

Miljöuppföljning av väg- och järnvägsprojekt

Metodbilaga



Metodbilagan är en del av publikationen Miljöuppföljning av väg- och järnvägsprojekt.

Publikationen ersätter Vägverkets publikation 1999:159, Miljöuppföljning av vägprojekt.

Publikationen kan beställas genom Vägverkets och Banverkets webbutik.

Vägverkets publikation 2007:40

ISSN 1401-9612

Foto: bilder @ Banverket/Vägverket, utom bild sid. 51 @ Riksantikvarieämbetet

Layout: Civitas Nova AB

Innehåll

Inledning	5
1 Trafik	6
1.1 Koldioxidutsläpp	7
2 Boendemiljö - hälsoaspekter	8
2.1 Buller	11
2.2 Vibrationer	13
2.3 Magnetiska fält	15
2.4 Luftkvalitet	16
3 Grundvatten	18
3.1 Grundvattennivå	19
3.2 Grundvattenkemi	21
4 Sjöar och vattendrag	22
4.1 Kemiska och hydrologiska aspekter	23
4.2 Biologiska aspekter	27
5 Landskap	33
5.1 Landskapsanalys	33
5.2 Landskapskonventionen	34
6 Naturmiljö	35
6.1 Biotoper och vegetation	37
6.2 Fauna	39
7 Friluftsliv och rekreation	47
8 Kulturmiljö	49
9 Indirekta och kumulativa effekter	52
Referenser	53

Inledning

Denna bilaga till publikationen *Miljöuppföljning av väg- och järnvägsprojekt* ger närmare information om tillvägagångssätt och metoder för att följa upp olika effektområden. Bilagan ska vara ett stöd till dem som ska bedöma behov av och besluta om miljöuppföljning, beställa, planera samt utforma uppföljningen. Det är framför allt projektledare och miljöspecialister inom Vägverket och Banverket, tillsynsmyndigheter och konsulter. Utformningen av ett uppföljnings- eller kontrollprogram kan inte enbart göras med stöd av denna bilaga, då det kräver särskilda kunskaper inom aktuellt effektområde samt djupare metodbeskrivningar.

Vi har valt att avgränsa bilagan till områdena trafik, boendemiljö, grundvatten, sjöar och vattendrag, landskap och visuella aspekter, naturmiljö, friluftsliv och rekreation, kulturmiljö, samt indirekta och kumulativa effekter. Utöver dessa kan andra aspekter behöva följas upp såsom resursförbrukning, effekter på andra näringar, restproduktanvändning etc.

Beskrivningarna av vissa områden är mer omfattande än andra. Det speglar de erfarenheter och kunskaper som finns av uppföljning inom olika områden. I bilagan ges kortare beskrivningar av metoder, när de kan användas, för- och nackdelar samt vad som kan vara viktigt att tänka på i olika situationer. Det ska inte ses som strikta rekommendationer, då val av metod alltid måste bedömas med hänsyn till förutsättningar och behov i det enskilda projektet.

Naturvårdsverket har samordningsansvar för miljöövervakningen i Sverige och har sammanställt en handbok för miljöövervakning som innehåller metodbeskrivningar för undersökningar inom 10 olika programområden. Dessa undersökningar är utprovade och kvalitetssäkrade och kan användas i sin ursprungsform eller anpassas till de behov och frågeställningar som är aktuella i ett specifikt väg- eller järnvägsprojekt. Riktvärden, miljömål och datakällor som kan vara till hjälp vid bedömningen av uppföljningsbehov och utvärdering av uppföljningsresultat behandlas kortfattat under varje område.

För mer information om de olika områdena, se *Vägverkets MKB-handbok del 3*. I referenslistan finns referenser och tips till vidare information om metoder för respektive effektområde.

1 Trafik

Uppgifter om trafik (fordon eller personer under förflyttning) och transporter (förflyttning av personer eller gods) avseende trafikflöde, trafiksammanställning och transportarbete kan vara viktiga indata vid uppföljning av miljöeffekter och miljökonsekvenser av väg- och järnvägsprojekt.

Uppgifter om trafiken utgör bland annat ingångsdata för att beräkna buller och avgashalter. I planeringen av väg- och järnvägsprojekt görs bedömningar av om/hur trafiken och transporterna påverkas. Bedömningar kan till exempel avse fördelningen mellan olika trafik- och transportslag, trafikflödet på det ombyggda/nybyggda avsnittet, mängden transporter med farligt gods, hastigheter med mera. Ett järnvägsprojekt kan även möjliggöra en förändrad struktur på trafikeringen, vilket kan påverka andra banor än just projektets. För att kunna bedöma konsekvenser för transportmönster behövs bland annat uppgifter om trafikslag och trafikflöden på länkar och i knutpunkter i transportnätet.

Uppföljning av trafik och transporter kan bland annat behövas för att få kunskaper om:

- effekter för boendemiljön, till exempel buller-, avgas- och barriäreffekter.
- effekter för rekreation - har bullernivån i rekreationsområdet ökat?
- om projektet når mål som satts upp, till exempel att biltrafiken ska minska, att antalet tågresenärer eller cyklister ska öka, att res- eller transporttider ska minska.
- utsläpp av koldioxid.
- huruvida projektet medfört en omfördelning i transportnätet.
- farliga godstransporter och risk för olyckor.

Metoder

Uppföljning kan bland annat ske genom:

- att mäta trafikflödet och hastigheten i vissa punkter.
- resvane- och varuflödesundersökningar.
- intervjuer och enkätundersökningar.
- resanderäkningar i kollektivtrafiksystemet.

Exempel på metoder för att mäta och kartlägga trafikflöden, hastigheter och resvanor finns bland annat i följande publikationer:

- *Vägverkets publikationsserie Effektsamband för vägtransportssystemet.*
- *Trafik för en attraktiv stad, underlag, utgåva 2.*
- *Kostnadseffektiva resvaneundersökningar, publikation 2005:91.*
- *Vägverkets underlagsmaterial för tillämpning av PBL och MB, 3.1 Trafiknät och trafikprognoser publikation 1997:7.*
- *Banverkets beräkningshandledning.*

Datakällor, referensvärden och relevanta mål

De mätningar, beräkningar och prognoser som görs i planeringen utgör underlag/referensdata för uppföljningar av trafikeringen och transporterna.

Uppgifter om vägtrafiken kan fås från de trafikmätningar som görs kontinuerligt på vägnätet. Trafikmätningssystemet -TMS- är ett riksomfattande system för mätning och presentation av fordonsuppdelad trafikinformation på det statliga vägnätet. Trafikmätningssystemet består av helårsmätningar och stickprovsmätningar. SIKA har statistik över vägtrafik, bland annat lastbilstrafik, olyckor och fordon på en nationell nivå (inte kopplat till vägnätet) samt resvanor. Uppgifter om tågtrafiken kan också fås från SIKA (officiell transportstatistik) eller från Banverket. Uppgifter om kollektivtrafiken fås från trafikhuvudmän samt buss- och tågbolag som utför trafiken. Räddningsverket har uppgifter om transporter med farligt gods.

1.1 Koldioxidutsläpp

Utsläpp av koldioxid bidrar till den globala växthuseffekten och är därför en väsentlig fråga i infrastrukturplaneringen. Val av transportslag har stor betydelse för koldioxidutsläppen. Valen påverkas indirekt av de beslut som tas om var i transportsystemet åtgärder ska vidtas och vilken inriktning de ska ha. Sådana överväganden sker tidigt i den ”strategiska transportplaneringen”. Med stöd av prognos och analysmodeller kan analyser och prognoser göras i transportplaneringen avseende utvecklingen i transportsystemet.

Vid uppföljning av koldioxidutsläpp studeras framför allt trafikutvecklingen på regional och nationell nivå. I arbetet med de regionala transportplanerna genomförs strategiska miljöbedömningar, som bland annat omfattar en analys av koldioxidutsläpp. Resultaten av denna analys kan vara angelägna att följa upp i vissa av de väg- och järnvägsprojekt som sedan genomförs för att verifiera bedömningarna. Uppföljningar ger också kunskap om trafikeffekter av olika typer av åtgärder/projekt som kan användas i framtida analyser och bedömningar.

I väg- och järnvägsplaneringen analyseras åtgärder enligt fyrstegsprincipen. Åtgärder enligt steg 1 och 2 kan ha som mål att minska trafikarbetet och koldioxidutsläppen, vilket i så fall kan vara motiverat att följa upp. Det gäller exempelvis projekt som syftar till att förbättra förutsättningarna för kollektivtrafik eller GC-trafik.

I projekt som förväntas medföra betydande effekter på trafiken och trafikarbetet kan det vara intressant att följa upp koldioxidutsläpp. Det kan handla om trafikgenereringseffekter, omfördelningar mellan trafikslag och färdmedel, indirekta effekter på trafiken av förändrad markanvändning, hastighetsförändringar med mera. Vad det gäller tågtransportsystemet är det främst elektrifiering av bandelar och industrispår samt överflyttning av vägtransporter till järnväg som ger effekter på koldioxidutsläppen.

Uppföljningar av koldioxidutsläpp kan behövas:

- när det är stor osäkerhet i bedömning av trafikeffekter.
- när betydande trafikeffekter kan förväntas.
- vid dålig kunskap om trafikeffekterna av en viss typ av åtgärd/projekt.
- när man ställt upp mål (projektmål) för koldioxidutsläpp.

Datakällor, referensvärden och relevanta mål

Vid uppföljning av koldioxid kan inte den faktiska koldioxidhalten mätas. Vilka parametrar uppföljningen ska avse bestäms i planeringen av uppföljningen, då syftet formuleras och utgår från bedömningar av projektets effekter på trafiken och trafikarbetet. Det måste finnas utrymme att samla in referensdata, om det inte redan skett inom ramen för planeringen av projektet. Exempel på uppföljningar och hur de kan studeras:

- Uppföljning av förändringar i koldioxidutsläpp med hänsyn till eventuell omfördelning av godstransporter från väg till järnväg – en möjlighet är att studera trafikslagsförändringar i viktiga målpunkter för godstransporter. En annan möjlighet är att studera förändringarna i godstransporter i definierade länkar i väg- järnvägssystemet.
- Uppföljning av förändringar i koldioxid med hänsyn till eventuella trafikgenereringseffekter – en möjlighet är att mäta förändringar i trafikarbetet i aktuellt vägnät.
- Uppföljning av förändringar i koldioxidutsläpp med hänsyn till att fler väljer att gå eller cykla istället för att åka bil – en möjlighet är att mäta förändringen i gång- och cykeltrafiken i aktuellt vägnät.

Metoder

Koldioxidutsläpp från transporter beräknas. Viktiga faktorer är trafikarbetet och grundläggande emissionsfaktorer. Vid uppföljning av koldioxidutsläpp studeras de förändringar i trafikarbete och koldioxidutsläpp som projektet medfört.

Mätningar av förändringar i trafiken (trafikarbete, trafikslag) ger inte kunskap om orsaken till eventuella förändringar. Uppföljning kan också ske genom kvalitativa resvaneundersökningar före och efter ett projekt för att se eventuella effekter på val av trafikslag och eventuella överflyttningar.

2 Boendemiljö - hälsoaspekter

Vägar och järnvägar kan påverka förutsättningarna för boendets kvalitet och människors hälsa, såväl positivt som negativt. Det finns också starka kopplingar mellan boendets kvalitet och människors hälsa och välbefinnande. Barriärverkan och visuella effekter samt vägar och järnvägars effekter på friluftsliv, natur-, kultur- och stadsmiljö kan ha betydelse för boendemiljö samt människors hälsa och välbefinnande. Förändrad luftkvalitet, vattenkvalitet och tillgång till närrekreation kan påverka hälsan och behöva följas upp. Buller och vibrationer är andra effekter som kan kräva kontroll och uppföljning.

Uppföljning av hälsoaspekter och förändringar i boendemiljön kan göras med olika metoder och tillvägagångssätt. Vissa parametrar kan mätas och beräknas, medan andra kräver ett mer kvalitativt tillvägagångssätt. I detta kapitel tas uppföljning genom mätning och beräkning upp för effektområdena buller, vibrationer, magnetfält och luftkvalitet. Inledningsvis förs också en generell diskussion kring enkät- och intervjuundersökningar som metod för uppföljande studier.

Enkät- och intervjuundersökningar

Enkät- och intervjuundersökningar kan utgöra ett komplement till mätningar och beräkningar av faktiska förändringar i miljön. Denna typ av undersökning visar konsekvenserna för de boende, genom att resultatet visar hur de upplever och värderar de effekter som projektet medfört. Samtidigt kan en kvalitativ studie ge de berörda en möjlighet att vara med att påverka vad som ska förändras och hur.

När enkät- och intervjuundersökningar ska användas för uppföljningar av väg- och järnvägsprojekt måste avgöras i varje enskilt fall. Generellt kan sägas att det bör övervägas då:

- många människor är berörda av den befintliga vägen/järnvägen eller av den planerade nya vägen/järnvägen.
- frågor berörs som är svåra att beräkna, till exempel barriäreffekter och visuella effekter.
- utfästelser om att minska en viss effekt finns, samtidigt som det diskuteras om de föreslagna åtgärderna kan åstadkomma detta.

I enkät- och intervjustudier är det ofta lämpligt att ta med flera intresseområden där det kan vara intressant att få kunskap om de boendes eller användarnas synpunkter. Om projektet kan medföra konsekvenser för många boende kan det vara bra att inleda med denna typ av studie för att ta tillvara på de boendes synpunkter. Det kan ge stöd för att sätta upp mål och ambitioner för projektet. Dessa kan sedan följas upp med genom att upprepa undersökningen.

Metoder

Enkätundersökningar kan genomföras med antingen en kvantitativ eller kvalitativ metod. Den kvantitativa undersökningen ger oss kunskap om *hur många* eller *hur stor andel* som störs eller inte störs i ett visst avseende, medan den kvalitativa undersökningen kan ge oss svar på *vad* som är störande och *varför* man upplever det som störande. Det kan därför ibland vara värdefullt att kombinera de två metoderna.

Den kvalitativa metoden med personliga intervjuer och diskussioner kan vara bra i väg- och järnvägsprojekt med få markägare på spridda platser utmed en väg- eller järnvägssträcka och där varje markägares situation är unik. Där finns det inget behov av att generalisera resultatet. En kvalitativ undersökning kan också genomföras som en förstudie till en kvantitativ undersökning. I en kvalitativ undersökning görs inte ett slumpmässigt urval, i stället väljs personer med olika bakgrund ut som får lämna synpunkter inom de områden som man vill ha belysta.

Den kvantitativa metoden används när man vill kvantifiera ett resultat för många berörda. I ett större bostadsområde eller i en stadskärna kan man ofta inte göra en totalundersökning. Man gör då en stickprovsundersökning med ett slumpmässigt urval. Resultaten kan sedan generaliseras att gälla för hela målpopulationen. Attitydundersökningen kan genomföras som en postal enkät, webbenkät eller med hjälp av telefonintervjuer.

Kvalitativa undersökningar är billigare än kvantitativa och på sitt sätt enklare, eftersom ett mindre antal frågor ställs. Intervjuerna kan variera från att man låter dem löpa helt fritt till att de styrs med ett fåtal frågor. Ett statistiskt underlag är inte nödvändigt, men däremot är det viktigt att försöka täcka ett spektrum av berörda som kan ha olika infallsvinklar i frågan (till exempel ålder, kön och sysselsättning). Beroende på om fokus/gruppintervjuer eller

djupintervjuer görs kan olika antal intervjutillfällen behövas. För djupintervjuer brukar man räkna med att ämnet är uttömt efter 15-20 intervjuer och att mer information därefter inte kommer fram. I fokusgrupper eller gruppdiskussioner brukar 8-10 deltagare vara bra för att få maximal kreativitet och för att alla ska komma till tals.

En kvalitativ undersökning kan också användas i inledningen av ett projekt, för att fånga upp om de boende upplever några särskilda problem och om det eventuellt finns förslag till förbättringar. Resultaten från den kvalitativa undersökningen kan sedan verifieras i en kvantitativ undersökning för att ta reda på hur stort problemet är och om eventuella förslag välkomnas av en större massa.

Enkäter och intervjuer är ofta ett bra sätt att mäta ett projekts framgång av huruvida man lyckades med det man avsåg att göra. Det vill säga har man uppnått en förbättring för boende i närområdet osv. På detta sätt kan resultatet av enkät- och intervjuundersökningar öka kunskaperna generellt. Man kan till exempel i en marknadsundersökning ta reda på vad som fungerade bra i projektfasen (Fungerade informationen om händelseförloppet till de boende? Vad fungerade och vad hade kunna göras annorlunda? Blev åtgärden bra? Har man det bättre/sämre nu än tidigare? osv.). Kunskap kan på så sätt samlas som gör att man kanske kan förbättra processen ytterligare till nästa gång och då göra ett ännu mer effektivt genomförande.

Resultatet av enkät- och intervjuundersökningar är beroende av hur väl studien utformas. Utformningen av frågorna och vilka som bör tillfrågas har stor betydelse för resultatet. Om till exempel ledande frågor ställs eller misstolkningar görs kan resultatet bli missvisande. Det är därför viktigt att tänka på vad man vill få ut av undersökningen och hur man har tänkt sig att använda resultatet. Kompetens och erfarenhet har stor betydelse vid själva utformningen av studien. Det kan också vara bra att testa en pilotenkät på några utvalda personer innan den riktiga enkätstudien genomförs. För att enkätundersökningarna ska kunna jämföras med andra undersökningar bör de göras enligt standardiserade metoder.

För närmare information om metoder för enkät eller intervjuundersökningar hänvisas till Naturvårdsverkets *Handbok för miljöövervakning. Befolkningsenkäter*, samt till Ejlertsson G., 1996. *Enkäten i praktiken. En handbok i enkätmetodik*. Lund: Studentlitteratur.

Undersökningar inom några effekt-/intresseområden

När det gäller buller kan det vara intressant att jämföra tidigare beräkningar med hur många personer som verkligen upplever att de är störda och att ta reda på vad störningen innebär för dem i deras dagliga liv. Beräkningar och mätningar kan därför kompletteras med information om de boendes upplevelse av störning och påverkan av boendekvalitet, i form av upplevd störning, trivsel (till exempel utnyttjande av uteplats), samtalsstörningar, sömnstörningar (bland annat möjlighet att sova med öppet fönster), stress och högt blodtryck orsakat av buller. För att enkätundersökningar ska kunna jämföras med andra undersökningar bör de göras enligt isostandarden *ISO/TS 15666:2003 Acoustics - Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys*.

Hur fysiskt intrång påverkar människors faktiska upplevelse av friluftsområden och sociala värden kopplade till rekreation med mera besvaras bäst med hjälp av enkät- och intervjuundersökningar. När det gäller visuella aspekter kan ”expertanalyser” av visuella kvaliteter berikas med enkät- och intervjuundersökningar där berörda människors faktiska upplevelse

av landskapet (kopplat till det intresse miljöuppföljningen avser) före och efter en väg- eller järnvägsåtgärd klargörs.

