

562

# OPPDRA GSMELDING

E16 ved Kroksund  
- Vurderinger av bruløsninger  
i forhold til fugleforekomster

Ole Reitan



NINA • NIKU

NINA Norsk institutt for naturforskning

E16 ved Kroksund  
- Vurderinger av bruløsninger i  
forhold til fugleforekomster

Ole Reitan

## NINA•NIKUs publikasjoner

NINA•NIKU utgir følgende faste publikasjoner:

### NINA Fagrapport NIKU Fagrapport

Her publiseres resultater av NINA og NIKUs eget forskningsarbeid, problemoversikter, kartlegging av kunnskapsnivået innen et emne, og litteraturstudier. Rapporter utgis også som et alternativ eller et supplement til internasjonal publisering, der tidsaspekt, materialets art, målgruppe m.m. gjør dette nødvendig. Opplag: Normalt 300-500

### NINA Oppdragsmelding NIKU Oppdragsmelding

Dette er det minimum av rapportering som NINA og NIKU gir til oppdragsgiver etter fullført forsknings- eller utredningsprosjekt. I tillegg til de emner som dekkes av fagrapportene, vil oppdragsmeldingene også omfatte befaringsrapporter, seminar- og konferanseforedrag, års-rapporter fra overvåkningsprogrammer, o.a. Opplaget er begrenset. (Normalt 50-100)

### NINA•NIKU Project Report

Serien presenterer resultater fra begge instituttene prosjekter når resultatene må gjøres tilgjengelig på engelsk. Serien omfatter original egenforskning, litteraturstudier, analyser av spesielle problemer eller tema, etc. Opplaget varierer avhengig av behov og målgrupper

### Temahefter

Disse behandler spesielle tema og utarbeides etter behov bl.a. for å informere om viktige problemstillinger i samfunnet. Målgruppen er "allmennheten" eller særskilte grupper, f.eks. landbruket, fylkesmennenes miljøvern-avdelinger, turist- og friluftlivskretser o.l. De gis derfor en mer populærfaglig form og med mer bruk av illustrasjoner enn ovennevnte publikasjoner. Opplag: Varierer

### Fakta-ark

Hensikten med disse er å gjøre de viktigste resultatene av NINA og NIKUs faglige virksomhet, og som er publisert andre steder, tilgjengelig for et større publikum (presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivåer, politikere og interesserte enkeltpersoner). Opplag: 1200-1800

I tillegg publiserer NINA- og NIKU-ansatte sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler, gjennom populærfaglige tidsskrifter og aviser.

Reitan, O. 1998. E16 ved Kroksund - Vurderinger av bruløsninger i forhold til fugleforekomster. - NINA Oppdragsmelding 562: 1-19.

Trondheim, september 1998

ISSN 0802-4103  
ISBN 82-426-82426-0974-8

Forvaltningsområde:  
Naturinngrep  
*Management area:*  
*Major land use change*

Rettinghaver ©:  
NINA•NIKU  
Stiftelsen for naturforskning og kulturminneforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:  
Kjetil Bevanger og Lill Lorck Olden

Montering og layout:  
Lill Lorck Olden

Sats: NINA•NIKU

Kopiering: Norservice

Opplag: 125

Kontaktadresse:  
NINA•NIKU  
Tungasletta 2  
N-7005 Trondheim  
Telefon: 73 80 14 00  
Telefax: 73 80 14 01

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 12399

Ansvarlig signatur:



Oppdragsgiver:

Statens vegvesen, Buskerud vegkontor.

## Referat

Reitan, O. 1998. E16 ved Kroksund - Vurderinger av bruløsninger i forhold til fugleforekomster. - NINA Oppdragsmelding 562: 1-19.

Rapporten vurderer alternative løsninger for linjeføring, brutyper og utforming av støyskjermer og rekkverk for bruer over Kroksund ved ny E16 mellom Rørvik og Vik, i forhold til fugleforekomster og trekk av fugl gjennom sundet. Dette er en sammenhengende del av de viktige fugleområdene i Nordre Tyrifjorden våtmarkssystem og et viktig trekk av fugl foregår gjennom Kroksund og forbinder ulike deler av våtmarkssystemet.

