

Faunapassager i forbindelse med større vejanlæg, III

Feltundersøgelser og
litteraturudredning

Faglig rapport fra DMU, nr. 250

Johnny Lund Jeppesen

Aksel Bo Madsen

René Mathiasen

Bo Gaardmand

Afdeling for Landskabsøkologi

Rapporten er udarbejdet i samarbejde med
Skov- og Naturstyrelsen og Vejdirektoratet

Datablad

Titel: Faunapassager i forbindelse med større vejanlæg, III
Undertitel: Feltundersøgelser og litteraturudredning

Forfattere: Johnny Lund Jeppesen, Aksel Bo Madsen, René Mathiasen og Bo Gaardmand
Afdeling: Afdeling for Landskabsøkologi

Serietitel og nummer: Faglig rapport fra DMU nr. 250

Udgiver: Miljø- og Energiministeriet
Danmarks Miljøundersøgelser©

URL: www.dmu.dk

Udgivelsestidspunkt Oktober 1998

Redaktion: Kirsten Zaluski
Faglig kommentering: Mette Hammershøj
Figurer og s/h fotos: Johnny Lund Jeppesen og Bo Gaardmand
Ortho-fotos: Ib Krag Petersen

Bedes citeret: Jeppesen, J.L., Madsen, A.B., Mathiasen, R. & Gaardmand, B. (1998): Faunapassager i forbindelse med større vejanlæg, III. Feltundersøgelser og litteraturudredning. Danmarks Miljøundersøgelser. 72 s. - Faglig rapport fra DMU, nr. 250.

Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse.

Frie emneord: faunapassager, underføringer, overføringer, barrierer, ledelinjer, hegning, tilvæning, landskabsøkologi, pattedyr, skov, natur, adfærd

Redaktionen afsluttet: 9. oktober 1998

ISBN: 87-7772-418-6

ISSN: 0905-815x

Papirkvalitet: 100 g cyclus offset

Tryk: Phønix-trykkeriet A/S, Århus, miljøcertificeret til ISO 14001

Sideantal: 72

Oplag: 1.000

Pris: kr. 60,- (inkl. 25% moms, ekskl. forsendelse)

Købes i boghandelen eller hos: Danmarks Miljøundersøgelser
Kalø, Grenåvej 14
DK-8410 Rønde
Tlf.: 89 20 17 00
Fax: 89 20 15 15

Miljøbutikken
Information og Bøger
Læderstræde 1
1201 København K
Tlf.: 33 37 92 92
Fax: 33 92 76 90

Indhold

Forord 5

Resume 7

English Summary 9

1 Indledning 11

2 Underføringer - feltundersøgelser 13

2.1 Materialer og metoder 13

2.1.1 Undersøgelsesområde 13

2.1.2 Undersøgelsesmetodik 15

2.1.2.1 Identifikation af spor i sandbede samt visuel observation 15

2.1.2.2 Infrarød video-overvågning og effekt af hvidmalede indgange 17

3 Underføringer - resultater 18

3.1 Artsregistrering 18

3.1.1 Simested Å - våd faunaunderføring, ikke heget 19

3.1.2 Døstrup Bæk - våd faunaunderføring, ikke heget 21

3.1.3 Hørby Plantage - tør underføring anlagt som arbejdstunnel, delvis heget 23

3.1.4 Onsild Ådal - tør faunaunderføring, ikke heget 25

3.1.5 Kongsvad Mølleå - våd faunaunderføring, ikke heget 27

3.1.6 Kåtbæk - våd faunaunderføring, ikke heget 29

3.1.7 Kousted Å - våd faunaunderføring, ikke heget 31

3.1.8 Spørring Å - våd faunaunderføring, heget 33

3.1.9 Rønbæk - våd faunaunderføring, heget 36

3.1.10 Ved Mølleåen - tør underføring til mennesker, heget 38

3.1.11 Kærbølling - tør underføring til mennesker, ikke heget 40

3.1.12 Benyttelse af tørre og våde underføringer 42

3.1.13 Sæsonvariation 44

3.1.14 Sammenligning af undersøgelser i 1992 og 1997 45

3.1.15 Video-overvågning ved Spørring Å 47

3.1.16 Effekt af hvidmalede indgange 48

3.2 Diskussion 49

3.2.1 Underføringernes benyttelse 49

3.2.2 Faunagrupper 50

3.2.2.1 Vildtlevende rovdyr 50

3.2.2.2 Hjorte 52

3.2.2.3 Kat 54

- 3.2.3 Menneskelig forstyrrelse 54
- 3.2.4 Tilvænnning/etablering 55
- 3.2.5 Bevoksning/skjul 56
- 3.2.6 Placering 57
- 3.2.7 Hegning 57

4 Overføringer - litteraturudredning 59

- 4.1 Forslag til optimal faunaoverføring 62

5 Konklusioner og anbefalinger 63

- 5.1 Underføringer 63
- 5.2 Overføringer 65

6 Referencer 66

Danmarks Miljøundersøgelser 71

Faglige rapporter fra DMU/NERI Technical Reports 72

Forord

Danmarks Miljøundersøgelser (DMU) udgav i samarbejde med Skov- og Naturstyrelsen (SNS) i 1991 rapporten "Faunapassager i forbindelse med større vejanlæg" (Salvig 1991). Rapporten indeholdt en gennemgang af eksisterende viden om en række dyrearters vandring og reaktioner på færdsel og fysiske barrierer samt en beskrivelse af kendte muligheder for at etablere faunapassager ved vejanlæg. Denne litteraturudredning blev fulgt op af rapporten: "Faunapassager i forbindelse med større vejanlæg II" (Madsen 1993) indeholdende en biologisk udredning af konflikten mellem trafik på den ene side og pindsvin, flagermus og fugle på den anden samt resultatet af dyrearters brug af nyetablerede faunaunderføringer under danske motorveje. Sideløbende hermed er der udgivet en mere populær folder, der indeholder anvisninger på tekniske udformninger og krav til faunapassager for landlevende dyrearter (Miljø- og Energiministeriet 1994).

I 1995 blev et arbejde igangsat af Trafikministeriet med det formål, at tilvejebringe den nyeste viden og udvikle redskaber til håndtering af problemstillingen omkring fauna- og menneskepassager. En bredt sammensat projektgruppe ledet af Vejdirektoratet (VD) har siden da iværksat en række undersøgelsesarbejder, der er afrapporteret i følgende rapporter: "Veje og jernbaner som spredningsbarrierer, COWI 1997", "Større trafik anlæg som barrierer for rekreativ brug af landskabet, Forskningscentret for Skov og Landskab 1998". Dertil udgives nærværende rapport som udgør resultatet af et arbejde, der blev igangsat med det formål at få foretaget en opsamling omkring faunaunderføringer samt en litteraturudredning omkring effekten og udformningen af faunaoverføringer, idet sidstnævnte allerede var under planlægning i Danmark.

Rapporten er således primært tænkt som et arbejdsredskab for teknikere i amter og styrelser i forbindelse med etablering af nye og omlægning af eksisterende vejanlæg. Projektet har været fulgt af en styringsgruppe bestående af: Sven Krarup Nielsen og Ole Kirk, VD, Bent Andersen, SNS, Mette Prismus, Banestyrelsen samt Jesper Fredshavn, DMU og finansieret af VD, SNS og DMU.

Afrapporteringen er herudover en del af SNS's og DMU's indsats på det landskabsøkologiske område. Inden for disse økonomiske rammer gennemføres yderligere projektet "Habitatkvalitetens og fragmenteringens indflydelse på forekomst og fordeling af den højere fauna" og i 1998 er projektet "Trafikdræbte dyr i landskabsøkologisk planlægning og forskning" afrapporteret i et samarbejde med Sønderjyllands Amt.

Resumé

Rapporten beskriver tre undersøgelser i relation til faunapassager:

- 1) En feltundersøgelse af forskellige dyrearters benyttelse af 11 danske faunaunderføringer,
- 2) en feltundersøgelse af vilde pattedyrs adfærd i og nær en faunaunderføring, samt forsøg med hvidmalede indgangspartier ved to underføringer, og
- 3) en litteraturudredning om faunaoverføringer.

Større pattedyrs benyttelse af 11 faunaunderføringer blev undersøgt, primært ved sportydning i udlagte sandbede. Gennem syv faunaunderføringer strømmer et vandløb med en eller to banketter (våde underføringer), mens resten af underføringerne er uden vandløb (tørre underføringer). Underføringerne blev hver besøgt i fire sammenhængende dage pr. måned i 12 måneder i 1997, i alt 48 gange.

Der var stor variation i vildtlevende større pattedyrs benyttelse af de undersøgte faunaunderføringer. Den mest benyttede var en bred og høj underføring ved Spørring Å. De mindst benyttede var tre underføringer konstrueret til menneskers passage, en våd underføring med kun én banket og en tør underføring med en uhensigtsmæssig placering i forhold til vildtets færden i landskabet.

De undersøgte faunaunderføringer blev benyttet af følgende arter: ræv *Vulpes vulpes*, grævling *Meles meles*, odder *Lutra lutra*, mår *Martes sp.*, ilder/mink *Mustela putorius/vison*, lækat *M. erminea*, samt i mindre udstrækning af pindsvin *Erinaceus europaeus*, mosegris/rotte *Arvicola terrestris/Rattus norvegicus*, fiskehejre *Ardea cinerea*, vandstær *Cinclus cinclus* og and *Anas sp.* Derimod blev rådyr *Capreolus capreolus* og hare *Lepus europaeus* kun registreret i faunaunderføringen ved Spørring Å. Der er signifikant forskel på vildtlevende pattedyrs sæsonmæssige benyttelse af underføringerne; de største antal spor registreredes forår, sommer og efterår, hvilket afspejler de forskellige arters sæsonmæssige aktivitetsniveauer.

I en af faunaunderføringerne er op til syv flagermus, (damflagermus *Myotis dasycneme*) eller vandflagermus *Myotis daubentoni*) registreret hængende i det opsatte flagermusskjul.

Menneskelige forstyrrelser (menneske *Homo sapiens* og hund *Canis familiaris*) havde en signifikant negativ effekt på pattedyrenes benyttelse af underføringerne. Af vildtlevende pattedyr registreredes 1,02 individer pr. besøg i de våde underføringer og 0,35 individer pr. besøg i de tørre underføringer. Karakteristisk for de tre underføringer beregnet til mennesker er, at de benyttes meget af menneske, hund og kat *Felis catus*, men kun lidt af vildtlevende pattedyr. Manglende hegning ved de fleste underføringer og uhensigtsmæssig placering kan også medføre, at de vilde dyr i stedet vælger at krydse over vejen, med forøget dødsrisiko til følge.

I seks af underføringerne er der i 1997 blevet registreret mere end dobbelt så mange vildtlevende pattedyr pr. besøg som i en tilsvarende undersøgelse fra 1992. Niveauet af menneskelige forstyrrelser i disse underføringer var i 1997 ikke signifikant forskelligt fra niveauet i 1992 og kan derfor ikke forklare pattedyrenes øgede benyttelse. Der synes således at være sket en tilvænning til underføringerne, især for arter som ræv, odder og ilder/mink, i løbet af den mellemliggende femårige periode.

Adfærdsstudier ved hjælp af infrarød videoovervågning ved faunaunderføringen ved Spørring Å viste, at rovdyr ikke udviste nervøs adfærd, når de bevægede sig igennem underføringen. Kun ét rådyr, en råbuk, benyttede underføringen. De øvrige rådyr og harer, der blev observeret i nærheden af underføringen, bevægede sig ikke ind igennem denne.

Hvidmaling af indgangspartierne ved to faunaunderføringer gav ikke den forventede positive effekt i forhold til benyttelsen af arter som rådyr og hare. Ligeledes var der færre rovdyrspor efter end før hvidmaling af indgangspartierne, hvilket formentlig skyldes en årstidsbetiget forskel i disse arters aktivitetsniveau.

Vælges en faunaunderføring som en løsning under vej- og jernbaneanlæg, giver rapporten en række anbefalinger, som skal opfyldes for at tilgodese så mange arter som muligt.

I Frankrig og Holland, hvor udviklingen af faunaoverføringer primært har fundet sted, benyttes overføringerne af arter, som ikke vil benytte snævre underføringer. I rapporten er der givet en række anbefalinger, som skal opfyldes for at tilgodese så mange arter som muligt. Rapporten indeholder yderligere et specifikt forslag til design af en optimal faunaoverføring.

De lange faunaunderføringer i brede og høje dæmninger er generelt ikke de mest optimale løsninger for dyrelivet. Dæmningerne spærrer effektivt for dyrenes udsyn og bevægelser i ådalen og underføringerne skal have forholdsvis store dimensioner, for at alle arter vil benytte muligheden. Hvor et vej- eller jernbaneanlæg krydser en ådal er en fritstående bro (dalbro) derfor en mere optimal løsning, idet der sikres frit udsyn, og ledelinjerne i landskabet bliver normalt ikke brudt. På samme måde vil en faunaoverføring i stor udstrækning opretholde en naturlig forbindelse mellem de af trafik anlægget adskilte levesteder.

English Summary

The report describes three examinations in relation to fauna passages:

- 1) a field examination of the use of Danish underpasses by different animal species
- 2) a field examination of the behaviour of wild animals in and near an underpass and tests of white painted front entrances at two underpasses and
- 3) a literature review about overpasses.

The use of 11 underpasses by larger mammals was examined, primarily by print identification in constructed sand beds. Through seven underpasses runs a stream with one or two man-made banks (wet underpasses) whilst the rest of the underpasses are without streams (dry underpasses). The underpasses were each visited on four consecutive days per month for 12 months in 1997, a total of 48 times per underpass.

There was great variation in the use of the examined underpasses by large wild mammals. The most used was a wide and high underpass at Spørring Å. The least used were three underpasses constructed for human passage, a wet underpass with only one man-made bank and an inexpediently situated dry underpass in relation to the movement of game in the landscape.

The examined underpasses were used by the following species: fox *Vulpes vulpes*, badger *Meles meles*, otter *Lutra lutra*, marten *Martes sp.*, polecat/mink *Mustela putorius/vision*, stoat *M. erminea*, and to a lesser degree by hedgehogs *Erinaceus europaeus*, water vole/rat *Arvicola terrestris/Rattus norvegicus*, heron *Ardea cinerea*, dipper *Cinclus cinclus* and duck *Anas sp.* On the other hand roe deer *Capreolus capreolus* and hare *Lepus europaeus* were only registered in the underpass by Spørring Å. There is a significant difference in the seasonal use of the underpasses by wild mammals; the greatest numbers were registered in spring, summer and autumn, which mirrors the seasonal activity levels of the different species.

In one of the underpasses registration was made of up to seven bats (*Myotis dasycneme* or *Myotis daubentoni*). The bats were hanging in the constructed bat hide.

Human disturbance (man *Homo sapiens* and dog *Canis familiaris*) had a significant negative effect on the use of the underpasses by mammals. Of wild animals 1.02 individuals were registered per visit in the wet underpasses and 0.35 individuals per visit in the dry underpasses. It is characteristic for the three human underpasses, that they are mostly used by man, dog and cat *Felis catus*, but only little by wild animals. Lack of fencing at most underpasses and inexpedient placement may also cause wild animals to cross the road instead, with consequent increased risk of death.

In six of the underpasses more than twice the amount of wild animals per visit were registered than in a corresponding examination from 1992. The level of human disturbance in these passages in 1997 did not differ significantly from the level in 1992, and may therefore not explain the increased use by the mammals. Therefore, habituation to the underpasses seems to be present, especially for species such as fox, otter, and polecat/mink in the course of the 5-year-period in between.

Behavioural studies at the Spørring Å underpass using infrared video surveillance revealed, that predators did not show nervous behaviour when moving through the underpass. Only one roe deer, a buck, used the underpass. The other roe deer and hares, that were observed in the neighbourhood of the underpass, did not move through this underpass.

Painting the entrances of the two underpasses white did not give the expected positive effect in relation to the use of species such as roe deer and hare. Likewise, there were less predator prints than before painting of the entrances, which was possibly due to a seasonal difference in the activity level of these species.

If choosing an underpass as a solution under road- and railroad systems, the report provides some recommendations, which must be fulfilled in order to make allowance for as many species as possible.

In France and Holland, where the development of the overpasses has taken place, the overpasses are used by species, that are unwilling to use the narrow underpasses. In this report, some recommendations are provided, which must be fulfilled in order to make allowance for as many species as possible. The report contains, furthermore, a specific proposal for the design of an optimal overpass.

The long underpasses in wide and high dams are generally not the most optimal solution for animal life. The dams effectively block the vision and movement of the animals in the river valley and the passes must have proportionally large dimensions in order to make all species use this possibility. Where a road or railroad system crosses such a river valley, a free standing bridge (valley bridge) is therefore a more optimal solution, given that a clear view is ensured and the guide lines in the landscape are not normally broken. Likewise, an overpass will to a large degree maintain a natural connection between the living areas severed by the traffic system.

1 Indledning

Veje og jernbaner er barrierer i landskabet og begrænser dyrs frie bevægelighed og udvekslingen af individer mellem bestande. Specielt motorveje og hegnede højhastigheds-jernbaner er forhindringer, dels for dyrs daglige fouragerings-bevægelser, dels for spredning af især unge dyr til nye habitater.

Veje kan have en skadelig indvirkning på spredning af dyr, hvis disse er bange for at krydse dem eller dræbes, når de forsøger det (Beier 1995, Verboom 1995). Mindre spredning har en negativ effekt på bestandstætheder og på bestandenes overlevelsesmuligheder, specielt hvor habitater er fragmenterede. Derfor er der i de senere år i stigende grad taget forholdsregler, som enten formindsker barriere-effekten (faunaunderføringer) eller/og risikoen for trafikdrab (opsætning af hegn). Effekten vil være forskellig, alt efter hvilke dyrearter, der fokuseres på samt afhængig af vejtype og trafikintensitet. Faunaunderføringer i relation til jernbaner er generelt væsentlig kortere end underføringer i relation til motorveje (Désiré & Mallet 1991), og da længden af passagen har indflydelse på dyrearternes brug af denne, kan der forventes mere benyttede faunaunderføringer for faunaen i relation til jernbaner.

Foranstaltninger, som nedsætter dyrs krydsning af veje, og dermed antallet af trafikdrab (grøfter, dæmninger, trådnethegn, skærme) forøger barriere-effekten (Verboom 1995). De bør derfor kombineres med tiltag, som sikrer en mere risikofri krydsning, såsom faunaunderføringer, når det drejer sig om tæt trafikerede veje. Langs mindre veje sikrer advarselstavler, hastighedsbegrænsninger og godt udsyn på den pågældende strækning (Verboom 1995, Putman 1997) som regel mere risikofri krydsninger for dyrene.

I Danmark er det nu almindeligt at anlægge faunapassager samtidig med etableringen af større vejanlæg. Syv faunaunderføringer blev anlagt på motorvejsstrækningen mellem Ålborg Syd og Randers Nord i 1992 og 1993 (Madsen 1993). Faunaunderføringerne er rørunderføringer fremstillet af korrugerede stålplader eller beton, hvorigennem der i de fleste tilfælde løber en å eller bæk med en eller to banketter.

Foreløbige undersøgelser af effekten af disse underføringer på større pattedyr og fugle blev foretaget i perioden inden der blev åbnet for trafikken (Madsen 1993), mens motorvejsstrækningen var præget af vej- og anlægsarbejde, og i ca. et år efter (Bruun-Schmidt 1994). Begge undersøgelser viste, at faunaunderføringerne i et vist omfang blev benyttet af dyrearter knyttet til vandløbene (odder, mosegris og fiskehejre), men i ubetydeligt omfang af andre arter. Forskellige faktorer formodedes at have indflydelse på resultaterne: manglende tilledende beplantning, manglende hegning, forkert placering og dimensionering af underføringerne, og menneskelig forstyrrelse (Madsen 1993).

Dådyr *Cervus dama* har vist præference for at bevæge sig igennem en hvidmalet underføring frem for gennem en mørk (Wölfel & Krüger 1995). Det antyder, at hvid som baggrundsfarve fremmer dådyrs, og måske andre hjortearters, brug af underføringer. I nærværende undersøgelse blev iværksat et forsøg til belysning af effekten af at male indgangene til underføringer hvide. Resultaterne er sammenskrevet som speciale-rapport (Mathiasen 1998) og summarisk gengivet her. Endelig er benyttelsen og udformningen af faunaoverføringer belyst gennem en litteraturudredning.

Vejdirektoratet står for at skulle udarbejde et nyt regelsæt for vej anlæg, og Banestyrelsen for at udarbejde en bygherremanual til anlæg af jernbaner. Til begge retningslinjer ønskes inddraget miljøhensyn ud fra den nyeste viden på området. På den baggrund præsenterer nærværende rapport, i hvilket omfang eksisterende faunaunderføringer virker efter hensigten. Rapporten belyser, ved feltundersøgelser og tilgængelig litteratur, i hvilket omfang dyrearter vænner sig til at benytte etablerede faunaunderføringer, og hvordan beplantning og hegning i tilknytning til faunaunderføringer virker. Desuden diskuteres, hvorvidt det er muligt at kombinere fauna- og menneskeunderføringer.

Allan Prang takkes for hjælp i forbindelse med den statistiske behandling af materialet. Nordjyllands Amt, Århus Amt, Vejle Amt, Hobro Politi, Randers Politi, Århus Politi og Fredericia Politi takkes for tilladelse til henholdsvis at foretage undersøgelser i faunaunderføringerne samt at færdes i øvrigt på den undersøgte motorvejsstrækning.

2 Underføringer - feltundersøgelser

2.1 Materialer og metoder

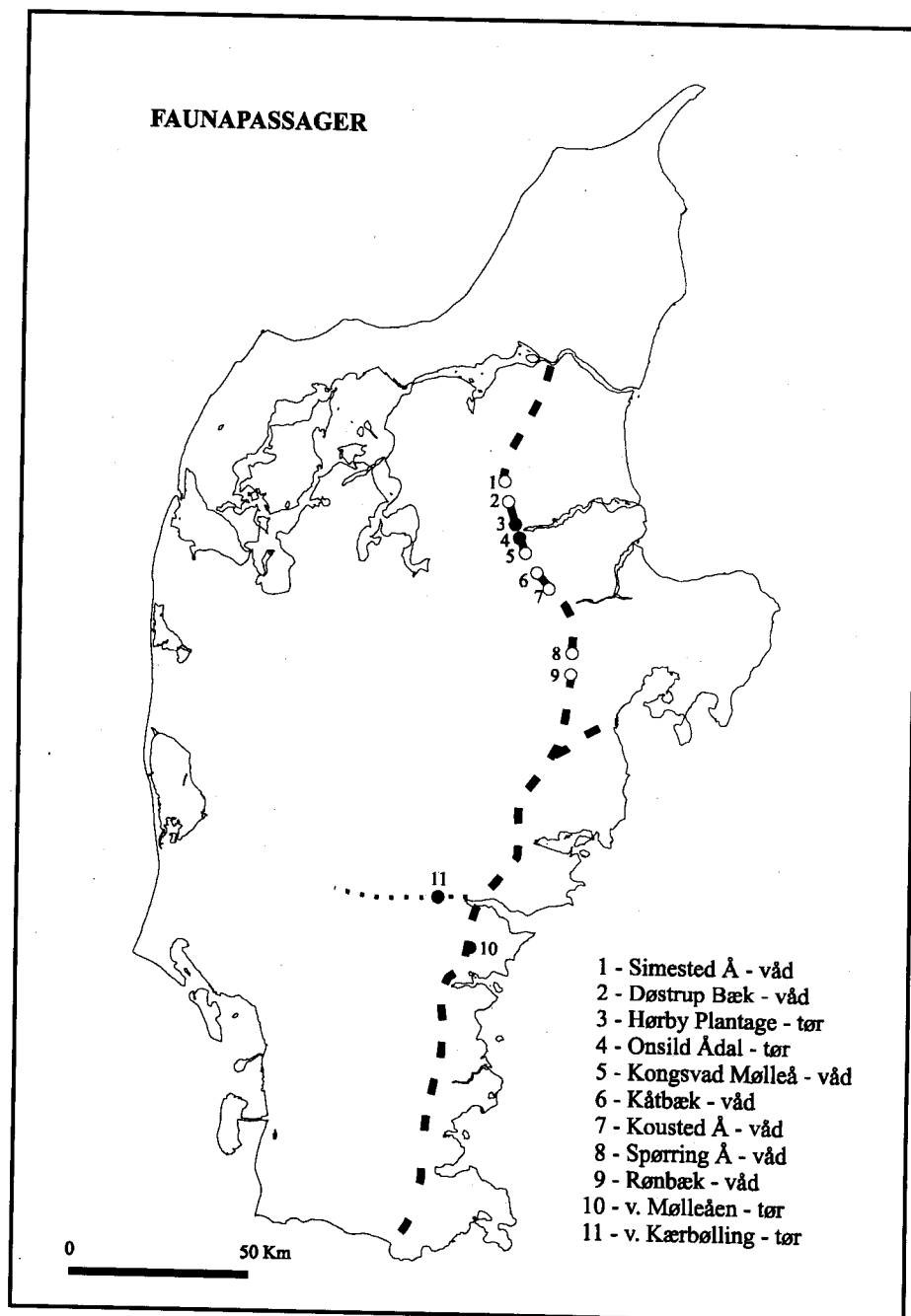
2.1.1 Undersøgelsesområde

Undersøgelserne er foretaget i 11 underføringer under motorvej E45 og motortrafikvej A28 (Fig. 1). Syv af underføringerne gennemstrømmes af et vandløb (våde underføringer), fire er uden vandløb (tørre underføringer). Tre af de tørre underføringer er bygget til menneskers passage under vejen, mens de resterende otte underføringer er etableret af hensyn til faunaen. Hvor vandløbene passerer under motorvejen, er de relativt små og tilhører de øvre dele af mere omfattende vandløbssystemer: Simested Å, Skals Å og Gudenåen.

Faunaunderføringerne ved Simested Å (1), Døstrup Bæk (2), Hørby Plantage (3), Onsild Ådal (4), Kongsvad Mølleå (5) og Kousted Å (7) er bl.a. udvalgt til denne undersøgelse med henblik på en sammenligning med en tilsvarende undersøgelse i 1992 (Madsen 1993). Faunaunderføringen ved Spørring Å (8) blev valgt til infrarød videoovervågning, mens underføringerne ved Kåtbæk (6) og Kousted Å (7) som forsøg fik malet indgangene hvide.

Med undtagelse af Rønbæk (9) ligger de våde underføringer i bunden af ådale; de tørre underføringer, Onsild Ådal og Mølleåen (10), ligger derimod på kanten af en ådal. Tres meter fra faunaunderføringen ved Onsild Ådal gennemskærer en jernbanetunnel motorvejsdæmningen; åen er ført i rør nedenunder jernbanen. I en afstand af 150 m fra faunaunderføringen ved Kongsvad Mølleå, er der anlagt en vejunderføring gennem motorvejsdæmningen. De tre tørre underføringer, Hørby Plantage, Mølleåen og Kærbølling, som er anlagt af hensyn til menneskers færdsel, har en tilledende vandreturssti eller skovvej/grusvej. Over tre underføringer, Spørring Å, Rønbæk og Mølleåen, er der opsat vildthejn langs begge sider af motorvejen. Arbejdstunnelen i nordkanten af Hørby plantage er placeret i forlængelse af et vildthejn, som er ført gennem plantagen langs begge sider af motorvejen. Der er ikke opsat vildthejn i relation til de øvrige underføringer.

Ti af underføringerne består af korrugerede stålplader eller beton, hvorimod underføringen ved Mølleåen er en kasseformet betontunnel (Tabel 1). I de våde underføringer er der på begge sider af vandløbene anlagt banketter med underlag af jord eller grus/skærver; underføringen ved Kousted Å afviger ved kun at have én banket. Banketterne i de nordligste våde underføringer, Simested Å, Døstrup Bæk og Kongsvad Mølleå er adskilt fra vandløbene ved et lodret bolværk af træ. I modsætning hertil har underføringerne Kåtbæk, Kousted Å og Rønbæk grus/skærve-banketter, hvor den yderste del hælder jævnt mod vandløbet.



