Kunskapssammanställning Landskap och Infrastruktur

Innehåll

Kunskapssammanställning Landskap och Infrastruktur 1
Inledning 3
Sammanfattande iakttagelser och slutsatser 4
Forskningsområdet 5
Framgångsfaktorer 5
Kunskapsläget Ekologi och infrastruktur 8
Ekologi och infrastruktur 8
Infrastrukturens effekter på det ekologiska landskapet 8
Åtgärder för att säkra och stärka de ekologiska värdena 13
Planeringsfrågor kopplade till ekologiska effekter 17
Utvecklingsbehov 19
Kunskapsläget Kulturarv och infrastruktur 21
Kulturarv och infrastruktur 21
Infrastrukturens effekter på kulturarv 22
Åtgärder 25
Planeringsfrågor 27
Utvecklingsbehov 29
Kunskapsläget Friluftsliv och infrastruktur 30
Friluftsliv och transportinfrastruktur 30
Infrastrukturens negativa effekter på friluftslivet 31
Åtgärder för att minska negativa effekter på friluftsliv 33
Planering 34
Utvecklingsbehov 34
Kunskapsläget Styrmedel och landskap 36
Utvecklingsbehov 39
Kunskapsläget Integrerad landskapshantering och infrastruktur 41
Integrerad landskapshantering och infrastruktur 41
Kunskapsläget kring integrerad landskapshantering 42
Utvecklingsbehov 44
Referenser 46

Inledning

I budgetpropositionen för 2017 (prop. 2016/17:1, utgiftsområde 22, sid. 30) konstaterar regeringen:

> *”Transportinfrastruktur och trafik har en omfattande negativ påverkan på landskapets natur- och kulturvärden, såsom ekologiska funktioner, biologisk mångfald, naturresurser och kulturhistoria. Påverkan består av bl.a. intrång, barriärer, fragmentering, biologisk utarmning, torrläggning av våtmarker, omledning av vattendrag, spridning av invasiva främmande arter samt störning och förorening. Landskapsanpassad infrastruktur bevarar och stärker ekosystemtjänster, biologisk mångfald och kulturmiljöer. Andelen landskapsanpassade statliga vägar och järnvägar är låg och nettoutvecklingen är sammantaget negativ. Exempel på detta är en minskning av artrika miljöer, ett minskat omhändertagande av värdefulla kulturmiljöer och alléer samt ökade barriäreffekter.”*

Dessa formuleringar går inte att tolka på annat sätt än att regeringen är bekymrad över den påverkan transportinfrastrukturen har på landskapet och därför vill driva ett arbete för att minska de negativa effekterna.

Denna översiktliga kunskapssammanställning är ett försök att identifiera vad som är känt inom området Transportinfrastruktur och landskap, vad som är mest angeläget att ytterligare beforska och vilka som är de centrala frågeställningarna inför framtiden inom området. Samtidigt görs ett försök att strukturera det breda och delvis nya ämnesområdet. Syftet är att rapporten dels ska fungera som ett underlag för Trafikverkets forsknings- och innovationsarbete, dels kunna utnyttjas som en kunskapssammanställning för alla som verkar inom området. Rapporten syftar till att ge överblick, och därför är inte all relevant litteratur inkluderad.

Vi har valt att inleda alla kapitelrubriker med ordet ”Kunskapssammanställning”. Det ska inte uppfattas som att det under varje kapitelrubrik levereras samma typ av faktasammanställningar. På vissa områden är kunskapen helt enkelt mycket mera gedigen, på andra mindre fyllig. Därför domineras några kapitel av kunskapsgenomgångar medan andra mera lyfter fram kunskapsluckor och forskningsbehov. I det inledande avsnittet sammanfattas de viktigaste iakttagelserna vi gjort i samband med rapportskrivandet.

Rapporten är en beställning till Calluna AB från Magnus Nilsson Produktion, som i sin tur arbetat på uppdrag av Trafikverket. Rapporten är skriven av Lars Nilsson, Trogon AB, J-O Helldin, Calluna AB (uppdragsansvarig), och Mia Björckebaum, KMV forum AB. Hans Antonson, VTI, Ebba Lisberg-Jensen, Malmö Högskola, och Bengt Schibbye, Schibbye landskap AB, har bidragit med referenser och synpunkter. Ett utkast till rapporten expertgranskades av Charlotta Faith-Ell, WSP Sverige. För slutredigeringen ansvarar Magnus Nilsson.

Sammanfattande iakttagelser och slutsatser

Landskapet är det rum vi lever våra liv i. Rätt förvaltat ger det oss stora värden; mat, vatten, skönhet, kunskap och rekreation bland annat.

När vi ändrar landskapet genom infrastrukturanläggningar skadas eller förloras många landskapsvärden, men möjligheten finns också att tillföra värden. För ett gott resultat, en hållbar utveckling, behöver vi bättre förstå effekterna av det vi gör, men också utforma regelverk och styrmedel så att det blir lätt att göra rätt, och där dåligt är dyrt.

Landskapet måste hanteras som en helhet och inte som antingen ett kulturlandskap, en biotop eller ett friluftsområde. Å andra sidan är kunskapsframsteg ofta beroende av reduktionistiska ansatser där enstaka aspekter och fenomen studeras isolerat.

Landskapsforskningen är en utmaning eftersom olika discipliner, med rötter i naturvetenskap, teknik, samhällsvetenskap och humaniora, måste mötas i ett gemensamt landskap. Landskapsperspektivet ska dessutom konfrontera ett infrastrukturperspektiv med tidplaner, budgetar och tekniska specifikationer som inte alltid inkluderar hänsyn och respekt för landskapets komplexitet.

För detta behövs kunskap, klokskap och kompetens. Vi behöver forskning. Det handlar om forskning om infrastrukturens påverkan på landskapet på gott och ont och hur denna påverkan kan förändras.

Trafikens och infrastrukturens inverkan på landskapet har länge varit en viktig miljöfråga inom Vägverket, Banverket och senare Trafikverket (Hedman, 2011). Kunskapsläget har stadigt förbättrats genom satsningar som Vägverkets ”Mål och Mått för Natur- och kulturmiljövärden”, Trafikverkets ”Landskap i långsiktig planering” (LiLP) och forskningsprogrammen Include (Integration of ecological and cultural dimensions in transport infrastructure management) och Triekol (TRansportInfrastrukturEKOLogi).

Efterhand har insikten om vikten av internationell samverkan ökat. Satsningar på kunskapsutbyte via IENE (Infra Eco Network Europe, www.iene.info) och forskning genom CEDR (Conference of European Directors of Roads) har vidgat vyerna och givit Trafikverket och svenska forskare och konsulter tillgång till den internationella forskningen.

Bortsett från Include har det i Sverige hittills saknats myndighetsövergripande forskningsprogram inom området, och regionala och lokala aktörer har inte varit direkt inblandade. Kompetens finns på Trafikverket, på universitet och högskolor samt vissa konsultfirmor, men några starka ”centers of excellence” finns inte, utan framstegen står och faller med enstaka forskare och deras nätverk.

Angränsande forskningsområden har varit akademiskt starkare. Sveriges Lantbruksuniversitet, SLU, har formerat bl.a. Centrum för Biologisk Mångfald, Forum för MKB och miljöbedömning (tidigare MKB-centrum) samt Movium. Stockholm Resilience Center är ett annat exempel. Friluftsforskning finns på Mittuniversitetet, Blekinge Tekniska Högskola, Malmö Högskola och på GIH. Forskning om kulturlandskapet är mera splittrad men finns bland annat på Göteborgs universitet och Uppsala universitet.

Även internationellt saknas starka forskarmiljöer. Några grupper i exempelvis Nederländerna, Australien, Brasilien och USA har uppnått en kritisk massa inom infrastrukturekologiområdet, men huvudsakligen drivs forskningen även här av enstaka forskare eller konsulter. Uppbyggnaden av nätverk kring infrastruktur och ekologi, för närvarande i Europa (IENE), USA (ICOET) och Australien (ANET), har skapat nya konstellationer och ökat slagkraften. Motsvarande infrastrukturanknutna samarbeten finns inte inom kulturmiljö- eller friluftslivsområdet.

Forskningsområdet

Det finns inget avgränsat forskningsområde Landskap och infrastruktur. Många forskningsfält berör och beforskar området men enbart ur en avgränsad synvinkel, sällan på ett sätt där landskaps- och infrastrukturfrågorna hanteras på ett integrerat sätt.

På vägekologisidan har sedan några decennier en relativt stark forskning vuxit fram, framför allt fokuserad på effektforskning, i mindre utsträckning på åtgärdsforskning. En förklaring till den, relativt andra områden, starka ställningen för ekologiforskningen är att Trafikverket och innan dess Vägverket systematiskt har ställt upp med finansiering. Under en period bidrog även Mistra (Stiftelsen för miljöstrategisk forskning) till finansieringen, och på senare år har tillkommit finansiering från CEDR, de europeiska vägmyndigheternas samarbetsorgan. Inom vägekologin finns dessutom en stark internationell forskningsmiljö med nätverk som bidrar till kunskapsspridningen. Generellt har ekologisk forskning en stark ställning med god finansiering, vilket även den infrastrukturinriktade verksamheten kan dra nytta av.

Kulturarvsområdet har haft avsevärt svårare att hitta finansiering och någon svensk forskningsmiljö kring kulturarv, kulturmiljö och infrastruktur låter sig inte identifieras; det rör sig snarare om enstaka forskare och andra som drivit kunskapsläget framåt. Dessutom finns en relativt kompetent konsultmarknad som driver utvecklingen, men kopplingen till forskarsamhället är ofta svag.

På samma sätt är forskningen kring friluftsliv begränsad och som kunskapssammanställningen visar görs kopplingen sällan till effekter av infrastruktur. Efter att Naturvårdsverkets nationella satsning på friluftsforskning 2006-2012 avslutats upplevs situationen kring kunskapsutvecklingen som besvärlig (Ulf Silvander, Svenskt friluftsliv muntligen).

Utveckling av redskap och metoder för mera integrerade landskapsanalyser pågår i regi av Trafikverket och verkar vara en framkomlig utvecklingslinje. Samtidigt kan man konstatera att detta utvecklingsarbete hittills haft svag vetenskaplig koppling. Forskningen behöver ges möjlighet att bidra till utformning och kvalitetssäkring av Trafikverkets insatser.

I Trafikverkets avgränsning av landskap ingår ofta Form och rumslighet, ibland även kallat Form och skala (se till exempel Miljöbedömningsgrunder, Leveranskvalitet miljö landskap, Riktlinje landskap). Form och rumslighet är arkitektoniskt betingade frågor som dels ingår i landskapets förutsättningar och därför är en viktig del av en integrerad landskapshantering, dels ingår i kunskapsområdet gestaltning. Den relevanta kunskapstraditionen finns i huvudsak inom landskapsarkitektur och designområdet. Formfrågorna är inte lika väl etablerade som en del av miljöområdet som ekologi och kulturarv, delvis till följd av miljöbalkens och miljömålens utformning. I denna kunskapssammanställning berörs inte form och rumslighet.

De forskare som sysslar med landskaps- och infrastrukturforskning arbetar ofta enskilt, placerade i miljöer där infrastrukturfrågorna är underordnade den traditionella forskningsindelningen och där framgång räknas i vetenskapliga artiklar i välrenommerade tidskrifter. Detta bidrar till att det utvecklas ekologi- eller kulturmiljöspecialister, men att det är en brist på forskning som går över disciplingränserna.

Framgångsfaktorer

För att möta de behov regeringen identifierar i budgetpropositionen för 2017 (se inledning) behövs ett bättre kunskapsläge. De landskapsvärden som står på spel är stora, men även åtgärdskostnaderna kan bli stora, vilket ytterligare understryker vikten av att satsningarna görs på basis av gedigen kunskap. Nedan anges några vägar framåt:

- *Öka internationaliseringen*

Den internationella problembilden förefaller i mycket likna situationen i Sverige, vilket betyder att lösningen endast delvis kan vara att ”importera” kunskap, och att internationell samverkan för att skynda på kunskapsutvecklingen sannolikt är viktigast.

Inom vägekologisidan, men till viss del även inom järnvägsekologin, har internationellt samarbete avsevärt förbättrat kunskapsläget t.ex. när det gäller populationsekologiska effekter av infrastruktur eller kring ekodukter.

Inom kulturarvs- och friluftslivsområdena (kopplat till infrastruktur) är samarbetet av betydligt mindre omfattning.

- *Satsa långsiktigt*

Området Landskap och infrastruktur har en svag forskningsstruktur vilket försvårar utvecklingen. Korta anslag försvårar doktorandfinansiering och omöjliggör högriskprojekt. Erfarenheten av de större satsningar som gjorts, exempelvis Include (finansierat av Mistra, Banverket, Vägverket m.fl.), Triekol (finansierat av Trafikverket) och CEDRs forskningsprogram Wildlife and Traffic, är samtidigt goda och har lett till betydande framsteg.

Landskapsfrågan kommer långsiktigt att vara viktig för Trafikverket och kräver därför uthållighet i forskningsarbetet. Trafikverket är den centrala aktören, men kan inte på egen hand finna lösningarna.

- *Tillåt flexibilitet*

Nuvarande, småskaliga forskarmiljöer måste utvidgas. För att dessa små miljöer långsiktigt ska ha möjlighet att driva större, nationella projekt och vara med och slåss om stora EU-satsningar krävs nätverksbyggande, både mellan nationella aktörer, men även internationellt.

- *Satsa på samverkan med akademin*

Inom området Landskap och infrastruktur finns många för samhället viktiga frågor, men få forskare och doktorander verksamma inom akademin. En förklaring kan vara att området inte erbjuder tydliga karriärvägar för universitetsvärldens forskare. En stor del av kunskapsutvecklingen drivs av duktiga konsulter och anställda på Trafikverket, varav vissa är disputerade. Det är också ett forskningsområde med klar stämpel tillämpad forskning. Samverkan med universitet/högskolor genom exempelvis industridoktorander och adjungerade forskare skulle kunna leda både till föryngring men också till att fler redan välrenommerade forskare intresserar sig för området.

- *Empiri som grund*

Utgångspunkten för Trafikverket är att verksamheten ska bygga på forskning och beprövad erfarenhet; både och behövs. En risk inom forskningen är dock att den korrekt förklarar fel saker, och att resultaten inte blir direkt användbara i praktiken. Beprövad erfarenhet utan forskning leder å andra sidan ofta både till att felaktigheter cementeras och till rena missförstånd där fel åtgärder sätts in i all välvilja. Ett gott samarbete mellan forskare och praktiker krävs, där pågående verksamhet beforskas och där ”gamla sanningar” belyses för att kunna beläggas eller vederläggas. Sådant samarbete har etablerats inom Include, Triekol m.m., och behöver säkras och breddas till hela landskapsområdet.

- *Integrera, men med förnuft*

Samtidigt som förvaltningen av landskapet kräver helhetssyn och integrering finns en risk att strävan att greppa över allt leder till att inget händer. Satsa på forskning som gör tydliga partialanalyser och satsa på utveckling som integrerar olika forskningsresultat och forskningstraditioner till en fungerande helhet.

- *Hitta balansen*

Väg- och järnvägsekologisk forskning har fokuserat på infrastrukturens och trafikens effekter. Mindre intresse har riktats mot åtgärds- och styrmedelsforskning. Det behövs en bättre balans framgent. Trafikverkets nya satsning på att studera de landskapsekologiska effekterna av riktade miljöåtgärder visar hur man kan lyfta fram åtgärdssidan (Anders Sjölund muntligen), men även ren byggteknisk utveckling krävs.

Kunskapsläget Ekologi och infrastruktur

Ekologi och infrastruktur

Redan från den tidiga massbilismen har påkörning av vilda djur uppmärksammats som ett problem för såväl trafiksäkerhet, artbevarande och djurvälfärd (Seiler, 2003). I och med landskapsekologins starka framväxt under 70- och 80-talen uppmärksammades dock alltmer hur ekosystemen påverkades av landskapssammanhanget; av samspelet mellan olika miljöer och naturtyper, av landskapets struktur, och av olika former av barriärer – naturliga eller människoskapade (se exempelvis Forman & Godron, 1986). Det blev uppenbart hur vägar och andra transportleder påverkade det omgivande naturlandskapet och skapade nätverk av barriärer för många arter. Under 90-talet och början av 2000-talet kom *vägekologin* att börja definieras som en egen vetenskapsgren, via ett antal kunskapssammanställningar (exempelvis Spellerberg, 1998; Trocmé m.fl., 2002; Forman m.fl., 2003; Davenport & Davenport, 2006), parallellt med framväxande, internationella forskningssamarbeten som IENE och ICOET (Wagner & Seiler, 2015).

Ursprunget i landskapsekologin återspeglas i teori och terminologi, men vägekologin har även starka referenser till andra vetenskapsgrenar, såsom bevarande- och populationsekologi, populationsgenetik, akvatisk ekologi, hydrologi och markvetenskap, samhällsplanering och anläggningsteknik. Det internationella kunskapsläget speglas väl i den relativt färska *Handbook of Road Ecology* (van der Ree m.fl., 2015a). Den mesta forskningen inom fältet berör bilvägar; kunskapsläget kring ekologiska effekter av järnvägar är generellt sett sämre, och forskning kring sjöfartens och flygets påverkan saknas nästan helt inom infrastrukturekologiområdet.

I Sverige har Trafikverkets forskningsprogram Triekol under åren 2009-2016 tagit fram och sammanställt kunskaper, redovisade i ett antal rapporter anpassade för svenska förhållanden (http://triekol.se/publikationer/), vilket lett till att kunskapsområdet kan betecknas som förhållandevis starkt i landet (Sjölund & Helldin, 2012).

Detta till trots saknas ännu svar på viktiga frågeställningar kopplade till investering i och underhåll av transportinfrastruktur. Även praktiken släpar efter, vilket illustreras av att det är först i de allra färskaste tillståndsbeskrivningarna av Sveriges flora, fauna och ekosystem som de hot mot artbevarande som infrastruktur och trafik står för beskrivs (Bernes, 2011; Naturvårdsverket, 2015). Biologisk mångfald hanteras överlag otillräckligt i miljökonsekvensbeskrivningar för större infrastrukturprojekt (Wärnbeck, 2013).

Ett mer grundläggande problem är att förvaltningen av mark och vatten präglas av sektors- och revirtänkande, där olika intressen i ett landskap (som till exempel areella näringar, gruvverksamhet, infrastruktur, vattenkraft, naturvård, kulturmiljövård) ofta behandlas var för sig och av olika myndigheter (Esselin, 2014). Att integrera miljöhänsyn i infrastrukturplaneringen blir därmed problematiskt, särskilt i samband med anläggning av nya transportkorridorer, eftersom det försvårar att hitta den linje som ger minst negativ påverkan. Det innebär även ett problem när funktionen av de åtgärder som väghållaren vidtar, äventyras av andra aktiviteter i landskapet.

Infrastrukturens effekter på det ekologiska landskapet

Transportinfrastrukturens effekter på ekologi och biologisk mångfald kan något förenklat delas upp i sex huvudsakliga påverkanskategorier (Helldin m.fl., 2015a):

1. Barriäreffekter
2. Trafikdöd – påkörningar av djur

3. Störning
4. Förlust av livsmiljö (biotopförlust)
5. Invasiva arter
6. Nya biotoper och naturvärden

Dessa kategorier täcker tillsammans in de betydande effekterna, och listan har visat sig praktisk för att beskriva tillstånd och åtgärder.

1. Barriäreffekter

Infrastruktur med tillhörande trafik kan utgöra betydande barriärer i landskapet genom att begränsa den fria rörligheten för många djur. Barriärpåverkan av bilvägar har studerats för en lång rad arter, främst större däggdjur såsom klövdjur och rovdjur, men barriäreffekter finns belagda även för mindre däggdjur, grod- och kräldjur, fiskar samt evertebrater med begränsad flygförmåga, såsom spindlar, blötdjur och vinglösa insekter (referenser i Helldin m.fl., 2010; van der Ree m.fl., 2015a; Reck & van der Ree, 2015). Även flygande arter som fåglar, fladdermöss och flygande insekter kan påverkas, särskilt sådana som är knutna till skog eller buskmarker och ogärna rör sig över öppen terräng (*ibid.*). Inte bara djur kan påverkas utan även växter, genom exempelvis försämrad spridning av frö, pollen eller sporer (vilka inte sällan sprids av djur; se exempelvis Panter & Dolman, 2012; Reck & van der Ree, 2015). Barriäreffekten beror på en kombination av rent fysiska hinder (exempelvis stängsel, höga bankar, skärningar), störningseffekter (undvikande av fordon, buller, mänsklig närvaro), habitateffekter (undvikande av vad som av djuren uppfattas som en ogästvänlig miljö) och påkörningsrisk.

Barriäreffekter av järnvägar är mindre studerade, men finns belagda bland annat för stora klövdjur, groddjur, kräldjur och marklevande insekter (referenser i Helldin m.fl., 2010; Dorsey m.fl., 2015), och effekterna verkar i många fall vara av samma karaktär och storleksordning som för bilvägar (van der Grift, 1999; Helldin m.fl., 2010; Dorsey m.fl., 2015). Djur och växter kan också påverkas indirekt av att större vägar och järnvägar utgör barriärer för jordbruket, vilket kan leda till ändrad markanvändning utanför väg- eller banområdena. Omfattningen av det senare problemet är dock inte känd.

Ett generellt mönster är att barriärpåverkan och antalet arter som berörs ökar med vägens eller järnvägens storlek (bredd, trafik). Enligt en tumregel som tillämpas inom vägekologin utgör vägar med >10.000 fordon per dygn en absolut barriär för större viltarter (Seiler, 2003), men effekterna varierar mellan olika arter, beroende på deras beteende, storlek, rörlighet m.m. (Fahrig & Rytwinski, 2009; Helldin m.fl., 2010; Jacobson m.fl., 2016), så även mindre vägar kan vara problematiska. De större transportlederna utgör kraftiga barriärer för många arter, medan mindre vägar i första hand utgör ett problem för små arter med begränsad rörlighet. Samtidigt rör sig större arter ofta över större områden och berörs därför av ett nätverk av infrastrukturer, där de små effekterna av enstaka vägar kan adderas. Väg- och järnvägsnätet bidrar därmed till fragmenteringen av ett redan fragmenterat landskap.

Funktionellt innebär barriärerna att den enskilda individen hindras att nå viktiga resurser i landskapet, exempelvis föda, övervintringsplatser eller partners. Detta påverkar i första hand populationernas demografi, alltså reproduktion, överlevnad och spridning, vilket medför risk för minskande populationstäthet (lokalt, regionalt eller globalt) samt uppdelning i och isolering av delpopulationer (Forman & Alexander, 1998; Fahrig, 2003; Corlatti m.fl., 2009). I förlängningen kan det innebära genetiska effekter, såsom genetisk drift, inavelsdepression, minskat genetiskt utbyte mellan delpopulationer och minskad genetisk variation inom arten (Corlatti m.fl., 2009). För de flesta arter kan de demografiska effekterna förväntas vara mer direkta och på kort sikt ha den största påverkan, medan de genetiska effekterna kan ta längre tid att utvecklas men samtidigt vara

mer svårreversibla (Helldin m.fl., 2010). I förlängningen innebär såväl demografiska som genetiska effekter försämrad förmåga för arterna att stå emot och anpassa sig till landskapsförändringar, klimatförändringar etc. och därmed till ökad utdöenderisk (*ibid.*).