Kroksund er en viktig lokalitet for andefugler, og i antall dominerer noen få arter og særlig svaner. Særlig viktig er forekomstene av sangsvane som er gitt status som «hensynskrevende» på listen over truede/sårbare arter, og hvor Tyrifjorden har en relativt stor andel av den norske vinterbestanden. Svaner er særlig utsatte for kollisjoner med kraftledninger, luftkabler og andre menneskeskapt strukturer på tvers av ledelinjer. Både svaner og andre andefugler bruker Kroksund både for opphold i sundet og ved lokale forflytninger gjennom sundet. Disse trekkbevegelsene synes å være størst om vinteren.

Ved valg av trasé vil en bru over Kroksund ved Sundvollen (alt. 4) være gunstigst for fuglelivet, mens en kombinasjon med jernbanebru vil være mer negativt for fuglelivet enn de andre alternativene.

Valg av brutype vil være viktig for effekter på fuglelivet i området. Alternativene uten overliggende strukturer vil være gunstigst. Generelt bør en unngå høye strukturer gjennom Kroksund på grunn av at det også i den mørkeste del av året, med mye dårlig sikt/lys, bl.a. er mye overvintrende sangsvaner og bevegelser av fugl.

Ved valg av gunstige alternativ for støyskjermer og rekkverk vil en kunne redusere faren for kollisjoner med fugler mot skjermene.

Emneord: Veg - bru-alternativer - E16 - Hole i Buskerud - fugleliv - svaner

Ole Reitan, Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7005 Trondheim.

## Abstract

Reitan, O. 1998. The E16 highway at Kroksund, Buskerud County - Assessments of a new road bridge in relation to birds. - NINA Oppdragsmelding 562: 1-19.

A new E16 highway is planned between Rørvik and Vik in Buskerud County. This highway section includes a new road bridge crossing through Kroksund in the lake Tyrifjorden. This report assesses bridge routing alternatives on birdlife. Kroksund is a particularly important wildfowl habitat, and is connected with the important bird habitats in the Nordre Tyrifjorden wetland system. Important movements of birds take place through Kroksund.

The Kroksund area is especially important for Whooper Swans, a bird species on the Norwegian red list. Tyrifjorden contains about 10% of the total Norwegian wintering population of the Whooper Swan. Swans are vulnerable to collisions with power lines and other man-made structures crossing major flyways. The movements of swans and ducks through Kroksund are most extensive in winter.

The alternative localization of the bridge at Sundvollen is to be preferred from an ornithological point of view. A combination of a road bridge with a railway bridge would be especially negative for the birds.

The alternative bridge constructions have different consequences for birds, and the alternatives without structures above the road are favourable. In general, tall structures should be avoided through Kroksund, because of the abundance of wintering swans and extensive movements of birds during seasons with poor light and sight conditions. Noise barriers should be designed to reduce the risk of bird collisions.

Keywords: Road - bridge alternatives - E16 - Buskerud County - birds - swans

Ole Reitan, Norwegian Institute for Nature Research, Tungasletta 2, N-7005 Trondheim, Norway.

## Forord

Dette er en rapport i forbindelse med planlegging av mulige vegtraseer for ny E16 mellom Rørvik og Vik i Hole kommune i Buskerud fylke. I en tidligere rapport ble naturtyper, naturverdier og naturens sårbarhet i forhold til inngrep kartlagt i dette området. I denne rapporten vurderes mulige alternative løsninger av bruer over Kroksund, både linjeføring, bru-utforming og støyskjermer og rekkverk, i forhold til trekkende fugl gjennom sundet.

Oppdragsgiver har vært Statens vegvesen, Buskerud vegkontor. Kontaktperson for oppdragsgiver har vært Jarle Vaage, som takkes for et konstruktivt og positivt samarbeid.