Figur 1. Geografisk placering af de 11 undersøgte faunaunderføringer på motorvej E 45 (nr. 1-10) og motortrafikvej A 28 (nr. 11).

Tunnel-effekten, der betegner forholdet mellem åbningens størrelse og underføringens længde (højde x bredde/længde) er afgørende for hjortearternes benyttelse. Forholdet bør ifølge Olbrich (1984) være mindst 0,75 for rådyr og 1,5 for kronedyr *Cervus elaphus* og dådyr, med minimumsbredde og -højde på 4 meter. Ingen af de undersøgte underføringer i denne undersøgelse opfylder hjortearternes krav til tunnel-effektens størrelse (Tabel 1). Erfaringer med faunaunderføringer i Frankrig har ført til, at man her benytter følgende mindstemål for underføringer til hjortearter (Carsignol 1991):

højde \geq længde/10, mindst 4 m for rådyr, 6 m for kronedyr;
 bredde \geq højde x 2, mindst 6 m for rådyr, 10 m for kronedyr

Tabel 1. Beskrivelse af de 11 undersøgte faunaunderføringer. Underføringerne ved Hørby Plantage, Mølleåen og Kærbølling er konstrueret til menneskers passage, de øvrige er anlagt af hensyn til faunaen. Tunneleffekten er beregnet som arealet af en 3/4-cirkel/længden eller arealet af et rektangel/længden af underføringen (Mølleåen).

Underføring	Type	Dimensioner lgd. x diam. (m)	Tunnel- effekt	Banketter		Hegnet
				antal x bredde (m)	underlag type	
1. Simested Å	Stålrør, våd	74 x 5,5	0,24	2 x 2,1	jord	bolværk nej
2. Døstrup Bæk	Stålrør, våd	65 x 3,8	0,13	2 x 1,5	jord	bolværk nej
3. Hørby Plantage	Beton, tør	42 x 2,8	0,11		grus	delvis
4. Onsild Ådal	Stålrør, tør	45 x 3,5	0,16		sand	nej
5. Kongsvad Mølleå	Stålrør, våd	120 x 6,8	0,23	2 x 1,6	jord	bolværk nej
6. Kåtbæk	Stålrør, våd	98 x 7,0	0,29	2 x (1,4 + 1,0)	grus	skrånende nej
7. Kousted Å	Beton, våd	90 x 4,7	0,14	1 x 2,0	grus	skrånende nej
8. Spørring Å	Beton, våd	155 x 13,0	0,64	2 x (4,0 + 1,1)	grus	skrånende ja
9. Rønbæk	Stålrør, våd	55 x 3,5	0,13	2 x (0,4 + 0,6)	skærver	skrånende ja
10. v. Mølleåen	Beton, tør	37 x (4,0 x 3,5)	0,27		asfalt	ja
11. v. Kærbølling	Stålrør, tør	32 x 4,3	0,34		sand	nej

Jo dybere ådalene er, jo højere og bredere er motorvejsdæmningerne over dem. De våde underføringer, som ligger i bunden af ådale, er derfor som regel temmelig lange (Tabel 1). Underføringerne ved Onsild Ådal, Rønbæk, Mølleåen og Kærbølling ligger derimod umiddelbart under vejbanen og er derfor kun lidt længere, end vejanlægget er bredt.

Efter vinteren fylder urtevegetationen på skråningerne over de våde underføringer eller langs åerne ikke meget, men fra maj/juni kan vegetationen være ret høj og tæt og fylde godt op i indgangene til underføringerne. Træ- og buskvegetationen, der er plantet på de nye motorvejsdæmninger, er under fem år gammel. For at beskytte disse planter under opvæksten bliver urtevegetationen mellem dem slået om sommeren, hvilket fremmer udviklingen af et græstæppe. Med tiden vil disse beplantninger udvikle en tættere busk- og kratbevoksning. De nye buske synes dog ikke specielt plantet for at omkranse underføringernes indgange, men snarere for at skråningerne skal være bevoksede.

2.1.2 Undersøgelsesmetodik

2.1.2.1 Identifikation af spor i sandbede samt visuel observation

Dyrs og menneskers benyttelse af faunaunderføringerne blev i perioden januar-december 1997 registreret på baggrund af sportyding i sandbede. Sandbedene blev anlagt i hver ende af underføringerne. I de våde underføringer var der to sandbede pr. banket. Længden af hvert sandbed var 2 m eller derover, mens bredden blev bestemt af

underføringens eller bankettens bredde. Sandet, mellemfint bakkesand, blev lagt i et ca. 2 cm dybt lag og fornyet i fornødent omfang gennem undersøgelsesperioden. For at undgå utydelige spor forårsaget af regn blev sandbedene anlagt lidt inden for indgangene.

Bang & Dahlstrøm (1972) benyttedes til identifikation af fodaftryk og ekskrementer af store og mellemstore pattedyr, mens sandets struktur ikke gjorde det muligt at registrere musearterne. Spor efter husmår *Martes foina* og skovmår *Martes martes* kunne ikke skelnes fra hinanden og er registreret som mår. Spor efter ilder og mink kunne heller ikke adskilles og er registreret som ilder/mink. Også spor efter mosegris og rotte er svære at skelne og registreret som mosegris/rotte.

Sandbedene blev inspiceret fire sammenhængende hverdage hver måned. I alt resulterede det i 48 besøg i hver underføring, tilsammen 528 besøg. Ved seks besøg var det på grund af henholdsvis fygesne og oversvømmelse ikke muligt at foretage en bestemmelse af spor. Det samlede antal givtige besøg er derfor 522. Sandet blev klargjort ved rivning den første dag og undersøgt for spor de næste fire dage; efter hver undersøgelse blev sandet revet igen. I tørre perioder var det nødvendigt at vande sandbedene.

Det er ofte vanskeligt at skelne antallet af individer, som har afsat spor i sandbedene. For hver art er der derfor ved præsentationen og behandlingen af resultaterne angivet den andel af besøg, hvor den/de enkelte art/arter er registreret i underføringerne. F.eks. angiver 0,50 pr. besøg, at arten/arterne i gennemsnit er registreret ved hvert andet besøg i underføringen.

Ved sammenligninger underføringerne imellem, benyttes forekomst af dyr og mennesker frem for en registrering af, om dyr/mennesker har bevæget sig helt igennem passagen. I de tørre underføringer, hvor sandbedene til sportydning dækkede passagen fra væg til væg, afslørede sporene i ideelle tilfælde, om dyrene havde bevæget sig helt igennem passagen og i hvilken retning. Forholdene var dog i en del tilfælde ikke ideelle, idet sandet kunne være for tørt til sportydning i den forblæste ende af tunnelen eller spor i et sandbed kunne være slettet af menneskers færdsel.

Heller ikke i underføringer med et vandløb igennem har det været muligt for samtlige observationer at afgøre, hvorvidt dyr eller mennesker har passeret igennem passagen. Sandbedene dækkede ikke banketternes bolværk eller skrånende del, og det har været muligt for dyr og mennesker uopdaget at passere et eller flere sandbede. Sidstnævnte betragtes dog som ubetydeligt for rapportens samlede resultat. Direkte iagttagelser af fugle og pattedyr under besøgene blev noteret.

Århus Amt har foranlediget, at der er opsat flagermusskjul (se Madsen 1993) ned fra loftet i underføringerne ved Kåtbæk, Kousted Å og Spørring Å. Flagermusskjulene blev eftersat for tilstedeværelse af flagermus ved hjælp af lygte mindst en gang pr. observationsuge.

2.1.2.2 Infrarød video-overvågning og effekt af hvidmalede indgange

Faunaunderføringen ved Spørring Å blev videoovervåget i døgnets mørke timer fra østsiden af motorvejen i to perioder på hver 30 nætter (10. april til 11. maj 1997 og 4. august til 3. september 1997). Der blev anvendt et lysfølsomt videokamera (Sanyo VCB 3112P ½" CCD) med zoom optik (Sanyo SL 10200A 10-200 mm f1.8 motorzoom), to infrarøde lamper (Uniflood 500/filter 730 + uniflood power supply PSU SST), et pan/tilt-hoved (Widemech 629), en videobåndoptager (Panasonic lase video cassette recorder AG-6124) og en sort/hvid monitor (Biscke monitor 9").

Kamera og infrarøde lamper blev placeret ca. 50 m fra faunaunderføringen i et godt 3 m højt tårn og blev fjernbetjent fra en bil ca. 150 m fra underføringen. Strøm blev leveret af en generator, der var placeret ca. 200 m fra underføringen. Området omkring indgangen til underføringen blev overvåget for at studere adfærd hos større pattedyr, der bevægede sig på arealet udenfor, eller individer som kom ud fra eller bevægede sig ind i underføringen. Enkeltindividets hastighed blev målt ved tidtagning af dyrenes bevægelser på videooptagelser, hvor de passerede genstande eller opsatte afstandsmærker.

De yderste 3-5 m af indgangspartierne af de to faunaunderføringer ved Kåtbæk og Kousted Å blev malet hvide. For at undersøge, om det havde en gavnlig effekt på pattedyrs benyttelse af underføringerne, blev der foretaget sportydning i de anlagte sandbede dagligt i to perioder på hver 35 dage, henholdsvis før (12. april til 16. maj 1997) og efter (5. august til 8. september 1997), at indgangene blev malet hvide.

3 Underføringer - resultater

3.1 Artsregistrering

Der observeredes spor ved 465 besøg, svarende til 89%. Vildtlevende pattedyr havde afsat 39,2% af sporene, heraf udgjorde rovdyr 89,1%. Spor eller visuelle observationer af fugle udgjorde 3,2%. Der var spor efter kat *Felis catus* i 19,1% af registreringerne, hund *Canis familiaris* i 12,5%, samt menneske og menneskelige aktiviteter i 21,2%. I 4,8% af tilfældene kunne sporene ikke tydes.

Underføringerne er hver benyttet af mellem syv og tolv arter, inkl. menneske, hund og kat (Tabel 2). Ræv, ilder/mink og kat har benyttet alle elleve faunaunderføringer. I alt registreredes 403 forekomster (0,77 individer pr. besøg) af ti forskellige vildtlevende pattedyrarter.

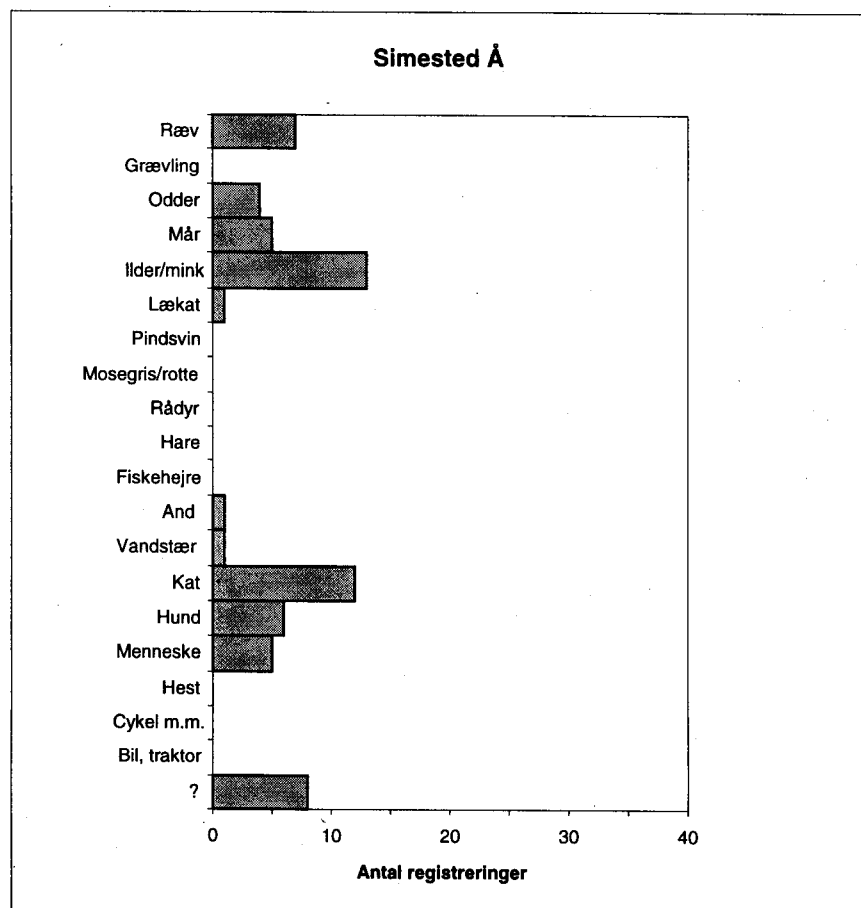
Tabel 2. Arter m.m., der er registreret i faunaunderføringerne.

Underføring	Sim	Døs	Hør	Ons	Kon	Kåt	Kou	Spø	Røn	Møl	Kær
Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Art m.m.:											
Ræv											
Grævling											
Odder											
Mår											
Ilder/mink											
Lækat											
Pindsvin											
Mosegris/rotte											
Rådyr											
Hare											
Fiskehejre											
"And"											
Vandstær											
Kat											
Hund											
Menneske											
Hest											
Cykel m.m.											
Bil/traktor											

Det er forskelligt, hvor meget underføringerne er benyttet af de enkelte arter eller artsgrupper. Skønt f.eks. ræven har benyttet alle 11 underføringer, er der under syv registreringer af ræv i hver af seks underføringer og kun regelmæssig benyttelse i tre: Kongsvad Mølleå, Kåtbæk og Spørring Å. Odderen, som forekommer i fem underføringer, er kun registreret regelmæssigt i to: Døstrup Bæk og Kongsvad Mølleå.

3.1.1 Simested Å - våd faunaunderføring, ikke hegnet

Underføringen er i mindre omfang blevet benyttet af vildtlevende pattedyr (0,63 pr. besøg). Der er spor efter fem arter: ræv, odder, mår, ilder/mink og lækat *Mustela erminea*, men kun ilder/mink optrådte med en vis regelmæssighed (Fig. 2). Odder registreredes første gang i september. Også kat, hund og menneske er relativt beskedent repræsenteret.

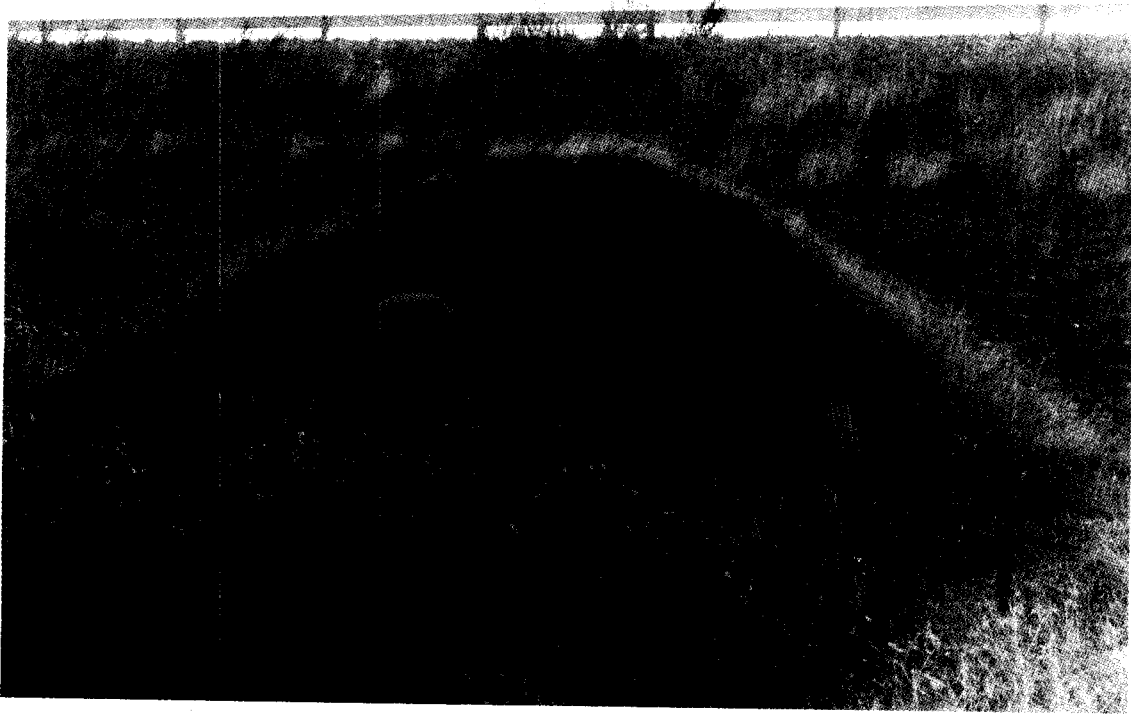


Figur 2. Antal besøg i perioden januar - december 1997, hvor de respektive dyrearter m.m. er registreret på sandflader i faunaunderføringen ved Simested Å (N=48).

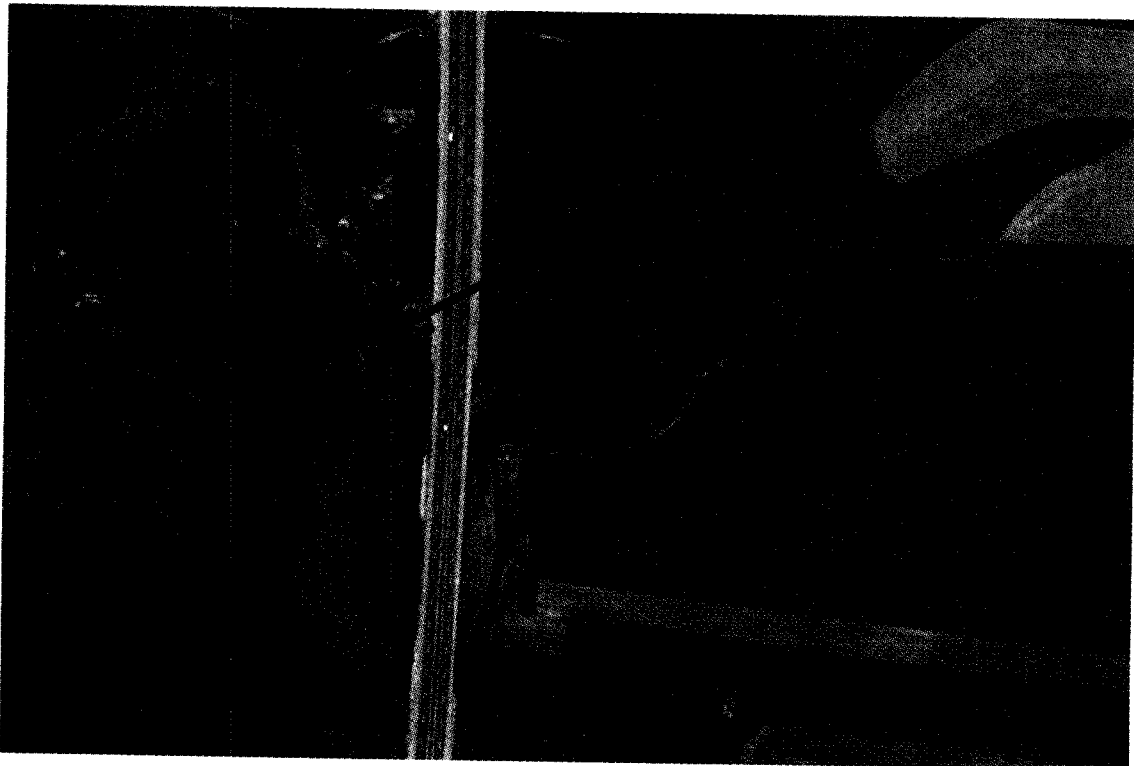
Sammenlagt benyttede mindst 71,7% af de registrerede dyr og mennesker (minus odder og fugle) passagen til at krydse under motorvejen til den anden side. Ved ni registreringer krydsedes fra øst mod vest, ved syv den modsatte vej; ved 17 passeredes helt igennem i begge retninger.

Spor efter grævling blev ikke registreret, men en grævling trafikdræbtes d. 9. juli på motorvejen, ca. 400 m nord for passagen. Trafikdræbte grævlinger blev også registreret samme sted i 1992, kort efter motorvejens åbning (Bruun-Schmidt 1994, Madsen, pers. obs.).

Spor efter and er registreret helt igennem underføringen i et enkelt tilfælde, og vandstær er observeret ved et besøg.



1. *Faunapassagen ved Simested å*

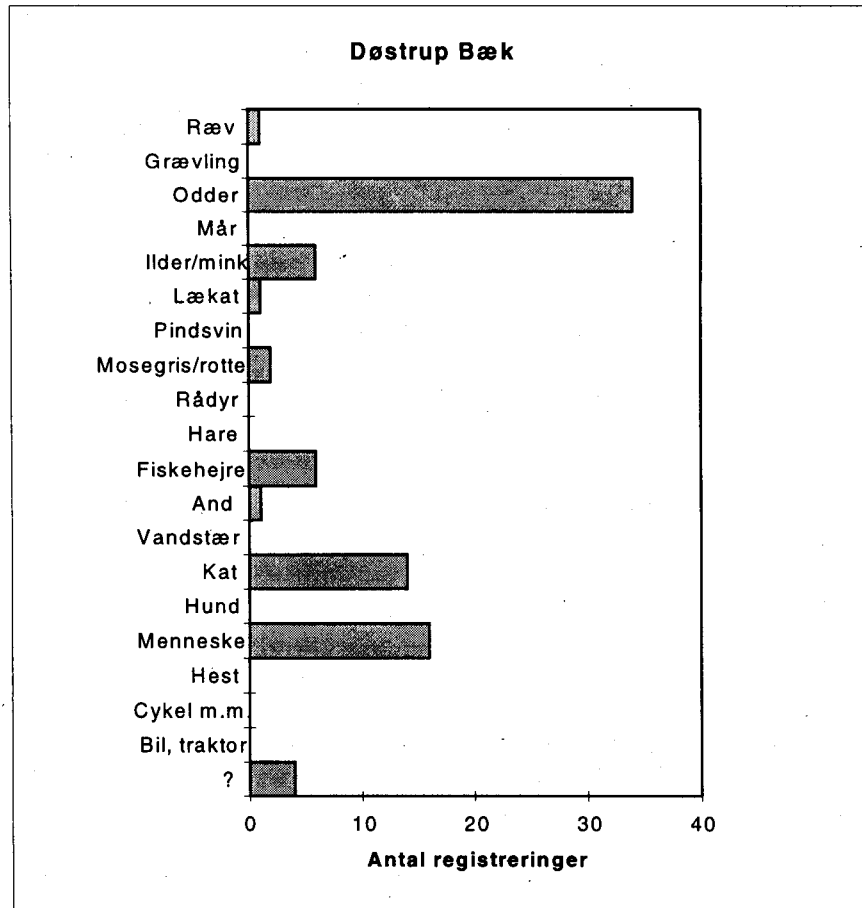


0 50 100 150 200 Meters



3.1.2. Døstrup Bæk - våd faunaunderføring, ikke hegnet

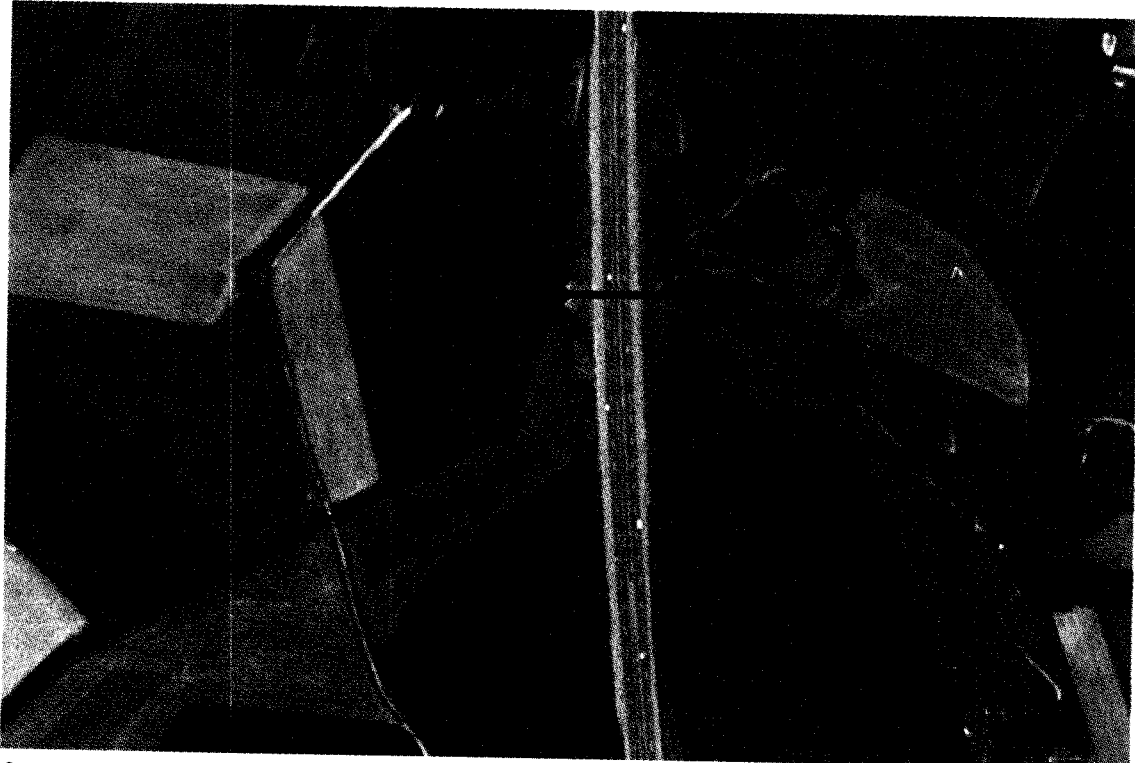
Det relativt store antal vildtlevende pattedyr registreret (0,92 pr. besøg) skyldes stort set kun odderens flittige brug af passagen. Markeringsskrab, -ekskremitter og fodaftryk i sandbedene efter odder er registreret i hver observations-uge året igennem (Fig.3). Fiskehejre er observeret i august-september og ved de fire af seks registreringer gik sporene hele vejen igennem passagen.



Figur 3. Antal besøg i perioden januar - december 1997, hvor de respektive dyrearter m.m. er registreret på sandflader i faunaunderføringen ved Døstrup Bæk (N=48).

Kat og menneske har benyttet underføringen jævnt året igennem. Hund er ikke registreret, hvilket sandsynligvis skyldes, at mennesker som benytter passagen, ofte er lystfiskere uden hund. Ved sommerregistreringerne var sandbedene ofte overtrampede af mennesker, og småfisk, fiskesnøre og tomme ølflasker var efterladt på banketterne. Sammenlagt benyttede mindst 73,1% af de registrerede dyr og mennesker (minus odder og fugle) underføringen til at krydse under motorvejen til den anden side. Ved seks registreringer krydsedes fra øst mod vest, ved ni den modsatte vej og ved 15 passeredes helt igennem i begge retninger.

Underføringen benyttes herudover tilsyneladende især til fouragering af odder, fiskehejre, ilder/mink og lystfiskere. Forklaringen kan være, at der ligger et dambrug umiddelbart opstrøms og der ses i øvrigt mange ørreder i vandløbet. En ræv blev trafikdræbt d. 6. november 1997, 300 m nord for passagen.