Barriäreffekter kan vara svåra att mäta på annat sätt än genom att fråga hur människor faktiskt har förändrat sina rörelsemönster. Enkäter och intervjuer kan också komplettera övervakningsmetoder och statistik så att fördjupad vetskap om områdets användning och antal besökare kan fås. Exempel på frågor som kan ställas i en enkät är: Vad är det i miljön som gör den attraktiv? Hur frekvent utnyttjas området? Hur upplevs tillgängligheten till frilufts/rekreativområden? Hur upplevs tillgängligheten till andra områden? Hur ser det faktiska rörelsemönstret ut? Fler exempel på fler frågor samt intervjuteknik finns angivet i Naturvårdsverkets rapport *Konsekvenser för friluftsliv, rapport 5166*. En annan metod är att låta ett urval boende skriva dagbok om sitt rörelsemönster och sina levnadsvanor under en begränsad tidsperiod. Den kan vara intressant då man till exempel studerar barriäreffekter och vill veta hur den nya vägen eller järnvägen påverkar de boendes rörelsemönster i vardagen.

2.1 Buller

Trafik på vägar och järnvägar, samt i viss mån byggnationen av dessa, ger upphov till buller som kan påverka människors hälsa negativt. Buller kan bland annat orsaka sömnrörningar, koncentrationssvårigheter, maskera önskvärda ljud, ge upphov till stressreaktioner och orsaka hjärt- och kärlsjukdomar. Sömnstörningar anses vara en av de allvarligaste hälsoeffekterna av tågbuller.

I planeringskedet för vägar och järnvägar görs ofta en bullerutredning i syfte att klargöra om och i så fall var buller kan bli ett problem, och om reducerande åtgärder eller förbättringar av bullersituationen behövs. Bullerutredningen kan omfatta bullerutbredningskartor och beräkningar samt behov av bullerskyddsåtgärder. Resultatet av bullerutredningen och beskrivningen av förutsedda effekter i miljökonsekvensbeskrivningen ligger sedan till grund för bedömningen av uppföljningsbehovet. Där bullernivåer beräknats ligga nära eller över riktvärden är det särskilt motiverat med uppföljande studier. Vid större väg- och järnvägsprojekt, där många människor antas bli berörda, är det lämpligt att upprätta kontrollprogram för byggskedet. Mätningar kan då göras för att kontrollera att tidigare beräkningar stämmer och för att säkerställa att riktvärden inte överskrids.

Det kan vara särskilt viktigt att följa upp buller vid skolor, bostäder, frilufts- och rekreativområden och områden planerade för framtida bostäder. Tysta områden som miljö kvalitet har kommit att ägnas ökad uppmärksamhet och kan också vara viktiga att följa upp. Till varje natur- och kulturmiljö hör också en ljudbild som är en del av och ibland en förutsättning för miljöns kvaliteter. Bullerfrihet kan då vara en förutsättning för att önskade ljud ska kunna höras. Effekten av bullerplank eller andra bullerskyddsåtgärder kan också behöva kontrolleras.

Datakällor, referensvärden och relevanta mål

Naturvårdsverket har tagit fram *Allmänna råd om buller från byggplatser, NFS 2004:15*. Dessa riktvärden samt miljö kvalitetsmålet *God bebyggd miljö, delmål Buller*, utgör bedömningsgrunder för buller från byggnation och drift av väg- och järnväg. Många kommuner har också, i miljöprogram och översiktsplaner, formulerat egna mål vad det gäller samhällsbuller. Riksdagen har i samband med *Infrastrukturpropositionen 1996/97:53* fastställt riktvärden för buller från vägtrafik och spårburen trafik.

Riktvärden och riktlinjer för vägtrafikbuller finns angivna i Vägverkets publikation 2001:88, *Bullerskyddsåtgärder – allmänna råd för Vägverket*. För järnvägar gäller de riktvärden som anges i Banverkets och Naturvårdsverkets skrift *Buller och vibrationer från spårburen linjetrafik – riktlinjer och tillämpning, dnr S02-4235/SA60*.

När det gäller stomljud från byggnation av tunnlar och från tågtrafik i tunnlar råder det viss osäkerhet om hur man ska mäta, utvärdera samt sätta riktvärden för dessa störningar. I Socialstyrelsens *Allmänna råd om buller inomhus och höga ljudnivåer, SOSFS 2005:6*, anges dock rekommendationer för hur lågfrekvent buller bör bedömas när det gäller att förebygga och förhindra olägenhet för människors hälsa. Dessa rekommendationer bör kunna vara vägledande för bedömningar av hälsorisker orsakade av lågfrekvent buller. Finns risk för störningar ska frågan utredas i miljökonsekvensbeskrivningen. Uppföljande undersökningar av stomljud kan göras med mätningar och enkätundersökningar.

Metodik

För uppföljning av bullersituationen under driftskedet används vanligen beräkningsmodeller med uppdaterade indata. Bullerberäkningar ger i allmänhet det bästa genomsnittliga värdet. Vid användning av riktvärden och mål som är kopplade till ekvivalenta värden, L_{eq} (medelljudnivå under en viss period) samt till maximala värden, L_{max} och antal händelser, bör därför beräkningar användas. Beräkningar har också fördelen att de kan utföras för ett större område.

Om man bedömer att en beräkningsmodell beräknas ge fel eller otillräckligt resultat kan det dock vara befogat att, som komplement till beräkningsmodellen, genomföra mätningar i fält (t.ex. inkluderar inte beräkningsmodellerna buller i form av gnissel vid inbromsningar av tåg). Det kan också finnas skäl att genomföra intervju- eller enkätstudier för att följa upp hur de boende upplever bullersituationen (se avsnittet om enkät- och intervjuundersökningar ovan). Nedan beskrivs närmare metodik för beräkning och mätning av buller.

Beräkning av buller

För att följa upp bullersituationen efter att vägen eller järnvägen öppnats för trafik, används vanligen beräkningsmodeller med uppdaterade indata för till exempel trafikvolym, trafikens sammansättning, rådande hastighetsgräns, faktiska hastighetsförhållanden, förekomst av bullervallar etc. Viktigt att tänka på är att topografin kan ha ändrats, byggnader tillkommit eller förändrats, bulleråtgärder vidtagits, hastighetsbegränsningen och beläggningen ändrats med mera sedan före-situationen beskrevs. Likaså kan ingångsdata från MKB-arbetet vara mer eller mindre säkra. En relevant aspekt i bedömningen av påverkan är också befintliga och påverkade byggnaders ljudisolering.

För beräkningsmodeller till vägtrafikbuller hänvisas till Naturvårdsverkets rapport 4653, *Vägtrafikbuller, Nordisk beräkningsmodell*. För beräkningsmodeller till tågtrafikbuller hänvisas till Banverkets och Naturvårdsverkets rapport *Buller och vibrationer från spårburen linjetrafik – riktlinjer och tillämpning* samt Banverkets och Naturvårdsverkets rapport 4935, *Buller från spårburen trafik, nordisk beräkningsmodell*.

Mätning av buller

Generellt sett kan mätning av buller ge ett representativt värde för den aktuella mätpunkten och mätperioden men vid mätningar måste höga krav ställas på hur mätningen utförs. Resultatet av fältmätningar är i hög grad beroende av de meteorologiska förhållandena och den trafiksituation som råder under den period då mätningarna sker. Mätningarna måste

också ske under tillräckligt lång tid för att ge en god bild över bullersituationen. Att göra mätningar för att få fram ett representativt medelvärde för en större yta och för en längre tidsperiod blir kostsamt och tidskrävande. En modellberäkning ger ett mer korrekt genomsnittligt värde för en större yta och för en längre tidsperiod. Noggrannheten kan då höjas genom en kombination av mätning och beräkning, vilket ofta är det optimala. Om mätningar görs på ett korrekt sätt kan det emellertid ge en representativ bild för mätpunkten och för de mätförhållanden som rådde vid mättillfället.

För mätmetoder för vägtrafikbuller hänvisas till Naturvårdsverket rapport 3298, *Buller från vägtrafik – mätmetod*. För metoder för mätning från tågtrafikbuller hänvisas till Statens Provninganstalts rapport 1995:40, *Buller från spårburen trafik – förslag till mätmetod*. För metoder för mätning av buller från byggarbetsplatser hänvisas till Naturvårdsverkets rapport 5417, *Mätmetod för immissionsmätning av externt industribuller*.

2.2 Vibrationer

Vibrationer kan bli ett problem för boendemiljön om både vägen/järnvägen och berörda byggnader är grundlagda på finkorniga jordar såsom lera. Vibrationernas omfattning beror på en rad olika faktorer såsom trafikmängd, andelen tung trafik, fordons hastighet, markförhållanden, grundvattennivåer, avstånd mellan väg/järnväg och bebyggelse, bebyggelsens typ och grundläggning etc. Vibrationer kan också uppstå under byggtiden vid schaktning, sprängning, pålning och masstransporter.

Vibrationsproblem är ofta svåra och kostsamma att åtgärda och tyvärr finns det endast ett fåtal åtgärdsalternativ. Därför är det i praktiken vanligt att lösa in berörda fastigheter, i stället för att vidta ingenjörsmässiga åtgärder. I ett tidigt skede är det däremot ofta möjligt att välja mellan olika tekniska, ekonomiska och miljömässiga alternativ. Det är därför viktigt att omgivningspåverkan från vibrationer beaktas redan under planerings- och projekteringskedet.

PrognosVib- utvecklingsprojekt för vibrationer från spårbunden trafik

Målsättningen med projektet "PrognosVib" var att undersöka hur vibrationer från spårbunden trafik påverkar omgivningen. Projektresultatet redovisas i tre delrapporter där normer, riktvärden och gränsvärden sammanställs. I delrapport 3, Rekommendationer för projektering – Vibrationsprognostisering och åtgärder, beskrivs vibrationsproblem som kan uppstå i projekteringssituationer och för olika projekteringsnivåer. Planering och genomförande av vibrationsmätningar beskrivs också. Rapporten ska kunna användas av Banverkets utredare, projektörer vid handläggning, planering, genomförandet och redovisning av vibrationsutredningar.

En bedömning av risken för störande vibrationer ska göras i planeringskedet utifrån trafikförhållanden, grundförhållanden, avstånd till byggnader och byggnaders typ och grundläggning. Om riskområden upptäcks kan en vibrationsutredning göras med mer detaljerade undersökningar i form av mätningar, grundundersökningar med mera. Risken för vibrationer och eventuella mättningsresultat med mera bör framgå av miljökonsekvensbeskrivningen, som därmed är ett viktigt underlag för bedömning av uppföljningsbehovet.

Datakällor, referensvärden och relevanta mål

För vibrationer finns inga, av myndighet, uppsatta gräns- eller riktvärden. Riktvärden för bedömning av komfort i bostäder och kontor finns däremot angivet i *Svensk Standard SS 460 48 61*. Striktare riktvärden tillämpas dock av till exempel Stockholms stad, (se

Väg-verkets MKB-handbok del 3). För järnvägar gäller de riktvärden för vibrationer som anges i Banverkets och Naturvårdsverkets skrift *Buller och vibrationer från spårburen linjetrafik – riktlinjer och tillämpning*, dnr S02-4235/SA60 (även kallad Banverkets vibrationspolicy, BVPO 724.001).

Människan är mycket känslig för vibrationer och upplever normalt obehag av vibrationer långt innan det finns någon risk för att byggnader skadas. Känsltröskeln för vibrationer är ca 0.1-0.3 mm/sek. Enligt ISO 2631, *Evaluation of human exposure to whole-body vibration*, är känsltröskeln den enda säkra undre gränsen om man vill undvika störningar av vibrationer. Om vibrationsnivåer beräknas överstiga känsltröskeln kan tillsynsmyndigheten kräva försiktighetsåtgärder. Kraven ska dock vara skäliga och motiverade med avseende på nyttan jämfört med kostnaden för åtgärden.

De vibrationsnormer som tillämpas internationellt är avsevärt lägre än de tröskelvärden som är praxis i Sverige. Detta beror delvis på att de internationella normerna tagits fram i länder med betydligt gynnsammare geologiska och byggnadstekniska förutsättningar. I projektet ”PrognosVib” som utfördes på uppdrag av Banverket, 2001-2002, konstaterades dock att Banverkets vibrationspolicy borde skärpas bl.a. genom sänkta vibrationsgränser och genom krav på fler vibrationsreducerande och vibrationsisolerande åtgärder. En revidering av vibrationspolicyn påbörjades därför under 2006.

Metodik

Till skillnad från bullerstörningar, som relativt väl kan modellberäknas, är vibrationsproblem ofta komplexa. Trots framsteg är kunskaperna fortfarande otillräckliga för att på ett realistiskt sätt kunna prognostisera vågutbredningen från källan, betydelsen av olika jord-lager samt vibrationers inverkan på byggnader. Prognosmodeller, som enbart bygger på teoretiska antaganden/beräkningar/analyser, är ännu för osäkra för praktisk tillämpning och måste därför verifieras genom fältmätningar. Därför har vibrationsmätningar (svängningshastighet, mm/s eller svängningsacceleration, mm/s²) stor betydelse vid undersökning av vibrationsproblem och vid verifiering av prognoser.

Vibrationer kan också följas upp genom enkäter eller intervjuer. Beräkningar och mätningar kan då kompletteras med de boendes upplevelser eftersom människor normalt upplever obehag långt innan det finns någon risk för att byggnader skadas och eventuella gränsvärden överskrids.

Mätning av vibrationer

Om särskilda restriktioner införts för byggskedet bör tidigare bedömningar av vibrationer följas upp med mätningar. I driftskedet kan situationen i särskilt känsliga områden behöva följas upp. För att underlätta arbetet kan ett mätprogram med en förteckning över mätplatser och tidsintervall upprättas. I programmet regleras då hur länge mätningarna ska fortgå och på vilket sätt rapportering ska ske. Skador (sättningar, sprickor m.m.) på bostadshus och andra byggnader till följd av sprängningsarbeten och tunga transporter i samband med byggande av väg eller järnväg kan behöva dokumenteras, exempelvis genom fotografering.

Vibrationsutredningar bör utföras av person/företag med dokumenterad kompetens och erfarenhet från liknande undersökningar och utredningar. Mätförfarandet, samt krav på utrustning och utvärdering som bör tillämpas, skall följa *Svensk Standard, SS 460 48 61*.

För närmare information om vibrationsmätningar i samband med järnvägsprojekt, se *Rekommendationer för projektering – Vibrationsprognostisering och åtgärder*, Prognos-Vib, delrapport 3.

2.3 Magnetiska fält

Järnvägens strömförsörjning ger upphov till elektriska och magnetiska fält i närheten av spår och kontaktledningar. Vägar och vägtrafik ger inte upphov till elektriska eller magnetiska fält. Järnvägar alstrar även elektriska fält men dessa skärmas effektivt av exempelvis vegetation och byggnader. Det uppstår därför inte några elektriska fält inomhus på grund av järnvägar.

Magnetiska fält kan vara statiska eller växlande. Statiske fält bildas kring likströmsledningar. Växlande fält bildas kring växelströmsledningar, till exempel kring järnvägens 16-kilovolts kontaktledningar. Ju mera ström som går genom en ledning, desto tätare (starkare) blir fältet. Magnetfälten skärmas inte av berg, jord eller betong, däremot avklingar de snabbt med ökande avstånd. Vid en järnväg går ström bara genom ledningen när det finns tåg på bandelen. Tätheten i tågtrafiken spelar alltså roll för vilka genomsnittsvärden för magnetfält som uppstår intill järnvägen. Även hur strömförsörjningen konfigurerats spelar roll, till exempel hur lång delsträcka som spänningssätts åt gången.

Magnetfälten intill järnvägar beror även på avståndet till kontaktledningen, men också strömlasten och ledningarnas placering har betydelse. Vilken tågtyp det är frågan om kan också ha en viss betydelse. Normalt är fältstyrkan, när ledningen är spänningssatt, 0,1 mikrottesla på 20 meters avstånd från spårmittpunkt. Fältstyrkan avtar snabbt med ökande avstånd. När ett tåg (ett lok) passerar blir fältstyrkan momentant större, kanske upp till 10-20 mikrottesla 20 meter från spårmittpunkt. Fler passager ökar antalet gånger som toppvärden uppnås, och detta påverkar naturligtvis genomsnittsvärdet.

I princip alla bostäder och arbetsplatser är utsatt för växlande magnetiska fält. Magnetfälten genereras främst av installationer i byggnader och användningen av elektriska apparater i hem och på kontor, men kraftledningar och andra anordningar för samhällets elförsörjning kan också bidra. Strålskyddsinstitutet (SSI) bedömer att genomsnittsvärdet i bostäder i större städer är 0,1 mikrottesla. Genomsnittsvärdet för arbetsplatser är sannolikt något högre. En fältstyrka på 0,2 mikrottesla i en bostad kan därför betraktas som ett förhöjt värde jämfört med de värden som normalt kan förekomma. Flera kommuner tillämpar därför medelvärdet 0,2 mikrottesla vid nyplanering av bostäder intill järnvägar och kraftledningar (eller för nya järnvägar och kraftledningar i närheten av bostäder). Världshälsoorganisationen, WHO, och EU-kommissionen tillämpar riktlinjer som innebär att exponeringen inte får överstiga 100 mikrottesla vid en exponering av upp till 24 timmar per dygn. Värdet 100 mikrottesla över ett helt dygn nås inte på långa vägar i bostäder intill svenska järnvägar.

Metoder

För järnvägar som ligger väldigt nära bostäder och/eller är starkt trafikerade kan det finnas anledning att följa upp förekomsten av förhöjda magnetfält. Ofta handlar det om enstaka byggnader eller korta sträckor där förhöjda fältstyrkor kan befaras. För sträckor med gles trafik kan mätningar av magnetfälten vid enstaka tågpassager, tillsammans med trafiker-

ingsuppgifter, nyttjas för att beräkna dygns- eller årsmedelvärden. För starkt trafikerade sträckor kan mätningar över olika delar av trafikdygnet (hög- och lågtrafik), alternativt mätningar över hela trafikdygn, behöva göras för att man ska kunna beräkna medelvärden. Om driftförhållandena och övriga förutsättningar är väl kända kan uppföljning möjligen ske enbart utifrån beräkningar.

2.4 Luftkvalitet

Beräkningar av vägtrafikens effekter på luftkvalitet kan göras både i utredningsskedet och i planskedet. I arbetsplanen och järnvägsplanen görs mer detaljerade beräkningar och möjliga åtgärder analyseras. I tätortssmiljö kan det vara särskilt befogat då miljökvalitetsnormer kan riskera att överskridas. Luftkvaliteten i tunnelmiljö bör särskilt uppmärksammas såväl för vägar som för järnvägar.

Järnvägstrafik ger upphov till luftföroreningar, främst i form av partiklar från bromsar och från slitage mellan hjul och räls. I speciella fall, exempelvis på stationer och i tunnlar kan det vara befogat att utreda föroreningsnivån och bedöma hälsokonsekvenser till följd av partikelexponering. Kunskapen om effektsamband när det gäller partiklar från järnvägstrafik och hälsopåverkan är begränsad och osäker men forskning pågår.

Bedömningar och eventuellt beräkningar av vägtrafikens effekter på luftkvalitet görs i förstudie- och utredningsskedet medan mer detaljerade beräkningar av halter eller haltbidrag vid behov görs i senare skeden för att bedöma eventuella behov av åtgärder. Här behandlas också behovet av uppföljande studier. I tunnlar måste ofta funktionen hos ventilationsåtgärder säkerställas med uppföljande mätningar. Vanligen följs luftkvaliteten bara upp om halterna i planeringsskedet beräknats bli höga i jämförelse med aktuella rikt/gränsvärden. När det gäller miljökvalitetsnormer bör luftkvaliteten följas upp om halterna, i planeringsskedet, beräknats ligga nära normvärdet. Men modellberäkningar kan också behöva valideras av mätningar, särskilt om de lokala förhållandena ändrats sedan beräkningen i arbetsplaneskedet gjordes. Beroende på befolkning, känsliga miljöer vistelsetider etc. kan situationen i olika delområden följas upp olika ingående.