Trondheim, september 1998

Ole Reitan  
prosjektleder

## Innhold

Referat.....	3
Abstract.....	3
Forord.....	4
1 Innledning.....	5
1.1 Bakgrunn.....	5
1.2 Konflikter mellom bru over Kroksund og fuglelivet i området.....	5
1.3 Problemstilling.....	5
2 Kunnskap og usikkerheter om problematikken bruer og fugleliv.....	7
2.1 Hva kan man si sikkert?.....	7
2.2 Usikkerheter/manglende kunnskaper.....	7
3 Befaring ved Kroksund.....	8
4 Fuglenes opphold og bevegelser lokalt i Kroksund..	9
4.1 Avifaunistiske funksjoner.....	9
4.2 Kvalitative aspekter.....	9
4.3 Sesongvariasjon i fugleforekomster.....	9
4.4 Trekkbevegelser.....	9
4.5 Viktige faktorer for konfliktreduering.....	9
5 Valg av traseer.....	10
5.1 Generelt.....	10
5.2 Alternativer.....	11
5.3 Konsekvenser av ulike alternativ.....	11
6 Valg av brukonstruksjoner.....	12
6.1 Planlagte alternative bru-utforminger.....	12
6.2 Konsekvenser av ulike konstruksjoner/-utforming av bruer.....	12
7 Støyskjermer og rekkverk.....	14
7.1 Konstruksjon av støyskjermer.....	14
7.2 Konsekvenser av ulike utforminger.....	14
8 Litteratur.....	15
Vedlegg.....	16

# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn

Kroksund i Tyrifjorden-Steinsfjorden (**figur 1**) er en viktig fuglelokalitet. I tillegg til å være et viktig overvintringsområde og rasteområde for vannfugler på høst- og vårtrekk, forbinder Kroksund ulike delområder i Nordre Tyrifjorden våtmarkssystem. Det foregår omfattende trekkbevegelser av fugl gjennom Kroksund (Ree 1995a, b, Erikstad m.fl. 1998a, b).

To planlagte samferdselsprosjekter vil få konflikter med bevegelser av fugl gjennom Kroksund. Ved begge prosjektene er det aktuelt med bru over Kroksund, og sårbare fugletrekk vil kunne bli skadelidende. Vår rapport om sårbar natur ved ny E16 forbi Sundvollen påpeker noen av problemene som vil oppstå ved bruløsning over Kroksund, og problemer ved jernbanebru er mer inngående diskutert i rapporten som vurderer traseer for Ringeriksbanen (Erikstad m.fl. 1998a, b). Rapportene viser at man vet noe om problemene, men samtidig er det store uklarheter i forhold til omfang og hvordan man kan forebygge og avbøte problemene.

## 1.2 Konflikter mellom bru over Kroksund og fuglelivet i området

Kroksund er den eneste naturlige ledelinje for svaner og ender på trekk mellom Steinsfjorden og Tyrifjorden, og trekkbevegelsene ble også bekreftet gjennom vannfugtellinger i Nordre Tyrifjorden høsten 1997 (Larsen 1997). Betydningen av Kroksund for overvintrende sangsvaner er spesielt sårbar. Sangsvane har status som «hensynskrevende» på listen over truede/sårbare arter (Størkensen 1996), og Nordre Tyrifjorden/Steinsfjorden har en relativt stor andel (ca. 10 %) av den norske vinterbestanden av sangsvane (O. Reitan & A. Follestad unpubl. data). Kroksund er også viktig fordi isen går relativt tidlig, noe som medfører at vannfugler som ender og svaner trekkes hit relativt tidlig om våren (Ree 1995a, b, Erikstad m.fl. 1998b).

Kroksund som fuglelokalitet er særlig sårbar for inngrep i form av bru(er) over sundet, på tvers av fuglenes ledelinjer. Spesielt gjelder dette hvis det inngår kabler og vanskelig oppdagbare strukturer som etableres i fuglenes flukthøyde. Disse vil kunne medføre fare for kollisjoner for fugler i flukt. Problemer forsterkes under vær- og lysforhold med dårlig sikt (jf. Erikstad m.fl. 1998a). Kroksund var tidligere Buskeruds verste kollisjonspunkt mellom svaner og ledninger før Ringerikskraft AS i 1996 la luftkablene ned i bakken (Ree 1995a:27,1998). Svaner er særlig utsatte for kollisjoner med kraftledninger og luftkabler (jf. Bevanger 1994a).

En veibru over Kroksund vil også medføre kollisjonsfare mellom bil og fugler generelt. Fugler utgjør en relativt stor andel av påkjørte dyr på veier (bl.a. Göransson m.fl. 1978, diskutert seinere).

