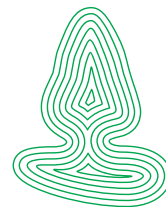


Oppdragsrapport
fra Skog og landskap

14/2010



**PÅVIRKNING PÅ BIOLOGISK
MANGFOLD FRA VEGER OG
VEGTRAFIKK**

skog+
landskap

NORSK INSTITUTT FOR
SKOG OG LANDSKAP

Forprosjekt

Karl H. Thunes, Harald Bratli, Bernt-Håvard Øyen



PÅVIRKNING PÅ BIOLOGISK MANGFOLD FRA VEGER OG VEGTRAFIKK -FORPROSJEKT

Karl H. Thunes, Harald Bratli, Bernt-Håvard Øyen

Omslagsfoto:

Vegkant med dagfiol (*Hesperis matronalis*), Fotograf: Harald Bratli, Skog og landskap

[Norsk institutt for skog og landskap, Pb 115, NO-1431 Ås](#)

SAMMENDRAG

Denne rapporten sammenfatter det meste av den informasjon som er tilgjengelig om påvirkninger fra veganlegg og vegtrafikk på biologisk mangfold på karplanter, epifyttiske moser og lav, og virvelløse dyr som kan relateres til norske forhold. Undersøkelser på vilt og fugl er ikke tatt med her; heller ikke undersøkelser som omhandler bruk av salt. Den dekker litteratur som daterer seg tilbake til 1930 og har hentet informasjon både fra vitenskapelige artikler og oppdragsrapporter.

Av vel hundre arbeider som spesifikt behandler disse organismenes respons på veger og vegtrafikk, er det bare 17 som undersøker norske forhold (§3.). Vinkling og kvalitet på undersøkelsene varierer fra å nevne en art som sårbar i forbindelse med vegbygging til godt definerte vitenskapelige arbeider. Det begrensede antallet undersøkelser, i Norge og ellers, forteller at kunnskapsmangelen er meget stor innen dette temaet, spesielt for virvelløse dyr og moser (§§4,5 og 6).



Statens vegvesen

For karplanter, trær og lav gir de eksisterende arbeidene hovedsaklig et verdifullt bidrag til kunnskap om hvilke effekter nitrogenutslipp og akkumulering av tungmetaller kan ha på næringskjeder og videre, hvilken sammenheng en slik akkumulasjon har med vegtrafikk.

Betydningen av vegkanter for biologisk mangfold er et annet tema som berøres i mange arbeider. Vegkanter er ofte gresskledd og blir skjøttet, og således representerer et engliknende habitat. Kulturenger er i tilbakegang i Norge slik at vegkanter således kan være et positivt bidrag for å opprettholde populasjoner av arter som er spesifikke kulturengsarter.

Habitatødeleggelse/arealtap er den største trusselen mot biologisk mangfold. Etablering av veganlegg legger nødvendigvis beslag på arealer på samme måte som alle andre fysiske endringer i landskapet, i tillegg til at slike inngrep medfører en risiko i forhold til erosjon, ras og sedimentering/større hydrologiske endringer.

Et annen moment i litteraturen omhandler langtidspåvirkning av vegtrafikk på organismer og biologisk mangfold. Trafikk medfører forurensing av vann og luft, samt mer støy og økte støvmengder. Slik forurensing er korrelert med trafikkmengde, og de negative effektene kan påvises over større avstander avhengig av fysiske og lokalklimatiske forhold. Ulempene kan imidlertid begrenses ved at vegene anlegges, bygges og vedlikeholdes på en slik måte at utslipp, for eksempel avrenning, styres til et ønsket deponi.

I gjennomgangen har vi tatt utgangspunkt i påvirkningsfaktorer som allerede er definert (§7.) og gjort en vurdering av disse opp mot de undersøkte organismegruppene (§§8 og 9.). Denne vurderingen og gjennomgangen av kunnskapsnivået viser at det er nødvendig med økt innsats for å høyne kompetansen, både innen academia og i forvaltningen. Det er derfor presentert en del veiledende skisser til mulige forskningsprosjekter (§10.).

Separat fra denne rapporten, er det bygget en litteraturliteatase (§11.) som omfatter all litteraturen som er referert her i tillegg til en mengde relevant litteratur av mer generell karakter.

INNHold

1. Bakgrunn.....	1
1.1. Kunnskap	1
1.2. Leveranser.....	1
2. Forberedende arbeider.....	2
3. Metodikk.....	2
3.1. Valg av organismegrupper.....	2
3.2. Datainnhenting.....	2
3.3. Temaer som er vurdert.....	3
3.4. Litteraturliste.....	4
4. Eksisterende kunnskapsnivå.....	4
4.1. Karplanter.....	5
4.2. Moser.....	6
4.3. Epifyttiske lav.....	7
4.4. Trær.....	8
4.5. Virvelløse dyr.....	9
4.6. Manglende kunnskap.....	10
5. Tilleggskunnskap.....	11
5.1. Trær.....	11
5.2. Karplanter.....	11
5.3. Epifyttiske lav.....	12
5.4. Moser.....	12
5.5. Virvelløse dyr.....	12
5.6. Nøkkelarter og nøkkelhabitater.....	12
6. Oppsummering kunnskapsgjennomgang.....	12
7. Påvirkningsfaktorer.....	13
7.1. Planter, epifyttiske lav og moser.....	13
7.2. Virvelløse dyr.....	17
7.3. Andre påvirkningsfaktorer.....	19
8. Vurdering av påvirkningsfaktorer.....	19
8.1. Påvirkning på de abiotiske komponentene i økosystemet.....	20
8.2. Påvirkning på de biotiske komponentene i økosystemet.....	21
8.3. Økologiske effekter av vegnett.....	22
8.4. Konfliktvurdering.....	23
9. Faglige vurderinger.....	24
9.1. Veg og veganleggs påvirkninger.....	24
9.2. Typer tiltak.....	24
10. Forslag til forskningsprosjekter.....	25
10.1. Kortsiktige prosjekter.....	25
10.2. Langsiktige prosjekter.....	29
11. Litteraturliste.....	37
11.1. Beskrivelse.....	37
11.2. Veiledning.....	38
12. Referanser.....	41
13. Vedlegg.....	49

1. BAKGRUNN

Statens vegvesen inviterte på forsommeren 2009 et antall institusjoner til å levere tilbud på å gjennomføre prosjektet "Påvirkning på biologisk mangfold fra veger og vegtrafikk – Forprosjekt". Etter anbudsrunderen fikk Norsk institutt for skog og landskap (Skog og landskap) tildelt prosjektet. I kravspesifikasjonen heter det at prosjektet skal:

- "Systematisere eksisterende kunnskap om hvordan og i hvilket omfang utbygging, drift og vedlikehold av veger og tilhørende vegtrafikk påvirker det biologiske mangfoldet", og
- "skissere konkrete forsknings- og utredningsoppgaver som kan forbedre kunnskapen omkring veger/vegtrafikkens påvirkning av det biologiske mangfoldet, og som kan gjennomføres i forskningsprosjektet."

Forprosjektet er satt i gang for å øke kunnskapsnivået i Statens vegvesen, Region sør i forhold til påvirkning av veger og vegtrafikk på biologisk mangfold utover den kunnskapen man allerede kjenner, jfr. tidligere arbeider som omhandler forhold til påvirkninger på vilt samt konsekvenser av bruk av salt (Salt SMART). Videre begrunnelser ligger som føringer i Nasjonal Transportplan 2010-2019 om å rapportere på antall utbedrede konflikter mellom vegnettet og registrerte naturområder (naturtypeområder, viltområder, verneområder etc) samt et generelt ønske om et bedre kunnskapsgrunnlag i konsekvensutredninger for bedre treffsikkerheten i dem.

Det foreligger en rekke påvirkningsfaktorer fra veger og vegtrafikk som er definert i tidligere og pågående arbeider. Prosjektet skulle ta utgangspunkt i disse og skulle supplere/komplettere samt systematisere eksisterende informasjon. Videre skulle prosjektet identifisere eventuelt andre påvirkningsfaktorer som er viktige for de valgte artsgruppene. Som sluttprodukt skulle prosjektet skissere for Statens vegvesen et antall forskningsprosjekter som vil bidra til å tette kunnskapshull, og som vil være direkte anvendbare for Statens vegvesen i planlegging, bygging og drift av veger og som samtidig tar hensyn til biologisk mangfold.

Skog og landskap har i denne utredningen ikke vurdert påvirkninger som et resultat av bruk av salt.

Kunnskap og leveranser som omfattes av denne utredningen er som følger:

1.1. Kunnskap

- Eksisterende kunnskap om påvirkning på biologisk mangfold fra veger og vegtrafikk komplementeres, basert på de valgte artsgruppene, karplanter, epifyttiske moser og lav, virvelløse dyr og trær.
- Ny, hittil ukjent informasjon er fremskaffet. Denne informasjonen er hovedsakelig basert på studier fra andre land, men med lignende klimatiske forhold som i Norge. Unntaksvis henvises det også til litteratur fra andre områder enn som beskrevet over, i tilfeller hvor det vurderes som relevant.
- Allerede kjente påvirkningsfaktorer er vurdert i forhold til organismegruppene. Videre er nye, særskilte påvirkningsfaktorer for de samme organismegruppene vurdert.
- Hvor mulig, er det gitt forslag om tekniske justeringer i forhold til hvordan nye veganlegg kan etableres for å minimere påvirkningen på det biologiske mangfoldet.

1.2. Leveranser

- Analyser og vurderinger i henhold til kravspesifikasjonen.
- Referanseliste presentert på tradisjonell måte som en del av rapporten. Videre leveres en database av den samme litteraturen og annen relevant litteratur som ikke er sitert, som en EndNote databasefil.
- Faglige prosjektskisser for kortsiktige og langsiktige prosjekter. Disse inneholder ressurs- og kompetansebehov samt budsjettskisser over arbeidskraft og forslag til aktivitetsplaner for de prosjekter hvor det er relevant.

2. FORBEREDENDE ARBEIDER

Prosjektet ble innledet med et møte mellom Frode Bye Nordang og Arne Heggland ved Statens Vegvesen, og Karl H. Thunes ved Skog og landskap den 02. Juli, 2009. Bakgrunnen for prosjektet ble gjennomgått og presiseringer i forhold til forventede resultater ble presentert. Møtereferat er lagt ved som vedlegg til rapporten (§13).

Arbeidsoppgavene ble fordelt mellom tre ansatte ved Skog og Landskap, eksperter på hhv 1) trær, 2) moser, karplanter og lav, samt 3) insekter og andre virvelløse dyr. Disse arbeidet selvstendig og parallelt med oppgavene, noe som medførte en del overlapp i fremskaffet kildemateriale.

3. METODIKK

Bibliotek tjenester tilgjengelig ved Skog og landskap samt utstrakt bruk av søkemotorer på internett dannet grunnlaget for innhenting av kildemateriale. I forhold til arbeider som bearbeider temaet i forhold til vilt og andre vertebrater, er mengden litteratur som er tilgjengelig for de valgte gruppene forsvinnende liten.

3.1. Valg av organismegrupper

Trær, karplanter, epifyttiske moser og lav samt virvelløse dyr (hovedsakelig insekter) er grupper som hittil ikke er vurdert helhetlig i forhold til påvirkning fra veier og vegtrafikk i Norge. Til sammen utgjør disse gruppene en vesentlig del av den norske fauna og flora. Av insekter alene, regner man med at det finnes om lag 25-30.000 arter i Norge. Tilsvarende anslag for de andre gruppene er omtrent 3.150 for karplanter, hvorav ca 1.500 er vurdert som hjemlige i Norge og rundt 700 som innførte planter med stabile forekomster, nærmere 2.000 for lav, drøyt 1.050 for moser og lav, og 40 for trær¹. Det er naturligvis en umulig oppgave å vurdere påvirkning av veier og vegtrafikk for alle disse, da man ikke en gang vet sikkert hvor mange arter man har, lang mindre kjenner deres utbredelse og økologi. Basert på litteraturgjennomgangen og annen kunnskap som ble fremskaffet valgte vi derfor de arter og artsgrupper hvor det eksisterer konkrete studier på konsekvenser for arten(e) av trafikk eller veganlegg. Veldig få slike studier er gjort i Norge, og vi måtte derfor basere oss på arbeider fra andre geografiske områder, hovedsakelig fra Nord Amerika, Mellom-Europa og de øvrige skandinaviske land. Artene som er studert i disse arbeidene er som oftest arter vi ikke har i Norge. Vi har derfor forsøkt å overføre kunnskapen til norske forhold basert på hvilken artsgruppe de tilhører, samt benytte geografiske og klimatiske likheter som indikatorer.

3.2. Datainnhenting

Data ble innhentet ved å bruke søkemotorer på internett, litteraturbaser over vitenskapelig litteratur og andre bibliotek tjenester ved Skog og landskap. En viktig kilde til eldre litteratur var referanselister i nyere artikler. ISI-basen og Silverplatter er to omfattende litteraturbaser over vitenskapelige artikler, hvor medarbeidere ved Skog og landskap kan laste direkte ned mange av de søkte artiklene. BIBSYS inneholder hovedsakelig norskspråklige populærvitenskaplige artikler, rapporter og oppgaver, samt internasjonale fagbøker som finnes ved norske biblioteker. Informasjon ble også innhentet fra Statens vegvesens bibliotek. Filtrering av artiklene ble gjort ved å søke på egnete nøkkelord og kombinasjoner av disse som for eksempel:

<traffic / trafikk>
<transport corridor / transportnett>
<biodiversity / biodiversitet>
<road, roads / veier, veier>
<road verge / veikant, vegkant>
<insects / insekter>
<invertebrates / invertebrater>
<vegetation / vegetasjon>
<plants / planter>
<epiphytes / epifytter>

<moss, mosses / moser>
 <lichens / lav>
 <red-listed species / rødlistede arter>
 <temperate / temperert>
 <Europe / Europa>

Under følger en geografisk oversikt over hvor mange artikler som ble fremskaffet fra ulike geografiske regioner og hvor temaet omhandler effekter av vegbygging og trafikk på biologisk mangfold av de gruppene som bearbeides i denne rapporten. Referanselisten og databasen er vesentlig større enn det som vises i tabellen fordi det refereres til publikasjoner utover det som konkret handler om veger og vegtrafikk. Kartlegginger og konsekvensutredninger er med noen få unntak heller ikke med i tabellen under.

Land / område	Antall arbeider	Referanser – gruppe behandlet
Australia	4	^{2 3 4 5} – karplanter og maur
Belgia	1	⁶ – karplanter
Canada	2	^{7 8} – virvelløse dyr, karplanter
Danmark	2	^{9 10} – karplanter
Europa	1	¹¹ – generelt
Finland	7	^{12 13 14 15 16 17 18} – sommerfugler, karplanter
Frankrike	2	^{19 20} – lav
Italia	5	^{21 22 23 24 25} – moser og lav
Japan	1	²⁶ – <i>Rhododendron</i>
Kina	1	²⁷ – karplanter
Nederland	4	^{28 29 30 31} – biller, edderkopper, lav
New Zealand	1	³² – karplanter
Norge	17	^{33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44,45 46 47 48 49} – trær, karplanter, moser, lav
Polen	2	^{50 51} – karplanter, akvatiske planter
Portugal	1	⁵² – generelt
Spania	5	^{53 54 55 56 57} – lav, karplanter og trær
Storbritannia	13	^{58 59 60 61 62 63 64 65,66 67 68 69 70} – alle grupper
Sveits	2	^{71 72} – trær, karplanter
Sverige	6	^{73 74 75 76 77 78} – trær, karplanter, lav, generelt
Tsjekkia	1	⁷⁹ – karplanter
Tyrkia	1	⁸⁰ – moser
Tyskland	7	^{81 82 83 84 85 86 87} – barskog, karplanter, virvelløse dyr
USA	11	^{88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98} – virvelløse dyr, karplanter, generelt
Østerrike	1	⁹⁹ – moser
Uspesifisert	4	^{100 101 102 103} – trær, flere, generelt

En del litteratur av mer generell og teoretisk karakter ble benyttet (se 'flere' og 'generelt' i tabellen over)

3.3. Temaer som er vurdert

Vi har i vurderingen holdt oss til de tema som er gitt i kravspesifikasjonen. Det vil si at vi ikke har vurdert konsekvenser av veger og vegtrafikk på vilt, eller konsekvenser ved bruk av saltstrøing. Ingen vertebrater (pattedyr, fugler, fisk eller krypdyr) er vurdert. Videre har vi bare unntaksvis vurdert akvatiske eller marin fauna og flora. Imidlertid, mange påvirkningsfaktorer er felles for alle organismer slik at en del litteratur av en mer generell karakter, dvs. mer teoretiske arbeider som ikke omhandler enkelte grupper, er tatt med i betraktningen og blitt vurdert i forhold til de artsgruppene som er behandlet.

3.3.1. PÅVIRKNINGSFAKTORER

Følgende påvirkningsfaktorer er allerede identifisert i tidligere arbeider for Statens Vegvesen:

1. Arealbeslag
2. *Barriere for dyrs bevegelse
3. Fragmentering

4. *Visuell forstyrrelse
5. Støy
6. Klimatiske og økologiske kanteffekter
7. Endrede grunnvanns- og dreneringsforhold
8. Forurensing av vann og grunn, sprutskader på vegetasjon
9. Luftforurensing
10. *Påkjørsler / økt dødelighet
11. Introduksjon og spredning av uønskede arter

(Punktene merket med * er ikke vurdert slik de er definert, da de hovedsakelig er gjeldende for vilt.)

Vi har utvidet påvirkningsfaktor 6 til å inkludere kanters effekt på økosystemet. Videre har vi utvidet påvirkningsfaktor 11 til også å omfatte skadegjørere og karantenerter innenfor gruppen fremmede arter. Vi har også inkludert et sett påvirkningsfaktorer utover de som er nevnt over. De blir behandlet separat under.

12. Støv og sand
13. Kunstig belysning
14. Revegetering

3.4. Litteraturliste

Alle artikler er lagt inn i EndNote. Foruten søkeordene som er angitt i artiklene har vi lagt inn tematiske søkeord så konsistent som mulig. Videre, for artikler som er lastet ned som elektroniske filer (pdf, ppt og doc), er sammendraget inkludert. Se også §11

4. EKSISTERENDE KUNNSKAPSNIVÅ

Kunnskapsnivået i Norge for de valgte grupper er i all hovedsak dårlig når det gjelder konsekvensanalyser av vegbygging og vegtrafikk. Imidlertid, pålagte konsekvensutredninger samt kartleggingsarbeid i forkant av vegbyggingssjekter har vært gjennomført de siste 40 årene, så man kan hevde det er innsamlet en god del informasjon om artsforekomster og det foreligger artslistene. Gjennom skoglige registreringer bl.a. gjennom Miljøregistrering i Skog og naturtypekartlegging¹⁰⁴ har man også frembrakt kunnskap om artenes fordeling i landskapet.

Kartlegging av flora og vegetasjon langs veger i regi av Statens vegvesen ble satt i gang på 1990-tallet, da Olav Gjærevoll undersøkte en rekke vegstrekninger^{105, 106, 107}. Senere er det foretatt grundigere kartlegging langs veger i Sogn og Fjordane¹⁰⁸ og Østfold¹⁰⁹. Generelt foregår det også mye kartlegging i forbindelse med konsekvensutredninger og kommunal naturtypekartlegging¹⁰⁴, videreført gjennom nasjonalt program for kartlegging og overvåking. Viktige naturtyper beskrevet i Direktoratet for naturforvaltnings håndbok for naturtypekartlegging¹⁰⁴, som er særlig relevante langs veger, er artsrike vegkanter, store gamle trær, og parklandskap (der alléer kan inngå). Fokuset er ikke like sterkt på kulturmarkstyper og småbiotoper, havstrand, beiteskog og hagemarksskog. En rekke vegkantforekomster av interessante karplanter er samlet av botanikere og deponert ved de offentlige herbariene opp gjennom årene, men ingen systematisk gjennomgang foreligger, så vidt vi kjenner til. Mange av disse artene er i dag rødlistede.

For virvelløse dyr er kunnskapen generelt svært mangelfull bortsett fra noen signalgrupper som for eksempel øyenstikkere, biller og dagsommerfugler. Det skyldes i hovedsak mangel på faunistiske undersøkelser for disse gruppene.

Undersøkelsene som er gjennomgått viser at særlig nitrogenutslipp og annen forurensing knyttet til vegtrafikk har effekter på plante- og dyreliv. I hvilken grad dette gjelder i Norge, der trafikkmengde, klimaforhold med mer avviker fra forholdene lenger sør i Europa er uvisst. Likevel synes det å være en grunn til å undersøke dette nærmere. En bør også klarlegge hvilke naturtyper som er mest sårbare. Det kan også være geografiske forskjeller, der akkumulering av langtransporterte N-forbindelser kan samvirke sammen med lokale kilder. Særlige og især

sørvestlige deler av Norge er mest utsatt¹¹⁰. Videre bør en vurdere i hvilken grad akkumulasjon av nitrogen over tid spiller en rolle.

Systematiske og langsiktige forsøk knyttet til skogbehandling i kantsoner inn mot veger og veganlegg i Norge mangler. Det er således vanskelig å klarlegge for eksempel effekter av samspill mellom skjøtselstiltak og effekter fra vegtrafikk på vegetasjon og ulike artsgrupper.

Det foreligger enkelte undersøkelser om effekter av forurensing på lav fra Norge, men ingen er så vidt vi kjenner til spesielt rettet mot veger og trafikk. Fra utlandet foreligger flere undersøkelser som indikerer at epifytter påvirkes, og det er allment kjent at lav reagerer negativt på luftforurensing. Kunnskapen om dette under norske forhold er mangelfull. Store gamle edelløvtrær langs veger er viktige habitater for mange lavarter og dette miljøet har derfor tiltrukket seg lavinteresserte. En rekke funn ligger i norske herbarier, blant annet en del rødlistede arter. Det er imidlertid ikke foretatt noen systematisk gjennomgang og aktuell status for mange arter er ukjent.

4.1. Karplanter

Generelt er kunnskap om karplanters utbredelse god i Norge på overordnet nivå, men også for denne artsgruppen er det mye å hente. Ny kunnskap tilføres stadig, blant annet gjennom ulike kartleggingsprogram i statlig eller kommunal regi og i ulike sektorer. Nye arter for Norge oppdages og gjenfunn av arter som ikke er sett på mange år skjer forholdsvis regelmessig. Kunnskapen er best for godt kjente og lett identifiserbare artsgrupper, men en del vanskelige og lite samlede artsgrupper er helt klart mangelfullt kjent. Når det gjelder mer detaljert kunnskap om aktuelle lokaliteter, avgrensinger i terrenget og status for arter på gamle lokaliteter er imidlertid kunnskapen mangelfull. Det samme gjelder i høy grad artenes respons lang økologiske variabler og ulike påvirkninger.

Det godt kjent at veger fungerer som spredningskorridorer for fremmede arter og at forstyrrede habitater på vegskuldre og lignende steder er viktige levesteder. Salting fremmer også spredning av salttolerante arter langs vegnettet. Statens Vegvesen er opptatt av denne problematikken og har igangsatt prosjekter og man arbeider med å få bekjempelse med i funksjonskontrakter.

Spredning og økologiske konsekvenser av introduserte arter langs vegnettet er studert i flere utenlandske undersøkelser^{6,68,72,83,97}, men vi kjenner pr. i dag ikke til vitenskapelige studier av dette i Norge. Detaljert kartlegging av forekomster er mangelfull, og det er behov for å undersøke nærmere i hvilken grad fremmede arter utgjør en trussel for stedegent biologisk mangfold, og bekjempelsesstrategier. Flere av de mest problematiske fremmede planter i Norge er behandlet av Elven & Fremstad^{111, 112}, Fremstad^{113, 114} og Fremstad & Elven^{115, 116}. Artsdatabanken har også gitt ut flere faktaark^{117, 118, 119, 120, 121, 122, 123}.

Angold⁶⁵ undersøkte effekter på heivegetasjon i Storbritannia langs gradienter fra vegkant og ut til 200 m fra vegkanten. Heivegetasjon består oftest en næringsfattige typer som derfor er utsatt for eutrofiering som følge av nitrogentilførsel fra vegtrafikk. Nedgang av røsslyng, moser og lav, samt økt dekning av gressarter som for eksempel blåtopp (*Molinia caerulea*) er antatte effekter av eutrofiering. Man fant økt vekst av særlig røsslyng og gress (blåtopp) nær vegkant, mens lav avtok i mengde nær veg og dette mønsteret ble relatert til økt nitrogentilførsel⁶⁵. Effekten var korrelert med trafikkmengde på vegen, og effekter var mulig å spore opp mot 200 m fra vegkanten. Truscott m.fl.⁶⁷ fant avtagende konsentrasjoner av NO_x og NH₃ med økende avstand fra veg i Skottland. De fant også at Ellenbergs indikatorverdier for næring avtok med økende avstand fra vegkanten, men kunne ikke dokumentere entydige sammenhenger mellom nitrogen-tilførsel og Ellenberg-næringsverdier. Langs motorveger ved München i Tyskland fant Bernhard-Römermann m. fl.⁸¹ effekter på vegetasjonen opp til 230 m bort fra vegen. Vindretningen spilte også en rolle slik at lokaliteter med vindretningen var mest utsatt. De fant økende dekning av nitrogenkrevende arter som bringebær (*Rubus idaeus*) nærmest vegkantene og relaterte dette til nitrogentilførsel fra vegtrafikken.

Det foreligger noen studier av karplanter og vegetasjon som omfatter vegkanter i Norge. Fra Trøndelag foreligger en undersøkelse av vegkanter³⁹, mens Hamre & Austad⁴⁰ undersøkte vegkanter i Sogn og Fjordane. Bratli m.fl.⁴⁹ undersøkte karplantensammensetning i en rekke

semi-naturlige habitater, deriblant også vegkanter av ulik kategori på Østlandet. Undersøkelsen til Norderhaug m.fl.⁴¹ omfatter også vegkanter.