Trots dessa goda generella kunskaper om transportinfrastrukturens barriäreffekter saknas för de flesta artgrupper tillräckliga detaljkunskaper för att kunna avgöra när åtgärder behövs och hur de kan utformas. Särskilt stor är kunskapsbristen beträffande de minsta arterna.

2. Trafikdöd – påkörningar av djur

Påkörningar på större viltarter på väg och järnväg utgör ett betydande trafiksäkerhetsproblem och är förknippat med stora samhällskostnader (Seiler & Helldin, 2006; Seiler m.fl., 2011; Jägerbrand, 2014). Störst risk för viltolyckor finns på medelstora vägar, eftersom större vägar fungerar avskräckande för många viltarter, och då istället utgör absoluta barriärer (Seiler, 2003). För klövvilt har angivits att risken att de blir påkörda är störst på vägar med kring 5000 fordon per dygn, men detta varierar mellan arter beroende på deras beteende, störningskänslighet, reaktion på annalkande fordon etc. (Jacobson m.fl., 2016). Viltolyckor utgör också ett problem för viltförvaltningen, om påkörningarna leder till minskande populationer och lägre möjliga jaktuttag (Helldin, 2013a).

Om man även inkluderar mindre arter av fåglar och däggdjur, trafikdödas varje år miljontals djur enbart i Sverige (Helldin, 2013a). Stort antal trafikdödade individer innebär inte automatiskt ett hot mot populationen, utan måste ställas i relation till artens beteende och reproduktionstrategi, och till förekomsten av andra populationsbegränsande eller populationsreglerande faktorer. Arter där man kan förvänta sig stora populationseffekter av trafikdöd är sådana som i normala fall är långlivade och som har långsam reproduktionstakt, vilket gäller för många större däggdjurs- och fågelarter (Fahrig & Rytwinski, 2009; Rytwinski & Fahrig, 2015). Exempel från Sverige där tillgängliga uppgifter pekar på att trafikdöden långsiktigt kan utgöra ett hot mot överlevnaden är grävling, rådjur, varg samt havs- och kungsörn (Seiler, 2003; Helander m.fl., 2009; Helldin, 2013a). Särskilt känsliga kan också sådana arter vara som är starkt knutna till specifika livsmiljöer som ligger i nära anslutning till transportleder. Där är dock trafikdöden främst ett hot mot lokala populationer, och inte nödvändigtvis på den nationella nivån. Tydligast exempel på sådana är groddjur i vägnära småvatten (Fahrig m.fl., 1995; Hels & Buchwald, 2001) eller insekter i infrastrukturbiotoper (se nedan).

Ett särskilt problem är att risken för påkörning ökar om vägmiljön attraherar djur, exempelvis om de lockas av vägkanternas gräsmarker eller den öppna vägytan, eller för att äta av trafikdödade djur. Då kan så kallade ”ekologiska fällor” skapas (Schlaepfer m.fl., 2002). Rovfåglar och insekter hör till artgrupper som kan lockas till vägar och järnvägar trots att de innebär en stor påkörningsrisk (Helander m.fl., 2009; Reck & van der Ree, 2015).

När det gäller ryggradslösa djur finns knapphändiga och motstridiga uppgifter om vilket hot påkörning utgör. Enorma mängder av insekter körs ihjäl, några studier har visat att en stor andel av populationer av gräshoppor eller fjärilar som lever i vägmiljön blir påkörda (Weidemann & Reich, 1995; Pfister m.fl., 1997). Andra studier pekar på att endast en mindre andel dödas, och att värdet av infrastrukturbiotoperna uppväger förlusterna i dödlighet (Munguira & Thomas, 1992; Thomas m.fl., 2002; Hopwood, 2013; Skorka m.fl., 2013)

Till trafikdöden kan också räknas in fåglar som eldödas eller flyger ihjäl sig på ledningar eller genomsiktliga skärmar, och smådjur som fastnar och dör i kabelbrunnar, rännor etc. (Iuell m.fl., 2013).

3. Störning

Vägar, järnvägar och tillhörande trafik påverkar omgivande miljöer genom spridning av buller, ljus, salt och andra föroreningar (Forman m.fl., 2003). Sådana störningar leder till förändrade eller försämrade livsmiljöer i omgivningen, med risk för populationseffekter och minskad biologisk mångfald inom en effektzon, där effekten avtar med avståndet från transportleden (Benítez-López m.fl., 2010; van der Ree m.fl., 2015b).

Störningseffekter från vägtrafikbuller är relativt väl studerade (Reijnen & Foppen, 2006; Barber m.fl., 2010; Helldin, 2013b; Parris, 2015; Shannon m.fl., 2015). Trafikbuller kan påverka en lång rad arter. Effekterna finns bäst belagda för fåglar, men även andra djurgrupper kan påverkas, såsom grodor och fladdermöss (se referenser i Helldin, 2013b och Shannon m.fl., 2015). Bullret kan påverka djurens beteende, men även leda till försämrad reproduktion, ökad dödlighet och minskad populationstäthet. Längs de mest trafikerade vägarna kan mer än hälften av fågelarterna påverkas, och ofta drabbas arter som är av naturvårdsintresse (Reijnen & Foppen, 2006). Bullereffekterna kring större vägar kan uppgå till flera kilometer, och i landskap med mycket vägar kan en stor andel av landskapet ha betydande bullernivåer (Reijnen, 1995). Även när det gäller järnvägsbuller kan man vänta sig effekter på bullerkänsliga arter, men de få tillgängliga studierna har inte pekat på några tydliga resultat (se Helldin, 2013b).

Även de ekologiska effekterna av artificiellt ljus är relativt väl studerade (Rich & Longcore, 2006; Jakobi m.fl., 2011; Blackwell m.fl., 2015). Vägbelysning sprids till omgivande natur, och påverkar därmed livsmiljön för många arter. Naturligt ljus och mörker används ofta som signaler för att styra djurs biologiska klockor, och är också av betydelse för en del arters navigering (Blackwell m.fl., 2015). Vägbelysning kan alltså störa sådana biologiska system. Ett exempel är att dagfåglar kan lockas att söka föda nattetid i upplysta sidoområden, då de löper ökad predationsrisk (Santos m.fl., 2010). Belysta vägytor kan också attrahera fåglar och insekter som där löper stor risk att bli påkörda (Reck & van der Ree, 2015). Strålkastarljus från passerande bilar anses kunna störa djur på ekodukter, vilket är en anledning till att trafiken ofta skärmats av (Iuell m.fl., 2003). De flesta fladdermöss är nattlevande, som å ena sidan kan undvika upplysta vägområden på grund av predationsrisken, men å andra sidan kan lockas dit av de många insekter som attraheras till belysningen (Blackwell m.fl., 2015). Ljuset fungerar ofta som en fälla, det vill säga attraherar djur från ett större område, och kan då ha betydligt större påverkan än vad som kan förväntas om man bara beaktar det direkt upplysta området. Kunskap saknas dock om ekologiska effekter av moderna ljuskällor såsom LED-belysning, samt om variation i känslighet beroende på tid och plats, vilket kan vara av betydelse för att utforma åtgärder mot de negativa effekterna. De ekologiska effekterna av så kallat himlaglim (molntäckt natthimmel upplyst av artificiellt ljus) är också i stort sett okända.

När det gäller övriga störningsfaktorer är deras ekologiska effekter mindre väl kända. Det har spekulerats kring effekter av avgasutsläpp på både växter och smådjur, framför allt insekter, som lever i eller nära vägområdet (Reck & van der Ree, 2015). Vägsalt och vägdamm kan ibland ha betydande effekt på direkt närliggande miljö (Blomqvist, 2001; Jones m.fl., 2015). Utsläpp av föroreningar till mark och vatten kan antas påverka såväl land- som vattenlevande djur och växter.

4. Förlust av livsmiljö (biotopförlust)

Anläggning av vägar och järnvägar medför alltid ett ianspråktagande av mark, och det är oftast oundvikligt att tidigare ekologiskt värdefull mark omvandlas till väg-/banområde med hårdgjorda ytor och vägkanter/sidoområden. Det existerande väg- och järnvägsnätet omfattar visserligen bara ca 1,5 procent av den svenska landarealen (Seiler & Eriksson, 1997), och utgör i de flesta landskap inte någon dominerande komponent, men vissa miljöer kan ändå vara till stor del ianspråktagna, om de förekommer i begränsad omfattning och lämpar sig väl för vägbyggnad. Exempel på sådana

miljöer är rullstensåsar och andra sandiga marker. Rullstensåsar har också använts för råvara till vägbyggnad och vägunderhåll. Förlust av värdefulla biotoper kan också uppstå utanför väg-/banområdet, som en effekt av förändrade förhållanden, exempelvis ändrad hydrologi, eller upphörd hävd på grund av försämrad tillgänglighet för brukaren.

5. Invasiva arter

Främmande invasiva arter riskerar att hota eller utarma inhemsk biologisk mångfald och därmed viktiga ekosystemfunktioner och ekosystemtjänster. Globalt utgör invasiva arter ett av de största hoten mot biologisk mångfald (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). I en internationell jämförelse är problemen i Sverige visserligen begränsade, bland annat beroende på vårt kalla klimat, men ändå återfinns ca 150 invasiva arter i infrastrukturmiljöer och andra ruderatmarker (Wissman m.fl., 2015). De kostnader invasiva arter orsakar samhället räknas i miljarder kronor årligen (Gren m.fl., 2008), och summan väntas öka om problemet ska kunna hanteras (Wissman m.fl., 2015).

Vägar och järnvägar kan fungera som spridningsvektorer för främmande arter, som därmed kan nå nya områden och även sprida sig till omgivande landskap. Anläggning och skötsel av infrastrukturens livsmiljöer påverkar risken för sådan spridning.

Inte alla invasiva arter utgör lika stora hot mot biologisk mångfald. Blomsterlupin, jättebalsamin, jätteloka, kanadensiskt gullris och parkslide är några av de mest spridda invasiva arterna i svenska vägkanter och järnvägsmiljöer, och Trafikverket bör prioritera bekämpningen av dessa (Wissman m.fl., 2015). Särskilt blomsterlupin har visat sig problematisk. Artens kraftiga spridning äventyrar satsningar på biologisk mångfald i infrastrukturbiotoper (Sjölund & Lindqvist, 2012; Wissman m.fl., 2015).

Inom området finns en stor diskrepans mellan forskningsbaserad kunskap, erfarenhetsbaserad kunskap och officiella strategier inklusive lagstiftning (Wissman m.fl., 2015). Trots att det finns betydande kunskaper om arternas krav och möjligheter till bekämpning, saknas ofta direkta svar på de frågor som lyfts inom skötsel och underhåll av infrastrukturmiljöer.

6. Nya biotoper och naturvärden

Infrastrukturens omvandling av natur- eller kulturmark är inte bara negativ för biologisk mångfald, utan kan också gynna diversiteten. Vägkanter, banvallar och stationsområden kan utgöra livsmiljöer för många arter (Sjölund m.fl., 1999; Forman m.fl., 2003; Lennartsson & Gylje, 2009; Stenmark, 2010; Svensson, 2013). Även andra miljöer som skapas av infrastruktur, såsom alléer, dammar och grustag, kan vara betydelsefulla livsmiljöer (Lennartsson & Gylje, 2009; Sallmén, 2012; Rosell m.fl., 2016). I infrastrukturmiljöerna återfinns många naturvårdsintressanta arter, främst växter och insekter från odlingslandskapet (Lennartsson & Gylje, 2009; Helldin m.fl., 2015b). Miljöerna har dels ett värde som egna, specifika biotoper, dels ett värde genom att de samspelar med det övriga landskapet genom att erbjuda ersättningsbiotoper, förstärkningsbiotoper, resursbiotoper eller spridningsbiotoper i ett annars utarmat odlingslandskap. Infrastrukturens biotoper kan därför vara extra värdefulla i vissa typer av landskap. En del av den biologiska mångfald som finns i infrastrukturbiotoper utgör ett biologiskt kulturarv (exempelvis gamla träd och vissa växtarter) och en del bidrar till att skapa ekosystemtjänster (exempelvis pollenresurser, värdväxter för hotad mångfald och vackert blommande vägkanter).

Flera av infrastrukturens miljöer utgör s.k. successionsbiotoper, som är i behov av regelbunden skötsel eller markstörning. Det normala underhållet av väg- och järnvägsmiljöer, med återkommande slåtter, dikesrensning etc., är gynnsamt för många arter, och med rätt anläggning och

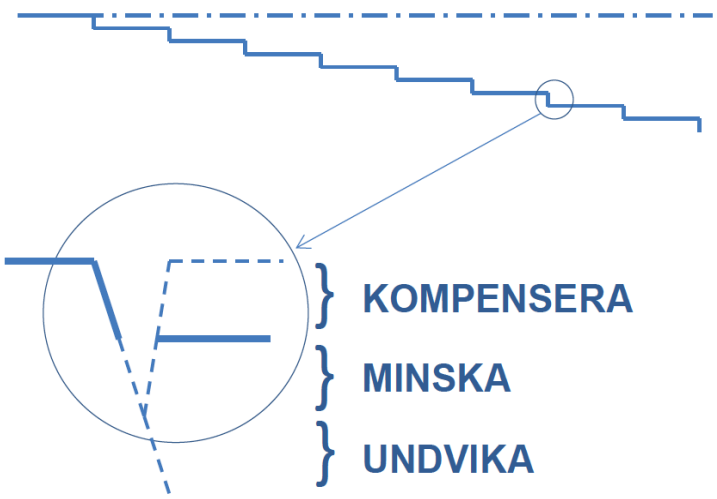
anpassad skötsel kan de gynnsamma effekterna förstärkas. Den anpassning av skötseln som genomförts består främst i senarelagd slåtter, men andra åtgärder som kan utföras är jordblottning via lättare markberedning och bortförsel av slåttersmul (Helldin m.fl., 2015b; Rosell m.fl., 2016). Försök att ta tillvara slåttermaterial från vägkanter har gjorts, men resultaten visade på höga kostnader och oklara effekter på den biologiska mångfalden (Runesson, 2012). En möjlighet är också att tillföra värden, exempelvis plantera värdväxter eller anlägga boplatser för insekter (Helldin m.fl., 2015b; Rosell m.fl., 2016).

Samtidigt finns farhågor att så kallade ekologiska fällor skapas, så att djur lockas till väg- eller banområdet för att sedan trafikdödas (se Trafikdöd ovan). Ett annat problem är om det är främmande invasiva arter som gynnas i infrastrukturbiotoperna (se Invasiva arter ovan).

Åtgärder för att säkra och stärka de ekologiska värdena

Angränsande till att förstå infrastrukturens påverkan på ekologi är förståelsen för vad man kan göra för att minska problem och ta till vara möjligheter. Kunskapsläget kring åtgärder är dock generellt sett svagare än forskningen kring påverkan och effekter, eftersom det i huvudsak bygger på observationer vid uppföljning och därmed saknar tydlig teoribildning och vetenskaplig struktur.

Som ett ramverk för planering av åtgärder för att begränsa miljöskador av exploateringar har den så kallade skadebegränsningshierarkin beskrivits (Tucker m.fl., 2013; Persson 2014). Enligt denna hierarki ska man i första hand *undvika* exploatering av känsliga områden, i andra hand *minska* de negativa konsekvenserna, och i tredje hand *kompensera* för de negativa konsekvenser som återstår efter att rimliga konsekvensminskande åtgärder vidtagits (se figur). De tre stegen utvecklas något i nedanstående stycken.



Figur. Tillståndet i miljön kan gradvis försämras till följd av mänskliga aktiviteter, som exempelvis exploateringar. Skadebegränsningshierarkin tydliggör att negativa effekter på miljötillståndet i första hand ska undvikas, i andra hand minskas, i tredje hand kompenseras. Sammantaget ska dessa tre steg leda till att ingen ytterligare miljöförsämring sker. Från Persson (2014).

Utöver skadebegränsningen kan också infrastrukturkorridoren med sidoområden utnyttjas till att skapa ekologiska värden (se ovan under avsnittet Nya biotoper och naturvärden, samt även nedan).

Undvika exploatering av opåverkade naturområden

Oavsett vilka tekniska åtgärder som vidtas för att minska effekterna på omgivande natur och landskap innebär ny transportinfrastruktur liksom de flesta exploateringar oundvikligen viss påverkan på natur och biologisk mångfald (Selva m.fl., 2015). De senaste åren har fokus ökat på betydelsen av att helt undvika ny infrastruktur i tidigare väglösa eller lågtrafikerade områden, inte minst ur ett globalt perspektiv (Selva m.fl., 2011 & 2015; Laurence, 2013).

Transportinfrastrukturens ekologiska avtryck varierar i landskapet, och väglösa eller relativt lågtrafikerade områden karaktäriseras generellt sett av lägre störningsnivåer, högre ekologiska värden, bättre ekologisk konnektivitet och väl utvecklade ekosystemtjänster, och de fungerar därför ofta som refugier för hotade arter i ett i övrigt hårt påverkat landskap (Angelstam m.fl., 2004; Selva m.fl., 2011, IENE, 2015).

Tekniska åtgärder för att minska skada på naturmiljön

En tyngdpunkt inom vägekologisk forskning har legat på att studera olika typer av tekniska åtgärder för att begränsa skador på naturmiljön, inte minst faunapassager för att minska barriäreffekter, men i viss utsträckning även stängsling för att minska påkörning och trafikdöd (med funktionen även att leda djur mot lämpliga passager). I skadebegränsningshierarkins terminologi motsvarar detta att minska (eller mildra, minimera, begränsa) de negativa effekterna. Det finns en rad handböcker som beskriver hur sådana tekniska åtgärder kan utformas och placeras, exempelvis Iuell m.fl. (2003), Jedrzejewski m.fl. (2009), Andrews m.fl. (2015), van der Ree m.fl. (2015a), och anpassat för svenska förhållanden i Banverket/Vägverket (2005a) och Jakobi & Adelsköld (2011). Gemensamt för dessa är att råd och riktlinjer i stor utsträckning bygger på en utvecklad praktik (common practice) snarare än vetenskapligt belagda effektsamband.

- Bygga bort vandringshinder

De främsta åtgärderna för att begränsa infrastrukturens barriärpåverkan är planskilda faunapassager och fria vandringsvägar för vattenlevande djur. Olika typer av passager betjänar olika arter och artgrupper: trummor och kulvertar kan vara tillräckliga för vissa mindre eller vattenlevande djur, tunnlar och broar behövs för större landlevande arter, ekodukter och landskapsbroar fungerar för hela artsamhällen. Ledlinjer och vegetation kan också användas för att leda djur förbi infrastrukturen.

När det gäller faunapassager och ekodukter finns en bred litteratur om i vilken utsträckning dessa används av olika djurarter. Att passagerna överhuvudtaget används är självklart en avgörande första information, men inte i sig tillräcklig för att bedöma om åtgärderna är kostnadseffektiva eller tillräckliga för att nå uppsatta bevarandemål (van der Ree m.fl., 2007; van der Grift m.fl., 2013). Uppföljning av genomförda åtgärder brister oftast när det gäller vetenskapligt upplägg, vilket gör det svårt att dra säkra slutsatser från data (van der Ree m.fl., 2011; van der Grift m.fl., 2013). Frågeställningen lider generellt sett brist på teori, utan utgår istället från förklaring av gjorda observationer. Principer för att förbättra både forskning och uppföljning har föreslagits (Hardy m.fl., 2004; Roedenbeck m.fl., 2007; van der Grift m.fl., 2013; van der Ree m.fl., 2015c).

Vid sidan om utformningen är antalet faunapassager eller avståndet mellan faunapassager betydelsefulla frågor, både vad gäller funktionalitet ur ett populationsperspektiv och totala kostnader. Exempelvis pekar uppföljning av tunnlar för vanlig padda i två olika projekt preliminärt på att 100 meter mellan tunnlarna är tillräckligt för att nästan alla djur ska passera, medan 300 meter

leder till att en stor del av djuren missar tunnlarna och vänder tillbaka till det håll de kom ifrån (Ottburg & van der Grift, 2013; Helldin 2015). I konnektivitetsanalyser för klövvilt i Sverige används tumregeln att det inte ska vara mer än 4-5 km mellan passagemöjligheterna (Seiler m.fl., 2015; Trafikverket, 2016b). Avståndet relaterar i teorin till en genomsnittlig hemområdesstorlek för större klövviltarter, men vilar ändå på svag grund rent vetenskapligt, och behöver studeras närmare.

De stora kostnader som oftast är förknippade med faunapassager gör att det är viktigt att studera kostnadseffektivitet både i utformning och i antal passager. Här behövs mer kunskap om vad som kan anses som tillräckligt god effektivitet, och hur bästa effektivitet kan erhållas på landskaps- eller populationsnivån.

Samtidigt kan högkvalitativa åtgärder ibland vara nödvändiga och kostnadseffektiva om de planläggs och anläggs på rätt sätt och på rätt plats. Det är under vissa omständigheter också möjligt att planera för multifunktionella faunapassager, som exempelvis kan hantera även tillfälliga extrema vattenflöden, begränsad lokaltrafik eller gång- och cykeltrafik (Smith m.fl., 2015), och därmed ge dubbel nytta.

- Stängsling

Den mest uppenbara åtgärden för att minska påkörningar på både större och medelstora djurarter är att hindra dem att ta sig in på vägbanan med olika former av fysiska hinder, såsom viltstängsel, faunastängsel eller groddjursstängsel (van der Ree m.fl., 2015d). Stängsel måste detaljutformas för den art eller artgrupp som avses, och effektiviteten för olika arter beror följaktligen på utformningen. Exempelvis ger det viltstängsel som utgjort standard i Sverige ca 80 procents minskning av älgpåkörningarna, men endast ca 55 procents minskning av rådjursolyckorna (Almkvist m.fl.,1980), och knappast någon minskning alls för mindre arter som hare eller grävling. Av avgörande betydelse är också att stängslen underhålls väl (Rosell m.fl., 2016).

Stängslingen ska inte bara hindra djur att komma in på väg- eller järnvägsområdet utan även leda dem till säkra passager (i första hand planskilda), då man annars får en ökad barriäreffekt eller risk för att djuren forcerar stängslet och tar sig in på vägen eller järnvägen, med stor påkörningsrisk som följd (van der Ree m.fl., 2015d). Stängsel måste också kombineras med uthopp eller andra möjligheter för djuren att enkelt ta sig ut från väg- eller järnvägsområdet om de av misstag kommit in.

- Siktröjning

Enligt en äldre studie (Almkvist m.fl., 1980) är siktröjning mindre kostnadseffektivt än viltstängsel för att minska viltolyckor, så siktröjning har endast tillämpats begränsat i Sverige, till skillnad från exempelvis Norge och Finland. Resultaten i den svenska studien grundar sig på ett begränsat dataunderlag och har också ifrågasatts (Andreas Seiler muntligen).