Medicinska studier inriktade mot föroreningseffekter är vanligen inte befogade i uppföljningssammanhang (såvida inte medicinska studier ingått i planeringen av ett projekt och uppföljande studier behövs för att följa trender och förändringar). Vanligen finns det heller ingen anledning att följa upp emissionen av luftföroreningar till följd av byggverksamhet bortsett från att man kan behöva säkerställa att damningsproblem undviks.

Datakällor, referensvärden och relevanta mål

Bedömningsgrunder för luftföroreningar utgår från miljökvalitetsnormer och delmål för miljökvalitetsmålet, Frisk luft. Miljökvalitetsnormerna ska iaktas redan i tidiga planeringsskeden (till exempel vägutredningar, järnvägsutredningar och länsplaner etc.) medan uppfyllandet av normerna ska säkerställas i arbetsplaner och järnvägsplaner med tillhörande MKB.

Utvärderingströsklar i *Förordning (SFS 2001:527) om miljökvalitetsnormer för utomhusluft* styr vilken typ av utvärdering som krävs av kommunerna vid kontroll av luftkvaliteten i förhållande till miljökvalitetsnormerna (mätning/beräkning/objektiv skattning). De övre och nedre utvärderingströsklarna anges för respektive parameter i förordningens bilaga 1.

Metoder

Beräkning av luftkvalitet

En spridningsberäkning kan göras då syftet med uppföljningen är att få en helhetsbild, geografiskt och över tiden, av luftkvaliteten. För prognoser av framtida luftföroreningshalter och analys av olika åtgärders effekt behövs spridningsmodeller. För detta finns ett flertal spridningsmodeller som tar hänsyn till bland annat utsläppens storlek, var de sker, vilken meteorologi som råder och hur omgivningen ser ut. Spridningsmodeller kan också användas som indikativa verktyg för att identifiera de mest belastade områdena och vilka föroreningsnivåer som kan uppstå. Ett urval av spridningsmodeller finns samlade i Vägverkets och Naturvårdsverkets *Handbok för vägtrafikens luftföroreningar, publikation 2001:128*.

För bedömning av luftkvalitet i vägars närområde har även det internetbaserade modellsystemet *SIMAIR* tagits fram. Modellsystemet är ett hjälpmedel för kommuner och luftvårdsförbund som ska utvärdera luftkvalitet mot miljökvalitetsnormerna, men det kan även användas för projektering och uppföljning av vägprojekt. Med ett abonnemang på *SIMAIR* ges tillgång till en lättanvänd internetjänst där modellberäkningar kan göras och förhållandet mellan bakgrundshalter och gatans bidrag kan analyseras. För mer information om *SIMAIR* se, www.luftkvalitet.se.

Mätning av luftkvalitet

Mätningar ger den mest direkta informationen om föroreningsförhållandena vid mätplatsen och vid de förhållanden som råder vid mättillfället. Där luftkvaliteten bedöms medföra hälsorisker, eller där gräns- och riktvärden kan tangeras eller överskridas, bör uppföljande mätningar planeras in redan i de tidiga skedena och senast i skedet för arbetsplan och järnvägsplan. Uppföljningen bör omfatta föroreningsämnen och halter korrelerade till hälsobedömningar för att överväga kompletterande åtgärder. Enbart mätningar kan dock inte användas för att förklara samband mellan halter och utsläpp. Därför är det ofta nödvändigt att komplettera mätningarna med emissionsinventeringar och modellberäkningar. Mätningar behövs också som indata till och för verifiering av modeller. Följaktligen är en kombination av modeller och mätdata oftast den optimala lösningen för luftkvalitetsstudier. Mätningmetoder behandlas vidare i *Handbok för vägtrafikens luftföroreningar, publikation 2001:128* och i Naturvårdsverkets "*Luftguiden*", *Handbok 2006:2* med allmänna råd för kommunernas kontroll av miljökvalitetsnormer för utomhusluft. Referenslaboratoriet för tätortsluft (se www.itm.su.se/refl_ab/index.html) ger även råd kring val av mätstrategier, mätmetoder och mätinstrument.

3 Grundvatten

Byggnad och drift av väg och järnväg kan påverka grundvattnet på olika sätt, till exempel genom sänkning av grundvattennivån, förändrad grundvattenströmning och utsläpp till grundvattnet. Förändringar av grundvattnets nivå sker främst i byggskedet i samband med schaktning och sprängning nära grundvattenytan och åtgärder för dränering. Höjningar av grundvattenytan kan ske då väg- eller järnvägskonstruktioner dämmer upp grundvattenflödet eller ytvattenavrinningen. Speciellt bör påverkan som berör så kallade slutna grundvattenmagasin uppmärksammas eftersom konsekvenser av förändringar i grundvattnets trycknivå skiljer sig avsevärt från de i öppna grundvattenmagasin både när det gäller utbredning och hastighet i påverkansförloppet. Brunnar för dricksvatten kan påverkas såväl vad gäller kvalitet, nivå och kapacitet. Förändringar i vattennivåer kan även påverka ytvattnet i utströmningsområden, det vill säga våtmarker och deras växtlighet och djurliv. Även föroreningar i grundvattnet kan påverka ytvattnet negativt då yt- och grundvatten är nära sammanlänkade. I genomsnitt härrör 80% av allt ytvatten från grundvatten.

Föroreningar från väg eller järnväg kan tillföras grundvattnet via dagvatten eller från utsläpp i samband med olycka. Dagvatten från vägar innehåller föroreningar från vägtrafik och vägunderhåll, främst vägsalt. Föroreningsmängderna i vägdagvattnet varierar dock kraftigt. Saltet kan ses som ett spårämne som visar på koppling mellan väg och grundvatten och att risk för påverkan av andra föroreningar i vägdagvattnet samt vid utsläpp i samband med olycka kan föreligga. Störst risk för grundvattnet från järnväg utgör förmodligen användningen av kemiska växtbekämpningsmedel på banvallar och bangårdar. Bekämpningsmedel har påvisats i dräneringsvatten och jord inom och i anslutning till besprutade områden.

Där vägar och järnvägar skär igenom grusåsar eller passerar i närheten av grundvattentillgångar ökar risken för att grundvattnet påverkas. Konsekvenserna av att föroreningar genom dagvattnet eller vid en olycka når grundvattnet beror framförallt på magasinets värde i området och på recipientens känslighet för förorening (framförallt de hydrogeologiska förutsättningarna).

Det är också viktigt att följa upp de säkerhetshöjande åtgärder som vidtagits. Om åtgärder inte bedömts nödvändiga kan denna bedömning behöva kontrolleras genom uppföljning. Har man till exempel gjort bedömningen att marken till stor del består av täta jordarter och skydd för förorening av grundvatten ej bedömts nödvändigt bör man kontrollera om detta var en korrekt bedömning. Om man lägger ut till exempel tätskikt för skydd av vattentäkter så är det önskvärt om man i tätskiktet kan anlägga provtagningspunkter för att kunna kontrollera tätheten utan att behöva punktera skiktet. I dagsläget finns dock ingen metod för detta.

Datakällor, referensvärden och relevanta mål

Vid bedömning av behovet av uppföljning ska miljömålet *Grundvatten av god kvalitet* samt *Förordning (2004:660) om förvaltning av kvaliteten på vattenmiljön* beaktas. Enligt miljömålet för grundvatten ska bland annat geologiska formationer av vikt för vattenförsörjningen skyddas och grundvattennivåer bibehållas samt god kvalitet för dricksvatten säkras. Tolkningar av mätningar kan göras mot data från stationer i SGU:s grundvattennät samt utifrån Naturvårdsverkets *Bedömningsgrunder för miljö kvalitet, Grundvatten, rapport 4915*.

Grundvattnets tillstånd, nivå och kemisk påverkan kan bedömas utifrån Naturvårdsverkets *Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Grundvatten, rapport 4915*. Denna rapport kommer att revideras. Här beskrivs bland annat hur provtagningar bör genomföras och hur man kan bedöma om egna grundvattenanalyser tyder på inverkan av lokala föroreningskällor. Dessutom finns gränsvärden fastställda, och råd rörande dricksvattenkvalitet uppsatta, av Livsmedelsverket och Socialstyrelsen (för mer information om bedömningsgrunder, se *Vägverkets MKB-handbok nr 3*).

EU:s vattendirektiv

År 2000 trädde Ramdirektivet för vatten i kraft. Sverige har delats in i fem vattendistrikt med en vattenmyndighet för varje distrikt. En länsstyrelse inom varje vattendistrikt har utsetts till vattenmyndighet med ansvar för förvaltningen av kvaliteten på vattenmiljön inom distriktet. Vattendirektivet innebär att god vattenstatus skall nås för kust- yt- och grundvatten. Arbetet sker i sexårscykler och innefattar beskrivning och analys (karakterisering) av vattenförekomster inklusive en redovisning av mänskliga verksamheter som påverkar vattenförhållandena och hur denna påverkan ser ut (däribland infrastruktur). Karakteriseringen av grundvattenförekomsterna ska ligga till grund för etablerandet av övervakningsprogram av kvalitativ och kvantitativ status. Efter etablerandet av övervakningsprogram görs en statusbedömning av grundvattenförekomsterna under 2007. Vad gäller grundvatten kommer ett nytt dotterdirektiv som berör kvalitativ status. För de vattenförekomster som inte bedöms nå god status till 2015 ska åtgärdsprogram tas fram. Effekterna av åtgärderna ska följas upp genom operativ övervakning. Som stöd för det fortsatta arbetet kommer Naturvårdsverket och SGU att upprätta föreskrifter, allmänna råd och handbok samt revidera bedömningsgrunderna för vatten. Kvalitetskrav ska också fastställas i form av miljökvalitetsnormer för ytvatten, grundvatten och skyddade områden.

I mars 2005 rapporterade Sverige en första översiktlig bild över situationen i Sverige till EU-kommissionen i enlighet med direktivet. Rapporteringen byggde i huvudsak på befintligt underlag. Genomförandet av vattendirektivet medför följaktligen förändringar i förvaltningen av vattenresurser vilket kan påverka Vägverkets och Banverkets uppföljningsarbete. Arbetet kan följas på www.vattenportalen.se.

3.1 Grundvattennivå

Grundvattensänkningar kan leda till sättningar i känslig jord vilket kan ge sättningsskador på byggnader och andra konstruktioner som ledningar och vägar. En sänkning av grundvattenytan kan även leda till att sulfider i jord omvandlas till svavelsyra varvid vattnet kan försuras. Andra ämnen i marken kan också frigöras genom oxidation och reduktion vid sänkningar respektive höjningar av grundvattenytan.

Om byggverksamhet är tillståndspliktig, utgör tillståndet (med eventuella villkor eller krav på kontroll och uppföljning) en naturlig utgångspunkt för uppföljningen. Om grundvattensänkning i känsliga jordar (det vill säga leror och organisk jord) kan antas uppkomma i närheten av byggnader med mera bör uppföljande mätningar göras även där. Anledningen till detta är att kostnaderna för att åtgärda sättningsskador på byggnader och andra konstruktioner som ledningar och vägar kan bli stora.

Uppföljning av grundvattennivån kan vara speciellt befogad

- om slutna grundvattenmagasin, det vill säga täta jordar som täcker grundvattenförande lager, skadas så att trycknivån sänks (även små punkteringar av täta jordlager kan få stora konsekvenser).
- då vattentäkter bedöms kunna bli påverkade. Här bör man även ta med sådana vattentäkter som ligger i utkanten av påverkansområdet då tvister om en eventuell påverkan är svårlösta och kostsamma.

- då väg eller järnväg anlagts så att ytvattenavrinningen dämms upp. Det kan till exempel ske då en väg eller järnvägsbank skär av ytvattningsrinnen i en dalgång så att ytvatten ansamlas och infiltreras.
- i utströmningsområden, det vill säga lågpartier i terrängen som av naturen har en hög grundvattennivå och därmed är särskilt känsliga för nivåändringar.
- i samband med väg eller järnvägsbyggen då bergströsklar som dämmer upp grundvattnen sprängs bort.
- i samband med väg eller järnvägsbyggen då det finns misstankar om att spricksystem ändras på grund av sprängningsarbeten.
- i samband med väg eller järnvägsbyggen då grundvattenförande lager dräneras.
- i samband med väg eller järnvägsbyggen då avvattningsåtgärder genomförs i djupa skärningar eller otäta tunnlar.
- då nya diken grävs eller nya avvattningsförhållanden skapas utmed väg eller järnväg i närheten av värdefulla grundvattenförekomster.

Grundvattennivån är föränderlig i tiden, vilket gör det svårt att utgående från enstaka nivåmätningar avgöra huruvida grundvattennivån på en viss plats har påverkats av människan eller inte. Grundvattennivån bör därför registreras så tidigt som möjligt och vid flera tillfällen. För att få fram det naturliga variationsmönstret för grundvattennivå bör mätningarna om möjligt utföras under minst ett år.

Metoder

Metoder för övervakning av grundvatten finns beskrivna i Vägverkets handbok *Mätning av grundvattennivå och portryck, publikation 1990:40*. Metodik för provtagning av grundvatten finns också beskriven i Naturvårdsverkets Handbok för miljöövervakning. Förändringar i grundvattennivån följs i regel genom mätningar. För att avgränsa grundvattenförekomster identifieras grundvattendelare utifrån ett topografiskt kartmaterial. Detta görs vanligen i tidiga planeringsskeden. Mätning av grundvattennivåer sker sedan i observationsrör som slås ner i representativa punkter. Eventuella brunnar och källor bör också nyttjas. Nätet av övervakningspunkter bör anläggas så att det även kan användas för vattenprovtagning. Mätning av vattennivån sker manuellt eller med tryckgivare och datalogger. Mätserier ska även göras för opåverkade referensrör i området. För utvärdering av resultat krävs uppgifter om effektiv nederbörd, vilka kan inhämtas från SMHI.

Ett kontrollprogram som integreras i uppföljningsprogrammet kan upprättas för byggskedet och sedan förlängas efter färdigställandet av vägen eller järnvägen. Lämplig uppföljningsperiod varierar med förutsättningarna men kan omfatta flera mätningar under ett antal år. Antal mätpunkter, lämpligt tidsintervall mellan mätningarna och mätperiodens längd bör bestämmas i samråd med specialist.

Grundvattennivån bör förutom i det berörda området också mätas i ett antal punkter som säkert inte påverkas av de aktuella åtgärderna. Dessa värden kan sedan användas som referens.

3.2 Grundvattenkemi

I områden där vägar och järnvägar ligger i anslutning till vattentäkter eller viktiga grundvattenförekomster kan det vara nödvändigt att följa upp långsiktiga förändringar i grundvattenkemin genom övervakning. Vägtagvattnet från det saltade vägnätet och dess eventuella inverkan på en grundvattenförekomst kan övervakas genom analys av klorid. Vägtagvattnet kan också innehålla förhöjda halter av tungmetaller som bly, kadmium, koppar och zink.

Grundvattensystem är vanligen ”tröga” system, varför det ofta krävs långa mätserier för att kunna upptäcka och säkerställa förekomsten av långsiktiga trender i eventuella förändringar. I mindre grundvattenförekomster kan påverkan upptäckas snabbare. I sådana kan variationen inom och mellan år vara större, exempelvis för kloridhalt. Vad det gäller klorid är dock de naturliga halterna låga, under 20 mg/l varför högre halter tyder på påverkan. Förekomst av bekämpningsmedel ger också indikation på påverkan till exempel från besprutning av banvallar och bangårdar.

Metoder

Vid analys av grundvattnets kemi kan provtagning ske i särskilda provtagningsrör, i befintliga brunnar och i källor. Befintliga provpunkter bör så långt som möjligt utnyttjas. Källor lämpar sig speciellt bra för långsiktig övervakning av grundvattenkvalitet i större grundvattenmagasin. Vanligen påverkas grävda brunnar mer än borrhåll eftersom de normalt står i kontakt med ett ytligt grundvatten. Bergsborrhåll får normalt sitt vatten från större djup. Antal provpunkter och analyser beror av storleken på grundvattenförekomsten. Beror på om det finns en naturlig förekomst av ett ämne eller ej, kan flera prover behövas för att fastställa om påverkan beror av trafik eller drift av väg eller järnväg. En hydrogeologisk bedömning bör alltid göras för att fastställa att det verkligen kan föreligga ett samband mellan den eventuella föroreningskällan, i detta fall väg eller järnväg, och provtagningspunkten. För att kunna sortera ut vägens/järnvägens påverkan från annan påverkan och naturliga variationer bör även information om brunnens skötsel och konstruktion inhämtas. Även brunnens placering i förhållande till andra potentiella föroreningskällor som enskilda avlopp och jordbrukverksamhet är viktiga att dokumentera. Uppgifter om brunnskonstruktion och läge med mera kan hämtas ur SGU:s brunnarsarkiv (gäller främst för bergborrade brunnar). Ett samarbete med huvudmannen (ägaren) för vattentakten är också nödvändigt.

4 Sjöar och vattendrag

I detta kapitel ges exempel på metoder som kan användas för att följa upp kemiska, fysikaliska och biologiska aspekter av miljöpåverkan på sjöar och vattendrag. För att få en förståelse för orsak och verkan och för att kunna åtgärda negativa effekter på sjöar och vattendrag krävs ofta en kombination av fysikaliska och kemiska mätningar och biologiska undersökningar. Kemiska mätningar säger inte så mycket om den egentliga effekten på miljön likväl som biologiska undersökningar inte förklarar orsaken till eventuella förändringar.

Vägar och järnvägars påverkan på sjöar och vattendrag sker dels direkt genom intrång som innebär att värdefulla biotoper försvinner, fiskens och andra vattendjurs vandringar hindras etc. och dels indirekt genom att förändrad vattenkvalitet och förändrade flöden och strömmar påverkar viktiga biotoper. Speciellt byggskedet kan ge upphov till störningar som buller, grumling, kväveutsläpp och pH-förändringar. I områden med förekomst av tungmetaller i berggrund eller jordar kan även betydande metallpåverkan förekomma. Detta gäller främst områden med sulfidbundna tungmetaller i berg och jordar (svartmockajordar) samt radonförande berggrund, som kan läcka uran.

Bedömningen av behovet av uppföljning bör utgå från sjöns/vattendragets känslighet och projektets förväntade påverkan. Vilken ambitionsnivå som kan vara realistisk måste bedömas från fall till fall. Förutsägelser i miljökonsekvensbeskrivningen är ett viktigt underlag i bedömningen. Eventuella osäkerheter i miljökonsekvensbeskrivningens analyser och bedömningar påverkar som vanligt bedömningen av uppföljningsbehovet.

För att kunna sortera ut effekter som orsakats av vägen eller järnvägen från andra effekter är det viktigt att dokumentera ursprungliga bakgrundsvärden och kartlägga andra föroreningskällor i närområdet. Referensundersökningar måste också göras innan uppföljande studier påbörjas. Hur långt innan byggstart som referensundersökningarna ska göras och hur frekvent detta ska ske beror på vad som ska undersökas samt på områdets beskaffenhet (till exempel stora eller små vattendrag, rinnande eller stillastående vatten etc.).