Utenfor Norge finnes en god del undersøkelser av vegkantvegetasjon. I Sverige, Finland og Danmark er vegkanter blant annet undersøkt av Hansen & Jensen⁹, Milberg & Persson⁷⁶, Tikka m.fl.^{13,16} Cousins⁷⁷, Jantunen m.fl.^{14,15}.

Jantunen m.fl. undersøkte engvegetasjon langs veger med ulik trafikk tetthet og størrelse, og sammenlignet vegkantvegetasjon med andre semi-naturlige kanttyper og enger¹⁴. Vegkantene i undersøkelsen var generelt fattigere enn semi-naturlige enger og dette ble forklart med at vegkantene var etablert kort tid tilbake, av forstyrrelse fra vedlikehold, samt intensiv skjøtsel (med kantslått to ganger årlig). Imidlertid fantes også artsrike vegkanter, særlig på veletablerte vegkanter og på næringsfattig mark. Størrelsen på vegen syntes ikke å ha stor betydning for forekomst av engarter i deres undersøkelse. De fant også at forskjell mellom engpregete vegkanter og andre semi-naturlige enger ikke var så stor som for eksempel Tikka m.fl.¹⁶ og Norderhaug m.fl.⁴¹ fant. Norderhaug m.fl.⁴¹ fant at vegkanter, særlig langs større veger, ikke kunne oppvise samme artsrikdom som slåttenger, selv om også vegkanter langs mindre veger kunne være artsrike.

Tikka m.fl.¹⁶ undersøkte også i hvilken grad veg- og jernbanekanter og semi-naturlig engvegetasjon var sammenlignbare med hensyn til artsantall og artssammensetning. Det totale artsantallet var oftest høyere i vegkanter enn i semi-naturlig eng, men dersom man sammenlignet antallet engarter var vegkantene artsfattigere. Tikka m.fl.¹⁶ konkluderte med at vegkantene i deres undersøkelse ikke kunne sammenlignes med semi-naturlige enger, men at forekomster med engarter i vegkanter kunne framelskes ved riktig skjøtsel.

Huhta & Rautio¹⁷ undersøkte effekter av kantslått på bakkesøte (*Gentianella campestris*). Man fant ingen forskjell mellom planter som var slått kontra de som ikke var slått med hensyn til reproduksjon. Vegkanter kan derfor fungere som erstatningsbiotop for bakkesøte, dersom skjøtsel foregår på riktig måte. Bakkesøte er oppført på den norske rødlista som nær truet. Jantunen et al.¹⁵ fant at slått en gang årlig i august ga bedre resultat på blomstring og frøproduksjon. Imidlertid ble det også hevdet at slått to ganger årlig kan være en fornuftig tiltak i nyetablerte vegkanter og kanter på næringsrik mark¹⁵. Lokalt tilpasset skjøtsel ble ansett som viktig.

Parr & Way⁵⁸ undersøkte effekter av skjøtsel på vegkantvegetasjon i Storbritannia. 11 ulike skjøtelsesregimer ble utført. Tidspunkt for slått, slåttefrekvens, redskapstype og slått med eller uten fjerning av plantemateriale ble testet ut. Artsantallet ble ikke påvirket av type redskap eller tidspunkt for slått i juni eller juli, når slåtten ble utført en gang årlig. Økende slåttefrekvens førte til en nedgang i høyvokste, konkurransesterke arter som kveke (*Elytrigia repens*) og hundekjeks (*Anthriscus sylvestris*). Ved slått to ganger i året økte flere småvokste arter i mengde. Fjerning av plantemateriale etter slått økte antallet arter, og da særlig urter.

Findlay & Bourdages m.fl.³ undersøkte effekter av vegbygging på våtmarker og fant en forsinket respons for fugl, karplanter og krypdyr. De hevdet at den total effekten av vegbygging først merkes etter flere 10-år etter at vegen ble bygget.

Watkins m.fl.⁹⁸ undersøkte effekter på vegetasjon i gradienter ut fra veg i skog i USA. De fant at de største påvirkningene var nærmest vegen. Forekomst av fremmede arter var høyest i en 15 m sone fra vegen

4.2. Moser

Effekter av utslipp av tungmetaller på moser er studert av Zechmeister m.fl.⁹⁹. Studien tok for seg de fire moseartene furumose (*Pleurozium schreberi*), etasjemose (*Hylocomium splendens*), narrefurumose (*Scleropodium purum*) og granmose (*Abietinella abietina*). Alle fire artene forekommer i Norge, men de to sistnevnte har en mer begrenset forekomst enn de to førstnevnte, som er vanlige i store deler av landet. Moseprøver ble samlet i gradienter fra vegkant og ut i tilgrensende habitat med avstander opp til 1000 m. Innhold av en rekke kjemiske stoffer ble analysert. Analysene viste at konsentrasjoner i moser av stoffene krom, molybden, antimon, sink, arsen, jern, vanadium, kobber, nikkel og kobolt avtok med avstand fra

veg. Trafikktetthet og avstand fra veg var de viktigste faktorene, og for de fleste stoffene var påvirkningen ikke signifikant ved avstander mer enn 250 m.

Øyen³⁷ undersøkte sporelementer i etasjehusmose (*Hylcomium splendens*) og fant for to stasjoner forhøyede verdier av elementene jern, krom, tellur, thorium, yttrium og uran, et forhold som ble knyttet til anleggsvirksomhet og vegbygging.

Bigal m.fl.⁵⁹ undersøkte seks mosers respons på vegtrafikk i et transplantasjonsforsøk i Storbritannia. De fant effekter på alle arter i en avstand på opp til 100 m. Observerte endringer var økt vekst, klorofyllkonsentrasjon og nitrogenkonsentrasjon, samt økt membranlekkasje av elektrolytter. Endringene var sammenfallende med endringer i NO_x-konsentrasjoner, som falt til bakgrunnsnivå i avstand 100 -125 m fra veg. Deres resultater indikerte derfor at moser kan bli påvirket opp til 100 m fra vegkant som følge av utslipp fra kjøretøy.

4.3. Epifyttiske lav

Til tross for at Norges lavflora er forholdsvis godt kjent, sammenlignet med mange andre land, er det for lav, og særlig for mange skorpelav, svært mangelfull kunnskap. Dette gjelder både taksonomi og systematikk, utbredelse og artenes økologiske krav. Jevnlig finnes nye arter for Norge. Kunnskapen er ujevnt fordelt og innen enkelte artsgrupper er kunnskapen bedre. Økologiske konsekvenser av vegtrafikk og vegbygging på lavfloraen er lite undersøkt.

Det har lenge vært kjent at lav er sårbare for luftforurensing¹²⁴. Sårbarheten er forbundet med lavenes biologi. Mange er langlevde, og de er derfor utsatt for kumulative effekter av forurensing. Siden lav verken har rotsystem eller ledningssystem for vann og næring har de utviklet et effektivt system for å ta opp vann og næring fra lufta. Derved er de ekstra eksponert for forurensing i omgivelsene. Det er likevel slik at sårbarheten varierer fra art til art og avhengig av hvilket stoff det er snakk om. Svært mange undersøkelser av lav og forurensing omhandler svovelavsetninger og sur nedbør, og det har blitt etablert overvåking i mange land der lav fungerer som overvåkingsorganismer^{125, 126}. I de siste åra har også nitrogenavsetninger fått økende oppmerksomhet^{127, 128, 129}.

I Nederland, Sverige og Storbritannia har man utviklet indikatorsett for arter som foretrekker nitrogenrike substrat (NIW) og arter som foretrekker sure substrat. Van Herk²⁹ studerte sammenhenger mellom ammoniakkutslipp fra biltrafikk og epifyttiske lav over tid og fant økende verdier av NIW-indeksen med økende biltrafikk. På veier med lite biltrafikk var det en nedgang i NIW-indeksen.

Gombert m. fl.¹⁹ undersøkte sammenhenger mellom nitrogeninnhold og trafikktetthet i to lav i Grenoble, Frankrike. De fant positive korrelasjoner mellom trafikktetthet og nitrogeninnhold i hjelmlav (*Physcia adscendens*) men ikke i vanlig kvistlav (*Hypogymnia physodes*). Førstnevnte regnes som nitrogenkrevende, mens kvistlav foretrekker sure, nitrogenfattige substrater. For hjelmlav synes det å være en sammenheng mellom trafikk og nitrogeninnhold. Sparrius³⁰ fant nedgang i forekomst av lav som foretrekker nitrogenrike substrater i områder der ammoniakkonsentrasjon i luft også var redusert. Det er derfor indikasjoner på en sammenheng mellom forekomst av nitrogenkrevende lav og innhold av ammoniakk i luft. Videre fant man at epifytter som foretrekker sure substrater var følsomme for ammoniakk på den måten at mengden slike lav gikk ned i områder med høy luftkonsentrasjon av ammoniakk³⁰.

Gadsdon & Power⁶¹ undersøkte om det var forskjeller i NO_x- og NH₃-konsentrasjoner hos lav langs bakken og i trekronene og med ulik avstand fra veg. De fant at både NO_x- og NH₃-konsentrasjoner var høyere i trekronene i avstand fra vegen, mens dette mønstret var omvendt nær vegkanten. Videre fant de at konsentrasjonene avtok mye langsommere i trekronene sammenlignet med bakkenivå. Tålegrenser for moser og lav ble overskredet i opp til 20 m fra vegkant.

Fra Norge foreligger en undersøkelse av luftforurensings innvirkning på lav i Oslo-området allerede fra 1930⁴². Undersøkelser av lav og effekter av langtransportert luftforurensing foregår også i programmet Terrestrisk naturovervåking (TOV). Både bakkevegetasjon og epifytter undersøkes¹³⁰. Her er det indikasjoner på at nitrogen spiller en rolle, men TOV fanger ikke opp

effekten av lokale påvirkninger. Som en referansebakgrunn for nærmere undersøkelser langs vegnettet vil TOV-undersøkelsene likevel være verdifulle.

Belinchon m.fl.⁵⁷ fant at kant mellom veg og skog innvirker på artssammensetning av epifytter i eikeskog rundt middelhavet. Epifyttmengde økte fra kant mot indre deler av skogen.

Esseen⁷⁸ studerte gammelskogsarten gubbeskjegg (*Alectoria sarmentosa*) i Sverige og fant at kanteffekter hadde stor betydning for artens mengde. Effekter mer enn 50 m inn i skog ble funnet. Både mikroklima og substrattilgjengelighet hadde betydning for de observerte mønstrene. Gubbeskjegg er nokså vanlig i eldre skog også i Norge, også en rekke andre arter med lignende økologiske krav. I hvilken grad disse artene påvirkes ved anlegging av veg i skogsområder er dårlig kjent. Esseens studier viser at kanteffekter kan påvirke gubbeskjegg og trolig også en rekke andre arter, og det er et behov for å undersøke dette nærmere. Også Hilmo & Holien¹³¹ fant kanteffekter på epifyttiske lav i Trøndelag.

I Mosjøen, Nordland fylke, har Skye⁴³ og Øyen⁴⁴ påvist at det fra slutten av 1950-tallet og frem til begynnelsen av 1990-tallet skjedde en økning i forekomsten av sursubstrats- og nitrogenkrevende arter av epifyttiske lav på bytrær. Økningen har nær sammenheng med både utvikling av industristedet, men også økt vegtrafikk.

4.4. Trær

Vegbygging og vegtrafikk kan oppfattes som en kulturbetinget forstyrrelsesfaktor i skogøkosystemene. Forstyrrelser, både naturlige og kulturbetingede, er en viktig kilde for skogøkosystemets dynamikk og de påvirker struktur og skogens ulike funksjoner. Skog representerer de høyest organiserte og mest differensierte økosystemer. Skogøkosystemet kan betraktes som relativt stabile og med liten grad av forstyrrelser over lange perioder. Stabiliteten er imidlertid dynamisk på mindre skala. Skogstrærne har ulike egenskaper og bidrar til dannelse av ulike skog- eller vegetasjonstyper.

For utfordringer knyttet til vitalitet og trær langs veger og i byer og tettbygde strøk henvises til Konijnendijk m.fl.⁶⁴. Bignal m.fl.⁶⁰ studerte effekter av luftforurensing på eike- og bøketrær i skogvegetasjon. Deres undersøkelser viste at det nær vegkant var en økning av arter forbundet med høyt nitrogeninnhold. Videre fant de her bladskader på eike- og bøketrær. Effektene kunne spores opp til 100 m fra vegkant og endringene var i samsvar med konsentrasjon av NO₂ i lufta, som gikk ned til bakgrunnsnivåer ca 100 m fra vegen.

Generelt er det slik at etter hvert som tiden går etter et inngrep knyttet til vegbygging vil omsetningshastigheten i strø bli mindre, nitrifiseringen bremses og tilgangen på plantenæringsstoffer for trær og busker faller normalt tilbake inn mot det nivået man hadde før vegen ble bygget. I det første tiåret etter anlegget vil økningen i antall arter vises hovedsakelig i at antallet pionerarter øker, som f. eks. selje, grå- og svartor, rogn, dunbjørk, hengebjørk, osp, furu og lerk, mens klimakstreslag som gran, og bøk normalt vil ha små fordeler av et igangsatt anlegg, i alle fall om vi vurderer ut over småplantestadiet. Men grad av forstyrrelse, målt som såring av humusdekket og treslagets økologiske egenskaper vil langt på veg være bestemmende for foryngelsessuksessen. Treslag med stor og hyppig frøproduksjon og kort avstand til arealer med gode spireleier vil raskt etablere seg. Sekundære arter, som hegg, eik, ask, lønn, hassel, einer og alm vil, om enn med større vanskelighet enn pionerartene, også kunne etablere seg i vegkanter og vegskuldre, samt i massetak og utfyllingsområder. Grunnene til at pionertreslagene øker sine relative posisjoner er bl.a. at spireplantene får forbedrede vekstforhold ved at mineraljord blir eksponert og at fuktighetsforholdene holdes stabile. Småplantene får dermed godt med lys, fuktighet og næring (pga god omsetning i jordmassene) og i denne fasen av suksesjonen er pionerartene konkurransesterke. På den annen side vil det være en rekke faktorer som gradvis vil begrense utbredelsen: frost, tørke, konkurranse fra andre trær og annen vegetasjon, smågnagere, hjortedyr, husdyr mv.

En interessant følgeeffekt er knyttet til hvordan vegen og vegtrafikken påvirker beitende dyr i skogen og deres handlingsmønster. Store viltgjerdet vil normalt holde hjortedyr effektivt unna arealene nærmest veglinja. Man får således forbedrede utviklingsmuligheter for trærne på innsiden av viltgjerdet, mens arealene på utsiden vil få mer konsentrert bruk og sannsynligheten for beiteskader tiltar.⁷³

4.5. Virvelløse dyr

I forbindelse med mange av Statens Vegvesens utbyggingsprosjekter har det vært gjennomført kartlegging også av noen insektgrupper. Dette dreier seg i all hovedsak om forekomster av rødlistede arter og nøkkelarter for en biotop. Kartlegging av virvelløse dyr begrenser seg vanligvis til å dekke grupper med følgende karakteristikk: 1) Man kjenner utbredelsen i Norge; 2) Er godt kjent taksonomisk; 3) Er relativt artsfattige; 4) Kan artsbestemmes i felt; 5) Er relativt rimelige å kartlegge. Dagsommerfugler, øyestikkere (og annen akvatisk makrofauna) og en del billegrupper går igjen i litteraturen. I mange av de undersøkte rapportene finner man nyregistreringer av arter, men mangler et faglig grunnlag for å kunne si noe om arten indikerer at området er spesielt sårbart. Det forteller i hovedtrekk at faunaen av virvelløse dyr er dårlig kjent i Norge. For eksempel i Heggland¹³² fant man ti nye arter ferskvannsinsekter for Aust-Agder uten at noen av dem var særskilt sjeldne eller betinget spesielle tiltak. I andre undersøkelser har man funnet rødlistede arter¹³³. Generelt kan man si at habitatendringer eller habitatødeleggelse er den viktigste negative faktoren for forekomster av rødlistede arter.

Forholdet er ikke noe særnorsk fenomen, også utenfor Norge har man ikke kommet så mye lenger. Av vitenskapelige artikler er det skrevet om de positive effekter vegkanter har på insektsamfunn, spesielt på pollinerende insekter, men også at vegkanter kan fungere som elementer i korridorer for mindre bevegelige arter (for eksempel løpebiller). Den positive effekten er sammensatt, men har sammenheng med den generelle nedgangen i antall og størrelsen av enger og slåttemark. Vegkanter ivaretar til en viss grad den rollen enger og slåttemark har hatt for mangfoldet tilknyttet disse habitatene i at de er åpne og blir slått regelmessig samtidig at det er voksesteder for mange blomsterplanter. Den negative effekten av dette, som også beskrives i litteraturen, er at kvaliteten av disse habitatene reduseres som en følge av mange fysiske og kjemiske forhold, slik som ekstreme mikroklimatiske forhold, støv og forurensing fra trafikken, saltproblemer osv.

Vermeulen²⁸ fant at noen løpebiller langs sandete, åpne vegkanter var vanligere der enn i sitt 'naturlige' habitat lenger borte fra vegkanten. Han antok dette var fordi vegkantene fungerte som korridorer i forflytningen til nye områder for disse ikke-flygende billene. Videre fant Hopwood⁹⁶ ut at diversiteten av bier var høyere i vegkanter hvor man tillot at vegetasjonen fikk stå enn hvis man gjennomførte kantslått. Selv om kantslått er antatt å ha en positiv innvirkning på diversiteten av planter^{58, 134}, finnes det ikke belegg for å si at dette har en positiv effekt på mangfoldet ut fra de få insektgruppene som er studert.

Et litt annerledes bilde presenteres av Noordijk m. fl.³¹ i en vegkantstudie fra Nederland. Der var antall arter løpebiller og edderkopper omtrent det samme i vegkanten som i omliggende skog mens individantallet av løpebiller var lavere i vegkanten. Toleransesvake arter fantes begges steder, noe som indikerer at vegkantene representerer et viktig habitat, spesielt i befolkningsstette områder.

Saarinen m.fl.¹² gjennomførte en omfattende studie på sommerfugler i Finland. De fant ut det høyeste antallet arter tilknyttet enger ble funnet langs vegkanter og at antallet individer sank med smalere veg. Mengden nektar tilgjengelig var positivt korrelert med englevende sommerfugler mens nattaktive sommerfugler var mer vanlige der det var høy vegetasjon. Vegkanter i forbindelse med kulturlandskap var generelt fattig på sommerfugler, mens skog i forbindelse med vegkanter hadde en klar positiv effekt. De konkluderer med at vegkanter har en stor betydning for ivaretaging av mangfoldet av sommerfugler.

I en annen studie på sommerfugler, fra USA, fant Ries m. fl.⁹⁴ dobbelt så mange habitat-sensitive arter utenfor vegkanten som langs slått, gresskledd vegskulder og vegkant tilvokst med ugress. Individtallet var imidlertid fem ganger så høyt utenfor vegkanten. Rikdom av blomstrende planter hadde en positiv effekt på både arts- og individtall. Dødelighet relatert til påkjørsler var dobbelt så høy på vegskulder som blir slått sammenlignet med ubehandlet skulder. Et interessant funn var at sommerfuglene hadde en tendens til ikke å vandre fra området utenfor vegkanten inn til skulderen, og motsatt, noe som indikerer at vegkantene både fungerer som barriere og som korridor.

Et annet mønster ble funnet av Munguira & Thomas i England⁶³. De studerte dagsommerfugler og Zygaenidae (bloddråpesvermere) langs tolv hovedvegårer. I gjennomsnitt fant de 16% av

alle britiske arter dagsommerfugler langs vegen, mens hele 40% av alle de britiske artene ble funnet i det ene studieområdet. Tetthet av voksne individer og antall arter totalt var positivt korrelert med bredden på vegkanten, mens artsdiversiteten var positivt korrelert med tilgang på nektar. Trafikkmengde så ikke ut til å ha noen effekt på populasjonene. For de studerte gruppene var vegbanen ingen bevegelsesbarriere da merke-gjenfangstundersøkelser påviste at mellom 10 og 30% av individene med små, lukkede populasjoner krysset vegen. For arter med store, åpne populasjoner utgjorde vegbanen en enda mindre barriere. Dødelighet ved påkjørsler var ikke høyere enn 7% og ble antatt å ikke ha noen betydning for populasjonenes overlevelse.

Luce & Crowe⁷ fant videre ut i en småskalaundersøkelse fra Canada at individtallet av virvelløse dyr var høyest 5m fra vegkanten. Diversiteten av høyere artsgrupper derimot, varierte ikke signifikant fra vegskulder og til 15m fra skulderen.

Dunn & Danoff-Burg⁸⁹ undersøkte mangfoldet av gjødselbiller i forhold til ulike vegtyper (grusveg, to- og fire-felts asfaltert veg) i nordvestre USA. Gjødselbiller er lite bevegelige og man skulle anta at fragmentering forårsaket av vegen ville ha en klar effekt. For disse organismene hadde avstanden til vegen ingen effekt på mangfoldet. Den store forskjellen viste seg å være om vegen var grusbelagt eller asfaltert. Diversiteten av gjødselbiller var betydelig lavere langs asfalterte veger enn langs grusveger.

Kalisz & Powell⁹¹ undersøkte forekomster av lungesnegl og tusenbein i surjord langs en veg i Kentucky, USA som har blitt gruset med kalkrik grus i over 50 år. De fant henholdsvis fem og ti ganger så høy biomasse av snegl og tusenbein innenfor en 50-meter sone som utenfor. Det var også andre arter som dominerte ved vegen enn ved 50m. De foreslår at bruk av kalkrik grus kan være et godt tiltak for å ivareta kalkkrevende organismer i områder som i utgangspunktet er sure.

4.6. Manglende kunnskap

Gitt de endrete livsbetingelser vegbygging og eksisterende veganlegg representerer, er det en lang rekke arter som profiterer på dette, noe som er beskrevet over. Imidlertid, all forstyrrelse har en slik effekt på miljøet, noen arter profiterer mens for andre medfører endringer ulemper. Det kontroversielle i forhold til vegbygging/veganlegg er at slik aktivitet og anlegg medfører forurensing i tillegg til de fysiske strukturendringene i landskapet. Som bl.a. påpekt av Noss¹³⁵ kjenner man ikke summen av negative – positive konsekvenser av veganlegg og medfølgende aktivitet. Mange av profitørene er såkalte ugressarter eller generalister som kommer inn uansett årsak til endringen. Fra studier i tropene har man funnet at arter som etablerer seg som en følge av vegbygging kort tid etter også vil etablere seg i lignende strukturelle områder flere kilometer unna¹³⁶. Hvor vidt det samme mønsteret finnes hos oss kjenner man i liten grad til, og slike undersøkelser er i mange tilfeller meget ressurskrevende. Haxthow³³ påviste bl.a. at spredningen av platanlønn var størst i kulturmark nær veger og bebyggelse. Om forholdet skiller seg vesentlig fra andre lauvtrær fremstår ennå uklart.

For virvelløse dyr er den generelle kunnskapsmangelen om forekomster, utbredelse, økologi og biologi en stor begrensende faktor for å kunne presentere et helhetlig bilde. Ansvaret for å fremskaffe mer informasjon og kunnskap ligger hos en rekke aktører. Hver art påvirkes forskjellig av endringer i livsbetingelsene selv om disse endringene kan være vanskelige å registrere visuelt. Insekter er ofte indikatorarter for habitatets tilstand og er i mange de første som responderer på endringer i miljøet. For eksempel er fjærmygglarver en indikator for kvaliteten av ferskvann. Sammensetningen av fjærmyggfauna brukes for å si noe om tilstanden og ikke minst endring over tid av vannkvalitet. Som et ledd i innføringen av EUs vannrammedirektiv vil innsjøer bli klassifisert i 24 grupper etter vannkvalitet. Biologiske data vil være med på å danne grunnlaget for klassifiseringen.

Situasjonen er omtrent tilsvarende for epifyttiske lav og moser som for virvelløse dyr, mens kunnskapen generelt er bedre for karplanter, spesielt med hensyn til utbredelse. Det er generelt store kunnskapshull når det gjelder artenes økologiske krav selv om det foreligger mye empiri. Det samme gjelder artenes respons på ulike påvirkningsfaktorer.

5. TILLEGGSKUNNSKAP

Det er store mangler i dagens kunnskapsgrunnlag for alle grupper generelt, noe som gjenspeiles i forhold til å definere og anvende trusselfaktorene spesielt. Innsatsen for å øke kunnskapsgrunnlaget er av allmenn interesse og vil være kostnadseffektivt hvis den koordineres mellom de ulike institusjonene som arbeider med å erverve kunnskap om biologisk mangfold, nærmere bestemt FoU institusjoner og universiteter, og institusjoner som forvalter kunnskapen om biologisk mangfold, for eksempel Artsdatabanken og DN. Innsatsområdene bør konsentrere seg om å forbedre kunnskapen om artenes utbredelse og habitattilknytning, siden denne kunnskapen kan benyttes direkte i forvaltningen. Det etterlyses flere langsiktige feltundersøkelser og særlig trenger man godt designede undersøkelser hvor behandlingseffekter og avbøtende tiltak forsøkes klarlegges.

De organismegruppene som er brukt som eksempler i denne rapporten (trær, karplanter, epifytter og virvelløse dyr) representerer kun et lite utvalg i forhold til tidsskala og habitat. Trær og virvelløse dyr representerer henholdsvis de ekstreme tidsdimensjonene mens epifytter relateres primært til substratet og gir dermed informasjon om økologisk kvalitet. Alle disse faktorene er likevel integrert gjennom at påvirkning eller forvaltning av en gruppe eller enkeltarter som regel har konsekvenser på de andre. Således vil en forvaltning som retter seg for sterkt inn mot og er tilpasset enkeltarter (signalarter, ansvarsarter) kunne ha en utilsiktet konsekvens for andre arter. Eksempelvis vil spesifikke tiltak for å ivareta en art i et miljø som er blitt endret etter vegbygging kunne ha en negativ effekt på andre arter som naturlig finnes i det opprinnelige miljøet. Dette kan være vanskelig å påvise med mindre man har en fullstendig oversikt over hvilke arter som er til stede og deres funksjon, noe man som regel ikke har. Et annet eksempel på hvor forvaltning av enkeltarter har en utilsiktet effekt på andre grupper kan vises ved hvordan viltgjerder langs vegen påvirker beitende dyr i skogen, deres handlingsmønstre og medfølgende konsekvenser på trærne på begge sider av viltgjerdet. Viltgjerder vil normalt holde hjortedyr effektivt unna arealene nærmest veglinja. Man får således forbedrede utviklingsmuligheter for trærne på innsiden av viltgjerdet, mens arealene på utsiden vil få en mer konsentrert bruk, med økt fare for beiteskader. Videre vil arter som har en fordel av at det beites bli negativt påvirket når beiting forhindres.