- Andra metoder för att minska viltolyckor

Sedan gammalt används varningsskyltar som en åtgärd för att minska viltolyckor. Utvärderingar har visat att sådana statiska varningsskyltar är i stort sett utan effekt (Huijser m.fl., 2007). Även olika former av publik information kan förväntas ha en begränsad effekt. Samma sak kan sägas om viltspeglar, ”luktstängsel” (vargurin), visslor monterade på fordon och liknande åtgärder som syftar till att hålla djur borta från vägområdet (Ujvari m.fl., 1998; D´Angelo & van der Ree, 2015).

Idag ställs förhoppningar till olika former av aktiva varningssystem, där sensorer känner av vilt på

vägen och varnar trafikanter med dynamiska varningsskyltar (blinkande lampor, upptändning av skylt, tillfällig hastighetsreducering eller liknande). Sådana system kan fungera tillfredsställande för större djurarter (Huijser & McGowen, 2003; Grace m.fl., 2015). Även för järnväg är aktiva varningssystem under utarbetande, där avsikten istället är att skrämma djuren från banvallen när tåg närmar sig (Olsson & Seiler, 2015). Automatiska stoppsystem i bilarna som känner av vilt på eller nära vägen är också under utveckling, och stora förhoppningar ställs idag till denna möjlighet, men även här är tekniken begränsad till de större djurarterna.

- Åtgärder för att minska störningar

Det finns olika åtgärder som minskar buller vid källan, och som skulle kunna vara praktiskt möjliga att vidta för att minska buller i naturmiljöer. Exempel är plank eller vallar, lågbullrande asfalt eller trafikminskning. Vissa av dessa åtgärder minskar också störande synintryck av trafiken. Övriga störningar och utsläpp skulle delvis kunna åtgärdas med exempelvis anpassad vegetation längs vägen. Effekterna för biologisk mångfald av sådana åtgärder är dock inte studerade, och därför kan bara teoretiska antaganden göras om deras effektivitet.

- Andra åtgärder för att begränsa skada på naturmiljön

Det finns en lång rad andra åtgärder, större och mindre, för att minska de negativa effekterna av transporter och infrastruktur på djur och natur. Det kan vara skydd av ledningar och stolpar för att förhindra påflygning och eldöd av fåglar, markering av genomsiktliga skärmar för att minska påflygning av fåglar, stödutfodring av vilt på avstånd från infrastrukturen, röjning av kadaver för att förhindra att asätare som örnar blir påkörda, aktivt flytt av groddjur över vägen under flyttperioden, slåtter av vägkanter och banområden för att bekämpa invasiva arter. Många av dessa riktar sig mot specifika arter eller artgrupper, och hanteras inte i denna översiktliga kunskapssammanställning.

Kompensation

De negativa konsekvenser som återstår efter att rimliga minskande åtgärder vidtagits kan kompenseras genom att skapa ny värdefull miljö eller nya naturvärden (Persson, 2014). Ekologisk kompensation som naturvårdsåtgärd är dock omdiskuterad (se exempelvis Gordon m.fl., 2015), på grund av farhågor att det leder till så kallat skadeköp (*”licence to trash”*), och att det i teorin leder till att hälften av ett land eller landskap kan exploateras/hårdgöras.

Internationellt finns betydande erfarenheter av ekologisk kompensation, och såväl framgångar som problem har beskrivits (exempelvis Darbi m.fl., 2009; Tucker m.fl., 2013; Koh m.fl., 2014). Avgörande för den ekologiska funktionen av kompensation är om förlorade värden kan kompenseras med likartade värden (*in-kind* vs *out-of-kind*), och på samma plats som de förlorade (*on-site* vs *out-of-site*). Det kan också finnas rent tekniska och institutionella hinder för framgångsrik ekologisk kompensation (Koh m.fl., 2014; Persson & Larsson, 2015). Detta betyder att kompensation inte fungerar i alla situationer och för alla miljöer, Det finns fortfarande många obesvarade frågor kring när ekologisk kompensation är önskvärd och möjlig, och kring viktiga framgångsfaktorer.

I Sverige är erfarenheterna av ekologisk kompensation begränsade, även om intresset är ökande. Sammanställningar av genomförda kompensationsprojekt visar på blandade erfarenheter även från Sverige (Persson & Larsson, 2015; Kolb 2015), men också på en bred samstämmighet att kompensation ska börja användas i större utsträckning (Hägglund & Enetjärn, 2014). Naturvårdsverket har nyligen givit ut en vägledning till tillämpningen av ekologisk kompensation

och skadebegränsningshierarkin (Naturvårdsverket, 2016b).

Nyskapande av ekologiska värden

De skadebegränsande åtgärder som beskrivs ovan har som syfte att eliminera förlust av naturvärde (No-Net-Loss i EU-terminologin; Tucker m.fl., 2013). Infrastrukturkorridoren med sidområden kan dock utnyttjas till att även skapa nya ekologiska värden. Förutom vad som beskrivs ovan om artrika vägkanter och banområden (avsnittet Nya biotoper och naturvärden) kan sidoområden användas för att anlägga livsmiljöer som det råder brist på i övrigt i landskapet. Exempel på sådana åtgärder kan vara stenpartier för övervintrande insekter och andra mindre djur, ”minisavanner” för grävande insekter, sådd eller plantering av särskilda arter, eller nyanläggning av träd (se exempelvis Trafikverkets temablad Natur). Det saknas dock i de flesta fall detaljerad kunskap om hur metoder för nyskapande av ekologiska värden kan göras på bästa sätt, på olika platser och för olika arter (Runesson, 2012; Svensson, 2013).

Det ska tydliggöras att sådana miljöstärkande åtgärder, som görs frikopplat från den negativa påverkan på naturmiljön som transportinfrastrukturen innebär, inte ingår i skadebegränsningen och därför inte räknas som ekologisk kompensation. Däremot finns här en möjlighet för Trafikverket att bidra till de nationella miljömålen vad gäller bevarande av biologisk mångfald. För vissa artgrupper utgör infrastrukturens biotoper en mycket viktig potential, som kan bidra till arternas långsiktiga överlevnad i landet (Lennartsson, 2010, Svensson, 2013).

Planeringsfrågor kopplade till ekologiska effekter

De övergripande planeringsfrågorna, såsom landskapsanalys och multikriterieanalys, behandlas i rapportens sista avsnitt och tas inte upp här. Detta stycke handlar om ekologispecifika metodfrågor.

Tydliga mål för natur och biologisk mångfald

Medan transportsektorn generellt erkänner sitt ansvar att hantera de negativa ekologiska effekter den orsakar och utveckla funktionella och kostnadseffektiva åtgärder (Trocmé m.fl., 2002), begränsas insatserna för att säkra och stärka naturvärden i praktiken av avsaknaden av handfasta mål (van der Grift m.fl., 2013).

Svensk naturmiljövård har en tradition av tydlig målstyrning. De svenska miljömålen och nationell miljölagstiftning ger tillsammans med EU-direktiv och internationella konventioner den grova målbilden, men denna behöver fortfarande översättas eller härledas till mer specifika och mätbara mål (Helldin m.fl., 2016). Förslag till handfasta mål finns framtagna (Helldin m.fl., 2015a), liksom även nya konkreta riktlinjer för Trafikverket (Trafikverket, 2016b), men dessa behöver ytterligare utvecklas och framför allt testas för att nå praktisk tillämpning.

Planeringsverktyg för att beskriva ekologiska effekter på relevant geografisk skala

Transportinfrastrukturens effekter på ekologi och biologisk mångfald beskrivs i litteraturen oftast på lokal skala (se genomgång ovan). Sådana detaljerade studier är nödvändiga, men inte i sig tillräckliga, vare sig för att motivera eller planera åtgärder (Opdam m.fl., 2002). För att bli naturvårdsrelevanta behöver effekterna därtill beskrivas på en större geografisk skala, exempelvis på populations- eller landskapsnivån (Opdam m.fl., 2002; van der Ree m.fl., 2011). Med landskap kan man här tänka sig exempelvis en geografisk planeringsenhet, såsom en kommun eller ett

landområde som berörs av en planerad trafikled, eller en biogeografisk region, beroende på vilket sammanhanget är. Effektbeskrivningar på populations- eller landskapsnivån kan samtidigt vara en förutsättning för att man ska kunna sätta realistiska mål (se avsnitt närmast ovan).

De senaste åren har modelleringsverktyg vuxit fram för att översätta eller extrapolera lokala effekter till en större geografisk skala. Några av dessa metoder listas nedan. De har visat sig användbara i planeringssammanhang, då de skapar bättre struktur och konsistens i planeringen.

De nuvarande modellerna kan dock ses som begränsade i så måtto att man måste ha god kunskap om både ekologi och modellernas tekniska funktion för att kunna använda dem. Det är viktigt att utveckla bättre och mera lättanvändbara modeller som också fångar in fler aspekter än dagens modeller. Utvecklingen av modellerna behöver troligen ske parallellt med framtagande av mer och bättre data om effekter på populations- och landskapsnivån.

- Modellering av fragmentering och grön infrastruktur

I Sverige har en metod utvecklats för att beskriva barriäreffekterna av infrastruktur för klövdjur (Seiler m.fl., 2015a). Den kan på regional nivå visa var de största problemen är och också grovt visa på åtgärdsbehovet. Fragmenteringsmodeller har också använts för att visa på och jämföra landskapsfragmentering av infrastrukturnätverk i länder i Europa (Jaeger m.fl., 2011). Metoder har också utvecklats i flera länder för att kartlägga gröna nätverk, baserat på ekologiska värdekärnor, biotopkorridorer och avståndsanalyser. En sådan metod är den holländska LARCH-modellen (framtagen av forskningsinstitutet Alterra och under utveckling inom CEDR-projektet SafeRoad). En annan metod, eller snarare metodpaket, är den svenska biologisk infrastruktur, som tillämpats bland annat i planeringen av Ostlänken (Askling m.fl., 2006).

- Effektzon

Såsom beskrivits ovan kan många av de ekologiska effekterna av en transportinfrastruktur uppträda långt utanför väg- eller järnvägsområdet. Inom en effektzon kring trafikleder är livsmiljöerna försämrade, fragmenterade eller helt förlorade, vilket särskilt för däggdjur och fåglar visat sig leda till generellt lägre populationstätheter (Fahrig & Rytwinski, 2009; Benítez-López m.fl., 2010; Torres m.fl., 2016). Effekterna är oftast störst närmast vägen eller järnvägen, men kan sträcka sig hundratals till tusentals meter därifrån, beroende på vilken typ av effekt och vilken artgrupp det gäller (Benítez-López m.fl., 2010; van der Ree m.fl., 2015b). I områden med ett tätt nät av transportinfrastrukturer kan effektzonen täcka en stor del av landskapet, och ha betydande effekt på vissa särskilt utsatta naturtyper (Riiters & Wickham, 2003; Helldin m.fl., 2013; Karlson & Mörtberg, 2015) och artgrupper (Torres m.fl., 2016). I miljöbedömning och åtgärdsplanering kan beräknandet av en effektzon vara ett praktiskt sätt att kvantifiera miljökonsekvenserna av transportinfrastrukturen på en större geografisk skala, såsom ett land eller en landskapsnivå (Helldin m.fl., 2013; Karlson & Mörtberg, 2015; van der Ree m.fl., 2015b).

- Fokusarter

Olika arter påverkas efter sina specifika förutsättningar, men att beskriva de landskapsekologiska effekterna genom att studera samtliga arter är ogörligt. En väg framåt har varit att lägga fokus på vissa arter eller artgrupper; i denna bemärkelse är fokusarterna att betrakta som planeringsverktyg. Tanken är att dessa arter ska kunna täcka in effekterna för många arter, och alltså fungera som så kallade paraplyarter eller indikatorarter (Mikusinski m.fl., 2007). Exempelvis bedöms älg vara en av de känsligaste av Sveriges större däggdjursarter vad gäller barriäreffekter och nyttjande av

viltpassager, så åtgärder för älg bedöms kunna tillfredsställa behoven även för övriga större arter (Seiler m.fl., 2015). Ett annat exempel är åtgärder för utter längs vattendrag, som är avsedda att kunna användas av alla mindre och medelstora däggdjur, och i idealfallet (naturlik strandremsa) skapar ett sammanhängande ekosystem under vägen eller järnvägen.

En systematisk genomgång av lämpliga fokusarter för de olika påverkanskategorierna och för åtgärdsplanering saknas dock (Blicharska m.fl., 2013). I praktiken ligger fokus vid beskrivning av effekter och prioritering av åtgärder på de större arterna (vilket återspeglas i genomgången av ekologiska effekter ovan). Förklaringen är sannolikt att de är ”emblematiska”, dvs. iögonfallande, populära eller av betydelse för jakt och fritidsfiske, eller för att de orsakar trafikolyckor. Bristen på systematisk analys omfattar även en utvärdering av hur effektiva dessa faktiska fokusarter är som paraply- eller indikatorarter.

Uppföljning

Ekologisk uppföljning av vidtagna åtgärder är viktig för att på sikt stärka kunskapen om deras effektivitet, både i relation till funktionskrav och till kostnader. Ekologisk uppföljning ska alltså ingå i rutinmässig kvalitetssäkring av varje projekt eller åtgärd.

Uppföljningens metod och omfattning ska vägledas av vilket/vilka mål som finns angivna, och ställas i relation till något slags basdata, exempelvis förekomsten av aktuella arter på andra platser och förekomst innan åtgärd (så kallat BACI-upplägg; Roedenbeck m.fl., 2007; van der Grift m.fl., 2013). För största möjliga nytta ska uppföljning av åtgärder inom olika projekt och på olika platser följas upp med metoder som ger jämförbara resultat.

När det gäller uppföljning av vidtagna åtgärder mot negativa ekologiska effekter är detta generellt sett ett eftersatt område, inte bara i Sverige (Edgar van der Grift muntligen). Inte alla åtgärder eller projekt följs upp, och i de fall det görs är uppföljningen inte tillräcklig för att generera starka slutsatser, antingen för att metoden i sig inte är vetenskapligt robust, eller för att metoden varierar så mycket mellan olika uppföljningar av samma åtgärdstyp att resultaten inte blir jämförbara och en viktig potential för ny kunskap går förlorad.

Detta pekar på behovet att beskriva standardiserade, kvalitetssäkrade metoder för uppföljning av åtgärder och hur datasamlingen från dessa uppföljningar bör ske. Behovet av standardmetoder för uppföljning av faunaåtgärder ökar också i samband med att funktionskrav i allt större utsträckning läggs på entreprenörer, och att uppföljningen därmed kan förväntas komma att spridas ut på aktörer med varierande specialistkompetens. Här är ett viktigt område för forskning och utveckling. Av särskild betydelse är att kunna koppla den typ av data som är möjliga att få fram vid uppföljning av en enskild åtgärd (vilket oftast är på beteende- eller individnivå) till naturvårdsmål satta på en större skala (population eller landskap).

Utvecklingsbehov

Ekologisidan är mer beforskad än områdena kulturmiljö, friluftsliv och övergripande landskapsanalys. Många grundläggande data finns tillgängliga om ekologiska effekter av transportinfrastruktur, vilket gör att forskningen har möjlighet att bygga syntes och besvara frågor av mer tillämpad karaktär. Exempel på sådana frågor är i vilken utsträckning effekterna påverkar tillåtligheten av infrastrukturprojekt eller möjligheten att uppfylla uppsatta miljömål. Ett annat exempel är hur kostnadseffektiva åtgärder kan utformas, så att tillgängliga resurser kan utnyttjas på bästa sätt. Nya planeringsförutsättningar, såsom en mer renodlad beställarroll för staten, leder till behov av ny forskning och resultat presenterade på nytt sätt. Modellering och olika typer av

kvantifiering blir viktigare. Ny och innovativ teknik inom fordon, transporter, infrastruktur och datahantering ger också nya möjligheter, och kan påverka hur man jobbar med ekologifrågorna.

Kunskapsbrister inom ekologiområdet som pekas ut ovan är bland annat:

- kvantifiering av barriäreffekter, särskilt för de mindre arterna.
- trafikdödens betydelse på populationsnivån.
- betydelsen av störningar från exempelvis artificiellt ljus och järnvägsbuller.
- hur vägkanter ska skötas för att gynna önskvärd biologisk mångfald, hämma spridningen av invasiva arter och undvika risken för ekologiska fällor.
- effektstorlek av olika tekniska åtgärder. I många fall kan mycket detaljerade studier motiveras av att åtgärderna är förknippade med mycket stora kostnader (exempelvis viltbroar och stängsling).
- multifunktionella åtgärder; win-win-lösningar.

Forskningen hittills har i stor utsträckning varit induktiv och erfarenhetsbaserad, och skulle gynnas av en bättre teoriunderbyggnad. Planeringsverktyg för att hantera ekologiska effekter behöver (vidare)utvecklas. Det pågår diskussioner i andra forum (bland annat kopplat till forskningsprogrammet Triekol) om vilka prioriteringar som är centrala för områdets utveckling.

Kunskapsläget Kulturarv och infrastruktur

Kulturarv och infrastruktur

Intresset för kunskap om vägarna och järnvägarna i kulturlandskapet och som kulturföreteelser har funnits länge. Hembygdsrörelsen intresserade sig för vägarna som del i kulturlandskapet redan under mellankrigstiden och tog fram skrifter med intressanta insikter i ämnet, till exempel om kopplingen mellan kulturmiljö, landskapsestetik och infrastruktur. Sveriges järnvägsmuseum grundades 1915 och är numera en del av Trafikverkets organisation.

Detta långvariga intresse har dock inte återspeglats i en omfattande forskning kring kulturarv och infrastruktur. Tvärtom har insatserna varit blygsamma och mycket av framstegen har byggt på utvecklingen generellt inom kulturarvsområdet.

Kulturarvets betydelse

Kulturarvsfrågorna ges betydelse inom sfärer som miljö och livskvalitet samt social och ekonomisk hållbarhet. Den fysiska kulturmiljön – dess tillstånd och den fortsatta hanteringen av vår omgivning – är grundläggande för kulturarvet inom dessa sfärer.

Kulturarv och kulturmiljö är av vikt för människans trygghet och identitet (Tuan, 1977; Jackson, 1984; Edensor, 2004; Lewicka, 2011; Antonson m.fl., 2014), samt för förståelsen av samhällskonstruktioner och acceptans människor emellan (Riksantikvarieämbetet, 2016). Betydelsen av kulturmiljö kan nyttjas för förgörelse, som när centrala platser görs till målpunkter i krig och konflikter (till exempel raserandet av bron i Mostar i Bosnien, och sprängningen av Buddhastatyerna i Bamiyan, Afghanistan), eller för att stärka eller söndra demokrati (Blake 2000). I Sverige har kulturmiljöns betydelse för god livsmiljö framhållits åtskilliga gånger (se till exempel proposition 1990/91:90).

Hur de kulturhistoriska uttrycken i landskapet ska kunna bidra till en positiv samhällsutveckling får ses som ett centralt spörsmål. Här finns bland annat vetenskapliga studier om samband mellan kulturlandskapets värden och lokal och traditionell matproduktion (Bessiere, 1998; Briedenhann & Wickens, 2004). Mer relevant i infrastruktursammanhang anser vi dock vara ny forskning kring hur fysiska kulturarvsvärden bidrar till kreativa näringar, attraktiva arbetsmarknader och livsmiljöer (Sacco m.fl., 2013; European Commission, 2015; Wahlström, 2016).

Benägenheten att forska på kulturarvets koppling till de sociala dimensionerna ökar, internationellt liksom i Sverige (Lewicka, 2011). Ett sätt att utveckla kunskap inom det fältet är att diskutera landskapets kulturella ekosystemtjänster. Här har en del forskning bedrivits kring att identifiera kulturella ekosystemtjänster (Eliasson, 2016) men också värdera dem (Pedersen, 2014).

Kulturarvsarbetets utveckling

Kulturarvsarbetet har idag en bredare inriktning jämfört med för 30–40 år sedan. Intresset har gått från kulturminnesvårdens fokus på objektens skydd och bevarande, via kulturmiljö som beaktade objektens sammanhang (Widgren, 1997; Antonson, 2003) till kulturarv som en beståndsdel för demokrati där reflektioner över människans och samhällets samlade erfarenheter är viktigt för ett öppet och tryggt samhälle (Alzén & Aronsson, 2006).

Kulturarvet ska belysa och bejaka mångfald och nyttjas som positiv kraft i att stärka människors band till varandra, oavsett gränser och konventionella tillhörigheter. Ambitionen att bidra till

framtidens utveckling betonas. Bland sådant som är både orsak och verkan i denna utveckling kan nämnas internationella ställningstaganden kring kulturarvs betydelse för mänskligheten (uttryckt till exempel i Europeiska landskapskonventionen och Farokonventionen), framflyttning av kulturarvssektorns positioner i samhället genom tydligare agerande inom bland annat miljöområdet och samhälls- och infrastrukturplanering, samt nationella politikens mål inom kulturarvsområdet.

Kulturarvets integrering i infrastrukturplaneringen

De dramatiska förändringarna i synsätt inom kulturarvssektorn har inte lett till tydliga förändringar utanför denna sektor. Rättssystemet har inte förändrats. Lagarna betonar fortsatt objekten och utpekade värdefulla områden. Men de lyckade exemplen på integration av kulturarvet präglas av ett brett landskapsperspektiv, väl fungerande processer och arbetssätt som inkluderar allmänhetens syn på kulturmiljön (Antonson & Åkerskog, 2015). Glappet mellan lag och modern praxis gör att övergången från ett objektsorienterat till ett landskapsorienterat synsätt inte går fort (Franzén, 2010; Sanglert, 2013).

Merparten av de verktyg som kulturarvsarbetet har till förfogande har inte heller utvecklats när samhällsområdet breddats (Antonson, 2009). Verktygen har dessutom brister vad gäller vilka segment av kulturarv som finns med, till exempel är historiska högreståndsmiljöer mer välrepresenterade än enkla miljöer, och äldre epoker mer förekommande än sentida avtryck (Sundsvik, 1997; Franzén, 2010; Riddersporre, 2010). Detta är del av förklaringen till problem som regelbundet uppkommer inom infrastrukturplaneringen, till exempel när viktiga men tidigare ”oklassade” områden (Antonson, 2009) är svåra att värdera eller kommer fram sent i processerna.

Under senare år har flera befintliga verktyg inom kulturarvssfären och planeringssystemen utretts, däribland riksintressen för kulturmiljövård, Riksantikvarieämbetets nationella fornminnesinformationssystem samt PBL, MKB och nu även ekologisk kompensation (se till exempel Riksantikvarieämbetet, 2014; Miljö- och energidepartementet, 2016). Resurserna för att utveckla nya verktyg, anpassade till dagens behov och planeringssystem, är dock starkt begränsade och beroende av finansiering främst inom pågående infrastrukturprojekt samt till viss del kulturarvssektorns begränsade forskningsmedel.

Traditionellt är infrastrukturplanering och infrastrukturbyggande tekniskt fokuserade, och en kulturklyfta kan lätt uppstå mellan ett humanistiskt och ett tekniskt perspektiv (Antonson, 2009). Det är därför viktigt att lyfta kunskapsläget avseende hur olika kunskapstraditioner kan prata med varandra och hur ett humanistiskt perspektiv kan integreras i en teknisk planering (Sanglert, 2013; Antonson, 2011; Antonson & Åkerskog, 2015). Med den snabba samhällsomvandling som fortgår, där också krav på snabbare processer återkommer, ökar risken att kulturmiljön utarmas om inte förutsättningar finns att hantera kulturarvsperspektiven på ett klokt och effektivt sätt i processerna. Det riskerar att leda till ett landskap med stora brister när det gäller tidsdjup, där målen för kulturarvsarbetet svårligen kan nås. De effekter för social och ekonomisk hållbarhet som det leder till är i princip obeforskade.

