivores to existing highway culverts and underpasses: implications for road planning and mitigation. *Biodiversity and Conservation*. 17, 1685–1699.
- Hedlund, J. H., Curtis, P. D., Curtis, G. & Williams, A. F. 2004. Methods to reduce traffic crashes involving deer: what works and what does not. *Traffic Injury Prevention*. 5, 122–131.
- Huijser, M. P., Duffield, J. W., Clevenger, A. P., Ament, R. J. & McGowen, P. T. 2009. Cost-benefit analyses of mitigation measures aimed at reducing collisions with large ungulates in the United States and Canada: a decision support tool. *Ecology and Society*. 14, 15.
- Hundertmark, K. 2016. *Alces alces*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T56003281A22157381. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T56003281A22157381.en>. Använd 2019-05-22
- Hunter, M. L. & Gibbs, J. P. 2007. *Fundamentals of conservation biology*. 3. ed. Sid 150-183. Malden, Blackwell Publishing.
- Jaktförordningen (1987:905)

- Karlson, M., Seiler, A. & Mörtberg, U. 2017. The effect of fauna passages and landscape characteristics on barrier mitigation success. *Ecological Engineering*. 105, 211–220.
- Kleist, A. M., Lancia, R. A. & Doerr, P. D. 2007. Using video surveillance to estimate wildlife use of a highway underpass. *Journal of Wildlife Management*. 7, 2792-2800.
- Lindsjö, A., Fahlman, Å. & Törnqvist, E. 2016. Animal welfare from mouse to moose: Implementing the principles of the 3rs in wildlife research. *Journal of Wildlife Diseases*. 52, 65–77.
- Martinig, A. R. & Bélanger-Smith, K. 2016. Factors influencing the discovery and use of wildlife passages for small fauna. *Journal of Applied Ecology*. 53, 825–836.
- Mata, C., Hervás, I., Herranz, J., Suárez, F. & Malo, J. E. 2008. Are motorway wildlife passages worth building? Vertebrate use of road-crossing structures on a Spanish motorway. *Journal of Environmental Management*. 88, 407–415.
- McCollister, M. F. & Van Manen, F. T. 2010. Effectiveness of wildlife underpasses and fencing to reduce wildlife–vehicle collisions. *The Journal of Wildlife Management*. 74, 1722–1731
- McMahon, C., Harcourt, R., Bateson, P., & Hindell, M. 2012. Animal welfare and decision making in wildlife research. *Biological Conservation*. 153, 254–256.
- Medinas, D., Marques, J. T. & Mira, A. 2013. Assessing road effects on bats: The role of landscape, road features, and bat activity on road-kills. *Ecological Research*. 28, 227–237.
- Morelle, K., Lehaire, F. & Lejeune, P. 2013. Spatio-temporal patterns of wildlife-vehicle collisions in a region with a high-density road network. *Nature Conservation*. 5, 53-73.
- Nationella Viltolycksrådet, 2019. <https://www.viltolycka.se/> , använd 2019-04-14.
- Olsson, M. P. O. & Widen, P. 2008. Effects of highway fencing and wildlife crossings on moose *Alces alces* movements and space use in southwestern Sweden. *Wildlife Biology*. 14, 111-117.
- Parris, K.M., Schneider, A., 2009. Impacts of traffic noise and traffic volume on birds of roadside habitats. *Ecology and Society* 14, 29.
- Rodriguez, A., Crema, G. & Delibes, M. 1996. Use of non-wildlife passages across a high speed railway by terrestrial vertebrates. *Journal of Applied Ecology*. 33, 1527-1540.
- Romero, L. M. 2004. Physiological stress in ecology: lessons from biomedical research. *Trends in Ecology & Evolution*. 19, 249–255.
- Rytwinski, T., van der Ree, R., Cunnington, G. M., Fahrig, L., Findlay, C. S., Houlahan, J., Jaeger, J. A. G., Soanes, K. & van der Grift, E. A. 2015. Experimental study designs to improve the evaluation of road mitigation measures for wildlife. *Journal of Environmental Management*. 154, 48–64.