Man kan argumentere for at gevinsten av tiltak vil være størst dersom man arbeider mot flere artsgrupper og deres habitatkrav enn mot enkeltarter. Ved å bevare habitatet i vid forstand vil man antakelig ivareta de fleste artene som er tilknyttet dette. I andre tilfeller, for eksempel for svært sjeldne arter kan det være nødvendig å ha spesielt fokus på enkeltarter.

5.1. Trær

En stor del av våre viktigste trafikkårer går gjennom skog. De vegfarende får sine inntrykk av trær, skog og skogskjøtsel i Norge gjennom bilvinduet. Både i forhold til trafiksikkerhet og visuelle inntrykk, er et viktig forhold ved skogskjøtselen langs veger å rydde opp, fjerne vindfall og tørre trær. Det er viktig å minne om at slike tiltak kan stå i kontrast til den praksis som nå foregår på tilliggende skogarealer, hvor man bl.a. setter igjen døde stående og liggende trær, beholder foryngelsesgrupper og tilstreber å skape en stor variasjon i bestandene.

Når nye veger bygges eller eldre utvides og omlegges, skjer det ofte inngrep i tette skogbestand, som da for kortere eller lengre tid rives ut av sin stabilitet, med vindfelling og tørke til følge. Siden det kan være vanskelig å komme til med drift og tiltak langs sterkt trafikkerte veger vil man gjerne prioritere stabile trær i kantsonene. I de siste årene har det blitt satt inn store ressurser i kampanjer på å skape bedre utsikt. Vi er ikke kjent med at de langsiktige effektene eller virkningen av tiltakene har blitt evaluert. Gjennom sterke tetthetsreguleringer vil man ofte få en hurtig vekstrespons, og man risikerer mer stubbeskudd, vannris på stammer og at effektene raskt fortaper seg og at situasjonen faktisk kan forverres etter 5-10 år.

5.2. Karplanter

For karplantenes del vil gevinsten med kartleggingsprosjekter først og fremst være å tette hull i kunnskapen om utbredelse. For en del sjeldne arter kan en også få oppdatert kunnskap om aktuell status på kjente lokaliteter. Dette er blant annet aktuell kunnskap ved rødlistevurderinger. Enhver undersøkelse av økologiske konsekvenser vil generere verdifull ny kunnskap. Detaljerte

undersøkelser av artenes krav til ulike økologiske variabler mangler selv for mange vanlige arter. Kunnskap om artenes respons på ulike typer påvirkninger er også mangelfull.

5.3. Epifyttiske lav

En del epifytter har vært fokusert i ulike typer kartlegging de seineste årene og mye ny kunnskap om utbredelse er samlet inn. For mange skorpelav, dels også makrolav, er imidlertid kunnskapen mangelfull. I særlig grad gjelder dette arters økologi og toleranse for påvirkninger, selv om det her foreligger noen utenlandske studier.

5.4. Moser

For moser gjelder de samme forhold som for epifyttiske lav, selv om mosekunnskapen generelt er bedre enn for mange store skorpelavsslekter.

5.5. Virvelløse dyr

Kunnskapsmangelen er meget stor om vår lavere fauna. I underkant av 45% av vår kjente fauna *for de grupper man mener å kjenne godt* ble vurdert for den norske rødlista. Det nylig igangsatte Artsprosjektet vil bidra positivt til at man får bedre kunnskap om hvilke arter som finnes i Norge samt hvor man finner dem. Det vil imidlertid ikke være noe mål for oppdragsgiver å bidra til å utfylle slike prosjekter *per se*, med mindre kunnskapen som erverves gjennom egeninitierte prosjekter har en sekundær betydning for eksempel for et prosjekt som Artsprosjektet.

Tilleggskunnskap basert på studier av virvelløse dyr vil bidra til at man i mange tilfeller kan dokumentere endringer i økosystemet før de er synlige. Mange insekter og andre virvelløse dyr responderer meget hurtig på små endringer i omgivelsene. Grunnene til dette er at mange virvelløse dyr lever i ekstreme miljøer, har kort generasjonstid, og har helt spesielle tilpasninger til disse miljøene. Ved å overvåke endringer hos nøkkelarter før, under og etter en anleggsperiode vil man kunne fremskaffe kunnskap, slik at man i fremtiden kan sette i gang eventuelle mottiltak for å forhindre at økosystemet lokalt blir vesentlig forringet.

5.6. Nøkkelhabitater

I tillegg til at pionerarter, generalister, introduserte arter og 'ugressarter' påvirkes positivt av veganlegg og vegbygging samt at habitatdestruksjon naturlig nok er en negativ komponent, er det flere elementer ved slik aktivitet som slår ut både positivt og negativt på enkeltarter eller artsgrupper.

Et eksempel er stabbesteiner og langsgående sementbarrierer som trafiksikringstiltak av typen som ble bygd på 1960-tallet. I dag representerer de et nøkkelhabitat for mosene i slekten *Schistidium* i Vest-Norge³⁸. En av grunnene til dette er at den kjemiske sammensetningen i barrierene er ulik grunnfjellet i den delen av Norge. Sementbarrierene var i mange områder av Norge den eneste kalkrike 'bergarten' som fantes. En annen årsak er at den fysiske strukturen i barrierene kan minne om bergvegger og tillater dermed at bergveggsarter med andre kvalitetskrav enn de man vanligvis finner kan etablere seg.

6. OPPSUMMERING KUNNSKAPSGJENNOMGANG

De fleste undersøkelsene som er referert er utenlandske (se tabell §3.2). Videre, av de 17 siterte undersøkelsene fra Norge, er åtte internasjonale publikasjoner og bare tre av dem igjen er studier eksplisitt relatert til veger. I analysene er vi derfor tvunget til å overføre informasjon fra andre himmelstrøk til norske forhold, med de ulemper slik overføring har. Forholdene i Norge er annerledes enn i de fleste av landene undersøkelsene er gjort: vårt vegnett er mer spredt; trafikken er mindre tett; utenfor det sentrale Østlandet er avstandene relativt store og naturlandskapet mindre fragmentert. Dette legger begrensninger, men åpner også muligheter for hva slags typer undersøkelser som kan gjennomføres for å dokumentere påvirkninger av vege og vegtrafikk på biologisk mangfold, se prosjektskisser §10.

Bortsett fra noen modelleringer, er det ingen undersøkelser vi har funnet så langt, i Norge eller ute, som bidrar til å forklare vegers og vegtrafikkens påvirkning på biologisk mangfold på økosystemnivå og som også tar for seg alle trinn i påvirkningskjeden; fra byggeprosjektets start til lang- og kortsiktige konsekvenser av det ferdige og operative anlegget. Vi har heller ikke funnet noen arbeider som kobler utredninger før anleggsstart med faktiske konsekvenser. Det generelle bildet er komparative studier av en eller en gruppe organismer med avstand til veg, sammenligninger av vegkant med skog eller annet naturlig habitat utenfor, eller studier av effekter av ulike vedlikeholdsregimer og trafikksikringstiltak på enkeltarter eller artsgrupper. I all hovedsak vises en negativ sammenheng, at antallet arter eller mengden individer av arter reduseres eller påvirkes negativt i nærområdet til vegen, med redusert negativ effekt med økt avstand fra veganlegget. Tilsvarende korrelasjon vises ved trafikk tetthet; stor trafikkmengde påvirker i høyere grad mer negativt enn lav tetthet. Imidlertid, vegkanter som sekundære enghabitater vies også mye oppmerksomhet, spesielt for karplanter og insekter hvor vegkanter kan fungere som korridorer for forflytning. Noen studier hevder sågar at vegkanter er et nøkkelhabitat for noen arter, mens andre igjen påpeker hvor betydningsfulle vegkantene er for spredning av arter, da særlig pioner- og ugressarter.

Tiltak settes ofte i gang for å beskytte enkeltarter eller spesielle habitater. Beskyttelse av enkeltarter følger gitte kriterier, enten fordi arten har en spesiell, gjerne estetisk verdi, er en art som kjennetegner områder som er særlig viktig for bevaring av det biologiske mangfoldet, (signalarter), eller fordi de er klassifisert som truede eller sårbare i henhold til kriterier som har faglig belegg, som for eksempel Rødlista¹. Konsekvenser av tiltak for å ta vare på enkelte arter, kan samtidig ha en negativ effekt på andre arter. Det er derfor viktig i en forvaltningssammenheng at 'føre-var' prinsippet følges og det generelle tiltaket i en slik sammenheng vil være å bevare habitatet. I forbindelse med fremtidige veganlegg har Statens Vegvesen, gjennom bl.a. å følge opp denne rapporten, en god mulighet til å være blant de første i verden til å få frem reelle konsekvenser av etablering og drift av veganlegg fordi utgangspunktet (kontrollen) vil være området før anleggsstart.

7. PÅVIRKNINGSFAKTORER

7.1. Planter, epifyttiske lav og moser

"Planter" i dette avsnittet inkluderer karplanter og trær.

7.1.1. AREALBESLAG (FAKTOR 1)

Vegbygging representerer tap av habitat. Dette omfatter ikke bare det arealet selve vegen beslaglegger, men også areal påvirket i forbindelse med byggingen, som massedeponier, tilkjøringsveger, etc. I brattlendt terreng, for eksempel rasskråninger på Vestlandet kan utvidelse av eksisterende veg representere ganske store arealtap. I tillegg påvirker veger et areal på begge sider av vegen, som avhenger av hvilken organisme som er i fokus, trafikk tetthet, type påvirkning og lokale forhold som topografi, vegetasjonsstruktur, fremherskende vindretning, etc. Den kumulative økologiske effekten veger utgjør antas å være betydelig, dersom en for eksempel legger til at en avstand på 100 m til hver side for vegen påvirkes. Dette kan man studere nærmere ved hjelp av kartanalyser. Forman¹³⁶ estimerte at 6,2 millioner km offentlige veger brukt av 200 millioner kjøretøy hadde økologiske effekter på en femtedel av areal i USA. Areal tap kan også medføre følgeeffekter ved at avstand mellom egnet habitat for arter øker.

7.1.2. FRAGMENTERING (FAKTOR 3)

Fragmentering blir vurdert sammen med arealbeslag (faktor 1) da rene fragmenteringseffekter for disse gruppene er vanskelig å vurdere.

7.1.3. STØY (FAKTOR 5)

Ingen antatt effekt.

7.1.4. KANTEFFEKTER (FAKTOR 6)

Bygging av veger medfører at det dannes kanthabitater mellom vegen og naboarealer. Betydningen av slike habitater varierer fra art til art og med kantens egenskaper. Kantens bredde kan være én faktor. Videre vil det kunne oppstå endringer forbundet med kantvegetasjonens struktur; som dekning av ulike sjikt, vegetasjonens høyde, etc. Hvilken naturtype som finnes på naboarealet har sannsynligvis også betydning. Effekten vil være forskjellig dersom naboarealet er et åpent jordbruksareal i forhold til et areal med gammel skog. Med kanteffekter langs veger menes også mikroklimatiske endringer. Faktorer som kan endres fra veg til naboareal er lys, temperatur og vind. Dette virker igjen inn på luftfuktigheten. Endringene vil påvirke arter forskjellig avhengig av deres økologiske toleranse langs mikroklimatiske gradienter. Mange skogsarter som krever skygge eller høy luftfuktighet vil sannsynligvis bli negativt berørt av vegbygging. Blant annet er det indikasjoner på at lavarten gubbeskjegg (*Alectoria sarmentosa*) påvirkes negativt av kanteffekter⁷⁸. Andre arter vil kunne dra nytte av kanthabitatet, blant annet arter tilpasset halvskygge, og arter som er avhengige av eller tolerante for ulike typer forstyrrelser. I mange tilfelle er dette introduserte arter. Kanteffekter langs veger vil derfor kunne endre artssammensetningen langs vegen.

Vedlikehold av veger innebærer påvirkning på kantvegetasjon. Negative påvirkninger er blant annet effekter av vegsalting og forstyrrelser av habitater. Skader på store gamle trær kan oppstå ved brøyting og røtter, stamme og greiner kan bli skadet ved ulike typer vedlikehold. Vegetasjonen holdes nede i vegkanter for å bedre trafikksikkerheten. Både beskjæring av buskas og slått av vegetasjon foretas. Semi-naturlige enger har gått sterkt tilbake de siste 10-årene på grunn av endringer i driftsmåter og struktur i landbruket. Vegkanter som regelmessig slås kan fungere som levested for arter tilknyttet dette habitatet, ved at restarealer med gammel eng langs veger holdes i hevd ved kantslått, eller ved at kantslått kan fungere tilsvarende som tradisjonell slått i arealer som skapes langs vegen. Dersom dette skal fungere er en avhengig av en godt tilpasset skjøtsel der blant annet tidspunkt for slått er viktig. Vegkanter kan tjene som refugier for lyselskende kulturmarksarter. Det vil fremover være sentralt å få kjennskap til hvor viktige forekomster finnes.

Flere sjeldne arter kan forekomme i vegkanter. En del av disse er også vurdert som rødlistede¹. Noen utvalgte rødlistede karplanter som har vegkanter som sekundært levested er solblom (*Arnica montana*), stavklokke (*Campanula cervicaria*) og griseblad (*Scorzonera humilis*). Også meget sjeldne arter kan ha viktige forekomster i vegkanter, som for eksempel kammarimjelle (*Melampyrum cristatum*). Store gamle trær står av og til nært inntil veger, for eksempel frittstående storkronede eiker eller edelløvtrær i alléer. Dette kan være levesteder for en rekke spesialiserte insekter, sopp og lav¹³⁷. Stautnål (*Chaenotheca phaeocephala*) er et eksempel på en rødlistet lav som har flere slike forekomster. Den fredete arten misteltein (*Viscum album*) har også forekomster langs veger i Vestfold. For slike arter er det nødvendig med a) god kartlegging, og b) tilpasset skjøtsel der formålet er å fremme dette artsmangfoldet, samtidig som hensyn til trafikksikkerhet ivaretas.

Dersom hogstavfall, gress og urter etter slått ikke fjernes vil man gradvis kunne få en akkumulasjon av organisk materiale i jordsmonnet, i takt med at plantematerialet brytes ned. Dette står i kontrast til tradisjonell høyslått eller beite der plantematerialet fjernes. I vegkanter der en ønsker å fremme artsmangfold tilknyttet naturbeitemark og slåtteeng vil derfor krattrydding og kantslått uten påfølgende fjerning av plantemateriale medføre en uønsket økologisk påvirkning.

Skjøtsel for fjerning av uønskede fremmede og innenlandske arter er en annen type tiltak som også kan innebære kantslått. Slik skjøtsel må tilpasses. Ofte vil tidlig slått for å fjerne arten før den rekker å spre frøene være aktuelt. Dette kan komme i konflikt med skjøtsel av strekninger der det også er artsrik engvegetasjon, siden dette fordrer slått på et seint tidspunkt; etter at plantene har spredd frøene. Tilpasset skjøtsel med utgangspunkt i god stedfesting av forekomster er nødvendig i slike tilfeller.



Stavklokke, *Campanula cervicaria*. Foto: Harald Bratli

7.1.5. INTRODUKSJON OG SPREDNING AV UØNSKEDE ARTER (FAKTOR 11)

Spredning av arter langs veger er undersøkt i flere utenlandske studier^{6,83,85}. Godt kjent også fra Norge er spredning og etablering av salttolerante arter. Det samme gjelder en rekke pionerarter og nitrogenkrevende arter som ofte er forbundet med forstyrrede habitater. Mange av disse artene er sørlige og favoriseres av langdistansespredning langs vegene. Spredning foregår både ved at diasporer virvles opp og føres videre med luftstrømmer og ved at diasporer festes på kjøretøy sammen gjørme, etc. Vegkanter er forstyrrende habitater og fremmede, uønskede arter kan lett etableres slike steder. På dette viset kan uønskede arter få brohoder som fungerer som spredningskilder og bidrar til spredningen videre nordover. De negative påvirkningene oppstår særlig når artene spres vekk fra vegkanten og fortrenger stedegent mangfold eller når sjeldne arter eller artsrike samfunn blir fortrent i selve vegkanten. Valtonen m.fl.¹⁸ studerte effekter av hagelupin langs veger i Finland. De sammenlignet vegkanter invadert av hagelupin med nærliggende ikke-invaderte vegkanter og fant at mangfoldet av arter var lavest i hagelupin-kanter. Flere andre arter er aktuelle også i Norge i tillegg til hagelupin (se blant annet Artsdatabankens faktaark for fremmede arter¹²³).

7.1.6. HYDROLOGISKE ENDRINGER (FAKTOR 7 OG 8)

Omfattende hydrologiske endringer må kunne likestilles med arealbeslag fordi det opprinnelige økosystemet endres fundamentalt. Omfattende defineres her som tørrlegging, endring av elveløp og oppdemming. Alle endringer mellom disse ekstreme ytterpunkter vil kunne medføre betydelige konsekvenser på det biologiske mangfoldet, lokalt og regionalt. Foruten den direkte påvirkningen selve inngrepet forårsaker, vil områder langt fra inngrepet kunne påvirkes, hvis for eksempel inngrepet medfører at elveløp og vannføring forandres. Ved mindre inngrep, ved for eksempel drenering av lukkede enheter (for eksempel myr) vil konsekvensene ha mindre utstrekning i rom.

7.1.7. LUFTFORURENSNING (FAKTOR 9)

En rekke kjemiske stoffer som slippes ut til luft fra kjøretøy er klassifisert som skadelige. Bly var tidligere en alvorlig fra trafikk. Etter innføring av blyfri bensin har utslippene av bly til luft gått kraftig ned. Annen luftforurensning forbundet med vegtrafikk er nitrogenforbindelser (NO_x og NH₃), tungmetaller, støv, vegsalt, PAH og flyktige organiske forbindelser (VOC).

Vegtrafikk står for en stor andel av utslipp av nitrogenforbindelser til luft. Eksos fra biltrafikk bidrar med over 90 prosent av konsentrasjonsnivåene for NO₂ (<http://www.miljostatus.no>). Innføring av katalysatorer har medført et økende utslipp av NH₃. NH₃ er løselig i vann og avsettes derfor lettere på vegetasjonen enn NO_x. Vegtrafikk står for halvparten av NO_x-utslippene i Storbritannia og 1/3 av utslippene i USA⁶⁷.

I Norge har utslippene av NO_x fra biltrafikk gått ned (se <http://www.ssb.no/vis/magasinet/miljo/art-2009-05-19-01.html>). Likevel kommer en sjettedel av de totale NO_x-utslippene fra vegtrafikk. Halvparten av NO_x-utslippene fra vegtrafikk kommer fra tunge kjøretøy, mens en tredel stammer fra personbiler. Dieselmotorer slipper ut mer NO_x enn bensindrevne biler med katalysator. En økende andel av biler med dieselmotor, fører derfor til høyere høyere NO_x-utslipp.

Overskridelser av tålegrenser for nitrogen for Norge i perioden 2002 – 2006 er beregnet av Larssen et al. 2008). Tålegrensene for vegetasjon er definert for ulike vegetasjonstyper, der heivegetasjon, nedbørsmyr og fjellområder er mest følsomme. Tålegrensene for overgjødning av vegetasjoner overskredet på 14 % av arealet. Overskridelsene er størst på Sørvestlandet, Vestlandet og Østlandet. Tålegrensekartene gir et nasjonalt bilde av tilstanden. I hvilken grad vegtrafikken bidrar til lokalt til overskridelse av tålegrensene og hvor langt til side for vegene dette virker er lite kjent. Dette er særlig relevant der veger ligger i nærheten av verneområder og prioriterte naturtyper¹⁰⁴.

Økt nitrogentilførsel har ulik virkning på plantearter og vegetasjon avhengig av mengde og hvilken form nitrogen forekommer i. Nitrogen er et essensielt makronæringsstoff for planter. Nitrogen tilført i små mengder vil derfor bli tatt opp av vegetasjonen og inngå i nitrogenbudsjettet for plantesamfunnene langs vegen. For mye nitrogen kan forårsake endringer i plantesamfunn ved at artsammensetningen endres til fordel for nitrogenkrevende arter. Dette er oftest høyvokste arter med rask vekst, som kan konkurrerer ut andre arter og danne vegetasjonssamfunn dominert av et fåtall arter. Nitrogen i høye konsentrasjoner kan imidlertid være skadelige for planter. Det kan være skader på celler i bladverket, vekstendringer eller forhøyete nitrogenkonsentrasjoner i vevet. Sistnevnte kan medføre økt beitetrykk på plantene og dette kan virke inn på plantenes sårbarhet for patogener^{66,138}. Blant annet er det vist at blåbær har økt sjanse for å bli angrepet av soppen *Valdensia heterodoxa*¹³⁸. Fra England er det rapportert økt insektangrep på karplanter langs veger⁶⁶. Disse forholdene kan igjen virke inn på vegetasjonens sammensetning. Tilførsel, enten direkte eller via nedbrutt plantematerialet, virker inn på jordas kjemiske egenskaper. Dette kan følgelig ha stor betydning på jordlevende organismer og til slutt omsetningen av næringsstoffer i hele økosystemet.

Gjødsling regnes som en negativ påvirkning på artsrik semi-naturlig engvegetasjon og forekomster av sjeldne eller truede arter av både karplanter og sopp i disse naturtypene. Dette er samfunn på mager mark og økt nitrogentilførsel endrer artsammensetningen og kan medføre at flere sjeldne arter forsvinner. Eutrofiering som følge av nitrogentilførsel fra vegtrafikk vil derfor kunne ha en negativ effekt på semi-naturlige enger. Dette er forhold som er lite studert i Norge. For fattige voksesteder der tilgjengelig nitrogen er en minimumsfaktor vil mer nitrogen fra bl.a. vegtrafikk kunne medføre bedre betingelser og større artsmangfold.

I en studie fra Tyskland⁸⁷ ble det funnet at død granskog nær veg hadde sin hovedforklaring i utslipp av CO og NO_x fra trafikken.

Gadson & Power⁶¹ fant i en undersøkelse av NO_x- og NH₃-konsentrasjoner i ulik avstand fra veg at kritiske tålegrenser ble overskredet i avstander opp til 20 m fra vegen og at nitrogen fra vegtrafikk var merkbar opp mot 250 m. Gilbert m.fl.⁸ fant påvirkninger i tilsvarende avstander og fra Danmark er det undersøkelser som indikerer påvirkninger opp mot 1000 m fra vegen¹⁰. Undersøkelsene til Cape m.fl.⁶⁹ viser at konsentrasjonene avtar relativt raskt (i løpet av de nærmeste 10 meter). Det er pr i dag ikke kjent tilsvarende studier i Norge, der en må anta at trafikk tettheten og følgelig belastningen er mindre enn i sentrale deler av Europa. Det synes likevel å være behov for undersøkelser av nitrogenbelastning fra vegtrafikk i Norge og eventuelle effekter på vegetasjon, siden den samlede nitrogenbelastningen på vegetasjon synes å øke¹¹⁰. Slike undersøkelser vil være særlig verdifulle dersom en integrerer målinger av nitrogenbelastning, vegetasjonssammensetning og kjemisk innhold i nøkkelarter som blåbær

(*Vaccinium myrtillus*) i områder med ulik belastning. Særlig vil det være av interesse å belyse variasjonsmønstre i ulik avstand fra vegkant i nærhet av byer kontra utkantstrøk. Videre er det ønskelig å vite mer om eventuelle overskridelser i særlig sårbar natur og i verneområder.

7.1.8. REVEGETERING (FAKTOR 14)

Revegetering av vegkanter fra stedegen jord er undersøkt i forbindelse med Oslofjordforbindelsen^{45,46}. Etter to år var vegetasjonsdekningen tilfredsstillende fra et estetisk synspunkt, men det var tydelige forskjeller i vegetasjonsdekning og artssammensetning mellom ulike toppjordtyper. Mange arter som avtok i mengde var åkerugress, mens skog- og skogkantarter økte i mengde fra år 1 til år 2. Likevel fant Skrindo⁴⁶ grunn til å advare mot uggresset åkertistel, som ikke avtok i mengde. Videre bør revegetering med stedegen jord ikke ble foretatt med jord fra jordbruksarealer eller i jordbruksområder, siden en da ikke har kontroll på åkerugress og andre uønskede arter. Skrindo⁴⁶ fant at vegetasjonen stabiliserte seg etter 2 år, men det var stor forskjell i artsammensetning ved revegetering fra stedegen toppjord kontra undergrunnsjord. Revegetering med ugjødset toppjord gir resultater som er mer i samsvar med stedegen vegetasjon enn revegetering med undergrunnsjord⁴⁷.

Skrindo⁴⁶ konkluderer med at *"restaurering av sterkt forstyrrede naturområder under sammenlignbare miljøforhold får fordeler ved bruk av naturlig revegetering fra stedegen toppjord med hensyn til på vegetasjonsdekning, vegetasjonssammensetning og heterogenitet"*.

Revegetering med stedegen toppjord er prøvd ut i Oslofjordforbindelsen og Lofast⁴⁸. Ved revegetering tar en ut toppjord som lagres og føres tilbake. Pr i dag anbefales minst at 10 cm toppjord legges tilbake. Hensikten med denne måten er å utnytte frøbanken (diasporene) i jorda. Imidlertid kan lagringsforholdene virke inn på overlevelsen av frø og andre spredningsenheter. Kunnskapen om lagringsforholdenes betydning for overlevelse av frø og andre plantedeler som fungerer som sprdningsenheter er imidlertid mangelfull. Et annet forhold som bør belyses er i hvilken grad toppjord bidrar til spredning av uønskede fremmede arter⁴⁸.