En integrering av kulturarvsfrågorna i infrastrukturplaneringen är därför beroende av både ändrade spelregler och lagar, en utveckling av nya verktyg, och metoder för kommunikation mellan experter från olika kunskapsfält.

Infrastrukturens effekter på kulturarv

Infrastrukturens effekter på kulturarv och kulturmiljö är på samma sätt som inom ekologiområdet mångfacetterade och delvis liknande. För att exemplifiera hämtas effekter som idag används från de

pågående projekten med höghastighetsbanor i södra Sverige (Ramböll, 2016):

- utradering, rivning (av till exempel fornlämningar och bebyggelse)
- isolering, splittring (av till exempel odlingsmarker)
- strukturomvandling, ändrad användning (till exempel följdetableringar eller risk för nedläggning av jordbruksmark)
- skalbrott (till exempel väsentliga skalskillnader mellan befintligt landskap och tänkt åtgärd)
- sambandseffekter (även visuella)
- tillgänglighet, barriäreffekter (till exempel till kulturmiljöer som används för rekreation och friluftsliv, för areella näringar)
- effekter på rörelsemönster (gäller såväl kommunikationsmönster genom väg- och järnväg som gångstråk i och utanför tätorter)
- bullerstörning, vibrationer (under och efter byggnation)

Det handlar om direkta, indirekta och kumulativa effekter av infrastrukturåtgärder.

Listan på effekter kan här, om läsaren håller i minnet att de inte är annat än exempel, generaliseras och ses som relevanta för transportinfrastrukturens verksamhet från tidig planering via projektering och byggande, till underhåll och olika smärre åtgärder.

Det anmärkningsvärda är att indelningen inte utgår från myndighetsbeslut utan bygger på branschens erfarenheter, delvis i kombination med forskningsinsatser där mycket hämtas från ekologin eftersom det inte bedrivits någon motsvarande forskning kring kulturarvseffekter (Antonson & Gustafsson, 2004; Antonson, 2009; Antonson m.fl., 2010; Cowell, 2010; Folkeson et al., 2013; Gurrutxaga & Saura, 2014). Trafikverkets bedömningsgrunder för kulturmiljö (Trafikverket, 2012) ger en viss vägledning medan miljöbalken är vag i sin uppdelning i *Forn- och kulturlämningar* samt *Annat kulturarv*. Det leder till uppenbara praktiska problem.

Ett exempel är frågan om hur begrepp som ”påtaglig skada av riksintresse” ska bedömas – en klassisk fråga som ännu saknar tydliga svar. Viss utveckling pågår inom Riksantikvarieämbetet och länsstyrelserna (Riksantikvarieämbetet, 2014).

Trots att kulturmiljöområdet är så vedertaget inom fysisk planering saknas en etablerad och förankrad uppfattning om vilka betydande effekter som förändringar och vidmakthållande av infrastrukturen kan ge upphov till och som bör hanteras i infrastruktursammanhang. Att studera effekterna är en iterativ process, där ökad kunskap om effekterna successivt blir ett stöd för att avgränsa kunskapsutvecklingen. Forskning om effekter bör därför ses som ett prioriterat fält.

En fråga som ligger nära effekterna är huruvida läsbarhet är ett möjligt samlingsbegrepp för flertalet påverkanskategorier när det gäller kulturarv och infrastruktur. Ett exempel på en skala för klassificering av landskap som framfördes i arbetet inför Götalandsbanan går från hög till låg läsbarhet; upplevelselandskap – inlevelselandskap – dokumentlandskap (där arkiv behövs för att förstå landskapets uppbyggnad och innehåll) (Banverket, 2009). Skalan, dess möjligheter och begränsningar, är inte vetenskapligt belyst.

Metoder och förhållningssätt av värde för infrastrukturarbetet

Den Europeiska landskapskonventionen gav skjuts åt forskning kring landskap och kulturarv. Forskning och utveckling kring ”Historic landscape characterisation” (HLC) utmärker sig inom området. Bland senaste årens forskning kan nämnas en svensk avhandling kring landskaps historiska dimension som bland annat rör avgränsningsfunktioner i dagens planeringssammanhang och hur olika landskapsperspektiv kan användas för historisk landskapsanalys (Sanglert, 2013).

Inom arkeologin har Trafikverket under senaste åren finansierat utvecklingsprojektet Särimner som bland annat sökt förbättra möjligheter att förutsäga och förmedla fornlämningstätheter i olika

landskap (Trafikverket, 2013). I Norge finns forskningsprojekt som utvärderar möjligheterna att med hjälp av ny teknik kartlägga arkeologiska strukturer utan fysiska ingrepp i jordlagren (Norska institutet för kulturminnesforskning; http://niku.no/no/arkeologi/geofysiske_undersokelser/Arkeologi+i+veien%3F.9UFRHK5k.ips). Svenska Riksantikvarieämbetet står bakom pågående utvecklingsarbete DAP (Digital Arkeologisk Process) som fokuserar på lagring och tillgänglighet av arkeologiska data.

Inom medborgardialoger har forskning bedrivits som är relevant för kulturarv och transportinfrastruktur. Många studier finns om medborgardialog eller samråd, exempelvis metoder för hur människor ska kunna engageras, vilka som engageras och intresset från myndigheterna att engagera allmänheten (Wu & Isaksson, 2008; Stenseke, 2009). Göteborgs universitet genomförde, inom ett forskningsarbete, en medborgardialog i direkt anslutning till Trafikverkets åtgärdsvalsstudie för Kinnekullebanan (Weijmer m.fl., 2013). Det är ett exempel på dialogprojekt med tydligt fokus på landskap, kulturarv och transportinfrastruktur där vetenskap och praktik hade ett direkt utbyte (Wetterberg m.fl., 2013).

Medborgardialoger och närliggande kunskapsfält är väsentliga sätt att närma sig de sociala dimensionerna av kulturarvsfrågorna som i hög grad är relevanta i infrastruktursammanhang. De metoder som använts och beforskats är ännu svagt integrerade i infrastrukturarbetets olika skeden, bortsett från de formella samråden.

När det gäller kulturarvsperspektivens integration med andra närliggande sakområden i själva infrastrukturplaneringen, såsom ekologi, sociala frågor och markbruk, sker kunskaps- och metodutveckling främst inom infrastrukturprojekten. Integrationen av kulturarvsperspektiv används till exempel för att i infrastrukturprojekten förtydliga varför landskapet ser ut och fungerar som det gör, förbättra analyserna och klargöra förväntade effekter. Vår bedömning är att det finns en hel del att utveckla här.

Inom värdering och urval pågår ett utvecklingsarbete som drivs av Riksantikvarieämbetet i samverkan med länsstyrelserna (Riksantikvarieämbetet, 2015). Trafikverket deltar i ett delprojekt. Syftet är framför allt att öka transparensen i kulturarvsarbetets värderings- och urvalsförfaranden. På sikt kan det även bidra till att komma till rätta med den historiska skevheten i det befintliga urvalet av högt värderade kulturmiljöer. På samma sätt som landskapsekologin tenderar att fokusera på stora djur har kulturarvsarbetet tenderat att premiera vissa företeelser och miljöer.

Infrastrukturen som kulturarv

Infrastrukturen är en av de äldsta och mest seglivade, av människor skapade, strukturerna i dagens landskap. Vägar och järnvägar utgör en källa till förståelse av kommunikationernas och kommunikationsteknikens utveckling, men de bidrar också till förståelse av det övriga landskapet, exempelvis hur markbruk, näringar och orter utvecklats och hur samhället över tid ändrat sin struktur och funktion. Infrastrukturen är därmed ett kulturarv i sig.

Metoder för inventering, värdering och urval av värdefulla vägar och järnvägar är delvis under framtagande inom Trafikverket. Detsamma gäller lagring av kunskap (Trafikverkets miljöweb landskap). Behoven av vetenskapligt förankrad kunskapsutveckling är påtagligt inom främst två områden: dels metoder och material för att åtgärda och vidmakthålla värdena, dels betydelsen av dessa värden inom till exempel sociala perspektiv som rörelsemönster och attraktivitet. Ett annat problemområde är ansvarsfördelningen mellan aktörer eftersom sådana system av vägar och järnvägar som är viktiga ur kulturarvsperspektiv oftast förvaltas av fler än Trafikverket. En vägsträckning kan vara både nationell, regional, kommunal och privat och i en järnvägsmiljö kan spår, stationshus och lastområde ägas och förvaltas av flera parter.

Vissa delar av infrastrukturens företeelser faller automatiskt inom kulturmiljölagstiftningens bestämmelser om fornlämningar (äldre än år 1850, uppkommit genom äldre tiders bruk, varaktigt övergivet) medan det stora flertalet väg- eller järnvägsanknutna kulturminnen, kulturbroar och dylikt kräver ett beslut av länsstyrelsen om de ska ha ett formellt skydd som forn- eller kulturlämning eller byggnadsminne. Lagstiftningen exkluderar på det sättet merparten av väg- och järnvägsanläggningarna och dess betydelse för samhällsutvecklingen. Det finns ingen nationell praxis för hur, och i vilken utsträckning, transportinfrastrukturens kulturarv ska skyddas, men vi bedömer att värdena försvinner i högre utsträckning än de omhändertas. Frågan berör både värdering och urval och samverkan mellan aktörer.

Inom fältet information/förmedling av värdefulla väg- och järnvägsmiljöer finns forskning kring kulturarvsinterpretation att tillgå (Hallgren, 2016). Trafikverket driver endast ett par samverkansprojekt som berör förmedling utöver museets verksamhet (Värdefulla vägar tillsammans med Länsstyrelsen i Örebro län samt Vägarna till landskapet inom Samverkansforum). Internationellt finns exempel från bland annat Norge och Schweiz.

Tidigare forskning har mest rört kunskap om vägarnas och järnvägarnas framväxt (Montelius, 2000; Larsson, 2001; Stenqvist Millde, 2009; Bergkvist, 2013), inte forskning kring hanteringen av dessa värden. Nyligen startade ett par forskningsprojekt om järnvägens gröna kulturarv och materialkunskap (Källbom, 2015; Lindgren, 2016) som omfattar forskning kring hantering.

Åtgärder

Den skadebegränsningshierarki som visas i ekologiavsnittet kan här kompletteras med ytterligare två steg av relevans för kulturarv i infrastruktursammanhang:

Undvika – Minska skada – Kompensera – Restaurera/vidmakthålla – Vidareutveckla/stärka

För att de negativa konsekvenserna för kulturmiljön ska bli så ringa som möjligt när nya vägar och järnvägar ska byggas är det avgörande *var* och *hur* detta sker i landskapet. Det vill säga val av linje, val av teknisk lösning och val av utformning. När vägar och järnvägar ska vidmakthållas handlar valen om *hur* i form av tekniska lösningar och utformning, främst val av material och metoder.

Undvika exploatering i känsliga områden

Det finns sannolikt kategorier av områden och företeelser vars kulturhistoriska värden är så höga och känsliga att exploatering helt ska undvikas. Vilka dessa kategorier är, är dock inte analyserat. Lagstiftningen ger vägledning om vilka områden som ska skyddas mot ”påtaglig skada” (miljöbalken) och vilka företeelser som är tillståndspliktiga vid eventuella åtgärder (kulturmiljölagen), men i de befintliga kunskapssystemen över värdefulla områden finns ett flertal kategorier som är underrepresenterade eller helt saknas (till exempel moderna miljöer, enklare profan bebyggelse). Därtill baseras flera kunskapssystem på inventerad kunskap (vad som är inventerat), till exempel forn- och kulturlämningar, odlingslandskap och byggnader. Detsamma gäller Trafikverkets kunskapssystem om de kommunikationshistoriska arven (inom miljöweb landskap).

Analyser om tillståndet i kulturmiljön samt hur unika, sällsynta eller representativa olika områden och företeelser är, är inte vanligt förekommande. Bedömningar får därmed i hög grad göras inom respektive projekt. Sammantaget innebär detta att det inte finns en tillfyllest bild av vilka kulturarvskategorier som helt ska undanhållas vidare exploatering. Forskning inom detta område är i det närmaste obefintlig.

Minska skada

Tekniska åtgärder som kan minska skador som annars skulle uppstå är till exempel att så långt möjligt upprätthålla möjligheter till fysiska och visuella samband samt rörelsemönster mellan områden i landskapet där kontakt är av vikt för att förstå landskapet och dess tidsdjup eller för att indirekt kunna upprätthålla ett visst markbruk. Passager och eko-/sociodukter är en teknisk åtgärd. En annan är att anlägga landbroar istället för bank, för att både ge visuell kontakt och möjliggöra rörelsemönster och fortsatt markbruk. Sådana åtgärders betydelse för kulturarvet är svagt eller obefintligt belyst i vetenskapliga studier.

I befintliga infrastrukturmiljöer kan åtgärder göras för att till exempel stärka samband som genom åren brutits eller försvagats, för att minska skador på kulturarv som transportinfrastrukturens tidigare investeringar eller brist på underhåll gett upphov till. Det kan göras i anslutning till att andra investeringar görs på platsen eller som riktade åtgärder för kulturarv. Det är framförallt inom vägsystemet som sådana åtgärder har genomförts, men då i begränsad omfattning. Någon uppföljning av genomförda åtgärder har inte gjorts och några vetenskapliga studier finns inte. Ett mindre antal liknande insatser för att stärka samband i järnvägsmiljöer inleds år 2016.

Vintervägsaltningens effekter på synliga kulturminnen och lämningar under mark har uppmärksammats i några forskningsstudier men kunskapen är ännu mycket låg om vad det innebär för befintliga värden (Antonson & Blomqvist, 2006) och hur skador kan minimeras.

Kompensera

Kompensation av kulturmiljövärden har inte använts annat än i undantagsfall, delvis på grund av värdenas beskaffenhet – platsbundna och med stor vikt vid autenticitet. Det finns dock inte några hinder för att undersöka och utveckla en kompensationsstrategi. Det förutsätter dock forskning och utveckling för att inte trampa fel. Ett tre-årigt svenskt forskningsprojekt om kompensationsåtgärder inom kulturmiljöområdet har nyligen avslutats (Grahn Danielson, et al., 2015). Projektet belyser skillnaden i kunskap mellan ekologisk kompensation och kulturmiljökompensation och påtalar behovet av forskning.

Restaurera och vidmakthålla

Med stöd av riktade medel som regeringen avsätter bedriver Trafikverket restaurering av transportinfrastrukturens kulturarv. Bland det som åtgärdas är väganknutna kulturminnen, såsom milstenar och broar och vissa väganordningar, värdefulla vägmiljöer, järnvägsanknutna kulturminnen och värdefulla järnvägsmiljöer. Ett stort problem är att viktiga värden rivs ut eller byggs bort i långt snabbare takt än värden restaureras.

De nyligen påbörjade forskningsprojekten på järnvägssidan (Källbom, 2015; Lindgren, 2016) har ingen motsvarighet på vägsidan. Behoven gäller material och effektiva långsiktigt hållbara metoder, urval samt samordning med andra aktörer i landskapet.

När det gäller skötsel av befintlig transportinfrastruktur är förutsättningarna för kulturarvsfrågan relativt väl integrerade på vägsidan. Problemen ligger främst i efterlevnaden av ställda krav. Det pekar på behov av styrning och uppföljning av skötseln för att nå kulturarvsmålen. Skötselkrav som integrerar kulturarv på järnvägssidan är ännu inte framtagna.

Vidareutveckla/stärka

Att vidareutveckla och möjligen stärka det befintliga kulturarvet kan sannolikt ske inom både planering av ny infrastruktur och hantering av befintliga vägar och järnvägar. Vid nyetablering kan till exempel val av linje och läge förstärka en riktning eller mönster i landskapet som människan skapat (Antonson m.fl., 2010). Vid både nyetablering och vidmakthållande av befintlig infrastruktur kan formspråk och nya anordningar i väg- och järnvägsmiljö väljas så att de korresponderar med och, i ny modern tappning, bygger vidare på platsens kulturarv. Ett sådant perspektiv finns omnämnt i en rapport från Trafikverket (Gustafsson m.fl., 2016). Vi kan konstatera att det finns få studier som undersöker Trafikverkets möjligheter att vidareutveckla och stärka kulturarv.

Planeringsfrågor

Mål

Mål för kulturarv och kulturmiljö finns inom kulturpolitiken och miljöpolitiken (nationella kulturmiljömålen respektive miljömålen). Det är också dessa mål som infrastrukturarbetet har att relatera till i projekt, miljökonsekvensbeskrivningar och vid till exempel strategiska miljöbedömningar. Det saknas en tydlig konkretisering till uppföljningsbara mätbara kulturarvsmål för infrastruktursektorn. Ett nytt steg har tagits i och med Trafikverkets nya riktlinjer för landskap, men betydelsen av de nationella kulturarvsmålen behöver avsevärt fördjupas för att fungera som verktyg i det dagliga arbetet.

Planeringsverktyg

När fokus har skiftat från kulturminnesobjekt till kulturlandskap och vidare till människans vardagsmiljö har också metoderna för att identifiera och analysera kulturarv och kulturmiljö förändrats. För att fungera i infrastrukturplanering behövs kunskap om hur man praktiskt kan identifiera och analysera både hur kulturlandskapet ser ut, vilka värden som finns, hur det fungerar och hur det kan förändras utan att vitala värden förstörs. Ett antal års praktisk utveckling och forskning i anslutning till främst landskapskonventionen har fört kunskapsområdet en bit framåt. Metodstudier kring landskapskaraktärsanalyser där kulturarv ingår, se även avsnittet Integrerad landskapshantering, har gjorts genom åren och forskningen har delvis varit involverad (se bland annat Berglund m.fl., 2011, 2013).

Den här utvecklingen har haft betydelse i planeringen av både små och stora projekt, särskilt i ett antal komplicerade infrastrukturprojekt, däribland Förbifart Stockholm, E6 Tanum, Riksväg 50 i Östergötland och nu höghastighetsjärnvägarna. Men kunskapsluckorna är än så länge stora kring förhållandevis basala frågor om avgränsning, analysmetoder och bedömningar (Sanglert, 2013; Antonson m.fl., 2015).

- Kulturarvsanalys i planering/projektering

I Trafikverkets metoder kring planerings-/projekteringsskeden finns numera kulturarvsanalys. Kulturarvsanalys ingår normalt i upphandlingen och dess resultat kan med fördel ses tillsammans med naturvärdesanalys och arkitekternas landskapsanalys.

Genomförandemetoder för kulturarvsanalys är främst utvecklade inom praktiken med begränsad tillgång till vetenskaplig forskning. Någon handledning för kulturarvsanalys finns ännu inte.

- Modellering och visualisering

Modelleringsverktyg inom kulturarvsområdet är, trots dess förmodat stora användningsområden, närmast obefintliga. Förändring över tid av rörelsemönster, markbruk etcetera lämpar sig troligen väl för GIS-baserad modellering, men forskning och utveckling har inte kommit igång. Utvecklingssteg tas inom infrastrukturprojekt; nämnas kan till exempel försök med modeller för påverkan på jordbruket inom projekten för höghastighetsjärnvägar. Visualiseringsverktyg i 3D har också spelat en roll för kulturarvsperspektiven i vissa infrastrukturprojekt. Ytterligare exempel kan hämtas från stadsplaneringen där GIS-modellering av människors rörelsemönster är intressant ur kulturarvsperspektiv i skärningen med sociala frågor. Sammantaget rör det sig dock om exempel. Kunskapsområdet är närmast outforskat när det gäller kulturarv och planering. Potentialen att använda GIS-modellering och visualisering är troligen stor. Tillgången på kunskap och teknik från andra sakområden är god medan tillgången till användbara data behöver studeras.

- Inventeringsmetoder

Det saknas standardiserade metoder för inventering av kulturföreteelser. Inom Trafikverket bedrivs visst arbete med att utveckla metoder för inventering av transportinfrastrukturens kulturvärden (kulturvägar, kulturminnen, järnvägsmiljöer, alléer osv).

När det gäller övriga värden eller företeelser i landskapet som berörs av Trafikverkets verksamhet, är det inte självskrivet vilka inventeringsmetoder som har använts och ska användas, vilket lett till brister och oklarheter bland de underlag som används inför infrastrukturplanering. Här har Trafikverket en möjlighet att verka för mer standardiserade inventeringsmetoder när det gäller underlag som är till stor nytta i infrastrukturarbetets olika delar.

Uppföljning och kunskapsöverföring

Uppföljning är en oerhört viktig länk i kedjan av kunskapsutveckling inom kulturarv och infrastruktur. Vad blir de reella effekterna för kulturarv av nybyggda vägar och järnvägar på kort och lång sikt? Vad leder vidtagna förbättringsåtgärder till? Hur utvecklas skicket på de värden som Trafikverket förvaltar? Det är bara några av de väsentliga frågor som om de studerades skulle ge viktiga insikter tillbaka till planering/projektering och vidmakthållande av väg- och järnvägssystemen. Vikten av uppföljning har länge påtalats inom infrastrukturarbetet men det tillhör ännu ett kraftigt eftersatt område.

Ett spörsmål är också hur kunskapen lagras för att kunna återanvändas och flera studier har påtalat brister (Schmidtbauer Crona m.fl., 2003). En hel del av kunskapen inom kulturarv och kulturmiljö består av ”lager-på-lager”-kunskap, det vill säga ny kunskap adderas till befintlig kunskap utan att den äldre kunskapen behöver ses som felaktig. Mycket av kunskapsutvecklingen sker, och har skett, inom olika väg- och järnvägsprojekt. Det gäller inte bara metodutveckling utan även kunskap om det fysiska landskapet. Sådan nyvunnen kunskap om kulturmiljön, dess karaktär och funktion, lagras inte på lättåtkomligt sätt, undantaget det som registreras som fornlämningar och/eller fornfynd (KMV forum, 2011). Ansvaret för sådan kunskapslagring är oklart och verktygen är få, vilket leder till att varje infrastrukturprojekt i hög grad får börja från början igen.

Till detta område kan även föras uppföljning av hur ansvariga tjänstemän tillgodogör sig befintliga kunskaper och verktyg för att kunna leda arbetet med att bygga och underhålla väg och järnväg. Studier har visat att det finns en kultur där tjänstemännen gör som de brukar, trots att hjälpande system och redskap finns, samt att de varken hinner tillgodogöra sig nya kunskaper eller förmedla vidare egna (Björckebaum & Mossberg, 2007; Hrelja, m.fl., 2012; Antonson & Åkerskog, 2015).

Utvecklingsbehov

Inom kulturarvsområdet kan vi se att forskningsinsatserna inte varit lika omfattande som inom ekologin. Forskning som explicit hanterat kulturarv och infrastruktur har varit starkt begränsad, med några få undantag rörande arkeologi och olika slags landskapsanalys där vissa insatser gjorts. Ökad kunskap bygger istället mycket på utveckling inom pågående infrastrukturprojekt i kombination med kunskapsutveckling inom kulturarvsområdet utan fokus på infrastruktur. Det är därför viktigt att lyfta möjligheter till strategisk utveckling av detta område, inklusive utveckling av miljöer för forskning och innovation.