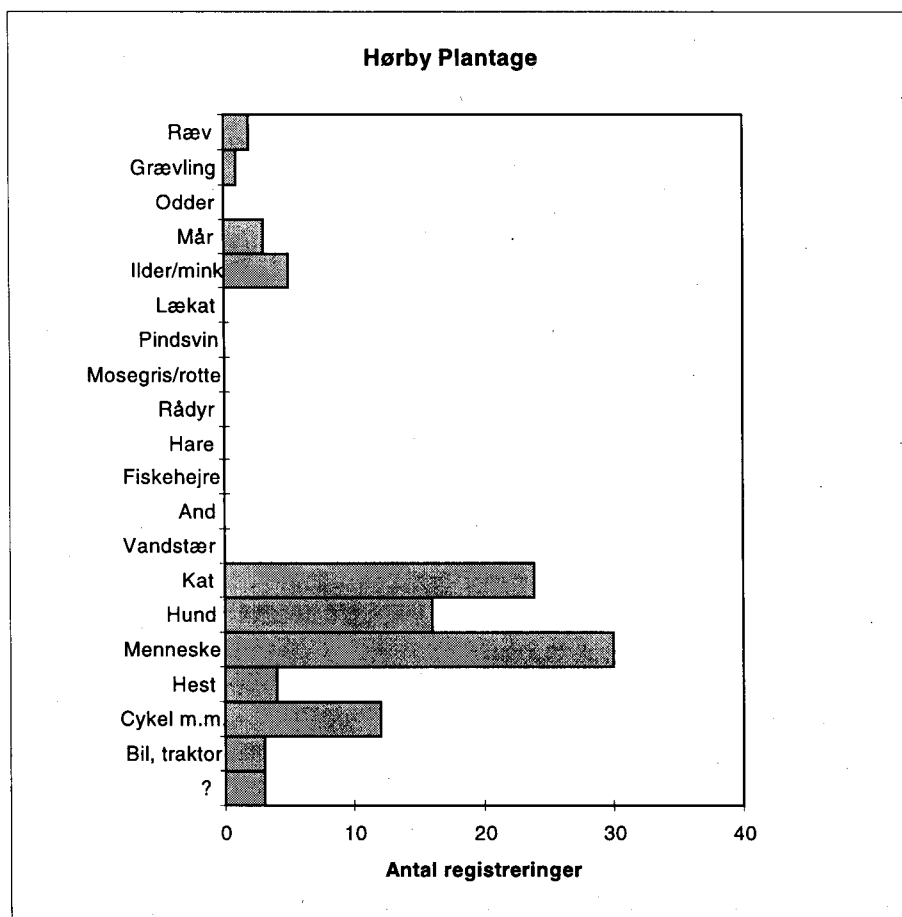


0 50 100 150 200 Meters



3.1.3 Hørby Plantage - tør underføring anlagt som arbejdstunnel, delvis hegnet

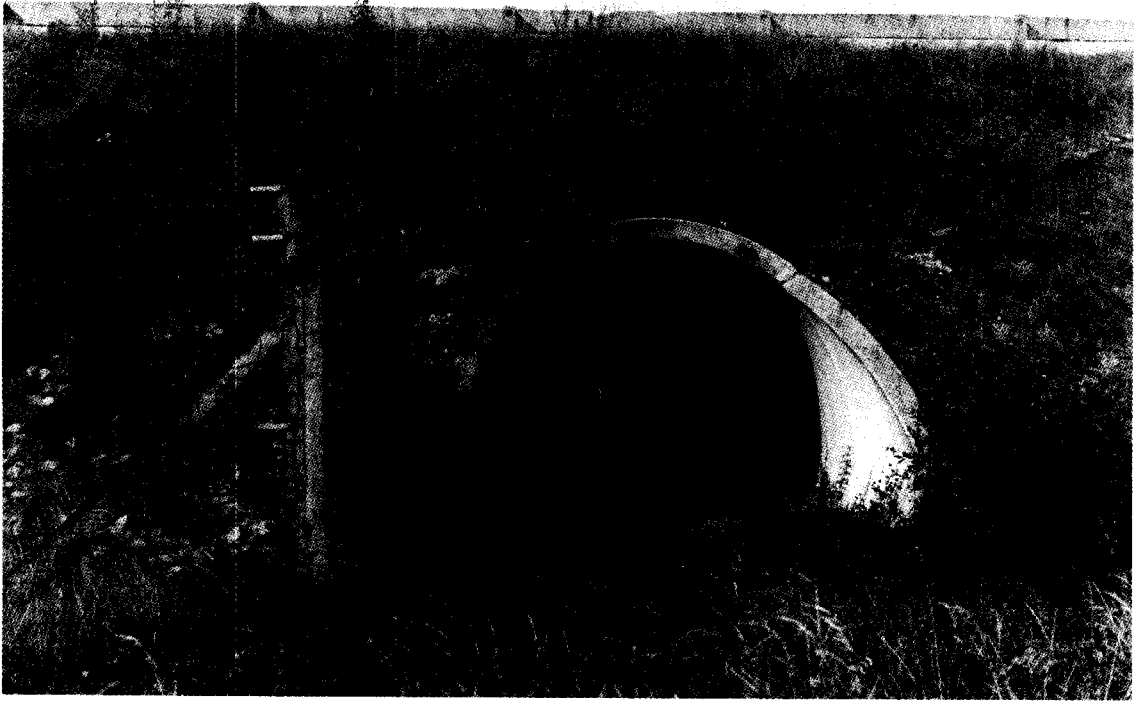
Der registreredes en relativt begrænset benyttelse (0,23 pr. besøg) af fire vildtlevende pattedyrarter: ræv, grævling, mår, ilder/mink i underføringen. Til gengæld var underføringen velbenyttet af kat og menneske, samt af menneskelige aktiviteter i øvrigt, som involverede hund, hest *Equus sp.*, cykel og traktor (Fig. 4).



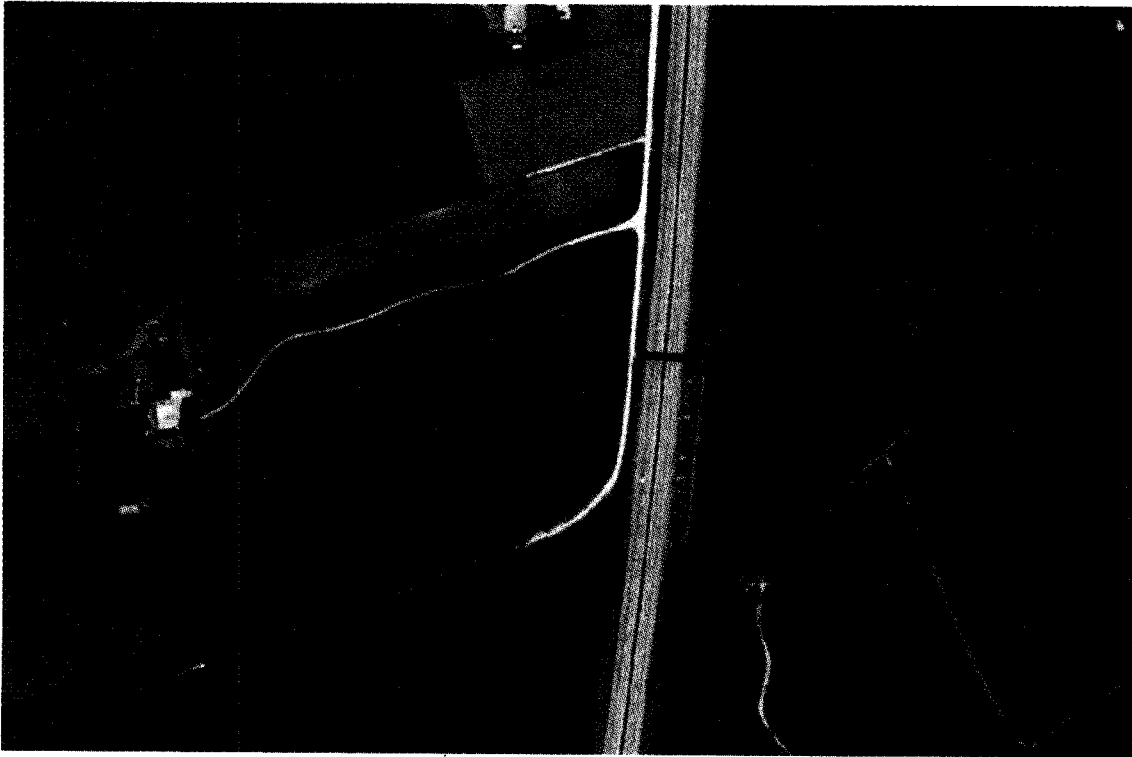
Figur 4. Antal besøg i perioden januar - december 1997, hvor de respektive dyrearter m.m. er registreret på sandflader i arbejdstunnelen ved Hørby Plantage (N=48).

Menneske og kat er registreret i alle observations-uger, mens hund er registreret i januar og i sommermånederne. Hest og cykel er registreret forår-sommer; traktor i april (forårs-markarbejde) og september (efterårs-markarbejde).

Sammenlagt benyttede mindst 82,4% af de registrerede dyr og mennesker passagen til at krydse under motorvejen til den anden side. Ved 16 registreringer fra øst mod vest, ved 12 den modsatte vej; ved 42 passeredes igennem i begge retninger.



3. *Faunapassagen ved Hørby plantage*



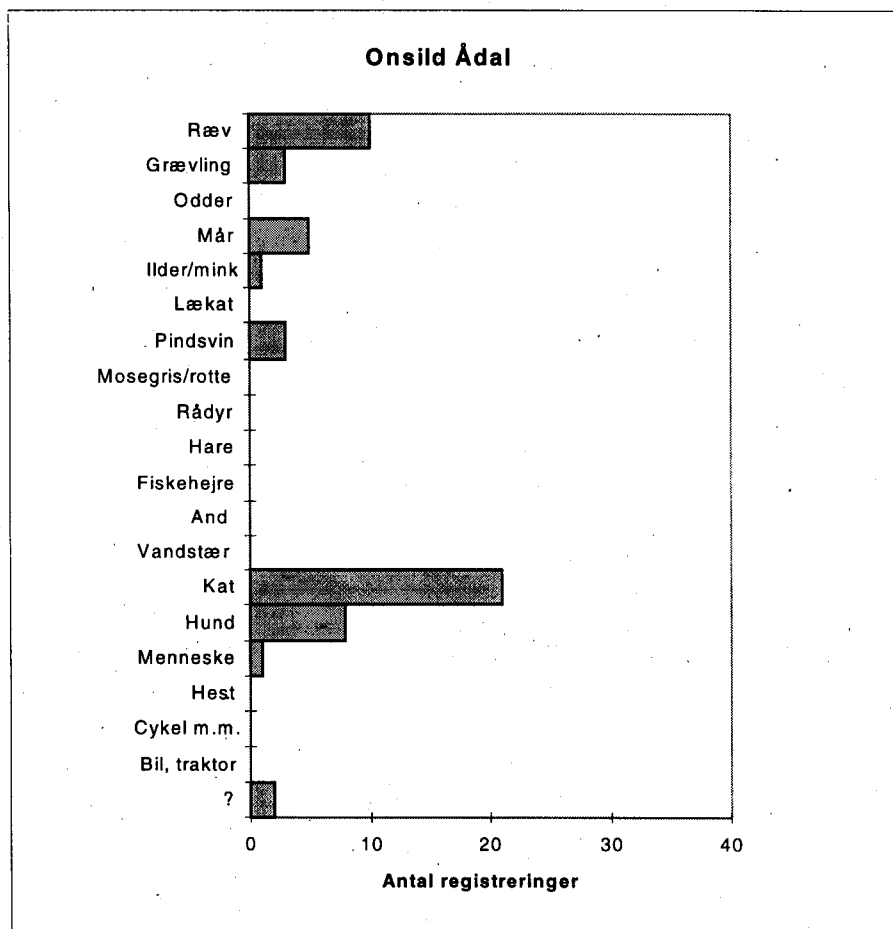
0 50 100 150 200 Meters

0	50	100	150	200
---	----	-----	-----	-----



3.1.4 Onsild Ådal - tør faunaunderføring, ikke hegnet

Der registreredes dobbelt så mange vilde pattedyr (0,46 pr. besøg) som ved Hørby plantage, flest af ræv og mår (Fig. 5). Kat er registreret i underføringen ved gennemsnitligt hvert andet besøg. Til gengæld er menneske kun registreret én gang; mennesker benytter sandsynligvis i større omfang den nærliggende jernbanetunnel. Dyr må også formodes at benytte jernbanetunnelen, idet der på begge skråninger er dyrevexler fra faunaunderføringen til jernbanetunnelen, og i andre retninger væk fra disse underføringer.

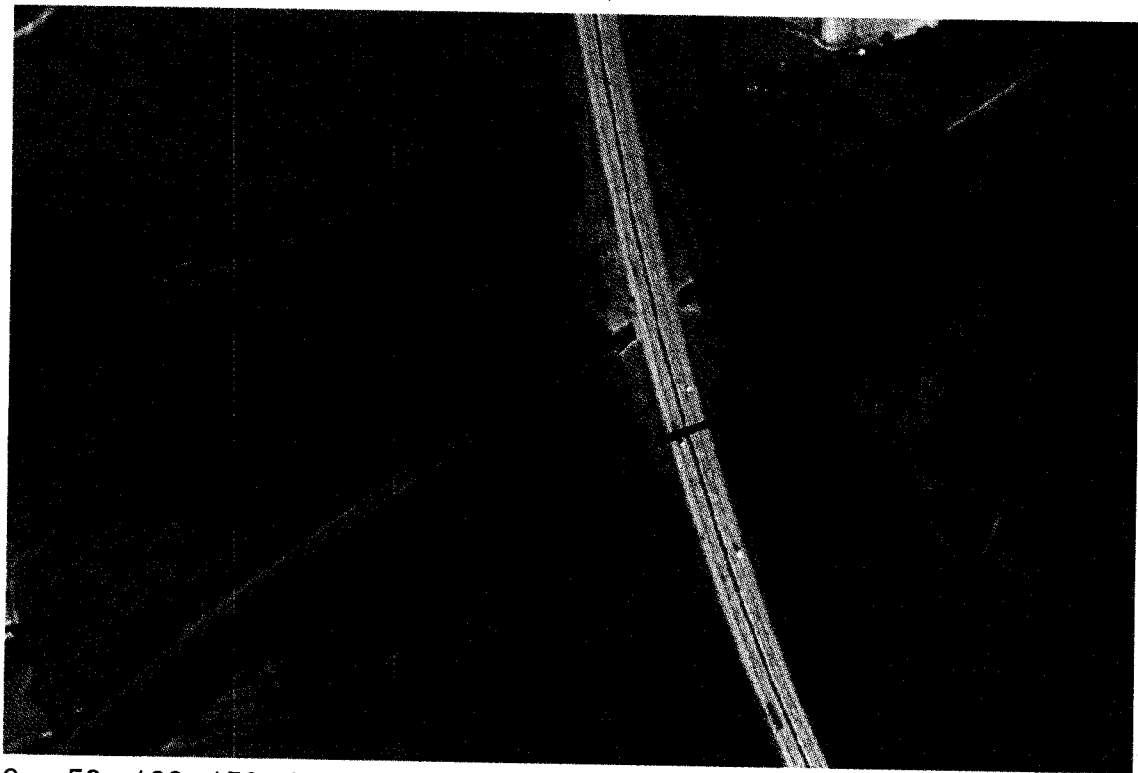


Figur 5. Antal besøg i perioden januar - december 1997, hvor de respektive dyrearter m.m. er registreret på sandflader i faunaunderføringen i Onsild Ådal (N=48).

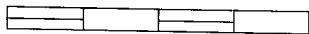
Sammenlagt benyttede mindst 90,4% af de registrerede dyr og mennesker passagen til at krydse under motorvejen til den anden side. Ved 14 registreringer krydsedes fra øst mod vest, ved 14 den modsatte vej; ved 19 besøg passeredes igennem i begge retninger.



4. Faunapassagen ved Onsild ådal

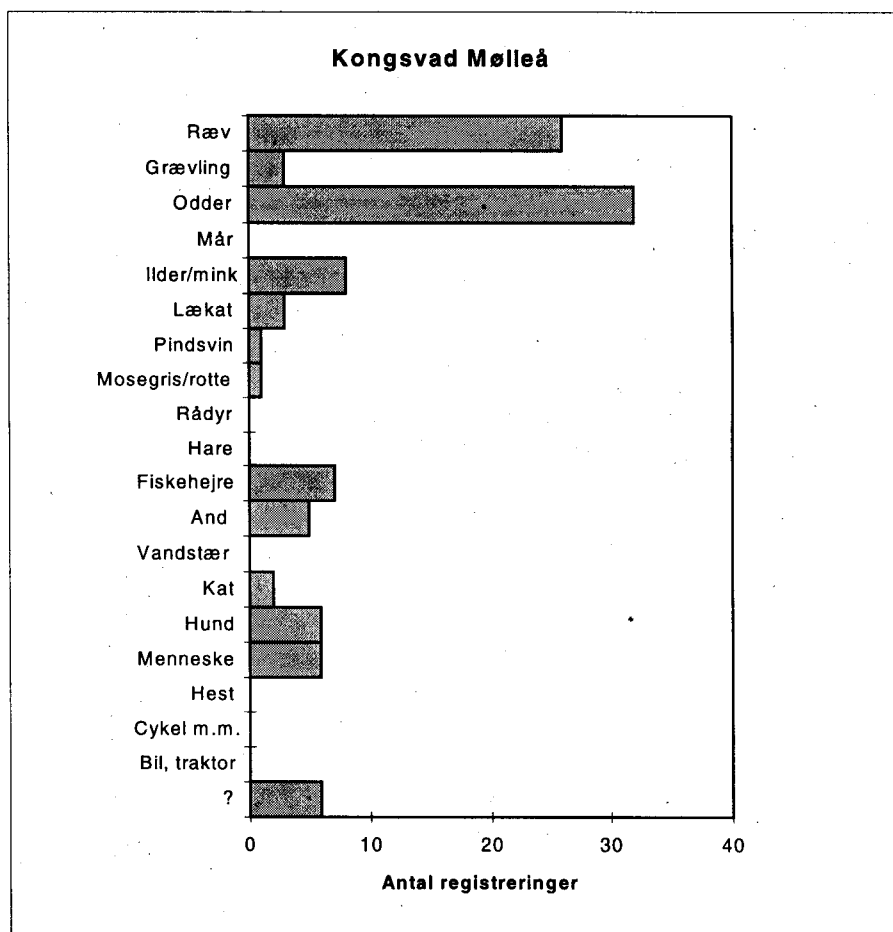


0 50 100 150 200 Meters



3.1.5 Kongsvad Mølleå - våd faunaunderføring, ikke hegnet

Syv forskellige vildtlevende pattedyrarter blev registreret (1,54 pr. besøg, fig. 6). Odder og ræv er registreret i alle observationsuger. Odder og fiskehejre må formodes at søge føde i det gode fiskevand; grundet et opstrøms beliggende dambrug.

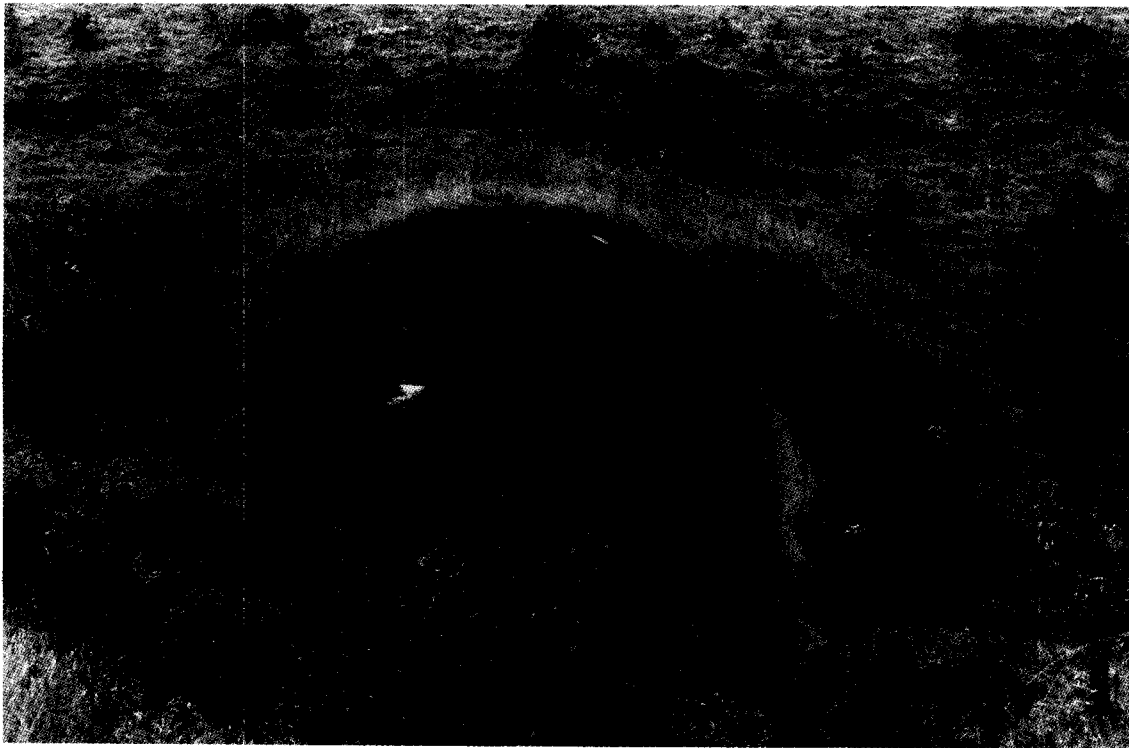


Figur 6. Antal besøg i perioden januar - december 1997, hvor de respektive dyrearter m.m. er registreret på sandflader i faunaunderføringen ved Kongsvad Mølleå (N=48).

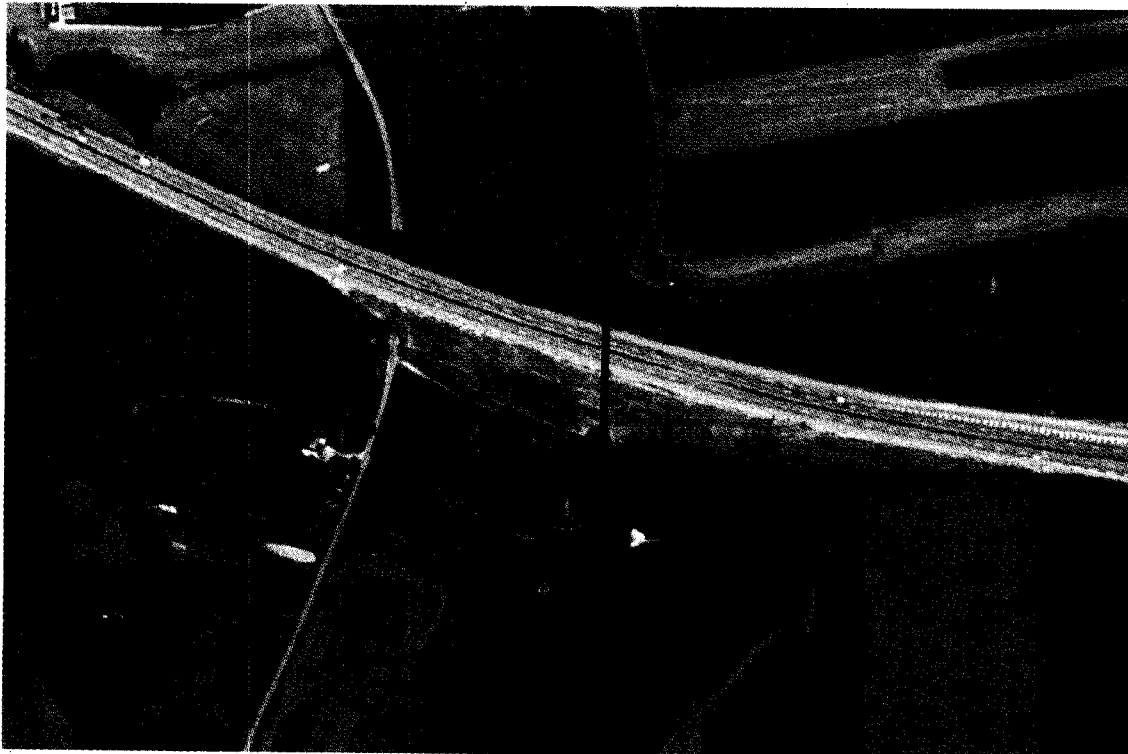
Underføringen er ikke meget benyttet af menneske, hund og kat, som i langt større omfang må formodes at benytte vejunderføringen læn- gere oppe på kanten af ådalen mod nord. Ved hjælp af infrarøde vi- deo-optagelser registrerede Bruun-Schmidt (1994) i 1992-93, at også ræv, hare og kat benyttede vejunderføringen.

Sammenlagt benyttede mindst 66,7% af de registrerede dyr og men- nesker (minus odder og fugle) underføringen til at krydse under motorvejen til den anden side. Ved ni registreringer krydsedes fra øst mod vest, ved 11 den modsatte vej; ved 18 passeredes igennem i beg- ge retninger.

Det vestlige sandbed på den nordlige banket var permanent over- svømmet i perioden juli-oktober og sportydning var umulig. I juli- august var vandstanden så høj, at det meste af begge banketter var oversvømmet.



5. Faunapassagen ved Kongsvad Mølleå

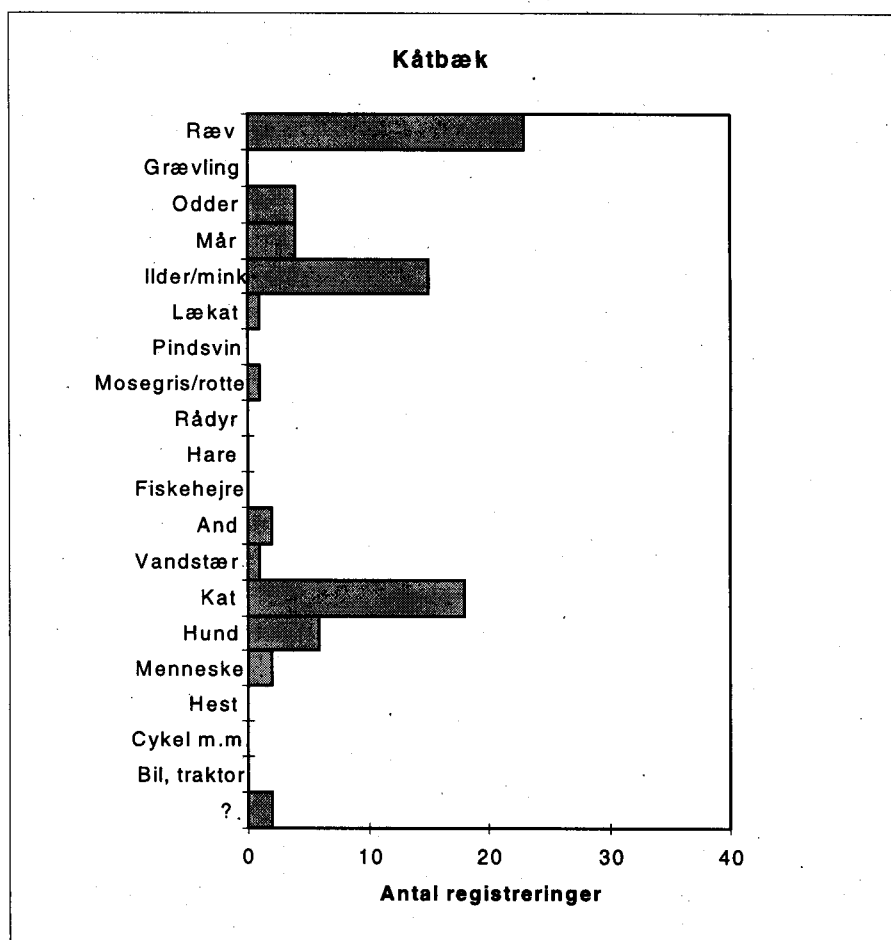


0 50 100 150 200 Meters



3.1.6 Kåtbæk - våd faunaunderføring, ikke hegnet

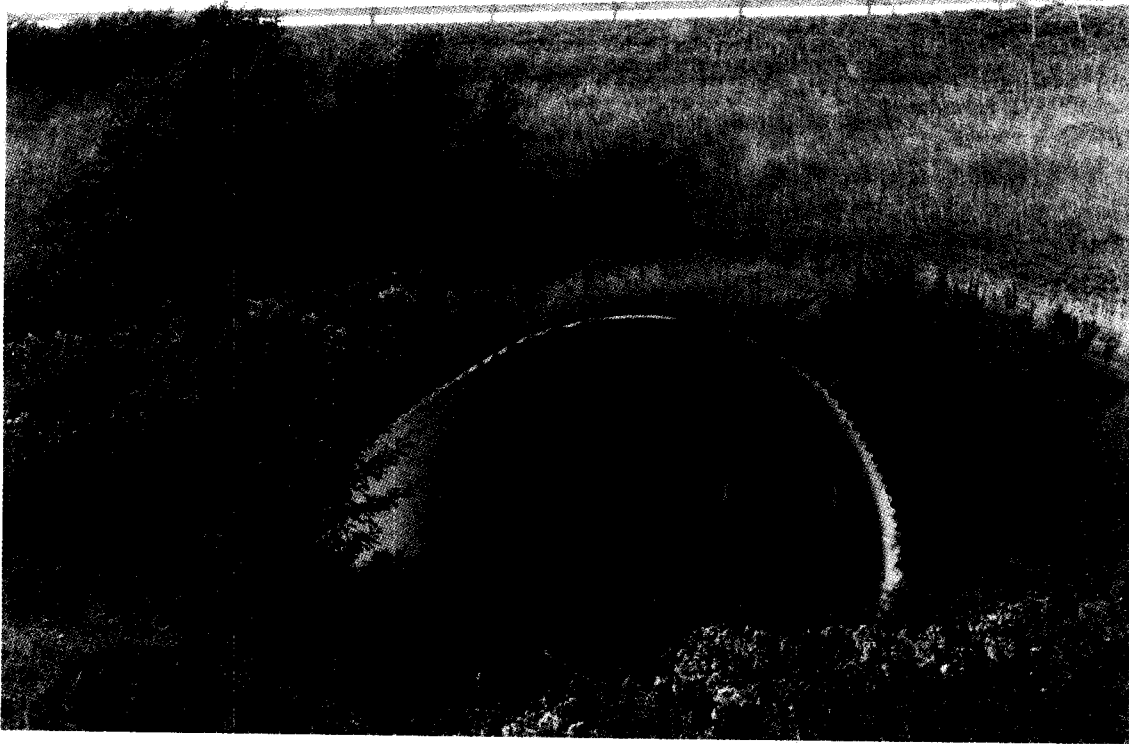
Seks forskellige vildtlevende pattedyrarter blev registreret (1,02 pr. besøg). Underføringen blev regelmæssigt benyttet af ræv og ilder/mink; odder blev registreret i september og oktober (Fig. 7). Underføringen blev meget benyttet af kat, jævnt gennem året; til gengæld meget lidt af menneske og hund.