7.1.9. STØV OG SAND (FAKTOR 12)

Støv, skitt og sand som legger seg på overflaten av blader og andre grønne plantedeler påvirker fotosyntesen og transpirasjonen negativt. I kombinasjon med annen luftforurensing (§7.1.7.), vil planter dekket med støv og sand danne absorpsjonsflater som gjør at giftige forbindelser kan akkumuleres i plantematerialet, noe som igjen kan ha negative konsekvenser for planteetere.

7.2. Virvelløse dyr

7.2.1. AREALBESLAG (FAKTOR 1)

Effekter på virvelløse dyr er de samme som for karplanter (§7.1), men mer avhengig av hvilke arter som påvirkes. Arter med stor mobilitet og toleranse for økologiske endringer vil normalt klare seg godt forutsatt at egnet habitat finnes i nærheten av inngrepet. Derimot er mange virvelløse dyr sensitive for forandringer i mikroklima samt at mange er obligat assosiert med andre organismer, gjerne planter. Arealbeslag som medfører at enkelte plantearter forsvinner eller at mikroklimaet endres, for eksempel fuktighet, vil således ha en sekundær og negativ effekt på de tilknyttede grupper av virvelløse dyr.

7.2.2. FRAGMENTERING (FAKTOR 3)

Dette er den påvirkningen som har påviselig den største effekten på virvelløse dyr, og påvirkningen er nesten utelukkende av negativ art. Fragmentering er nest etter habitatdestruksjon den økologiske endringen som har størst negativ effekt på biologisk mangfold¹. Vegbygging som sådan medfører ikke noen mereffekt i forhold til fragmentering ut over hvilken som helst annen form for fragmentering. Det er sekundærvirkningene av trafikken som utgjør en mereffekt. Det er imidlertid påvist at typen veg har en effekt. Brede veger har en mer negativ effekt enn smale veger. Likeså, asfalterte veger isolerer fragmentene bedre enn grusveger⁸⁹. Veger 'buntet' sammen har en mindre negativ effekt enn veger spredt utover i et rutenett eller som parallelle gater, selv om vegarealet er det samme¹⁰¹. Grunnen til dette er at ved bunting vil kontinuerlig areal være større og antall fragmenter færre.

7.2.3. STØY (FAKTOR 5)

Det er ikke kjent at støy har noen påvirkning på virvelløse dyr. Det finnes imidlertid ingen undersøkelser som belyser dette så man kan ikke hevde at støy ikke har noen betydning. Det er kjent at støy påvirker fugl og vilt¹³⁹. Det er en del virvelløse dyr som kommuniserer med lyd, bl.a. gresshopper. Deres 'ører' er imidlertid annerledes konstruert enn ørene til fugl og pattedyr og man vet ikke i hvilken grad støy påvirker deres hørselorganer.

7.2.4. KANTEFFEKTER (FAKTOR 6)

I den grad veganlegg kan sies å ha en positiv effekt på biologisk mangfold av virvelløse dyr, er det tilstedeværelsen av vegkanter som bidrar til dette. Likevel, kunnskapsmangelen om enkeltarters påvirkning på grunn av vegkanter er for stor til å kunne konkludere generelt, men for mange av de artene og gruppene som er undersøkt er det en påviselig og positiv effekt av vegkanten på det biologiske mangfoldet^{12,28,63,89,91,96}. Denne effekten har sannsynligvis en sammenheng med at disse artenes naturlige habitat, som regel blomsterenger, er i sterk tilbakegang. Vi må anta at for arter som ikke er knyttet til blomsterenger eller er lite bevegelige, som for eksempel jordbunnsarter, er bildet noe annerledes, selv om det ikke finnes vitenskapelige undersøkelser som belyser dette, men se Dunn & Danoff-Burg⁸⁹.

7.2.5. INTRODUKSJON OG SPREDNING AV UØNSKEDE ARTER (FAKTOR 11)

Transport av varer medfører en risiko for introduksjon og spredning av fremmede virvelløse dyr. Pakkevirke og paller er ofte virke av dårlig kvalitet og Mattilsynet har gjentatte ganger påvist at det er infisert av eksotiske organismer. I 2008 ble det funnet furubark som var infisert av furuvednematoden, *Bursaphelenchus xylophilus*, i Sverige innført med hagebark fra Portugal. Bark fra det samme partiet var distribuert til Norge men varene ble trukket før de kom på markedet. Dette er et logistikkspørsmål for transportørene, men det er ingen tvil om at åpne transporter medfører en risiko for at spredning av eksotiske arter kan skje.

Nord- og Mellom-Amerika har hatt omfattende utbrudd av barkbiller de siste ti årene. Transport av infisert tømmer har vært en betydningsfull spredningskilde til nye områder ved at fragmenter av infisert virke har falt av transporten, ved at nyklekkede individer har forlatt lasten underveis eller at laster har blitt stående på parkerte biler. Det ligger en potensiell risiko i dette også i Norge når vi får nye utbrudd av granbarkbiller, *Ips typographus*. Barkbillene har en populasjonsutvikling som tilsier at man jevnlig kan forvente masseangrep. Bekjempelsen medfører hogst og fjerning av infisert virke og risikoen for spredning ligger i transport av dette materialet.

7.2.6. HYDROLOGISKE ENDRINGER (FAKTOR 7 og 8)

Påvirkningene er de samme som for planter (§7.1.6.).

Mindre endringer i hydrologiske forhold kan ha en stor innvirkning på ferskvannsfauna fordi noen virvelløse dyr i ferskvann er utelukkende knyttet til rennende vann mens andre arter er tilpasset stillestående vann og ulike grader av vannbevegelse. Mindre endringer kan derfor medføre at faunasammensetningen endres fundamentalt, noe som kan forandre hele næringskjedens sammensetning, både lokalt og nedstrøms.

7.2.7. LUFTFORURENSNING (FAKTOR 9)

Det finnes ingen studier som tar for seg luftforurensning og påvirkning på virvelløse dyr. Vi har således ikke belegg for å konkludere hvor vidt det er noen effekt av dette. Imidlertid, de omfattende arbeidene som er gjort på karplanter og delvis på trær, gir et hint om at luftforurensning også har en effekt på disse organismegruppene, direkte eller sekundært. Mange virvelløse dyr har vertsplanter som man vet påvirkes negativt.

7.2.8. REVEGETERING (FAKTOR 14)

Det vites ikke hvor vidt revegetering har noen direkte effekt på det biologiske mangfoldet av virvelløse dyr.

7.2.9. STØV OG SAND (FAKTOR 12)

Informasjon om støv og sands effekt på virvelløse dyr er svært begrenset¹⁰². Dette til tross for at store deler av vegnettet i Norge og ellers, er gruslagt. Man har indikasjoner på at kalkholdig grus kan ha en positiv effekt på mengden av skallsnegl og noen tusenbein i et ellers surt jordbunnsmiljø. Hvor vidt denne effekten er positiv for mangfoldet ellers vites ikke, men det er grunn til å tro at en positiv effekt er begrenset til noen spesifikke, kalkkrevende arter.

Støv og sand vil også kunne ha en negativ sekundæreffekt på planteetende virvelløse dyr (herbivore) som holder til i vegkanter da giftstoffer lettere akkumuleres i planter som er utsatt for støv¹⁴⁰.

7.2.10. KUNSTIG BELYSNING (FAKTOR 13)

Mange virvelløse dyr tiltrekkes av lyskilder. Dette gjelder særskilte arter innen nesten alle grupper, men spesielt nattsommerfugler er lette og få øye på, pga størrelsen. Det kan ved gitte betingelser dannes kunstige samfunn rundt lyskildene. Man antar at de som orienterer seg mot lyset, mange tovinger og nattsommerfugler, har en innebygd 'radar' for å orientere seg i landskapet ved hjelp av månen. Veglys og andre kraftige lyskilder forstyrrer denne radaren og insektene blir flygende rundt det kunstige lyset. Andre organismer, predatorer og flaggermus trekker fordel av dette i sine næringsøk.

7.3. Andre påvirkningsfaktorer

En veg åpner opp landskapet. I andre deler av verden er vegbygging en forutsetning for avskoging fordi veg gir adgang til verdifulle ressurser. Hos oss er ikke avskoging et stort problem, men en veg gjennom et nytt område gir uansett adgang til ressurser som tidligere var utilgjengelige. Adgang til nye områder blir av mange ansett som en positiv effekt av vegbygging. Utbygging av for eksempel nye bolig- eller industriområder og oppdyrking av nytt areal til jordbruksformål er i mange tilfeller en sekundæreffekt av vegbygging. Vegbygging kan også bidra til mer skånsomme aktiviteter i nyåpnet terreng, sett i sammenheng med biologisk mangfold, i form av aktiviteter relatert til turisme og annen fritidsaktivitet. I den sammenhengen bør det også nevnes at veger tillater økt aktivitet som jakt og fiske samt tillater aktiviteter som medfører generell forstyrrelse av den økologiske likevekten.

8. VURDERING AV PÅVIRKNINGSFAKTORER

Det foreligger ikke et enhetlig kriteriesett med definisjoner eller benevnelser for påvirkningsfaktorer, men de generelle økologiske effekter av veger og vegtrafikk kan oppsummeres i følgende omskrevne tabell¹⁰² og blir analysert i paragrafene under. Påvirkningsfaktorer (PF) som nevnt i §3.3.1. er nedtegnet med kursiv

	Påvirkningsfaktorer (3.3.1)
Effekter under anleggsfasen (konstruksjon)	
- Direkte tap av habitat og biota;	<i>PF 1, PF 3</i>
- Effekter som resultat av infrastruktur og støttefunksjoner i anleggsperioden;	<i>PF 7-9</i>
- Påvirkningen kan skje utenfor de mest nærliggende områdene av vegen eller veganlegget; for eksempel hydrologiske endringer. Uttak av fyllmasse kan skje et helt annet sted;	<i>PF 7-8, PF-11</i>
Effekter over kort tidsrom (de første 5-10 år etter at veganlegget er ferdig)	
- De nye strukturene forårsaker et endret mikroklima og endrede fysiske betingelser påvirker i varierende avstand fra kanten;	<i>PF 3, PF 6-9</i>
- Vegkanten danner et nytt habitat for kantarter;	<i>PF 6, PF 11</i>
- Dødelighet hos pionerplanter øker langs vegkanten, og dødelighetskoeffisienten endres også med avstand fra vegen;	<i>PF 6</i>

- Dødelighet (planter) har direkte og sekundære effekter på andre organismer;	PF 6
- Faunasammensetningen endres; noen arter vil flytte seg, eventuelt dø ut lokalt;	PF 3, PF 6, PF 11 (PF 10)
- Påkjørsler (vilt);	
Effekter over langt tidsrom (de påfølgende år)	
- Påkjørsler (vilt) med påfølgende problemer med kadavre;	(PF 10)
- Tap og endring av habitat strekker seg ut over den nærmeste vegkanten;	PF 1, PF 3, PF 6
- Endringen i sammensetningen av arter strekker seg ut over den nærmeste vegkanten;	PF 6, PF 11
- Leveområder splittes, hvilket kan medføre tap av habitat og biologisk mangfold, begrensninger i spredning og mobilitet, med påfølgende fare for at populasjoner skal bli isolert;	PF 1, PF 3, PF 6
- Kanthabitatet kan fremme spredning av arter, deriblant problemarter;	PF 11
- Spredning av problemarter via kanter eller trafikken kan ha sekundæreffekter på det biologiske samfunnet;	PF 11
- Strukturer som broer, kulverter og tunneller vil danne nye habitater;	PF 6, PF 13
- Avrenning fra veg og veggrofter kan påvirke systemer under bakken samt trær og planter;	PF 8
- Utslipp, søppel, støy og annen fysisk forstyrrelse kan påvirke plante- og dyreliv i lengre avstand utover vegkanten og kan påvirke den biologiske sammensetningen av arter;	PF 5, PF 9, PF 12, PF 14

8.1. Påvirkning på de abiotiske komponentene i økosystemet

Veger påvirker de abiotiske komponentene i landskapet som hydrologi, transport av sediment og annet avfall, vann- og luftkjemi, mikroklima og støynivå, vind, og lys langs vegen. Omfang og intensitet av effektene varierer med beliggenhet av vegen i forhold til helning, naturlige vindforhold og landskapet rundt¹⁴¹. Veger kan endre vannvegene og lokalt forårsake erosjon og skuring ett sted, og sedimentering et annet. Kombinasjonen av dette påvirker biotaen.

Luft- og vannforurensing er en av de best beskrevne miljøeffektene av veger. Giftige stoffer i luft- og vannbårne partikler har vært gjenstand for mye forskning fordi de har en direkte negativ effekt på menneskers helse. Imidlertid, det er en stor mangel på kunnskap om de bredere økologiske effektene av forurensing fra veger, selv om det er godt kjent at giftstoffer går inn, forblir og påvirker biotaen.

8.1.1. FORANDRINGER I HYDROLOGI OG VANNKVALITET

De følgende egenskaper ved vegen har betydning for hydrologi og vannkvalitet:

- Vannkilde: vann samles opp og ledes ut ett sted;
- Barriere: kan bremse nedløp av vann i brattere terreng;
- Vegnetts interaksjon med elvenettverk: både økt og redusert drenering er mulig; økt i de tilfeller der vegen bidrar til at vannet ledes til elvene; redusert i de tilfeller hvor vegen bidrar til at elvene snevres inn (f. eks. ved transport av avfall);
- Økt energi i elvene med fare for erosjon, skuring og flom;

8.1.2. EROSJON OG TRANSPORT AV SEDIMENTER

All konstruksjon av vegganlegg medfører en risiko for erosjon og sedimentering. Bygging av skogsveger er paradoksalt nok den veggtypen som medfører størst risiko fordi det medfører vanligvis den første storskala forandring i landskapet i det at mye biomasse fjernes og jorden eksponeres. Sannsynligheten for bevegelse av masse er større etter hogst og fjerning av all vegetasjon, røtter inkludert¹⁴². Sedimentene pulserer gjennom bekkesystemene og endrer elvemorfologi, med avsetninger i kanaler og det dannes grunner. Elvegrunner, sammen med

økt turbulens og mindre bevakste elvebredder, øker vanntemperaturen, noe som er en stressfaktor for livet i elva. Johnson et al.¹⁴² beskriver dette fenomenet ved å bruke bl.a. laks og ørret som eksempler på arter som blir påvirket.

8.1.3. INTRODUKSJON AV KJEMISKE FORBINDELSER

Kilder til forurensende kjemikalier langs vegger omfatter:

- Kjøretøy;
- Veger, broer og tunneller;
- Vedlikeholdsarbeid av vegbanen og assosiert infrastruktur;
- Vegsøl;

Giftige kjemikalier fra vegger går over i landskapet hovedsakelig som avrenning etter storm. Kjemikaliene transporteres vanligvis som hydrerte ioner og som oppløste, kolloidale og tyngre partikler, samt i sedimenter. Tungmetaller og organiske forbindelser er gjerne absorbert i partikler av leire, silt og sand. Mange 'beste forvaltningsprinsipper' (best management principles - BMP) rettet mot å bekjempe kjemisk forurensing langs vegene, konsentreres om å redusere strømmen av partikler ut i det omliggende landskapet.¹⁴³

En lang rekke forurensende forbindelser fra kjøretøy ender opp i naturen med avrenningsvann. Disse inkluderer hydrokarboner, asbest, bly, kadmium og kobber. I tillegg vil pesticider og saltforbindelser bli overført som et resultat av vedlikehold av veger. En rekke flyktige kjemikalier assosiert med vegger ender også opp i naturen som en følge av utslipp fra trafikk. Disse omfatter karbonmonoksid, nitrogenoksider, flyktige organiske forbindelser, svoveldioksid, støv fra eksos og vegbanen, bly, metan og andre toksiner slik som benzen, butadien og formaldehyd. I tillegg til disse primære utslippene reagerer noen kjemikalier og danner sekundære forbindelser, hvor den viktigste er ozon.

8.1.4. STØY OG ANDRE ATMOSFÆRISKE EFFEKTER

Økt støynivå er den mest tydelige miljømessige konsekvensen av vegtrafikk og har utvilsomt en negativ innvirkning både på mennesker, fugler og pattedyr. Hvorvidt støy påvirker andre organismer som kommuniserer med lyd, for eksempel gresshopper, vet man ingenting om.

Andre atmosfæriske effekter kommer som et resultat av vegens fysiske struktur. Vegger påvirker vindretning og hastighet, temperatur, relativ fuktighet og innstråling. Generelt er vegkanter mer forblåst og turbulent, varmere, tørrere og mer solrike¹⁴⁴. I tillegg er lufta mer støvete nærme vegen, i særdeleshet hvis vegen er uasfaltert. Vegstøv påvirker vegetasjonen og påvirker fotosyntesen og transpirasjon slik at produksjonen går ned og skadeomfanget øker¹⁴⁵. Støv former absorpsjonsflater for flyktige forbindelser og tillater at fytotoksiske forbindelser kan trenge inn i plantene som igjen har en negativ effekt på planteetere. Slike mikroklimatiske endringer kan påvirke områder langt fra vegen^{145,146}.

8.2. Påvirkning på de biotiske komponentene i økosystemet

Veger medfører både primære (direkte) og sekundære (indirekte) forandringer på biotaen. Små populasjoner eller habitatkrevende arter kan bli totalt utryddet lokalt om habitatet forsvinner. Videre, indirekte effekter omfatter forandringer eller påvirkninger som et resultat av økt kontakt med mennesker og menneskelige aktiviteter som adgangen til tidligere ubenyttede områder tillater.

8.2.1. VEGERS BETYDNING FOR DØDELIGHET OG SOM BARRIERER

Det er gjennomført mye arbeid på hvor viktig vegger er for dødelighet av større vertebrater på grunn av påkjørsler og hvordan vegger fungerer som barrierer og fragmenterer eksisterende populasjoner. Selv om resultatene av disse arbeidene ikke er direkte overførbare for andre artsgreper, er det noen trekk ved dem som er verdt å nevne. Ved fragmentering av allerede små populasjoner vil vegen i noen tilfeller fungere som en barriere som forhindrer individer å flytte seg fra en side til den andre. Effekten av dette er at genstrøm minsker fordi vegen ikke er kryssbar. Genstrøm er nødvendig for å opprettholde levedyktige populasjoner over tid. Summen av dette er at lokal utdøing øker fordi kilden til immigranter kuttes av. Eksempler på arbeider som beskriver dette finner vi i bl.a. Oxley et al.¹⁴⁷ for små pattedyr og Bhattacharya⁸⁸ for humler.

8.2.2. VEGER SOM HABITAT, KORRIDOR OG KANALER

I tillegg til at veger og vegkanter er egnede habitater for en rekke dyr og planter, er veger også en kilde til mat for kadaver-etere. Videre, hvordan vegkantene opparbeides og skjøttes er viktig for hvordan vegkantene utnyttes som habitat¹⁴¹ bl.a. for fugler, pattedyr og insekter. I tilfeller hvor vegen går gjennom snaue kulturlandskap og hvor vegkantene er beplantet, vil vegkanten representere en viktig kilde til biologisk mangfold. Et slikt mønster finner vi gjerne på kontinentet, i USA og i Australia^{148, 149}.

Generelt kan vegkanter sies å ha fire karaktertrekk i forhold til forflytting av organismer¹⁵⁰: 1) lokal forflytning for å skaffe føde; 2) spredning mellom adskilte populasjoner; 3) migrasjon over større avstand og; 4) lokal ekspansjon av utbredelsesområdet. Imidlertid, det er et fåtall arter som man har påvist aktivt bruker vegen og vegkantene for å skaffe seg føde, i sprednings- eller migrasjonssammenheng. For de aller fleste organismer er vegen en ugjestmild barriere. Som en konsekvens av dette og som allerede nevnt, er det gjerne generalister og 'ugressarter' som først og fremst er i stand til å utnytte vegen på denne måten. Dette inkluderer også eksoter. I tillegg til at eksotiske planter tidligere ble benyttet som ornament, blir frø og propaguler spredt fra kjøretøy og i vegkantene vil de kunne finne de et passende habitat. Vegkantene er ofte belyst, er sjelden konkurranseutsatt og har rikelig tilgang på vann og næringssalter fra overflatevann. I tillegg til dette, er slike arter konkurransesterke, har effektive spredningsmekanismer og blir hjulpet av menneskets gjentatte introduksjoner samt habitatkontinuitet over store avstander. Alt dette bidrar til at vegkanter utgjør invaderbare rom.

8.3. Økologiske effekter av vegnett

Veger og vegnett har langtrekkende, kumulative effekter på landskapet¹⁵¹. Disse effektene kan oppsummeres slik:

- Tap og forandring av habitat: bruk av land indusert av vegen, arealskifte og landskapsendring;
- Redusert kvalitet av habitatet: fragmentering, andre forstyrrelser, mindre kontinuitet;

8.3.1. LANDSKAPSENDRINGER OG FRAGMENTERING

Den mest dramatiske konsekvensen av vegbygging er ukontrollert migrasjon, etablering og utbygging med påfølgende avskoging. Dette problemet er i dag i første rekke relatert til fattige befolkningsgrupper i utviklingsland, men også til industriell hogst i tidligere urørte og utilgjengelige områder.

Et mer relevant problem er fragmentering av landskapet, da i første rekke skoglandskapet. Reed et al.¹⁵² fant at i Rocky Mountains medførte vegbygging større fragmentering enn snauhogst. Videre, flere studier har funnet at artstetthet er korrelert negativt med vegettetthet og positivt med avstand fra veg. Eksempler på slike arbeider er Barnes m. fl.¹⁵³, Canaday¹⁵⁴, Huijser og Bergers¹⁵⁵, Develey og Stouffer¹⁵⁶ og Mech m. fl.¹⁵⁷. Disse artene er gjerne slike som er typiske skoglevende eller krever større arealer (revir for vilt). Videre, det er vanligvis en tidsforsinkelse mellom vegkonstruksjon og effekt på mangfoldet, men dette er sterkt avhengig av artsgruppe.

8.3.2. VEGKANTER OG KANTEFFEKTER

Fragmentering forårsaket av veger blir alternativt målt som mengde kant skapt av vegen. I mange arbeider som ser på effekten av veger på landskapet, blir landskapsfragmentering og kantdannelse ofte koblet og brukt komplementært for å beskrive endringsprosesser^{158, 159}. Kantsoner er naturlige elementer i landskapet og danner de romlige mønstrene som er et resultat av naturlig heterogenitet og interaksjoner innen og mellom arter. Økologiske overgangssoner, økotoner, kommer fra endring i ressurstilgang, slik som for eksempel en overgangssone mellom myr og skog. Alternativt blir kanter dannet ved økologiske forstyrrelser, slik som skogbranner eller trefelling. I slike tilfeller blir lys-, nærings- og konkurranseforholdene endret slik at andre arter kan etablere seg slik at en distinkt kant blir dannet (planter).

Vegkanter derimot, er spesielle i det at de er menneskeskapt, er rimelig rettlinjete og blir gjennomgående påvirket av andre faktorer enn naturlige kanter. Vegens kanteffekt på miljøet

strekker seg langt utover kanten selv og er ansvarlig for at relativt store arealer er ubeboelige for mange arter¹⁴⁴. Endringer i mikroklima selv på smale grusveger påvirker plantestrø og sammensetning av vegetasjon, virvelløse dyr, skoglevende arter og artsrikhet som sådan^{160, 161, 162}. Omfanget av de økologiske påvirkningene veger har på omliggende områder varierer i tid og rom. En veg-effekt sone blir definert som det området i nærheten av vegen hvor en eller flere direkte økologiske effekter kan måles. Avhengig av de økologiske prosessene og sensitivitet hos artene man vil måle, varierer også størrelsen på veg-effekt sonen. Selv om begrepet ikke bør neglisjeres, er det stor enighet om at veg-effekt sonen er kompleks, flerdimensjonell, upresis og enda ikke sikkert målbar¹⁶³. Et foreløpig estimat fra USA på å identifisere veg-effekt sonen konkluderte at 83% av landområdet befant seg mindre enn 1 km fra veg, mens bare 3% befant seg mer enn 5 km unna veg¹⁵¹.

8.3.3. ØKOLOGISK VEG-NETTVERK TEORI

Økologisk veg-nettverk teori er satt sammen av grunnleggende prinsipper i landutnyttelse, transport, nettverksteori og økologi, og gir brukeren et rammeverk for å forstå de økologiske effektene av vegnett. Med utgangspunkt i denne teorien vil en analyse av effektene et vegnett har på terrestre økosystemer vanligvis ende opp med at effektene strekker seg over større områder, at langdistanseeffekter kan 'mette' selv områder med moderat vegtetthet og at isolerte lommer med habitat blir dannet som en konsekvens av vegnettene¹⁴⁴. Denne teorien er langt fra ferdig utviklet, slik at de kumulative økologiske effektene av vegnett er usikre og eksemplene er få. Man vil måtte inkludere indekser på vegtetthet og veglokalisering, samt måle empirisk veg-effekt sonene til terrestre populasjoner. Videre, landskapsøkologiske modeller må inkorporeres og det arbeidet er knapt påbegynt. Som en start på en syntese hvor både landskapsøkologiske modeller og økologisk veg-nettverk teori er delelementer, har Jaeger m. fl.^{164, 165} brukt simuleringsmodeller til å forutsi hvilken effekt vegkonfigurasjoner har på populasjoner av dyr og dyrs overlevelse. De konkluderte at effekten av veger som krysser hverandre versus parallellgående veganlegg er svært avhengig av dyrenes atferd. Videre, å 'bunte' trafikken sammen viste seg fordelaktig for overlevelse så lenge som kjerneområder av intakt habitat ble ivaretatt ufragmentert. Slike modelleringer bør alltid etterprøves med empiriske studier. Et knippe som omtaler denne teorien og bruken av den finner man i Carr m. fl.¹⁶⁶, Forman m. fl.^{144, 167} og Jaeger m. fl.^{164, 165},

8.4. Konfliktvurdering

Det er mange interesser å ta hensyn til og planleggingen må gjennom flere runder med høringer, prioriteringer og kompromisser før anleggsarbeid kan starte. I en slik prosess er det mange verdier å ta hensyn til, og ikke alle verdier kan enkelt befestes i kroner og øre. Gevinsten av et nytt veganlegg kan beregnes som et antall kroner i form av bedret samfunnsøkonomi, mer effektiv trafikkavvikling og mindre forurensing. Å sette verdien på biologisk mangfold og hva man faktisk taper i sum ved at mangfoldet forsvinner eller forrykkes er vanskeligere. Handelsvarer slik som tømmer og fisk kan det relativt enkelt settes en pris på. Man kan også sette en økonomisk verdi på økosystemtjenester som benyttelse av områder til rekreasjon og turisme, samt rent vann og karbonbinding. Verre er det å sette en verdi på filterere av sedimenter, nedbrytere av dødt trevirke, parasitter, pollinerere og arter vi ikke kjenner til.