Datakällor, referensvärden och relevanta mål

Länsstyrelsen och Fiskeriverket kan ofta bistå med information om sjöar och vattendrag som är särskilt värdefulla och som bör följas upp. Samråd med dessa och tillsynsmyndigheter är därför alltid att rekommendera (i och med genomförandet av EU:s vattendirektiv kommer troligen de nya vattenmyndigheterna att ansvara för särskilt värdefulla vatten). Information om övervakning av svenska sjöar och vattendrag (Program för miljöövervakning) samt miljöövervakningsdata för sjöar och vattendrag finns även att hämta på Institutionen för miljöanalys (SLU) hemsida <http://www.ma.slu.se>.

Påverkan på vattenmiljöer kan bedömas utifrån Naturvårdsverkets *Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Sjöar och vattendrag, rapport 4913*. Denna rapport kommer att revideras. För fisk- och musselvatten finns miljö kvalitetsnormer. Miljömålen *Levande sjöar och vattendrag*, *Hav i balans*, *Levande kust och skärgård* samt *Myllrande våtmarker* ska också beaktas. I och med genomförandet av EU:s vattendirektiv ska kvalitetskrav också

fastställas i form av miljö kvalitetsnormer för ytvatten, grundvatten och skyddade områden. Nya föreskrifter, allmänna råd, handbok samt nya bedömningsgrunder för vatten ska också upprättas.

4.1 Kemiska och hydrologiska aspekter

Väganläggningar kan förändra ytvattenavrinningen så att vattenföringen i bäckar och åar påverkas. Även strömning i vattendrag kan förändras vid exempelvis vägtrummor och brobyggen, vilket kan få effekter på akvatiska ekosystem.

Vattenkemin i sjöar och vattendrag kan påverkas av bland annat dagvatten och olyckor med farligt gods. Järnvägsanläggningar kan påverka ytvattnet (och även grundvattnet) genom dag/dräneringsvatten från bangårdar och banvallar, lakvatten från upplag (massupplag, slipersupplag med mera), processvatten från tunnelbyggen och spridning av bekämpningsmedel från banunderhåll. Den största påverkan på vattenkemin sker dock normalt under byggskedet. Effekter som kan uppkomma under byggskedet är till exempel grumling genom schaktning, borrhning, och sprängning samt kväveutsläpp från sprängämnen. Oljeläckage från arbetsmaskiner kan förekomma, vilket kan påverka närliggande recipienter. Hantering av starkt basiska material som cement och betong kan ge ökat pH-värde medan pH-värdet i sjöar och vattendrag kan sänkas vid byggande i sulfidhaltiga jordar och berggrund (bildning av svavelsyra) samt sura torvjordar (humussyror). Vid förekomst av sulfidmineral finns risk för utläckage av tungmetaller, oorganiskt giftigt aluminium samt betydande mängder sulfat. Vilka moment som ingår i byggskedet samt i vilken miljö det sker kan alltså vara avgörande för om kontroll och uppföljning behövs.

Lämpliga parametrar vid mätning i vatten under byggskedet är pH, alkalinitet, konduktivitet och grumlighet (turbiditet och/eller suspenderat material). Om pH-värdet sjunker samtidigt som konduktiviteten ökar (indikerar sulfidpåverkan) kan vissa metallhalter behöva mätas (vanligen bly, koppar, nickel, zink, kobolt, krom och kadmium). Som kontroll av sulfidpåverkan kan det vara lämpligt att analysera sulfat. Uran och strontium kan också behöva mätas vid sprängningsarbeten. Strontium förekommer i många bergarter och kan frigöras vid sprängningar. Ämnet är lättlösligt och fastläggs ej i någon större utsträckning och kan därför fungera som indikator på förekomst av ämnet. Vid sprängning i radonförande berggrund frigörs uran, som också är lättlösligt. Förekomsten av metaller i vatten är också korrelerat till grumlighet och halten organiskt material, varför TOC (totalt organiskt kol) och turbiditet (grumlighet) alltid ska mätas vid metallanalys. Vid sprängningsarbeten bör även halten ammoniumkväve, nitratkväve, nitritkväve och totalkväve kontrolleras. Vid åtgärder som kan ge ökat humusläckage (till exempel dräneringsarbeten) kan även färg mätas, (avspeglar främst inverkan av humus (organiska ämnen) och järn). Vid grumlande verksamheter i anslutning till sjöar kan det även vara motiverat att mäta totalfosforhalten. Fosfor är normalt starkt korrelerat till partikelhalt (grumlighet) och frigörs främst vid grävning i jordbruksmark.

Generellt gäller att olika fältprovtagningar i vatten bör samordnas. Detta underlättar jämförelser av resultat och kan ge vinster i form av tid och pengar.

Metoder

Hydrologiska parametrar

Vattenföring i vattendrag

För att kontrollera vattenföring i vattendrag mindre än 200 km² finns flera direkta och indirekta metoder i Naturvårdsverkets Handbok för miljöövervakning. Direkta metoder mäter vattenföringen på platser vid ett visst tillfälle medan indirekta metoder mäter en annan variabel som sedan omräknas till vattenföring. Med direkta metoder erhålls momentana värden på vattenföringen medan indirekta metoder används för mer kontinuerlig uppföljning. För att få vattenföringsserier kan vattenföringen också beräknas med hjälp av modeller. SMHI har till exempel tagit fram PULS-modellen som innebär att vattenföring (normalt veckoflöden) kan beräknas utgående från temperatur, nederbörd samt avrinningsområdets beskaffenhet.

Lokala strömningsförhållanden

För att jämföra strömningsförhållanden lokalt vid byggnation i vattendrag (till exempel bro) lämpar sig akustiska flödesmätningar, eftersom man då får en strömningsprofil tvärs över hela vattendraget. Det är relativt enkelt att göra ett antal mätvertikaler uppströms respektive nedströms bron före och efter att bron är byggd. Inköp av mätinstrument är dock mycket kostsamt.

Dämnings-effekter

Eventuella dämnings effekter kan undersökas med hydraulisk modellering. Före bygget väger man in ett antal tvärsektioner av vattendraget och strandprofilen. När man fått in sina uppgifter i en hydraulisk modell kan man testa att lägga in olika byggkonstruktioner och simulera vilka dämnings effekter dessa skapar. I en sådan modell kan man också studera hur dämnings effekterna varierar för olika flödesförhållanden. Ändrade avrinningsförhållanden kan studeras med hjälp av avrinningsmodeller. Det finns många olika typer av avrinningsmodeller men eftersom väg- och järnvägsbyggen främst påverkar avrinningsförhållandena lokalt bör en modell med hög upplösning väljas.

Effekter av väg-dagvatten

Uppföljning av vägdagvattnets påverkan¹ innefattar ofta både hydrologiska och kemiska analyser. Uppföljning inom detta område kan inkludera analys av klorid (vägsalt), tungmetaller (bly, kadmium, koppar och zink), suspenderat material och avrinning. Uppföljningen bör även omfatta skötsel av anläggningar (som till exempel dammar, översilningsytor och våtmarker) samt kontroll av deras funktion. Mätning av reningseffekten i dammar kräver dock avancerad utrustning och noggrann genomgång av metodik vilket inte går närmare in på här.

1) För mer information om vägdagvatten, se Vägverkets publikationer *Dagvattenbelastning på sjöar och vattendrag i förhållande till andra föroreningskällor*, publikation 2001:114 *Vägdagvatten – råd och rekommendationer för val av miljöåtgärder*, publikation 2004:195.

Kemiska undersökningar

Analys av vattenkemi i vattendrag

För provtagning av kemiska ämnen i rinnande vatten² rekommenderas att referensundersökningarna påbörjas minst ett år innan byggstart. Prover kan sedan tas varje eller varannan månad i ett år (alltså sex till tolv gånger per år) beroende på lokala förutsättningar. I små vattendrag blir utspädningen mindre än i större vattendrag och de påverkas därför mer. Variationerna i flöde och halter är också oftast större ju mindre vattendraget är. För metaller räcker det ofta med att referensundersökningar görs två till tre gånger innan byggstart. Under byggskedet bör provtagningsfrekvensen öka till en gång/månad (alltså tolv gånger per år). När byggskedet är avslutat och vägen eller järnvägen tagits i drift bör uppföljande studier göras för att kontrollera att eventuella förändringar stabiliseras. Mätningar kan då göras varannan månad eller en gång i kvartalet.

Analys av vattenkemi i sjöar

Vattenkemin i sjöar² kan undersökas med olika ambitionsnivå. Valet av mätvariabler samt provtagningsfrekvens varierar beroende på syfte och hotbild. Generellt kan sägas att ju oftare prover tas desto säkrare information fås om förhållandena i mätpunkten. Övervakningen kan ske med intensiva och extensiva program.



2) För beskrivning av provtagningsmetodik hänvisas till Biologiska Inventeringsnormer, BIN SR11 (SNV Rapport 3108) samt Naturvårdsverkets *Handbok för miljöövervakning*.

Sjöar fungerar som utjämnings- och sedimenteringsbassänger. Därför är ofta naturliga variationer i halter betydligt mindre än i vattendrag, samtidigt som den självrenande effekten är större. Dessutom är ofta många sjöbiotoper mindre känsliga för påverkan än motsvarande i vattendrag. I många fall kan därför provtagningsfrekvens vara glesare i sjöar. I känsliga områden som vid råvattentäkter och sjöar med höga naturvårdsvärden kan högre frekvens däremot vara motiverad.

För att kunna särskilja trender från annan variation (såsom mellanårsvariation, säsongsvariation med mera) krävs långsiktig mätning. För att säkra föredata bör mätningarna därför påbörjas långt innan väg/järnvägsbyggen startas, helst flera år. Av kostnadsskäl är det dock inte möjligt i alla projekt men det bör eftersträvas i stora projekt samt där känsliga recipienter riskerar att påverkas. Referensmaterial kan också finnas hos länsstyrelser och kommuner.

Biologiska undersökningar

Vattens fysikaliska och kemiska tillstånd kan även beskrivas genom undersökningar av bottenfaunans tillstånd eftersom olika arter av bottenfauna har skilda känslighet för olika typer av kemiska och fysiska faktorer. Till skillnad från vattenkemin ger bottenfaunan också ett integrerat mått på tillståndet bakåt i tiden (ofta ca sex månader). Likaså är olika fiskarter olika känsliga för vattenkemiska och hydrologiska förändringar varför också förändringar i fisksamhällets struktur ger information om effekter av miljöstörningar. För metoder för undersökning av bottenfauna och fisk, se avsnitt 4.2.



4.2 Biologiska aspekter

Kemiska och fysikaliska förändringar i sjöar och vattendrag påverkar deras biologiska liv i olika grad. Genom att undersöka det biologiska tillståndet kan påverkan av utsläpp och ingrepp inom avrinningsområdet bedömas. Av ekonomiska och praktiska skäl måste vanligtvis undersökningarna avgränsas till vissa områden eller biotoper. Länsstyrelsen och Fiskeriverket kan ofta bistå med information om värdefulla områden som bör undersökas. Finns ingen tidigare information kan undersökningen inledas med en översiktlig inventering för att sedan avgränsas till förekommande värdefulla biotoper och områden. För att beskriva och kvantifiera fysisk påverkan på vattendrag kan en biotopkartering göras (se nedan för vidare beskrivning).

Orsak och verkan till miljöförändringar i bottenfauna och fisk (som till exempel miljögifter) är ofta svårt att utvärdera. Detta gäller speciellt i sjöar där spädningseffekten är större än i mindre vattendrag. Dessutom är de naturliga årliga variationerna ofta så stora att de maskerar en mindre påverkan orsakad av ett väg- eller järnvägsprojekt. Detta gör att små förändringar orsakade av vägar och järnvägar är svåra att upptäcka och att tillgängliga undersökningsmetoder blir trubbiga. Uppföljning av miljöförändringar i bottenfauna och fisk är därför främst aktuellt när större påverkan är att vänta, till exempel i byggsleden med förorenande moment. Förändringar av fysiska levnadsförhållanden som förändrad bottenstruktur, ändrade flöden etc. är däremot lättare att följa upp och dessutom lättare att åtgärda i efterhand. Svårigheterna med effektuppföljning av vattenfauna framhäver dock vikten av ordentliga undersökningar i tidiga planeringssleden. Genom att kunskap om eventuella påverkansområden inhämtas innan beslut om väg/järnvägsdragning samt byggstart kan negativa effekter undvikas.

Långsiktiga miljöförändringar kan relativt lätt följas genom studier av fisk. Dels är de förhållandevis långlivade och lätta att artbestämma och dels representerar fisksamhällets olika arter och utvecklingsfaser vanligen olika funktionella grupper och nivåer i sjöns ekologiska näringsväv. Negativa effekter på fisk visar sig tidigt i ekosystemen på grund av deras viktiga roll som sekundärkonsument. Dessutom utgör fisken en viktig resurs för människan. Orsaken till miljöförändringar kan däremot vara svår att spåra. Nackdelen med fisk är också att de är mobila och lätt kan undvika störningar för att sedan komma tillbaka när tillståndet stabiliserats. I och med detta kan det vara svårare att spåra kortsiktiga miljöförändringar i fisk.

Effekter på fisk som kan uppkomma av väg- och järnvägsbyggnationer, underhåll, dikesarbeten och andra typer av arbeten vid vägar och järnvägar är att vandringshinder bildas, eller att lek- och uppväxtområden påverkas negativt. Områden som är speciellt viktiga för fisken och som kan behöva följas upp i synnerhet är lekområden som till exempel grunda och skyddade vikar samt områden som är viktiga för djurens förflyttning. I och med att vägar och järnvägar ofta korsar vattendrag har dess påverkan på dessa särskild betydelse för fisken. Den lämpligaste metoden för undersökningar av effekter på fisk i vattendrag är elfiske (se nedan för vidare beskrivning). Vandringshinder för fisk kan också dokumenteras genom biotopkartering av vattendrag (enligt Naturvårdsverkets *Handbok för miljöövervakning*).

Metoder

Fysiska parametrar

Biologin i ett vattendrag är i stor utsträckning en produkt av de fysiska förutsättningarna. Ibland kan det därför vara motiverat att använda fysiska förändringar som en indikator på förändringar i växt och djurlivet.

Biotopkartering av vattendrag

För att få en kvantitativ bild av ett vattendrag och dess strandområden kan en biotopkartering göras.

Fysisk påverkan orsakad av vägar och järnvägar kan då kvantifieras och beskrivas och karteringsresultatet kan användas som underlag för avhjälpande åtgärder.

Förutom vid omgrävning av vattendrag kan biotopkartering även användas för att undersöka påverkan på lekbotten från grumling.



Figur 1. Biotopkartering ger detaljerad information om vattendraget och dess omgivning

Inventering av vandringshinder

Vägtrummor kan inventeras för att följa upp deras påverkan på möjligheterna till vandring för fisk och andra akvatiska organismer. Undersökningar visar att i stort sett var tredje vägtrumma utgör ett hinder för djurens vandringar. Att undersöka vägtrummons funktion och vid behov ersätta trumman eller förbättra det felaktiga utförandet eller utformningen är därför en viktig uppgift. Det kan i många fall vara fullt tillräckligt (och betydligt enklare) att följa upp utformningen på nya trummor än att göra mer omfattande biologiska undersökningar, som exempelvis elfiske.

Biologiska parametrar

Vid inventering av fisk är det generellt viktigt att välja rätt tid på året. Lämplig period beror främst på risken för skador på liggande rom och störningar på fiskens vandringar. Dessa tidpunkter infaller inte nödvändigtvis samtidigt och varierar mellan olika arter. Nedan beskrivs några etablerade metoder för undersökning av fiskfaunan i sjöar och vattendrag.

Elfiske

Elfiske är den metod som lämpar sig bäst för undersökningar i vattendrag. För att få bedriva elfiske krävs tre tillstånd; fiskerättsägarens medgivande, dispens för att få fiska med elektrisk ström (sökts hos länsstyrelsen) samt genomgången etisk prövning för djurförsök (sker hos den lokala djurförsöksetiska nämnden). Resultat från elfisket rapporteras till datavärd (dvs. till Fiskeriverket).



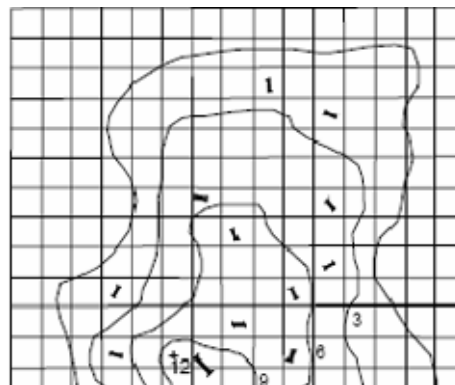
Figur 2. Elfiske kan användas för att följa upp förändringar i beståndstäthet hos olika fiskarter i vattendrag.

Elfisket ger information om fiskens kondition (förhållandet längd/vikt) och storleksfördelning i ett vattendrag. Elfiske lämpar sig särskilt bra för laxfiskar (främst öring/lax) i strömmande vatten eftersom laxfiskar vanligen är revirtrogna och därmed mindre flyktbenägna samt kan förekomma i tillräckligt täta bestånd. En förutsättning är dock att vattendragsavsnittet är vadbart och att vattenhastigheten inte är för hög samt att sträckan är en lämplig biotop för laxfisk. För att resultatet ska bli statistiskt säkert krävs också att bestånden är täta. För att kunna bedöma eventuell påverkan av väg- och järnvägsprojekt bör elfisket omfatta både uppströms- och nedströmslokaler.

Elfisket bör i de flesta fall vara kvantitativt vilket innebär att undersökningarna inriktas på tidsserier. Med kvantitativt elfiske kan man kvantifiera fiskarters beståndstäthet och studera förändringar i täthet och förekommande arter över tiden. För att skatta populationstäthet rekommenderas minst tre utfisken i rinnande vatten. Helst bör även referenser från tidigare finnas. Om data från tidigare elfisken saknas och vattendraget bedöms vara av större betydelse för det allmänna fiskeintresset bör man på ett tidigt planeringsstadium beakta att elfisken helst bör ske några år innan påbörjad verksamhet och några år efter att verksamheten är avslutad. Härigenom minimeras eventuell inverkan av mellanårsvariationer. Beroende av vattendragets storlek, vattenstånd, vandrande lekfisk och övriga faktorer bör även beaktas att elfiske i praktiken endast kan genomföras från och med senare delen av juli till oktober.



Om en väg- eller järnväg korsar en del av en sjö eller berör en stor andel av strandzonen i en sjö kan det bli aktuellt med sjöprovfiske. Detta gäller speciellt om den begränsade delen av sjön är ett betydelsefullt lekområde. Sjöprovfiske kan även behöva göras i samband med sjönära olyckor med farligt gods samt vid långvariga byggverksamheter i vatten (t.ex. broar). Undersökningstypen provfiske baseras på stratifierad, slumpmässig provtagning med översiktsnät. Metoden kan, beroende på syftet, utföras som standardiserat provfiske eller som inventeringsfiske. För att följa upp olika typer av effekter rekommenderas dock standardiserade kvantitativa provfisken. Med hjälp av standardiserade provfisken kan tidsserier av fiskförekomst i sjöar upprättas och kvantitativa jämförelser mellan sjöar kan göras. Variabler som kan ingå i provfiske är biologisk mångfald, individantal, beståndets struktur och morfologiska variabler.