Vegdirektoratet har i samarbeid med Direktoratet for naturforvaltning utformet noen prinsipper for veibygging for å bevare viktige og sårbare naturverdier (Johnsen m.fl. 1994, Øvreid 1994). Disse går ut på både å ta vare på dyrenes trekkveier, tilpasse veien til naturmiljøet, benytte avbøtende tiltak som vil fungere, og ikke minst bygge planleggingen på god kunnskap om natur og miljø. De første spørsmål for Kroksund vil derfor være hva man sikkert vet om effekter av en bru over et sund, hvilke usikkerheter som foreligger, og hvilke muligheter man har til å forebygge og avbøte negative effekter av en kryssing over Kroksund. Særlig viktig er tiltak som kan redusere barrierevirkninger (jf. Øvreid 1994).

## 1.3 Problemstilling

Målsettingen med dette arbeidet er å vurdere alternativer for vei-/bruføring for E16 over Kroksund med tanke på å redusere konflikter med fugletrekkene i området mest mulig. Dette løses primært ved en problembeskrivelse kombinert med en befaring ved Kroksund, men det foretas ingen gjennomgang av litteratur om problematikken.





**Figur 1** Kart over området med Kroksund og nåværende vei og bru over Sundvollen. - *Map of the area with Kroksund and the existing road and bridge at Sundvollen.*



## 2 Kunnskap og usikkerheter om problematikken bruer og fugleliv

### 2.1 Hva kan man si sikkert?

En bru over Kroksund vil være et lineært inngrep i begrenset bredde som krysser på tvers av en ledelinje for trekkende vannfugler. En bru vil ha prinsipielt tilsvarende virkninger som en vei som krysser en ledelinje for dyrebegivelser på land (jf. Bevanger & Henriksen 1996), men mangler også flere karakteristika knyttet til vei som lineær habitat (jf. Andreassen m.fl. 1995). Problemer med bruer over sund i forhold til fugleliv er lite diskutert bl.a. i veilederne fra bl.a. Vegdirektoratet og Direktoratet for naturforvaltning og heller ikke behandlet ved diskusjon av faunapassasjer som er fokusert på landbiotoper (Johnsen m.fl. 1994, Øvreid 1994, Vegdirektoratet 1998).

Det eksisterer ingen systematiske analyser av problematikken fugl vs. bruer eller empiriske studier fra bruer, fra nord-europeiske forhold. Det eksisterer heller ingen analyser fra norske forhold for hvordan vei og jernbane (og bruer) fungerer som barrierer. Men det har lenge vært kjent at fugler er spesielt utsatte som kollisjonsofre på veier (bl.a. Göransson m.fl. 1978). Dessuten vet vi at kraftledninger kan representere en betydelig dødelighetsfaktor for fugl. En rekke sårbare/truede arter er registrert som kollisjonsofre med kraftledninger (Bevanger 1998). Det er mange menneskeskaptede strukturer som hver for seg eller i kombinasjon kan være effektive barrierer (f.eks. Bevanger & Henriksen 1996, Bevanger m.fl. 1998). En bru vil i denne sammenhengen inneholde elementer fra både veier, gjerder og kraftledninger som økologiske faktorer for trekkende fugler. Årsaken til at bl.a. gjerder og veier (inkl. bruer) kan være farlige for fugler er at fugler generelt flyr lavt ved lokale forflytninger (nærmere beskrevet av Bevanger & Henriksen 1996). Dessuten har sannsynligvis fuglenes reduserte stereoskopiske syn på grunn av øynenes plassering relativt mye på hodesidene stor betydning for fuglenes muligheter til å bedømme avstander (Bevanger 1994b).

For flere vannfuglarter vil en bru bestå av flere atskilte problemer (Erikstad m.fl. 1998b):

- beslagleggelse av areal som fører til tap av næringsårsaksareal (både selve bruarealet og de nærmeste arealene). Det er imidlertid ukjent for bruer over vannarealer hvor langt unna dette vil påvirke fuglene.
- bruene vil påvirke fuglenes atferd, fordi den er:
  - i) en potensiell visuell barriere som gjør at fuglene «snur»
  - ii) et «støysenter» som fuglene potensielt reagerer på

- iii) et sted med mye mas og bråk i anleggsperioden som kan innfluere på fuglenes måte å bruke området på
  - iv) alle mulige kombinasjoner av de tre foregående
  - v) imidlertid er det ukjent på hvilke måter og i hvilken grad hver av påvirkningene er til stede.
- en bru kan føre til både kollisjoner mellom fugl og trafikk og dessuten mellom fugl og kjørelørdning for tog.