Det er verdt å nevne at mange arter kan ha stor økonomisk betydning uten at vi vet det. Bioprospektering er et begrep som omfatter leting etter verdifulle genetiske og biokjemiske ressurser i naturen. Det er spesielt legemiddelindustrien som inntil nå har fokusert på dette i utviklingen av nye legemidler, men det finnes også muligheter for bioprospektering innen landbruk og plante- og dyrehelse.

Trasévalget for et veganlegg er et konfliktområde hvor biologisk mangfold er en av flere komponenter. Man ønsker en effektiv trafikkavvikling og nærhet til vegen samtidig med at ulempene blir færrest mulig og kostnadene holdes nede. Det er således i utgangspunktet problematisk å velge dyrere løsninger hvis formålet er å beskytte arter eller habitater publikum ikke har et forhold til og hvor begrunnelsen ikke møter forståelse. Det er imidlertid lettere å argumentere for å endre vegtrasé hvis det er kjent at det i det aktuelle området lever arter som har spesiell allmenn 'interesse', såkalte signalarter. Hvitryggspett og hvit skogfrue er to arter hvis forekomst vil gi tungtveiende argumenter til en diskusjon om å endre valg av trasé. Det

samme vil et forslag om å legge et nytt veganlegg i et område som er et populært utfartsområde medføre.

Øket kunnskap om arters forekomst og funksjon i vår natur vil ikke nødvendigvis senke konfliktnivået i forbindelse med utbygging av veganlegg, kanskje tvert imot. Men bedret kunnskap vil bidra til at diskusjonen baseres på fakta, ikke på spekulasjoner, noe som gjør at de avgjørelser som må tas er bærekraftige.

9. FAGLIGE VURDERINGER

9.1. Veg og veganleggs påvirkninger

Alle vegbyggingsprosjekter har konsekvenser, både direkte og indirekte, kortsiktige og langsiktige (se §8). Tålegrensen for hvor omfattende påvirkningene kan være blir en balanse mellom kostnad og nytte. Nytteverdien av en ny veg er udiskutabel, mens kostnadssiden er mer kompleks. Den kortsiktige fortjenesten ved å lokalt spare en sjelden art (biologisk kostnad) kan gå tapt ved at langtidspåvirkningen blir mer alvorlig, hvis man for å spare arten for eksempel ser seg nødt til å etablere veganlegget gjennom et område med større risiko for avrenning, eller hvis man båndlegger et potensielt bolig- eller industriområde (økonomisk kostnad) for å unngå å etablere vegen gjennom våtmark eller et populært turområde. Reelle verdikonflikter og normal saksang resulterer gjerne i kompromisser for å til en viss grad tekkes alle involverte interesser, både samfunnsøkonomiske og miljømessige. Spørsmålet man da kan stille seg er om dette er gode kompromisser når kunnskapsmangelen så stor at man ikke har god nok oversikt over konsekvensene til å sette inn tiltak der det er mest behov for det.

Et annet aspekt som er verdt å nevne er at de ulike påvirkningsfaktorene ikke er isolerte enheter. Nesten all forskning er rettet inn mot en faktor av gangen, slik som blyforurensing, påkjørsler, kanteffekter eller fremmede arter uten å undersøke interaksjonene mellom dem. Et hypotetisk 'worst case' eksempel kan illustrere dette¹³⁵. Et vegnett etableres i kjerneområdene for et av de store rovdyrene (som for eksempelets skyld ikke er fredet). Tilgangen til området gjør at jegere kommer for å jakte på rovdyrene slik at populasjonen reduseres og blir utryddet i noen områder. Hjortedyrbestanden øker i mangel av jakt på predatorer og økningen er også hjulpet av gresskledde vegkanter. Jakt og påkjørsler er ikke tilstrekkelig for å holde populasjonen nede. Den økende bestanden hjortedyr vil etter hvert overbeite vegetasjonen slik at den floristiske sammensetningen i skogen endres, og økende beiting medfører videre at busk- og bunnsjiktet i skogen reduseres, noe som igjen har negative konsekvenser for en del fugler. Opportunister som mink og ekorn favoriseres av disse endringene og større populasjoner av disse medfører mer predasjon av egg og fugleunger. Ved høy trafikk tetthet og medførende forurensing av luft og vann på grunn av at områder langs vegen blir utbygd, vil vegetasjonen og trærne i nærheten bli stresset slik at skadegjørere får bedre levekår. Giftstoffer fra trafikken går inn som en del av næringskjeden og skogøkosystemet er ugjenkallelig forandret.

Selv om dette hypotetiske eksempelet har liten direkte relevans for norske forhold, illustrerer det hvor viktig det er å tenke økosystem og ikke enkeltarter når man vurderer et nytt vegprosjekt.

9.2. Typer tiltak

Eksisterende tiltak for å ta vare på det biologiske mangfoldet er i all hovedsak rettet mot å ta vare på vilt. Eksempler på slike er:

- Fartsdempere og varselskilt – minsker påkjørsler
- Gjerder – hindrer adgang
- En-veis porter – vilt kan slippe ut fra men ikke inn til vegbanen
- Under- og overganger – tillater kryssing
- Viltspeil – skremmer bort storvilt

De aller fleste av disse vil ha liten effekt på andre organismer. Over- og underganger vil til en viss grad hjelpe noen insekter og karplanter å krysse vegen. Imidlertid, overlevelse av disse

organismene, i tillegg til lav og moser, er primært substrat- og habitatavhengig mer enn et spørsmål om påkjørsler. Ved fordelaktige betingelser kan populasjonene av karplanter, insekter, moser og lav bli meget store og noen få bergede individer som en følge av krysningspunkt vil ikke ha noen særlig innvirkning på populasjonsstørrelsen.

Generelle tiltak for å stabilisere vegen og hindre erosjon og begrense avrenning og annen forurensning vil selvsagt medføre at vegen vil ha en mindre negativ effekt på det totale mangfoldet, forutsatt at vegen er lagt og bygget slik at påvirkningene i utgangspunktet er minst mulig. Effektiv drenering og sikre avløp, sammen med beplantning på jord armert med hønsenetting eller lignende vil redusere faren for erosjon, jordskred og sedimentering til bekker.

Vegkanter kan konstrueres, beplantes og skjøttes på en slik måte at de fungerer som spredningskorridorer. De bør lages til på en slik måte at de fungerer som en forlenget, kontinuerlig arm av det omliggende økosystemet. I skog kan det best gjøres ved at de på best mulig måte etterligner en skogkant. Det bør unngås transport av jord fra andre områder, både på grunn av ulik jordkjemi og risiko for å introdusere uønskede planter. I nesten alle miljøer vil det være best at vegetasjonsdekket får utvikle seg naturlig. Tidspunkt for kantslått bør velges med omhu. Slått kan påvirke frøsetting hos planter, indusere frøsetting hos noen og forhindre dette hos andre. Det vil derfor være en fordel å kjenne til hvilke arter som er til stede samt ha relevant kunnskap om deres økologi, slik at kantslått kan gjennomføres utenom kritisk tid.

Det aller beste tiltaket for å ta vare på biologisk mangfold av karplanter, insekter, moser og lav er i sum å unngå habitatødeleggelse.

10. FORSLAG TIL FORSKNINGSPROSJEKTER

Prosjektforslagene under er utformet slik at de vil gi resultater både på kort (1-2 år) og lang (3+ år) sikt. Hovedformålet med samtlige prosjektforslag i tillegg til å bidra med konkret og anvendt kunnskap som bygger på det man allerede vet om påvirkningsfaktorer som er viktige for insekter, karplanter, trær og epifyttiske lav, er å foreslå prosjekter av en type som gjør at den generelle kompetansen på dette området økes. Det er imidlertid viktig å nevne at prosjektforslagene er eksempler på hvilke problemstillinger som bør belyses mer enn at de nevnte organismegruppene spesifikt blir undersøkt. Kompetanseheving er fundamentalt for at man kan ta de riktige valgene fremover og vil også ha stor verdi for konsekvensutredninger (KU). Et krav for KU er at naturmiljø utredes. Definisjonen av naturmiljø under KU inkluderer biologisk mangfold som en parameter i tillegg til enkeltlokaliteter, naturtypelokaliteter og landskapsøkologi m.fl. Som beskrevet tidligere, er det manglende kunnskap om biologisk mangfold og påvirkninger fra veger og vegtrafikk, og kunnskapsmangelen er generelt meget stor for de organismegruppene som er behandlet i denne rapporten. I tilfeller hvor kunnskapsmangelen er stor skal naturtypebeskrivelsen fange opp dette og en eventuell trussel mot sjeldent eller truet mangfold. KU tilsier at fokus skal være rettet mot signalarter eller indikatorarter i de tilfeller hvor enkeltartundersøkelser er mulig. Mens indikatorarter er definert med en biologisk begrunnelse, er ikke dette alltid tilfellet for signalarter, og dette kompliserer effekten av denne delen av KU. Vi har derfor lagt vekt på å presentere prosjekter som i mindre grad omhandler enkeltarter, men prosjekter som bidrar til å øke kunnskapen om økosystemer og effekten av påvirkning.

10.1. Kortsiktige prosjekter

10.1.1. UTSIKTSRYDDING LANGS VEG, EVALUERING AV EFFEKTER OG ERFARINGER DE SISTE 20 ÅR

Innledning

Stell og skjøtsel av trær og skog langs veg har en lang tradisjon i Norge. Rundt 1990 kan man imidlertid hevde at utsiktsrydding for større opplevelsverdier for de vegfarende ble et viktig tema for våre vegmyndigheter, og flere ryddeprosjekter ble initiert de påfølgende år. Skjøtsel eller forsøk på fjerning av trær, busker og annen vegetasjon langs vegkanten har flere hensikter. Noen av dem er å;

- Bedre oversikten for trafikanten

- Fremheve attraksjoner og landskapsverdier, landskapets egenart
- Redusere viltpåkjørslar gjennom større siktzone
- Redusere skadeeffektene ved utforkjøringar

I tillegg til å skulle gjøre trafikken sikrere, har ryddingen, pleie og skjøtselstiltakene effekter på det omliggende miljøet. Omfanget av påvirkningen er delvis bestemt av hvordan ryddingen foregår.

Det har vært en markant utvikling også i metodebruken i løpet av denne perioden, fra brakklegging og sprøyting med bl.a. glyphosat til mer bruk av maskinell kutting og krattknusere. I større avstand fra veglinja benyttes motormanuelle metoder med kunstig kvisting, avstandsregulering, tynning og selektive hogster. I forhold til tiltaket mener vi det vil være viktig å få evaluert i hvilken grad utsiktsrydding gir en ønsket langsiktig effekt og om metodene som anvendes er optimale i forhold til målsettingene og de skoglige forhold. Det kan også være at igangsatte tiltak kan gi utilsiktede effekter og stå i kontrast til andre målsettinger, for eksempel ønsket om å ivareta biologisk mangfold langs vegene. Et eksempel på dette er at rydding av rogn, selje og bjørk vil medføre oppkomst av stubbeskudd som er like tett eller tettere enn før, og som vil kunne være attraktive beiteplanter for hjortedyr. Man vil kunne oppleve at elg eller hjort står "i matfatet" langs vegene i lengre tid enn før, og at trekk til arealene medfører at sjansene for viltpåkjørslar øker.

Det foreslås derfor at det foretas en faglig evaluering av prosjekter av typen "utsiktsrydding langs veg" og "fra kratt til kroner", tiltak som ble initiert på 1990 og 2000-tallet. Fem sentrale spørsmål som kan stilles er:

- 1) hvordan har situasjonen blitt 10-20 år etter at tiltaket ble iverksatt?
- 2) har man gode nok beskrivelser av før-situasjonen slik at man kan få evaluert effektene?
- 3) hvilke vedlikeholdsintervaller må foreskrives for å oppnå ønsket kvalitet av de aktuelle områdene
- 4) hvilken type tetthetsregulering er optimal i forhold til de krav vegmyndighetene stiller og for de ulike skogtyper vi finner rundt omkring i landet?
- 5) er det motstridende interesser i denne type aktiviteter, for eksempel fokus på biomangfold vs. visuelle og estetiske verdier.

Målsetning

Målet med dette prosjektet er å samle og syntetisere eksisterende erfaringer og kunnskap tilegnet gjennom såkalte "rydding av utsikt langs vegprosjekter" og ved å evaluere denne kunnskapen kunne bidra til mer skånsomme, effektive, økonomiske og helhetlige tiltak som i tillegg til å være gode trafikksikkerhetstiltak også bidrar positivt til å utvikle verdifulle lokale landskapsverdier og å ivareta biologisk mangfold lokalt.

Metoder/gjennomføring

Dette er en type prosjekt som betinger at man har god historisk kunnskap eller god tilgang til historisk materiale. Prosjektet kan gjennomføres på to år.

Det velges ut 10 strekninger i skogsområder hvor det i løpet av de siste 20 år har vært foretatt utsiktsrydding på definerte lokaliteter, Dersom det finnes gode fotoserier fra strekningene kan disse benyttes som referanse vedr før-situasjonen. I vekstsesongen gjøres det registrering av skoglige forhold og fra definerte posisjoner langs vegen kvantifiserer man siktbarhet. Gjennom taksering og vurderinger av stubber og levende trær forsøker man å rekonstruere tilstand og behandling. Forekomster av rotskudd, stubbeskudd og vannris gis spesielt oppmerksomhet. Det bør fokuseres på metodeutvikling i forhold til dokumentasjon av siktforhold fra definerte punkter.

Tidsplan og budsjett

Prosjektet vil kreve at man klarer å identifisere strekninger der man har rimelig gode historiske data vedr skjøtselstiltakene, eller at det brukes tid og ressurser på å rekonstruere disse. Normalt vil man kunne gjennomføre et slikt prosjekt over 2 feltsesonger. Prosjektet kan organiseres inn mot regionene slik at man får stratifisert aktuelle skoglige forhold.

Dette prosjektet kan gjennomføres med anslagsvis 4 mnd allokert til feltarbeid samt 4 mnd rapportarbeid.

10.1.2. AKVATISKE INVERTEBRATER SOM INDIKATORER FOR PÅVIRKNING AV VEGANLEGG

Innledning

Vegbygging og veganlegg påvirker biologisk mangfold. De strukturelle endringer i landskapet som vegbygging medfører er selvforklarende i forhold til dette. Men fordi kunnskapen om invertebratsamfunn og veger/vegtrafikk er mangelfull vet man ikke omfanget av påvirkningene satt i en økosystemsammenheng, heller ikke om noen strukturelle endringer faktisk er positive for mangfoldet.

Det er gjort en rekke kartleggingsundersøkelser av flora og fauna før veganlegg bygges. Dette gjøres hovedsakelig for å undersøke om det finnes rødlistede eller spesielt utsatte arter i området. Tilsvarende etterundersøkelser er aldri blitt gjennomført, slik at man ikke har nødvendig empiri for å kunne uttale seg om graden av endringer i biologisk mangfold veganlegget har medført.

Blant virvelløse dyr i ferskvann finner man en del grupper som er meget sensitive for marginale endringer i vannkvaliteten. Fjærmygg (Diptera: Chironomidae) har larver i ferskvann og mange arter responderer umiddelbart på kjemiske og fysiske endringer i vanntilstanden. Det er en artsrik gruppe i Norge representert med om lag 500 arter. De finnes i alle typer ferskvann, fra rennende bekker til sterkt forurensede innsjøer og ofte i meget stort antall (opp til 100.000 larver pr. kvm sediment er påvist i noen tilfeller).

Kartleggingen av ferskvannsfauna før veganlegg bygges har vært verdifull. I disse undersøkelsene ble hovedsakelig larver av øyestikkere, og i noen tilfeller vann-nymfer, døgnfluer og vårflyer kartlagt. En etterundersøkelse av de samme områdene vil frembringe vital informasjon om hvilke endringer i artsammensetningen veganlegget har forårsaket.

Dette prosjektet kan med relativt få grep gjøres til et langsiktig prosjekt ved at man inkluderer for- og etterundersøkelser for eksempel ved å benytte KU-modellen.

Målsetning/hypoteser

Vi foreslår et to-delt prosjekt: 1) Faunistiske endringer i sammensetning av fjærmygg som en følge av vegbygging med en evaluering av endret vannkvalitet og 2) Etterundersøkelse av akvatiske virvelløse dyr i allerede kartlagte ferskvannsområder.

Hovedmål er det samme for begge undersøkelsene: å kunne påvise kvalitative og faunistiske endringer på vannkvalitet og biologisk mangfold hos akvatiske virvelløse dyr som en følge av vegbygging samt vurdere endringer i forurensing ved hjelp av forurensingsindeksene BMWP, ASPT og andre.

Delmål for 1):

- Dokumentere de kvalitative og kvantitative endringer i fjærmyggfaunaen etablering av veganlegg medfører;
- Bruke fjærmyggfauna som indikator for vannkvalitet og relatere den til de påvirkninger som veganlegget er årsak i;

Delmål for 2):

- Dokumentere de kvalitative endringene i faunasammensetning veganlegg har medført for aktuelle akvatiske virvelløse dyr;
- Registrere endringer i forekomster av rødliste- og signalarter;

Metoder/gjennomføring

For delprosjekt 1) velges ut et område som er ferdig prosjektert og hvor anleggsarbeid er nært forestående. Valg av innsjø eller annet akvatisk habitat gjøres etter befaring, men habitatet bør ikke være for stort av hensyn til å begrense den naturlige biologiske variasjonen i habitatet. Det prosjekterte veganlegget bør ikke medføre for store strukturelle endringer på habitatet, slik som

oppdemming eller fragmentering men tillate at habitatet visuelt og strukturelt er mest mulig intakt.

Innsamling av materiale gjøres i god tid før anleggsarbeid settes i gang, fortrinnsvis i April-Juni, da det normalt er mye larver¹. En vanlig metodikk ved innsamling av dyreplanktonprøver er å utføre tre vertikale håvtrekk fra 2 x siktdyp (diameter 30 cm og maskestørrelse 100 µm), evt. helt fra bunnen til overflaten. Dette fanger også opp plankton som døgnvandrer opp og ned i vannsøylen. Larver på bunnen og i sedimenter samles ved å benytte "sparkemetoden" som beskrevet i Norsk Standard 4719. Det tas GPS målinger ved hvert innsamlingspunkt. Ved vurdering av bunndyrsamfunnet bør man benytte samme metodikk som i dag benyttes i de nasjonale overvåkingsprogrammer for sur nedbør og kalking. Systemet er utarbeidet på basis av forsuringstoleranse hos de ulike grupper og arter av virvelløse dyr. Metoden går, forenklet sagt, ut på å karakterisere et vassdrag i forsuringssammenheng ved hjelp av invertebratfaunaen. Forsuringsindeksene er beregnet etter Fjellheim og Raddum¹⁶⁸. Verdien 1 viser et bunndyrsamfunn som ikke er forsuringsskadet, mens verdien 0 viser et sterkt skadet samfunn.

Etter at vegprosjektet er ferdig og har vært operativt i ett år, gjentas innsamlingene. Arbeidet gjøres i samme tidsrom som før anleggsperioden og foretas på de samme GPS punktene som sist. Det bør nevnes at indikatorene som fjærmygglarvenes sammensetning gir om vannkvalitet ikke uten videre kan overføres til andre grupper.

Alle standardparametre for kvalitative målinger i ferskvann bør registreres og disse registreringene kan med fordel samkjøres med Statens Vegvesens egne overvåkingsrutiner som gjøres ved anleggene. Det oppfordres til at det tas kontakt med eksperter på området før prosjektstart for å kvalitetssikre hvilke registreringer som bør gjøres, som f.eks NIVA eller LFI-UNIFOB.

For delprosjekt 2) velger man ut et antall områder som ble kartlagt før anleggsarbeid ble igangsatt og hvor vegen har vært operativ i ca tre år. Det er en fordel at trafikkpåvirkningen har 'stabilisert seg' før de biologiske undersøkelsene settes i gang slik at også lokalfaunaen har nådd en ny eventuell likevekt. Metode og omfang for innsamlingene bør være tilsvarende som de var i forundersøkelsene, for å kunne presentere sammenlignbare resultater. Hvis det ikke er områder tilgjengelige for å gjøre feltinnsamlinger, kan det subsidiært gjøre innsamlinger parallelt og som en del av delprosjekt 1). Tidsplanen må da justeres i henhold til det.

Artsbestemmelse av fjærmygglarver kan være arbeidskrevende da materialet gjerne er meget stort og det ofte kreves mikroskopering. Det finnes FoU miljøer i Norge som har denne kompetansen.

Om budsjettene tillater det, vil det for begge delprosjektene være ønskelig, og svært interessant, å velge flere innsjøer i ulik avstand fra anlegget og med ulike hydrologiske egenskaper (størrelse, strøm, pH, dybde, vannutskifting etc.) for å bakte inn avstands- og hydrologiske effekter fra vegen og anlegget. Det vil uansett være behov for et kontrollområde slik at tilfeldig endringer uavhengige av anlegget kan gjøres rede for.

Tidsplan

Dette er et punktprosjekt som har en total tidsramme i arbeid på to år (Delprosjekt 1)). Varigheten av prosjektet vil være vesentlig lengre fordi det vil være et brudd i arbeidet mens veganlegget bygges og trafikken etablerer seg. Delprosjekt 2) vil ha en varighet på ca tre måneder per undersøkt habitat.

Delprosjekt 1)

- År 1 (Før anlegg)
 - Februar: Befaring
 - April-Juni: Feltarbeid
 - Juli-Desember: Artsbestemmelser
- År 2 (Etter anlegg)

¹ Fjærmygglarver kan man finne nesten hele året, avhengig av art, men April-Juni er 'høysesong'.

- April-Juni: Feltarbeid Mannuker: 8
- Juli-Desember: Artsbestemmelser Mannuker: 16
- År 3
 - Januar-Mai: Analyse, rapportering Mannuker: 20

Delprosjekt 2)

- År 1
 - Mars: Valg av feltområder Mannuker: 1
 - April-September: Feltarbeid Mannuker: 2 (per område)
 - Oktober-Des.: Artsbestemmelser Mannuker: 3 (per område)
- År 2
 - Januar-Mars: Analyse, rapportering Mannuker: 10

Tids- og utstyrsbudsjett

Spesifikasjon	År1	År2	År3
Delprosjekt 1			
Arbeidskraft	30u	24u	20u
Diett	50d	40d	-
Reiser	3	3	-
Utstyr			
Håver, flasker, div leieutstyr	20k	10k	-
Leie av båt	25d	20d	-
Delprosjekt 2			
Arbeidskraft	6u*	10u	*per område
Diett	10d*	-	
Reiser	1*	-	
Utstyr			
Håver, flasker, etc	uspes.	-	
Leie av båt	5d*	-	

Merknad: u=ukeverk, d=dagsverk, uten benevning = antall

10.2. Langsiktige prosjekter

10.2.1. KONSEKVENSER AV VEGBYGGING PÅ BIOLOGISK MANGFOLD? FOR – OG ETTERSTUDIUM AV ET VEGANLEGG

Innledning

For alle større vegprosjekter i Norge blir det gjennomført en konsekvensutredning (KU) med DN-håndbok 13 som premissgiver. Kartlegging av enkeltlokaliteter er en viktig aktivitet i en KU i forhold til biologisk mangfold og i enkelte tilfeller legges det ekstra vekt på arbeid knyttet opp mot enkeltarter eller artsgrupper man på forhånd vet eller antar er til stede i området hvor veg skal bygges.

Det er noen problemer knyttet til dette som gjør at konsekvensutredninger på biologisk mangfold kan ha begrenset faglig bærekraft:

- KU skal sikre at det som er *relevant* blir belyst. Med den kunnskapsmangelen som oppleves for planter og laverestående dyr i forhold til temaet i denne rapporten, vil det som antas som relevant i forhold til disse organismegruppene være svært subjektivt;
- Annonserte konsekvenser etterprøves eller utredes i liten grad;

Det foreslås derfor et langsiktig studieopplegg fra før et vegbyggingsanlegg settes i gang til >10 år etter at vegprosjektet er ferdig. Intensjonen er å gjennomføre en grundig forundersøkelse av et område før fysiske inngrep settes inn. Videre, man overvåker et utvalg arter/grupper i minimum ti år etter at anlegget står ferdig. Ved å gjennomføre et prosjekt hvor nullpunktet er situasjonen før spaden settes i jorda og som ideelt sett ikke trenger å ha en avslutning (overvåking) er fordelene mange og omfattende:

- Man vil finne ut hvor vidt og i hvilken grad det biologiske mangfoldet endrer seg;

- Man vil kunne påvise den direkte effekten av veganlegget på biologisk mangfold;
- Man har muligheter til å studere langtidseffektene av vegtrafikk;
- Man vil kunne teste, etterprøve og kvalitetssikre KU;

Det holdes i all overveiende grad åpent mht organismegrupper og tema for studiene, men det er en fordel å signalisere noen grupper som 'fokusgrupper'. Ved å planlegge et slikt prosjekt grundig, og stille noen fasiliteter til rådighet, vil det være mulig for Statens Vegvesen å trekke til seg en lang rekke forskningsmiljøer og studenter til å gjennomføre forskningsprosjekter, master- og PhD oppgaver som en del av prosjektet. Det vil være et banebrytende prosjekt også i internasjonal sammenheng.