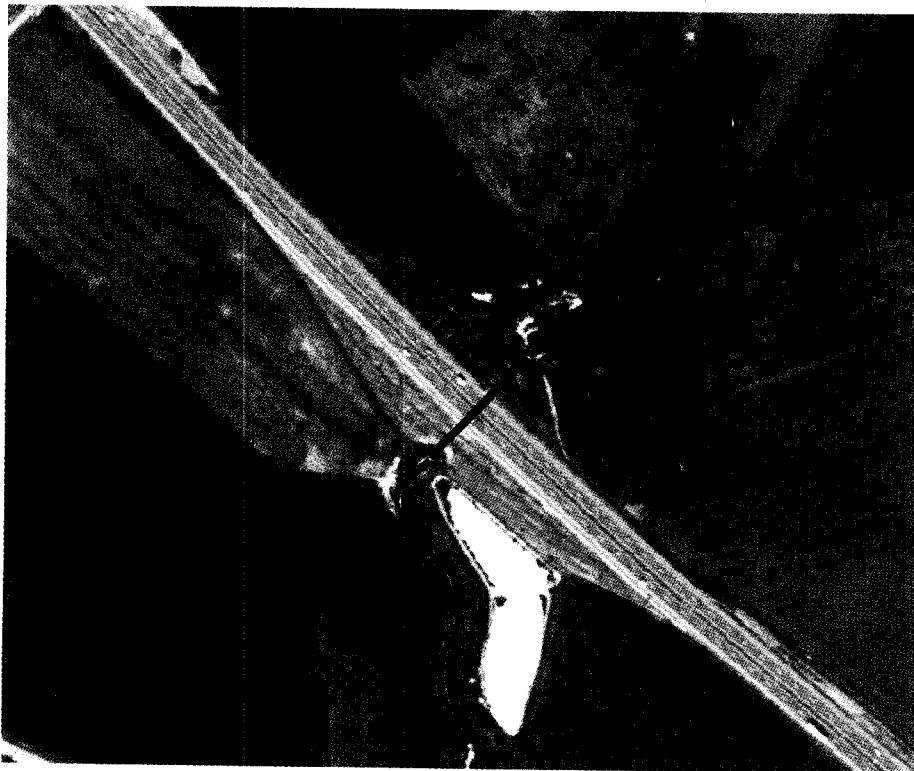
Figur 7. Antal besøg i perioden januar - december 1997, hvor de respektive dyrearter m.m. er registreret på sandflader i faunaunderføringen ved Kåtbæk (N=48).

Sammenlagt benyttede mindst 78,9% af de registrerede dyr og mennesker (minus odder og fugle) underføringen til at krydse under motorvejen til den anden side. Ved 17 registreringer krydsedes fra øst mod vest, ved 11 den modsatte vej og ved 28 passeredes igennem i begge retninger.

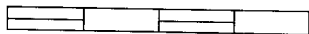
Ved fem besøg i august og september måned blev mellem en og syv flagermus (damflagermus *Myotis dasycneme* eller vandflagermus *Myotis daubentoni*) registreret hængende i dagskjul i det opsatte flagermusskjul.



6. *Faunapassagen ved Kåtbæk*

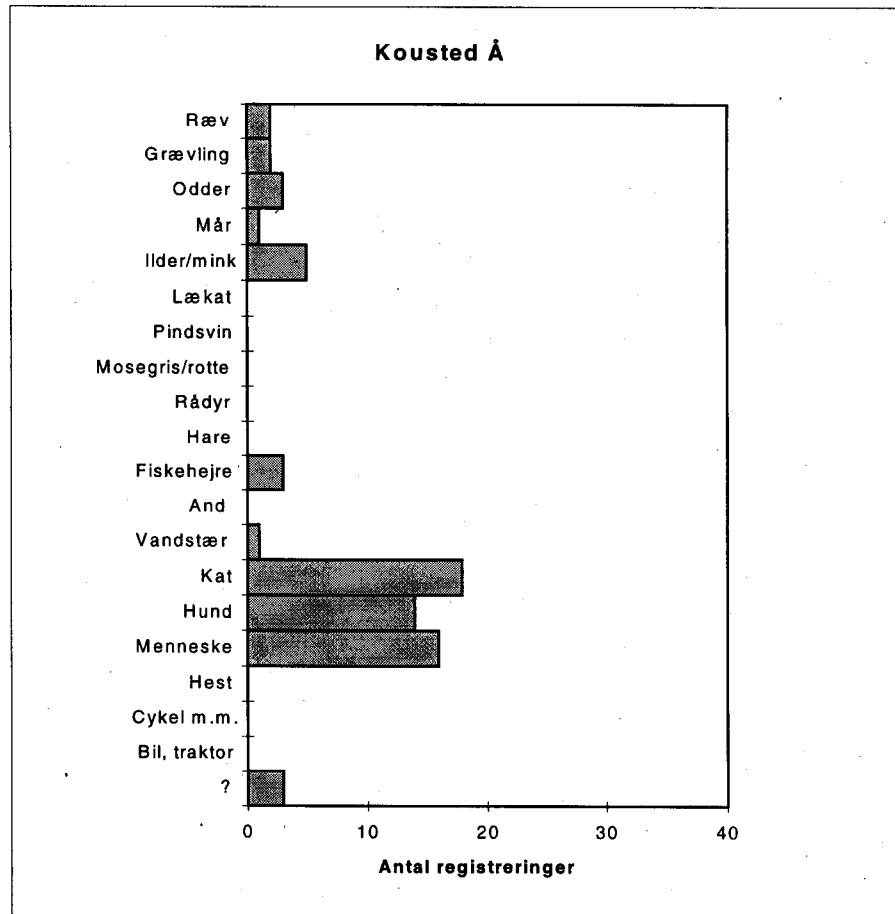


0 50 100 150 200 Meters



3.1.7 Kousted Å - våd faunaunderføring, ikke heget

Underføringen er kun i mindre omfang benyttet af vildtlevende pattedyr (Fig. 8). Ud af 5 arter observeredes i alt kun 0,28 pr. besøg. Derimod benyttes den regelmæssigt gennem året af kat, hund og menneske.

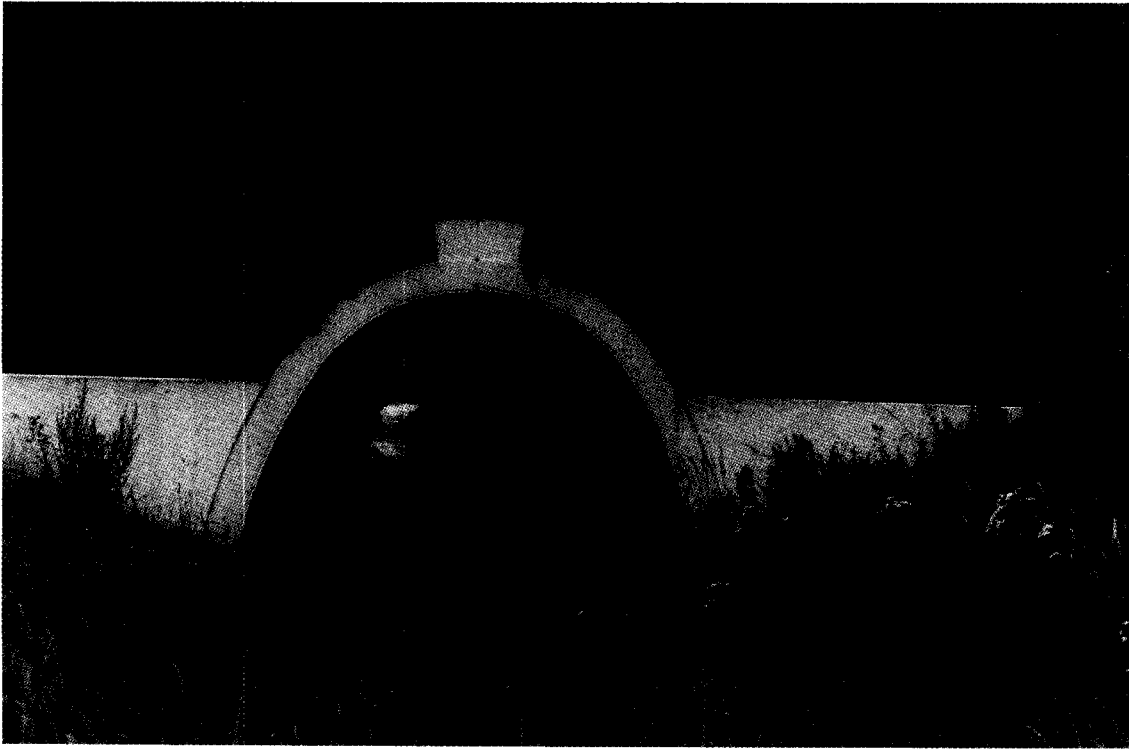


Figur 8. Antal besøg i perioden januar - december 1997, hvor de respektive dyrearter m.m. er registreret på sandflader i faunaunderføringen ved Kousted Å (N=48).

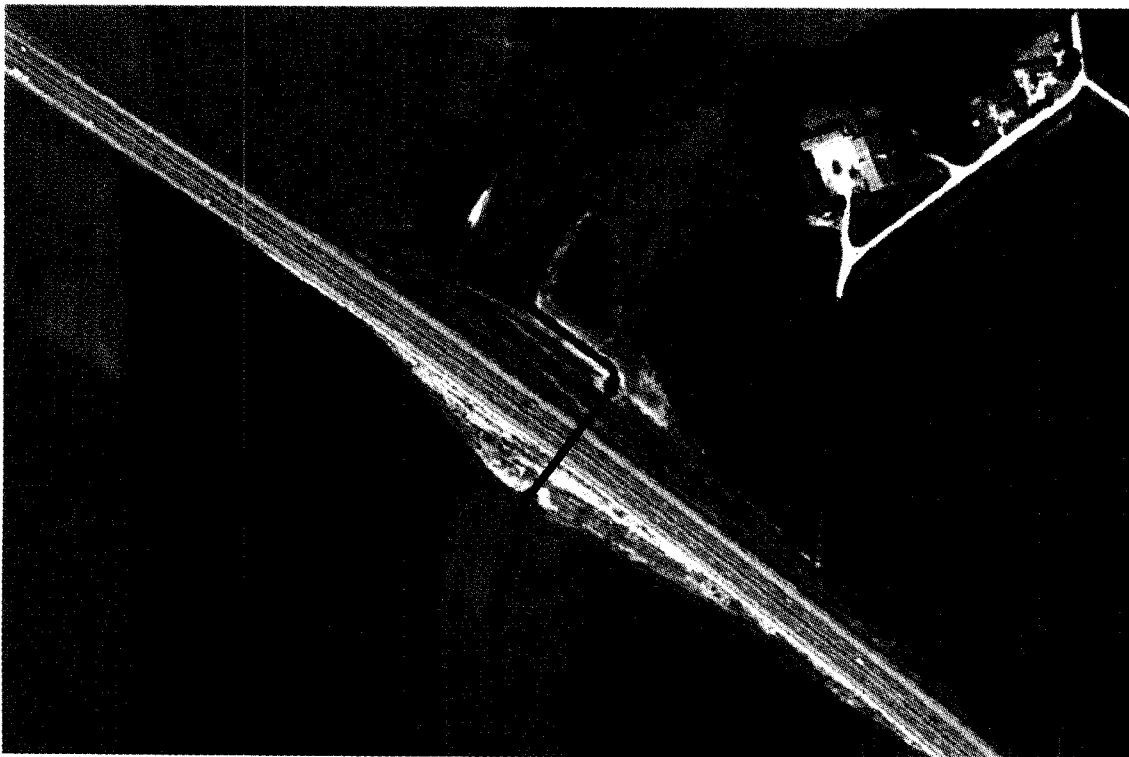
Sammenlagt benyttede mindst 77,6% af de registrerede dyr og mennesker (minus odder og fugle) passagen til at krydse underføringen til den anden side. Ved otte registreringer krydsedes fra øst mod vest, ved ni den modsatte vej og ved 28 passerendes igennem i begge retninger.

Odder registreredes én gang i hver af vintermånederne januar, februar og december. En grævling havde været inde og vende i det vestlige sandbed én gang i marts, men den var ikke gået igennem underføringen; i august gik én grævling igennem (fra øst til vest). D. 8. maj blev en trafikdræbt grævling fundet på motorvejen, 400 m nord for underføringen.

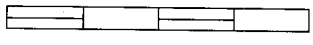
Digesvaler *Riparia riparia* yngede umiddelbart over underføringens udmunding, på begge sider af motorvejen. Der blev ikke registreret flagermus i de opsatte flagermusskjul.



7. Faunapassagen ved Kousted å

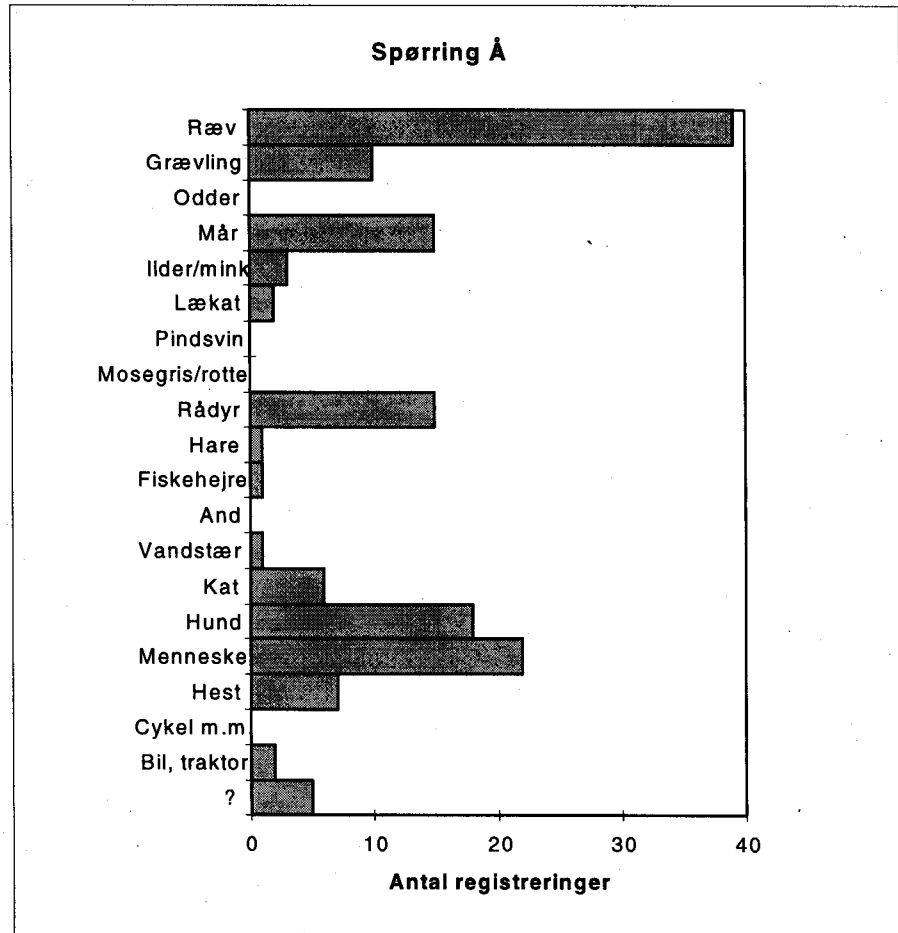


0 50 100 150 200 Meters



3.1.8 Spørring Å - våd faunaunderføring, hegnet

Spor efter syv vildtlevende pattedyrarter blev registreret (1,77 pr. besøg). Underføringen benyttes meget af ræv, rådyr og mår og i mindre omfang af ilder/mink og lækat (Fig. 9). Siden grævlingen begyndte at benytte passagen fra 19. august er arten ligesom ræven registreret i passagen under praktisk taget hvert besøg.



Figur 9. Antal besøg i perioden januar - december 1997, hvor de respektive dyrearter m.m. er registreret på sandflader i faunaunderføringen ved Spørring Å (N=48).

Sammenlagt benyttede mindst 84,1% af de registrerede dyr og mennesker (minus fugle) underføringen til at krydse under motorvejen til den anden side. Ved 28 registreringer krydsedes fra øst mod vest, ved 21 den modsatte vej; ved 67 passeredes igennem i begge retninger.

Denne underføring med de store dimensioner (Tabel 1) er den eneste af de 11 underføringer, hvor der er registreret hare og rådyr. Spor efter hare er observeret to gange i det nordvestlige sandbed; haren har dog ikke bevæget sig igennem tunnelen, kun ind i sandbedet og derefter ud igen. Tilsvarende er harer fra østsiden ved hjælp af infrarødt videoudstyr observeret gå lidt ind på banketten og derefter hastigt ud igen.

I nærværende undersøgelse er rådyr gået helt igennem underføringen ved alle 15 registreringer: fem gange fra øst mod vest, fire gange fra vest mod øst, og ved seks registreringer er den samme nat gået igennem i begge retninger; oftest på syd-banketten. Sporene af rådyr tilhører sandsynligvis alle ét, genkendeligt individ, en råbuk (se afsnit 3.1.15).

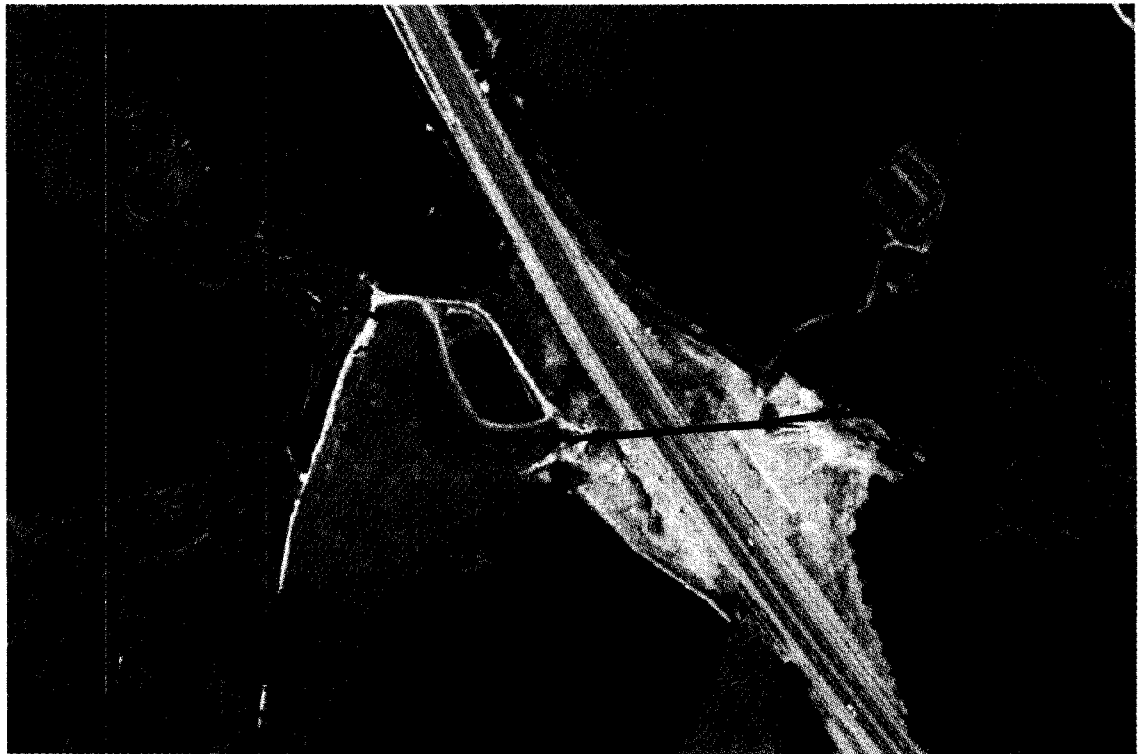
Underføringen benyttes regelmæssigt af menneske og hund, men ikke af kat. Ræv er registreret i alle observationsuger, mår i marts-april og juni-september, grævling som nævnt september-december. Der blev observeret grævlinge-latrin på SØ-hjørnet af underføringen og ræve-ekskremerter på SV-hjørnet. Rådyr er registreret én gang i januar og én i februar og ellers i maj-august.

En trafikdræbt ræv blev d. 6. oktober 1997 registreret på motorvejens nordgående vejbane, umiddelbart oven over underføringen.

Der blev ikke registreret flagermus i de opsatte flagermusskjul.



8. Faunapassagen ved Spørring å

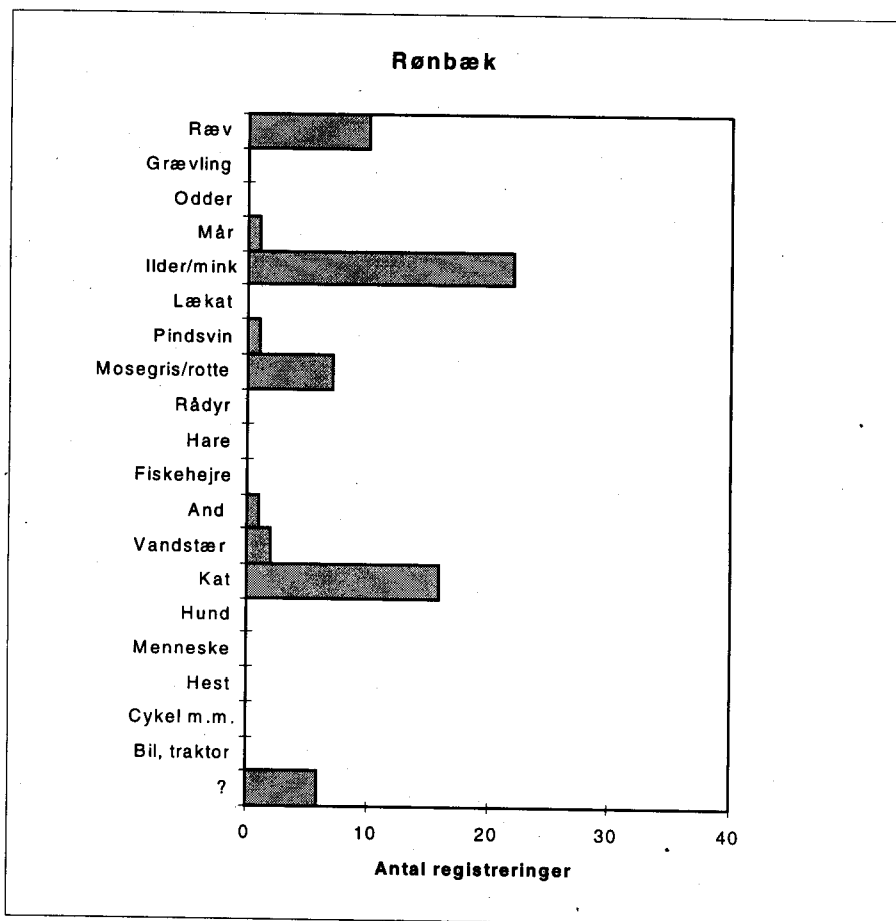


0 50 100 150 200 Meters



3.1.9 Rønbæk - våd faunaunderføring, hegnet

Spor efter 5 vildtlevende pattedyrarter blev registreret (0,9 pr. besøg) Denne underføring med de små dimensioner er godt benyttet af ilder/mink, der her er registreret med det hyppigste antal gennemgange i forhold til andre underføringer og til dels ræv (Fig. 10).



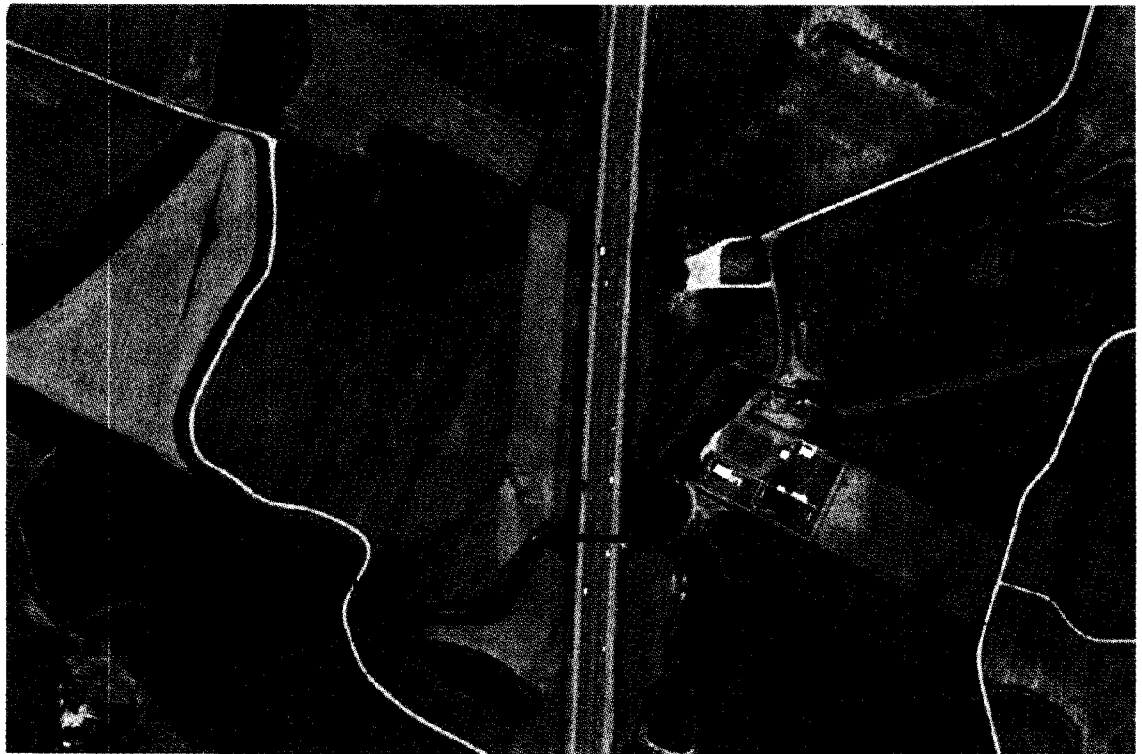
Figur 10. Antal besøg i perioden januar - december 1997, hvor de respektive dyrearter m.m. er registreret på sandflader i faunaunderføringen ved Rønbæk (N=48).