Inom infrastruktur och kulturarv finns det två huvudspår som är av vikt för arbetet med kunskapsläge och kunskapsbehov:

- Kulturarv som infrastrukturen berör. Det gäller inverkan på landskapet från såväl nya som befintliga vägar och järnvägar.
- Kulturarv som infrastrukturaktörer förvaltar. Det brukar kallas infrastrukturens egna värden. Hit hör till exempel kulturvägar, kulturbroar, kulturminnen med väg- eller järnvägsanknytning, alléer och järnvägsmiljöer. Alla dessa visar infrastrukturens utveckling genom tiderna.

Denna kunskapssammanställning sätter fokus på väg- och järnvägsinfrastruktur, men delar av kunskapsläge och kunskapsbehov som redovisas här är giltigt även för luft- och sjöfart. Inom luft- och sjöfartsgebiten ser vi att forskning som rör kulturarv och dess hantering i infrastrukturarbetet är än mer begränsad.

Viktiga forskningsområden är:

- Vilka effekter har infrastrukturen på kulturarvet?
- Hur kan effekterna bedömas, beskrivas, visualiseras och moduleras? Både vid nybyggnation och under driftsfasen.
- Vilka åtgärder kan sättas in för att minska negativa effekter?
- Hur kan läsbarheten i landskapet ökas och kan metoder för bedömning av läsbarhet utvecklas?
- Hur kan kommunikation mellan kulturarvsspecialister och andra experter samt mellan infrastrukturplanerare och allmänheten förbättras?

Kunskapsläget Friluftsliv och infrastruktur

Friluftsliv och transportinfrastruktur

Friluftsliv kan utgöras av många olika aktiviteter: vandringar i skog och mark, promenader i närnatur och stadsparker, bad, cykling, paddling, skidåkning, jakt, fritidsfiske, fågelskådning, golfspel och trädgårdsodling (Emmelin m.fl., 2010; Fredman m.fl., 2013). Även motorburna aktiviteter såsom körning av motorbåt eller snöskoter kan räknas in (ibid.). Gemensamt för friluftsliv är att det ska vara *"vistelse utomhus i natur- och kulturlandskapet för välbefinnande och naturupplevelser utan krav på tävling"*. Detta är definitionen av friluftsliv i regeringens proposition (Regeringen, 2009), och den tydliggör att friluftsliv omfattar olika former av utevistelse, allt från enklare vardagsrekreation till långväga turism och strapatser.

Friluftslivet har stor betydelse för folkhälsan (Lisberg Jensen, 2008; Andkjær & Arvidsen, 2015), och utgör en grund för naturturism (Lundmark m.fl., 2013). Friluftslivets samhällsvärde är följaktligen stort; försök att kvantifiera värdena pekar på att det i Sverige rör sig om mer än 100 miljarder kronor per år (Fredman m.fl., 2013).

Friluftslivet har ett starkt politiskt stöd i Sverige, bland annat uttryckt i regeringens mål för friluftslivspolitiken (Regeringen, 2012). Det övergripande målet är att stödja människors möjligheter att vistas i naturen, och av de specifika målen är det främst de följande som berör transportsektorn:

- Naturen ska vara tillgänglig för alla.
- Allemansrätten ska värnas.
- Samhällsplanering ska ske med hänsyn till friluftslivets behov.
- Det ska finnas tätortsnära natur som är attraktiv för friluftslivet.
- Skyddade områden ska utgöra en resurs för friluftslivet.

Därutöver innehåller flera av de nationella miljömålen (www.miljomal.nu) skrivningar om hänsyn till friluftslivet, bland annat med riktlinjer för begränsningar av omgivningsbuller.

Myndighetsarbetet för friluftsliv samordnas av Naturvårdsverket; en lång rad myndigheter ingår i samarbetet, dock inte transportmyndigheterna.

Friluftslivsforskning bedöms allmänt som ett underbeforskat område, som inte har den roll som dess betydelse i samhället borde motivera (Fredman m.fl., 2013). Forskningsfältet är mångvetenskapligt till sin karaktär, vilket kan ha inneburit svårigheter att bygga upp och finansiera friluftslivsforskning i Sverige. För att råda bot på detta genomförde Naturvårdsverket 2006-2012 en större satsning på området, genom forskningsprogrammet *Friluftsliv i förändring* (Fredman m.fl., 2013). Forskningen skulle svara mot samhällets behov av ökade kunskaper om friluftslivets karaktär och kopplingar till närnatur, naturvårdsengagemang, fysisk planering, turism och regional utveckling. Transportsektorns specifika frågor kopplade till sin påverkan på och hänsyn till friluftslivet berördes dock endast marginellt inom programmet, och de berörs inte heller tydligt inom någon annan existerande forskningsmiljö. Även internationellt ger sökningar i den vetenskapliga litteraturen bilden av att forskningen kring hur vägar, järnvägar och transporter påverkar friluftslivet är svag och splittrad.

För friluftslivet är transportinfrastrukturen ett tveeggat svärd. Å ena sidan är infrastruktur och transporter självklart av stor betydelse för att människor ska kunna nå natur- eller kulturlandskap

som inte ligger på gångavstånd från bostaden. Själva friluftslivet kan också behöva ett visst mått av transportinfrastruktur, exempelvis gång- och cykelvägar och vandringsleder. Även service i form av boende, livsmedel, avfallshantering och underhåll av anläggningar på turistdestinationer kräver transporter. Å andra sidan, när man utövar sitt friluftsliv kan trafik upplevas som störande och större vägar och järnvägar utgöra fysiska hinder (se nedan). Tillgängligheten till friluftslivsområden via bil, cykel och kollektivtrafik utgör en del av transportpolitikens funktionsmål, och omfattas därför inte av denna kunskapsöversikt. Inriktningen är istället på det som faller under hänsynsmålet, det vill säga de negativa effekterna på friluftslivet och hur dessa kan åtgärdas.

Infrastrukturens negativa effekter på friluftslivet

Transportinfrastrukturens negativa effekter på friluftslivet kan förslagsvis delas upp i fyra påverkanskategorier (liknande uppdelningen inom avsnittet ekologi):

1. Barriäreffekter
2. Störning
3. Ianspråktagande av grönytor
4. Indirekt via utarmning av naturvärden

1. Barriäreffekter

Vägar och järnvägar och deras trafikering utgör fysiska hinder för människor att fritt röra sig i skog och mark. I tätorter kan stora trafikleder fungera som barriärer mellan exempelvis boendemiljöer och grönområden, och därmed minska naturens nåbarhet.

Särskilt i tätorter är barriärproblemet ställt på sin spets. Huvuddelen av friluftslivet sker i närnatur eller stadsnatur, på gång- eller cykelavstånd från bostaden (Boman m.fl., 2013), och det är också där nätet av trafikleder är tätast. Avstånd är en central faktor för att avgöra hur ofta man besöker grönområden eller andra utemiljöer för rekreation (Grahn & Stigsdotter, 2003; Emmelin m.fl., 2005; Boman m.fl. 2013). Tillgänglighetsstudier för grönområden och andra offentliga miljöer där även trafikledernas barriäreffekt vägs in har utvecklats inom forskningen kring nätverksanalyser (s.k. space syntax analyses; Ståhle, 2005; Hillier, 2007).

Forskning pekar på att kvinnor, barn och äldre generellt är mer avståndskänsliga, och därför påverkas mer av barriäreffekter (Emmelin m.fl., 2005; Rantakokko m.fl., 2012; Boman m.fl., 2013). Föräldrars oro för trafikmiljön är en orsak till att barns rörelsefrihet kringskärs (Björklid, 2005).

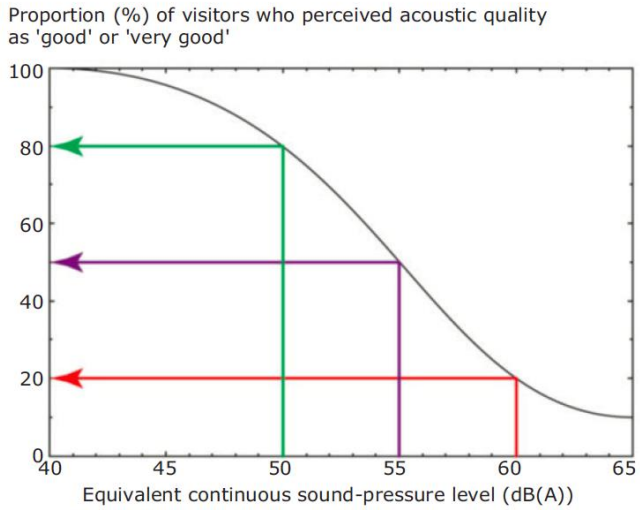
Problemet med större trafikleder som barriärer för det rörliga friluftslivet har uppmärksammats i den praktiska förvaltningen, inte minst i en utredning som dåvarande Banverket och Vägverket gjorde på uppdrag av regeringen med syfte till att identifiera väsentliga barriärer i de tre storstadsområdena (Banverket/Vägverket, 2005b). Vägverket och senare Trafikverket har också i åtskilliga projekt anlagt så kallade sociodukter över större vägar, det vill säga gröna broar för att på ett attraktivt sätt knyta ihop grönområden eller kulturmiljöer för det lokala friluftslivet. Några sådana exempel är den gröna bron mellan Burlövs egnahemsområde och Burlövs gamla by, en överdäckning mellan Vallentuna centrum och kyrka, och ”återställandet” av Uppsalaåsen över Bärbyleden för att tillgängliggöra friluftsområdet vid Gamla Uppsala från Uppsalas norra stadsdelar. Också Boverket har uppmärksammat att trafikerade vägar och järnvägar kan begränsa den faktiska nåbarheten av grönområden i stadsmiljön, och därmed påverka miljömålet God bebyggd miljö (Boverket, 2007a).

Internationellt utmärker sig Nederländerna med sitt nationella defragmenteringsprogram, inom vilket åtskilliga gröna broar byggts för djur med funktion även för friluftslivet (Bekker m.fl., 2011).

Praktiken inom detta område verkar inte motsvaras av något starkt forskningsfält. Tillgängliga svenska översikter över friluftslivsforskning (Emmelin m.fl., 2005; Boman m.fl., 2013) visar på ett större intresse för andra tillgänglighetsfrågor, såsom grönområdenas kvalitéer, olika personers olika fysiska och ekonomiska förutsättningar, samt kulturella och psykologiska hinder (men se Grahn & Stigsdotter, 2003). Vi har inte heller kunnat finna belägg för en stark internationell forskning om transportinfrastrukturen som barriär för friluftslivet.

2. Störning

Frihet från buller i rekreationsmiljöer är viktigt för att besökare ska kunna uppleva ostördhet och få möjlighet till återhämtning (Boverket, 2007a; Farina, 2013; Sandell & Fredman, 2013). Buller är ett ökande problem i vissa ”avlägsna” landskap där ingen bullerstörning förväntas, såsom fjällen och skärgården (Ankre m.fl., 2008). Även i tätortsnära grönområden, där man kan anta att besökare är beredda på högre nivåer av omgivningsbuller, finns ett direkt samband mellan bullernivå och hur nöjda besökarna anser sig vara med ljudmiljön (Nilsson, 2007; se figur). Inte bara frihet från buller utan även att slippa se vägar kan för vissa besökare vara en uppskattad kvalitet (Sandell & Fredman, 2013).



Figur. Andelen besökare i grönområden som upplever sig nöjda med ljudmiljön i relation till uppmätt omgivningsbuller. Efter Nilsson (2007).

Tekniskt buller i såväl tätort som naturlandskap kommer i stor utsträckning från fordon på väg och järnväg. Buller från trafik kan vara ett problem i skyddade områden, och därmed påverka områdenas rekreationsvärde (Gramann, 1999; Iglesias-Merchan, 2015). Enligt en färsk kartläggning är nära 20 procent av Europas skyddade områden bullerstörda (EEA, 2016). Noterbart är att motoriserat friluftsliv såsom skoteråkning och motorbåtar också utgör störningsfaktorer, och skapar konflikt mellan olika friluftslivsintressen (Ankre m.fl., 2008).

Konceptet tysta områden har tidigare utvecklats av Vägverket och andra myndigheter, och flera kommuner och länsstyrelser har karterat tysta områden som ett planeringsunderlag (exempelvis Eriksson m.fl., 2001; Skärbäck, 2007). EU:s direktiv om omgivningsbuller berör vikten av att medlemsländerna karterar och skyddar sina tysta områden.

Naturlig tystnad skyddas dock inte uttryckligen i dagens miljölagstiftning. Rekommendationer om maximala bullervärden finns för olika typer av friluftsområden (Naturvårdsverket, 2007), och åtgärdsprogram mot omgivningsbuller redovisar långsiktiga målsättningar att minska buller i rekreationsområden (Naturvårdsverket, 2015). Trafikverket har nyligen antagit riktvärden för buller i friluftsområden och i parker och andra rekreationsytor i tätort, som ska tillämpas i samband med nybyggnation eller väsentlig ombyggnad av infrastruktur (Trafikverket, 2014). Praktiska åtgärder idag ligger dock nästan uteslutande på att skydda bostadsmiljöer (Naturvårdsverket, 2015).

Man kan avslutningsvis tillägga att buller och visuella intryck från trafik och transportleder kan förväntas förstärka transportledernas barriärverkan för människor.

3. Ianspråktagande av grönytor

Utbyggnad av transportinfrastruktur kan ta grönområden i anspråk. Särskilt i tätorter finns här ett tydligt konkurrerande markanvändningsintresse (Boman m.fl., 2013; Gössling m.fl., 2016).

4. Utarmning av naturvärden

En viktig kvalitet hos naturområden för rekreation och friluftsliv är att de har en rikedom av vilda växter och djur i naturlig miljö (Boverket, 2007b; Lisberg-Jensen, 2008). I en svensk efterfrågestudie angav mer än hälften av de svarande att de i grönområden vill att det ska finnas vilda smådjur som ekorre, hare, räv eller rådjur, och att området ska vara rikt på fåglar (Boverket, 2007b). Enligt den så kallade biofili-teorin är det en medfödd och grundläggande egenskap hos människan att fascineras av naturens variationsrikedom (Wilson, 1984).

Av detta följer att infrastrukturens effekter på biologisk mångfald såsom däggdjur och fåglar (se avsnittet om ekologi) också indirekt påverkar människans upplevelsevärden och värdet för friluftsliv och rekreation. På motsvarande sätt kan även en utarmad kulturmiljö (enligt avsnittet om kulturarv ovan) tänkas minska rekreationsvärdet av områden.

Åtgärder för att minska negativa effekter på friluftsliv

Forskningen med inriktning specifikt på åtgärder för att minska transportinfrastrukturens negativa påverkan på friluftslivet är mycket knapphändig. På samma sätt som beskrivits under avsnittet om ekologi bör åtgärderna följa den så kallade skadebegränsningshierarkin (Persson, 2014), det vill säga att exploatering av värdefulla områden i första hand ska undvikas helt, i andra hand ska de negativa konsekvenserna minskas, och slutligen ska de återstående negativa konsekvenserna kompenseras.

Tekniska åtgärder för att minska de negativa konsekvenserna kan bestå av planskilda passager (se exempel ovan), bullerbegränsning, samt andra åtgärder som minskar intrycket av trafikleder i natur och grönområden. Som redan nämnts ovan kan planskilda passager för vilda djur utformas så att de kan utnyttjas av friluftslivet utan att funktionen för djur äventyras (van der Ree & van der Grift, 2015). Utformningsprinciper finns framtagna, men behöver fortfarande testas, och kunskapen på området behöver allmänt fördjupas.

I jämförelse med ekologiska och kulturhistoriska värden är rekreationsvärden möjligen lättare att kompensera. I Persson (2011) beskrivs flera exempel på hur kompensationsåtgärder riktats specifikt mot friluftsliv och tillgänglighet, såsom anläggande av parkeringsplatser eller informationsskyltar, även vid förlust av rena naturvärden. Det finns ett behov av studier av vad som kan vara utbytbara värden för friluftsliv.

Planering

Det finns svagt stöd i planeringssystemet för att beakta friluftslivet. Kriterier för riksintresse friluftsliv har tagits fram av Naturvårdsverket och Havs- och vattenmyndigheten (Naturvårdsverket, 2005), men kopplingen mellan kriterierna och de friluftspolitiska målen är inte uppenbara. I praktiken har friluftsliv och landskapsbild varit lika viktiga som ekologiska motiv vid bildande av naturreservat i Sverige (Götmark & Nilsson, 1992). Huvuddelen av friluftslivet sker dock i närnatur (se ovan), vilken i huvudsak inte har något formellt skydd kopplat till just friluftslivets nyttjande. Friluftslivets intressen ska behandlas i miljökonsekvensbeskrivning för vägar och järnvägar (Trafikverket, 2011), men PBL och miljöbalken är otydliga i sina formuleringar om friluftslivets intressen (Petersson Forsberg m.fl., 2013), och det är inte uppenbart hur friluftslivet som en allmän nyttighet ska vägas samman med andra allmänna nyttigheter (se dock Loomis & Walsh, 1997). Vägledning för kommunala friluftsplaner finns, men få kommuner har sådana planer (Petersson Forsberg, 2015). Den dominerande bilden är att det kan vara svårt för friluftslivet att hävda sina intressen. I Trafikverkets metodpaket för landskapsanalys, ”Landskap i långsiktig planering”, beskrivs inte friluftslivets intressen annat än möjligen indirekt.

Planeringsteori har betecknats som ”ett snårigt landskap”, och den samlade kunskapsbilden hämmas av att det finns ett antal parallella paradigm (Emmelin m.fl., 2010). Det är oklart hur infrastrukturens negativa påverkan kan integreras i tillgängliga planeringsmodeller för friluftsliv (*ibid.*). Ytterligare forskning behövs bland annat kring hur grönplaner och kommunala friluftslivsplaner bör utformas för att ge en god input till infrastrukturplaneringen (Petersson Forsberg, 2015). Ett annat viktigt område är hur friluftsliv kan integreras i de samhällsekonomiska kalkylerna för vägar och järnvägar, eftersom friluftslivets stora samhällsekonomiska värden kan ha betydande påverkan på utfallen av kalkylerna. Studier bör också göras av hur andra länder hanterat friluftsliv i sin mångsektoriella landskapsplanering, för att identifiera framgångsfaktorer.

Utvecklingsbehov

Friluftsliv är ett eftersatt forskningsområde, där praktiken i flera frågor ligger före vetenskapen. Även internationellt saknas en gedigen kunskapsunderbyggnad. Det finns därför anledning att intensifiera forskningsverksamheten inom området. Det är rimligt att anta, ur ett infrastrukturperspektiv, att det finns en större nytta att fokusera på det tätortsnära friluftslivet.

Eftersom en del åtgärder har satts in från bland annat Trafikverket är det angeläget att följa upp och systematisera lärdomarna från dessa projekt. Hur väl har sociodukter fungerat? Det är också viktigt att friluftslivsfrågorna fångas upp i landskapsanalyser och effektbeskrivningar på ett kunskapsbaserat sätt.

Viktiga forskningsområden är:

- Vilka effekter har infrastrukturen på närrekreationen och grönytekvaliteterna?
- Hur kan effekterna beskrivas för att ge underlag för lokala rekreationsplaner och för infrastrukturplaneringen?
- Hur kan infrastrukturåtgärder vidtas för att förbättra friluftslivets förutsättningar?
- Vilka effekter har de vidtagna åtgärderna haft?
- Hur kan metoder utvecklas för att fånga in olika gruppers rekreationsbehov?

- Hur kan friluftslivsfrågan moduleras och visualiseras för att enklare hanteras i planeringen?
- Vilken betydelse har drift och underhåll för friluftslivets kvaliteter?

Kunskapsläget Styrmedel och landskap

Forskningsfältet styrmedel och miljö går vida över ramarna för denna kunskapssammanställning, samtidigt som området är viktigt för utvecklingen av landskapsanpassningen. Det innebär att detta avsnitt bör ses som en samling iakttagelser och reflektioner om forskningsläget och forskningsbehov, men inte som en samlad kunskapssammanställning.

Ett styrmedel påverkar utfallet utan att vara den direkta åtgärden. En lag som förbjuder freon leder till att freon inte säljs vilket leder till att freon inte kommer ut i atmosfären. Det innebär att allt som inte är direkta åtgärder, bygga, riva, dämma etc., skulle kunna ses som styrmedel. Naturvårdsverket (2012) har gått igenom styrmedelsarsenalen för att nå miljömålen.

För landskap skulle man kunna dela in styrmedlen såsom Gran Danielsson m.fl. (2015) gjort.

- Rättsliga styrmedel
- Planer som styrmedel
- Administrativa styrmedel
- Ekonomiska styrmedel
- Informerande styrmedel

Rättsliga styrmedel

Den nuvarande modellen bygger i stort på styrmedlet lag. Det finns exploateringslagar såsom väglagen och lagen om byggande av järnväg som har som utgångspunkt hur allmänintresset infrastruktur ska avvägas mot det enskilda intresset och där markåtkomsten är en central fråga (Månsson, 2004). Plan och bygglagen fastlägger hur planering ska ske i tätbebyggt område och har det kommunala perspektivet i fokus (Plan och bygglagen, 2010).

De nämnda lagarna utgår ifrån ett planeringsperspektiv där utkomsten anses god om processen är väl genomförd, avvägningarna mellan intressen gjorda och besluten sker i demokratisk ordning. Lagarna har således inte i fokus huruvida det faktiska utfallet i form av om de transportpolitiska, friluftpolitiska, hälsopolitiska eller miljöpolitiska målen nås eller ej.

Miljöbalken och kulturmiljölagen har en annan utgångspunkt där de nationella miljökvalitetsmålen respektive de nationella kulturmiljömålen står i fokus. De syftar till att skydda miljön och hälsan (Miljöbalken, 1998; Kulturmiljölagen, 1988), men fokuserar mindre på demokrati och delaktighet.

I Emmelin & Lerman (2006), som är ett underlag till Ansvarskommittén, finns en bra genomgång av hur styrningen av markanvändning går till. Det nuvarande systemet är ett delvis motsägelsefullt lappverk av olika sektorslagar vilket leder till ett ineffektivt, krångligt och ifrågasatt system. Den grundläggande paradigmkonflikten som finns mellan det naturvetenskapliga miljöparadigmet och ett planeringparadigm skapar stora problem och det finns ett uppenbart behov av en större samlad översyn.

I avvaktan på detta styrs nu planeringen mot sektoriserade lösningar där de långsiktiga frågorna och de samlade lösningarna tenderar att utebli. En regionreform kan också bana väg för större förändringar i planeringssystemet (Indelningskommittén, 2016).

Generellt sätt drevs miljöfrågorna under 1960- och 70-talen med hjälp av lagstiftning varefter fokus flyttades till ekonomiska styrmedel och principen av att förorenaren betalar. Inom landskapsfrågorna har dock lagstiftningen varit huvudstyrmedlet.