Flere av disse problemene er nærmere diskutert for veier av Bevanger & Henriksen (1996). Imidlertid er bruer generelt lite diskutert. I tillegg til de nevnte problemene vil bruhodene representere større naturinngrep på land (Erikstad m.fl. 1998b).

### 2.2 Usikkerheter/manglende kunnskaper

Det synes ikke å foreligge noen systematiske undersøkelser fra konkrete bruprosjekter som viser omfanget av problemene mellom bruer og bevegelser av fugl. Derfor blir det i beskrivelser av virkninger mye «muligens» og «antakeligvis», og lite kvantitative analyser, slik som i de to rapportene som omhandler Kroksund (Erikstad m.fl. 1998a, b). En nærmere utredning av kunnskapsstatus ville kunne evaluere betydningen av hvert delproblem skissert under **kapittel 2.1**.

En eller flere bruer over Kroksund vil inneholde mange faktorer som hver for seg eller kombinert vil gi problemer i forhold til fuglenes forflytninger i området. Våre muligheter til å si noe mer sikkert inneholder imidlertid mange uklarheter, hovedsakelig på grunn av manglende undersøkelser. Følgende uklarheter ble diskutert av Erikstad m.fl. (1998b):

- Den relative trusselen for fuglene av hver faktor vil antakelig være stedsavhengig.
- Det foreligger ikke tellinger fra området som er organisert på en slik måte at det kan estimeres omtrentlig påvirkning av hver faktor (også diskutert med Viggo Ree pers.medd.).
- Ingen undersøkelser eller andre erfaringer kan gi grunnlag for å si noe om hvilke av de nevnte enkeltproblemer som er den største potensielle trusselen for de skisserte bruene i Kroksund-området.
- Det er imidlertid viktig å være oppmerksom på at atferdspåvirkningen (det midterste problemet listet i **kapittel 2.1**) kan ha større effekter på mange vannfuglarter enn de to andre problemene (jf. Bevanger & Henriksen 1996).
- Ulike effekter knyttet til tap av våtmarksarealer, endringer av viktige strukturer og fragmentering, kan samvirke og gi en total påvirkning på fuglebestander med større effekter enn enkeltteffektene summert (jf. Bevanger & Henriksen 1996).



En ledelinje for trekkende vannfugler gjennom Kroksund vil sannsynligvis strekke seg over hele sundet, men med mest bevegelser langs strandkantene (Erikstad m.fl. 1998b), jf. for øvrig **kapittel 4**.

Problemene forbundet med kollisjoner vil forekomme ved ulike situasjoner for en veibru og for en jernbanebru. Ved en jernbanebru vil problemene særlig være til stede der det går ledninger, kabler og andre strukturer som fuglene vil ha problemer med å oppdage under spesielle lysforhold. Det synes å være dårlig med undersøkelser som kan gi noen informasjonen om omfanget (jf. Bevanger & Henriksen 1996). Ved en veibru kan kollisjonsfare mellom bil og fugl være den største trusselen for fuglene, eventuelt støyskjermer og andre høyere strukturer.

Av påvirkningene er det særlig kollisjoner som kan avbøtes med tiltak. I en viss grad er dette f.eks. gjort for flere av bruene i Ringeriksbane-prosjektet, ved at det er tegnet bruer med sidekonstruksjoner, bl.a. for bru over Kroksund (Erikstad m.fl. 1998b). Det er imidlertid usikkert om disse er tilstrekkelige.

Brufundamentering kan også medføre endringer i strømningsforhold i innsjøsystemet, som kan påvirke fuglebiotopene ved endrete råkdannelser og islegging (Erikstad m.fl. 1998b).

Hvilke av problemene som er til stede for en veibru, og hvilke som bare er til stede for en jernbanebru, er foreløpig uklart. Dessuten er det uklart hvilke faktorer som påvirker omfanget av problemene. F.eks. om det er bestemte topografiske forhold som særlig påvirker konflikt-omfanget mellom bevegelser av fugl og en ny bru. Dette må besvares for en optimal løsning av konfliktene.