Underføringen er desuden meget benyttet af kat; der er til gengæld ingen registreringer af mennesker eller hund, hvilket formentlig skyldes tunnelens begrænsede størrelse.

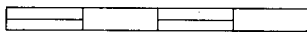
Sammenlagt benyttede mindst 64,9% af de registrerede dyr (minus fugle) passagen til at krydse under motorvejen til den anden side. Ved ni registreringer krydsedes fra øst mod vest, ved ni den modsatte vej; ved 19 passeredes igennem i begge retninger. I vintermånederne blev der registreret gennemsnitligt 3,7 vildtlevende pattedyr pr. observationsuge; om foråret 7. I juni registreredes 8, men de næste tre måneder kun henholdsvis 1, 0 og 2. Denne fordeling afviger markant fra de øvrige våde underførings fordeling i sæsoner. Forklaringen kan være, at Lådden Dueurt *Epilobium hirsutum* totalt spærrede for indgangene i sommerperioden. Sæsonvariationen svarede for de første sæsoner til den generelt observerede. En trafikdræbt ilder blev fundet d. 5. november 1997, 100 m syd for underføringen.



9. *Faunapassagen ved Rønbæk*

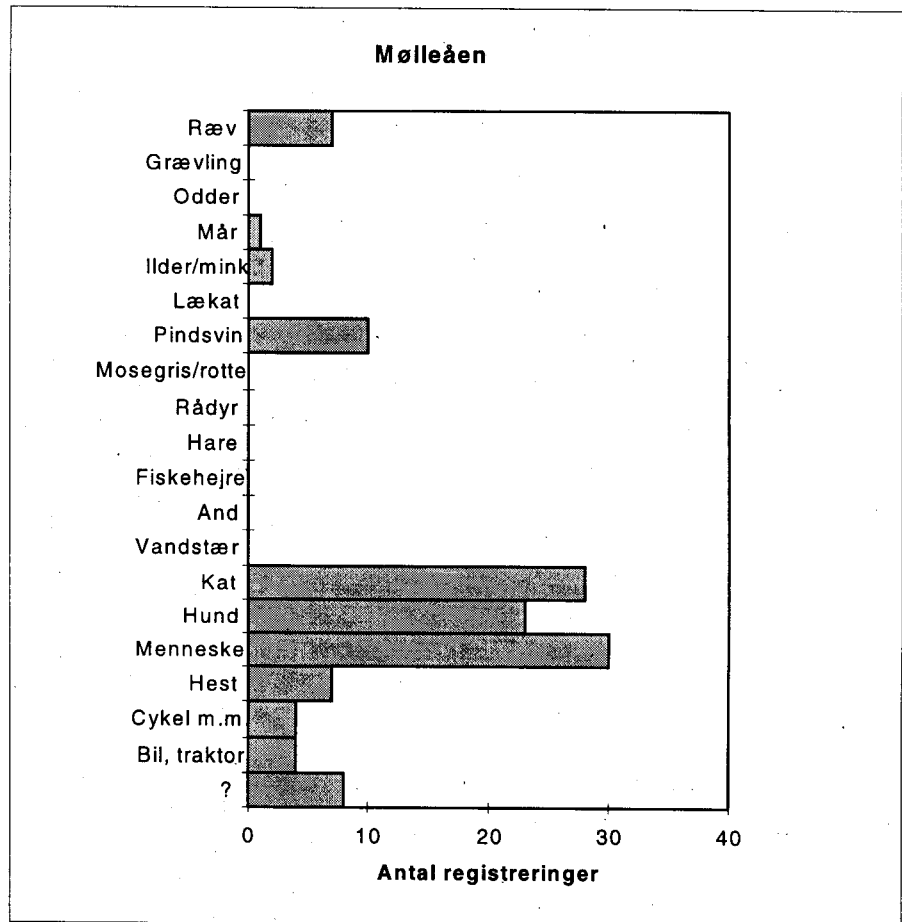


0 50 100 150 200 Meters



3.1.10 Ved Mølleåen - tør underføring til mennesker, hegnet

Der blev registreret spor efter fire vildtlevende pattedyrarter (0,4 pr. besøg). Underføringen benyttes i et vist omfang af pindsvin, men ikke meget af ræv, ilder/mink og mår (Fig. 11). Den benyttes meget af kat, og af menneske (hund, hest, cykel, knallert og bil indbefattet).

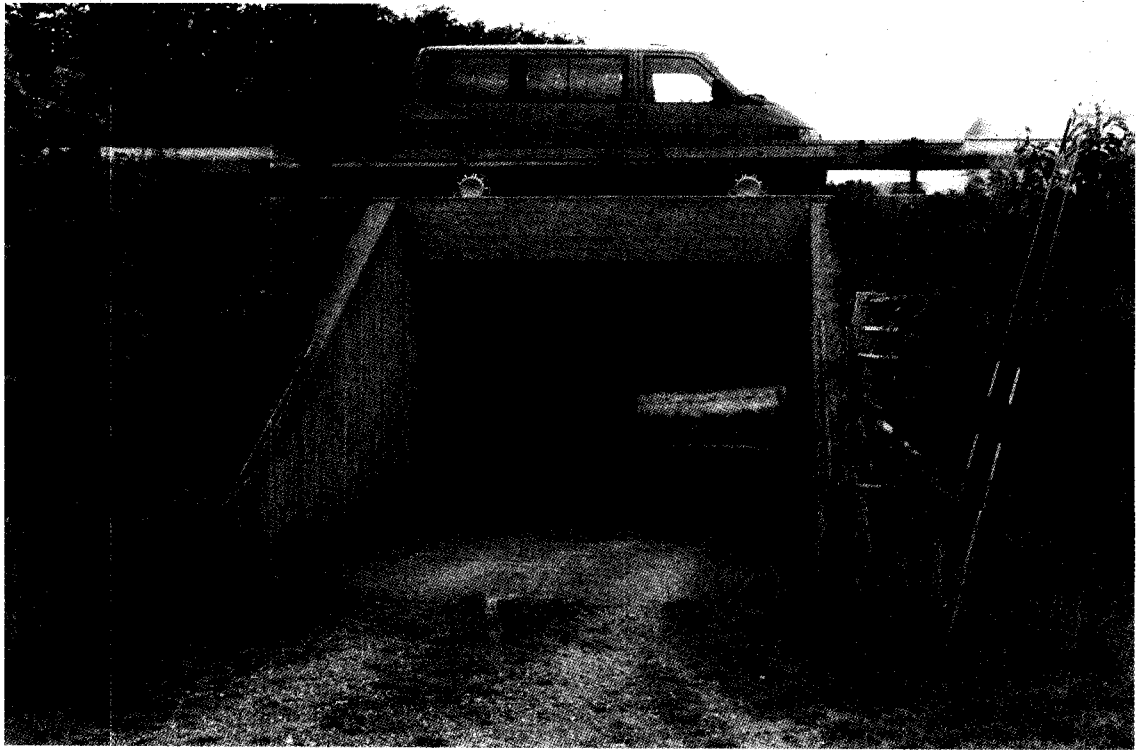


Figur 11. Antal besøg i perioden januar - december 1997, hvor de respektive dyrearter m.m. er registreret på sandflader i underføringen ved Mølleåen (N=48).

Sammenlagt benyttede mindst 94,4% af de registrerede dyr og mennesker passagen til at krydse under motorvejen til den anden side. Ved syv registreringer krydsedes fra øst mod vest, ved 14 den modsatte vej; ved 81 passeredes igennem i begge retninger.

Pindsvin er registreret i perioden juli-september. Ræv er registreret i samme periode, samt i november måned. Menneske, kat og hund er registreret i alle observations-uger; hest i april-maj og juli.

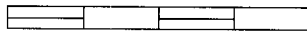
En råbuk blev d. 5. august fundet trafikdræbt på motorvejen ved vildthejnets sydlige ende, 350 m syd for underføringen.



10. *Faunapassagen ved Mølleåen*

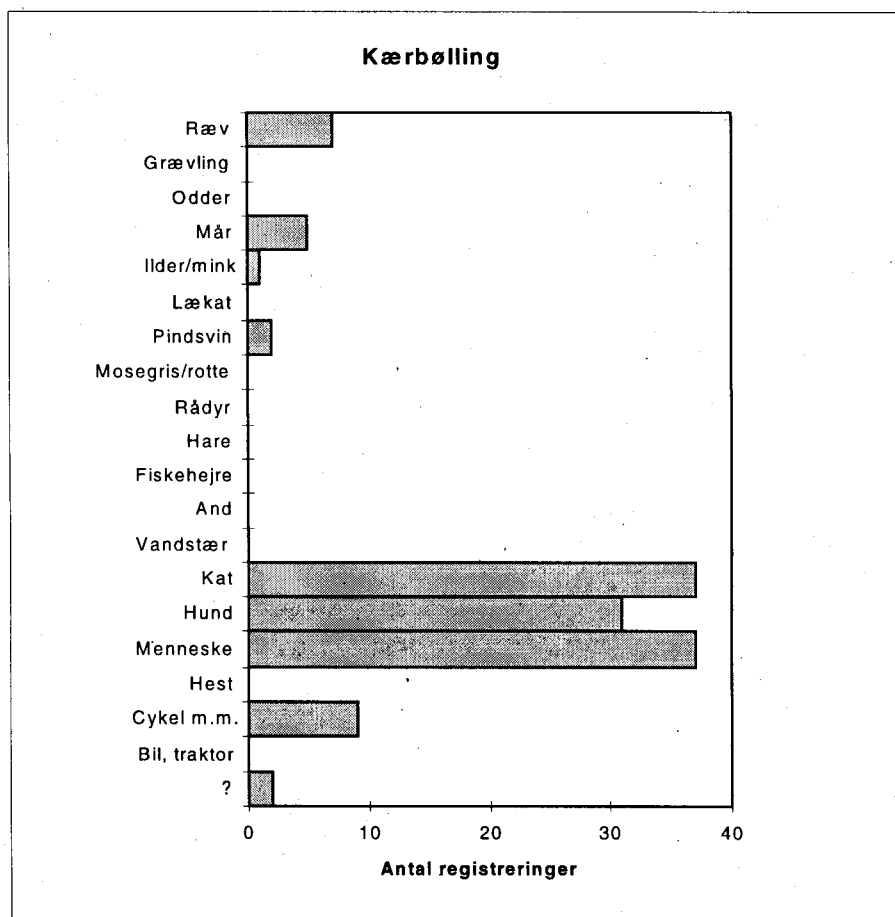


0 50 100 150 200 Meters



3.1.11 Kærbølling - tør underføring til mennesker, ikke hegnet

Der registreredes en relativt begrænset benyttelse af vildtlevende pattedyr (0,3 pr. besøg). Der var spor efter ræv, pindsvin, mår, ilder/mink (Fig. 12). Underføringen var meget benyttet af kat og af menneske, herunder hund, cykel, knallert og barnevogn.



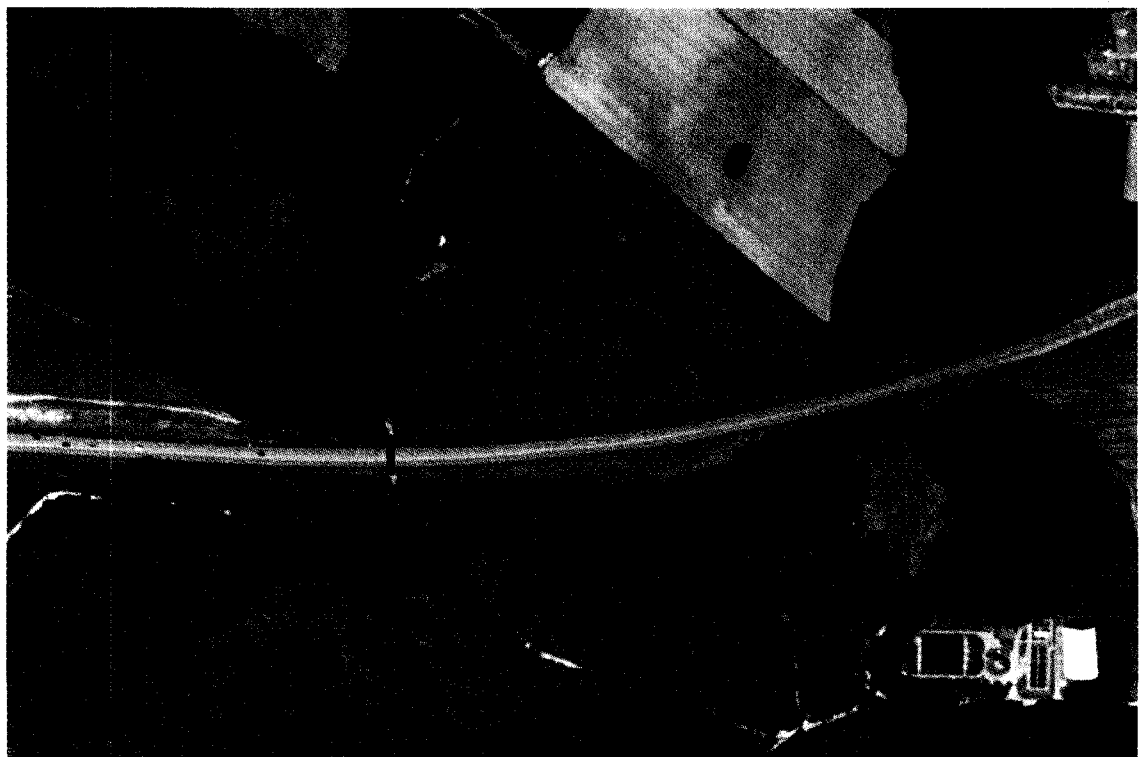
Figur 12. Antal besøg i perioden januar - december 1997, hvor de respektive dyrearter m.m. er registreret på sandflader i underføringen ved Kærbølling (N=48).

Sammenlagt benyttede mindst 93,3% af de registrerede dyr og mennesker passagen til at krydse under motortrafikvejen til den anden side. Ved 28 registreringer krydsedes fra øst mod vest, ved 18 den modsatte vej; ved 66 var der passage igennem i begge retninger.

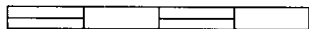
En trafikdræbt ræv blev den 11. juni fundet 10 m øst for passagen og et trafikdræbt pindsvin 15 m vest for passagen.



11. *Faunapassagen ved Kærbølling*

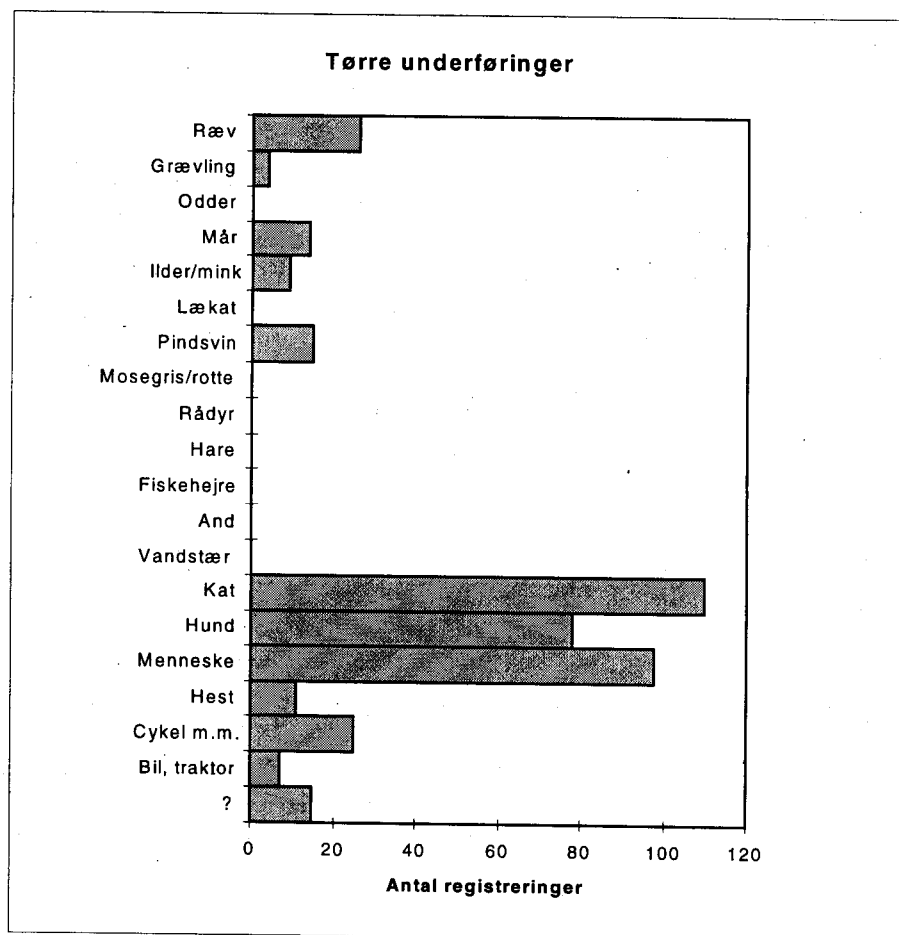


0 50 100 150 200 Meters



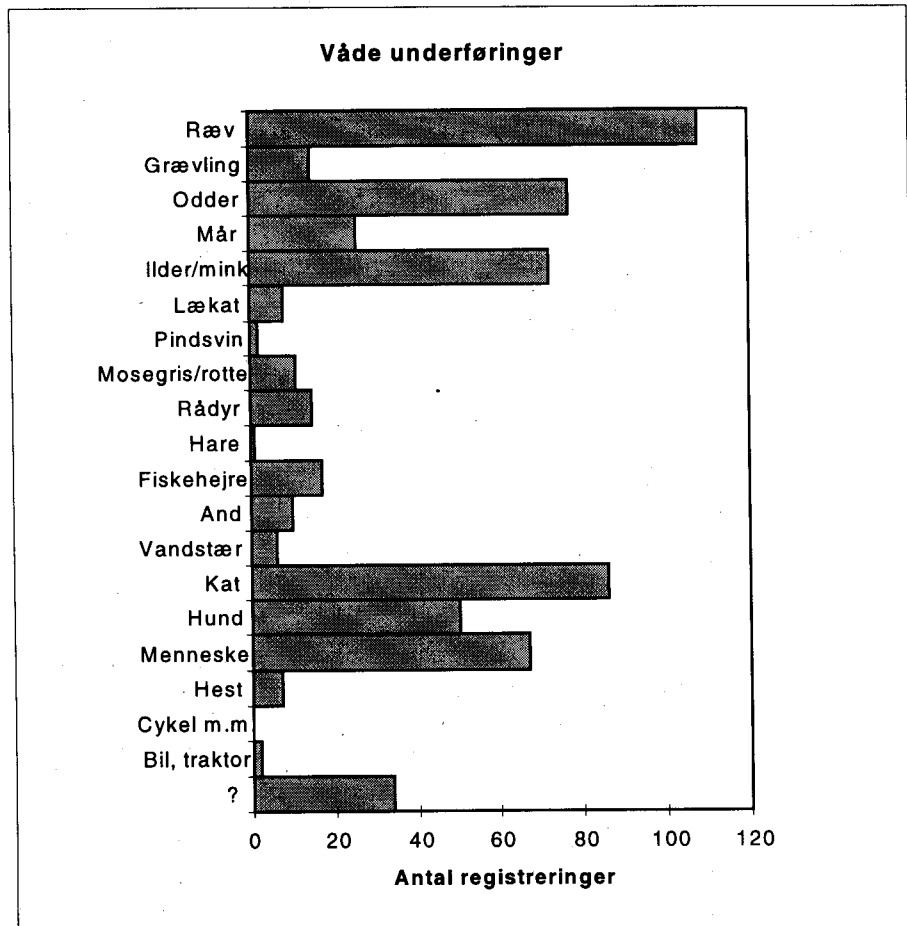
3.1.12 Benyttelse af tørre og våde underføringer

Fordelingerne af vildtlevende pattedyr, kat, hund og menneske i de elleve underføringer er signifikant forskellige ($\chi^2 = 299,02$, $df = 30$, $p < 0,001$). I de syv våde underføringer var der 335 registreringer af ti vildtlevende pattedyrarter (1,02 pr. besøg), og i de fire tørre underføringer var der 68 registreringer af fem vildtlevende pattedyrarter (0,35 pr. besøg). Karakteristisk for de tørre underføringer er, at de benyttes meget af menneske, hund og kat, men kun lidt af vildtlevende pattedyr (Fig. 13). De våde underføringer benyttes i relativt mindre omfang af menneske, hund og kat, men væsentligt mere af vildtlevende pattedyr (Fig. 14).



Figur 13. Antal besøg i perioden januar - december 1997, hvor de respektive dyrearter m.m. er registreret på sandflader i fire tørre underføringer: Hørby Plantage, Onsild Ådal, Mølleåen og Kærbølling (N = 192 besøg).

Fordelingerne af de nævnte arter/artsgrupper i henholdsvis tørre og våde underføringer er derimod signifikant forskellige ($\chi^2 = 160,67$, $df = 3$, $p < 0,001$). Fordelingerne er dog også inden for både tørre og våde underføringer signifikant forskellige ($\chi^2 = 38,13$, $df = 9$, $p < 0,001$; $\chi^2 = 122,68$, $df = 18$, $p < 0,001$). Derimod er der ingen forskel på art/artsgruppe-fordelingerne i de tre tørre underføringer, nr. 3, 10 og 11 (Fig. 1) ($\chi^2 = 3,94$, $df = 6$, $p < 0,685$); men signifikans mellem disse tre og fordelingen i den tørre faunaunderføring i Onsild Ådal ($\chi^2 = 34,47$, $df = 3$, $p < 0,001$). Fordelingen af art/artsgrupper for underføringen i Onsild Ådal er også signifikant forskellig fra fordelingen i de våde underføringer ($\chi^2 = 25,04$, $df = 3$, $p < 0,001$).



Figur 14. Antal besøg i perioden januar - december 1997, hvor de respektive dyrearter m.m. er registreret på sandflader i syv våde faunaunderføringer: Simested Å, Døstrup Bæk, Kongsvad Mølleå, Kåtbæk, Kousted Å, Spørring Å og Rønbæk (N = 330 besøg).

Man kan forvente, at hund oftest ledsages af menneske. Der er da heller ingen signifikant forskel i fordelingerne af menneske og hund i de våde underføringer i forhold til de tørre underføringer ($\chi^2 = 0,07$; $df = 1$; $p < 0,789$). Der er signifikant forskel på fordelingerne i de 11 underføringer af vildtlevende pattedyr i forhold til menneske og (+) hund ($\chi^2 = 222,95$, $df = 10$, $p < 0,001$), og det samme, når de grupperes i våde og tørre: $\chi^2 = 141,70$, $df = 1$, $p < 0,001$. Det samme gør sig gældende for vildtlevende rovdyr i forhold til menneske + hund ($\chi^2 = 225,80$, $df = 10$, $p < 0,001$; våde og tørre: $\chi^2 = 150,49$, $df = 1$, $p < 0,001$).

Antallet af katte i underføringerne følger i en vis udstrækning det relative antal mennesker og hunde. Der er ingen signifikant forskel mellem fordelingerne af kat og menneske, henholdsvis kat og menneske/hund i våde underføringer i forhold til tørre underføringer ($\chi^2 = 0,39$, $df = 1$, $p < 0,531$; $\chi^2 = 0,75$, $df = 1$, $p < 0,386$). Der er signifikans mellem fordelingerne af vildtlevende rovdyr og kat i våde underføringer i forhold til tørre underføringer ($\chi^2 = 102,72$, $df = 1$, $p < 0,001$).

I de 11 underføringer har der været passage helt igennem i 64,9% til 94,4% af de registrerede forekomster, gennemsnitlig 73,9% i våde

underføringer og 90,1% i tørre underføringer. Odder og fugle er ikke medregnet; odder, da den ofte vil passere en underføring svømmende, og fugle, da de også kan passere via vandløbet, eller flyvende. Ved gennemgang af enkeltarters brug af underføringerne sås sjældent præference for kun at benytte passagen den ene vej.

3.1.13 Sæsonvariation

Der er signifikant forskel på vildtlevende pattedyrs sæsonmæssige benyttelse af underføringerne ($\chi^2 = 18,14$, $df = 3$, $p < 0,001$). De største antal spor pr. besøg registreredes forår, sommer og efterår, med et minimum om vinteren (Tabel 3).

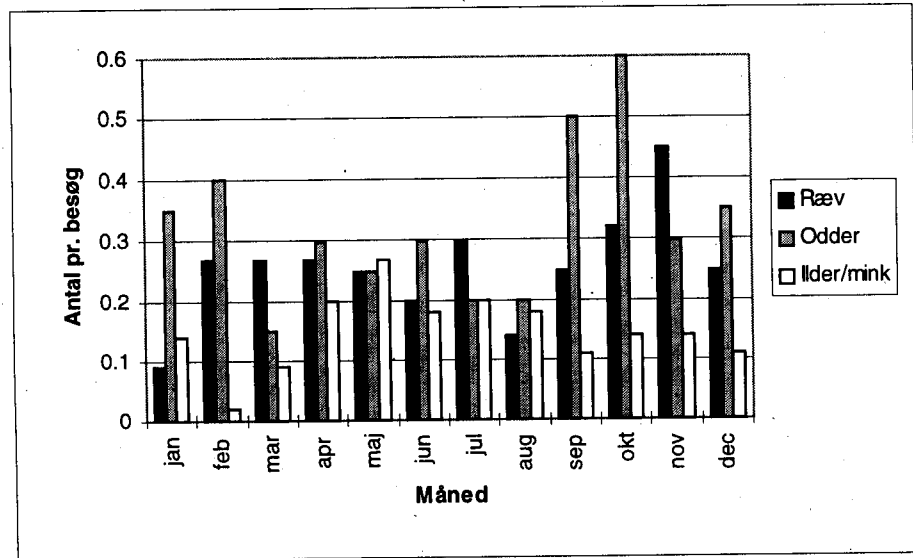
Vildtlevende rovdyrs sæsonmæssige benyttelse af underføringerne er på samme måde signifikant forskellige ($\chi^2 = 15,88$, $df = 3$, $p < 0,001$). Ilder/mink forekom hyppigst i underføringerne forår og sommer ($\chi^2 = 10,06$, $df = 3$, $p < 0,018$), mens ræv og odder benyttede underføringerne mere jævnt gennem året, med en ikke-signifikant top om efteråret (ræv: $\chi^2 = 5,71$, $df = 3$, $p < 0,127$; odder: $\chi^2 = 6,74$, $df = 3$, $p < 0,081$) (Fig. 15).

Pindsvin forekom i perioden juni-oktober. For grævling og rådyr var antallet af registreringer for lille til at give et billede af sæsonvariationen.