Figur 3. Vid provfiske i sjöar slumpas ett antal nät ut på olika djup.

Tidpunkten för fisket anpassas så att mellanårsvariationer minimeras. Detta innebär vanligen i slutet av juli eller i augusti. För provfiske krävs alltid tillstånd från fiskerättsägaren samt från någon av de lokala etiska nämnderna för försöksdjur. Resultat från provfisket rapporteras till datavärd (dvs. till Fiskeriverkets sötvattenlaboratorium). Utvärdering av data kan göras utifrån Naturvårdsverkets Bedömningsgrunder för miljö kvalitet.

Undersökning av bottenfauna

Bottenfaunan påverkas av föroreningar, utsläpp, markanvändning och andra ingrepp och åtgärder inom avrinningsområdet. Genom att studera dess artsammansättning kan ofta föroreningsstatus bedömas. Påverkan på bottenfaunan ses lättast i turbulent vatten där syrekrävande arter trivs, då dessa är känsligare för förändringar. Fördelen med att studera bottenfaunan är också att den, till skillnad från fisk, inte kan flytta på sig i någon större utsträckning och därmed inte komma undan från den påverkan man vill undersöka. Strömlevande bottenfauna är



Figur 4. Undersökning av bottenfauna i rinnande vatten kan göras med s.k. sparkprov

också generellt känsligare än fisk för påverkan, vilket gör att effekter lättare kan upptäckas.

Undersökningar av bottenfauna i vattendrag och strandzoner bör ske enligt sparkmetodik med kompletterande håvprov. Detta innebär att prover tas med handhåv efter att provtagaren rört upp botten med foten. Provtagningen sker på våren och på hösten, alternativt bara på hösten.

Undersökningar av bottenfauna kan även göras på djupare vatten, bland annat för att bedöma ett sjöekosystems påverkan av utsläpp och ingrepp inom avrinningsområdet. Vanligen tas då prover från definierade delområden (stratifierad provtagning). Provytorna kan dock placeras olika beroende på syftet med undersökningen. Är syftet till exempel att bedöma effekterna av ett lokalt utsläpp (t.ex. vid olycka med farligt gods) kan provytorna placeras längs en utsläppsgradient. Är syftet att visa på förändringar över tiden kan tidsserier skapas.

Inventering av stormusslor

Vid misstanke om förekomst av hotade musslor (flodpärlmussla, målarmussla m. fl.) rekommenderas särskild inventering med vattenkikare. Musslor kan förekomma utspridda i grupper eller som enskilda individer och därför är risken stor att missa dessa vid provtagning av bottenfauna.



5 Landskap

Definitioner

Landskap kan beskrivas som ett geografiskt område med synlig geologisk, biologisk eller kulturell karaktär. Landskapet kan också beskrivas som relationen mellan naturgivna förhållanden och mänsklig påverkan, mellan människa och plats. Land blir landskap genom vår förmåga att uppleva det, inte bara genom sinnena utan också i kombination med de känslor, minnen och associationer det väcker. I staden och landskapet möts både intressen och värden - kulturhistoriska, ekologiska, visuella, sociala och ekonomiska.

För att kunna fånga landskapsförändringen kring väg- och järnvägsprojekt måste vi ha analysverktyg som förmår beskriva landskap på ett relevant sätt. Detta förutsätter att vi från början har en tillräckligt bra kunskap om landskap och den förändring som orsakas av väg- och/eller järnvägsprojekten i sig, men också andra viktiga förändringskrafter i landskapet. Viktigt är alltid att betrakta landskap som en helhet och inte som en produkt av olika utpekade värden - i sådana beskrivningar riskerar man att förlora viktiga övergripande sammanhang.

5.1 Landskapsanalys

Landskapsanalysen är det viktigaste tillgängliga verktyget för att skapa användbara beskrivningar och förståelse av landskap. Olika former av landskapsanalys förekommer, från tidiga förstudier till MKB och miljöuppföljning. Det är viktigt att landskapsanalys/er initieras tidigt och fördjupas i takt med projektens behov. Landskapsanalyser kan också se ut på många olika sätt, beroende på plats, situation, syfte och målgrupp. De analyser som vi ofta ser som underlagsmaterial i väg- och järnvägsprojekt tar sin utgångspunkt i grundläggande naturgeografiska beskrivningar av landskapet, dess värden, visuella analyser (med varierande ambitionsnivå) samt den pågående och (ibland) historiska markanvändningen. Sätten att göra landskapsanalyser är dock mer mångformiga än så och den fungerar också ofta som gemensam kunskapsprocess och arena för konfliktlösning.

Visuella analyser

Den visuella upplevelsen av landskapet eller staden och hur den bidrar till förståelse av miljön (och viljan att vistas där) kan vara en viktig kvalitet för till exempel friluft- och kulturmiljöintresset. En vägåtgärd kan påverka den visuella upplevelsen av landskapet i både positiv och negativ riktning, till exempel genom fysiskt intrång. Den visuella aspekten är alltid viktig i landskapsanalysen, när effekter och konsekvenser ska bedömas och vid en utvärdering. Uppföljning av visuella aspekter ingår vanligen i uppföljningen av ett eller flera miljöintressen, där den visuella upplevelsen är en viktig del.

För kulturmiljöintresset är ofta den visuella upplevelsen kopplad till förståelsen av kulturarvet, att kunna förstå och utläsa hur människorna nyttjat landskapet från förhistorisk tid till nutid. En viktig del är ofta att förstå samspelet mellan natur- och kulturmiljön. Det kan också handla om bebyggelsemönster och bebyggelsestrukturer i staden.

För naturmiljöintresset är det visuella ofta kopplat till förståelsen av naturlandskapets utveckling och den specifika naturmiljön, men också till att se och studera olika växt- och

djurarter. Syftet med uppföljningen är en viktig utgångspunkt för upplägg och metodval, bland annat när det gäller insamling av föredata.

Exempel på visuella kvaliteter i ett landskap:

- Strukturer, skala och rum.
- Karaktärsdrag och särskilda karaktärselement, det vill säga inslag i landskapet som särskilt tydligt förmedlar området historia och som är viktiga delar i lokala och regionala särdrag.
- Naturgivna eller av människan skapade landmärken i landskapet. Utsiktspunkter och siktlinjer som är viktiga för upplevelse, förmedling och förståelse av naturgivna, kulturhistoriska och visuella karaktärselement.

Visuella analyser av väg- och järnvägsprojekts inverkan på landskapet behandlar oftast frågan om att underordna eller kontrastera mot omgivande landskap. Utifrån en bred kunskap om landskapet, dess styrkor och svagheter, kan den visuella analysen besvara frågor om vilket anläggning landskapet tål och kan bära, om projektet tillför kvaliteter, eller bryter upp viktiga samband som gör det svårt att uppfatta landskapets logik, kontinuitet och mening.

Metoder

Landskapsarkitekturen och kulturgeografin är kunskapsfält där man under lång tid utvecklat metoder för analys av landskapets olika dimensioner och visuella egenskaper. En metod som används frekvent internationellt är "Landscape Character Assessment", en metod för landskapskaraktäristik som under senare år nått snabbt genomslag i bland annat Skottland och Danmark som en väl fungerande och användbar analysmetod. Landskapsanalysmetoder i länder som kommit längre än Sverige med implementeringen av landskapskonventionen pekar också på behovet av rutinmässig landskapsanalys som grund för bedömningar i samband med projekt, men också mer generellt för planering av skydd, vård och förändring av landskap.

I dagsläget saknas enhetliga och anpassade metoder för uppföljning av landskapsförändringar i samband med storskaliga infrastrukturprojekt. Banverket och Vägverket har här ett ansvar för att sådana metoder utvecklas. Detta är också en förutsättning om Sverige ska kunna leva upp till landskapskonventionens krav. Det är också viktigt att landskapsexperter finns med i stora infrastrukturprojekt. Landskapsarkitekturen och kulturgeografin är kunskapsfält där man under lång tid utvecklat metoder för analys av landskapets olika dimensioner och visuella egenskaper

5.2 Landskapskonventionen

Den Europeiska Landskapskonventionen definierar landskap som "ett område som människor uppfattar det, vars karaktär är resultatet av och samspel mellan naturliga och/eller mänskliga faktorer". Den är det första internationella fördrag som uteslutande handlar om landskapet. Konventionen, som beretts i Europarådet, förpliktar myndigheterna att värna om landskapsvärden och uppmanar medborgare och andra parter att delta i beslutsfattande som gäller landskapet i den egna regionen. Landskapskonventionen har som mål att skyddet, vården och planeringen av landskapet skall förbättras samt att ett europeiskt samarbete

i landskapsärenden byggs upp. Nationellt innebär det i praktiken att Sverige förbinder sig att kartlägga sina landskap över hela territoriet, att analysera särdragen och de krafter och påtryckningar som omvandlar dem samt att lägga märke till de förändringar som sker.

De landskapsanalyser som idag används i utredningar och miljökonsekvensbeskrivningar tillgodoser nuvarande processkrav men lever inte alltid upp till den kvalitativa nivå som förutsätts i Landskapskonventionen. Om Banverket och Vägverket ska kunna följa upp landskapsförändringar i projekt och mer rutinmässigt kring ban- och vägsystem (i landskapskonventionens anda) så krävs förändringar i arbetssätt och även en fortsatt metodutveckling.

Vägar och järnvägar finns i alla landskap från söder till norr. Vägar och järnvägar kan vara en del av storslagna landskap men finns också i våra mest enkla och vardagliga. Förvaltningen och utvecklingen av väg- och järnvägslandskapen blir därigenom också en viktig landskapspolitisk fråga. Vägverk och Banverk måste därför arbeta med dessa frågor och därigenom bidra till en hållbar landskapsutveckling som skapar identitet och erbjuder goda livsmiljöer.

6 Naturmiljö

I detta kapitel ges vägledning för uppföljning av påverkan på olika delar av naturmiljön.

Samspelet i landskapet mellan mark, vatten, växter och djur är komplicerat. Djur- och växter är mer eller mindre knutna till olika biotoper i landskapet och de förutsättningar som finns där. Det är många faktorer som påverkar utvecklingen hos djur och växter och det kan vara svårt att urskilja orsaker till förändringar och dra slutsatser av uppföljningsresultat. För planering, genomförande och utvärdering av undersökningarna gäller generellt att kunskaper om ekologin i området samt arternas livscykel och beteenden ofta är nödvändigt, liksom tillgång till bra referensmaterial.

Väg- och järnvägsprojekt påverkar naturmiljöer genom direkta störningar i samband med till exempel grävningsarbeten, men även indirekt genom att ändrade ljus- och vattenförhållanden till exempel kan ge förändrad vegetationssammansättning. Effekter på fauna handlar i huvudsak om biotopförlust, biotopförändring (störning, förorening med mera), barriärverkan och trafikdöd. En samverkan av dessa effekter ger en process, en fragmentering som försämrar djurs möjlighet att överleva i landskapet.

Uppföljning kan exempelvis omfatta mätningar och registreringar av vegetationens sammansättning och faunans rörelser och sammansättning. Ibland kan uppföljning behövas för att se att miljöåtgärder och kompensationsåtgärder fått den funktion som avsetts. Uppföljning av naturmiljöaspekter kan ha olika syften och karaktär och därmed vara mer eller mindre svår att genomföra. Syftet med en uppföljning kan ofta nås genom olika upplägg och metodval, som kan vara mer eller mindre komplicerade. Bedömning av metodval och upplägg måste ställas i relation till syfte, kostnader, känd kunskap och komplexitet. Uppföljningar av naturmiljöaspekter i enskilda projekt bör läggas upp med metoder som ger tydliga och lättolkade resultat. Huvudsyftet bör i första hand vara att studera och möjliggöra miljöanpassning inom projektet. En noggrann planering och insamling av

referensdata är alltid viktig.

De analyser och bedömningar som görs i planeringen omfattar kvaliteter och funktioner i landskapet och troliga effekter och konsekvenser av projektet. Uppföljningsbehovet av olika aspekter inom naturmiljöområdet kan grundas på dessa och andra faktorer. De mera generella framgår av kapitel 1 och 2. Utifrån nationella mål och kriterier kan projektmål för naturmiljön sättas i planeringen och dessa mål för blir då en naturlig utgångspunkt för uppföljningsarbetet.

Faktorer som indikerar att uppföljning inom naturmiljöområdet behövs är bland annat:

- om projektet innebär risk för negativa effekter på naturmiljön i eller i nära anslutning till känsliga, värdefulla och utpekade områden. Exempelvis grävningar och åtgärder som kan påverka vattenflödena i våtmarker och sumpskogar, intrång och störningar i biotoper med hotade eller sårbara arter eller omgrävningar av vattendrag med känslig fauna.
- om väg- eller järnvägsprojekt riskerar att påverka områden med särskilda naturvärden negativt. Bedömningar samt eventuella osäkerheter och kunskapsluckor i miljökonsekvensbeskrivningen utgör då ett viktigt underlag i uppföljningen. I de fall tillstånd givits för att vidta åtgärder i eller omkring skyddade områden kan det finnas krav på miljö kvalitet som innebär att uppföljning behövs. Det kan också finnas krav på att uppföljning ska göras. Dessa kan vara en utgångspunkt för uppföljning.
- om osäkerhet råder kring uppfyllande av uppsatta målsättningar (projektmål) eller krav för naturmiljövärden, till exempel villkor i tillståndsbeslut.
- om kompensationsåtgärder och andra miljöåtgärder vars funktion är osäker vidtas inom projektet. Exempelvis anläggande av våtmarker, nya biotoper, faunapassager där det tidigare inte finns god kunskap om funktionen. Mer stöd för att bedöma behov av uppföljning finns under avsnitten naturmiljöer (biotoper) och vegetation och fauna.

Uppföljning av effekter på fauna har gjorts och görs till viss del centralt genom olika forskningsprojekt, bland annat uppföljningar av faunapassager och vägar. Resultat av uppföljningsprojekt finns också att hämta internationellt. Om möjligt bör samordning ske med andra uppföljningsaktiviteter eller forskning som pågår på det regionala eller nationella planet. Frågeställningarna i kapitel 2.2.1 bör alltid besvaras innan beslut tas om och på vilket sätt uppföljning av fauna skall genomföras.

Datakällor, referensvärden och relevanta mål

För riksintressen, naturreservat och Natura 2000-områden finns beskrivningar av de kvalitativa värden som föranlett skyddet. Dessa beskrivningar utgör en naturlig utgångspunkt både för uppföljningens inriktning och för analysen av uppföljningsresultaten. När det gäller Natura 2000-områden kan det vara viktigt att följa upp de förutsättningar eller funktioner som bedömts viktiga för utpekade arters fortsatta utveckling i området. Bevarandeplaner samt bedömningar och osäkerheter i miljökonsekvensbeskrivningen utgör då viktigt underlag för uppföljning.

Data om naturmiljövärden finns att hämta från många olika källor, såsom Naturvårdsverket, länsstyrelser, kommuner, olika webbaserade databaser och ideella organisationer.

6.1 Biotoper och vegetation

Att följa upp förutsättningar, kvaliteter och funktioner i naturmiljön och direkta förändringar (effekter) är relativt enkelt, eftersom de ofta går att mäta och registrera mer eller mindre direkt. Det kan dock vara osäkert vad dessa effekter innebär för växter, djur och biotopens funktion på sikt. Kunskaper om vilka djur- och växtarter som är knutna till vissa biotoper och till de förutsättningar som finns där kan ibland användas för att dra slutsatser om betydelsen för olika arter av en registrerad effekt i naturmiljön. I vissa fall kan nyckelarter/karaktärsarter användas och funktioner kan då behöva följas upp på lite längre sikt. Om uppföljningen indikerar förändringar bör åtgärder vidtas, om det är möjligt. Vilken typ av åtgärder som kan bli aktuella vid olika uppföljningsresultat bör analyseras redan i planeringen av uppföljningen.

I ett projekt finns ofta målsättningar för värdefulla biotoper i landskapet. Uppföljning kan behövas för att säkerställa att dessa nås. Projekt mål innebär att uppföljningen fokuserar på att ta reda på om viss kvalitet, som kommer till uttryck genom projekt målet, uppnås. Det kan ofta vara tydligare och enklare att följa upp tydliga projekt mål än att göra en mer förutsättningslös uppföljning av förändringar i naturmiljön.

Vegetationen påverkas till exempel av naturliga faktorer som temperatur och nederbörd och kan på ett och samma ställe variera från år till år utan att några synbara fysiska förändringar skett. Uppföljning av förändringar på vegetation kan därför vara komplicerad och det kan vara svårt att tolka resultaten. Därför är det i första hand etablering av vegetation i projekt som bör följas upp.

I projekt kan det vara aktuellt att etablera en viss typ av vegetation, till exempel i vägkanter eller i anslutning till ett vattendrag, eller i en faunapassage som en del av anpassningen för att förbättra passagens funktion. Det tar ofta lång tid att etablera tänkt vegetation och resultatet är beroende av såväl hur planteringen/sådden lyckas och efterföljande skötsel. Det kan därför vara nödvändigt att följa upp vegetationens utveckling. Uppföljning kan även avse driftverksamhetens påverkan. Uppföljning kan med fördel ske mot ett förväntat resultat.

Metoder

Förändringar av ekologiska funktioner och samband i landskapet kan karteras i fält genom att de system som behövs för utbyte av material, arter och gener analyseras och jämförs med referensdata och tidigare undersökningar. Det kan till exempel innebära att registrera förändrade, uteblivna eller nya kvaliteter och förutsättningar i ett område. Exempelvis kan boplatser, häckningsplatser och viktiga växtlokaler ha förstörts medan nya biotoper som vattensamlingar, diken, vägrenar och brynzoner kommit till. Vid bedömningen av ekologiska effekter i ett område bör man komma ihåg att en biotops funktion beror på hur vanlig biotopen är i landskapet och var den är belägen i förhållande till andra biotoper. Om en sällsynt biotop med en viktig funktion i landskapet förstörts är det allvarigare än om en vanlig biotop förstörts.

En indikatorart kan ge tecken på att vissa omvärldsförhållanden råder, antingen genom att arten specifikt karakteriserar ett visst växtsamhälle, eller genom att den på grund av sin tolerans eller känslighet för någon viss omvärldsfaktor ger en fingervisning om tillståndet i dess miljö. Genom att mäta förändringen av förekomsten av specifika indikatorarter kan man alltså få en indikation om ett ekosystems tillstånd eller om pågående trender i ekosystemet.

Inventering av vegetation

För inventering av vegetation finns ett flertal etablerade metoder. Olika basmetoder kan också kombineras med varandra (så kallade sammansatta metoder) för att uppfylla olika syften. Tolkning av flygbilder som är tagna vid olika tidpunkter kan också ge information om förändring av vegetationssammansättning med mera. Under alla förhållanden är det viktigt att välja metod och ambitionsnivå efter vilka frågeställningar man vill ha besvarade.

Inventering av provrutor

Inventering av provrutor syftar till att bestämma vegetationens kvantitativa sammansättning inom ett område. Metoden kan utföras på olika sätt och med varierande noggrannhet beroende på syftet med undersökningen. Provrutorna kan bland annat läggas ut i form av en kontinuerlig profil som visar variationen i vegetationens sammansättning i en riktad gradient. För att jämförelser över tid ska kunna göras bör så kallade ”fasta provrutor” användas. Provrutorna markeras då så att en analys av samma ruta kan ske till exempel före och efter ett väg/järnvägsbygge. Återkommande inventeringar kräver dock föredata från tiden innan bygget startades.