- Sahlsten, J., Bunnefeld, N., Måånsson, J., Ericsson, G., Bergström, R. & Dettki, H. 2010. Can supplementary feeding be used to redistribute moose *Alces alces*? *Wildlife Biology*. 16, 85–92.
- Sawaya, M. A., Clevenger, A. P. & Kalinowski, S. T. 2013. Demographic connectivity for ursid populations at wildlife crossing structures in Banff national park. *Conservation Biology*. 27, 721–730.
- Soanes, K., Taylor, A. C., Sunnucks, P., Vesk, P. A., Cesarini, S. & van der Ree, R. 2018. Evaluating the success of wildlife crossing structures using genetic approaches and an experimental design: Lessons from a gliding mammal. *Journal of Applied Ecology*. 55, 129–138.
- Teixeira, F. Z., Printes, R. C., Fagundes, J. C. G., Alonso, A. C., & Kindel, A. 2013. Canopy bridges as road overpasses for wildlife in urban fragmented landscapes. *Biota Neotropica*. 13, 117–123.
- Van der Grift, E. A., van der Ree, R., Fahrig, L., Findlay, S., Houlahan, J., Jaeger, J. A. G., Klar, N., Madiñan, L. F. & Olson, L. 2013. Evaluating the effectiveness of road mitigation measures. *Biodiversity and Conservation*. 22, 425–448.
- van der Ree, R., van der Grift, E., Gulle, N., Holland, K., Mata, C., Suarez, F., 2007. Overcoming the barrier effect of roads-How effective are mitigation strategies? *Road Ecology Center*. UC Davis: Road Ecology Center, pp. 423–431 Open Access Publications from the University of California.
- van der Ree, R., Cesarini, S., Sunnucks, P., Moore, J.L. & Taylor, A. 2010. Large gaps in canopy reduce road crossing by a gliding mammal. *Ecology and Society*. 15, 35.
- Virgós, E. 2001 Relative value of riparian woodlands in landscapes with different forest cover for medium-sized Iberian carnivores. *Biodiversity & Conservation*. 10, 1039–1049.
- Wang, Y., Guan, L., Piao, Z., Wang, Z., & Kong, Y. 2017. Monitoring wildlife crossing structures along highways in Changbai Mountain, China. *Transportation Research Part D*. 50, 119–128.
- Woltz, H. W., Gibbs, J. P. & Ducey, P. K. 2008. Road crossing structures for amphibians and reptiles: Informing design through behavioral analysis. *Biological Conservation*. 141, 2745–2750.
- Riley, S. P. D., Pollinger, J. P., Sauvajot, R. M., York, E. C., Bromley, C. Fuller, T. K. & Wayne, R. K. 2006. A southern California freeway is a physical and social barrier to gene flow in carnivores. *Molecular Ecology*. 15, 1733–1741.
- Seiler, A. 2003. The toll of the automobile: Wildlife and roads in Sweden. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Sweden.
- Seiler, A., Olsson, M. & Lindqvist, M. 2015. Analys av infrastrukturens permeabilitet för klövdjur – en metodrapport. CBM:s skriftserie 88. Centrum för Biologisk Mångfald.

Shepard, D. B., Kuhns, A. R., Dreslik, M. J. & Philips C. A. 2008. Roads as barriers to animal movement in fragmented landscapes. *Animal Conservation*. 11, 288-296.

Sveriges Radio. 2015. <https://sverigesradio.se/sida/avsnitt/554409?programid=412>, använd 2019-03-25

Teixeira, F. Z., Printes, R. C., Gagundes, J. C., Alonso, A.C. & Kindel, A. 2013. Canopy bridges as road overpasses for wildlife in urban fragmented landscapes. *Biota Neotropica*. 13, 117–123.

Trafikverket. 2019. <https://www.trafikverket.se/>, använd 2019-04-22.