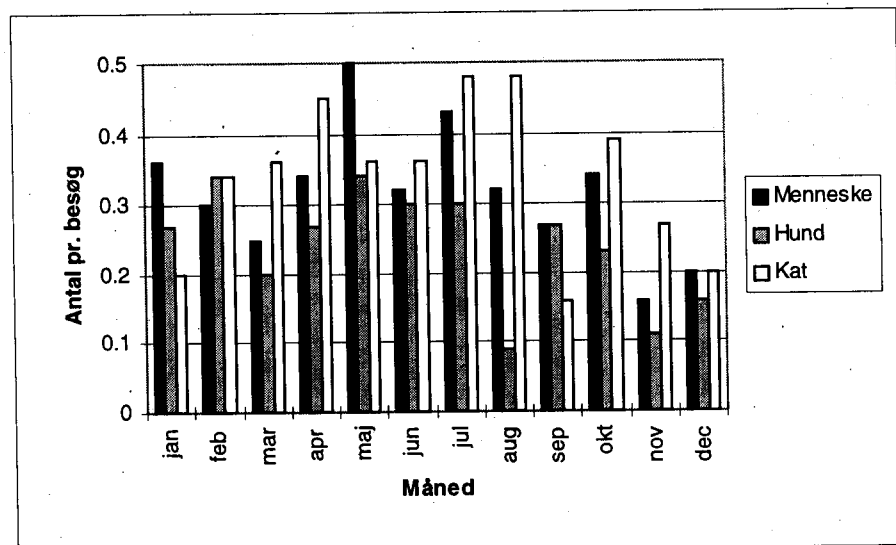
Menneske, hund og kat benyttede underføringerne jævnt gennem hele året, men hyppigst forår og sommer (Tabel 3, Fig. 16); sæsonforskellene var ikke signifikante (menneske: $\chi^2 = 4,74$, $df = 3$, $p < 0,192$; hund: $\chi^2 = 2,79$, $df = 3$, $p < 0,426$; kat: $\chi^2 = 5,29$, $df = 3$, $p = 0,152$).

Tabel 3. Sæsonmæssig variation i arters/artsgruppers benyttelse af de undersøgte faunaunderføringer. Tallene angiver den andel af besøgene, hvor der var spor efter de pågældende arter/artsgrupper. Vinter: jan. - mar.; forår: apr. - maj; sommer: jun. - aug.; efterår: sep. - nov. (tallene for december er ikke lagt sammen med forrige vinters tal).

Sæson	Vildtlevende pattedyr	Vildtlevende rovdyr	Menneske	Hund	Kat
Vinter	0,49	0,45	0,30	0,27	0,30
Forår	0,81	0,75	0,42	0,31	0,41
Sommer	0,88	0,70	0,35	0,23	0,44
Efterår	0,89	0,83	0,26	0,20	0,30



Figur 15. Sæsonmæssig variation i benyttelsen af 11 undersøgte faunaundersøgelser for ræv (N=135 og ilder/mink (N=79) og for benyttelsen af fem våde undersøgelser for odder (N=78).



Figur 16. Sæsonmæssig variation i benyttelsen af 11 undersøgte faunaundersøgelser for menneske (N=167), hund (N=127) og kat (N=183).

3.1.14 Sammenligning af undersøgelser i 1992 og 1997

I undersøgelsen fra 1992 (Madsen 1993) var der ved sammenlagt 62 besøg i de fem faunaundersøgelser i alt 22 registreringer (0,35 pr. besøg) af fem vildtlevende pattedyrarter (Tabel 4). De tilsvarende tal for 1997 er 183 registreringer (0,77 pr. besøg) af otte vildtlevende pattedyrarter ved 238 besøg. Forskellen skyldes primært en højere udnyttelse af undersøgelserne i 1997 af ræv (4,0 gange så hyppigt) og odder (2,4 gange så hyppigt). Ilder/mink, mår og pindsvin var slet ikke repræsenteret i undersøgelsen fra 1992.

I 1992 registreredes odder i undersøgelsen ved Simested Å, men ikke i undersøgelsen ved Døstrup Bæk. I 1997 var forekomst af odder i de to undersøgelser indtil september omvendt; i september-november

Tabel 4. Sammenligning mellem registreringer af vildtlevende pattedyrarter i fem faunaunderføringer (Simested Å, Døstrup Bæk, Onsild Ådal, Kongsvad Mølleå og Kousted Å) i 1992 og 1997.

	Ræv	Grævling	Odder	Mår	Ilder/ mink	Lækat	Pindsvin	Mosegris/ rotte	Total
1992 (n = 62)									
Antal	3	3	8			2		6	22
Antal/besøg	0,048	0,048	0,129			0,032		0,097	0,354
1997 (n = 238)									
Antal	46	8	73	11	33	5	4	3	183
Antal/besøg	0,193	0,034	0,307	0,046	0,139	0,021	0,017	0,013	0,768

benyttede odder begge underføringer. Underføringen ved Kongsvad Mølleå blev benyttet i høj grad af odder ved begge undersøgelser. I 1992 registreredes odder uden for underføringen ved Kousted Å ved 11 besøg (Madsen 1993), men ikke som i vintermånederne 1997 inde i underføringen.

Ved undersøgelsen i 1997 var der forholdsvis færre katte og mennesker pr. besøg i de fem faunaunderføringer end ved undersøgelsen i 1992, mens der var god overensstemmelse mellem antallet af hunde pr. besøg ved de to undersøgelser (Tabel 5). Fordelingerne af kat, hund og menneske var dog ikke signifikant forskellige ($\chi^2 = 1,27$, $df = 2$, $p < 0,530$) ved de to undersøgelser.

Tabel 5. Sammenligning mellem registreringer af menneske, hund og kat i fem faunaunderføringer (Simested Å, Døstrup Bæk, Onsild Ådal, Kongsvad Mølleå og Kousted Å) i 1992 og 1997.

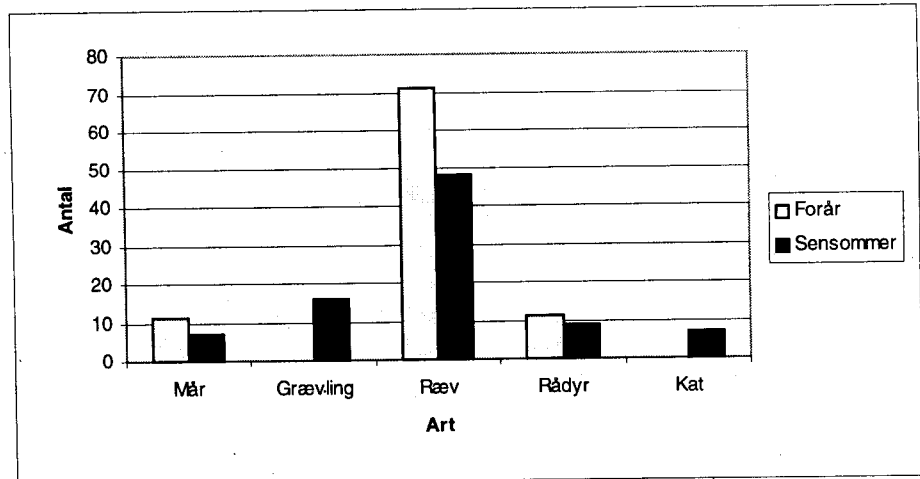
	Menneske	Hund	Kat
1992 (n = 62)			
Antal	15	9	26
Antal/besøg	0,24	0,15	0,42
1997 (n = 238)			
Antal	45	34	61
Antal/besøg	0,19	0,14	0,26

Flere karakteristiske træk ved benyttelsen af de enkelte underføringer ses i begge undersøgelser. Faunaunderføringen ved Kongsvad Mølleå blev hverken i 1992 eller i 1997 benyttet i større omfang af menneske, hund og kat. Underføringen ved Onsild Ådal blev begge år i meget lille omfang benyttet af menneske; hund slet ikke i 1992 og kun lidt i 1997. Kat derimod blev registreret relativt mange gange i begge perioder. I underføringen ved Døstrup Bæk registreredes kun én hund i 1992, og ingen i 1997.

I arbejdstunnelen ved Hørby Plantage blev der i 1992 ikke fundet spor efter vildtlevende pattedyr og i 1997 kun ganske få.

3.1.15 Videoovervågning ved Spørring Å

Der var flere observationer af ræve, mårer og rådyr igennem underføringen i april-maj end i august-september, mens grævlinger udelukkende blev observeret i underføringen i august-september (Fig. 17). Et skøn over antallet af forskellige individer inden for hver art resulterede i mindst tre ræve i begge perioder, højst to mårer og mindst tre grævlinger. Disse dyr blev sjældent observeret, uden at de bevægede sig igennem underføringen.



Figur 17. Observeret antal pattedyr, som passerede igennem faunaunderføringen ved Spørring Å i henholdsvis forårs- og sensommerperioden i 1997. Observationerne blev foretaget ved hjælp af infrarødt lys og videoudstyr i 2 x 30 nætter.

I alle observationer af rådyr, der benyttede underføringen, drejede det sig om det samme individ, en råbuk som var genkendelig på opsatsen. Derudover blev der observeret mindst fem voksne rådyr samt tre rålam. En rå med et lam blev observeret tæt på åbningen til underføringen i tre tilfælde, men kiggede kun ind for derefter at vende om. Harer opholdt sig en del i området, især i forårsperioden. I to tilfælde var en hare inde i underføringen. Den ene gang hoppede haren etapevis længere ind i underføringen, med stop imellem, hvor den kiggede sig omkring. Til sidst vendte den om og løb ud i fuld fart. I det andet tilfælde vendte haren om et kort stykke inde i underføringen.

Ræv, grævling og mår virkede ikke nervøse for at bruge underføringen. De tre arter udviste ikke ændret adfærd i underføringen i forhold til udenfor. Når individer af de tre arter skiftede gangart ved indgangen, var det i de fleste tilfælde for at stoppe op og mærkere, eller for at snuse til jorden, ofte hvor dyr tidligere havde markeret.

Råbukken, der benyttede underføringen, virkede derimod ikke helt tryk ved den, især ikke i forårsperioden. Dette kom til udtryk på forskellige måder. Råbukkens hastighed inde i faunaunderføringen (gns. hastighed = 2,1 m/sek., N = 9) var generelt højere end udenfor (gns. hastighed = 1,1 m/sek., N = 10). I modsætning til de tre rovdyrarter bevægede bukken sig desuden altid i en bestemt afstand fra væggen i underføringen. Den gik helt ude ved bankettens kant, i en

afstand af ca. 3,5 m fra væggen. I forårsperioden galoperede råbukken igennem underføringen i flere tilfælde, stoppede op uden for underføringen, og stod inaktiv et stykke tid, før den fortsatte. Galop blev ikke observeret i sensommerperioden. Råbukken benyttede underføringen igennem hele sommeren og vænnede sig derfor sandsynligvis gradvist til passagen. Områdets øvrige rådyr benyttede ikke underføringen.

3.1.16 Effekt af hvidmalede indgange

Hvidmalingen af indgangene til underføringerne ved Kousted Å og Kåtbæk viste ingen positiv effekt på dyrenes benyttelse. Der blev således ikke registreret arter i sensommerperioden, som ikke var blevet registreret i forårsperioden, og der var færre observationer af spor i sensommerperioden end i forårsperioden efter de fleste arter, der benyttede underføringerne (Tabel 6).

Tabel 6. Antal registrerede spor af pattedyr i faunaunderføringerne ved Kousted Å og Kåtbæk, før og efter, at indgangspartierne blev malet hvide. Til sammenligning ses tallene for underføringen ved Spørring Å i de samme perioder.

	Kousted Å		Kåtbæk		Spørring Å	
	før	efter	før	efter	forår	sen-sommer
Ræv	1	0	33	29	107	68
Grævling	0	2	1	0	0	33
Odder	0	1	1	6	0	0
Mår/ilder /mink	15	0	35	10	32	13
Lækat	1	0	2	3	0	1
Rådyr	0	0	0	0	32	16
Total	17	3	72	48	171	131

Underføringen ved Kousted Å blev benyttet meget lidt af vildtlevende pattedyr, og underføringen ved Kåtbæk blev kun benyttet jævnligt af ræv og mår/ilder/mink. Disse arter benyttede underføringen signifikant mindre i perioden efter hvidmalingen, end i perioden før ($\chi^2 = 14,15$, $df = 1$, $p < 0,001$), hvilket dog skyldes et stort fald i mår/ilder/minks benyttelse i sensommerperioden. I de samme perioder blev der i faunaunderføringen ved Spørring Å konstateret et lignende fald i disse arters benyttelse (Tabel 6). Det kan derfor ikke udelukkes, at de hvide indgange har haft en negativ effekt på mårdyrene. Ændringerne i de to underføringer er dog måske årstidsbetinget og ikke et resultat af, at indgangene blev malet hvide. At væggene i underføringerne kun blev malet hvide i indgangene og ikke hele vejen igennem, kan muligvis også være en medvirkende årsag til, at der ikke sås nogen positiv effekt af hvidmalingen.

3.2 Diskussion

3.2.1 Underføringernes benyttelse

Vildtlevende større pattedyrs benyttelse af de 11 undersøgte underføringer varierede fra relativt begrænset benyttelse af få arter (0,23 pr. besøg) til regelmæssig benyttelse af flere arter (1,77 pr. besøg). De tre underføringer konstrueret til menneskers passage ligger i den lave ende af skalaen: 0,23-0,42 pr. besøg.

Fælles for seks af de syv våde faunaunderføringer er en lavtliggende å, som er ført gennem relativt lange tunneler. Åen og ådalen, som motorvejen krydser, virker som ledelinjer for dyrene. Alligevel varierede pattedyrenes benyttelse af de egentlige faunaunderføringer meget (0,28 til 1,77 pr. besøg). Underføringen ved Kousted Å er den mindst benyttede, hvilket primært skyldes, at den i modsætning til de øvrige underføringer med et vandløb igennem kun har én banket. Den mest benyttede er underføringen med de store dimensioner ved Spørring Å, som sammen med underføringen ved Rønbæk også er de eneste faunaunderføringer, hvor der er heget langs motorvejen. Ved de øvrige underføringer ledes dyrene ikke i retning af faunaunderføringerne, hvis de vil krydse motorvejen.

Den store variation i benyttelsen af underføringer afspejler, at hvert anlæg er unikt, hvad angår selve konstruktionen, naturforholdene på begge sider af underføringerne, størrelse og sammensætning af lokale dyrebestande, tilgængelighed for menneskelige aktiviteter, samt hvorvidt der er heget eller ej. Nogle eksempler kan belyse årsagerne til variationen i underføringernes benyttelse:

Vildtlevende pattedyrs ringe benyttelse af underføringen ved Kousted Å kan have flere årsager. Der er kun én banket, hvilket betyder at dyr, der ankommer på den modsatte side, ledes op mod motorvejen i stedet for ind i passagen. Herudover er å-løbet på østsiden af motorvejen ført umiddelbart langs med motorvejsdæmningen på et godt 50 m langt stykke, ved hjælp af to vinkelrette knæk. Også dette leder dyr op mod motorvejen. Menneskelige forstyrrelser kan også være en negativ faktor, da ådalen og underføringen benyttes en del til vandreture af mennesker fra en nærliggende landsby. Yderligere kan de regnvandsbassiner, som er anlagt i ådalene i tilknytning til motorvejen, bryde ådalens funktion som ledelinje for dyr.

Ved to faunaunderføringer, Kongsvad Mølleå og Onsild Ådal, er der yderligere underføring i samme motorvejsdæmning, henholdsvis en vej- og en jernbanetunnel. Mennesker benytter disse underføringer og sjældent faunaunderføringerne, hvilket har en positiv effekt på pattedyrenes brug af faunaunderføringerne. Alligevel er den tørre underføring ved Onsild Å relativt lidt benyttet af pattedyr. Den er placeret ude i siden af ådalen, på afstand af ledelinjerne: åen og jernbanelinjen. Det naturlige valg for dyr, som følger ledelinjerne, er jernbanetunnelen, idet åen er ført i rør under såvel motorvej som jernbane. Et negativt forhold i underføringen ved Kongsvad Mølleå, er at banketterne i længere perioder er totalt oversvømmet.

En medvirkende årsag til pattedyrenes relativt begrænsede benyttelse af underføringen ved Simested Å kan være, at dyr ikke kan komme op på banketterne fra vandsiden inde i tunnelen, hvor højden af det lodrette bolværk som regel er ca. 80 cm. Banketterne kan kun benyttes ved at gå ind på dem udefra.

3.2.2 Faunagrupper

De undersøgte faunaunderføringer bliver benyttet af et bredt spektrum af vildtlevende arter. Med undtagelse af brud *Mustela nivalis* er alle danske rovdyrarter repræsenteret; det kan dog ikke udelukkes, at brud har benyttet underføringerne uden at være blevet registreret i sandbedene. Mosegris/rotte er registreret i flere underføringer med vandløb, hvorimod pindsvin især har benyttet de tørre underføringer. Skønt spor efter hare og rådyr er observeret på de fleste motorvejs-skråninger over indgangene til underføringerne, er de to arter kun registreret i underføringen ved Spørring Å; hare har dog ikke bevæget sig igennem underføringen, og for rådyr drejer det sig tilsyneladende om kun ét individ. Endelig er fiskehejre, vandstær og and også registreret i underføringerne. Herudover er menneske, kat, hund, hest, cykel, knallert, bil og traktor hyppigt registreret i underføringerne.

3.2.2.1 Vildtlevende rovdyr

Langt hovedparten (89,1%) af de vildtlevende pattedyr, der blev registreret i underføringerne, var rovdyr. Rovdyr udgør toppen af fødekæden og forekommer ikke i nær så store antal som deres byttedyr. Ofte vil der kun være 1-3 individer af en given rovdyrart, hvis territoriers beliggenhed gør det muligt for dem at benytte en faunaunderføring. Hyppighed af rovdyrs brug af underføringer varierer med beliggenhed og form af dyrenes territorier og deres individuelle bevægelser. Lokale variationer i tæthed og bestandsstørrelse influerer også på krydsnings-raten via underføringer (Foster & Humphrey 1995, Rodriguez *et al.* 1996, 1997). Disse faktorer udgør ukendte størrelser i vores undersøgelse.

Rovdyr kan dels benytte en underføring med det formål at krydse vejen til og fra en fødesøgningslokalitet, dels benytte selve underføringen som jagtrevir, fordi tunnelen kan virke som en samlende tragt for byttedyr (Hunt *et al.* 1987). Desuden kan underføringer benyttes af unge dyr under spredning. Sjældne registreringer af nogle arter i visse underføringer kan være et resultat af interspecifikke påvirkninger, som f.eks. i underføringen ved Spørring Å, som katte måske undgår, fordi den ofte benyttes af ræv. Ræven tager gerne mindre rovdyr, herunder katte. Ligeledes er det konstateret i undersøgelser af rørgennemføringer i Holland, som benyttes meget af grævling, at andre dyr undgår disse (Broekhuizen & Derckx 1996).

Hyppigt registreredes spor i begge retninger gennem en underføring ved det enkelte besøg. Resultaterne demonstrerer som nævnt kun få tilfælde af præference for bevægelse i den ene retning. Dyrene kan i disse tilfælde krydse vejen andre steder, idet vejen ikke er en 100% barriere. De mindre mårdyr kan desuden kravle over/gennem hegnene, og grævling og ræv under. Oftest er der slet ikke noget hegn.

Der var spor efter ræv i alle 11 underføringer. Ræven benytter gerne alle typer underføringer, helt ned til smalle rør og stenkister (Nieuwenhuizen & Apeldoorn 1995, Yanes *et al.* 1995, Rodriguez *et al.* 1997). I vores undersøgelse registreredes en stigning om efteråret i rævens benyttelse af underføringerne. Tilsvarende steg rævens brug af hollandske faunaunderføringer fra september og året ud, hvilket blev tilskrevet unge ræves øgede bevægelser under spredning (Nieuwenhuizen & Apeldoorn 1995). På samme måde krydsede spanske ræve hyppigst en højhastigheds-jernbane via faunaunderføringer i perioden juli-november, en periode som inkluderer slutningen på ynglesæsonen og spredningssæsonen (Rodriguez *et al.* 1997).

Grævlingen har i modsætning til ræven kun i ringe grad benyttet de undersøgte underføringer. Den er ikke registreret i underføringerne om vinteren, hvilket afspejler grævlingens stærkt nedsatte aktivitet i denne periode. Men på andre årstider kunne man ud fra de få registrerede forekomster, der dog er, og ud fra antallet af de trafikdræbte grævlinger nær flere af underføringerne, forvente en højere udnyttelse af underføringerne, forudsat grævlingen villigt vil benytte disse. En undtagelse hertil er underføringen ved Spørring å med de for en tunnel meget store dimensioner, hvor grævling regelmæssigt passerede igennem fra august.

Grævlingen hører ikke til de hurtigste og trafikdræbes relativt ofte (Aaris-Sørensen 1995). Nye vejanlæg kan derfor forårsage, at grævlingeklaner helt uddør eller får forringet deres aktivitetsareal (Herrmann *et al.* 1997). I Holland har man fundet ud af, at grævlinger ved krydsning af vejanlæg gerne benytter snævre, tørre, cylindriske cementrør med 30-40 cm's diameter (Broekhuizen & Derckx 1996), men en forudsætning for succesfuld benyttelse er hegningen, der skal slutte helt ind til rørets indgang. En undersøgelse afslørede, at omkring halvdelen af 179 hollandske rørgennemføringer ikke fungerede rigtigt, fordi hegnene havde fejl (Broekhuizen & Derckx 1996). Manglen på ledende hegning er sandsynligvis stærkt medvirkende til, at grævlinger i vores undersøgelse ikke benytter underføringerne.

Odderen benytter gerne ådals-underføringer med banketter, og disse reducerer effektivt antallet af trafikdræbte oddere (Madsen 1996). Den uregelmæssige benyttelse af nogle af de undersøgte underføringer (Simsted Å, Kåtbæk og Kousted Å) må tilskrives den måde, hvorpå odderen udnytter sit territorium. I nogle perioder foretrækker den at opholde sig langs én del af vandløbet, i andre perioder langs en anden del. Odderens regelmæssige benyttelse af underføringerne ved Døstrup Bæk og Kongsvad Mølleå skyldes sandsynligvis de permanente gode fiskebestande der; underføringerne benyttes som fourageringssted frem for bevægelseskorridor.

De fundne sæsonforskelle for ilder/mink i benyttelsen af faunaunderføringer, med størst aktivitet om sommeren, afspejler de to arters sæsonmæssige aktivitetsudsving; aktiviteten er nedsat for begge arter om vinteren (Jensen 1993). Unge dyrs udvandring kan ikke aflæses i passageaktiviteten. Ilderen er et ret langsomt mårdyr, og den trafikdræbes forholdsvis ofte (Jensen 1993).

Spor efter mår observeredes hyppigst i underføringerne om sommeren. Dette afspejler sandsynligvis et højere aktivitetsniveau på denne årstid, men mårernes ringere benyttelse af underføringer i den øvrige del af året kan også forårsages af, at dyrene her benytter dele af deres territorier, som ligger på afstand fra underføringerne. I Holland synes husmår hyppigst, at benytte rørunderføringer i anden halvdel af året (Nieuwenhuizen & Apeldoorn 1995).

Lækat er kun i ringe grad registreret i underføringerne. De lange åbne stræk uden mulighed for skjul, som underføringerne udgør, er sandsynligvis for farlige at krydse for de små rovdyr (Bekker *et al.* 1995, van der Linden 1995). Lækat benyttede derimod jævnligt en kun 13 m lang midtjysk underføring med et vandløb igennem (Hammershøj, pers. medd.).

3.2.2.2 Hjorte

I løbet af 1997 registreredes spor efter rådyr på adskillige af motorvejsdæmningerne over specielt de våde faunaunderføringer. Ifølge samtaler med lokale lodsejere sker det desuden af og til, at rådyr trafikdræbes i nærheden af flere af underføringerne. Kun ét rådyr er i denne undersøgelse fundet trafikdræbt for enden af vildtheget ved Mølleåen.

Det er dog kun i underføringen ved Spørring Å, med den største tunnel-effekt (0,64) blandt de undersøgte underføringer, at rådyr har krydset under vejen via en faunaunderføring. Men selv om adskillige individer af rådyr søger føde på motorvejskråningen over og omkring underføringen ved Spørring Å, og der er observeret rådyr ved indgangen, uden at de gik ind, har sandsynligvis kun ét individ benyttet underføringen (Mathiasen, pers. obs.).

Hjortearter krydser regelmæssigt mindre trafikerede veje under de daglige bevægelser til og fra fødesøgningsarealer inden for deres aktivitetsområde (home-range). Det sker hyppigst om natten og i timerne efter solnedgang og før solopgang (Jeppesen 1987A,B, 1989, 1990A; se i øvrigt Putman 1997 for referencer). Home-range grænser derimod ofte op til større og mere trafikerede veje, som således udgør en barriere i sig selv og ikke krydses (Bellis & Graves 1978, Putman 1997). Dette observeredes også i 1980'erne for Kaløs radiomærkede rådyr i relation til den tæt trafikerede Grenå-Århus amtsvej (Jeppesen, unpubl.). De større veje er dog ikke totalt uoverskridelige og krydses af unge hjortedyr under spredning og af voksne dyr i brunsttiden, samt af dyr som migrerer mellem et sommer- og et vinterområde (Strandgaard 1972, Jeppesen 1987B), med forøget risiko for trafikdrab til følge.

I modsætning til rovdyr går hjortedyr ikke gerne ind i snævre, mørke underføringer. Skønt almindeligt forekommende i et spansk undersøgelsesområde, blev rådyr og krondyr ikke registreret i 15 undersøgte underføringer og 2 overføringer i relation til en højhastighedsjernbane, hvis tunnel-effekt varierede mellem 0,03 og 0,94. Mangelen på bevoksning nær indgangene og menneskelige forstyrrelser kan have været medvirkende til, at hjortedyr ikke benyttede underføringerne (Rodriguez *et al.* 1996).

Migrerende bestande på flere hundrede individer af den amerikanske hjortearart, mule deer *Odocoileus hemionus* udviste i to undersøgelser modvillig og tøvende adfærd over for snævre underføringer, som tilbød den eneste mulighed for at krydse en hegnet vej på tværs af ruten til sommer- henholdsvis vinter-fødesøgningsarealer (Reed *et al.* 1975, Reed 1981, Ward 1982). Migrationsdriften var dog så høj, at 61% af dyrene i den éne undersøgelse efter dages og ugers tøven vandrede igennem (Reed *et al.* 1975). Efter indledende indfodring om vinteren i den anden undersøgelse lærte dyrene at benytte underføringerne og brugte dem de følgende år (Ward 1982). På basis af de indvundne erfaringer blev højere og bredere underføringer (mindst 4,3 m x 4,3 m) foreslået, med så kort en længde som muligt (Reed *et al.* 1975) eller endnu bedre, åbne bro-strukturer, som dyrene i mindre grad udviser tøvende adfærd overfor (Reed 1981). Åbne dalbroer med bredder på 22 - 26 m blev villigt benyttet af en anden hjortearart, white-tailed deer *Odocoileus virginianus*, i Florida (Foster & Humphrey 1995); her bestod underføringen af to broer under en 4-spors motorvej med et 22 m bredt åbent stykke mellem vejbanerne.

Bortset fra to registreringer i vinterperioden er alle rådyrpassager under motorvejen i nærværende undersøgelse foretaget i sæsonen for territoriehævdelse og parringstid, marts-august (Jeppesen 1990B). En teori kan være, at bukkens oprindelige territorium blev delt, da motorvejen blev bygget, og at underføringen giver den mulighed for at opretholde territoriet hvert forår og sommer. I den resterende del af året er motivationen/driften til at krydse gennem passagen sandsynligvis normalt ikke stærk nok til at overvinde modstanden mod at gå ind i underføringen. Tilsvarende må det formodes, at råer (hundyr), som fik deres aktivitetsområde delt af motorvejen og hegnet, udelukkende færdes på den ene eller anden side af motorvejen med efterfølgende justeringer af home-range.

Banketterne i underføringen over Spørring Å er begge 4 m brede, med en skrånende stensætning ned til åen på ca. 1,25 m's bredde. I modsætning til rovdirene, hvis spor blev registreret i alle afstande fra underføringens væg og åbredden, bevægede den enlige råbuk sig altid ude ved bankettens kant, i en afstand af 3,3-3,5 m fra underføringens væg. Det gælder for rådyret øjensynligt om at holde afstand til den omgivende væg/mur. Bredden af underføringen er en vigtig dimension, og de franske mindstemål regner da også med en bredde på mindst det dobbelte af højden. Desuden gik de nævnte white-tailed deer i Florida igennem under dalbroer, der kun var 2,1 - 2,4 m høje; her kompenserede den væsentlige bredde (22-26 m) sandsynligvis for den ringe højde (Foster & Humphrey 1995).