Såfremt det bygges bruer både for vei og jernbane over Kroksund, er det også grunn til å være oppmerksom på mulige synergistiske effekter overfor bl.a. vannfugler (Erikstad m.fl. 1998b). Dette betyr at plasseringen av en jernbanebru og dens konstruksjon også vil kunne påvirke effektene av en veibru.

### 3 Befaring ved Kroksund

Det ble arrangert en én-dags befaring til Kroksund. Hensikten med befaringen var å få en bedre oversikt over fugleforekomstene i Kroksund, samt et klarere bilde av hvor de største usikkerhetsfaktorene lå. En befaring vil i dette tilfelle være en enkel tilnærming for å komme nærmere konkrete problemløsninger for bru for E16 over Kroksund, for å identifisere og vurdere de ulike problemene for å redusere konfliktene. Befaringen ble gjennomført 4 juni 1998, og inkluderte både en person med god lokal ornitologisk kunnskap (Kendt Myrmo), en person fra Vegvesenet (Jarle Vaage), og en person med spesiell kompetanse om fugl i forhold til menneskeskapt barrierer (Ole Reitan).

## 4 Fuglenes opphold og bevegelser lokalt i Kroksund

### 4.1 Avifaunistiske funksjoner

Kroksund er en sammenhengende del av Nordre Tyrifjorden våtmarkssystem (Erikstad m.fl. 1998a, b). Foreliggende informasjon antyder at hele Kroksund blir mye brukt av fugl. Fuglenes bruk av Kroksund er dels opphold i sundet, av både flokker, par og enkeltindivider som ligger langs land på begge sider og midt i sundet, og dels lokale forflytninger av fugler gjennom Kroksund. Opphold av fugl her kan f.eks. inkludere både næringsøk og hvilende fugler. Forflytningene skjer både for fugler som trekker gjennom Kroksund, men også fugler som flyr opp fra plasser i Kroksund eller lander her. De lokale trekkbevegelsene gjennom sundet synes å være klart større om vinteren enn i resten av året. Det foreligger imidlertid ikke nøyere kartfestinger av fugleantall lokalt innenfor Kroksund-området. Hekkeplasser kan ligge spredt langs strendene gjennom Kroksund (Kendt Myrmo pers.medd.).

### 4.2 Kvalitative aspekter

Det er primært vannfugler og eventuelt også noen grupper våtmarksfugl som er aktuelle fuglearter i Kroksund, både for opphold i sundet og utnyttelse av ledelinjer gjennom sundet under trekk. Mange fuglegrupper og arter vil fly gjennom Kroksund i perioder av året. Imidlertid er inntrykket hos ornitologer som har teltet fugl i Nordre Tyrifjorden at Kroksund er viktigst for andefugler (ender, svaner og gjess), og antallsmessig dominerer noen få arter og særlig svaner (Kendt Myrmo pers.medd.).

Både sangsvane og knoppsvane kan ligge her i store antall i vinterhalvåret, dessuten ligger det kvinand, laksand, stokkand, toppand og kanadagås i sundet i perioder (Kendt Myrmo pers.medd.). Sothøne finnes også i små antall. Sangsvane ankommer stort sett i løpet av oktober. Gjennomsnittlig ble det høsten 1997 teltet 30 vannfugl i Kroksund av 9 arter (Larsen 1997). Det er stort sett de samme artene som er representert som trekkende fugler gjennom Kroksund.

### 4.3 Sesongvariasjon i fugleforekomster

Fuglene er i sommerhalvåret generelt spredt ut over hele Nordre Tyrifjorden inkludert Steinsfjorden, uten klare konsentrasjoner. Utover sommeren øker flokkansamlinger, bl.a. i forbindelse med myting (fjærfelling).

I Kroksund-området er det ansamlinger av flokker av fugler fra november når isen begynner å legge seg, og

utover til isgang, som ofte skjer i begynnelsen av april. I hele denne perioden dominerer svaner (Kendt Myrmo pers.medd.). Mønsteret med islegging og isgang varierer mye mellom årene. Mens Steinsfjorden fryser til, øker mengden av fugl som legger seg i Kroksund. I den strengeste vinterperioden er det åpne råker ofte bare i et mindre parti på begge sider av den nåværende brua ved Sundvollen, og med en kraftig konsentrasjon av fugler i dette området, med flere hundre svaner (av begge arter), kvinand, laksand og noen stokkender. Om våren går isen suksessivt innover forbi Kroksund i mars-april. Svaneflokker ligger her i hele vinterperioden (Kendt Myrmo pers.medd.). Det synes å være klar sammenheng mellom isleggings-mønsteret og konsentrasjonene av fugl i Kroksund. For øvrig er ikke de utførte tellingene analysert med tanke på forekomster i Kroksund separat (jf. Larsen 1997).