Planer

Planer kan ses som ett resultat av styrmedlen men kan också ses som ett styrmedel i sig. Väg- och järnvägsplaner styr vilka åtgärder som kan komma till stånd. Samlade landskapsplaner eller planer för tätortsnära friluftsliv styr den fortsatta beslutprocessen vid tillståndsgivning och åtgärdsplanering. En arbetsplan styr starkt vad som får göras och vad som inte får göras och en MKB har i sin tur påverkat arbetsplanens utformning.

Dagens processer försöker integrera landskapsfrågorna i planeringen genom MKB och också SMB (Strategisk miljöbedömning). Tanken är att en miljökonsekvensbeskrivning gör att beslutsfattandet tar hänsyn till exempelvis landskapsfrågorna vid en planering.

MKB har utvecklats sen 80-talet och är en erkänd och väl etablerad metod, som är relativt väl underbyggd vetenskapligt. Det samma kan inte sägas om SMB (Strategisk miljöbedömning) som är ett obligatoriskt inslag i framtagande av planer och program i staten och kommunerna (Naturvårdsverket, 2009). SMB har haft svårt att finna sina former, bland annat för att SMB till skillnad från MKB inte berör enskilda projekt utan är tänkta att fungera på ett mera övergripande plan. Detta gör att beskrivningarna blir otydligare och svårare att kommunicera.

Både MKB och SMB kan sägas stödja den kommunikativa planeringsmodellen. Stort hopp har ställts till processen även från den rationella planeringsmodellen (se avsnittet Kunskapsläget Integrerad landskapshantering och infrastruktur). Det krävs dock mer forskning för att säkerställa vilken förändring av det faktiska utfallet som metoderna har lett till och vilka typer av miljöutmaningar som metoden bidrar till att lösa.

Administrativa styrmedel

Hur Trafikverket, länsstyrelser och kommuner är organiserade och vilka rutiner och arbetssätt som råder i dess organisationer har stor betydelse för utfallet. Det är dock inte ett område som normalt belyses och diskuteras inom landskapsforskningen.

Trafikverket har interna mål och regelverk som starkt styr vad som kommer till stånd. Det är också avgörande vem som pratar med vem och när miljöspecialister kommer in i planering och projekt. Utvecklingsarbete har också lagts ned på att få fram nya administrativa styrmedel för att främja en integrering av miljöfrågorna i Trafikverket.

Miljöarbetet i Sverige har delvis drivits av konsumentkrav och miljömärkning. Inom byggsektorn pågår omfattande arbeten nationellt och internationellt att lyfta fram detta och skapa olika hållbarhetsmärkningssystem för byggprojekt. En förutsättning för märkning är någon form av miljövarudeklaration.

I Sverige har Trafikverket och anläggningsbranschen jobbat med miljövarudeklarationer för landskap och märkningssystem har utvecklats i samverkan med andra länder (Absér & Uppenberg, 2014; Harmer & Sowerby, 2014). Modeller såsom SUNRA och SEEQUEL har också utvecklats för att användas i Trafikverket.

Angränsande till miljömärkning är upphandling. En förutsättning för att miljömärkningssystem fungerar är att kunden efterfrågar produkten. Ofta tar det tid innan marknadsefterfrågan kommer. För närvarande sker en mycket snabb ökning av försäljningen av ekologiska matvaror, men det har varit många långa år då ekologiska varor utgjorde en försvinnande liten del av marknaden. Å andra sidan har produkter som oblekt papper slagit igenom rekordsnabbt. Infrastrukturinvesteringar har få kunder och dessa är till övervägande del offentliga där politiska beslut skulle kunna skapa en snabb efterfrågan på miljömärkta produkter.

Trafikverket genomgår en administrativ förändring mot en mer renodlad beställarroll där verket ska

tydligare ställa funktionella krav men vara mindre ”hands on” i projekten. Det ställer helt nya krav på miljöarbetets organisation och innehåll.

Ekonomiska styrmedel

Ett huvudfokus inom miljöpolitiken har varit att prissätta miljön så att förorenaren betalar.

Inom ekologiområdet har det inte varit så framträdande och förenat med visst ideologiskt motstånd att sätta en prislapp på landskapet. I dagsläget ser situationen dock annorlunda ut då intresset för ekosystemtjänster är stort.

Oavsett detta så är prissättning av landskap intressant och ett viktigt utvecklingsområde (Santos, 1998; van der Heide, 2014). I dagsläget sker inte någon prissättning av landskapsvärden i de samhällsekonomiska kalkyler som ligger till grund för investeringsbeslut (Trafikverket, 2016c). Det är inte givet att prissättning är det bästa sättet att hantera frågorna, men för närvarande bokförs en anpassningsåtgärd eller kompensationsåtgärd som en kostnad i kalkylen utan att värdet av nyttan på motsvarande sätt bokförs.

VTI har gjort ett antal studier som tyder på att landskapsvärdena kan vara en betydande del av ett infrastrukturprojekts totala budget (Grudemo, 1990; Ivehammar, 1996, 1998).

Ett belysande exempel är folkomröstningen om Vallaleden i Linköping där majoriteten sa nej trots att Vallaleden skulle betalas av staten (kostnaden för individen var nästan noll) och trafiknyttan för Linköpingsborna mycket stor. En slutsats kan därför vara att Linköpingsborna värderade Vallaområdet väsentligt högre än hela investeringskostnaden för projektet (Grudemo, 1990).

Liknande höga värden har uppmätts i projekt riksväg 50 (Omberg-Tåkern) och runt Centralbron i Stockholm genom ”Stated preferens”-studier (Jansson, 1998; Ivehammar, 1998). Man ska dock vara medveten om begränsningarna i ”Stated preferens”-studier och framförallt när det handlar om många människor som uppger sig beredda betala små summor. Den generella vetenskapslogiken att ett stort tal multiplicerat med ett litet tal ger osäkra värden stämmer även i detta fall.

I Grudemo & Ivehammar (2007) studeras en begränsad men intressant metod där människor som samtidigt får en restidsvinst ställer detta mot en förlust av närrekreationsområden.

SIKA har gjort en genomgång av området 2002 (Hesselborn, 2002). Där lyfts bland annat en tysk metod – ”balanseringsmetoden” – som har inriktningen att varje ingrepp balanseras till den grad att noll intrång uppstår. Ju mindre skada som uppstår desto mindre behov av kompensation. Enligt SIKA skulle detta leda till en samhällsekonomiskt mera avvägd intrångsnivå än idag. Modellen (som har utvecklats sen SIKA refererade till den) är närmare beskriven i Wende m.fl. (2005) och van Teeffelen m.fl. (2014).

Men prissättning av landskap och landskapsvärden är en sak, ekonomiska styrmedel en annan. Transportpolitiken bygger på antagandet om ekonomiska styrmedel som centralt för politiken att påverka transportsystemet. Den grundläggade principen är att transportbeslut ska fattas decentraliserat men att de så kallade externa kostnaderna ska internaliseras så att individens beslut inte motverkar kollektivets önskemål.

Inom andra miljöområden har beskattning varit en framgångsrik metod, men intresset inom markanvändning har varit begränsat. Ekonomiska styrmedel behöver inte vara beskattning. Ett exempel på lyckosamma system är NOx-avgiften för industrin. Staten tar ut en hög NOx avgift från industrin som ger incitament för att installera reningssystem eller renare metoder (SFS 1990). Samtidigt begränsas konkurrensskadan för industrin då avgiften återförs till industrin som kollektiv (Naturvårdsverket, 2012). Likande återföringssystem har använts i Göteborgs kommun där förvaltningarna betalade en intern koldioxidavgift för flyg- och bilresor som användes av

kommunen för klimatprojekt på förvaltningarna (Vårt Göteborg, 2009). Ett system där exploatörer får betala för intrång, men pengarna återgår till landskapsanpassningar och landskapsvårdande åtgärder, är kanske ett exempel på en åtgärd som skulle vara intressanta att belysa forskningsmässigt.

Information och utbildning

Inget system är bättre än de som arbetar i systemet och en uppenbar fråga som kräver forskningsinsatser är hur information och utbildning av personal i olika positioner kan leda till ett bättre resultat.

Angränsande till detta är behovet av att utveckla metoder och tekniker för att delge kunskap till dem som behöver det. MKB och SMB är ofta en god källa till kunskap men inte alltid lätt att ta till sig. Landskapsanalyser, spridningskartor och decibelmått kan kännas som enkla och naturliga för vissa, men likna obegripliga hieroglyfer för andra. Men metoder och arbetssätt som sprider relevant och konkret kunskap till de i processen som behöver det är ett viktigt utvecklingsområde.

Vad ska styrmedel styra mot?

En grundfråga som inte får glömmas bort är vad styrmedlen ska styra mot. Som nämndes inledningsvis kan en planprocess ha som utgångspunkt demokratisk delaktighet och transparens eller att de lanskapspolitiska målen (i detta sammanhang miljökvalitetsmålen, kulturmiljömålen och de friluftpolitiska målen) nås. Ett rimligt antagande är att det finns behov av styrmedel mot båda dessa mål men det är inte givet att ett styrmedel stöder båda inriktningarna.

Ett uppenbart dilemma är att många av de landskapspolitiska målen är otydliga och svåra att operationalisera. Många är kritiska mot målstyrning i offentlig sektor och den så kallade ”New public mangagement”. Det finns också stora metodologiska problem (Wittbom, 2015).

Vägverket, Banverket och Trafikverket har under lång tid arbetat med målstyrning av landskapsrelaterade frågor (Vägverket, 2003). Det finns ett relativt bra underlag men det har varit svårt att få genomslag i praktiken.

På samma sätt föreligger uppenbara behov av att utveckla arbetet med landskapsfrågor för att bättre svara upp mot önskemål om delaktighet och transparens.

I samband med styrmedelsutveckling måste också frågan om målkonflikter hanteras. Transportpolitiken brottas hela tiden med målkonflikter, genuina som inte går att undvika och lösbara. I landskapet kommer också transportfrågorna att ställas mot andra intressen.

Utvecklingsbehov

Styrmedel har inte varit i fokus som forskningsfält inom landskapsområdet. Det är delvis förvånande då styrmedelsforskning har varit central inom klimat- och hälsoområdena. Det område som haft störst intresse är miljökonsekvensområdet.

Det finns skäl att i en satsning inom detta område i möjligaste mån involvera flera aktörer såsom Naturvårdsverket, Formas, Mistra, SKL, Boverket, Jordbruksverket och Skogsstyrelsen. Detta både för att landskapsfrågan är bredare än enbart infrastruktur och transport, men också för att stor kunskap finns inom angränsande områden.

Viktiga forskningsområden är:

- Vilken effekt har de styrmedel som används idag?
- Hur kan lagstiftningen förändras för att bättre hantera konflikten mellan de ”exploaterande” lagarna och de ”skyddande” lagarna?
- Hur påverkar nuvarande administrativa rutiner och organisation landskapsfrågan?
- Hur kan ekonomiska värderingar och styrmedel utformas?
- Vilka verktyg för information och transparens kan utvecklas till informerande styrmedel?

Kunskapsläget Integrerad landskapshantering och infrastruktur

Integrerad landskapshantering och infrastruktur

Perspektiven på landskap är många men landskapet är ett. När förändringar av landskapet planeras är det icke-reversibla förändringar man jobbar med – lagd väg ligger.

Denna insikt om landskapet som ändlig resurs är väl rotad idag. Att förstå landskapet som gemensam resurs och att samhällets aktörer ska hantera förändringar, både planerade och oförutsägbara, med en gemensam medvetenhet är dock inte lika etablerat.

Trafikverket har sedan lång tid identifierat landskap som en av de tre stora miljöfrågorna för verksamheten (Trafikverket, 2010). Senare års regeringsuppdrag om till exempel regional infrastrukturplanering och nuvarande regeringsuppdrag om grön infrastruktur visar en stärkt intention från regeringens sida att styra aktörerna till ökad samplanering av landskapet (Trafikverket, 2016a; Naturvårdsverket, 2016a). I praktiken går dock utvecklingen i motsatt riktning (Esselin, 2014). Förmågan och verktygen att samverka över disciplingränser och mellan aktörer måste ta stora kliv framåt om målen om ett hållbart samhälle ska nås. Varje sektor tar fram sina egna riksintressen (Boverket, 2016). Varje sektor inventerar och analyserar värdefulla miljöer. Varje anspråk hanteras separat. Planeringsprocessen använder inte i normalfallet ett integrerat landskapsperspektiv, utan ett sektorsperspektiv. Vår bedömning är att kunskapsläget är sektoriserat och att få studier hanterar det sammansatta landskapsperspektivet. Vi ser också att det finns ett liknade grunddilemma som handlar om samhällsnivåer. Varje samhällsnivå har sin egen agenda och sitt eget perspektiv, vilket ger svårigheter att hitta den önskvärda dialogen mellan lokal, regional, nationell och EU-nivå. I sammanhanget är det också belysande att Trafikverket är relativt ensam bland myndigheter att utföra regional fysisk planering, och helt ensam om att återkommande utföra nationell fysisk planering.

Trafikverket har dock adresserat problemen de senaste åren, med ett antal insatser för ökat fokus på det samlade landskapsperspektivet. Hit hör till exempel utvecklingsprojektet ”Landskap i långsiktig planering”, LiLP (www.trafikverket.se/landskap), forskningsprogrammet ”Include” (del av TransportMistra) och det tidigare utvecklingsarbetet ”Mål och Mått för natur- och kulturvärden”. Tillsammans med det faktum att myndigheten agerar såväl nationellt, regionalt som lokalt ökar möjligheterna att utveckla ett integrerat arbetssätt. Kunskapsluckor återstår dock och metodutveckling krävs för att myndigheten ska kunna leverera enligt regeringens önskemål.

Inom planering hänvisas gärna till att det inte är någon allt överbryggande teori som behövs utan snarare att betraktandet behöver ske ur flera perspektiv (Hall, 1981).

Rationell planering

Utgångspunkten i en rationell planering är att man försöker hitta lösningar som så väl det går lever upp till uppställda mål. I korthet innebär rationell planering att mål ställs upp, kunskap samlas in, alternativ formuleras, konsekvenser analyseras och val görs (Emmelin, 2010). Det förutsätter god kunskap och överblick över det som ska planeras, men också en tydlig bild av vad som ska uppnås. Enligt Emmelin (*ibid.*) har modellen med miljöbedömningar och MKB en rationalistisk utgångspunkt. Vetenskapligt har den rationella planeringen ofta kritiserats. Redan på 1950-talet påtalade Lindblom (1959) skillnaden mellan verkligheten och den ideala bilden av rationell planering. Han hävdade att målen ofta är oklara och motstridiga, att kunskapen är otillräcklig och ojämn och att överblicken över alternativ och konsekvenser blir starkt begränsad.

Kommunikativ planering

En annan modell för infrastrukturarbete är den kommunikativa planeringen som bygger på att parterna strävar mot samförstånd. Här betonas den politiska processen, snarare än expertprocessen. Den kommunikativa planeringen ifrågasätter den rationella planeringen, men har i sin tur kritiserats för att bortse från de reella maktförhållanden som råder (Flyvbjerg & Richardson, 2002). Det är också uppenbart att den kommunikativa planeringen kan leda till samförståndslösningar som är kraftigt oönskade.

De vetenskapliga studierna av planering har i mycket liten grad påverkat den praktiska planeringen och regelverken, det gäller inte minst debatten om den kommunikativa planeringen (Strömgren, 2007).

I teorin ansluter sig regeringen och Trafikverket till den rationella planeringen med transportpolitiska mål, hänsynsmål och etappmål. Det är också grunden för fyrstegsprincipen, åtgärdsvalsstudier och samhällsekonomiska beräkningar.

I praktiken är infrastrukturplanering nära anknuten till den kommunikativa planeringen, där det är viktigare för en lyckad planering att deltagarna accepterar lösningen än att lösningen är optimal för måluppfyllelse.

Kunskapsläget kring integrerad landskapshantering

Integrerad landskapshantering måste klara av många olika aspekter på landskapet och på många olika nivåer.

På europeisk nivå har landskapsperspektivet lyfts upp i landskapskonventionen (Europarådet http://www.coe.int/sv/web/landscape/home), som Sverige har ratificerat. Konventionen tydliggör att landskapet är både natur- och kulturbetingat. Människors delaktighet i beslutsprocesser betonas. Det finns i konventionen en större tyngdpunkt på demokrati, delaktighet och transparens än på mål och önskvärda tillstånd för landskapet.

Det är tydligt att det trots en bred myndighetssamverkan har varit svårt att operationalisera landskapskonventionen (Dovlén & Olsson. 2014). Riksantikvarieämbetet har det samordnande ansvaret för landskapskonventionen, men den har inte fått något tydligt genomslag i Sverige. Till exempel har Sverige ratificerad konventionen utan att genomföra förändringar i lagstiftningen. På nationell nivå har inte heller arbetet med ett integrerat landskapsperspektiv bedrivits med kraft.

På regional nivå däremot har exempelvis Region Skåne och Västmanland genomfört integrerad landskapsplanering, där olika aspekter och anspråk på landskapet lyfts fram samlat. Motsvarande finns i Europa. Exempelvis är den spanska regionen Katalonien långt framme i en regional landskapsplanering.

Övergripande landskapsanalys

När man studerar det samlade landskapet på ett övergripande plan är det viktigt att ha med centrala begrepp. En viktig egenskap i landskapet är dess *karaktär*; hur landskapet tar sig uttryck. Detta är en grundförutsättning för planeringen av infrastruktur i landskapet. Ett ”fjordlandskap” i Bohuslän eller ett slättlandskap i Skaraborg ger helt olika förutsättningar för transportinfrastrukturen.

Man behöver också studera *det funktionella landskapet* – hur landskapet fungerar och används. I dagsläget är kunskapen om de ekologiska funktionerna mest utvecklad. Relativt detta är kunskapen

om människors användning av landskapet och olika ekosystemtjänster mindre utvecklade.

En tredje viktig egenskap är *det relationella*. De som bor och lever i ett område, respektive de som besöker det, har känslomässiga relationer till landskapet. Detta förhållningssätt är byggt på individuella eller kollektiva traditioner.

Tillsammans bildar dessa en sammanhängande treenighet som har betydelse för planering och förvaltning av landskap (Clemetsen & Schibbye, 2015).

När det gäller olika arbetssätt för analys och bedömning av landskap i infrastruktursammanhang används ett flertal metoder (Berglund m.fl., 2011). Metodernas syften varierar och likaså ambitionerna att integrera olika landskapsperspektiv.

Inom Trafikverkets nyligen avslutade projekt om ”Landskap i långsiktig planering” (LiLP) finns en av de senaste modellerna som starkt förespråkar integration. Metodiken kallas ”Integrerad landskapskaraktärsanalys” (ILKA) och där skapas med hjälp av flera landskapsperspektiv, i en integrerad process, en översiktlig landskapskaraktärsanalys som kan användas som gemensam arena för planering i tidiga skeden. Metodiken förutsätter samverkan mellan olika kompetenser och översiktliga beskrivningar av landskapets karaktär och funktion. ILKA är framtagen av praktiker för praktiker. Delmoment som ingår är delvis vetenskapligt baserade och den samlade metodiken har utvärderats (Clemetsen & Schibbye, 2015), men metodiken som helhet saknar vetenskaplig förankring och systematik.

ILKA är en metod där experter, med olika bakgrund, förenas i en beskrivning av landskapet på en övergripande nivå. Den ligger närmast den rationella planeringstraditionen men med en dragning åt kommunikativ expertplanering. Resultatet lämpar sig väl som ett underlag för både rationell och kommunikativ planering.

Sammanvägning av olika aspekter

Metoder som ILKA siktar på tidiga skeden, innan projektplaneringen startar. I senare skeden kommer emellertid olika lösningar att behöva jämföras, rangordnas och selekteras. Utifrån ett rationellt planeringsperspektiv är nästa steg att sätta upp mål för landskapet. Ett exempel på detta är det projekt som Vägverket drev 1998 till mitten av 00-talet ”Mål och mått för natur och kultur”. Ett annat exempel är de försök med multikriterieanalys som har gjorts. Ett antal vägmyndigheter har också arbetat efter dessa principer. Problemet med mål- och måttsystemet och med multikriterieanalyser av olika slag är att metoderna blir digitala till sin natur och fokuserar på att dela in landskapet efter olika partialvärden. Det innebär att man låser vad som är problemet och vad som är tänkbara lösningar i ett initialskede.

Samtidigt innebär det en möjlighet att jämföra och utvärdera olika lösningsförslag. Någon form av multikriterieanalys är en nödvändighet i en rationell planeringsmetodik men också nödvändig vid kommunikativ planering. En variant av kommunikativ planering som Trafikverket har arbetat med är charetter där deltagarna får underlag från experter och där målet är att hitta lösningar med bred acceptans.

Inom industrin finns en insikt om att det kan leda fel att låsa mål och utvärderingskriterier i ett tidigt skede. Denna insikt har bidragit till nya metodologiska angreppssätt såsom ”Design thinking” – en metod som är samarbetsinriktad samt betonar innovation och kreativitet mellan många kompetenser (Brown, 2009). Den används såväl för produktutveckling som för att utveckla strategier. Metoden förutsätter analyser av flera problem och test av flera olika lösningar samt belyser förmågor att hantera olika perspektiv på integrerat sätt i dessa processer. Till viss del liknar metoden charetter, dvs. bygger på kreativ samverkan mellan olika kompetenser men med en vilja att hitta lösningar som uppfattas som goda.

Planering av ny infrastruktur, men även hantering av befintlig infrastruktur, är så komplex med så många aspekter att det är svårt att definiera ett tydligt mål eller utvärdera vad som leder till målet. Detta gäller i hög grad landskapspåverkan från transportinfrastrukturen. I Selman (2012) poängteras också vikten av ”resiliens”, det vill säga landskapets förmåga att hantera ny, oförutsägbar och ibland oväntad förändring av förutsättningarna för landskapet.

Det finns också ett problem i att det som kan uppfattas som en god lösning på objektsnivå leder till icke önskvärda effekter när många förändringar av landskapet ackumuleras.

Utvecklingsbehov

Forskningsmässigt, utifrån ett behovs- och utmaningsdrivet perspektiv, är integrerad landskapshantering ett av de mest centrala områdena.

För det första är det uppenbart att de två huvudinriktningarna i planeringen, rationell planering och kommunikativ planering, båda kommer att spela en viktig roll framgent. Det betyder att metoder och kunskap som kan förbättra båda behövs.

För det andra sker förändringar i planeringen. Nya aktörer och nya arbetsformer, till exempel Trafikverkets arbete med ”den nya beställarrollen” samt den allt tilltagande automatiseringen, även inom planering och projektering, kräver omtänkande.

För det tredje visar regeringens utvärdering (se Inledning) på en negativ utveckling inom landskapsområdet som indikerar att dagens metoder och lösningar inte är tillräckligt bra för att lösa morgondagens problem.

Samarbetet mellan olika kunskapsfält och nivåer kräver en arena som kan hanteras och förstås av alla. En sådan arena är det befintliga landskapet (Clemetsen & Schibbye, 2015). Här finns ännu en hel del kunskapsbrister, till exempel kring hur denna befintlighet ska beskrivas för att fungera som grund för samarbetet och hur samarbetet lämpligen organiseras.