Målsetning

Målsetningen med prosjektet er å bidra til en omfattende kunnskapsheving av de kort- og langsiktige konsekvensene av vegbygging og vegtrafikk på enkeltarter, økosystemer og enkeltindivider av arter. Et tilleggsmål er å forbedre systemet for konsekvensutredninger.

Gjennomføring

Samtidig med at prosjekteringsfasen for et nytt veganlegg settes i gang, inviteres norske FoU institusjoner til å sende interessemelding om å delta på prosjektet. Samtidig med dette, meldes prosjektet til Norges Forskningsråd som et brukerstyrt programkonsept.

Mulige nøkkeltemaer for interessemeldingene:

- *'Følge' noen artsgrupper fra før anleggstart til reetablert populasjonslikevekt;*
- *Overvåke, følge og teste vegetasjonsutvikling ved ulike behandlingsregimer (regulering, tynning, kvisting);*
- *Overvåke og følge biologisk mangfold (artssammensetning, migrasjon, populasjonsdynamikk, metapopulasjoner) ved ulik behandling av vegkanter;*
- *Langtidseffekter av kjemisk påvirkning;*
- *Hydrologi, sedimentering og strukturelle endringer i sammensetningen av akvatisk fauna og flora;*
- *Inventering av fauna/flora før anleggstart og samfunnsøkologiske studier i uoverskuelig antall år etter ferdigstilling;*
- *Testing, etterprøving og kvalitetssikring av metoden for å gjennomføre konsekvensutredninger;*
- *Oppfordring til MSc og PhD oppgaver, gjerne med internasjonalt samarbeid. Noen temaer:*
 - *Påvirkning på organismer i forhold til avstand fra vegen;*
 - *Betydning av støv (Merk: dette er lite kjent);*
 - *Betydning av støy på virvelløse dyr (Merk: helt ukjent område);*
 - *I KU: fanger eksisterende metodikk opp reelle verdier og er hvordan er sammenhengen mellom konsekvensutredningen og reell påvirkning?*

Basert på innkomne interessemeldinger, inviteres et utvalg FoU institusjoner til å sende inn prosjektforslag. Det oppfordres til internasjonalt samarbeid av finansieringshensyn. Prosjektforslagene vurderes av Statens Vegvesen og eksterne eksperter. Brukerstyrte prosjektforslag til Norges Forskningsråd følger NFRs egne rutiner. I vurderingen av prosjektforslagene legges det vekt på:

- Søkers kompetanse;
- Gjennomførbarhet;
- Bidrag til kompetanseheving;
- Formidling;
- Kostnad;
- Samarbeid;

Statens Vegvesens oppgave

I gjennomføring av programmer relatert til påvirkninger på biologisk mangfold, foreslås det at Statens Vegvesen rolle blir:

- Godkjenne og helfinansiere noen prosjekter, delfinansiere andre;
- Gjøre tilgjengelig feltfasiliteter (losji, transport, teknisk assistanse, tyngre mekanisk utstyr);

- Stille midler til rådighet gjennom NFRs brukerstyrte program;
- Arbeide mot søsterorganisasjoner i andre europeiske land med sikte på å etablere et programområde innenfor EU sine forskningsprogrammer;
- Godkjenne og helfinansiere feltarbeidsdelen av MSc oppgaver;
- Godkjenne og delfinansiere feltarbeidsdelen av PhD oppgaver;

10.2.2. VEGKANTER SOM SURROGATHABITAT FOR ENGER

Innledning

Flere arbeider har vist at vegkanter er viktige for biologisk mangfold. Vegkanter er et kunstig englignende habitat og mange arter av planter og dyr har en økologisk fordel av å bebo slike habitater. På liten skala har vegkanter flere karakteristikk som minner om enger: de er ofte begrodd av ulike arter gress og urter, er relativt tørre, mange blir regelmessig slått og samlet areal kan være stort. Mange arter knyttet til enger er i tilbakegang og er på Rødlista over truede arter. Hovedgrunnen til dette er at tradisjonelt slåtteregime har endret seg slik at arealet som kan defineres som englandskap har minsket betraktelig de siste 20-30 år.

Undersøkelser har vist at vegkanter kan være svært arts- og individrike, for enkelte artsgrupper er vegkantene rikere enn de omliggende habitatene. I dette prosjektet vil vi undersøke om dette har begrunnelse i vegkanten *per se* eller om vegkantene fungerer som refugier for englevende planter og virvelløse dyr. Videre vil vi undersøke hvor vidt utvidete vegkanter i form av forgreninger og korridorer mot eksisterende enger vil være positivt for det biologiske mangfoldet på engene på den måten at artene vil benytte disse passasjene som forflytningskorridorer.

Målsetning/hypoteser

Hovedmålet er å bidra til at biologisk mangfold på enger i nærhet av veganlegg ivaretas.

Delmål kan defineres som følger hypoteser:

- Ved å bygge englignende korridorer fra vegkantene til nærliggende enger, vil man bidra til at individer kan forflytte seg;
- Bygging av englignende korridorer vil virke stabiliserende på det biologiske mangfoldet samt være med på å ivareta det genetiske mangfoldet;
- Kvalitet på fyllmasses, forskjellige slåtteregimer, ugresssprøyting og ulik behandling av vegkanter og korridorer vil påvirke forflytning av arter det biologiske mangfoldet;

Metoder/gjennomføring

Område for undersøkelsen bør være et veganlegg av 2-felts riksvegstandard hvor vegkantene blir slått eller sprøytet regelmessig og hvor trafikkmengden er moderat. Trafikkmengden må være tilstrekkelig til å kunne utgjøre en forstyrrelse i form av støy, støv og annen forurensing tilsvarende det som vil være vanlig for de fleste veganlegg. Større/travlere veganlegg velges bort på grunn av ulemper med trafikkavvikling under forsøket samt at det vil utgjøre en sikkerhetsrisiko.

Trasevalget bør være av en slik art at det ikke finnes nevneverdig bebyggelse i umiddelbar nærhet av vegen. Videre må det finnes enger i nærheten av veganlegget, gjerne med ulik avstand fra vegen. Området mellom vegen og engene bør være enten kulturmark eller skog, samt relativt flatt, slik at bearbeidelse av området og tillaging av korridorer kan gjøres så rimelig og enkelt som mulig.

Det gjennomføres en forundersøkelse på de utvalgte engene før inngrep gjøres. Formålet med dette er å kartlegge hvilke arter som finnes der samt foreta populasjonsestimater. Tilsvarende kartlegging gjøres langs vegkantene. Et utvalg karplanter, dagsommerfugler og løpebiller vil være gode studieobjekter da de to førstnevnte som regel kan artsbestemmes levende i felt mens sistnevnte er tvunget til å forflytte seg langs bakken. I noen grad får man da også belyst vegkanten som leveområde for dagsommerfugler. Flygende dyr utover dette vil ikke bli behandlet i denne studien da antallet faktorer som påvirker forflytning er mye større enn vegkanthabitatet alene. Kartlegging av biller gjøres med fallfeller og for valgte karplanter ved standard ruteanalyse.

Korridorer som surrogathabitat tillages etter Statens Vegvesens prosesskoder for utlegging og bearbeiding av jord og etablering av gressdekke. Ideelt sett bør det lages en korridor som knytter vegkanten sammen med ei eng i nærheten. Det foreslås å lage minst seks slike surrogathabitater, to gjentak med ulik avstand veg-eng, for eksempel 10, 30 og 50 meter, avhengig av tilgang. Bredden av korridorene bør være som for vegskulderen. Korridoren såes til. Det ene gjentak samt tilhørende vegkant slås i henhold til Statens Vegvesens prosesskoder for vedlikehold av vegetasjon i grøntarealer, mens det andre gjentak får stå ubehandlet.

Umiddelbart etter at korridorene er laget til, vil det bli satt ut fallfeller for å fange løpebiller. Vegetasjonsregistreringer vil også starte kort tid etter tillaging. Fellene vil bli plassert med fem meters intervaller og tømt hver tredje uke i hele prosjektperioden, også om vinteren så sant det er snøfritt. På denne måten vil vi kunne måle eventuell ekspansjon av utbredelsesområdet for artene som undersøkes. Karplanter registreres bare i vekstsesongen og to ganger per sesong. De samme rutene undersøkes hver gang og populasjonsstørrelse beregnes. Siste feltlesong repeteres forundersøkelsen for å kunne være i stand til å påvise de endringene korridorene har hatt på engene og vegkantene.

For å teste reelle effekter, er det viktig at minst et kontrollområde etableres, det vil si at det foretas innsamlinger i et uten at det foretas noen fysiske endringer i området.

Vi er klar over at eiendomsforholdene ofte er slik at Statens Vegvesen ikke kontrollerer arealet utenfor selve veganlegget og at å bygge konnektorer mellom vegkanten og enger vil kunne måtte kreve grunneieravtaler. Hvis det viser seg umulig å få til slike avtaler eller opparbeiding blir for kostbart, kan et sub-optimalt, men gjennomførbart alternativ være å avstå fra brakklegging, oppgraving og etablering av surrogathabitat og bare slå en 'gate' som ved standard kantslått.

Tidsplan

Dette prosjekter vil ha en varighet på fem-seks år.

År 1

- Vår: Valg av område, forundersøkelse på enger og vegkant
- Sommer: Forundersøkelse
- Høst: Resultathåndtering forundersøkelse, analyser, prosjektering korridorer

År 2

- Vinter: Rapportering forundersøkelse, konstruksjon korridorer
- Vår: Tilrettelegging korridorer (såing), oppstart feltarbeid (registreringer)
- Sommer: Registreringer
- Høst: Registreringer, slått

År 3-5

- Vinter: Registreringer, artsbestemmelser, databehandling
- Vår: Registreringer
- Sommer: Registreringer
- Høst: Registreringer, slått, nedrigg (år 5)

År 6

- Vinter: Artsbestemmelser, databehandling, analyse
- Vår: Analyse
- Sommer: Analyse, rapportering
- Høst: Rapportering

Tidsbudsjett

Spesifikasjon		År1	År2	År3	År4	År5	År6
Arbeidskraft							
Prosjektleder/ekspert		5u	7u	7u	7u	7u	7u
Ekspert	2u	3u	3u	3u	3u	3u	

	Tekniker	1,5u	2u	2u	2u	2u	1u
Diett		30d	160d	140d	140d	140d	30d
Reiser		4	15	15	15	15	5
Utstyr							
	Feller, kjemikalier etc	uspes	uspes	uspes	uspes	uspes	-
	Ruteanalyser	uspes	uspes	uspes	uspes	uspes	-

Merknader:

- Utstyr er løpende og uspesifiserte kostnader til feller, oppmerking av ruter etc.
- Diett er ført opp som antall fager i felt:
 - o For ekspert: 10 dgr år 1, 40 dgr hvert år 2-5 og 0 dager år 6.
 - o For prosjektleder/ekspert: 20 dgr år 1, 70 dgr år 2, 50 dgr hvert år 3-5 og 30 dgr år 6.
 - o For teknisk hjelp: 0 dgr år 1, 50 dgr hvert år 2-5 og 0 dgr år 6.

10.2.3. EFFEKTER PÅ VEG FRA EPIFYTTFLORA

Bakgrunn

Lav er sårbare for forurensning fra vegtrafikk. Dette er lite studert i Norge. Lavarter responderer ulikt på luftforurensning. Økt nitrogen-utslipp vil for eksempel kunne virke positivt på en del arter, mens andre trolig tåler dette dårlig. En kan derfor forvente endringer i artssammensetning og at enkelte arter går tilbake ved eksponering for biltrafikk. Dette er særlig viktig for sjeldne og rødlistede arter. Store gamle trær, især gamle eiketrær og andre edelløvtrær, har en artsrik epifyttflora. De kan også huse flere rødlistede arter. Dette er miljøer som ofte finnes langs veger og som derfor er utsatt.



Hektnereika i Rælingen. Foto: Harald Bratli

Ved nybygging av veg er det også viktig å ha kunnskap om mulige effekter den nye vegen vil ha på eksisterende epifyttforekomster. Dels kan nybygging forårsake tap av habitat og derved

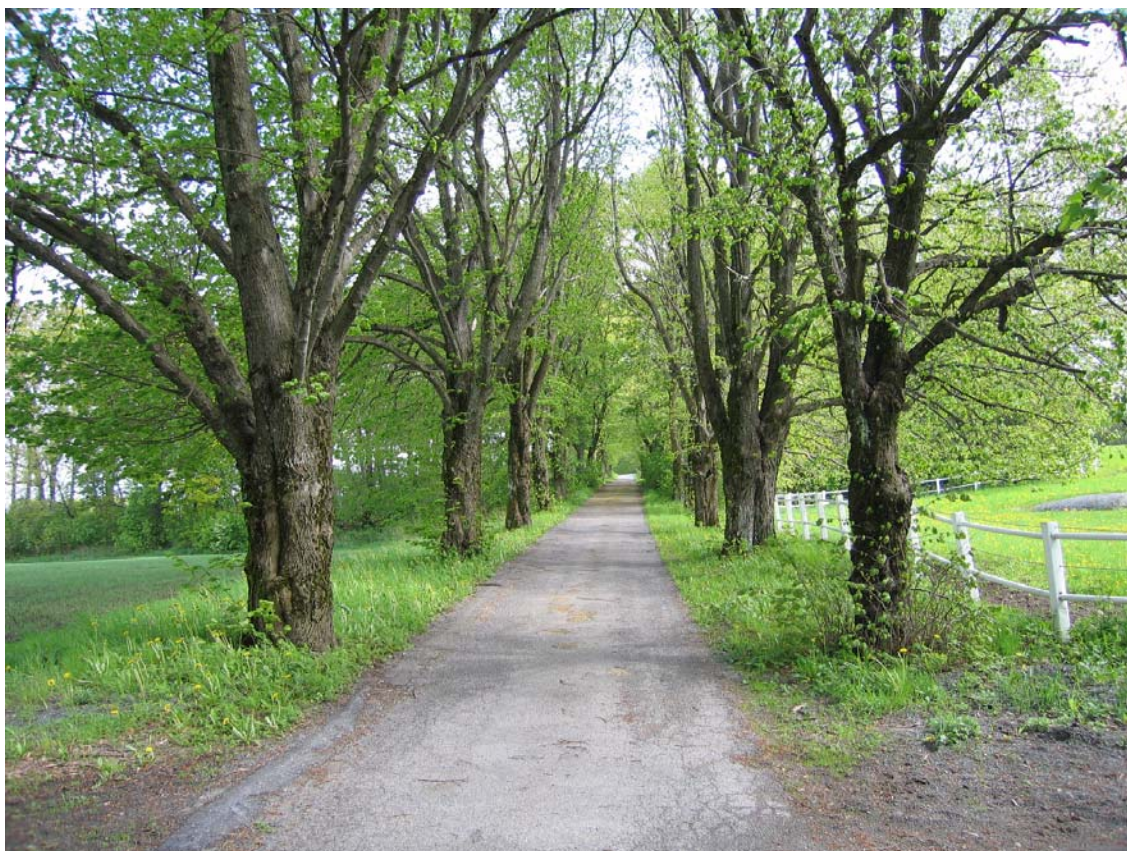
desimering og fragmentering av forekomster, eller vegen kan bli lagt så pass nær eksisterende forekomster at de blir eksponert for negative påvirkninger fra trafikken.

Statens vegvesen har gjennomført kartlegging av alléer i Østfold og Akershus. Man har derfor god oversikt over hvor potensielt viktige miljøer for epifyttiske moser, lav og sopp forekommer. Det er nå behov for registreringer av biologisk mangfold med dette som utgangspunkt. Videre er det behov for å undersøke effekten av vegtrafikk i ulik avstand fra veg.

Det er sannsynlig at epifyttflora endres over tid langs vegnettet, ettersom trafikkbelastning med mer endres. Det er derfor aktuelt å overvåke effekter på epifyttflora i permanente flater. Tilsvarende overvåking forgår i flere andre land i Europa. Ved etablering av et overvåkingsopplegg vil det være av interesse å få med før-tilstand. Dette kan oppnås ved å etablere flater i forkant av en planlagt vegutbygging. Derved vil en over tid også ha mulighet til å undersøke om og hvordan vegutbygging påvirker epifyttfloraen. Et standardisert overvåkingssystem for epifytter bør derfor inkludere et nettverk langs eksisterende vegnett med ulik trafikkmengde og stasjoner i forbindelse med planlagte/nylig igangsatt vegutbyggingsprosjekter.

Alléer og store gamle trær langs veger har tiltrukket seg lavinteresserte i lang tid og det er foretatt en rekke innsamlinger av lav i dette habitatet. Aktuell status for disse forekomstene, der også rødlistede lav inngår, er i mange tilfeller ukjent og en kartlegging må også inkludere gjenbesøk i kjente forekomster. Dette vil gi verdifull bakgrunnsinformasjon om variasjonen innen epifyttsamfunn på edelløvtrær og forekomster av viktige miljøer der tiltak er særlig aktuelt.

Prosjektet organiseres i tre delprosjekter, ett som omfatter kartlegging av epifytter på alléer og store gamle edelløvtrær, og som danner grunnlag for detaljstudier i delprosjekt 2. I delprosjekt 2 undersøkes effekter av biltrafikk i ulik avstand fra veg og langs veg med ulik trafikkmengde. Delprosjekt 3 tar for seg etablering av et overvåkingssystem der også registreringer i forkant av vegutbygging inngår.



Alléer består ofte av gamle trær som gir god grobunn for viktige arter av moser og lav. Foto: Arne Heggland

Målsetting

Hovedmålet er at epifyttflora tilknyttet edelløvtrær ivaretas 1) langs eksisterende veger og 2) ved bygging av nye veger².

Delmål

1. Kartlegge epifyttflora med utgangspunkt i alléregistreringene i Østfold og Akershus. Dette foreslås primært for å tette kunnskapshull samt for å oppdatere allerede eksisterende kunnskap.
2. Undersøke effekter av biltrafikk på trær i ulik avstand fra veg og langs veg med ulik trafikkmengde.
3. Etablere system for overvåking av effekter basert på
 - a. eksisterende vegnett, både gamle og nyetablerte veger er relevante
 - b. i forkant av ny vegutbygging

Metodikk

Delprosjekt 1. Kartlegging foretas med utgangspunkt i Statens Vegvesens kartlegging av alléer i Østfold og Akershus og allerede pågående kartlegging/overvåking i regi av nasjonale overvåkingsprogrammer. Omfang er avhengig av hvordan status er på de pågående prosjektene. Dersom antallet er betydelig kan det være aktuelt å velge ut de potensielt viktigste i første omgang der en sørger for relevant variasjon fanges opp etter definerte kriterier.

Delprosjekt 2. Studieområdet for effekter av biltrafikk velges med utgangspunkt i kartleggingen i delprosjekt 1. Områder langs veger med ulik trafikkbetlastning velges, slik at et tilstrekkelig antall trær med ulik avstand fra veg inngår. Epifytter registreres på trærne i tillegg til utvalgte økologiske parametere. Svært viktig er egenskaper i barken, som barkstruktur og innhold av ulike kjemiske stoffer, samt porøsitet/vannkapasitet. I tillegg måles flere relevante parametere, som innhold av NOX og NH₄, i luft.

Delprosjekt 3. Etablering av overvåkingsnett langs utvalgte veger etter definerte kriterier. Videre inkluderes et antall stasjoner i forbindelse med nyanlegging av veg. Permanente observasjonsflater etableres og epifyttflora og relevante økologiske parametere registreres etter et standardisert opplegg. Eksempelvis, dersom nye veier er under planlegging i lokaliteter med rik epifyttflora (for eksempel store eiker), kan det være en mulighet å følge flatene i forhold til avstand, himmelretninger og eventuelle tiltak.

Tentativ gjennomføring.

Merk: Dette er grove anslag og foreløpig og må jobbes med i forbindelse med aktuelt prosjekt

Delprosjekt 1

År 1

Kartlegging (omfang av allékartlegging og budsjett). Anslått: 4 ukeverk felt

Bearbeiding + rapportering, anslått: 6 ukeverk

Merk: omfang av kartlegging avhenger av status på nasjonale kartleggings- og overvåkingsprogram ved igangsetting

Delprosjekt 2

År 2

Detaljerte epifyttundersøkelser i ulik avstand fra veg og ulik trafikkmengde

Anslått: 3-4 ukeverk felt

År 2-3

Bearbeiding

Kjemiske analyser luft

Kjemiske analyser bark

Bearbeiding og publisering

Anslått ukeverk?

² Renere biler vil forurense mindre, mens effekten av andre tiltak mot trafikkforurensing av epifytter er ukjent.

Delprosjekt 3
År 2 eller år 3
Oppstart overvåking
Anslag: minst 4 ukeverk feltarbeid
Bearbeiding anslått ? ukeverk?

10.2.4. IDENTIFISERING OG FORVALTNING AV ARTSRIKE VEGKANTER

Bakgrunn

Vegkanter kan være artsrike eller inneholder sjeldne eller rødlistede arter av karplanter, lav, moser, sopp og insekter. Derfor inngår typen "artsrike vegkanter" i naturtypekartlegging i regi av Direktoratet for naturforvaltning, og slike lokaliteter kartlegges i diverse utredninger. Det er ennå lenge igjen før en tilfredsstillende kartlegging i hele landet er gjennomført. Mange av disse lokalitetene er rester etter gamle enger eller har engpreget vegetasjon som følge av skjøtselen som foretas. Statens Vegvesen kan bidra til å opprettholde slike verdifulle lokaliteter ved 1) å foreta god kartlegging, 2) utarbeide forvaltningsplaner og foreta skjøtsel med klart definerte mål, 3) overvåke om målene nås.

Et stort antall lokaliteter finnes pr. i dag langs vegnettet i Naturbase, men mange gjenstår likevel å lokalisere. Derfor vil det vært nyttig med et verktøy for mer målrettet søk etter verdifulle lokaliteter ved hjelp av eksisterende kartdata og annen informasjon i ulike datakilder. Dersom et slikt verktøy fungerer vil det muligens også ha nytte ved konkret planlegging av nye vegtraséer.

Prosjektet organiseres i 2 delprosjekter

1. Delprosjekt prognoseverktøy. Delprosjektet har som mål å utvikle en kartbasert modell for sannsynlighet for forekomst av artsrike vegkanter ut fra eksisterende data. Modellen må testes ut i felt og eventuelt raffineres ved innhenting av tilleggsdata. En må vurdere om det også er aktuelt å samle inn data i forkant i et utvalgt område. Eksisterende data omfatter Naturbase, berggrunnskart, klimadata, terrengmodeller, artsobservasjoner, med mer. Dette delprosjektet kan også ses som en selvstendig modul.

2. Mange rødlistede arter langs vegene er kulturmarksarter som er avhengig av åpen, kortvokst vegetasjon. I kjente skjøtselsbetingete lokaliteter er tilpasset kantslått essensielt. Skjøtsel av vegkanter og Statens Vegvesens prosesskoder for drift og vedlikehold av grøntareal har som mål å bedre trafikksikkerheten, men kan også under gitte forutsetninger være viktig for ivaretagelse av rødlistede arter. Blant annet må slått foretas til riktig tidspunkt og plantemateriale fjernes. Dette krever ekstra innsats og det er derfor viktig å vite om tiltakene har ønsket effekt. Med utgangspunkt i kjente lokaliteter eller informasjon fra delprosjekt 1 velges et antall lokaliteter med truede kulturmarksarter. Artsrike lokaliteter med potensial for rødlistede arter er også aktuelle. Det utarbeides skjøtselsplan der hensikten er å forvalte artene samtidig som trafikksikkerhet ivaretas. Før skjøtselen startes etableres et overvåkingsopplegg basert på permanent merkede flater. Vegetasjon og økologiske parametere registreres etter en standardisert metodikk. Rødlistede arter innplasseres nøyaktig på kart og registreres detaljert med relevante populasjonsparametere. Data organiseres i databaser, som er kompatible med naturbase/artsobservasjoner. Etter skjøtselen følges rødlistede arter og vegetasjon årlig.

Målsetting

Dette prosjektet har til hensikt å legge til rette for målrettet kartlegging av verdifulle kulturmarkslokaliteter, identifisere lokaliteter, foreta skjøtsel, etablere et system for kontroll med skjøtselen, forbedre prosesskoder for drift og vedlikehold.

Tentativ gjennomføring

Utarbeides som en del av prosjektet.

11. LITTERATURDATABASE

En vesentlig del av dette prosjektet har vært å søke etter og hente inn litteratur. Litteraturen er lagt inn i EndNote og ble indekseres på en slik måte at artiklene lett kan hentes ut av basen. Valg av nøkkelord å søke på var derfor svært viktig.

11.1. Beskrivelse

I alle vitenskaplige artikler og mange rapporter finnes det fem-seks nøkkelord som beskriver hva artikkelen handler om. Disse har vi benyttet som søkeord i basen. Videre har vi lagt til norske søkeord som gjør at det kan søkes både på engelsk og norsk.