Art/areakurvor

En undersökningstyp som kan användas för att följa vegetationens utveckling är framtagande av så kallade art/areakurvor. Här räknas antalet arter som tillkommer när den undersökta arean ökas. Vålhävdade marker har i allmänhet en ”finkornig” art- och populationsstruktur i sina växtsamhällen. Arterna står tätt tillsammans och deras populationer består av jämförelsevis många, rumsligt jämt spridda individer. Skötsel och kemiska faktorer påverkar art/areakurvan och vegetationens utveckling. Metoden kan vara lämplig vid uppföljningen av förändringar i växtsamhället i artrika vägkanter, där värdena är beroende av kontinuerlig slätter.

Vid inventering är det viktigt att känna till den naturliga variationen mellan olika år liksom vegetationssammansättningens successiva förändring över året. Inventering av vegetation kräver vanligen också stora artkunskaper.

6.2 Fauna

I detta avsnitt behandlas uppföljning av effekter på däggdjur, fåglar, kräldjur, groddjur och ryggradslösa djur (fisk och bottenfauna behandlas i kapitel 4 *Sjöar och vattendrag*). En introduktion till möjliga metoder att använda vid uppföljningsarbeten beskrivs kortfattat. Hänvisningar till mer utförliga beskrivningar ges i de fall sådan litteratur finns. Metoderna kräver också i många fall tillknuten expertis för att planera detaljerna och utvärdera resultaten. Utöver de angivna metoderna finns många fler metoder att välja på (beroende på frågeställning). För mer information, se *Vilda djur och infrastruktur – en handbok för åtgärder*, *Vägverket publikation 2005:72*, *Banverket Miljösektionen rapport 2005:5*.

Fauna påverkas i regel av så många faktorer att det nästintill är omöjligt att dra generella slutsatser från korta studier av en vägs eller järnvägs påverkan på populationer av djur. Uppföljningar i enskilda projekt bör därför i första hand kopplas till att studera om skadebegränsande eller kompensande åtgärder fungerar som det är tänkt, till exempel att en faunapassage används, speciellt om man gjort avsteg från rekommendationer eller gjort speciella anpassningar eller förändringar i åtgärden. Enklare uppföljningar kan också vara att registrera förekomsten av vissa arter och eventuellt hur de rör sig. Mer komplexa frågeställningar, som vägens eller järnvägens påverkan på en djurpopulation kräver nästan alltid omfattande studier och bör alltid planeras i samråd med nationell expertis för att hitta samordningsmöjligheter med andra väg- eller järnvägsprojekt, utvecklingsprojekt eller forskningsprojekt.

Metoder

För att följa upp effekter på djur krävs oftast fältarbete i form av inventeringar och olika former av övervakning. Uppföljning av effekter på vissa arter, såsom fragmenterings-effekter, kan göras dels genom att studera biotoper, ekologiska funktioner och samband som har betydelse för arten (till exempel vandringsstråk som är viktiga för älgar) och dels genom att mer konkret registrera djur eller tecken på djurs närvaro (till exempel spillning). För uppföljning av effekter på biotoper, se metodbeskrivning *Inventering av biotoper och indikatorarter* ovan. Vilken metod som används i det specifika fallet beror bland annat på syftet med uppföljningen (det vill säga vilken eller vilka frågor som ska besvaras), miljöförhållandena i det område som ska undersökas, klimat, noggrannhetskrav och tillgängliga resurser (i form av tid och pengar).

Uppföljning av populationer, fragmentering och barriäreffekter

Fragmentering orsakad av vägar och järnvägar påverkar ekologiska samband och funktioner i landskapet. Djurens möjligheter att röra sig i landskapet minskar, populationer kan splittras och isoleras och deras livsmiljöer minskar rent fysiskt eller genom störningar och föroreningar. Uppföljning av fragmentering och barriäreffekter görs i huvudsak för att öka kunskapen om effektsambanden mellan vägar respektive järnvägar och fauna. I regel kräver denna typ av uppföljning ett långt tidsperspektiv och en stor skala och görs därför bara i speciella fall, till exempel om en väg eller järnväg korsar en sårbar biotop med hotade arter. Behovsbedömningen bör därför göras i samråd med Vägverkets och Banverkets sakkunniga. Eftersom denna typ av uppföljning ofta är av nationellt intresse bör arbetet dessutom samordnas och diskuteras på en nationell nivå.

- Däggdjur** Däggdjur rör sig i regel över stora områden och utnyttjar ofta flera olika biotoper för olika ändamål, och påverkas därför av vägars och järnvägars barriär och fragmenteringseffekter.
- Spillningsräkning* Spillningsräkning syftar till att bestämma vägar och järnvägars effekter på täthet och rumslig fördelning hos däggdjur. Metoden är enkel och billig att genomföra och kan utföras av mindre rutinerad personal. För att en jämförelse ska kunna göras med tillståndet innan vägen eller järnvägen byggdes krävs dock omfattande föredata. Helst ska inventeringarna börja innan väg- eller järnvägsprojektet startas.
- Flyginventering* Flyginventering av däggdjur kan användas för att bestämma vägars och järnvägars effekter på täthet och rumslig fördelning hos däggdjur. Kostnaden för flyginventering är likvärdig med den för spillningsinventering (hög timkostnad, men avklarat på ett par dagar).
- Snöspårning* Snöspårning syftar till att bestämma djurs rörelsemönster i ett område. Rörelsemönstret i sin tur återspeglar om väg eller järnväg med trafik skapar betydande störningar och barriäreffekter på större däggdjur. Metoden kan också användas för att registrera djurs framgång i att oskadda ta sig över vägen. Djurs (speciellt älgars) rörelser vid viltstängsel kan också studeras. Vanligen följs inventeringslinjer längs med var sida om vägen eller järnvägen. Metoden kan med fördel även användas för att studera användning av fauna-passager vintertid.
- Metoden kräver inga kostsamma hjälpmedel eller material. Beroende på hur stort området är som ska undersökas tar inventeringen olika lång tid. Metoden är dock förhållandevis billig och enkel att genomföra.
- En förutsättning är att inventeraren har goda kunskaper i att tolka spår. Man bör också känna till att många arter har lägre aktivitetsnivå på vintern samt att aktiviteten även varierar mellan individer av samma art. För att en jämförelse ska kunna göras med tillståndet innan vägen byggdes krävs föredata om populationsstorlek för respektive art i området. Metoden kan med fördel kombineras med jaktstatistik och spillningsinventering.
- Jaktstatistik* Jaktutbytet kan spegla populationsförändringar hos de arter som jagas. Att följa jaktstatistik som metod syftar således till att följa hur vägar och järnvägar påverkar populationsutvecklingar i ett område. Metoden kan fungera som komplement till andra uppföljningsmetoder där populationsstorlekar och populationsutvecklingar är nödvändig bakgrundsinformation. Årlig jaktstatistik kan samlas in från lokala jaktlag. Data summeras sedan och jämförs årsvis. Metoden är resurssnål både vad det gäller tid och pengar.

Fåglar

Livsbedingungen för vissa fågelarters kan försämrats av att väg- och järnvägsbyggen förändrar, fragmenterar och förstör biotoper. Vägar och järnvägar ger också upphov till buller, vilket kan störa fåglars häckning. Olika fågelarter tycks dock vara olika känsliga för buller. Enligt tidigare studier undviker känsliga arter att häcka intill större vägar medan andra arter förekommer mer frekvent längs vägar.

Fåglar är relativt lätta att inventera eftersom de, i jämförelse med många andra djur, är lätta att se och höra. Det finns också ett stort intresse för fågelskådning vilket gör att det finns gott om personer med god kunskap om fåglar. För att följa upp fåglar är det även angeläget att ha kunskap och vana av inventering. För inventering av fågel finns ett flertal etablerade metoder. För vissa arter (t.ex. hönsfåglar, rovfåglar, ugglor och nattskärre) krävs dock specifika metoder. Nattinventering lämpar sig bra för nattskärre och ugglor. Uppgifter om rovfågelbon och spelplatser för skogshöns kan inhämtas från länsstyrelsen och skogsvårdsstyrelsen.

För att bestämma häckande fåglars relativa täthet längs vägar och järnvägar kan linje- och punkttaxering genomföras. Metoderna ger främst jämförelsetal och inte absoluta antal eller tätheter. Resultaten kan användas för jämförelser mellan områden, biotoper och tidpunkter. Upprepade inventeringar kan visa på förändringar av antal fåglar över tid, till exempel före och efter ett vägbygge. Metoderna passar bra för taxering av sångfåglar men mindre bra för svårupptäckta och lättskrämde fåglar.

Linje- och Punkttaxering

Linjetaxering innebär att observatören förflyttar sig längs en linje och samtidigt räknar de fåglar som hörs och ses medan punkttaxering innebär att sedda och hörda fåglar räknas från fasta punkter. Metoderna kan användas när som helst på året men lämpligen mellan april och maj, då den revirhävande aktiviteten är som högst. För att jämförelser av fågeltätheten mellan olika platser och tidpunkter ska kunna göras krävs att tidpunkten på säsongen, tidpunkten på dygnet samt väderleksbetingelser standardiseras.

Tidsåtgången för en enskild linje- eller punkttaxering beror på terrängens framkomlighet och på linjens längd/antal punkter. Metoderna är dock enkla och kräver inga kostsamma resurser och kan därför anses som billig. Taxeringen bör utföras minst tre gånger per säsong. För att undersöka förändringar i relativ täthet över tid bör inventeringen göras vart femte år. För att en jämförelse ska kunna göras med föresituationen krävs att taxeringen görs en till två säsonger innan väg/järnvägsbygget startas. Eftersom många fåglar observeras genom sång krävs tidigare erfarenhet och kunskap om fågelinventering. För att få jämförbara resultat används helst samma inventerare vid varje upprepade inventering.

Revirkartering

Revirkartering syftar i princip till att bestämma det absoluta och sanna antalet revirhävdande hanar inom en avgränsad areal. Detta är dock svårt att uppnå i praktiken eftersom en detaljerad bild av fågelsamhällets kvantitativa sammansättning kräver väldigt många inventeringar spridda över en lång tid (tre månader eller mer).

Metoden betraktas (under vissa förutsättningar) ändå som överlägsen linjetaxering och punkttaxering när det gäller exakta mått på täthet. Metoden kan användas för att jämföra artsammansättningar, populationstätheter och populationsfluktuationer över tid, till exempel före och efter ett vägbygge. I detta sammanhang lämpar sig revirkartering främst för uppföljning av mycket stora vägars effekter på fågeltäthet.

Metoden innebär att provytor inventeras ett flertal gånger under häckningssäsongen. För att jämförelser över tid ska kunna göras ska inventeringarnas förläggning och spridning under säsongen vara desamma från år till år.

Kostnad och tidsåtgång för förberedelsearbeten beror på projektets omfattning samt krav på bearbetning. Metoden kräver inga kostsamma material. Inventerare bör ha mycket stora artkunskaper samt stor erfarenhet av fåglars läten och revirstorlekar.

Ryggradslösa djur utgör huvuddelen av de rödlistade arterna och är ekologiskt betydelsefulla (som pollinerare, nedbrytare etc.). Ryggradslösa djur utnyttjar också ofta sin miljö i samma skala som en väg/järnväg påverkar landskapet. Vägar och järnvägar påverkar ryggradslösa djur genom att deras livsmiljöer förstörs och minskar i areal. För insekter kan småvägar, vägkanter och banvallar utgöra en betydande barriär som hindrar utbyte mellan populationer och som på sikt leder till utdöenden. Många arter har också dålig spridningsförmåga, vilket gör att de påverkas kraftigare än fåglar och däggdjur. Dessutom har ryggradslösa djur också snabba generationstider, vilket gör att responsen vid påverkan är snabb. Arter kan också påverkas indirekt genom att betesdrift upphör, våtmarker avvattnas och torkar ut eller om alléer med grova träd avverkas.

Uppföljning av effekter på ryggradslösa djur kan göras genom studier av enskilda arter eller artgrupper med kända ekologiska krav. Dagfjärilar utgör en lämplig indikator för ryggradslösa, flygande djur. Övervakning av enskilda arter kräver ofta specifik inventeringsmetodik. Ett annat sätt att följa upp effekterna av fragmentering är att studera andelen hagmarker och lövskogar eftersom



Figur 5. Revirkartering kan användas för att följa upp antalet häckfåglar i ett område

Inventering av ryggradslösa djur

Inventering av konfliktpunkter mellan djur och infrastrukt

en minskning av dessa kan leda till att fjärilar och insekter försvinner från området. För mer information om ryggradslösa djur, se Vägverkets publikation *Landskapsekologiska effekter på ryggradslösa djur av vägar och järnvägar*, Vägverket publikation 2001:56.

Fasta kostnader för inventeringsarbetet är vanligen låga. Tidsåtgång beror på art och områdets storlek. Inventeringen måste utföras under fältsäsongen.

Både för uttrar och groddjur finns kända problem längs vägar. När det gäller vägar kan olika faktorer göra att vissa vägavsnitt blir konfliktpunkter där många djur förolyckas. Misstänkta konfliktpunkter kan därför inventeras för att identifiera eventuella behov av åtgärder (som t.ex. grodtunnlar, landpassager för uttrar m.m.). Områden kan även inventeras innan en ny väg byggs så att konfliktpunkter undviks.

Konflikten mellan groddjur och väg består ofta i att vägen korsar groddjurens vandringsstråk mellan lekplats och övervintringsplats. Vid en inventering av konfliktpunkten registreras hur många groddjur som dör, hur de fördelas längs vägsträckan samt vilken/vilka arter det handlar om (för att undvika dödsfall kan man tänka sig att djuren bärs över vid inventeringen alternativt hindras att komma över vägen). Andra omständigheter som kan ha betydelse för lokalisering och utformning av eventuella grodtunnlar bör också registreras (exempelvis det aktuella vägavsnittets längd, vägskärningar m.m.).

Eftersom uttrar rör sig mycket och vandrar långa sträckor mellan och längs med sina huvudsakliga livsmiljöer i sjöar och vattendrag stöter de ofta på vägar och broar. Broar är dessutom attraktiva markeringsplatser och håller ofta vattnet öppet under vintern så att uttern lättare kan söka föda. Konfliktpunkter uppstår därför ofta på och omkring broar men även väg-



Figur 6 Förekomst av markeringsplatser är en viktig parameter vid inventering av broars utteranpassning.

trummor. Broar och trummor kan därför inventeras utifrån utterns möjlighet att ta sig fram utan att behöva gå upp på bron eller vägen, det vill säga bros/trummans utteranpassning. Förhållanden som registreras är till exempel måttuppgifter om bron/trumman, förekomst av markeringsplatser och landpassager samt uppgifter om vattendraget och den omgivande miljön. Vägens hastighet och årsmedeldygnstrafik har också betydelse för olycksrisken. Utifrån resultatet bedöms sedan om åtgärder behöver vidtas.

Registrering av döda djur

Att registrera döda djur syftar till att mäta hur många olyckor som sker med djur på en viss väg/järnvägssträcka för att om nödvändigt vidta avhjälpande åtgärder. Metoden kan även användas för att identifiera speciellt olycksdrabbade områden där djur blir påkörda och för att urskilja passager av olika djurs flyttleder. Metoden kan också ge indikationer på om redan genomförda åtgärder i området fungerar.

I Sverige för även polisen statistik över viltolyckor med hjortdjur, rovvilt och vildsvin. Dessa data kan användas för att få en rumslig fördelning av olyckor längs en väg, men ger inte en fullgod bild av antalet olyckor. Statistik om större vilt och olyckor finns också hos Nationella Viltolycksrådet. Inom Banverket finns också databasen Ofelia där påkörningar av större djur registreras. Statistik om trafikdödade djur av de arter som räknas till Statens vilt finns att tillgå hos Naturhistoriska Riksmuseet.

Uppföljning av trafikdöd

Trafikdöd kan utgöra ett allvarligt hot mot vissa djurarter. Vissa fågelarter förolyckas relativt ofta i vägtrafiken och dödsfall på grund av att fåglar orsakar överslag mellan järnvägars kontaktledningar förekommer.

När det gäller vägtrafik är till exempel groddjur och utter speciellt utsatta. Detta beror på att groddjur är vanedjur och vandrar mellan samma lekplats och vintervila vare sig vandrigen korsas av en väg eller inte. Uttern rör sig mycket långsamt med vattendrag, och eftersom många vattendrag korsas av vägar och uttern dessutom gärna uppehåller sig omkring broar, kan konfliktpunkter uppkomma. Uttern samt alla förekommande groddjur i Sverige är fridlysta vilket innebär att de kräver särskild hänsyn.

När det gäller järnvägar kan järnvägens kanaliseringar för kablar orsaka dödlighet bland grod- och kräldjur. Vandrande grodor, paddor och ormar följer kanaliseringens kant till dess att de hittar en skarv och går in i kanaliseringen utan att kunna ta sig ut igen, vilket leder till att de svälter och dör. För att undvika detta bör dessa konfliktpunkter inventeras så att åtgärder kan vidtas. Tåg dödar också många örnar och andra rovfåglar, då dessa dras till trafikdödat vilt längs spåret och på så sätt själva blir utsatta för påkörningsrisk.

För att följa upp trafikdödlighet kan olycksfall och konfliktpunkter inventeras till exempel med nedan angivna metoder. Metoderna kan användas för att se om och var det behövs faunapassager längs en befintlig väg, eventuellt i samband med ombyggnader och omläggningar. Metoderna kan också användas för att följa upp om projektet innebär problem för vissa djur, och om genomförda faunaåtgärder fungerar och räcker till. Naturhistoriska riksmuseet för statistik över dödsorsaker för de arter som räknas som statens vilt (rovfåglar, utter etc.).



Figur 7. Faunapassage

Uppföljning av genomförda åtgärder

För att förebygga eller lindra negativa miljöeffekter från vägar och järnvägar kan olika åtgärder vidtas. Exempelvis kan olika faunapassager över vägen eller järnvägen konstrueras, viltstängsel sättas upp, hastighetsbegränsningar införas etc. I de fall åtgärder vidtas för att mildra förutsedda effekter kan uppföljning bli aktuell för att ta reda om åtgärden fått avsedd effekt.

Detta innebär till exempel att bedöma:

- om åtgärdens lokalisering är optimal .
- om åtgärderna innebär en långsiktigt hållbar lösning för berörda arter och biotoper.
- om ytterligare åtgärder eller anpassningar av passagerna bör genomföras.

Vid planering av uppföljning av åtgärder bör undersökas om uppföljningsverksamheten kan samordnas med andra liknande uppföljningsaktiviteter i området eller med forskning som pågår på det regionala eller nationella planet. I vissa fall kan erfarenheter hämtas från redan genomförda uppföljningar istället för att nya görs. Uppföljningens upplägg bör diskuteras med Vägverkets och Banverkets sakkunniga.

För att effektivare och billigare åtgärder ska kunna utvecklas är det viktigt att resultatet från uppföljningarna sprids. Genom att erfarenheterna förmedlas kan den nya kunskapen användas vid planering av nya åtgärder och upprepade fel kan undvikas. Utifrån resultaten kan man också utreda vilka åtgärder som gör störst nytta i förhållande till kostnaden.