Ovennævnte tyder på, at underføringer med et vandløb igennem skal have en større diameter/bredde end underføringer uden, hvis rådyr skal benytte dem. Med undtagelse af underføringen ved Spørring Å varierer banketternes bredde fra 1,5 til 2,1 m. Det betyder, at ved udregning af tunnel-effekten skal bredden af vandløbet og den skrånende del af banketten fratrækkes den samlede bredde. Et forslag til et sandsynligt mindstemål for bredden af hver banket er 3 - 3,5 m.

3.2.2.3 Kat

Katten er vort mest talstærke fritlevende rovdyr (Asferg 1991) og er da også den hyppigst registrerede rovdyrart i de undersøgte underføringer. Fordelingerne af kat i underføringerne er signifikant forskellig fra fordelingerne af vilde rovdyr, men ikke forskellige fra mennesker og hunde. Skønt kattens adfærd i naturen er som et vildtlevende rovdyr, undgår den ikke i samme grad som vilde rovdyr steder med høj aktivitet af mennesker, noget der kan forklare forskellen fra vilde rovdyr i brugen af underføringer. Høj aktivitet af ræv/rovdyr, inklusiv markeringsaktivitet som f.eks. i underføringerne ved Spørring Å og Kongsvad Mølleå, kan desuden holde katte borte. I en underføring uden muligheder for skjul eller for at klatre opad, kan ræven relativt let fange en kat.

3.2.3 Menneskelig forstyrrelse

I nærværende undersøgelse benyttede vildtlevende pattedyr ikke underføringer i større omfang, hvis der passerede mange mennesker og hunde igennem, men gerne underføringer, der kun benyttedes af få mennesker og hunde. Der blev registreret 5-7 arter af vildtlevende pattedyr i de otte faunaunderføringer, mod kun fire arter i hver af de tre underføringer primært anlagt til menneskelig færdsel. Vildtlevende pattedyrs benyttelse af disse tre underføringer er lavere end i faunaunderføringerne, en undtagelse er dog underføringen ved Kousted Å. Denne benyttelsegrad er i overensstemmelse med Foster & Humphrey (1995) som fremhæver, at menneskelige forstyrrelser kan forhindre dyr i at benytte underføringer.

En kombineret benyttelse, til f.eks. dyr, bilister (evt. asfalteret vej), fodgængere, skovfolk, etc., har vist sig uforenelig med en effektiv faunapassage (over- såvel som underføringer) for et stort antal vildtlevende arter (Olbrich 1984, Ballon 1984, 1986, Carsignol 1991, Vasant *et al.* 1993). På den anden side er mere moderat menneskelig aktivitet (under én passage pr. dag, eller jævnlig passage af kvæg og landbrugsmaskiner) som regel forenelig med vilde dyrs benyttelse af underføringer (Désiré & Mallet 1991, Foster & Humphrey 1995, Rodriguez *et al.* 1996, 1997, Hammershøj, pers. medd.).

Man skal dog være varsom med konklusioner ud fra de signifikante forskelle i fordelingerne af mennesker (og tamdyr) og vildtlevende pattedyr i underføringerne. De tre underføringer ved henholdsvis Hørby Plantage, Mølleåen og Kærbølling er netop anlagt til menneskers passage af vejen og er ikke placeret optimalt for faunaen. De tre underføringer ligger desuden umiddelbart under vejbanen, og hvor der ikke er hegnet, er det let for vilde dyr at passere over vejen.

Mennesker og vilde pattedyr benytter oftest underføringerne på forskellige tider af døgnet, mennesker om dagen, pattedyr om natten, og det reducerer den potentielle direkte effekt af forstyrrelse. I underføringen ved Døstrup Bæk er selv et højt niveau af menneskelig aktivitet om dagen forenelig med odderens benyttelse af underføringen om natten. På den anden side benyttes underføringen ikke meget af andre vildtlevende pattedyr. Tilledende hegning i tilknytning til de undersøgte underføringer vil sandsynligvis generelt fremme vildtle-

vende pattedyrs benyttelse af disse, uanset daglig aktivitet af mennesker. Manglende hegning og menneskelig færdsel medfører, at de vilde dyr i stedet vælger at krydse over vejen, med forøget dødsrisiko til følge.

Reed *et al.* (1975) og Ballon (1986) fandt, at åbninger i loftet (ovenlys) af en underføring var ugunstigt for dens brug som faunaunderføring, da de tillod trafikstøj, lysglimt fra billygter og nedbør at komme ned i underføringen. Både syn af - og støj fra - trafikken afholdt også henholdsvis migrerende bjergged *Oreamnos americanus* og elg *Alces alces* fra at benytte faunaunderføringer (Singer & Doherty 1985, Singer *et al.* 1985, Pedevillano & Wright 1987, Kastdalen 1996). En afskærmning af rækværket på vejen ovenfor, som resulterede i, at trafikken blev usynlig for dyrene og støjen lav, bevirkede at dyrene benyttede underføringerne. De akustiske og visuelle påvirkninger fra trafikken under en hollandsk overføring blev afskærmet af en jordvold og beplantning (Bekker 1991). De dybe ådals-underføringer i denne undersøgelse befinder sig i op til 40 m's afstand af og langt nedenunder motorvejen, og støjniveauet er begrænset. De højtliggende underføringer ved Hørby Plantage, Onsild Ådal, Rønbæk, Mølleåen og Kærbølling er derimod tæt på vejbanen, og støjniveauet er højt ved indgangene, foruden at trafikken er meget synlig.

3.2.4 Tilvænnning/etablering

Uanset hvilken form for faunapassage, der anlægges, skal dyr sædvanligvis bruge tid på at vænne sig til at benytte den (Reed *et al.* 1975, Ward 1982, Olbrich 1984, Désiré & Mallet 1991). Faunapassagen bliver mere tiltrækkende, efterhånden som plantet vegetation eller naturlig opvækst i de nærmeste omgivelser udvikler sig (Bekker *et al.* 1995). Undersøgelserne af de samme fem faunaunderføringer i 1992 (Madsen 1993) og 1997 viste også, at der i 1997 blev registreret godt dobbelt så mange vildtlevende pattedyr pr. besøg som i 1992. Efter fem år har specielt rovdyrene ræv, odder og ilder/mink vænnet sig til, at underføringerne er en del af deres habitat og taget dem i brug. Niveauet af menneskelig forstyrrelse i de fem underføringer var i 1997 ikke signifikant forskelligt fra niveauet i 1992 og kan ikke forklare pattedyrenes øgede benyttelse. Den naturlige urtevegetation ind til de fire våde underføringer har etableret sig og yder skjul i varierende omfang, hvilket kan være en medvirkende årsag til pattedyrenes øgede benyttelse. Eventuelle bestandsstigninger kan også være en medvirkende årsag.

I arbejdstunnelen ved Hørby plantage blev der i 1992 ikke fundet spor efter vildtlevende pattedyr. Dette var derimod tilfældet i 1997, hvilket kan tilskrives tilvænnning. De vilde pattedyrs benyttelse af tunnelen i 1997 var dog begrænset, hvilket sandsynligvis skyldes den omfattende menneskelige færdsel. Desuden kan dyr stadig nemt passere under hegnet langs plantagen, eller blot passere over motorvejen ved siden af arbejdstunnelen.

Olbrich (1984) konkluderede på basis af sin omfattende undersøgelse i Vesttyskland, at rådyr skulle bruge i gennemsnit seks måneder og andre hovdyr to til tre år til at overvinde deres modstand mod at

benytte nye underføringer. Nyanlagte underføringer kan dog i gunstige tilfælde straks tages i brug af faunaen. F.eks. blev tre af fire faunaoverføringer over en motorvej gennem en skov i Frankrig straks taget i brug af vildsvin *Sus scrofa*, rådyr, ræv og grævling (Ballon 1984), hvorimod den fjerde ikke fungerede godt som faunapassage på grund af menneskelige forstyrrelser. I en anden undersøgelse blev to overføringer over en højhastigheds-jernbane straks taget i brug dagligt af rådyr, den ene overføring også af vildsvin, mens krondyr først blev registreret tre år efter (Désiré & Mallet 1991). I den samme undersøgelse gik der op til to år, inden rådyr passerede igennem de undersøgte underføringer under højhastighedsbanen og enkelte underføringer kom slet ikke til at fungere som underføringer for faunaen.

3.2.5 Bevoksning/skjul

Urtevegetationen ind til indgangene af ådalenes faunaunderføringer er ret høj og tæt om sommeren og kan være en medvirkende årsag til de vildtlevende pattedyrs større brug af underføringerne på denne årstid, og deres større brug af våde underføringer end af tørre underføringer uden eller med lav vegetation. Signifikant flere rovdyr krydsede en højhastigheds-jernbane i Spanien via faunaunderføringer med skjulende bevoksning i/nær indgangene end via underføringer uden (Rodriguez *et al.* 1996, 1997). I åbent landskab kan bevoksning nær passageindgangen fungere som kendemærke og tiltrække rovdyr (Broekhuizen & Derckx 1996, Rodriguez *et al.* 1997).

Resultaterne fra underføringen ved Rønbæk udgør muligvis en undtagelse. I modsætning til de øvrige våde underføringer blev den næsten ikke benyttet i sommermånederne. Også her var der høj urtevegetation langs bækken, men en årsag til den manglende benyttelse kan i dette tilfælde være, at adgangen til de relativt små banketter blev totalt spærret af en over 1½ m høj mur af stængler af Lådden Dueurt. Dyrene kunne ikke komme ind på banketterne uden at gå udenom, gennem vandet. Denne vegetation blev slået i september, og der blev atter registreret rovdyr i passagen.

Også hjortearter tiltrækkes af bevoksning. Langs motorvejs- og jernbanehegn og ud for faunapassager (både over- og underføringer) i Frankrig og Holland plantes og sås der attraktive buske og urter for rådyr og andre hovdyr (Ballon 1984, 1986, Désiré & Mallet 1991, Carignol 1991, Vassant *et al.* 1993, Bekker *et al.* 1995, Nieuwenhuizen & Apeldoorn 1995). Planterne, som er hjemmehørende arter, kan ædes af dyrene og udgøre skjul. I skovområder kan man sammenligne faunaunderføringers omgivelser med lysninger, som udgør en kilde til føde for bl.a. rådyr og krondyr. Man undgår at lukke for udsynet til den anden side ved ikke at plante for høje træer, eller for tæt (Désiré & Mallet 1991).

På grund af faren for predation undgår småpattedyr at krydse større åbne flader. Hvor det ikke er muligt for planter at gro, som under en bro eller i en tunnel, kan en eller om muligt flere rækker af træstød placeres. Her kan de fungere som en fauna-korridor mellem bevoks-

ninger på hver side af motorvejen for mus og små mårdyr (van der Linden 1995, Bekker *et al.* 1995).

3.2.6 Placering

Placering af faunaunderføringer i forhold til dyrenes levesteder eller til landskabskorridorer er en nødvendig betingelse for en optimal benyttelse. Der var signifikant flere overgange af rovdyr, ræv og vildkat *Felis silvestris* via underføringer (stenkister og stiunderføringer), hvis omgivelser primært var kratbevoksning, end via underføringer placeret i det åbne landbrugsland (Rodriguez *et al.* 1996, 1997). Konklusionen var, at brugen af disse underføringer primært bestemtes af underføringernes placering i forhold til dyrenes levested, sekundært af underføringernes design og dimensioner. Brugen af over- og underføringer for hjortearter kan optimeres ved at placere dem i skovområder (Ballon 1984, Carsignol 1991, Putman 1997), hvor de fleste bevægelser af hjorte forekommer. Det samme gælder for mange andre dyrearter.

Et vigtigt element for en optimal funktion af en faunapassage er forbindelsen med eksisterende bevoksning eller andre ledelinjer i omgivelserne. Bevoksning nær indgangene kan f.eks. forbindes med et levende hegn på hver side af en motorvej. Men faunapassagen vil få en højere effektivitet, hvis en sådan ledelinje anlægges vinkelret på vejen eller jernbanen (Clergeau 1993). Pattedyr, f.eks. grævling (Broekhuizen *et al.* 1986, Broekhuizen & Derckx 1996), og andre mobile arter har tendens til at bevæge sig langs linjeformede strukturer, såsom bække, grøfter, diger, skovkanter og levende hegn. De vil støde på diget/hegnet og således ledes mod faunapassagen, hvorved vejens barriereeffekt formindskes.

Motorvej E45 krydser mange ådale mere eller mindre vinkelret. Spørgsmålet er dog, om dyrene effektivt ledes mod faunaunderføringerne. De brede og høje dæmninger strider mod princippet om kortest mulig underføring, og princippet om godt udsyn til den anden side (bl.a. Carsignol 1991, Beier 1995). Når dyrene møder barrieren, fører en ny ledelinje skråt fremad og opad på begge sider af åen, mod motorvejen, grænselinjen mellem ådalens sider og dæmningen. Det er ofte hvor disse ledelinjer rammer motorvejen, at trafikdrabene sker, og oftest er her ikke hegnet.

3.2.7 Hegning

En effektiv nedsættelse af dyrs krydsninger af motorveje og jernbaner kan kun opnås ved opsætning af et uigennemtrængeligt hegn. I Frankrig er der opsat hegn langs begge sider af motorveje, hvor disse går gennem samlet skov, og hele vejen langs begge sider af højhastigheds-jernbaner (Ballon 1986). I praksis er dog intet hegn 100% effektivt, især ikke, hvis der ikke tilbydes alternative muligheder for at krydse vejen/jernbanen (se Putman 1997).

Hegn leder effektivt dyr til faunaunderføringer, men også den modsatte vej, væk fra passagen. Det er derfor vigtigt, at der i forbindelse med underføringer opsættes hegn på en tilstrækkelig lang strækning.

F.eks. aftog effekten af underføringer til grævlinge, når hegnet var kortere end 250 m til hver side fra indgangen (Broekhuizen & Derckx 1996). Grævlinger bevægede sig i disse tilfælde til enden af hegnet og forsøgte at krydse vejen, med fare for at blive trafikdræbt og for at blive fanget på den forkerte side af hegnet. Det samme skete for flokke af migrerende mule deer i Wyoming, indtil hegnet blev forlænget 1,1 mile, hvorefter de foretrak at bevæge sig igennem faunaunderføringerne på den hegnede strækning (Ward 1982).

Et hegn langs en motorvej eller jernbane kan ofte fange dyr i en fælde, især hvis hegnet er opsat uden tilstrækkelig viden eller hegnet ikke vedligeholdes. Hegn langs den sønderjyske del af motorvej E45 ender ofte, hvor krydsende sideveje føres under eller over motorvejen, og leder tilsyneladende mange dyr i trafikdøden ud for disse punkter (Madsen *et al.* 1998). På den omtalte strækning er der desuden tilfælde, hvor der kun er opsat hegn på den ene side af motorvejen, noget der udgør en særlig farlig situation for dyrene (Carsignol 1991).

Hegnet skal have kontakt med jordbunden, eventuelt graves ned. Dette er særlig vigtigt ved sænkninger i terrænet, f.eks. grøfter (f.eks. Desiré & Mallet 1991). For at forhindre grævlinger i at komme på den forkerte side af hegnet, bør disse hegn graves 40 cm ned, hvorefter 30 cm hegn under jorden lægges vandret i retning væk fra motorvejen (Salvig 1991). Desuden bør hegnspælene og de skrå støtter placeres på motorvejssiden af hegnet, så dyrene ikke kan anvende dem til at klatre over (Broekhuizen & Derckx 1996). For at give grævlinger, som alligevel kommer på den forkerte side af hegnet, mulighed for at komme tilbage på den sikre side, anbringes der jævnt fordelt langs hegnet envejslåger, som kun kan åbnes fra vejsiden (Ratcliffe 1974, Salvig 1991, Broekhuizen & Derckx 1996). Tilsvarende kan indspring sikre, at hjorte kan komme væk fra vejene (Salvig 1991).

Højden af hegn, maskestørrelse og materialevalg varierer efter, hvilke dyrearter, man ønsker at hegne for. I Holland opererer man med mindst tre typer hegn, som varierer i maskestørrelse og højde; undertiden opsættes dobbelt- eller tredobbelt hegn (Nieuwenhuizen & Apeldoorn 1995, Bekker *et al.* 1995). Et finmasket lavt hegn med øverste del indbøjet opsættes, hvor der forekommer vandrende padder, et mere grovmasket hegn anvendes til mindre pattedyr såsom pindsvin, og desuden anvendes et til rådyr. Hvor der er rørgennemføringer til grævlinger, opsættes specielle grævlingehegn (Broekhuizen & Derckx 1996). Nærmere specifikationer til hegning kan også ses i Salvig (1991).

Erosion, slid, påkørsler fra landbrugsmaskiner, hærværk, m.m. gør det nødvendigt, at opsatte hegn vedligeholdes regelmæssigt.

4 Overføringer - litteraturudredning

Udredningen er baseret på en bearbejdning af den tilgængelige nationale og internationale litteratur omhandlende faunaoverføringer. Litteratursøgningen er dels foregået elektronisk ud fra udvalgte nøgleord på engelsk, til og med udgangen af 1997, dels ved gennemgang af referencelister i relevante artikler.

Mange arter, som ikke eller kun i begrænset omfang vil benytte snævre underføringer, benytter gerne faunaoverføringer. Det gælder hjortearterne samt vildsvin, egeren *Sciurus vulgaris* og hare; foruden små mår dyr, musearter, krybdyr og padder (især hvis der er damme tilknyttet) og hvirvelløse dyr (Ballon 1984, 1986, Bekker 1991, Carsignol 1991, Désiré & Mallet 1991, Bekker *et al.* 1995, Nieuwenhuizen & Apeldoorn 1995). Specifikationerne til en effektiv faunaoverføring er dog temmelig krævende. Hjortearter og andre større pattedyr benytter ikke gerne smalle broer, især ikke over tæt trafikerede veje eller jernbaner med et højt forstyrrelsesniveau (Ballon 1986, Carsignol 1991). I Olbrichs (1984) undersøgelse af faunapassager i Vesttyskland bedømtes effektiviteten af såvel under- som overføringer. Rådyr, kron dyr og dådyr benyttede henholdsvis 22,4% (af 347 overføringer), 4,8% (af 63) og 16,3% (af 49) af de konstruktioner, som var placeret i områder, hvor de enkelte arter forekom. Også her syntes bredden at være en generel kritisk faktor. Ballon (1986) fandt, at syv ud af ni franske overføringer blev benyttet af en eller flere arter (mod 12 ud af 31 underføringer). I Carsignols (1991) undersøgelse af 36 franske faunapassagers effektivitet som passager for storvildtet (hovdyrene) konstateredes, at 42% af overføringerne regelmæssigt blev benyttet mod kun 6% af underføringerne; 68% af underføringerne var ubenyttede, mod blot 28% af overføringerne.

Udviklingen af specifikationer til effektive faunaoverføringer har især fundet sted i Frankrig og Holland. I Frankrig er det primært organiserede jægere og vildtadministratorer, som i skovområder har fremtvunget anlæggelse af ca. 20 faunaoverføringer (Bekker 1991) over motorveje og jernbaner. Det er sket af hensyn til den frie bevægelighed for det jagtbare vildt, især kron dyr, rådyr og vildsvin, og det er primært disse arters brug af overføringerne, man har indsamlet viden om (Ballon 1984, 1986, Carsignol 1991, Désiré & Mallet 1991, Vassant *et al.* 1993).

Den første generation af faunaoverføringer blev anlagt i perioden 1965-1975, men disse var ofte underdimensionerede og dårligt placerede gangbroer, bygget uden tilstrækkelig viden (Carsignol 1991). I de følgende år blev dimensionerne forbedrede i retning af bredere indgange, men oftest blev forvaltningen af de nærmeste omgivelser forsømt. Der manglede vegetation, som tiltrækker og yder skjul for dyrene, og regnvandsbassiner og vejvæsenets materialedepoter kunne spærre for dyrenes frie adgang til passagerne. Tredje generation af faunaoverføringer har tragtformede indgange, som giver optimalt udsyn til den anden side af vejen/jernbanen. Franske minimumsmål for bredden angives til 10-12 m, hvis kron dyr skal benytte dem, og 30

m for enderne (Carsignol 1991). Anlæggene skal vedligeholdes, og det er derfor vigtigt, at de forvaltende myndigheder regelmæssigt checker anlæggene.

I Holland har man anlagt bredere faunaoverføringer kaldet "eco-ducts", eksempelvis ved Woeste Hoeve over motorvej A50. Her er overføringen af parabolform og ca. 50 m bred på det smalleste sted. En undersøgelse i 1989 påviste et stort antal krydsninger af krondyr, dådyr, rådyr og vildsvin; overføringen blev desuden anvendt af ræv, kanin *Oryctolagus cuniculus*, hare og vaskebjørn *Procyon lotor* (Bekker 1991). Overføringens nærmeste omgivelser er et vildtreservat, hvor der er adgang forbudt for mennesker.

En diskussion i Holland om bredden af faunaoverføringer på basis af de franske og hollandske erfaringer, resulterede i, at en faunaoverføring som i 1993 blev åbnet over A1 ved Boerskotten, blev smallere (Bekker 1991), fik parabolisk form og fik målene: 80 m lang, 15 m bred på midten og 50 m's bredde for enderne (Nieuwenhuizen & Apeldoorn 1995). Den blev i løbet af kort tid efter åbningen taget i brug af mus, pindsvin, egern, kanin, hare, ræv, husmår, ilder, lækat, rådyr og kat. Tre arter, rådyr, egern og hare, krydsede kun motorvejen via faunaoverføringen og ikke via de nærliggende underføringer, rør og stenkister (Nieuwenhuizen & Apeldoorn 1995).

Faunaoverføringen ved Boerskotten er et foreløbigt slutprodukt, baseret på erfaringerne med de franske og hollandske faunaoverføringer. Den valgte bredde af overføringen er et kompromis mellem effektivitet og økonomi. Jo bredere en passage er, jo større er sandsynligheden for, at dyrene vil benytte den. Ud over de nævnte minimumsmål kan følgende krav til en effektiv faunaoverføring opstilles:

- Før en motorvej eller jernbane bliver bygget, bør det undersøges, hvor de mest intensivt brugte dyreveksler er placeret. Faunaoverføringer kan med fordel placeres, hvor sådanne dyreveksler krydser det planlagte trafik anlæg. Før anlæggelsen af en hegnet højhastigheds-jernbanestrækning i Frankrig blev 24 vandringsveje (veksler) for krondyr, rådyr og vildsvin identificeret og på basis heraf anlagt ni faunapassager, to over- og syv underføringer, og endnu en planlagt (Désiré & Mallet 1991). De fleste bevægelser af rådyr eller krondyr finder sted i skovområder, og brugen af faunaoverføringer til hjorte (og andre arter) kan optimeres ved at placere dem i skov.
- En faunaoverføring bør placeres i niveau med det omgivende terræn. Dette kan lade sig gøre, hvor motorvejen følger en dyb sænkning i landskabet eller graves ned. Derved opretholdes en så naturlig forbindelse som muligt mellem de af trafik anlægget adskilte habitater. De tragtformede indgange til faunaoverføringen skræmmer ikke dyrene fra at bevæge sig over på den anden side. Det er vigtigt, at dyrene har et godt udsyn til bevoksningen på den anden side. Er faunaoverføringen lettere konveks (højest på midten) af hensyn til dræn af underlaget, som ved Boerskotten, kan dyrene ikke se over den, men i det nævnte tilfælde kan de se trætoppene på den anden side.

- Faunaoverføringens betonoverflade dækkes af et godt lag sandblandet lerjord og muld, rig på humus. Lagets tykkelse skal være på mindst 30 cm. På faunaoverføringen og ud for indgangene sås og plantes der vegetation af arter, som findes naturligt i området og som derfor er attraktive for dyrene som føde og skjul. Man undgår at blokere for udsynet til den anden side ved ikke at plante for høje buske og træer, eller for tæt.

Beplantningen bør påbegyndes så tidligt som muligt, gerne før anlægget ellers bygges. En faunaoverføring til kron dyr blev kun benyttet meget lidt efter mere end tre års registreringer, bl.a. fordi beplantningen delvis mislykkedes og ikke blev fornyet (Carsignol 1991). Den naturlige opvækst af vegetation var begyndt, men for sent, da dyrene havde ændret deres home-range og altså blev på hver sin side af trafik anlægget.

Af hensyn til padder er der ud for indgangene til enkelte hollandske faunaoverføringer udgravet mindre damme beregnet til padder (Bekker 1991, Bekker *et al.* 1995).

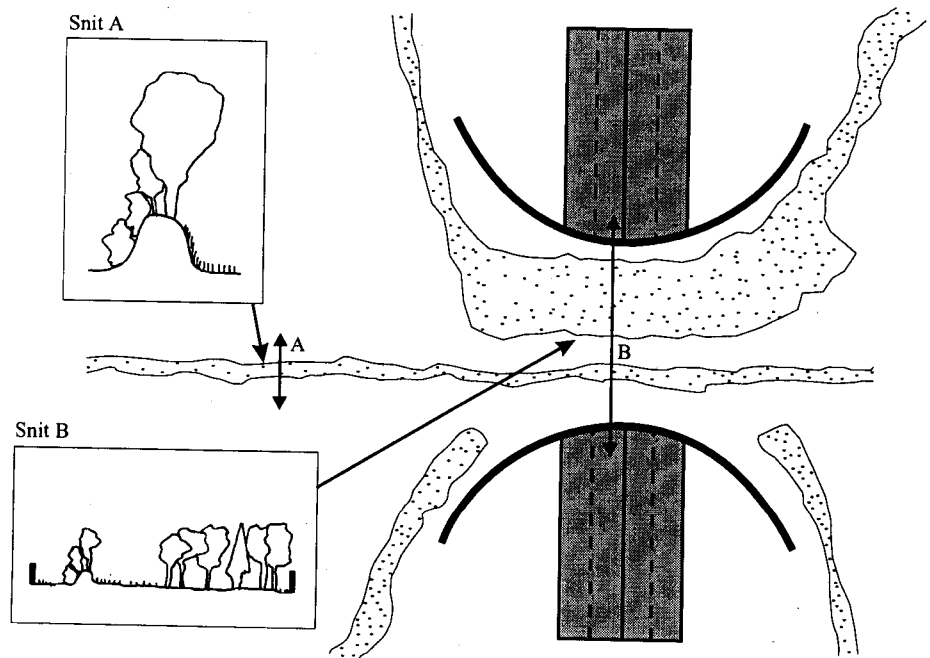
- Afskærmning mod støj og visuel påvirkning fra trafikken skal opstilles langs faunaoverføringens yderkanter. Det kan være i form af en jordvold, evt. kombineret med bevoksning, eller som ved Boerskotten, to meter høje skærme af træ. Ved Boerskotten er desuden anlagt store jordvolde som støjbarrierer langs begge sider af motorvejen (Nieuwenhuizen & Apeldoorn 1995). Afskærmningen må ikke være for høj, da dette forhindrer dyrenes frie udsyn til den anden side. Høj afskærmning i form af træpalisader, kombineret med en bredde på det smalleste sted på kun 7 m, var sandsynligvis medvirkende årsag til, at kron dyr ikke brugte to franske faunaoverføringer over en motorvej (Vassant *et al.* 1993).
- For at lede dyrene til faunaoverføringen og for at forhindre dem i at gå ud på motorvejen bør der opsættes vildthejn langs begge sider af vejen og langs overføringens kanter. Da dyr ofte vil krydse motorvejen, hvor hegnet ender, må det føres tilstrækkeligt langt væk fra faunaoverføringen og ende i åbent land.
- Ved faunaoverføringer bør der være så lidt menneskelig forstyrrelse som muligt. I Frankrig er der anlagt to typer faunaoverføringer: 1) overføringer udelukkende reserveret til dyrenes brug. 2) overføringer også til andre formål og der er anlagt en sti, skovvej eller asfalteret vej på passagen, eller ført en å eller bæk igennem (Carsignol 1991, Désiré & Mallet 1991). Carsignol (1991) fandt for både faunaoverføringer og -underføringer, at de mest effektive for de større vildtarter var passager udelukkende reserveret til dyrenes brug.
- For at tilgodese flest mulige arter ved anlæggelsen af en faunaoverføring, må man tage hensyn til de forskellige arters hastighed ved passage af en sådan bro-korridor. Større pattedyr kan passere over faunaoverføringen på få minutter, mens f.eks. små pattedyr og krybdyr skal bruge flere etaper og eventuelt hvile flere timer mellem hver etape på overføringen. Meget langsomme arter

skal bruge flere dage til at bevæge sig hen over overføringen og for visse insekter og snegle flere generationer.