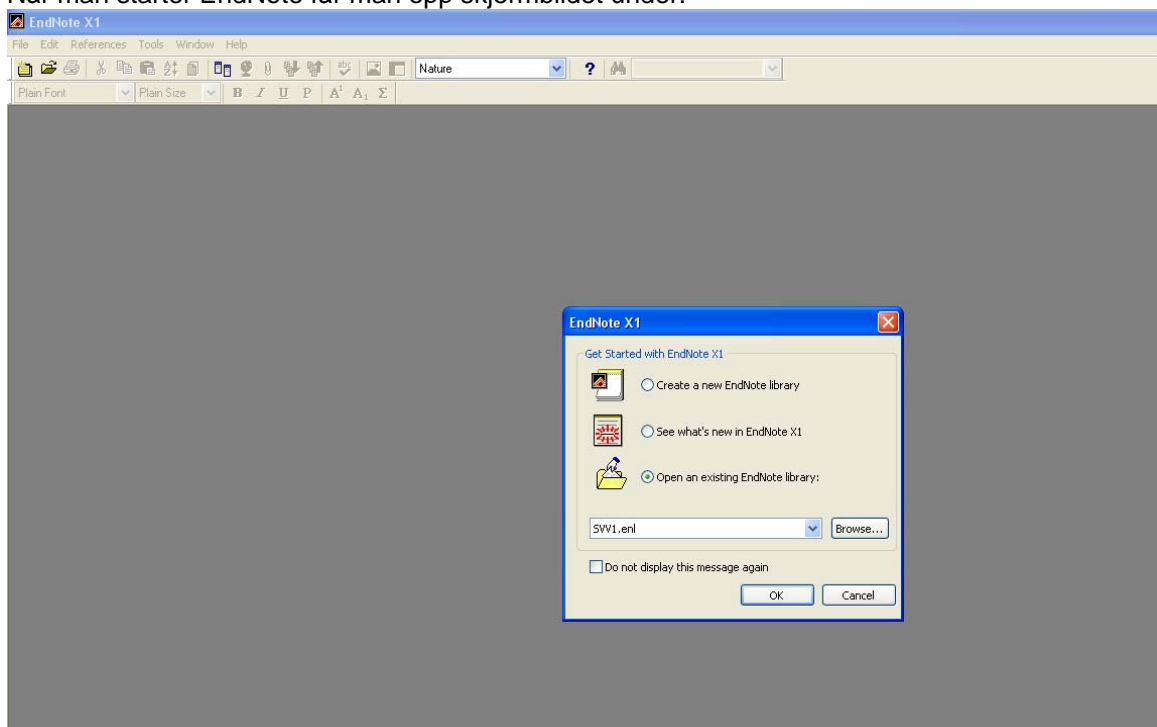
Nøkkelord som har fem eller flere forekomster i basen er vist i figuren:

Engelsk		Norsk	
<i>Acid (-s)</i>	<i>Land</i>	<i>Arter</i>	<i>Luftforurensing</i>
<i>Agricultural</i>	<i>Landscape (-s)</i>	<i>Artsmangfold</i>	<i>Mangfold</i>
<i>Air</i>	<i>Lichen (-s)</i>	<i>Avstand</i>	<i>Moser</i>
<i>Ammonia</i>	<i>Management</i>	<i>Biodiversitet</i>	<i>Nitrogen</i>
<i>Area (-s)</i>	<i>Meadow (-s)</i>	<i>Biologisk</i>	<i>NOx</i>
<i>Biodiversity</i>	<i>Metal (-s)</i>	<i>Boreal</i>	<i>Overvåking</i>
<i>Biomonitoring</i>	<i>Model (-s)</i>	<i>Eng</i>	<i>Revegetering</i>
<i>Boreal</i>	<i>Mortality</i>	<i>Epifytter</i>	<i>Skjøtsel</i>
<i>Community (-ies)</i>	<i>Native</i>	<i>Flora</i>	<i>Skog</i>
<i>Conservation</i>	<i>Netherlands</i>	<i>Forurensing</i>	<i>Spredning</i>
<i>Corridor (-s)</i>	<i>Northern</i>	<i>Fragmentering</i>	<i>Trær</i>
<i>Critical</i>	<i>NOx</i>	<i>Fremmede</i>	<i>Tungmetaller</i>
<i>Density</i>	<i>Oxide (-s)</i>	<i>Gradient</i>	<i>Tålegrenser</i>
<i>Deposition</i>	<i>Pattern (-s)</i>	<i>Habitat</i>	<i>Urban</i>
<i>Dioxide</i>	<i>Plant (-s)</i>	<i>Invertebrater</i>	<i>Vegetasjon</i>
<i>Dispersal</i>	<i>Pollution</i>	<i>Kanteffekter</i>	<i>Vegkant</i>
<i>Disturbance</i>	<i>Population (-s)</i>	<i>Karplanter</i>	<i>Veg/vei</i>
<i>Diversity</i>	<i>Rain</i>	<i>Land</i>	<i>Veikant (-er)</i>
<i>Ecology</i>	<i>Recruitment</i>	<i>Lav</i>	<i>Økologi (-ske)</i>
<i>Edge (-s)</i>	<i>Richness</i>		
<i>Effect (-s)</i>	<i>Road (-s)</i>		
<i>Emission (-s)</i>	<i>Roadside (-s)</i>		
<i>Environment (-al)</i>	<i>Seed</i>		
<i>Epiphytic</i>	<i>Seminatural</i>		
<i>Flora</i>	<i>Soil (-s)</i>		
<i>Forest (-s)</i>	<i>Species</i>		
<i>Forests</i>	<i>Traffic</i>		
<i>Fragmentation</i>	<i>Tree (-s)</i>		
<i>Gradient (-s)</i>	<i>Urban</i>		
<i>Grassland (-s)</i>	<i>Use</i>		
<i>Growth</i>	<i>Vegetation</i>		
<i>Habitat (-s)</i>	<i>Vehicle (-s)</i>		
<i>Heavy</i>	<i>Verge (-s)</i>		
<i>Invasion (-s)</i>			
<i>Invertebrates</i>			

Det anbefales at det søkes både på norske og engelske ord og kombinasjoner av ord for å filtrere søkene.

11.2. Veiledning

Når man starter EndNote får man opp skjermbildet under:



Man henter inn EndNote biblioteket ved å angi filnavnet der referansene er lagret. I dette tilfellet heter filen Statens vegvesen1.enl.

Når biblioteket er hentet inn, vil man få se et skjermbilde som under, hvor referansene er listet opp:

The screenshot shows the EndNote X1 interface with a list of references. Several callout boxes with arrows point to specific columns in the reference list:

- Første forfatter** points to the Author column.
- Tittel** points to the Title column.
- Publikasjonstype** points to the Journal/Book column.
- URL** points to the URL column.
- Publikasjonsår** points to the Year column.
- Tidsskrift** points to the Journal/Book column.

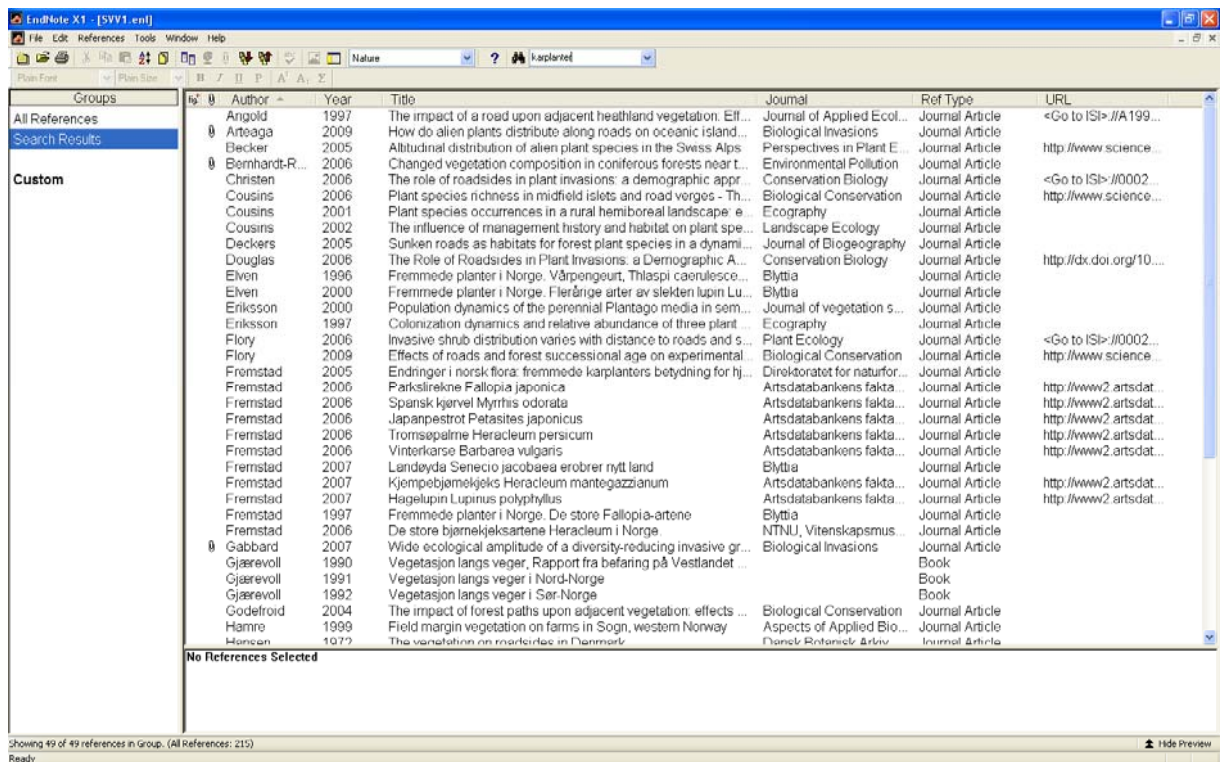
Author	Year	Title	Journal	Book	URL
Fremstad	2006	De store bjørnekjeksartene <i>Heracleum</i> i Norge.	NTNU, Vitenskapsmus...	Journal Article	
Gabbard	2007	Wide ecological amplitude of a diversity-reducing invasive gr...	Biological Invasions	Journal Article	
Gadsdon	2009	Quantifying local traffic contributions to NO ₂ and NH ₃ concen...	Environmental Pollution	Journal Article	
Garcia	2009	Road Impacts on Biodiversity: Roads of Portugal (EP) Action...	Environmental Pollution	Journal Article	
Gilbert	2003	Ambient nitrogen dioxide and distance from a major highway	Science of the Total En...	Journal Article	<Go to ISI> //0001...
Giordano	2004	Biodiversity and trace element content of epiphytic bryophyte...	Plant Ecology	Journal Article	
Gjærevoll	1990	Vegetasjon langs veger, Rapport fra befaring på Vestlandet ...		Book	
Gjærevoll	1991	Vegetasjon langs veger i Nord-Norge		Book	
Gjærevoll	1992	Vegetasjon langs veger i Sør-Norge		Book	
Glasius	1999	Measurements of nitrogen dioxide on Funen using diffusion t...	Atmospheric Environm...	Journal Article	<Go to ISI> //0000...
Godefroid	2004	The impact of forest paths upon adjacent vegetation: effects ...	Biological Conservation	Journal Article	
Gombert	2003	Correlation between the nitrogen concentration of two epiphyt...	Environmental Pollution	Journal Article	
Gombert	2004	Assessment of lichen diversity by index of atmospheric purity	Science of the Total En...	Journal Article	
Gombert	2005	The use of autecological and environmental parameters for e...	Environmental Pollution	Journal Article	<Go to ISI> //0002...
Gombert	2006	Lichens and tobacco plants as complementary biomonitors o...	Ecological Indicators	Journal Article	<Go to ISI> //0002...
Grant	2003	Review of the contaminants and toxicity associated with parti...		Book	
Green	2008	Effect of long-term changes in soil chemistry induced by road...	Environmental Pollution	Journal Article	http://www.science...
Guirado	2006	Understorey plant species richness and composition in metro...	Global Ecology and Di...	Journal Article	
Harrre	1999	Field margin vegetation on farms in Sogn, western Norway	Aspects of Applied Bio...	Journal Article	
Hansen	1972	The vegetation on roadsides in Denmark	Dansk Botanisk Arkiv	Journal Article	
Hansen	2005	The influence of disturbance and habitat on the presence of n...	Biological Conservation	Journal Article	http://www.science...
Hansson	1994	Anthriscus sylvestris - a growing conservation problem?	Annales Botanici Fennici	Journal Article	
Haskell	2000	Effects of forest roads on macroinvertebrate soil fauna of the ...	Conservation Biology	Journal Article	
Haugstjå	1930	Über den Einfluss der Stadt Oslo auf die Flechtenvegetation ...	Nyt Mag. Naturvidensk.	Journal Article	
Hawbakker	2004	Roads and landscape pattern in Northern Wisconsin based o...	Conservation Biology	Journal Article	
Hawksworth	1970	Qualitative scale for estimating sulphur dioxide air pollution in...	Nature	Journal Article	
Hedthow	1998	Acer pseudoplatanus - invasion in Sunnmøre, Norway	Botanical Garden and ...	Book	
Heggland	2008	Rv. 9 Tveit - Langeid: Kommunedelplan med konsekvensutv...		Book	
Hillmo	2002	Epiphytic lichen response to the edge environment in a borea...	Bryolog...	Journal Article	<Go to ISI> //0001...
Honn	2009	Responses of herbaceous plants to urban air pollution: Effect...	Environmental Pollution	Journal Article	
Hubwood	2008	The contribution of roadside grassland restorations to native ...	Biological Conservation	Journal Article	
Hovd	2005	Plant species in arable field margins and road verges of cent...	Agriculture, Ecosystem...	Journal Article	http://www.science...
Huhta	2007	A case with blue gentian blues: roadside-cutters creating neo...	North. Journal of Botany	Journal Article	<Go to ISI> //0002...
Huisker	2000	The effect of roads and traffic on <i>Hadronia</i> (Fruticose airpo...	Biological Conservation	Journal Article	

I søkefeltet kan man skrive inn hele eller deler av et ord man vil søke på, i dette tilfellet er ordet 'karplanter'.

The screenshot shows the search results for 'karplanter' in EndNote X1. The search bar contains 'karplanter' and the results are filtered to show only three entries:

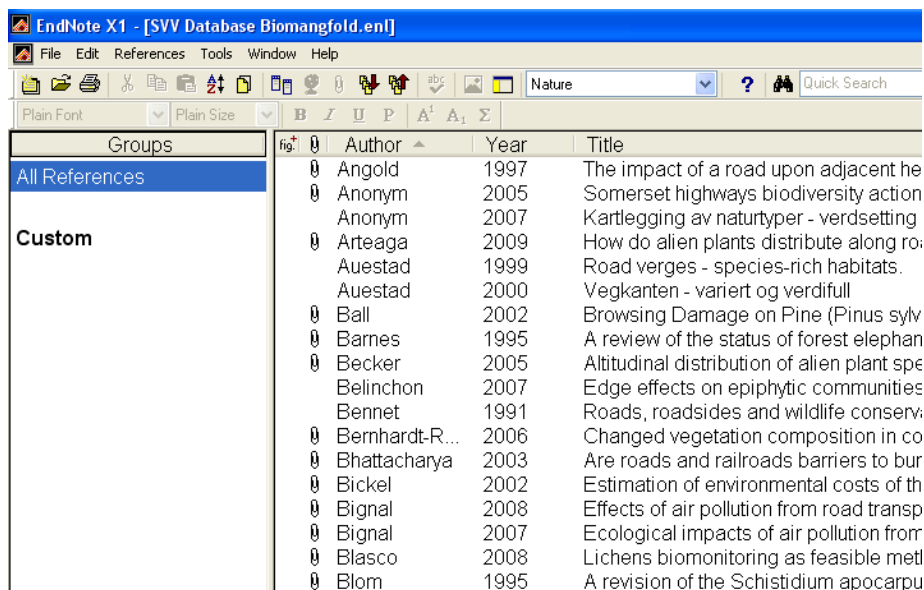
Author	Year	Title
Fremstad	2006	De store bjørnekjeksartene <i>Heracleum</i> i Norge.
Gabbard	2007	Wide ecological amplitude of a diversity-reducing invas...
Gadsdon	2009	Quantifying local traffic contributions to NO ₂ and NH ₃ c...

Resultatet av søket vises under:



49 artikler inneholder ordet 'karplanter' eller deler av ordet i et av feltene.

Bindersene til venstre i skjermbildet viser at det er en fil knyttet til referansen.



Ved å åpne en referanse ved å dobbelklikke vil man litt nede på siden finne ikonet til filen. Åpner man denne vil artikkelen åpnes i et nytt vindu. Tilsvarende, til høre i det samme skjermbildet vil det i mange tilfeller finnes en link til en nettside (URL)

	Ref Type	URL
of Applied Ecol...	Journal Article	<Go to ISI>://A199...
	Journal Article	
ratet for naturfor...	Journal Article	
cal Invasions	Journal Article	
s of Applied Bio...	Journal Article	
	Book	
avian Journal o...	Journal Article	
cal Conservation	Journal Article	http://www.science...
ctives in Plant E...	Journal Article	http://www.science...
of Vegetation ...	Journal Article	<Go to ISI>://0002...
Conservation 2:...	Book Section	
mental Pollution	Journal Article	
cal Conservation	Journal Article	
	Journal Article	
mental Pollution	Journal Article	<Go to ISI>://0002...
Geochemistry	Journal Article	http://www.science...
al and Bioanaly...	Journal Article	
forum Bibliothe...	Journal Article	
ure, Ecosystem...	Journal Article	http://www.science...
Areas Journal	Journal Article	<Go to ISI>://0000...
	Book	

Ved å åpne linken kommer man rett til nettstedet hvor artikkelen er å finne. Det gjøres oppmerksom på at for å få tilgang til artikkelen er det i de aller fleste tilfeller nødvendig å ha tilgang i form av et abonnement som er kostnadsbelagt.

12. REFERANSER

Referanser

- 1 Kålås, J. A., Viken, Å., Bakken, T. ed., *Norsk Rødliste 2006*. (Artsdatabanken, 2006).
- 2 Johnston, F. M., Johnston, S. W., Impacts of road disturbance on soil properties and on exotic plant occurrence in subalpine areas of the Australian Alps *Arctic Antarctic and Alpine Research* **36**, 201 (2004).
- 3 Findlay, C. S. and Bourdages, J., Response time of wetland biodiversity to road construction on adjacent lands. *Conservation Biology* **14** (1), 86 (2000).
- 4 Keals, N., Majer, J. D., in *Nature Conservation 2: The Role of Corridors*, edited by D. A. Saunders, Hobbs, R. J. (Surrey Beatty and Sons, Chipping Norton, 1991), pp. 387.
- 5 Majer, J. D., Beeston, G., The Biodiversity Index: an illustration using ants in Western Australia. *Conservation Biology* **10** (65-73) (1996).
- 6 Zwaenepoel, A., Roovers, P., and Hermy, M., Motor vehicles as vectors of plant species from road verges in a suburban environment. *Basic and Applied Ecology* **7** (1), 83 (2006).
- 7 Luce, A., Crowe, M., Invertebrate terrestrial diversity along a gravel road on Barrie Island, Ontario, Canada *Great Lakes Entomologist* **34**, 55 (2001).
- 8 Gilbert, N. L., Woodhouse, S., Stieb, D. M., and Brook, J. R., Ambient nitrogen dioxide and distance from a major highway. *Science of the Total Environment* **312** (1-3), 43 (2003).
- 9 Hansen, K. and Jensen, J., The vegetation on roadsides in Denmark. *Dansk Botanisk Arkiv* **28** (2), 1 (1972).

- 10 Glasius, M., Carlsen, M. F., Hansen, T. S., and Lohse, C., Measurements of nitrogen
11 dioxide on Funen using diffusion tubes. *Atmospheric Environment* **33** (8), 1177 (1999).
- 12 Di Giulio, M., Holderegger, R., and Tobias, S., Effects of habitat and landscape
13 fragmentation on humans and biodiversity in densely populated landscapes. *Journal of
14 Environmental Management* **90**, 2959 (2009).
- 15 Saarinen, K., Valtonen, A., Jantunen, J., Saarnio, S., Butterflies and diurnal moths
16 along road verges: Does road type affect diversity and abundance? *Biological
17 Conservation* **123**, 403 (2005).
- 18 Tikka, P.M., Högmander, H., and Koski, P.S., Road and railway verges serve as
19 dispersal corridors for grassland plants. *Landscape ecology* **16**, 659 (2001).
- 20 Jantunen, J., Saarinen, K., Valtonen, A., and Saarnio, S., Grassland vegetation along
21 roads differing in size and traffic density. *Annales Botanici Fennici* **43** (2), 107 (2006).
- 22 Jantunen, J., Saarinen, K., Valtonen, A., and Saarnio, S., Flowering and seed
23 production success along roads with different mowing regimes. *Applied Vegetation
24 Science* **10** (2), 285 (2007).
- 25 Tikka, Paivi M., Koski, Piia S., Kivela, Reija A., and Kuitunen, Markku T., Can
26 Grassland Plant Communities Be Preserved on Road and Railway Verges? *Applied
27 Vegetation Science* **3** (1), 25 (2000).
- 28 Huhta, A. P. and Rautio, P., A case with blue gentian blues: roadside-cutters creating
29 neo grasslands as refugia for endangered *Gentianella campestris*. *Nordic Journal of
30 Botany* **25** (5-6), 372 (2007).
- Valtonen, Anu, Jantunen, Juha, and Saarinen, Kimmo, Flora and lepidoptera fauna
adversely affected by invasive *Lupinus polyphyllus* along road verges. *Biological
Conservation* **133** (3), 389 (2006).
- Gombert, S., Asta, J., and Seaward, M. R. D., Correlation between the nitrogen
concentration of two epiphytic lichens and the traffic density in an urban area.
Environmental Pollution **123**, 281 (2003).
- Gombert, S., Asta, J., and Seaward, M. R. D., Assessment of lichen diversity by index
of atmospheric purity (IAP), index of human impact (IHI) and other environmental
factors in an urban area (Grenoble, southeast France). *Science of the Total
Environment* **324**, 183 (2004).
- Loppi, S., Ivanov, D., Boccardi, R., Biodiversity of epiphytic lichens and air pollution in
the town of Siena (Central Italy). *Environmental Pollution* **116**, 123 (2002).
- Loppi, S., Corsini, A., Diversity of epiphytic lichens and metal contents of *Parmelia
caperata* thalli as monitors of air pollution in the town of Pistoia (C Italy). *Environmental
Monitoring and Assessment* **86**, 289 (2003).
- Loppi, S., Frati, L., Paoli, L., Bigagli, V., Rossetti, C., Bruscoli, C., Corsini, A.,
Biodiversity of epiphytic lichens and heavy metal contents of *Flavoparmelia caperata*
thalli as indicators of temporal variations of air pollution in the town of Montecatini
Terme (central Italy). *Science of the Total Environment* **326**, 113 (2004).
- Giordano, S. et al., Biodiversity and trace element content of epiphytic bryophytes in
urban and extraurban sites of southern Italy. *Plant Ecology* **170**, 1 (2004).
- Frati, L. et al., Effects of NO₂ and NH₃ from road traffic on epiphytic lichens.
Environmental Pollution **42**, 58 (2006).
- Suzuki, K., Yabuki, T., Ono, Y., Roadside *Rhododendron pulchrum* leaves as
bioindicators of heavy metal pollution in traffic areas of Okayama, Japan.
Environmental Monitoring and Assessment **149**, 133 (2009).
- Zheng, G. G., Rui, J. L., Fu, J. N., Qing, B. W., Yu, K. H., Effect of highway construction
on plant diversity of grassland communities in the permafrost regions of the Qinghai-
Tibet plateau *Rangeland Journal* **29** (161-167) (2007).
- Vermeulen, H. J. W., The composition of the carabid fauna on poor sandy road-side
verges in relation to comparable open areas. *Biodiversity and Conservation* **2**, 331
(1993).
- van Herk, C. M., in *Biodiversity and ecology of lichens: liber amicorum Harrie Sipman*,
edited by A. Aptroot, M.R.D. Seaward, and Sparrius. L.B. (2009), pp. 205.
- Sparrius, L. B., Response of epiphytic lichen communities to decreasing ammonia air
concentrations in a moderately polluted area of The Netherlands. *Lichenologist* **146**,
375 (2007).

- 31 Noordijk, J., Schaffers, A. P., Sykora, K. V., Diversity of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) and spiders (Araneae) in roadside verges with grey hair-grass vegetation *European Journal of Entomology* **105**, 257 (2008).
- 32 Sawyer, J., in *Greening the City: Bringing Biodiversity Back into the Urban Environment*, edited by M. I. Dawson (Royal New Zealand Institute of Horticulture 2005), pp. 111.
- 33 Haxthow, R., *Acer pseudoplatanus – invasion in Sunnmøre, Norway*. (University of Oslo, Oslo, 1998).
- 34 Roll-Hansen, F., Horntvedt, R., Roll-Hansen, H., On diseases and pathogens on forest trees in Norway 1966-1975. Part II: Abnormal formations. Physiogenic diseases. Diseases due to unknown or complex causes. *Meddelelser fra Skogforsk* **47**, 1 (1997).
- 35 Often, A., Aktivert frøbank og innslepte arter langs en nybygd traktorveg i et sørberg. *Blyttia* **56**, 42 (1998).
- 36 Tørå, G. D., Sår på trær ved tynningsdrift. Årsak, omfang og virkning. En litteraturstudie. *Tidsskrift for Skogbruk* **3/78**, 211 (1978).
- 37 Øyen, B. -H., Sporelementer i etasjehusmose (*Hylocomium splendens*) ved aluminiumverkene i Årdal og Sunndal. *Rapport fra Skogforsk* **2/94**, 1 (1994).
- 38 Blom, H. H., A revision of the *Schistidium apocarpum* complex in Norway and Sweden. *Bryophytorum Bibliotheca* **49**, 1 (1995).
- 39 Hovd, Hege and Skogen, Arnfinn, Plant species in arable field margins and road verges of central Norway. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **110** (3-4), 257 (2005).
- 40 Hamre, L.N. and Austad, I., Field margin vegetation on farms in Sogn, western Norway. *Aspects of Applied Biology* **54**, 337 (1999).
- 41 Norderhaug, A., Ihse, M., and Pedersen, O., Biotope patterns and abundance of meadow plant species in a Norwegian rural landscape. *Landscape Ecology* **15** (3), 201 (2000).
- 42 Haugsjå, P.K., Über den Einfluss der Stadt Oslo auf die Flechtenvegetation der Bäume. *Nyt Mag. Naturvidensk.* **68**, 1 (1930).
- 43 Skye, E., 1993.
- 44 Øyen, B. -H., Epifyttiske lav i Mosjøen-området og luftforurensing. *Rapport fra Skogforsk* **1/94**, 1 (1994).
- 45 Skrindo, Astrid Brekke and Pedersen, Per Anker, Natural revegetation of indigenous roadside vegetation by propagules from topsoil. *Urban Forestry & Urban Greening* **3** (1), 29 (2004).
- 46 Skrindo, A. B., Norwegian University of Life Sciences, 2005.
- 47 Skrindo, A. B. and Halvorsen, R., Natural revegetation on forest topsoil and subsoil along roadsides in boreal forest. *Applied Vegetation Science* **11** (4), 483 (2008).
- 48 Pedersen, P.A. and Skrindo, A.B., Revegetering ved tilbakelegging av stedlig toppjord og flytting av vegetasjon. *Fagus fakta* **2008: 2**, 1 (2008).
- 49 Bratli, Harald et al., Patterns of variation in vascular plant species richness and composition in SE Norwegian agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **114** (2-4), 270 (2006).
- 50 Skorbilowics, E., Aquatic plants as bioindicators of contamination of upper Narew river and some of its tributaries with heavy metals. *Environment Protection Engineering* **35**, 65 (2009).
- 51 Wrobel, M., Origin and spatial distribution of roadside vegetation within the forest and agricultural areas in Szczecin Lowland (West Poland) *Polish Journal of Ecology* **54**, 137 (2006).
- 52 Garcia, G., Road Impacts on Biodiversity: Roads of Portugal (EP) Actions to Avoid, Minimize and Monitor it. (2009).
- 53 Arteaga, M. A. et al., How do alien plants distribute along roads on oceanic islands? A case study in Tenerife, Canary Islands. *Biological Invasions* **11**, 1071 (2009).
- 54 Blasco, M., Domeño, C., and Nerín, C., Lichens biomonitoring as feasible methodology to assess air pollution in natural ecosystems: Combined study of quantitative PAHs analyses and lichen biodiversity in the Pyrenees Mountains. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* **391**, 759 (2008).
- 55 Delgado, J. D., Arroyo, N. L., Arévalo, J. R., and Fernández-Palacios, J. M., Edge effects of roads on temperature, light, canopy cover, and canopy height in laurel and pine forests (Tenerife, Canary Islands). *Landscape and Urban Planning* **81**, 328 (2007).