Vad som är uppenbart från olika angreppssätt på landskapet som en helhet är den utmaning som kommunikation mellan olika kompetenser med olika språk utgör (Clemetsen & Schibbye, 2015; Brömmelstoet & Bertolini, 2008). Eftersom dagens utbildning och dagens yrkesroller framförallt formerar ett sektorsbaserat professionellt tänkande och språk är svårigheterna att förstå andra professioner stora.

Det krävs också en utveckling av effektforskning på landskapsnivå för att kunna presentera olika lösningar för medborgare respektive representanter för samhället. Vetenskaplig kunskap om olika planeringsinriktningar (se ovan) bör studeras tillsammans med praktikens senaste utveckling för att området långsiktigt ska kunna utvecklas och gagna Trafikverkets processer.

Viktiga forskningsområden är därför :

- Hur kan landskapets helhetsvärden beskrivas och föras in i planeringsprocessen?
- Hur kan ackumulerade effekter påverka landskapet?
- Kan multikriterieanalys utvecklas till ett fungerande redskap i planeringen?
- Vilka data behövs för att underlätta en övergång till en mer automatiserad planerings- och projekteringsprocess?
- Kan automatisering och en ökad möjlighet för iterativa processer i planeringen leda till ökade möjligheter för design thinking?

- Hur kan en kommunikativ planeringsansats förenas med krav på bättre måluppfyllnad och en ökad kostnadseffektivitet?

Referenser

Absér S & Uppenberg S (2014). HCA - HållbarhetsCertifiering av anläggningsprojekt. SBUF

Almkvist B, André T, Ekblom S & Rempler S-A (1980). Slutrapport Viltolycksprojektet (VIOL). Statens Vägverk, rapport TU146:1980–05.

Alzén A & Aronsson P (red.) (2006). Demokratiskt kulturarv? Nationella institutioner, universella värden, lokala praktiker. Skriftserie 2006:1 Norrköping: Tema Kultur och samhälle, Campus Norrköping, Linköpings universitet. Linköpings universitet, Linköping.

Andrews KM, Nanjappa P & Riley SPD (2015). Roads & ecological infrastructures: Concepts and applications for small animals. John Hopkins University Press.

Andkjær S & Arvidsen J (2015). Places for active outdoor recreation – a scoping review. Journal of Outdoor Recreation and Tourism 12:25-46.

Angelstam P, Mikusinski G & Fridman J (2004). Natural forest remnants and transport infrastructure – does history matter for biodiversity conservation planning? Ecological Bulletin 51:149-162.

Ankre R, Petersson Forsberg L & Emmelin L (2008). Silence – An article of short supply in outdoor recreation? Handling noise conflicts in Swedish planning. I Raschi A & Trampeti S (red.) Management for protection and sustainable development. Proceedings of the Fourth International Conference on Monitoring and Management of Visitor Flows in Recreational and Protected Areas. Montecatini Terme, Italy, 14-19 October, 2008.

Antonson H (2003). Det antikvariska landskapet: ett paradigmskifte inom svensk landskapsförändring. Sid 281-300 i Ulf Jansson (red.) Med landskapet i centrum: kulturgeografiska perspektiv på nutida och historiska landskap. Meddelande 119 från Kulturgeografiska inst., Stockholms universitet.

Antonson H (2009). Landscapes with history: Addressing shortcomings in Swedish EIAs. Land Use Policy 26(3):704-714.

Antonson H (2011). The Treatment of Landscape in a Swedish EIA Process. Environmental Impact Assessment Review 31(3):195-205.

Antonson H, Ahlström C, Wiklund M, Blomqvist G & Mårdh S (2014). Landscape heritage objects' effect on driving: a combined driving simulator and questionnaire study. Accident Analysis and Prevention 62:168-177.

Antonson H & Blomqvist G (2006). Does the official strategy protect or destroy our cultural heritage? Corrosion of archaeological artefacts exposed to de-icing salt in Sweden. In: Gudrun Öberg (Ed.) PIARC 2006 XII Winter Road Congress 27–30 March 2006, Torino, Italy. VTI notat 19A-2006. VTI, Linköping.

Antonson H & Gustafsson M (2004). Identifiering av samband i landskapet. Ett pilotprojekt för tillämpning inom transportinfrastruktur. EKLIPS-rapport, kulturmiljö och kvartärgeologi. VTI Notat 51–2004. VTI, Linköping

Antonson H, Gustafsson M, Angelstam P (2010). Cultural Heritage Connectivity in the Landscape. A Tool for EIA in Infrastructure Planning. Transportation Research D 15:463-472.

Antonson H & Åkerskog A (2015). “This is what we did last time”. Uncertainty over landscape analysis and its procurement in the Swedish road planning process. Land Use Policy 42:48-57.

Askling J, Helldin J-O, Wahlman H, Kjellander P & Seiler A (2006). Ostlänken: Biologisk infrastruktur och vilt – Biologisk mångfald och viltförvaltning i ett landskapsperspektiv. Calluna AB och Grimsö forskningsstation, Linköping/Riddarhyttan.

Banverket/Vägverket (2005a). Vilda djur och infrastruktur – en handbok för åtgärder. Banverket Miljösektionen rapport 2005:5, Vägverket publikation 2005:72.

Banverket/Vägverket (2005b). Åtgärdsprogram för barriäreffekter av vägar och järnvägar. Banverket Miljösektionen rapport 2005:4, Vägverket publikation 2005:61.

Banverket (2009). Genom Götalands hjärta – underlagsrapport Landskap, juli 2009, utgåva 2: februari 2010. Underlagsrapport till Förstudie Götalandsbanan, 2010
Barber JR, Crooks KR & Fristrup KM (2010). The costs of chronic noise exposure for terrestrial organisms. Trends in Ecology & Evolution 25:180–189.
Bekker H, Stegehuis B & de Vries H (2011). Defragmentation measures for the protection of our wildlife heritage. Rijkswaterstaat, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Nederländerna.
Benítez-López A, Alkemade R & Verweij PA (2010). The impacts of roads and other infrastructure on mammal and bird populations: A meta-analysis. Biological Conservation 143:1307-1316.
Bergkvist J (2013). Landskapsarkitektur i järnvägslandskap: platsernas förändring i historiskt perspektiv. Licentiatavhandling Uppsala : Sveriges lantbruksuniversitet, 2013. Uppsala.
Berglund U, Eriksson M, Nord J, Butler A, Antonson H, Hammarlund K, Hedfors P & Åkerskog A (2011). Om landskap och landskapsanalys för väg och järnväg: ett kunskapsunderlag med fokus på begrepp och exempel. Rapporter Institutionen för stad och land nr 1/2011. Uppsala: Institutionen för stad och land, Sveriges lantbruksuniversitet.
Berglund U, Nord J, Eriksson M, Antonson H, Butler A, Hammarlund K, Hedfors P & Åkerskog A (2013). Landskapsanalys för transportinfrastruktur - en kunskaps- och metodredovisning för utveckling av väg- och järnvägsprojekt i enlighet med den Europeiska Landskapskonventionen. Rapporter Institutionen för stad och land nr 1/2013. Uppsala: Institutionen för stad och land, Sveriges lantbruksuniversitet.
Bernes C (2011). Biologisk mångfald i Sverige. Monitor 22, Naturvårdsverket.
Bessiere J (1998). Local development and heritage: Traditional food and cuisine as tourist attractions in rural areas. Sociologia Ruralis 38(1):21-34.
Björckebaum M & Mossberg M (2007). ”MKB i praktiken. Aktörers inställning till och agerande kring kulturmiljö i transportinfrastrukturens MKB-arbete”. KMV forum.
Björklid P (2005). Närmiljö – hinder eller resurs? Om trafikens inverkan på barns uppväxtvillkor. Sid. 141-158 i Johansson M & Küller M (red.) Svensk miljöpsykologi. Studentlitteratur, Lund.
Blackwell BF, Devault TL & Seamans TW (2015). Understanding and mitigating the negative effects of road lighting on ecosystems. Kapitel 18 i van der Ree m.fl. (2015a).
Blake J (2000). On Defining the Cultural Heritage. International and Comparative Law Quarterly 49:61–85.
Blicharska M, Mikusinski G, Helldin J-O, Bergman K-O & Folkeson L (2013). Identifying focal species for evaluating effects of transport infrastructure on biodiversity. Application to Formas annual open call 2013 for research and development project grants, application code 2013-9768-26378-22.
Blomqvist G (2001). De-icing salt and the roadside environment. Doktorsavhandling från KTH.
Briedenhann J & Wickens E (2004). Tourism routes as a tool for the economic development of rural areas: vibrant hope or impossible dream? Tourism Management 25:71–79.
Boman M & Ezebilo EE (2012). The value of nature close to home for outdoor recreation in Sweden. Sid. 340-341 i Fredman P, Stenseke M & Liljendahl H, Mossing A & Laven D (red.) The 6th international conference on monitoring and management of visitors in recreational and protected areas: Outdoor recreation in change – current knowledge and future challenges. Rapport nr 19, Forskningsprogrammet Friluftsliv i Förändring, Östersund.
Boman M, Lindhagen A, Sandberg M & Henningson S (2013). Tätortsnära friluftsliv. Kapitel 8 i Fredman m.fl. (2013).
Boverket (2007a). Bostadsnära natur - inspiration & vägledning. Boverket Dnr: 2309-1215/2007.
Boverket (2007b). Landskapets upplevelsevärden – vilka är de och var finns de? Rapport från Boverket.
Boverket (2016). http://www.boverket.se/sv/samhallsplanering/sa-planeras-sverige/riksintressen-ar-betydelsefulla-omraden/
Brown T (2009). Change by design. HarperBusiness förlag ISBN: 9780061766084.

Brömmelstoet M & Bertolini L (2008). Developing land use and transport PSS: Meaningful information through a dialogue between modelers and planners. Transport policy 15(4):251-259.
Corlatti L, Hackländer K & Frey-Roos F (2009). Ability of Wildlife Overpasses to Provide Connectivity and Prevent Genetic Isolation. Conservation Biology 23(3):548-556.
Cowell R (2010). Wind Power Landscape and Strategic, Spatial Planning – The Construction of Acceptable Locations in Wales. Land Use Policy 27:222-232.
Clemetsen M & Schibbye B (2015). The mainstreaming landscape through the european landscape convention. Routledge förlag ISBN: 9781138922297
D´Angelo G & van der Ree R (2015). Use of reflectors and auditory deterrents to prevent wildlife-vehicle collissions. Kapitel 25 i van der Ree m.fl. (2015a).
Darbi M, Ohlenburg H, Herberg A, Wende W, Skambracks D & Herbert M (2009). International Approaches to Compensation for Impacts on Biological Diversity. Final Re- port, Leibniz Institute of Ecological and Regional Development and Berlin University of Technology, Institute for Landscape Architecture and Environmental Planning.
Davenport J & Davenport JL (2006). The ecology of transportation: Managing mobility for the environment. Springer, Dorecht, The Netherlands.
Dorsey B, Olsson M & Rew LJ (2015). Ecological effects of railways on wildlife. Kapitel 26 i van der Ree m.fl. (2015a).
Dovlén S & Olsson E (2014). Nationella, regionala och kommunala aktörer om implementering av den europeiska landskapskonventionen i Sverige. Sveriges lantbruksuniversitet. Rapport 2/2014, Institutionen för stad och land, SLU.
Edensor T (2004). Automobility and national identity: representation, geography and driving practice. Special issue on: automobilities. Theory, Culture & Society 21(4–5):101-120.
EEA (2016). Quiet Areas in Europe – the environment unaffected by noise pollution. EEA Technical report X/2016.
Eliasson I, Knez I & Fredholm S (2016). Cultural ecosystem services and heritage planning in mountain landscapes. Manuskript (juni 2016) som planeras att skickas till tidskriften”Landscape and Urban Planning”.
Emmelin L, Fredman P, Sandell K, Lisberg Jensen E & Eriksson L (2005). Planering och förvaltning för friluftsliv - en forskningsöversikt. Naturvårdsverket rapport 5468.
Emmelin L. Fredman P. Lisberg Jensen, E & Sandell K (2010). Planera för friluftsliv. Carlsson bokförlag. ISBN 978 91 7331 365 0.
Emmelin L & Lerman P (2006) underlag till Ansvarskommittén.
Eriksson I, Harvenberg K & Oscarsson H (2001). Tysta områden i Västra Götalands län. Länsstyrelsen Västra Götalands län publikation 2001:18.
Esselin A (2014). Landskapsnoden – Förutsättningar. Rapport på uppdrag av Kungliga skogs- och lantbruksakademien (KSLA).
European Commission, Directorate-General for Research and Innovation (2015). Getting cultural heritage to work for Europe Report of the Horizon 2020 Expert Group on Cultural heritage. ISBN 978-92-79-46046-3.
Fahrig L (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. Annual Review of Ecology Evolution and Systematic 34:487–515.
Fahrig L, Pedlar J, Pope S, Taylor P & Wegner J (1995). Effect of Road Traffic on Amphibian Density. Biological concervation 73(1):177-182.
Fahrig L & Rytwinski T (2009). Effects of roads on animal abundance: an empirical review and synthesis. Ecology and Society 14(1): 21.
Farina A (2013). Soundscape ecology – Principles, Patterns, Methods and Applications. Springer, Dordrecht, Heidelberg, New York, London.
Flyvbjerg B & Richardson T (2002). Planning and Foucault: In search of the dark side of planning theory. I Allmendinger, P & Tewdwr-Jones, M. (red). Planning theory: New directions for

planning theory. Routledge.
Folkeson L, Antonson H & Helldin J-O (2013). Planners' views on cumulative effects. A focus-group study concerning transport infrastructure planning in Sweden. Land Use Policy 30 (1), 243–253.
Forman RTT & Godron M (1986). Landscape ecology. Wiley, New York.
Forman RTT & Alexander LE (1998). Roads and their major ecological effects. Annual Review of Ecology Evolution and Systematic 29:207–231.
Forman RTT, Sperling D, Bissonette JA, Clevenger AP, Cutshall CD, Dale VH, Fahrig L, France R, Goldman CR, Haenue K, Jones JA, Swanson FJ, Turrentine T & Winter TC (2003). Road ecology – Science and solutions. Island Press, Washington, USA.
Franzén ÅV (2010). Några vackra stenar i en påse - Vad gör vi med riksintressena i landskapskonventionens tidevarv? Med speciell inriktning på Jönköpings län. Ingår i T. Germundsson & C-J. Sanglert (red.) Landskapet, förflutenheten och samtiden: uppsatser om bevarandets dilemman: rapport tillkommen inom projektet "Det förflutna som samtida resurs - det odelade kulturlandskapets konsekvenser". Lund: Institutionen för kulturgeografi och ekonomisk geografi, Lunds universitet.
Fredman P, Stenseke M, Sandell K & Mossing A (2013). Friluftsliv i förändring. Resultat från ett forskningsprogram – Slutrapport. Naturvårdsverket rapport 6547.
Gordon A, Bull JW, Wilcox C & Maron M (2015). Perverse incentives risk undermining biodiversity offset policies. Journal of Applied Ecology 52:532-537.
Grace MK, Smith DJ, Noss RF (2015). Testing alternative designs for a roadside animal detection system using a driving simulator. Nature Conservation 11:61-77.
Grahn P & Stigsdotter UA (2003). Landscape planning and stress. Urban Forestry & Urban Greening 2(1):1-18.
Grahn Danielson B, Rönn M & Swedberg S (2015). Styrmedel och kompensationsåtgärder inom kulturmiljöområdet. Sammanfattning och slutsatser av FoU-projekt. Kulturlandskapet.
Gramann JH (1999). The effect of mechanical noise and natural sound on visitor experience in units of the National Park System. Social Science Research Review 1(1):1-16.
Gren IM, Isacs L & Carlsson M (2009). Costs of alien invasive species in Sweden. AMBIO: A Journal of the Human Environment 38(3):135-140.
Grudemo S (1990). Folkomröstningen om Vallaleden – analys beträffande ett omstritt vägprojekt i Linköping, VTI meddelande 613. Statens väg- och trafikinstitut. Linköping.
Grudemo S (2002). Beräkningsmodeller för infrastrukturinvesteringars intrångskostnader. VTI meddelanden 939.
Grudemo S & Ivehammar P (2007). Går det att få med intrångsvärden i Vägverkets samhällsekonomiska kalkyler? Vägverket 2007:34.
Gurrutxaga M & Saura S (2014). Prioritizing highway defragmentation locations for restoring landscape connectivity. Environmental Conservation 41(2):157–164.
Gustafsson M, Antonson H, Blomqvist G, Folkeson L & Loorents K-J (2016). Att överväga geologin. En idéskrift om geovetenskapliga värden i vägplaneringen. Trafikverkets publikation 2014:168.
Gössling S, Schröder M, Späth P & Freytag T (2016). Urban space distribution and sustainable transport. Transport reviews.
Götmark F & Nilsson C (1992). Criteria used for protection of natural areas in Sweden 1909-1986. Conservation Biology 6(2):220-231.
Hall P (1981). Great planning disasters. Penguin Books.
Hallgren L (2016). Planering av kulturarvsinterpretation – meningsskapande och systemtänkande. Pågående forskning. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för stad och land, Miljökommunikation.
Hardy A, Clevenger AP, Huijser M & Neale G (2004). An overview of methods and approaches for

evaluating the effectiveness of wildlife crossing structures: emphazising the science in applied science. ICOET 2003 Proceedings, sid 319-330.
Harmer C & Sowerby C (2014). Sustainability for National Road Administrations –SUNRA. Era-Net Road/CEDR.
Hedman J (2011). Landskapsperspektivet- hur gör det skillnad? KSLA 58-64.
Helander B, Räikkönen J & Bignert A (2009). Analys av påkörningar av örnar längs statens järnvägar 2000 – 2007. Swedish Museum of Natural History Report nr 8:2009
Helldin JO (2013a). Påkörda djur – trafikdödlighet ett växande naturvårdsproblem. CBM:s skriftserie 77, Centrum för biologisk mångfald, SLU.
Helldin JO (2013b). Trafikbuller i värdefulla naturmiljöer II – slutrapport. CBM:s skriftserie 74, Centrum för biologisk mångfald, SLU.
Helldin JO (2015). Uppföljning och utvärdering av groddjurstunnlar på Spångavägen. Callunarapport till Stockholms Stad.
Helldin JO, Seiler A & Olsson M (2010). Vägar och järnvägar – barriärer i landskapet. CBM:s skriftserie 42, Centrum för biologisk mångfald, SLU.
Helldin JO, Collinder P, Bengtsson D, Karlberg Å & Askling J (2013). Assessment of traffic noise impact in important bird sites in Sweden – a practical method for the regional scale. Oecologia Australis 17(1):70-84
Helldin JO, Lennartsson T, Seiler A & Wissman J (2015a). Transportinfrastrukturens påverkan på biologisk mångfald – en konceptuell modell för kommunikation och planering. Trafikverkets publikation 2015:210.
Helldin JO, Wissman J & Lennartsson T (2015b). Abundance of red-listed species in infrastructure habitats – ”responsibility species” as a priority-setting tool for transportation agencies´ conservation action. Nature Conservation 11:143-158.
Helldin JO, Broekmeyer M, Campeny R & Kistenkas F (2016). Roads and wildlife: Legal requirements and policy targets. CEDR project SAFEROAD Technical Report No. 1.
Hels T & Buchwald E (2001). The effects of road kills on amphibian populations. Biological Conservation 99:331-340.
Hesselborn P-O (2002). Intrång i natur- och kulturmiljer. SIKA Rapport 2002:17.
Hillier B (2007). Space is the machine. Space syntax, Press Syndicate of the University of Cambridge.
Hopwood J (2013). Roadsides as habitat for pollinators: Management to support bees and butterflies. IProceedings of the 2013 International Conference on Ecology and Transportation, Scottsdale (Arizona), June 2013.
Hrelja R & Antonson H (2012). Handling User Needs: Methods for Knowledge Creation in Swedish Transport Planning. European Transport Research Review 4(3):115-123.
Huijser MP & McGowen PT (2003). Overview of animal detection and animal warning systems in North America and Europe. Sid 368-382 i Irwin CL (red.) Proceedings of the International Conference on Ecology and Transportation, Lake Placid, New York, USA, August 2003.
Huijser MP, McGowen PT, Fuller J, Hardy A & Kociolek A (2007). Wildlife–Vehicle Collision Reduction Study: Report to Congress. No. FHWA–HRT–08–034:1-251.
Hägglund T & Enetjärn A (2014). Ekologisk kompensation - sammanställning från två nationella konferenser. Trafikverket publikation 2014:064.
IENE (2015). Protect remaining roadless areas: The IENE 2014 declaration. Nature Conservation 11:1-4.
Iglesias-Merchan C, Diaz-Balteiro L & Soliño M (2015). Transportation planning and quiet natural areas preservation: Aircraft overflights noise assessment in a National Park. Transportation Research Part D 41:1–12.
Indelningskommittén (2016). SOU 2016:48 Regional indelning – tre nya län
Iuell B, Bekker H, Cuperus R, Dufek J, Fry G, Hicks C, Hlavac V, Keller V, Rosell C, Sangwine T,

Tørsløv N & le Maire Wandall B (2003). COST 341: Habitat fragmentation due to transportation infrastructure. Wildlife and traffic: A European handbook for identifying conflicts and designing solutions. KNNV Publishers.
Ivehammar P (1996). Contingent Valuation Method, Conjoint Analysis och andra metoder för att beräkna intrångskostnader – en litteraturöversikt, VTI meddelande nr 782. Statens väg- och transportforskningsinstitut. Linköping.
Ivehammar P (1998). Problem vid värdering av miljöförändringar av investeringar transportinfrastruktur – Fallstudie om Centralbron i Stockholm utförd med binär CVM, VTI notat 16-1998. Statens väg- och transportforskningsinstitut, Linköping.
Jackson JB (1984). Discovering the vernacular landscape. Yale University Press, New Haven.
Jacobson SL, Bliss-Ketchum LL, de Rivera CE & Smith WP (2016). A behavior-based framework for assessing barrier effects to wildlife from vehicle traffic volume. Ecosphere 7(4):e01345. DOI: 10.1002/ecs2.1345
Jaeger JAG, Soukup T, Madriñán LF, Schwick C & Kienast F (2011). Landscape Fragmentation in Europe. Joint EEA-FOEN Report. European Environment Agency & Swiss Federal Office for the Environment, Luxembourg City, Luxembourg.
Jakobi M & Adelsköld T (2011). Effektiv utformning av ekodukter och faunabroar. Trafikverket publikation 2011:159.
Jakobi M, Dellming B & Jangius A (2011). Vägbelysningens påverkan på djur och växter samt rekommendationer för val av ljus (litteraturstudie). Rapport från Calluna AB.
Jansson H & Rehnström E (1998). Miljöintrång vid Tåkern-Omberg – En monetär värdering med CVM. Magisteruppsats i Nationalekonomi vid Linköpings universitet.
Jedrzejewski W, Nowak S, Kurek R, Myslajek R, Stachura K, Zawadzka B & Pchalek M (2009). Animals and roads: Methods of mitigating the negative impact of roads on wildlife. Mammal Research Institute, Polish Academy of Sciences, Bialowieza.
Jones DN, Bernede L, Bond ARF, Dexter C & Strong CL (2015). Dust as a contributor to the road-effect zone: a case study from a minor forest road in Australia, Australasian Journal of Environmental Management, DOI: 10.1080/14486563.2014.985265
Jägerbrand AK (2014). Kollisioner och olyckor med rådjur i Sverige under 10 år (2003–2012). Variation i tid, geografi och kostnader. VTI rapport 818.
Karlson M & Mörtberg U (2015). A spatial ecological assessment of fragmentation and disturbance effects of the Swedish road network. Landscape and Urban Planning 134:53–65.
KMV forum (2011). ”Begreppsapparat eller systematik för olika kulturmiljöunderlag”. Rapport från KMV forum AB.
Koh NS, Hahn T & Ituarte-Lima C (2014). A comparative analysis of ecological compensation programs: The effect of program design on the social and ecological outcomes. Working Paper.
Kolb G (2015). Tillämpning av miljöbalkens bestämmelser om ekologisk kompensation - en kartläggning. Naturvårdsverket rapport 6667.
Kulturmiljölagen (1988). SFS 1988:950.
Källbom A (2015). Färg som material – för gestaltning, exponering och restaurering. Pågående projekt, ID 5876, TRV 2015/4198. Göteborgs universitet.
Larsson L (red.) (2001). Kommunikation i tid och rum. Arkeologiska institutionen, Lunds univ.
Laurance WF & Balmford A (2013). A global map for road building. Nature 495:308-309.
Lennartsson T (2010). En analys av åtgärdsprogram för hotade arter i jordbrukslandskapet Arter som vägvisare till skötsel. Naturvårdsverket rapport 6356.
Lennartsson T & Gylje S (2009). Infrastrukturens biotoper – en refug för biologisk mångfald. CBM:s skriftserie 31, Centrum för biologisk mångfald, SLU.
Lewicka M (2011). Place attachment: how far have we come in the last 40 years? Journal of Environmental Psychology 31:207-230.
Lindblom CE (1959). The science of “Muddling through”. Public administration review 19(2):79-