4.1 Forslag til optimal faunaoverføring

På baggrund af de ovennævnte specifikationer er der omarbejdet et forslag af Clergeau (1993) til en optimal faunaoverføring (Fig. 18). Risikoen for kraftig predation på grund af faunaoverføringenens "tragteffekt" gør valgene af strukturer i passagen vigtige. På faunaoverføringen er der anlagt et dige, som på den ene side er busk/træbevokset, så der tilbydes en udstrakt skala af fugtighedsbetingelser og temperaturer, gunstigt for en bred vifte af mindre arter. Det nærmeste areal hertil er ryddet (græs/urtebevokset), så der tillades hurtig passage af de større dyr.

Endelig er der en busk/træbevokset zone med forskellige buske, som på én gang er attraktiv og tilbyder en refugiezone. Denne zone stikker frem på begge sider af passagen og tillader en langsom bevægelse fremad for adskillige arter. Derved letter den udvekslingen mellem populationer fra hver side.



Figur 18. Forslag til optimal faunaoverføring, som tillader passage af et stort spektrum af arter (omarbejdet efter Clergeau 1993).

Et andet nødvendigt element til optimal funktion af en faunaoverføring er forbindelsen med eksisterende ledelinjer i landskabet. Det bevoksede dige, som svarer til et levende hegn, kan slutte til andre hegn, diger og grøfter. Det kan forbindes med bevoksede strækninger, som f.eks. et levende hegn anlagt vinkelret på vejen eller jernbanen.

5 Konklusioner og anbefalinger

5.1 Underføringer

Der var stor variation i vildtlevende større pattedyrs benyttelse af de 11 undersøgte faunaunderføringer. Den mest benyttede var en bred og høj underføring ved Spørring Å. De mindst benyttede var tre underføringer konstrueret til menneskers passage, en våd underføring med kun én banket og en tør underføring med en uhensigtsmæssig placering i forhold til vildtets færden i landskabet.

Flere af de undersøgte faunaunderføringer blev benyttet af følgende arter: ræv, grævling, odder, mår, ilder/mink, lækat, samt i mindre udstrækning af pindsvin, mosegris, fiskehejre, vandstær og and. Derimod blev rådyr og hare kun registreret i faunaunderføringen ved Spørring Å. Kat, hund og menneske blev hyppigt registreret i næsten alle de undersøgte underføringer. Menneskelige forstyrrelser (menneske og hund) havde en signifikant negativ effekt på pattedyrenes benyttelse af underføringerne. Manglende hegning ved de fleste underføringer og uhensigtsmæssig placering kan også medføre, at de vilde dyr i stedet vælger at krydse over vejen, med forøget dødsrisiko til følge.

I seks af underføringerne er der i 1997 blevet registreret mere end dobbelt så mange vildtlevende pattedyr pr. besøg, som i en tilsvarende undersøgelse fra 1992. Niveaulet af menneskelige forstyrrelser i disse underføringer var i 1997 ikke signifikant forskelligt fra niveaulet i 1992 og kan derfor ikke forklare pattedyrenes øgede benyttelse. Der synes således at være sket en tilvænnning til underføringerne, især for arter som ræv, odder og ilder/mink i løbet af den mellemliggende femårige periode.

Adfærdsstudier ved hjælp af infrarød videoovervågning ved faunaunderføringen ved Spørring Å viste, at rovdyr ikke udviste nervøs adfærd, når de bevægede sig igennem underføringen. Kun ét rådyr, en råbuk, benyttede underføringen. De øvrige rådyr og harer, der blev observeret i underføringens omgivelser, bevægede sig ikke igennem underføringen.

Hvidmaling af indgangspartierne ved to faunaunderføringer gav ikke den forventede positive effekt i forhold til benyttelsen af arter som rådyr og hare. Ligeledes var der færre rovdyrspor efter end før hvidmaling af indgangspartierne, måske som følge af en årstidsbettinget forskel i disse arters aktivitetsniveau.

Vælges en faunaunderføring som en løsning under vej- og jernbaneanlæg, er der en række forhold som skal opfyldes for at tilgodese så mange arter som muligt:

- For hjorte skal underføringen være så kort som mulig og åbningen (tværsnittet) så stor som mulig. Især er bredden vigtig. Tunnel-

effekten (højde x bredde/længde) skal være mindst 0,75 for rådyr og 1,5 for kron- og dådyr. I Frankrig benyttes følgende mindstemål for underføringer til hjortearter: højden skal være større end eller lig med længden divideret med 10 ($\text{højde} \geq \text{længde}/10$) og mindst 4 m for rådyr og 6 m for krondyr; bredden skal være større end eller lig med højden gange to ($\text{bredde} \geq \text{højde} \times 2$) og mindst 6 m for rådyr og 10 m for krondyr. Der gør sig specielle forhold gældende for underføringer med vandløb og to banketter (den vandrette del). Ved udregning af tunnel-effekten skal bredden af vandløbet og dets bredder fratrækkes den samlede bredde. For rådyr anbefales her en mindstebredde for hver banket på 3,5 m.

- Opsætning af hegn langs begge sider af vejen over faunaunderføringerne, vil generelt fremme vildtlevende pattedyrs benyttelse af underføringerne. Der er kun opsat vildthejn langs motorvejen over to af de otte egentlige faunaunderføringer i denne undersøgelse. Vildthejn bør opsættes på en tilstrækkelig lang strækning til begge sider af passagen (for grævling mindst 250 m). Vildthejnet bør ende i åbent land, hvor der er godt udsyn for dyr og biler. Vildthejnet skal slutte tæt til jorden på hele strækningen, bør eventuelt graves ned, og hegnspæle bør placeres på den side af hejnet, der vender ud mod trafikantlægget.

Nærmere anvisninger på envejslåger til grævlinger, indspring til rådyr, højde af vildthejn, maskestørrelse og materiale kan findes i folderen: "Faunaunderføringer i forbindelse med større vejanlæg - en vejledning" udgivet af Miljø- og Energiministeriet (1994). Eventuelt kan der opsættes dobbelt- eller tredobbelthejn på strækninger, hvor padder, småpattedyr og rådyr krydser vejen. Vedligeholdelse af opsatte hegn bør prioriteres højt og indgå i arbejdsgangen hos de ansvarlige myndigheder.

- Dyr følger ofte linjeformede strukturer i landskabet. Beplantning, i form af levende hegn eller grøfter, bør placeres, så dyr ledes hen mod faunaunderføringen.
- Faunaunderføringerne er lange åbne stræk uden mulighed for skjul for små rovdyr som lækat og brud, samt for andre småpattedyr. En række af træstød placeret i underføringerne kan fremme benyttelsen hos disse arter. Blandt de undersøgte faunaunderføringer er det umiddelbart muligt at placere rækker af træstød i underføringerne ved Spørring Å og Onsild Ådal.
- De lange faunaunderføringer i brede og høje dæmninger er generelt ikke de mest optimale løsninger for dyrelivet. Dæmningerne spærrer effektivt for dyrenes udsyn og bevægelser i ådalen, og underføringerne skal have forholdsvis store dimensioner, for at alle arter vil benytte muligheden. Hvor et vej- eller jernbaneanlæg krydser en ådal er en fritstående bro (dalbro) derfor en mere optimal løsning, idet der sikres frit udsyn, og ledelinjerne i landskabet bliver normalt ikke brudt. Arter, som ikke vil bruge snævre underføringer, såsom hjorte, hare og egern, passerer gerne under broer.

5.2 Overføringer

Mange arter, som ikke eller kun i begrænset omfang vil benytte snævre faunaunderføringer, benytter gerne faunaoverføringer. På basis af især franske og hollandske erfaringer kan følgende specifikationer for en faunaoverføring anbefales:

- Faunaoverføringen bør placeres, hvor dyreveksler eller ledelinjer (f.eks. levende hegn, diger eller grøfter) krydser den planlagte vej eller jernbane. Brugen af overføringer kan optimeres ved at placere dem i eller i relation til skov- og naturområder, hvor et stort antal dyrearter færdes.
- En faunaoverføring bør anlægges i niveau med det omgivende terræn. Derved opretholdes en naturlig forbindelse mellem de af trafik anlægget adskilte områder.
- Faunaoverføringen bør have tragtformede åbninger (parabolf orm), som giver dyrene optimalt udsyn til den anden side af trafik anlægget. Bredden skal være mindst 30 m ved åbningerne, 15 m på midten, og længden afhænger af vejens/jernbanens bredde.
- Faunaoverføringen bør dækkes af et jord- og muldlag på mindst 30 cm's tykkelse. Beplantningen på faunaoverføringen og ud for indgangene bør påbegyndes så tidligt som muligt, gerne før anlægget bygges. Beplantningen bør bestå af arter, som findes naturligt i området og derfor er attraktive for dyr som føde og skjul. I andre områder end skov bør beplantningen have forbindelse med ledelinjerne i terrænet. Af hensyn til padder kan der ud for indgangene udgraves mindre damme.
- Som afskærmning mod støj eller visuel påvirkning fra trafikken bør der opsættes jordvolde eller skærme af træ langs faunaoverføringen's yderkanter, evt. kombineret med beplantning. Afskærmningen må dog ikke være for høj, da dette forhindrer dyrenes frie udsyn til den anden side.
- For at lede dyrene til faunaoverføringen og forhindre dem i at krydse vej eller jernbane bør der opsættes trådhegn langs begge sider af trafik anlægget og langs faunaoverføringen's kanter. Da dyr ofte vil krydse vejen, hvor hegnet ender, må det føres tilstrækkeligt langt væk fra faunaoverføringen (for grævling mindst 250 m) og helst slutte i åbent land.
- Menneskelige forstyrrelser på faunaoverføringer bør minimeres. En kombineret benyttelse, f.eks. med en vandresti anlagt på faunaoverføringen, kan ikke anbefales.

6 Referencer

*Aaris-Sørensen, J. (1995): Road-kills of badgers (*Meles meles*) in Denmark. - Ann. Zool. Fennici 32: 31-36.*

Asferg (1991): Rovdyr. s. 7-66; 78-81 i: Muus, B. (red.): Danmarks Pattedyr, bd. 2. - Gyldendals Forlag, København.

Ballon, P. (1984): Premières observations sur l'efficacité des passages à gibier sur l'autoroute A36. - Bulletin Mensuel de l'Office National de la Chasse, 76: 20-24.

Ballon, P. (1986): Bilan technique des aménagements réalisés en France pour réduire les impacts des grandes infrastructures linéaires sur les ongulés gibiers (1). - Bulletin Mensuel de l'Office National de la Chasse, 104: 33-39.

Bang, P. & Dahlstrøm, P. (1972): Dyrespor. Sportegn efter pattedyr og fugle. 240 s. - Gads Forlag, København.

Beier, P. (1995): Dispersal of juvenile cougars in fragmented habitat. - J.Wildl.Mgmt. 59: 228-237.

Bekker, H. (1991): Ecoducten worden gebruikt. - Zoogdier (2), 91/2: 20-23.

Bekker, H., van den Hengel, B., van Bohemen, H. & van der Sluijs, H. (eds.) (1995): Natuur over wegen. Nature across motorways. - Rijkswaterstaat (RWS), Dienst Weg- en Waterbouwkunde (DWW), Delft. 103 s.

Bellis, E.D. & Graves, H.B. (1978): Highway fences as deterrents to vehicle-deer collisions. -Transportation Research Record 674: 53-58.

*Broekhuizen, S., van't Hoff, C.A., Maaskamp, F. & Pauwels, T. (1986): Het belang van heggen als geleiding voor migrerende dassen *Meles meles* (L., 1758). - Lutra 29: 54-65.*

Broekhuizen, S. & Derckx, H. (1996): Durchlässe für Dachse und ihre Effektivität. - Z.Jagdwiss. 42: 134-142.

Bruun-Schmidt, J. (1994): Trafikdræbte dyr - i relation til landskab, topografi og vejtype. -Upubliceret specialerapport, Odense Universitet, Biologisk Institut. 84 s.

Carsignol, J. (1991): Recensement national des passages pour la grande faune. Inventaire regions, Champagne, Ardenne, Alsace, Lorraine. C.E.T.E. de l'Est, Atelier Central de l'environnement. - Note de synthèse, 50 s., 7 Annex.

Clergeau, P. (1993): Utilisation des concepts de l'écologie du paysage pour l'élaboration d'un nouveau type de passage à faune. - Gibier Faune Sauvage 10: 47-57.

Désiré, G. & Mallet, C. (1991): T.G.V. Atlantique: ouvrages de franchissement pour les ongulés et gestion de leurs abords. - Bulletin Mensuel de l'Office National de la Chasse, 159: 40-45.

Foster, M.L. & Humphrey, S.R. (1995): Use of highway underpasses by Florida panthers and other wildlife. - Wildl.Soc.Bull. 23: 95-100.

Herrmann, M., Müller-Stiess, H. & Trinzen, M. (1997): Bedeutung von Grünbrücken für Dachse (*Meles meles* L.), untersucht an den Grünbrücken der B31neu zwischen Stockach und Überlingen. - Spezialbericht im Rahmen des Forschungsprojekts "Bio-ökologische Wirksamkeit von Grünbrücken über Verkehrswege". FE-Projekt 02.143R91L. ÖKO-LOG Freilandsforschung, Gutentalstr. 51, D-66482 Zweibrücken. 47 s.

Hunt, A., Dickens, H.J. & Whelan, R.J. (1987): Movement of mammals through tunnels under railway lines. - Australian Zoologist 24: 89-93.

Jensen, B. (1993): Nordens pattedyr. 325 s. Gads Forlag, København.

Jeppesen, J.L. (1987A): Seasonal variation in group size, and sex and age composition in a Danish red deer (*Cervus elaphus*) population under heavy hunting pressure. - Dan.Rev.Game Biol. 13(1): 1-20.

Jeppesen, J.L. (1987B): Impact of human disturbance on home range, movements and activity of red deer (*Cervus elaphus*) in a Danish environment. - Dan.Rev.Game Biol. 13(2): 1-38.

Jeppesen, J.L. (1989): Activity patterns of free-ranging roe deer (*Capreolus capreolus*) at Kalø. - Dan.Rev.Game Biol. 13(8): 1-32.

Jeppesen, J.L. (1990A): Home range and movements of free-ranging roe deer (*Capreolus capreolus*) at Kalø. - Dan.Rev.Game Biol. 14(1): 1-14.

Jeppesen, J.L. (1990B): Rådyret. - Natur og Museum 29(4): 1-32.

Kastdalen, L. (1996): Romerikselgen og Gardermoutbyggingen. Rapport fra Elgprosjektet på Øvre Romerike. 115 s. - NSB Gardemobanen AS, Statens vegvesen Akershus, Oslo Lufthavn AS, Forsvarets bygningstjeneste og Fylkesmannen i Oslo og Akershus.

Linden, P.J.H. van der (1995): A wall of tree-stumps as a fauna-corridor. - Proc. Int. Conf. 18-21 Sept. 1995: Habitat fragmentation & Infrastructure and the role of ecological engineering. 10 s.

Madsen, A.B. (1993): Faunapassager i forbindelse med større vej anlæg, II. Pindsvin, flagermus, fugle og effektundersøgelser. Danmarks Miljøundersøgelser. 54 s. - Faglig rapport fra DMU, nr. 82.

Madsen, A.B. (1996): Otter *Lutra lutra* mortality in relation to traffic, and experience with newly established fauna passages at existing road bridges. - Lutra 39: 76-90.

- Madsen, A.B., Fyhn, H.W. & Prang, A. (1998):* Trafikdræbte dyr i landskabsøkologisk planlægning og forskning. Danmarks Miljøundersøgelser. 38 s. - Faglig rapport fra DMU, nr. 228.
- Mathiasen, R. (1998):* Undersøgelser af faunapassager. Pattedyrs benyttelse af faunaunderføringer og deres adfærd i relation til disse. - Upubliceret specialerapport, Odense Universitet, Biologisk Institut. 75 s.
- Miljø- og Energiministeriet (1994):* Faunapassager i forbindelse med større vejanlæg - en vejledning. - Folder udgivet af Miljø- og Energiministeriet, Danmarks Miljøundersøgelser og Skov- og Naturstyrelsen. 16 s.
- Nieuwenhuizen, W. & van Apeldoorn, R.C. (1995):* Mammal use of faunapassages on national road A1 at Oldenzaal. Report no. P-DWW-95.737. Projekt Versnippering, deel 20 A. - Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Road and Hydraulic Engineering Division. 47 s.
- Olbrich, P. (1984):* Untersuchung der Wirksamkeit von Wildwarnreflektoren und der Eignung von Wilddurchlässen. - Z.Jagdwiss. 30: 101-116.
- Pedevillano, C. & Wright, R.G. (1987):* The Influence of Visitors on Mountain Goat Activities in Glacier National Park, Montana. - Biological Conservation 39: 1-11.
- Putman, R.J. (1997):* Deer and Road Traffic Accidents: Options for Managements. - Journal of Environmental Management 51: 43-57.
- Ratcliffe, E.J. (1974):* Through the badger gate. - Bell Publ. Co., London U.K. 118 s.
- Reed, D.F. (1981):* Mule deer behavior at a highway underpass exit. - J.Wildl.Mgmt. 45: 542-543.
- Reed, D.F., Woodard, T.N. & Pojar, T.M. (1975):* Behavioral response of mule deer to a highway underpass. - J.Wildl.Mgmt. 39: 361-367.
- Rodriguez, A., Crema, G. & Delibes, M. (1996):* Use of non-wildlife passages across a high speed railway by terrestrial vertebrates. - J.Appl.Ecol. 33: 1527-1540.
- Rodriguez, A., Crema, G. & Delibes, M. (1997):* Factors affecting crossing of red foxes and wildcats through non-wildlife passages across a high-speed railway. - Ecography 20: 287-294.
- Salvig, J.C. (1991):* Faunaunderføringer i forbindelse med større vejanlæg. Danmarks Miljøundersøgelser. 67 s. - Faglig rapport fra DMU, nr. 28.
- Singer, F.J. & Doherty, J.L. (1985):* Managing mountain goats at a highway crossing. - Wildl.Soc.Bull. 13: 469-477.

Singer, F.J., Langlitz, W.L. & Samuelson, E.C. (1985): Design and construction of highway underpasses used by mountain goats. - *Transportation Research Records* 1016: 6-10.

Strandgaard, H. (1972): The roe deer (*Capreolus capreolus*) population at Kalø and the factors regulating its size. - *Dan.Rev.Game Biol.* 7(1): 1-205.

Vassant, J., Brandt, S. & Jullien, J.M. (1993): Influence du passage de l'autoroute A5 sur les populations cerf et sanglier du Massif d'Arc-en-barrois. - *Bulletin Mensuel de l'Office National de la Chasse*, 183: 15-25.

Verboom, J. (1995): Dispersal of animals and infrastructure. A model-study: Summary. Projekt Versnippering, deel 23 A. - Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Road and Hydraulic Engineering Division. Van der Burghweg 1, The Netherlands. 8 s.

Ward, L. (1982): Mule deer behavior in relation to fencing and underpasses on Interstate 80 in Wyoming. - *Transportation Research Record* 859: 8-13.

Wölfel, H. & Krüger, H.-H. (1995): Zur gestaltung von wilddurchlassen an autobahnen. - *Z.Jagdwiss.* 41: 209-216.

Yanes, M., Velasco, J.M. & Suárez, F. (1995): Permeability of roads and railways to vertebrates: the importance of culverts. - *Biological Conservation* 71: 217-222.

Danmarks Miljøundersøgelser

Danmarks Miljøundersøgelser - DMU - er en forskningsinstitution i Miljø- og Energiministeriet. DMU's opgaver omfatter forskning, overvågning og faglig rådgivning inden for natur og miljø.

Henvendelser kan rettes til:

URL: <http://www.dmu.dk>

Danmarks Miljøundersøgelser
Frederiksborgvej 399
Postboks 358
4000 Roskilde
Tlf.: 46 30 12 00
Fax: 46 30 11 14

*Direktion og Sekretariat
Forsknings- og Udviklingssektion
Afd. for Atmosfærisk Miljø
Afd. for Havmiljø og Mikrobiologi
Afd. for Miljøkemi
Afd. for Systemanalyse*

Danmarks Miljøundersøgelser
Vejsøvej 25
Postboks 413
8600 Silkeborg
Tlf.: 89 20 14 00
Fax: 89 20 14 14

*Afd. for Sø- og Fjordøkologi
Afd. for Terrestrisk Økologi
Afd. for Vandløbsøkologi*

Danmarks Miljøundersøgelser
Grenåvej 14, Kalø
8410 Rønde
Tlf.: 89 20 17 00
Fax: 89 20 15 15

*Afd. for Landskabsøkologi
Afd. for Kystzoneøkologi*

Danmarks Miljøundersøgelser
Tagensvej 135, 4
2200 København N
Tlf.: 35 82 14 15
Fax: 35 82 14 20

Afd. for Arktisk Miljø

Publikationer:

DMU udgiver faglige rapporter, tekniske anvisninger, temarapporter, samt årsberetninger. Et katalog over DMU's aktuelle forsknings- og udviklingsprojekter er tilgængeligt via World Wide Web. I årsberetningen findes en oversigt over det pågældende års publikationer.

Faglige rapporter fra DMU/NERI Technical Reports

1997

- Nr. 212: Atmosfærisk deposition af kvælstof. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1996. Af Ellermann, T., Hertel, O., Kemp, K., Mancher, O.H. & Skov, H. 88 s., 100,00 kr.
- Nr. 213: Marine områder - Fjorde, kyster og åbent hav. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1996. Af Jensen, J.N. et al. 124 s., 125,00 kr.
- Nr. 214: Ferske vandområder - Vandløb og kilder. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1996. Af Windolf, J., Svendsen, L.M., Kronvang, B., Skriver, J., Olesen, N.B., Larsen, S.E., Baattrup-Pedersen, A., Iversen, H.L., Erfurt, J., Müller-Wohlfeil, D.-I. & Jensen, J.P. 109 s., 150,00 kr.
- Nr. 215: Nitrogen Deposition to Danish Waters 1989 to 1995. Estimation of the Contribution from Danish Sources. By Hertel, O. & Frohn, L. 53 pp., 70,00 DKK.
- Nr. 216: The Danish Air Quality Monitoring Programme. Annual Report for 1996. By Kemp, K., Palmgren, F. & Mancher, O.H. 61 pp., 80,00 DKK.
- Nr. 217: Indhold af organiske opløsningsmidler og phthalater i legetøj. Analytisk-kemisk kontrol af kemiske stoffer og produkter. Af Rastogi, S.C., Worsøe, I.M., Køppen, B., Hansen, A.B. & Avnskjold, J. 34 s., 40,00 kr.
- Nr. 218: Vandføringsevne i danske vandløb 1976-1995. Af Iversen, H.L. & Ovesen, N.B. 2. udg. 55 s., 50,00 kr.
- Nr. 219: Kragefuglejagt i Danmark. Reguleringen af krage, husskade, skovskade, råge og allike i sæsonen 1990/91 og jagtudbyttet i perioden 1943-1993. Af Asferg, T. & Prang, A. 58 s., 80,00 kr.
- Nr. 220: Interkalibrering af bundvegetationsundersøgelser. Af Middelboe, A.L., Krause-Jensen, D., Nielsen, K. & Sand-Jensen, K. 34 s., 100,00 kr.

1998

- Nr. 221: Pollution of the Arctic Troposphere. Northeast Greenland 1990-1996. By Heidam, N.Z., Christensen, J., Wählin, P. & Skov, H. 58 pp., 80,00 DKK.
- Nr. 222: Sustainable Agriculture and Nature Values - using Vejle County as a Study Area. By Hald, A.B. 93 pp., 100,00 DKK.
- Nr. 223: Ændringer i bekæmpelsesmidlernes egenskaber fra 1981-1985 frem til 1996. Af Clausen, H. 61 s., 45,00 kr.
- Nr. 224: Natur og Miljø 1997. Påvirkninger og tilstand. Red. Holten-Andersen, J., Christensen, N., Kristiansen, L.W., Kristensen, P. & Emborg, L. 288 s., 190,00 kr.
- Nr. 225: Sources of Phthalates and Nonylphenoles in Municipal Waste Water. A Study in a Local Environment. By Vikelsøe, J., Thomsen, M. & Johansen, E. 50 pp., 45,00 kr.
- Nr. 226: Miljøundersøgelser ved Maarmorilik 1997. Af Johansen, P., Riget, F. & Asmund, G. 35 s., 50,00 kr.
- Nr. 227: Impact Assessment of an Off-Shore Wind Park on Sea Ducks. By Guillemette, M., Kyed Larsen, J. & Clausager, I. 61 pp., 60,00 kr.
- Nr. 228: Trafikdræbte dyr i landskabsøkologisk planlægning og forskning. Af Madsen, A.B., Fyhn, H.W. & Prang, A. 40 s., 60,00 kr.
- Nr. 229: Ynglefugle i Vadehavet 1996. Af Rasmussen, L.M. & Thorup, O. 101 s., 90,00 kr.
- Nr. 230: On the Fetch Dependent Drag Coefficient over Coastal and Inland Seas. By Geernaert, G.L. & Smith, J.A. 20 pp., 35,00 DKK.
- Nr. 231: Mere brændstofeffektive køretøjer. CO₂-konsekvenser og samfundsøkonomi. Af Møller, F. & Winther, M. 74 s., 100,00 kr.
- Nr. 232: Fragmentering og korridorer i landskabet - en litteraturudredning. Af Hammershøj, M & Madsen, A.B. 110 s., 100,00 kr.
- Nr. 233: Anskydning af vildt. Status for undersøgelser 1997-1998. Af Noer, H., Madsen, J., Hartmann, J., Kanstrup, N. & Kjær, T. 61 s., 60,00 kr.
- Nr. 234: Background Concentrations for Use in the Operational Street Pollution Model (OSPM). By Jensen, S.S. 107 pp., 125 DKK.
- Nr. 235: Effekten på sangsvane ved etablering af en vindmøllepark ved Overgaard gods. Af Larsen, J.K. & Clausen, P. 25 s., 35,00 kr.
- Nr. 236: The Marine Environment in Southwest Greenland. Biological Resources, Ressource Use and Sensitivity to Oil Spill. By Mosbech, A., Boertmann, D., Nymand, J., Riget, F. & Acquarone, M. 202 pp., 250,00 DKK (out of print).
- Nr. 237: Råvildt og forstyrrelser. Af Olesen, C.R., Theil, P.K. & Coutant, A.E. 53 s., 60,00 kr.
- Nr. 238: Indikatorer for naturkvalitet i søer. Af Jensen, J.P. & Søndergaard, M. 39 s., 50,00 kr.
- Nr. 239: Aromater i spildevand. Præstationsprøvning. Af Nyeland, B.A. & Hansen, A.B. 64 s., 60,00 kr.
- Nr. 240: Beregning af rejsetider for rejser med bil og kollektiv trafik. ALTRANS. Af Thorlacius, P. 54 s., 74,00 kr.
- Nr. 241: Control of Pesticides 1997. Chemical Substances and Chemical Preparations. By Krongaard, T., Køppen, B. & Petersen, K.K. 24 pp., 50,00 DKK.
- Nr. 242: Vingeindsamling fra jagtsæsonen 1997/98 i Danmark. By Clausager, I. 50 pp., 45,00 kr.
- Nr. 244: Miljøforholdene i Tange Sø og Gudenåen. Af Nielsen, K., Jensen, J.P. & Skriver, J. 63 s., 50,00 kr.