56 Guirado, M., Pino, J., and Roda, F., Understorey plant species richness and
composition in metropolitan forest archipelagos: effects of forest size, adjacent land use
57 and distance to the edge. *Global Ecology and Biogeography* **15**, 50 (2006).

58 Belinchon, R. et al., Edge effects on epiphytic communities in a Mediterranean *Quercus*
pyrenaica forest. *Journal of Vegetation Science* **18** (1), 81 (2007).

59 Parr, T. W. and Way, J. M., Management of Roadside Vegetation: The Long-Term
Effects of Cutting. *Journal of Applied Ecology* **25** (3), 1073 (1988).

60 Signal, K. L., Ashmore, M. R., and Headley, A. D., Effects of air pollution from road
transport on growth and physiology of six transplanted bryophyte species.
Environmental Pollution **156** (2), 332 (2008).

61 Signal, Keeley L. et al., Ecological impacts of air pollution from road transport on local
vegetation. *Applied Geochemistry* **22** (6), 1265 (2007).

62 Gadsdon, S. R. and Power, S. A., Quantifying local traffic contributions to NO₂ and
NH₃ concentrations in natural habitats. *Environmental Pollution* **157**, 2845 (2009).

63 Larsen, R. S., Bell, J. N. B., James, P. W., Chimonides, P. J., Rumsey, F. J., Tremper,
A., Purvis, O. W., Lichen and bryophyte distribution on oak in London in relation to air
pollution and bark acidity. *Environmental Pollution* **146**, 332 (2007).

64 Munguira, M. L., Thomas, J. A., Use of road verges by butterfly and burnet populations,
and the effect of roads on adult dispersal and mortality. *Journal of Applied Ecology* **29**,
316 (1992).

65 Konijnendijk, C.C., Nilsson K., Randrup, T.B, Schipperijn, J. eds., 2005. urban Forests
and Trees. (Springer, 2005).

66 Angold, P. G., The impact of a road upon adjacent heathland vegetation: Effects on
plant species composition. *Journal of Applied Ecology* **34** (2), 409 (1997).

67 Port, G.R. and Thompson, J.R., Outbreaks of insect herbivores in plants along
motorways in the United Kingdom. *Journal of Applied Ecology* **17**, 649 (1980).

68 Truscott, A. M., Palmer, S. C. F., McGowan, G. M., Cape, J. N., Smart, S., Vegetation
composition of roadside verges in Scotland: the effects of nitrogen deposition,
disturbance and management. *Environmental Pollution* **136**, 109 (2005).

69 Truscott, Anne-Marie et al., Consequences of invasion by the alien plant *Mimulus*
guttatus on the species composition and soil properties of riparian plant communities in
Scotland. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* **10** (4), 231 (2008).

70 Cape, J. N. et al., Concentrations of ammonia and nitrogen dioxide at roadside verges,
and their contribution to nitrogen deposition. *Environmental Pollution* **132** (3), 469
(2004).

71 Honour, S. L. et al., Responses of herbaceous plants to urban air pollution: Effects on
growth, phenology and leaf surface characteristics. *Environmental Pollution* **157**, 1279
(2009).

72 Menon, M., Hermle, S., Günthard-Goerg, S., Schulin, R., Effects of heavy metal soil
pollution and acid rain on growth and water use efficiency of a young model forest
ecosystem. *Plant Soil* **297**, 171 (2007).

73 Becker, Thomas et al., Altitudinal distribution of alien plant species in the Swiss Alps.
Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics **7** (3), 173 (2005).

74 Ball, J. P. and Dahlgren, J., Browsing Damage on Pine (*Pinus sylvestris* and *P.*
contorta) by a migrating moose (*Alces alces*) population in Winter: Relation to Habitat
Composition and Road Barriers. *Scandinavian Journal of Forest Research* **17**, 427
(2002).

75 Bickel, P., Schmid, S., and Friedrich, R., Estimation of environmental costs of the traffic
sector in Sweden. 1 (2002).

76 Rodéhn, J., Sveriges Lantbruksuniversitet, 2004.

77 Milberg, P. and Persson, T. S., Soil Seed Bank and Species Recruitment in Road
Verge Grassland Vegetation. *Annales Botanici Fennici* **31** (3), 155 (1994).

78 Cousins, Sara A.O., Plant species richness in midfield islets and road verges - The
effect of landscape fragmentation. *Biological Conservation* **127** (4), 500 (2006).

79 Esseen, P. A., Edge influence on the old-growth forest indicator lichen *Alectoria*
sarmentosa in natural ecotones. *Journal of Vegetation Science* **17** (2), 185 (2006).

Sera, B., Road vegetation in Central Europe – an example from the Czech Republic.
Biologia **63**, 1085 (2008).

- 80 Uyar, G., Avcil, E., Ören, M., Karaca, F., Öncel, M. S., Determination of Heavy Metal
Pollution in Zonguldak (Turkey) by Moss Analysis (*Hypnum cupressiforme*).
81 *Environmental Engineering Science* **26**, 183 (2009).
- Bernhardt-Römermann, M. et al., Changed vegetation composition in coniferous forests
near to motorways in Southern Germany: The effects of traffic-born pollution.
82 *Environmental Pollution* **143**, 572 (2006).
- Mader, H. -J., Animal habitat isolation by roads and agricultural fields. *Biological
Conservation* **29**, 81 (1984).
- 83 Schmidt, W., Plant dispersal by motor cars. *Plant Ecology* **80** (2), 147 (1989).
- 84 von der Lippe, M., Kowarik, I., Do cities export biodiversity? Traffic as dispersal vector
across urban–rural gradients. *Diversity and Distributions* **14**, 18 (2007).
- 85 Von der Lippe, M. and Kowarik, I., Long-distance dispersal of plants by vehicles as a
driver of plant invasions. *Conservation Biology* **21** (4), 986 (2007).
- 86 Mader, H. -J., Schell, C., Kornacker, P., Linear barriers to arthropod movements in the
landscape. *Biological Conservation* **54**, 209 (1990).
- 87 Kammerbauer, H. et al., Toxic effects of exhaust emissions on spruce *Picea abies* and
their reduction by the catalytic converter. *Environmental Pollution* **42**, 133 (1986).
- 88 Bhattacharya, M., Primack, R. B., and Gerwein, J., Are roads and railroads barriers to
bumblebee movement in a temperate suburban conservation area? *Biological
Conservation* **109**, 37 (2003).
- 89 Dunn, R. R. and Danoff-Burg, J. A., Road size and carrion beetle assemblages in a
New York forest. *Journal of Insect Conservation* **11**, 325 (2007).
- 90 Gabbard, B. L. and Fowler, N. L., Wide ecological amplitude of a diversity-reducing
invasive grass. *Biological Invasions* **9**, 149 (2007).
- 91 Kalisz, P. J., Powell, J. E., Effect of calcareous road dust on land snails (Gastropoda:
Pulmonata) and millipedes (Diplopoda) in acid forest soils of the Daniel Boone National
Forest of Kentucky, USA. *Forest Ecology and Management* **186**, 177 (2003).
- 92 Pauchard, A., Alaback, P. B., Edge type defines alien plant species invasions along
Pinus contorta burned, highway and clearcut forest edges. *Forest Ecology and
Management* **223**, 327 (2006).
- 93 Rentch, J. S., Fortney, R. H., Stephenson, S. L., Adams, H. S., Grafton, W. N.,
Anderson, J. T., Vegetation–site relationships of roadside plant communities in West
Virginia, USA. *Journal of Applied Ecology* **42**, 129 (2005).
- 94 Ries, L., Debinski, D. M., Wieland, M. L., Conservation value of roadside prairie
restoration to butterfly communities. *Conservation Biology* **15**, 401 (2001).
- 95 Stoms, D. M., GAP management status and regional indicators of threats to
biodiversity. *Landscape Ecology* **15**, 21 (2000).
- 96 Hopwood, J. L., The contribution of roadside grassland restorations to native bee
conservation. *Biological Conservation* **141**, 2632 (2008).
- 97 Hansen, Malin J. and Clevenger, Anthony P., The influence of disturbance and habitat
on the presence of non-native plant species along transport corridors. *Biological
Conservation* **125** (2), 249 (2005).
- 98 Watkins, R. Z., Chen, J. Q., Pickens, J., and Brososke, K. D., Effects of forest roads on
understory plants in a managed hardwood landscape. *Conservation Biology* **17** (2), 411
(2003).
- 99 Zechmeister, H. G., Hohenwallner, D., Riss, A., and Hanus-llar, A., Estimation of
element deposition derived from road traffic sources by using mosses. *Environmental
Pollution* **138** (2), 238 (2005).
- 100 de Vries, W. and Groenenberg, J. E., Evaluation of approaches to calculate critical
metal loads for forest ecosystems. *Environmental Pollution* **157**, 3422 (2009).
- 101 Coffin, A. W., From roadkill to road ecology: A review of the ecological effects of roads.
Journal of Transport Geography **15**, 396 (2007).
- 102 Spellerberg, J. F., Ecological effects of roads and traffic: a literature review. *Global
Ecology and Biogeography Letters* **7**, 317 (1998).
- 103 Tjallingii, S. P., Ecology on the edge: Landscape and ecology between town and
country. *Landscape and Urban Planning* **48**, 103 (2000).
- 104 Direktoratet for naturforvaltning, Kartlegging av naturtyper - verdsetting av biologisk
mangfold. 2.utgave. *Direktoratet for naturforvaltning - håndbok* **13** (2007).
- 105 Gjærevoll, O, *Vegetasjon langs veier, Rapport fra befaring på Vestlandet sommeren
1990.* (Statens vegvesen, 1990).

- 106 Gjærevoll, O, *Vegetasjon langs veger i Nord-Norge*. (Statens vegvesen, 1991).
- 107 Gjærevoll, O, *Vegetasjon langs veger i Sør-Norge*. (Statens vegvesen, 1992).
- 108 Auestad, I., Norderhaug, A., Hamre, L.N., and Austad, I., *Vegkanten - variert og verdifull*. (Høgskolen i Sogn og Fjordane, Sogndal, 2000).
- 109 Båtvik, J.I.I., Kristiansen, M., and Løfall, B.P., *Veikanter i Østfold - verdier og skjøtsel*. (Statens veivesen, Østfold, 2001).
- 110 Larssen, T., Lund, E., and Høgåsen, T., Overskridelser for tålegrenser for forsuring og nitrogen i Norge. Oppdatering med perioden 2002-2006. *NIVA rapport 126*, 1 (2008).
- 111 Elven, R. and Fremstad, E., Fremmede planter i Norge. Vårpengeurt, *Thlaspi caerulescens*. *Blyttia* **54** (3), 115 (1996).
- 112 Elven, R. and Fremstad, E., Fremmede planter i Norge. Flerårige arter av slekten lupin *Lupinus L.* *Blyttia* **58**, 10 (2000).
- 113 Fremstad, E., Endringer i norsk flora: fremmede karplanters betydning for hjemlig karplanteflora. *Direktoratet for naturforvaltning Utredning 2005* **6**, 7 (2005).
- 114 Fremstad, E., Landdøyda *Senecio jacobaea* erobrer nytt land. *Blyttia* **65**, 114 (2007).
- 115 Fremstad, E. and Elven, R., Fremmede planter i Norge. De store *Fallopia*-artene. *Blyttia* **55**, 3 (1997).
- 116 Fremstad, E. and Elven, R., De store bjørnekjeksartene *Heracleum* i Norge. *NTNU, Vitenskapsmuseet, Rapport, botaniske serie 2006*: **2**, 1 (2006).
- 117 Fremstad, E., Parkslirekne *Fallopia japonica*. *Artsdatabankens faktaark* **47**, 2 (2006).
- 118 Fremstad, E., Spansk kjørvel *Myrrhis odorata*. *Artsdatabankens faktaark* **33**, 2 (2006).
- 119 Fremstad, E., Japanpestrot *Petasites japonicus*. *Artsdatabankens faktaark* **31**, 2 (2006).
- 120 Fremstad, E., Tromsøpalme *Heracleum persicum*. *Artsdatabankens faktaark* **34**, 2 (2006).
- 121 Fremstad, E., Vinterkarse *Barbarea vulgaris*. *Artsdatabankens faktaark* **66**, 3 (2006).
- 122 Fremstad, E., Kjempebjørnekjeks *Heracleum mantegazzianum* *Artsdatabankens faktaark* **42**, 2 (2007).
- 123 Fremstad, E., Hagelupin *Lupinus polyphyllus*. *Artsdatabankens faktaark* **43**, 2 (2007).
- 124 Nash, T.H. III ed., *Lichen biology*. (Cambridge University Press, New York, 2008).
- 125 van Herk, C. M., Mapping of ammonia pollution with epiphytic lichens in the Netherlands. *Lichenologist* **31**, 9 (1999).
- 126 Hawksworth, D. L. and Rose, F., Qualitative scale for estimating sulphur dioxide air pollution in England and Wales using epiphytic lichens. *Nature* **227**, 145 (1970).
- 127 van Herk, C. M., Mathijssen-Spiekman, E. A. M., and de Zwart, D., Long distance nitrogen air pollution effects on lichens in Europe. *Lichenologist* **35**, 347 (2003).
- 128 van Dobben, H. F. and ter Braak, C. J. F., Ranking of epiphytic lichen sensitivity to air pollution using survey data: A comparison of indicator scales. *Lichenologist* **31**, 27 (1999).
- 129 Wolseley, P. A., James, P. W., Theobald, M. R., and Sutton, M. A., Detecting changes in epiphytic lichen communities at sites affected by atmospheric ammonia from agricultural sources. *Lichenologist* **38**, 161 (2006).
- 130 Framstad, E., Natur i endring. Terrestrisk naturovervåking i 2008: Markvegetasjon, epifytter, smågnagere og fugl. *Nina rapport* **490**, 1 (2009).
- 131 Hilmo, O. and Holien, H., Epiphytic lichen response to the edge environment in a boreal *Picea abies* forest in central Norway. *Bryologist* **105** (1), 48 (2002).
- 132 Heggland, A., Rv. 9 Tveit-Langeid: Kommunedelplan med konsekvensutredning. (Statens Vegvesen, Arendal, , 2008).
- 133 Håland, A., Mjøs, A. T., and Stellberg, J., E39 Svevatjørn - Rådal, Os og Bergen kommuner. Utvidelse fra 2 til 4 felts veg. Konsekvensutredning - KU for deltema naturmiljø. (Norsk Natur Informasjon, Bergen, 2005).
- 134 Persson, T. S., *Management of Roadside Verges: Vegetation Changes and Species Diversity*. (Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Ecology and Environmental Research, Section for Conservation Botany, 1995).
- 135 Noss, R., The ecological effect of roads, Available at <http://www.eco-action.org/dt/roads.html>, (2002).
- 136 Forman, R.T.T, Estimate of the Area Affected Ecologically by the Road System in the United States. *Conservation Biology* **14** (1), 31 (2000).

- 137 Sverdrup-Thygeson, A. et al., Kartlegging og overvåking av rødlistearter. Delprosjekt II: Arealer for Rødlistearter - Kartlegging og Overvåking (AR-KO). Faglig framdriftsrapport for 2006. *NINA Rapport* **238**, 1.86 (2007).
- 138 Strengbom, J., Nordin, A., Näsholm, T., and Ericson, L., Parasitic fungus mediates change in nitrogen-exposed boreal forest vegetation. *Journal of Ecology* **90**, 61 (2002).
- 139 Reijnen, R., Foppen, R., ter Braak, C. , and Thissen, J. , The effects of car traffic on breeding bird populations in woodland. III. Reduction of density in relation to the proximity of main roads. . *J. Appl. Ecol.* **32**, 187 (1995).
- 140 Farmer, A. M., The effects of dust on vegetation--a review. *Environmental Pollution* **79** (1), 63 (1993).
- 141 Forman, R. T. T., Alexander, L. E., Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 207 (1998).
- 142 Johnson, M. L., Pasternack, G., Florsheim, J., Werner, I., Smith, T. B., Bowen, L., Turner, M., Viers, J., Steinmetz, J., Constantine, J., Huber, E., Jorda, O., Feliciano, J., *North Coast River Loading Study: Road Crossing on Small Streams. Vol I, status of salmonids in the Watershed.* (California Department of Transportation, Sacramento, 2002).
- 143 Grant, S. B. et al., *Review of the contaminants and toxicity associated with particles in stormwater runoff.* (California Department of Transportation, Sacramento, 2003).
- 144 Forman, R. T. T., Sperling, D., Bissonette, J. A., Clevenger, A. P., Cutshall, C. D., Dale, V. H., Fahrig, L., France, R., Goldman, C. R., Heanue, K., Jones, J. A., Swanson, F. J., Turrentine, T., Winter, T. C., *Road Ecology: Science and Solutions.* (Island Press, Washington, 2003).
- 145 Farmer, A. M., The effects of dust on vegetation - a review. *Environmental Pollution* **79**, 63 (1993).
- 146 Forman, R. T. T., Deblinger, R. D., The ecological road-effect zone of a Massachusetts (USA) suburban highway. *Conservation Biology* **14**, 36 (2000).
- 147 Oxley, D. J., Fenton, M. B., Carmody, G. R., Effects of roads on populations of small mammals. *Journal of Applied Ecology* **11**, 51 (1974).
- 148 Deckers, B. et al., Sunken roads as habitats for forest plant species in a dynamic agricultural landscape: effects of age and isolation. *Journal of Biogeography* **32**, 99 (2005).
- 149 Hussey, B. , in *Nature Conservation 4: The Role of Networks*, edited by D. A. Saunders (Surrey Beatty & Sons Propriety, Chipping Norton, 1999), pp. 41.
- 150 Bennet, A. F., in *Nature Conservation 2: The Role of Corridors*, edited by D. A. Saunders and R. J. Hobbs (Surrey Beatty, Chipping Norton, 1991), pp. 99.
- 151 Riitters, K. H., Wickham, J. D., How far to the nearest road? *Frontiers in Ecology and the Environment* **1**, 125 (2003).
- 152 Reed, R. A., Johnson-Barnard, J., Baker, W. L., Contribution of roads to forest fragmentation in the rocky mountains. *Conservation Biology* **10**, 1098 (1996).
- 153 Barnes, R. F. W., Blom, A., and Alers, M. P. T., A review of the status of forest elephants *Loxodonta africana* in Central Africa. *Biological Conservation* **71**, 125 (1995).
- 154 Canaday, C., Loss of insectivorous birds along a gradient of human impact in Amazonia. *Biological Conservation* **77**, 63 (1996).
- 155 Huijser, M. P. and Bergers, P. J. M., The effect of roads and traffic on hedgehog (*Erinaceus europaeus*) populations. *Biological Conservation* **95**, 111 (2000).
- 156 Develey, P. F. and Stouffer, P. C., Effects of roads on movements by understory birds in mixed-species flocks in Central Amazonian Brazil. *Conservation Biology* **15**, 1416 (2001).
- 157 Mech, L. D., Harris, S. H., Radde, G. L., Paul, W. J., Wolf distribution and road density in Minnesota. *Wildlife Society Bulletin* **16**, 85 (1988).
- 158 Laurance, W. F., Williamson, G. B., Positive feedbacks among forest fragmentation, drought, and climate change in the Amazon. *Conservation Biology* **15**, 1529 (2001).
- 159 Hawbaker, T. J. and Radeloff, V. C., Roads and landscape pattern in Northern Wisconsin based on a comparison of four road data sources. *Conservation Biology* **18**, 1233 (2004).
- 160 Willard, B. E., Marr, J. W., Recovery of alpine tundra under protection after damage by human activities in the rocky mountains of Colorado. *Biological Conservation* **3**, 181 (1971).

- 161 Haskell, D. G., Effects of forest roads on macroinvertebrate soil fauna of the Southern
Appalachian Mountains. *Conservation Biology* **14**, 57 (2000).
- 162 Godefroid, S. and Koedam, N., The impact of forest paths upon adjacent vegetation:
effects of the path surfacing material on the species composition and soil compaction.
Biological Conservation **119**, 405 (2004).
- 163 Ries, L., Fletcher, R. J., Battin, J., Sisk, T. D., Ecological responses to habitat edges:
mechanisms, models and variability explained. *Annual Review of Ecology, Evolution,
and Systematics* **35**, 491 (2004).
- 164 Jaeger, J. A. G., Bowman, J., Brennan, J., Fahrig, L., Bert, D., Bouchard, J.,
Charbonneau, N., Frank, K., Gruber, B., von Toschanowitz, K. T., Predicting when
animal populations are at risk from roads: an interactive model of road avoidance
behavior. *Ecological Modelling* **185**, 329 (2005).
- 165 Jaeger, J. A. G., Fahrig, L., Ewald, K. C., in *Proceedings of the International
Conference on Ecology and Transportation*, edited by L. C. Irwin, Garrett, P.,
McDermott, K. P. (Center for Transportation and the Environment, North Carolina State
University, Raleigh, 2006), pp. 151.
- 166 Carr, L. W., Fahrig, L., and Pope, S. E., in *Applying Landscape Ecology in Biological
Conservation*, edited by K. J. Gutzwiller (Springer-Verlag, New York, 2002), pp. 225.
- 167 Forman, R. T. T. et al., in *Proceedings Habitat Fragmentation and Infrastructure*, edited
by K. Canters, A. Piepers, and D. Hendriks-Heersma (Ministry of Transport, Public
Works and Water Management, Delft, 1997), pp. 40.
- 168 Fjellheim, A., Raddum, G. G., Acid precipitation: Biological monitoring of streams and
lakes. *The Science of the Total Environment* **96**, 57 (1990).

13. Vedlegg

Referat

Dato: 02.06.2009

Tid: 1300-1400

Referent: Frode Nordang Bye

Saksbehandler/innvalgsnr:

Frode Nordang Bye - 32214384

Vår dato: 03.06.2009

Vår referanse: 2009043159

Påvirkning på biologisk mangfold fra veger og vegtrafikk - forprosjekt - referat oppstartsmøte

Møte nr: 1

Sted: Statens vegvesen Nedre Buskerud dsitr.kontor

Møteleder: Frode Nordang bye

Til stede: Karl H. Thunes, Norsk institutt for skog og landskap, Arne Heggland og Frode N. Bye, Statens vegvesen

Forfall:

Kopi til:

1. Bakgrunn for prosjektet ble presentert. Gjennomføringen av økologisk konfliktkartlegging langs eksisterende vegnett har påvist en kunnskapsmangel når det gjelder effekter av veg og vegtrafikk på biologisk mangfold. Dette har prosjektet har som mål å tette noen av disse kunnskapshullene.
2. Aktuelle problemstilling ble diskutert på generelt grunnlag. På bakgrunn av litteraturstudien må en definere aktuelle artsgrupper/problemstillinger og ut i fra det finne aktuelle prosjekter/ strekninger som kan egne seg. Saltpåvirkning og problemstillinger knyttet til vilt er nedprioritert i dette prosjektet
3. Prosjektet må forholde seg til biologiske metoder og begreper som benyttes i forbindelse med planlegging, bygging og drift av veger, blant annet jfr. Statens vegvesen håndbok 140 om konsekvensanalyser.
4. Litteraturstudien vil bli avgrenset geografisk i forhold til tilsvarende klimasoner i Asia, Sentral-Europa og Nord-Amerika.
5. Alle tilbudte fagpersoner vil delta i både litteratursøk og rapportering. Kompletterende kompetanse kan innhentes i prosjektet innenfor de rammene som framgår av kontrakten.
6. Rapportering skjer ved oversendelse av elektronisk rapport samt litteraturdatabase i EndNotes. Leveransen skal for øvrig skje i henhold til tilbyders anbudsdokument.
7. Statens vegvesen skal bidra med eksempler på gjennomførte konsekvensutredninger i forhold til naturmiljø, oversende rapport fra arbeidet

med økologisk konfliktkartlegging i Region sør og søke i egne arkiver etter aktuelle relevante rapporter og utredninger. SVV skal også sjekke ut status i forhold til Salt SMART og andre relevante, pågående FoU-prosjekter i egen regi.

8. Statens vegvesen understreket viktigheten av at forprosjektet skal kunne ut i mest mulig konkrete problemstillinger som skal belyses gjennom hovedprosjektet. Statens vegvesen vil delta som en aktiv diskusjonspartner i forbindelse med utforming av problemstillinger og valg av aktuelle prosjekter/strekninger.
9. Anbudsdokumentene vurderes som entydige og greit avgrensede i forhold til rammene for prosjektet. Avtaledokumentet ble gjennomgått og vil bli oversendt til gjennomsyn og undertegning etter en rask, intern gjennomgang. Prosjektet vil bli gjennomført etter de økonomiske og tidsmessige rammer som framgår av avtaledokumentet og underliggende dokumenter.