Spårfallor

Spårfallor används för att undersöka djurs användande av fauna-passager. Metoden går ut på att registrera djurets fotavtryck i en så kallade spårfälla.

Spårfallan förbereds genom att spårbäddar av sand läggs i passagen. Vintertid kan snö fungera som spårmaterial. Genom att alla korsande spår samt dess riktning räknas kan användandet av passagen sedan uppskattas. Spårräkningen säger dock inget om hur många individer som använt passagen. För att undersöka passagens relativa effektivitet krävs dessutom data om djurets populationsstorlek i området.

För att ge en tydligare bild av användarnas beteende kan spårfallor kombineras med filmkameror. Metoden är enkel och förhållandevis billig.

Videofilmning

Videofilmning syftar till att studera djurs användning av fauna-passager, trummor och andra åtgärder samt deras beteenden vid användandet.

Metoden går ut på att en videokamera filmar djurens beteende i och runt passagen. Metoden ger således mycket bra information om hur passagen används. Avsaknaden av människor som hela tiden kontrollerar passagen gör också att djuren i området blir mindre störda (detta förutsätter dock att filmerna i kameran inte behöver bytas ut så ofta att djurlivet ändå störs av människor).

Metoden är förhållandevis dyr och tidskrävande men ger också mycket värdefull information om hur passagen används. I de fall passagen används av människor kan kameran behöva gömmas för att undvika stöld och sabotage. Videofilmning på allmän plats kräver tillstånd från länsstyrelsen.

7 Friluftsliv och rekreation

Tillkomsten av infrastruktur påverkar vilka områden som utnyttjas för friluftaktiviteter och rekreation samt hur mycket och på vilket sätt de utnyttjas. Friluftsliv och rekreativsmöjligheter kan påverkas negativt av nya vägar och järnvägar genom att barriärer skapas eller att områden krymps eller fragmenteras och utsätts för buller. Likväl kan positiva effekter komma till såsom ökad tillgänglighet till ett friluftsområde. Påverkan på tätortsnära natur och grönområden kan få effekter för boende och andra som vistas i området (som till exempel skolelever, dagisbarn etc.). Det fysiska intrånget kan även påverka den visuella miljön eftersom den visuella upplevelsen ofta är kopplad till hur attraktivt landskapet är att vistas i. Den visuella upplevelsen är förstås ofta sammanflätad med andra upplevelser som lukt och hörselintryck. Det kan till exempel handla om upplevelsen av en skogsmiljö eller ett odlingslandskap.

I miljöbalkens fjärde kapitel utpekade områden där turismen och friluftslivets intressen särskilt skall beaktas. Naturvårdsverket har även med stöd av 3 kap. 6 § miljöbalken utpekat riksintressen för friluftsliv. I dessa områden, samt natur- och grönområden med närhet till bebyggelse kan uppföljning av effekter för friluftslivet och rekreation därför bli nödvändig. Generellt bör uppföljningsarbetet utgå från vilket rekreativbehov det aktuella området ska tillfredställa och vilken typ av påverkan som olika åtgärder leder till. Om särskild oro för rekreativ- och friluftsområden uttryckts under samråd kan uppföljning också bli aktuell. Där byggverksamheten är omfattande i tid och/eller rum kan det vara befogat att följa upp effekter på friluftsliv och rekreativsmöjligheter (med dess sociala värden) under byggskedet.

De flesta metoder för uppföljning av friluftsliv och rekreation handlar om kartering av rörelse- och nyttjandemönster, men även undersökningar av de landskapstyper (exempelvis bostadsnära naturmark, parker, kulturmark, skogsmark, våtmark, stränder och vatten, hedar och fjällområden) som har betydelse för friluftsliv och rekreation kan vara befogade. Rörelse- och nyttjandemönster kan kartläggas genom olika typer av övervakning, enkäter eller utnyttjande av statistik. Hur fysiskt intrång påverkar människors faktiska upplevelse av friluftsområden och sociala värden kopplade till rekreation med mera besvaras bäst med hjälp av enkät- och intervjuundersökningar (se kapitel 2 om enkät- och intervjuundersökningar). Förslag på andra metoder ges nedan.

Datakällor, referensvärden och relevanta mål

Många friluftsområden används flitigt av lokala föreningar och organisationer som friluftsförbundet, naturskyddsföreningar etc. Dessa kan ofta tillhandahålla värdefull information om eventuella förändringar i användningen eller av kvaliteter i området. Kartor och flygbilder från olika tidpunkter kan också ge information om förändringar i områden. Bedömningsgrunder för friluftslivet finns delvis att hämta ur miljö kvalitetsmålet God bebyggd miljö som bland annat anger att grön- och vattenområden i tätorter och tätortsnära områden skall bevaras, vårdas och utvecklas för såväl natur- och kulturmiljö- som friluftssändamål. Inom Vägverkets och Banverkets arbete med mål och mått för natur- och kulturmiljö kvaliteten i väg transportsystemet finns även inriktningsmål som berör friluftslivet.

Metoder

Information om användandet av tätortsnära natur och grönområden kan fås genom enkätstudier och fältstudier.

Rekreatiomsområden kan analyseras från ett användarperspektiv med hjälp sociotopmetoden, där användarna själva får beskriva områdets värde. Begreppet sociotop inrymmer människors upplevelser och aktiviteter. Metoden och begreppet har utvecklats vid KTH av Alexander Ståhle. Metoden finns beskriven i rapporten *Sociotop som redskap i grönområdesplanering*, från Stockholms stads stadsbyggnadskontor.

En annan metod för att analysera och beskriva sociala värden och upplevelsevärden för grönområden finns beskriven i en rapport från Regionplane- och trafikkontoret i Stockholm *Upplevelsevärden, sociala kvaliteter iden regionala grönstrukturen, rapport 4*. Metoden bygger på olika ”upplevelsevärden”, det vill säga människans förväntade upplevelser av sitt besök i ett grönområde.

För att få en mer precis kännedom om användning av friluftsområden krävs fältinventeringar. I fält kan områdets användning tolkas genom registrering av till exempel antal och storlek på stigar, barriärer, slitage, temporära eldningsplatser, kojor och andra spår av användning. Instrumentella registreringar och trafikräkning kan också ge information om antal besökare i ett område. Naturvårdsverket redovisar i sin vägledning *Räkna friluftslivet: en vägledning i användningen av elektronisk radioräknare Radio Beam*, en metod för att räkna friluftslivet och kartlägga besöksmönster med hjälp av Radio Beam, en elektronisk radioräknare.

I viss mån kan även statistik användas för att få en översiktlig uppfattning om besöksfrekvens friluftsområden. Statistik på exempelvis antal övernattningar vid anläggningar (i fjällområden och liknande) kan hämtas från organisationer som Statistiska Centralbyrån (SCB), Kommunförbundet, Sveriges Campingvärdars Riksförbund (SCR), Turistdelegationen med flera. Denna metod är dock inte speciellt tillförlitlig, eftersom den inte fångar upp personer som enbart utövar dagaktiviteter eller övernattar hos vänner och liknande.

Ett områdes värde för friluftslivet kan delvis bedömas genom så kallade ekonomisk värdebedömning. Detta bygger på undersökningar om företags intäkter och besökares utgifter i området. Metoder som också används i ekonomisk värdebedömning är resekostnadsmetoden och fastighetsmetoden (för vidare information se Naturvårdsverkets rapport *Konsekvenser för friluftsliv*, rapport 5166).

8 Kulturmiljö

Metoder för uppföljning av hur kulturmiljön påverkas av infrastruktur är dåligt utvecklade, men situationen håller på att förbättras, bland annat genom de krav på nationell och regional miljöövervakning som regeringen ställt genom de nationella miljömålen. Genom den Europeiska landskapskonventionen har intresset vidgats från enskilda kulturmiljöer till att även omfatta det vardagliga landskapets kvaliteter. Ett problem är att kulturmiljö i MKB och andra beslutsunderlag fortfarande inte analyseras och beskrivs utifrån landskapskonventionens perspektiv. Därför beskrivs här även en förändrad utformning av MKB, som en viktig del i att finna lämpliga uppföljningsbara parametrar för kulturmiljön

Att bygga ut och förändra infrastruktur innebär stora förändringar i landskapet. Kulturmiljön är en viktig del av vår livsmiljö, för upplevelse och rekreation, för förståelse av historien och förankring i hembygden. Det är viktigt att komma ihåg att även vägar och järnvägar är en del av kulturmiljön. Kulturmiljön är också en stor ekonomisk resurs till exempel för turismen. Infrastrukturprojekt med sin linjära sträckning i landskapet påverkar natur- och kulturmiljöer på ett komplext och ibland svårförutsägbart sätt. Det innebär att det kan vara svårt att ta fram uppföljningsparametrar för kulturmiljö.

Beskrivningar av kulturmiljön i MKB baseras idag på underlag som redovisar de kulturmiljöer eller kulturobjekt som ska bevaras eller skyddas mot förändring. Det saknas ofta en analys av kulturmiljön i landskapet, med en precisering av kulturmiljöns kvaliteter och uttryck. Dessutom saknas en framtidsbild av hur kulturmiljön kan hanteras eller utvecklas vid olika typer av förändringar. MKB är ofta begränsad till beskrivningar av intrång i kulturmiljöer, utan slutsaster om vad det kommer att innebära. Det är därför svårt att bedöma konsekvenserna för kulturmiljöintresset som helhet, vilket innebär att det även blir svårt att följa upp hur kulturmiljön har förändrats vid ett infrastrukturprojekt.

Riksantikvarieämbetet drev under åren 2001-2004 projektet *Miljökonsekvensbeskrivningar med kulturvärde*. Syftet var att utveckla förutsättningarna för behandling av kulturarvet (*Rapport från Riksantikvarieämbetet 2004:10*). I detta projekt, liksom i Vägverkets miljömålsarbete för natur- och kulturmiljö, har konstaterats att för att kunna följa upp och mäta ett infrastrukturprojekts påverkan på kulturmiljön, måste tydliga kvalitetsmål och avsiktsförklaringar formuleras för kulturmiljön redan i projektarbetets tidigaste faser. Dessa mål ska följa med i projektets skeden och fördjupas och konkretiseras tillsammans med övriga mål för projektet. Uppföljningens uppgift blir sedan att svara på om värdena finns kvar och om målen uppfyllts.

För att undvika den traditionella synen om hot och intrång är det viktigt att kulturmiljön ses som en resurs och viktig förutsättning för väg- eller järnvägsprojektet. Målen ska spegla de värderingar och prioriteringar som gjorts i analysen av hur kulturmiljöns värden ska tas tillvara och utvecklas i den landskapsförändring som byggandet av vägen eller järnvägen innebär.

Datakällor, referensvärden och relevanta mål

De miljökvaliteter som har störst direkt betydelse för kulturmiljön är de som berör bebyggelsemiljöer, olika typer av landskap, hav, sjöar och vattendrag samt luft och förorening. Nationella, regionala och projektspecifika mål för kulturmiljön kan användas både som stöd för bedömning av konsekvenser och för uppföljning. En kulturmiljöanalys samt bedömning av effekter och konsekvenser för kulturmiljön i MKB kan vara en utgångs-

punkt för att planera och genomföra uppföljning. Betydelsen av en förändring beror, förutom av det kulturhistoriska värdet i sig, av faktorer som: i vilken utsträckning eller omfattning ett kulturvärde berörts, i hur stor del av området förändringen kan upplevas, många människor eller verksamheter som berörts och vad förändringen betytt för dem.

Betydelsen av förändringen av enskilda kulturelement blir tydligare när de betraktas i ett större sammanhang.

Metoder

En bra analys av kulturmiljön i landskapet behövs för att kunna bedöma konsekvenser för kulturmiljön samt för att kunna följa upp och dra slutsatser om de ”verkliga konsekvenserna”. Som tidigare sagts är en svårighet att kulturmiljösektorn i många avseenden har otillräckligt kunskapsunderlag. Kunskapsunderlaget har främst tillkommit i syfte att redovisa samhällets skyddsintressen, med stöd av lagstiftning. Det fokuserar ofta på utpekade natur- och kulturvärden vilket ger en fläckvis beskrivning av det område som ska studeras.

För att kunna bedöma vad en förändring betyder för kulturmiljön som helhet och för dess olika delar behövs en analys som behandlar landskapets karaktär och viktiga kvaliteter samt hur dessa ska tas tillvara, upplevas, utvecklas och i vissa fall till och med stärkas. Analysens utgångspunkt är viktiga historiska skeden som fortfarande är läsbara i dagens landskap. Det kan också handla om enskilda fornlämningar eller fornlämningsmiljöer som är viktiga för den lokala identiteten. Det är viktigt att såväl områdets förhistoria, som de sena skedena av historien behandlas. De underlag som tas fram för den arkeologiska processen ska kunna användas i kulturmiljöanalysen (utvecklingsarbete för ett sådant arbets sätt pågår för närvarande på Vägverket och Riksantikvarieämbetet och riktlinjer förväntas presenteras).

Betydelsen av en förändring kan ibland vara uppenbar, men ofta bygger värderingen på mer eller mindre osäkra antaganden. Därför är det viktigt att ange vilka bedömningsgrunder som legat till grund för arbetet. Osäkerheter i bedömningar kan vara ett skäl för uppföljning.

Erfarenheter från Utvecklingsprojekt:

Metoder för konsekvensbedömning och uppföljning av påverkan på kulturmiljön har utvecklats och använts i olika projekt. I projektet *”Landskapets historiska dimension – underlag för planering”* var syftet att utveckla underlagsmaterial som tillvaratar och värderar den historiska dimensionen i dagens landskap i samband med planering av ny infrastruktur. En metodik för att visualisera landskapets miljövärden och för att underlätta utvärdering och möjligheten att förstå rumsliga och visuella samband i landskapet arbetades fram. Denna gick ut på att försöka sammanföra landskapets historiska och visuella dimensioner i en karta som används för att illustrera området i järnvägsutredningen. Tanken var att låta landskapets karaktär framträda genom en syntes av karta, textbeskrivning och bilder. Alternativa perspektiv på landskapet belystes också genom att boende och förbipasserande intervjuades.

I projektet *”Före och efter – en utvärdering av kulturmiljövärden vid några större vägprojekt”* utvecklades metoder i syfte att belysa de direkta och indirekta effekter en ny väg har för landskapets kulturvärden. Effekter på kulturvärden studerades utifrån tre aspekter – preciserade kulturmiljövärden (värden som definierades i planeringsprocessen), icke tidigare definierade värden (effekter på kulturvärden som genom metodval och avvägningar i det inledande skedet inte lyftes fram) och lokala värden (brukarperspektivet - boende och trafikanters upplevda effekter på kulturvärden i landskapet). Genom studier av skriftligt underlags- och kartmaterial samt fältstudier och intervjuer med närboende kunde de nya vägarnas faktiska effekter på kulturmiljön utvärderas. Studien gav information om indirekta effekter som uppkommit i och med avledningen av trafiken från den gamla till den nya vägen. Intervjuerna visade att den lokala befolkningens landskapsuppfattning inte alltid ligger i linje med ”experternas” eftersom de definierar värden utifrån andra preferenser. Studien belyser på så vis betydelsen av människors delaktighet i planeringsprocessen.

Det pågående projektet *”INCLUDE- Integration of ecological and cultural dimensions in transport infrastructure management”* som drivs av Centrum för biologisk mångfald (CBM) på SLU kommer också att alstra kunskap och metoder av betydelse för uppföljning av både natur- och kulturmiljö.

Kulturmiljöanalysen ska leda fram till projektmål (se ovan). Dessa kan ligga till grund för uppföljning. Exempel på generella kulturmiljöaspekter som kan följas upp är:

- förlorad hävd, vilket leder till förändring av landskapsbruket.
- fornlämningar.
- kulturhistoriska samband och bebyggelsemiljöer.
- fragmentering av kulturhistoriska områden, det vill säga att delar som funktionellt hör samman isoleras eller avskiljs från varandra.
- förändrad karaktär, till exempel genom att nya anläggningar bryter eller stör områdets skala eller egenart.
- buller och visuell påverkan.

Val av metoder och tillvägagångssätt för att följa upp kulturmiljöaspekter måste anpassas till syftet. Då det är svårt att hänvisa till standardiserade metodbeskrivningar bör tillvägagångssättet planeras och beskrivas när uppföljningsprogrammet tas fram. Tydliga kriterier som stöd för bedömningar i uppföljningen kan behöva tas fram för att resultatet ska bli väl underbyggt. Metoder för att bedöma hur ett kulturvärde upplevs kan till exempel vara mätning/beräkning av bullerutbredningen i ett område, enkätstudier som visar hur de som använder området upplever kulturvärdet. Det kan även omfatta en bedömning av visuell påverkan genom kriterier som vilka platser vägen syns ifrån, vilka delar av landskapet som är känsliga med hänsyn till upplevelsen av kulturvärdet, vägens lokalisering och utformning med mera.



9 Indirekta och kumulativa effekter

Det finns idag flera olika definitioner av begreppet ”kumulativa effekter”. I EU:s handbok för bedömningar av indirekta och kumulativa effekter beskrivs kumulativa effekter som den påverkan som härstammar från ökande förändringar orsakade av andra tidigare, nutida eller skäligen förutsebara framtida aktiviteter tillsammans med projektet.

Betydelsefulla förändringar uppkommer ofta genom den kumulativa effekten av mindre åtgärder. Den sammantagna effekten av åtgärder som anläggning av gång- och cykelvägar, bullerskyddsåtgärder och avvattningsåtgärder kan till exempel vara betydande för landskapet och kulturmiljön. Uppföljning av kumulativa och indirekta effekter kräver därför ofta att ”blicken lyfts” så att en helhetsbild fås. Detta kan innebära att det inte räcker med att utgå från en enskild väg/järnvägssträcka för att upptäcka kumulativa effekter. Ett annat exempel på detta är trafikens utsläpp av växthusgaser. Ett enskilt projekt kanske inte leder till att miljö kvalitetsnormer överskrids, men likväl till en ökning av det totala utsläppet. Detta kan kräva ett större grepp och att uppföljning av vissa aspekter samordnas på en mer övergripande nivå. Uppföljning av projekt kan likafullt bidra som en del av den övergripande uppföljningen.

Metoder

Vid uppföljning av kumulativa effekter kan flera av de metoder som tidigare presenterats i denna publikation användas. Ofta krävs en kombination av olika metoder för att kunna fastställa vad en konstaterad påverkan beror på, vilket gör att uppföljning av kumulativa effekter i vissa fall kan vara resurskrävande. Möjligheter till samordning med den nationella miljöövervakningen är därför särskilt viktiga att ta vara på. Uppföljningsarbetet bör utgå från den påverkade resursen (till exempel en population, recipient eller kulturmiljö). Kulturmiljön kan till exempel ha påverkats av vägen/järnvägen, av andra aktiviteter i området, eller av både och. Även om vägen/järnvägen inte är huvudorsaken till en negativ effekt kan den vara den bidragande faktorn som ”får bägaren att rinna över”. Om det kan konstateras att vägen eller järnvägen bidrar till en kumulativ effekt för en resurs ska den därför dokumenteras och om möjligt åtgärdas.