88.
Lindgren A (2016). Järnvägens gröna kulturarv. Pågående projekt, ID 5872, Dnr TRV 2016/33199. Trafikverket.
Lisberg Jensen E (2008). Gå ut min själ: Forskningsöversikt om hälsoeffekter av utevistelser i närnatur. Statens Folkhälsoinstitut R 2008:10.
Loomis JB & Walsh RG (1997). Recreation Economic Decisions: Comparing Benefits and Costs. Venture Publishing, State College, Pennsylvania.
Lundmark L, Brouder P, Fredman P & Müller DK (2013). När friluftsliv blir naturturism. Kapitel 11 i Fredman m.fl. (2013).
Mikusinski G, Seiler A, Angelstam P, Blicharska M & Törnblom J (2007). Indicators and focal species for evaluating ecological effects of transport infrastrukture. Sid 31-38 i proceedings from the conference "Influence of Transport Infrastructure on Nature", September 13-15, 2006, Poznań, Poland.
Miljöbalken (1998). SFS 1998:808.
Miljö- och energidepartementet (2016). "En effektivare och mer konsekvent tillämpning av ekologisk kompensation", Dir. 2016:23.
Millennium Ecosystem Assessment (2005). Ecosystems and Human Wellbeing. Biodiversity Synthesis. World Resources Institute, Washington DC.
Montelius J (red.) (2000). Vägar och vägmiljöer. Bebyggelsehistorisk tidskrift 39. Uppsala: Swedish Science Press.
Munguira ML & Thomas JA (1992). Use of road verges by butterfly and burnet populations, and the effect of roads on adult dispersal and mortality. Journal of Applied Ecology 29:316-329.
Månsson U (2004). Jämförelse mellan lagen om byggande av järnväg och väglagen. Examensarbete. Lunds tekniska högskola.
Naturvårdsverket (2005). Riksintresse för naturvård och friluftsliv. Handbok med allmänna råd för tillämpningen av 3 kap. 6 §, andra stycket, Miljöbalken. Naturvårdsverket handbok 2005:5.
Naturvårdsverket (2007). Ljudkvalitet i natur- och kulturmiljöer: God ljudmiljö ... mer än bara frihet från buller. Naturvårdsverket rapport 5709.
Naturvårdsverket (2009). Handbok med allmänna råd om miljöbedömning av planer och program. Handbok 2009:1.
Naturvårdsverket (2012). Styrmedel för att nå miljökvalitetsmålen. Naturvårdsverket rapport 6415.
Naturvårdsverket (2015). Åtgärdsprogram för att följa miljökvalitetsnormen för buller. Naturvårdsverket rapport 6534.
Naturvårdsverket (2015). Mål i sikte; Analys och bedömning av de 16 miljökvalitetsmålen i fördjupad utvärdering; volym 2. Naturvårdsverket rapport 6662.
Naturvårdsverket (2016a). http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Hallbarhetsarbete/Gron-infrastruktur/Vad-gor-nationella-myndigheter-idag/
Naturvårdsverket (2016b). Ekologisk kompensation – En vägledning om kompensation vid förlust av naturvärden. Naturvårdsverket, Handbok 2016:1.
Nilsson ME (2007). Soundscape quality in urban open spaces. Paper IN07-115, Inter-Noise 2007, Istanbul. Institute of Noise Control Engineering, Poughkeepsie, New York.
Olsson M & Seiler A (2015). Viltsäker järnväg: Utredning av olycksdrabbade sträckor och förslag till åtgärder. Trafikverket publikation 2015:082.
Opdam P, Foppen R & Vos C (2002). Bridging the gap between ecology and spatial planning in landscape ecology. Landscape Ecology 16: 767-779.
Ottburg FGWA & van der Grift EA (2013). Effectiveness of road mitigation for preserving a common toad population. ICOET 2013 Proceedings.
Panter CJ & Dolman PM (2012). Mammalian herbivores as potential seed dispersal vectors in ancient woodland fragments Source: Wildlife Biology 18(3):292-303.

Pedersen E (2014). Värdering av kulturella ekosystemtjänster baserat på bidrag till livskvalitet. Lunds Universitet. Presentation 24-25 september 2014, Naturvårdsverket.
Persson J (2011). Att förstå miljökompensation. Melica Media.
Persson J (red.) (2014). Miljökompensation vid väg- och järnvägsprojekt: identifiering av status, problem och möjligheter. Rapport 2014:24. Fakulteten för Landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap, SLU.
Persson J, Larsson A, Villarroya A (2015). Compensation in Swedish infrastructure projects and suggestions on policy improvements. Nature Conservation 11:113-127.
Petersson Forsberg L (2015). Kommunala friluftsplaner. En kunskapsbas för verkningsfulla och användarvänliga kommunala friluftsplaner. Forskningsrapport. Naturvårdsverket rapport 6533.
Petersson Forsberg L, Sandell K & Emmelin L (2013). Friluftslandskapets planering och tillgänglighet. Kapitel 12 i Fredman m.fl. (2013).
Pfister HP, Keller V, Reck H & Georghii B (1997). Bio-ökologische Wirksamkeit von Grünbrücken über Verkehrswege. Forschung Strassenbau und Strassenverkehstechnik 756. German Federal Ministry of Transport.
Plan och bygglagen (2010). SFS 2010:900.
Proposition 1990/91:90. En god livsmiljö. Riksdagen. 1990.
Ramböll (2016). Åtgärdsvalsstudie. Höghastighetsjärnväg Linköping-Borås Miljöbedömning – Utkast.
Rantakokko M, Iwarsson S, Mänty M, Leinonen R & Rantanen T (2012). Perceived barriers in the outdoor environment and development of walking difficulties in older people. Age and Ageing 41(1):118-121.
Reck H & van der Ree R (2015). Insects, snails and spiders: The role of invertebrates in road ecology. Kapitel 29 i van der Ree m.fl. (2015a).
Regeringen (2009). Framtidens friluftsliv. Regeringens proposition 2009/10:238.
Regeringen (2012). Mål för friluftslivspolitiken. Regeringens skrivelse 2012/13:51.
Riddersporre M (2010). Kulturmiljövårdens intressen – I och II: Tre exempel från Skåne. Ingår i T. Germundsson & C-J. Sanglert (red.) Landskapet, förflutenheten och samtiden: uppsatser om bevarandets dilemman: rapport tillkommen inom projektet "Det förflutna som samtida resurs - det odelade kulturlandskapets konsekvenser". Lund: Institutionen för kulturgeografi och ekonomisk geografi, Lunds universitet.
Reijnen R (1995). Disturbance by car traffic as a threat to breeding birds in The Netherlands. Doktorsavhandling, DLO Inst. For. Nat. Res.,Wageningen, Netherlands.
Reijnen R & Foppen R (2006). Impact of road traffic on breeding bird populations. Sid. 255-274 i Davenport J & Davenport JL (red). The Ecology of Transportation: Managing Mobility for the Environment. Springer, Dordrecht.
Rich C & Longcore T (2006). Ecological consequences of artificial night lighting. Island Press, Washington, USA.
Riksantikvarieämbetet (2014). Kulturmiljövårdens riksintressen enligt 3 kap.6 § miljöbalken.
Riksantikvarieämbetet (2015). Plattform Kulturhistorisk värdering och urval.
Riksantikvarieämbetet (2016). Vision för kulturmiljöarbetet 2030. Redovisning av regeringsuppdrag om ett offensivt och angeläget kulturmiljöarbete.
Riitters KH & Wickham JD (2003). How far to the nearest road? Frontiers in Ecology and the Environment 1:125-129.
Roedenbeck IA, Fahrig L, Findlay CS, Houlahan JE, Jaeger JAG, Klar N, Kramer-Schadt S & van der Grift EA (2007). The Rauischholzhausen agenda for road ecology. Ecology and Society 12(1):11.
Rosell C, Helldin JO, Reck H, Navàs F, Cama A & O'Brien E (2016). Road maintenance guidelines to improve wildlife conservation and traffic safety. CEDR project SAFEROAD Technical Report No. 5.

Runesson K (2012). Vegetation och flora i vägkanter – effekter av olika metoder för skötsel och underhåll. Kunskapssammanställning. CBM:s skriftserie 63. Centrum för biologisk mångfald, SLU.
Rytwinski T & Fahrig L (2015). The impacts of roads and traffic on terrestrial animal populations. Kapitel 28 i van der Ree m.fl. (2015a).
Sacco PL, Ferilli G, Blessi GT & Nuccio M (2013). Culture as an engine of local development processes: System-wide cultural districts I: Theory. Growth and Change 44(4):555-570.
Sallmén N (2012). Värdefulla träd längs vägar och järnvägar. CBM:s skriftserie 61, Centrum för biologisk mångfald, SLU.
Sandell K & Fredman P (2013). Enkätundersökningen ”Friluftsliv 07”. Kapitel 2 i Fredman m.fl. (2013).
Sanglert CJ (2013). Att skapa plats och göra rum: landskapsperspektiv på det historiska värdets betydelse och funktion i svensk planering och miljövård. Diss. Lund: Lunds universitet.
Santos CD, Miranda AC, Granadeiro JP, Lourenco PM, Saraiva S & Palmeirim JM (2010). Effects of artificial illumination on the nocturnal foraging of waders. Acta Oecologica 36:166-174.
Santos JML (1998). The economic valuation of landscape change. Theories and policies for landuse and conservation. ISBN 1 85898 781 4
Schlaepfer MA, Runge MC & Sherman PW (2002). Ecological and evolutionary traps. Trends in Ecology & Evolution 17:474-480.
Schmidtbauer Crona J, Antonson H, Folkeson L, Blomqvist G & Balfors B (2003). Blev det som det var tänkt?: En internationell kunskapsöversikt om miljöuppföljning av väg- och järnvägsprojekt. VTI-meddelande 942–2003. VTI, Linköping.
Seiler A (2003). The toll of the automobile: Wildlife and roads in Sweden. Doktorsavhandling, SLU.
Seiler A & Helldin JO (2006). Mortality in wildlife due to transportation. Sid 165-189 i Davenport J & Davenport JL (red.) The ecology of transportation: Managing mobility for the environment. Springer, Dorecht, The Netherlands.
Seiler A, Helldin JO & Olsson M (2011). Klövviltolyckor på järnväg: kunskapsläge, problemanalys och åtgärdsförslag. Trafikverkets rapport 2011:058.
Seiler A & Eriksson I-M (1997). New approaches for ecological consideration in Swedish road planning. In: Canters K, Piepers A & Hendriks-Heersma A. (red.) Proceedings of the international conference on “Habitat fragmentation, infrastructure and the role of ecological engineering” Maastricht & DenHague 1995, 253-264. Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Road and Hydraulic Engineering division, Delft, The Netherlands.
Seiler A, Olsson M & Lindqvist M (2015). Analys av infrastrukturens permeabilitet för klövdjur. Rapport från forskningsprogrammet TRIEKOL. Trafikverkets publikation 2015:254.
Selman P (2012). Sustainable Landscape Planning; the Reconnection Agenda. Routledge, Taylor & Francis Group, London & New York.
Selva N, Kreft S, Kati V, Schluck M, Jonsson BG, Mihok B, Okarma H & Ibisch PL (2011). Roadless and low-traffic areas as conservation targets in Europe. Environmental Management 48:865–877.
Selva N, Switalski A, Kreft S, Ibisch PL (2015). Why Keep Areas Road-Free? The Importance of Roadless Areas. Kapitel 3 i van der Ree m.fl. (2015a).
SFS (1990). Lag om miljöavgifter på utsläpp av kväveoxider vid energiproduktion
Shannon G, McKenna MF, Angeloni LM, Crooks KR, Fristrup KM, Brown E, Warner KA, Nelson MD, White C, Briggs J, McFarland S & Wittemyer G (2015). A synthesis of two decades of research documenting the effects of noise on wildlife. Biological Reviews. doi: 10.1111/brv.12207
Sjölund A, Eriksson O, Persson T & Hammarqvist J (1999). Vägkantsfloran. Vägverkets publikation 1999:40.

Sjölund A & Helldin JO (2012). Hög tid för infrastrukturekologi. Biodiverse nr 1/2012.
Sjölund M & Lindqvist S (2012). Artrika Vägkanter – 2012 Region Mitt. Intern rapport Trafikverket.
Skorka P, Lenda M, Moron D, Kalarus K & Tryjanowski P (2013). Factors affecting road mortality and the suitability of road verges for butterflies. Biological Conservation 129:148-157.
Skärbäck E (2007). Landscape planning to promote well being: Studies and examples from Sweden. Environmental Practice 3:206-217.
Smith DJ, van der Ree R & Rosell C (2015). Wildlife crossing structures: An effective strategy to restore or maintain wildlife connectivity across roads. Kapitel 21 i van der Ree m.fl. (2015a).
Spellerberg IF (1998). Ecological Effects of Roads and Traffic: A Literature Review. Global Ecology and Biogeography Letters 7(5):317-333.
Stenmark M (2010). Den biologiska mångfaldens segertåg. Fauna och Flora 105:24-31.
Stenqvist Millde Y (2009). Traces of roads and travel in pre-industrial agrarian society. Methods and the medievalist: current approaches in medieval studies, 177-198).
Stenseke M (2009). Local participation in cultural landscape maintenance: lessons from Sweden. Land Use Policy 26(2):214–223.
Strömgren A (2007). Samordning, hyfs och reda. Stabilitet och förändring i svensk planpolitik 1945-2005. Acta Univ Upsaliensis. Statsvetenskapliga föreningen i Uppsala 166.
Ståhle A (2005). Mer park i tätare stad: Teoretiska och empiriska undersökningar av stadsplaneringens mått på friytetillgång. TRITA-ARK-Forskningspublikationer 2005:2.
Sundsvik L (1997). Fastigheter med kulturskydd: kulturhistoriska byggnader i offentligt fastighetsföretagande - konsekvenser och möjligheter. Stockholm: Svenska kommunförbundet.
Svensson B (2013). Från vägkant till ängsvägkant – är det möjligt? En litteraturgenomgång. CBM:s skriftserie 76, Centrum för biologisk mångfald, SLU.
Thomas JA, Snazell RG & Ward LK (2002). Are roads harmful or potentially beneficial to butterflies and other insects? In Sherwood B, Cutler D, Burton JA (red.) Wildlife and roads; the ecological impact. Imperial College Press (London, UK):203-222.
Torres A, Jaeger JAG & Alonso JC (2016). Assessing large-scale wildlife responses to human infrastructure development. PNAS, Internetpublicerad juli 2016.
Trafikverket (2010). Trafikverkets miljöpolicy. TDOK 2010:50
Trafikverket (2011). Miljökonsekvensbeskrivning för vägar och järnvägar – Handbok, Metodik. Trafikverket publikation 2011:090.
Trafikverket (2012). Miljöaspekterna Forn- och kulturlämningar, Bebyggelse och Annat kulturarv – Förslag till miljöbedömningsgrunder för miljöbedömning av planer och program inom transportområdet. Bilaga till Metod för miljöbedömning av planer och program inom transportsystemet, TRV 2011:134.
Trafikverket (2013). Projekt Särimner, preliminära resultat presenterade på Riksantikvarieämbetets höstmöte 2013, seminarium 4. M Hallesjö, E Lundborg, I Spijkerman.
Trafikverket (2014). Riktlinje Buller och vibrationer från trafik på väg och järnväg. Trafikverket TDOK 2014:1021.
Trafikverket (2016a). Genomförandeplan Trafikverkets åtgärder 2016–2019. Trafikverket publikation 2016:105.
Trafikverket (2016b). Riktlinje Landskap. Trafikverket dokument TDOK 2015:0323.
Trafikverket (2016c). ASEK 6.0.
Trocmé M, Cahill S, deVries HJG, Farrall H, Folkeson L, Fry G, Hicks C & Peymen J (2002). COST 341 Habitat fragmentation due to transportation infrastructure – the European review. Office for official publications of the European Communities, Luxemburg.
Tuan Y-F (1977). Space and Place: the Perspective of Experience. University of Minnesota Press, Minneapolis, MN.
Tucker G, Allen B, Conway M, Dickie I, Hart K, Rayment M, Schulp C & van Teeffelen A (2013).

Policy Options for an EU No Net Loss Initiative. Report to the European Commission. Institute for European Environmental Policy, London.
Ujvari M, Baagoe HJ & Madsen AB (1998). Effectiveness of wildlife warning reflectors in reducing deer-vehicle collissions: a behavioural study. Journal of Wildlife Management 62:1094-1099.
van der Grift E (1999). Mammals and railroads: impacts and managements implications. Lutra 42:77-98.
van der Grift EA, van der Ree R, Fahrig L, Findlay S, Houlahan J, Jaeger JAG, Klar N, Madriñan LF & Olson L (2013). Evaluating the effectiveness of road mitigation measures. Biological Conservation 22:425-448.
van der Heide CM & Heijman WJM (2014). The Economic Value of Landscapes. ISBN 9781138808232.
van der Ree R, van der Grift EA, Mata C & Suarez F (2007). Overcoming the barrier effect of roads - how effective are mitigation strategies? An international review of the effectiveness of underpasses and overpasses designed to increase the permeability of roads for wildlife. Sid 423-431 i Irwin CL, Nelson D & McDermott KP (red.) International Conference on Ecology and Transportation. Center for Transportation and The Environment, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, Little Rock, Arkansas, USA.
van der Ree R, Jaeger JAG, van der Grift EA & Clevenger AP (2011). Effects of Roads and Traffic on Wildlife Populations and Landscape Function: Road Ecology is Moving toward Larger Scales. Ecology and Society vol 16(1):art 48.
van der Ree R, Smith DJ & Grilo C (2015a). Handbook of Road Ecology. Wiley & Sons Ltd, UK.
van der Ree R, Smith DJ & Grilo C (2015b). The ecological effects of linear infrastructure and traffic: Challenges and opportunities of a rapid growth. Kapitel 1 i van der Ree m.fl. (2015a).
van der Ree R, Jaeger JAG, Rytwinski T & van der Grift EA (2015c). Good science and experimentation are needed in road ecology. Kapitel 10 i van der Ree m.fl. (2015a).
van der Ree R, Gagnon JW & Smith DJ (2015d). Fencing: A valuable tool for reducing wildlife-vehicle collissions and funneling fauna to crossing structures. Kapitel 20 i van der Ree m.fl. (2015a).
van der Ree R & van der Grift EA (2015). Recreational co-use of wildlife crossing structures. Kapitel 22 i van der Ree R, Smith DJ & Grilo C (red.) Handbook of Road Ecology. Wiley & Sons Ltd, UK.
van Teeffelen AJA, Opdam P, Wätzold F, Hartig F, Johst K, Drechsler M, Vos CC, Wissel S & Quétier F (2014). Landscape and Urban Planning 130:64–72.
Vårt Göteborg (2009). Kommunala resor med flyg och bil ska klimatkompenseras. 2009-11-17.
Vägverket (2003). Analys av tillämpningen av metoden mål och mått för natur- och kulturvärden i transportsystemet. Vägverket rapport 2003:161.
Wagner PJ & Seiler A (2015). Case study: Buioding a community of practice for road ecology. Kapitel 61 i van der Ree m.fl. (2015a).
Wahlström M (2016). Pågående forskning The city soul, preliminära resultat presenterade vid IQ Samhällsbyggnad 28 maj 2015 samt vid Kultur & Näringsliv 16 mar 2016.
Weidemann G & Reich M (1995). Zur Wirkung von Strassen auf die Tierwelt der Kalkmagerrasen unter besonderer Berücksichtigung der Rotflügeligen Schnarrschrecke (Psophus stridulus) und des Schachbretts (Melanargia galathea). Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg 83:407–424.
Weijmer M & Andersson S (2013). Kinnekullebanan ur ett lokalt perspektiv. Samtal om banan, landskapet och framtiden. Göteborgs Universitet.
Wende W, Herberg A & Herzberg A (2005). Mitigation banking and compansation pools: improving the effectiveness of impact mitigation regulation in project planning procedures. Impact Assessment and Project Appraisal 23(2):101–111.
Wetterberg O & Björckebaum M (2013). Utbyte kulturmiljöarbetets teori och praktik under

pågående infrastrukturplanering. Göteborgs Universitet.
Widgren M (1997). Landskap eller objekt: Kring kulturminnesvårdens problem att hantera landskapets historia. Sid. 5-16 i J. Brendalsmo & M. Widgren (red.) Landskapet som historie, NIKU Temahefte nr. 4. Oslo, NIKU Norsk institutt for kulturminneforskning.
Wilson EO (1984). Biophilia: The Human Bond with Other Species. Harvard University Press, USA.
Wissman J, Norlin K & Lennartsson T (2015). Invasiva arter i infrastruktur. CBM:s skriftserie 98, Centrum för biologisk mångfald, SLU.
Wittbom E (2015). Att fånga det svårmätbara - en förstudie inom Trafikverket. Akademin för ekonomistyrning i Staten. 2015:2 Stockholm Universitet.
Wu CW & Isaksson K (2008). Participatory mapping as a tool for capturing local perspectives on cultural landscape – case study of Ostlänken. Rapport. INCLUDE samt KTH Arkitektur och samhällsbyggnad.
Wärnbäck A (2013). Beaktande av biologisk mångfald och ekosystemtjänster i miljökonsekvensbeskrivningar och miljöbedömningar. Bilaga 5 i: Synliggöra värdet av ekosystemtjänster – Åtgärder för välfärd genom biologisk mångfald och ekosystemtjänster. SOU 2013:68.