Förutsägelser i miljökonsekvensbeskrivningen utgör en naturlig utgångspunkt för uppföljningen av kumulativa effekter. Det är dock inte säkert att miljökonsekvensbeskrivningen beaktat andra verksamheters miljöpåverkan och vilka kumulativa effekter som kan uppkomma. Nya verksamheter och aktiviteter som inte känts till i planeringsskedet kan också ha tillkommit i området. Osäkerheter om kumulativa effekter i planeringsskedet innebär att en iterativ process med uppföljning som ett centralt moment är att föredra. Genom att miljöeffekter följs upp kan kumulativa effekter upptäckas och åtgärdas, även sådana som inte kunnat förutses i planeringsskedet.

Referenser

Trafik

Muntliga källor

Catherine Kotake, Banverket

Boendemiljö

Litteratur och andra skrifter

Ejlertsson G., 1996. Enkäten i praktiken. En handbok i enkätmetodik.
Lund: Studentlitteratur.

Naturvårdsverkets Handbok för miljöövervakning. Befolkningsenkäter

Muntliga källor

Evy Öhrström, Göteborgs universitet

Sofia Gjerstad, Vägverket

Buller

Litteratur och andra skrifter

Banverket och Naturvårdsverket, 1997 redigerad 2006. Buller och vibrationer från spår-
buren linjetrafik – riktlinjer och tillämpning. Banverket diarienummer S02-4235/SA60
Infrastrukturpropositionen 1996/97:53

Naturvårdsverket, 1987. Buller från vägtrafik – mätmetod,. Naturvårdsverket rapport 3298

Naturvårdsverket, 1996. Vägtrafikbuller, nordisk beräkningsmodell, reviderad 1996.
Naturvårdsverket rapport 4653

Naturvårdsverket & Banverket, 1999. Buller från spårburen trafik,
nordisk beräkningsmodell, rapport, 4935

Naturvårdsverket, 2004. Allmänna råd om buller från byggplatser, NFS 2004:15

Socialstyrelsens allmänna råd om buller inomhus och höga ljudnivåer (SOSFS 2005:6)

Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, 1995. Buller från spårburen trafik
– förslag till mätmetod. SP Rapport 1995:40

Muntliga källor

Evy Öhrström, Göteborgs universitet

Karin Blidberg, Banverket

Kjell Strømmer, Vägverket

Förslag till fördjupningslitteratur

Banverket m.fl., 2002. Ljudkvalitet i natur- och kulturmiljöer.

Förslag till mått, mätetal och inventeringsmetod. Vägverket publikation 2003:170

Naturvårdsverket, 2005. Ljudkvalitet i natur- och kulturmiljöer.

Förslag till mått, mätetal och inventeringsmetod. Naturvårdsverket rapport 5439

- Naturvårdsverket, 2005. Ljudkvalitet i natur- och kulturmiljöer. Utvärdering och utveckling av mått, mätetal och inventeringsmetod. Naturvårdsverket rapport 5440
- Naturvårdsverket, 2005. Ljudkvalitet i natur- och kulturmiljöer. Stockholms tysta, gröna områden : ljudnivåer och inventering. Naturvårdsverket rapport 5441
- Naturvårdsverket, 2005. Ljudkvalitet i natur- och kulturmiljöer. Upplevd ljudmiljö i stadsnära grönområden och stadsparker. Naturvårdsverket rapport 5442
- Naturvårdsverket, 2005. Ljudkvalitet i natur- och kulturmiljöer. Djupintervjuer om ljudmiljöer i tätortsnära naturområden. Naturvårdsverket rapport 5443
- Naturvårdsverket, 2005. Ljudkvalitet i natur- och kulturmiljöer. Kartläggning av bullerfria områden inom Nynäshamns kommun. Naturvårdsverket rapport 5444
- Naturvårdsverkets Handbok för miljöövervakning. Befolkningsenkäter
- Vägverket, 2002. Bullerskyddsåtgärder – allmänna råd för Vägverket. Vägverket publikation 2001:88.
- Västra Götalandsregionens Miljömedicinska Centrum & Sahlgrenska akademien vid Göteborgs universitet, 2005. undersökning av hälsoeffekter av buller från vägtrafik, tåg och flyg i Lerums kommun. Göteborg.

Vibrationer

Litteratur och andra skrifter

- Banverket och Naturvårdsverket, 1997 redigerad 2006. Buller och vibrationer från spårburen linjetrafik – riktlinjer och tillämpning. Banverket diarienummer S02-4235/SA60
- Banverket, 2002. Effects of vibrations from railway traffic. PrognosVib, Delrapport 1. Banverket, Contract B01-1027/17
- Banverket, 2002. Omgivningsvibrationer från spårbunden trafik – Översyn av Banverkets Vibrationspolicy. PrognosVib, Delrapport 2. Banverket, Contract B01-1027/17
- Banverket, 2002. Rekommendationer för projektering – Vibrationsprognostisering och Åtgärder. PrognosVib, . Delrapport 3, Kontrakt B01-1027/17
- ISO 2631-1, 1997. Mechanical vibration and shock - Evaluation of human exposure to whole-body vibration. International Organization for Standardization, International Standard.
- ISO 2631-2, 1989. Evaluation of human exposure to whole-body vibrations, Part 2: Continuous and shock-induced vibration in buildings
- Vibration och stöt – Mätning av riktvärden för bedömning av komfort i byggnader. SS 460 48 61
- Muntliga källor**
- Evy Öhrström, Göteborgs universitet
- Karin Blidberg, Banverket
- Förslag till fördjupningslitteratur
- Vägverket, 2004. Miljökonsekvensbeskrivning inom vägsektorn del 3, Analys och bedömning. Vägverket publikation 2002:43
- Vibration och stöt – Riktvärden för sprängningsinducerade vibrationer i byggnader. SS 460 48 66

Magnetfält

Luftkvalitet

Litteratur och andra skrifter

Förordning (2001:527) om miljökvalitetsnormer för utomhusluft

Naturvårdsverket Nya miljökvalitetsnormer och delmål för miljökvalitetsmålet Frisk luft.
Rapport 2004:5357

Naturvårdsverket Samordnad kontroll av miljökvalitetsnormerna för utomhusluft
2004:5407

Vägverket och Naturvårdsverket, 2001. Handbok för vägtrafikens luftföroreningar.
Vägverket publikation 2001:128

Internet

Information om modellsystemet SIMAIR finns att hämta på: www.luftkvalitet.se

Råd kring val av mätstrategier, mätmetoder och mätinstrument finns att hämta på:
www.itm.su.se/reflab/index.html (Referenslaboratoriet för tätortsluft) .

Muntliga källor

Catharina Lindberg, Banverket

Martin Juneholm, Vägverket

Förslag till fördjupningslitteratur

Forsberg, B. et al. Comparative health impacts assessment of the local and regional
particulate air pollutants in Scandinavia. *Ambio* 2005:34(1):11-9

Forsberg, B. et al. 2003. Hälsokonsekvenser av ozon – en kvantifiering av det marknära
ozonets korttidseffekter på antalet sjukhusinläggningar och dödsfall i Sverige.
Umeå Universitet

Grundvatten

Litteratur och andra skrifter

Naturvårdsverkets Bedömningsgrunder för miljökvalitet. Grundvatten, rapport 4915
(Obs! Rapporten kommer revideras under 2006)

Naturvårdsverkets Handbok för miljöövervakning. Handledning för vattenförings-
bestämningar inom miljöövervakningen

Naturvårdsverkets Handbok för miljöövervakning. Ytvattenkemi

Naturvårdsverkets Handbok för miljöövervakning. Grundvattenkemi, strategier för
övervakning

Naturvårdsverkets Handbok för miljöövervakning. Hydrogeologi

Vägverket, 1996. MKB-GEO, Mark och vattenaspekter i miljökonsekvensbeskrivningar
för vägar, Vägverket publikation 1996:72

Vägverket, 2004. Miljökonsekvensbeskrivning inom vägsektorn del 3, Analys och
bedömning. Vägverket publikation 2002:43

Internet

Information om genomförandet av EU:s ramdirektiv för vatten finns att hämta på <http://www.vattenportalen.se>

Muntliga källor

Holger Torstensson, Alcontrol AB, Karlstad

Lena Ojala, SGU

Torbjörn Svenson, Vägverket

Förslag till fördjupningslitteratur

Vägverket, 1995. Yt- och grundvattenskydd, Vägverket publikation 1995:1

Vägverket, 1990. Mätning av grundvattennivå och portryck, Vägverket publikation 990:40

Socialstyrelsens allmänna råd om försiktighetsmått för dricksvatten SOSFS 2003:17

Statens livsmedelsverks föreskrifter om dricksvatten, SLVFS 2001:30 (M)

Sjöar och vattendrag**Litteratur och andra skrifter**

Förordning (2001:554) om miljö kvalitetsnormer för fisk- och musselvatten

Losjö K., 1991. Vattenföringsberäkningar med PULS-modellen. SMHI Hoh PM nr 116

Naturvårdsverkets Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Sjöar och vattendrag, rapport 4913 (Obs! Rapporten kommer revideras under 2006)

Naturvårdsverkets Handbok för miljöövervakning. Vattenkemi i sjöar

Naturvårdsverkets Handbok för miljöövervakning. Vattenkemi i vattendrag

Naturvårdsverkets Handbok för miljöövervakning. Provfiske i sjöar

Naturvårdsverkets Handbok för miljöövervakning. Elfiske i rinnande vatten

Naturvårdsverkets Handbok för miljöövervakning. Biotopkartering - vattendrag

Naturvårdsverkets Handbok för miljöövervakning. Bottenfauna i sjöars profundal och sublitoral

Naturvårdsverkets Handbok för miljöövervakning. Bottenfauna i sjöars litoral och vattendrag. Inventering och tidsserier

Naturvårdsverkets Handbok för miljöövervakning. Övervakning av stormusslor

Naturvårdsverkets Handbok för miljöövervakning. Handledning: Vattenföringsbestämningar inom miljöövervakningen

Vägverket, 2004. Väg dagvatten – råd och rekommendationer för val av miljöåtgärder.

Vägverket publikation 2004:195

Internet

Information om övervakning av svenska sjöar och vattendrag (Program för miljöövervakning) samt miljöövervakningsdata för sjöar och vattendrag finns att hämta på Institutionen för miljöanalys (SLU) hemsida <http://www.ma.slu.se>

Information om genomförandet av EU:s ramdirektiv för vatten finns att hämta på

<http://www.vattenportalen.se>

Muntliga källor

Björn Bergquist, Fiskeriverket

Holger Torstensson, Alcontrol AB, Karlstad

Jan Skoog, Banverket

Magnus Edström, SMHI

Mats Lindqvist, Vägverket

Stefan Löfgren, Institutionen för miljöanalys SLU

Sören Edfjäll, Vägverket

Torbjörn Svenson, Vägverket

Ulrika Lundin, Banverket

Förslag till fördjupningslitteratur

Naturvårdsverket, 1985. Recipientkontroll vatten, Metodunderlag. Avsnitt 4. Vattenkemi. SNV Rapport 3075

Naturvårdsverket, 1986. Recipientkontroll vatten. SNV Allmänna Råd 86:3

Naturvårdsverket, 1986. Recipientkontroll Vatten, Del 1, Undersökningsmetoder för basprogram. SNV Rapport 3108

Naturvårdsverket, 2001. System Aqua. Naturvårdsverket rapport 5157.

SS-EN 27 828 Vattenundersökningar – Metoder för biologisk provtagning av bottenfauna med handhåv. Fastställd 1994-06-23

SS 028190 Vattenundersökningar - Provtagning med Ekmanhämtare av bottenfauna på mjukbottnar. – Stockholm : SIS, 1986. (Svensk standard ; SS 028190)

Vägverket, 2001. Dagvattenbelastning på sjöar och vattendrag i förhållande till andra föroreningskällor,

Vägverket publikation 2001:114

Vägverket, 2003. Vägdikenas funktion och utformning - En beskrivning av multifunktionella diken. Vägverket publikation 2003:103

Vägverket, 2003. Vägdagvattendammar – en undersökning av funktion och reningseffekt. Vägverket publikation 2003:188

Landskap och visuella aspekter

Litteratur och andra skrifter

Schibbye B. och Pålstam Y., 2001. Landskap i fokus: utvärdering av metoder för landskapsanalys. Stockholm: Riksantikvarieämbetets förlag

Internet

Europeiska landskapskonventionen. Information om landskapskonventionen finns att hämta på: http://www.coe.int/T/E/Cultural_Co-operation/Environment/Landscape/

Förslag till fördjupningslitteratur

Schibbye, B., 2005. Karaktärsanalys av landskap – metodbeskrivning. Remissversion. Vägverket publikation 2005:20

Vägverket, 2004. Landskapsbildens historiska dimension Metod för identifiering av det historiska innehållet i dagens landskapsbild. Vägverket publikation 2004:39

Naturmiljö

Fauna

Litteratur och andra skrifter

Cederlund, G et. al., 1998. Projekt Höga Kusten. Grimsö forskningsstation, institutionen för naturvårdsbiologi SLU. Opublicerad rapport.

Gärdenfors U. et. al., 2002. Hundraelva nordiska evertebrater: handledning för övervakning av rödlistade smakryp. Nord 2002:3. Nordiska Ministerrådet och Artdatabanken, Uppsala.

Helldin, J-O et. al., 2002. Projekt Riksväg 3. Grimsö forskningsstation, institutionen för naturvårdsbiologi SLU. Opublicerad rapport.

Iuell, B et al., 2003. Habitat fragmentation due to transportation infrastructure, Cost 341., Bryssel

Naturvårdsverket 2003. Hanbok för miljöövervakning

Pehrson Å., 2004. Spillningsinventering. Sid 3-8 i Skogsvilt 3: Vilt och landskap i förändring. Red: Jansson G, Seiler C, Andrén H. Grimsö forskningsstation, SLU, Riddarhyttan

Statens Naturvårdsverk, 1979, Biologiska Inventeringsnormer Däggdjur, Solna

Vägverket, 2002. Inventering av konfliktpunkter mellan groddjur och vägar respektive uttrar och vägar i Region Mälardalen. Vägverket publikation 2002:167

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

Vägverket, 2001. Landskapsekologiska effekter på ryggradslösa djur av vägar och järnvägar. Vägverket publikation 2001:56

Internet

SES-gruppens (trafikSäkerhet och Eftersök i Samverkan) statistik om större vilt och olyckor finns att hämta på: www.sesgruppen.se

Muntliga källor

Anders Sjölund, Vägverket

Jan Skoog, Banverket

Jan-Olof Helldin, CBM (Centrum för biologisk mångfald)Kajsa Lindström, Vägverket

Karl-Olof Bergman, Linköpings Universitet

Ulrika Lundin, Banverket

Fåglar

- Bibby, C. J. et. al., 1992. Bird Census Techniques. Academic Press, London
- Naturvårdsverkets Handbok för miljöövervakning. Fåglar - Förenklad revirkartering för jordbruksmark samt Revirkartering generell metod
- Svensson, S. 1975.Handledning för svenska häckfågeltaxeringar. Lunds universitet, Zoologiska institutionen
- Statens naturvårdsverk, 1978. Biologiska inventeringsnormer. Fåglar
- Svensson, S. 1978. Förenklad revirkarteringsmetod för inventering av fåglar på myrar och mossar. Vår fågelvärld 37:9-18

Flora

Litteratur och andra skrifter

- Statens Naturvårdsverk, 1986, Biologiska inventeringsnormer, Vegetation. Naturvårdsverket Rapport 3278
- Vägverket, 1999. Vägkantsfloran. Vägverket publikation 1999:40

Muntliga källor

- Anders Sjölund, Vägverket

Förslag till fördjupningslitteratur

- Antonson, H et. al., 2003. Bedömning av skada på bevarandeintressen. En metodutveckling. VTI meddelande 937
- Hammar, G. 1999. Effektiviteten hos olika typer av faunapassager avsedda för utter (Lutra lutra). Rapport 1999:1. Norrtälje Naturvårdsfond. Norrtälje
- Naturvårdsverket, 2005. Allmänna råd om påtaglig skada (till 3 kap. 6 § 2 stycket miljöbalken), NFS 2005:17
- Naturvårdsverket, 2005. Riksintresse för naturvård och friluftsliv – Handbok med allmänna råd för tillämpningen av 3 kap. 6 § miljöbalken. Naturvårdsverket handbok 2005:5
- Oxford Brookes University, 2001. Metodik för bedömningar enligt art. 6.3 – 6.4 i habitatdirektivet. Artikel 6(3) och Artikel 6(4) i Direktiv 92/43/EEG. Bedömning av planer och projekt som på ett betydande sätt kan påverka Natura 2000-områden. Icke obligatorisk metodisk vägledning. Oxford. Naturvårdsverkets översättning 2002
- Vägverket, 2004. Miljökonsekvensbeskrivning inom vägsektorn del 3, Analys och bedömning. Vägverket publikation 2002:43
- Vägverket, 2005. Nationella mål och kriterier för natur och kulturmiljö kvalitet i vägtransportsystemet publikation. Vägverket 2005:18
- Vägverket, 2005. Att arbeta med natur och kulturmiljö kvalitet i vägtransportsystemet. Vägverket publikation 2005:19

Friluftsliv

Litteratur och andra skrifter

Naturvårdsverket, Vägverket och Banverket, 2001. Konsekvenser för friluftsliv. Naturvårdsverket rapport 5166

Förslag till fördjupningslitteratur

Länsstyrelsen i Stockholms län, 2003. Besökare i naturreservat – metodstudie och resultat av en enkätundersökning i Stockholm län 2002. Rapport 2003:10

Länsstyrelsen i Stockholms län, 2004. Så använder vi naturreservaten. Rapport 2004:23

Naturvårdsverket, 2005. Räkna friluftslivet : en vägledning i användningen av elektronisk radoräknare Radio Beam. Naturvårdsverket rapport, ISBN 91-620-8211-6

Naturvårdsverkets Handbok för miljöövervakning. Befolkningsenkäter

Regionplane- och trafikkontoret i Stockholm, 2001. Upplevelsevärden, sociala kvaliteter i den regionala grönstrukturen, rapport 4

Kulturmiljö

Litteratur och andra skrifter

Fast, T. och Philipson, A. 2002. Landskapets historiska dimension – fallstudie Ostlänken genom Sörmland. Utgiven av Kulturgeografiska institutionen på Stockholm Universitet

Fast, T. och Philipson, A. 2002. Före och efter – en utvärdering av kulturmiljövärden vid några större vägprojekt. Kulturgeografiska institutionen, Stockholm Universitet. Opublicerad rapport

Riksantikvarieämbetet, 2004. Miljökonsekvensbeskrivningar med kulturvärde Rapport från Riksantikvarieämbetet 2004:10

Vägverket, 2005. Nationella mål och kriterier för natur och kulturmiljökvalitet i vägtransportssystemet publikation. Vägverket 2005:18

Vägverket, 2005. Att arbeta med natur och kulturmiljökvalitet i vägtransportssystemet. Vägverket publikation 2005:19

Muntliga källor

Ann Philipsson, Akt Landskap, Stockholm

Maria Hallesjö, Vägverket

Michael Frisk, Vägverket

Therese Fast, Akt Landskap, Stockholm

Indirekta och kumulativa effekter

Litteratur och andra skrifter

Council on Environmental Quality, 1997. Considering Cumulative Effects Under the National Environmental Policy Act: 59 + appendices.

European Commission, 2001. Guidelines for the Assessment of Indirect and Cumulative Impacts as well as Impact Interactions. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities: 169 pp.