Ved siden av fuglekonsentrasjoner i den åpne råken ved nåværende bru, kan det ligge mye fugl flere plasser i og ved Kroksund når det er mer åpent her, særlig ved flere av de små innbukningene langs stranda. Om høsten synes det å være flest fugler innover mot Steinsfjorden, bl.a. toppand (totalt opp til 400 individer), kvinand (opp til 200-250 individer) og kanadagås (opp til 160 individer) (Kendt Myrmo pers.medd.).

### 4.4 Trekkbevegelser

Tellingene er fokusert på fugl i ro på vannet, og det foreligger ingen egne registreringer av trekkbevegelser av fugler gjennom Kroksund. Det er naturlig at det meste av slike lokale forflytninger av fugler følger ledelinjer, i Kroksund mest sannsynlig langs strandlinjene (Erikstad m.fl. 1998b). Det generelle inntrykket etter flere tellinger er at det muligens foregår mest forflytninger av fugl langs nordsida av Kroksund (Kendt Myrmo pers.medd.). Man har registrert at det foregår mye trekkbevegelser av fugl gjennom Kroksund. Imidlertid vil mangel på egne registreringer av omfang og steds- og tidsdynamikken i dette trekket, medføre at mange av vurderingene av effekter og avbøtende tiltak vil være usikre. Dette gjelder særlig ulikheter mellom fuglenes bruk av strandnære- og midtsunds-områder.

### 4.5 Viktige faktorer for konfliktredusering

Det ble satt som mål å identifisere faktorer som er viktige for å redusere konflikter, inkludert hvilke fuglearter som er «konfliktarter».

Konfliktene vil særlig ramme andefugler, og spesielt vil svaner være sårbare for kollisjoner med menneskeskapte strukturer på tvers over sundet. De største konfliktene vil være overfor sangsvane (jf. Erikstad m.fl. 1998a, b). Konsentrasjonene av fugl er størst i vinterhalvåret, og sangsvane er til stede mellom oktober og april (jf. Larsen 1997). Mønsteret i fugleforekomster i Kroksund i denne

perioden synes å være mye påvirket av isforholdenes utvikling gjennom vinteren.

En annen faktor som er særlig viktig for flygende fugler i denne perioden er lysforholdene, med korte dager, lange skumrings-/demringsperioder, og periodevis også dårlig sikt p.g.a. tåke regn og snø.

Det foreligger ikke informasjon om noen lokale plasser i Kroksund som er mer utsatt enn andre, men det er stor variasjon mellom år, og gjennom vinteren, i forhold til hvilke plasser som har størst verdi for fuglene.

Forstyrrelser må særlig kunne påregnes i anleggsperioden. Den gunstigste perioden for anleggsarbeid i forhold til fugleforekomster og -bevegelser gjennom Kroksund, er sommerhalvåret, mellom mai og september.

## 5 Valg av traseer

### 5.1 Generelt

Flere av alternativene for ny E16 Rørvik-Vik innebærer kryssing av Kroksund ved hjelp av ny veibru. Brukonstruksjonene for ny veibru vil generelt være ca. 12 m breie (derav 10 m kjørebredde), men de ulike alternativene har litt varierende lengde. Veibanehøyden er generelt planlagt på kote 70 (se nærmere beskrivelse i **kapittel 6.1**)

En veibru, kombinert med en jernbanebru, vil dekke en total bredde på ca. 34 m, det vil si omtrent tredobling av korridorbredden over Kroksund. En jernbanebru er forutsatt å ha skinnehøyden maksimalt på kote 76 m, det vil si inntil 6 m høyere enn en enkel veibru. Ved en kombinert bru er det imidlertid forutsatt at veibanehøyde og skinnehøyde vil ligge på samme nivå. En jernbanebru vil også ha kjøreledninger og andre strukturer som strekker seg høyere enn en veibru med eventuelle støyskjermer.

Anleggsperioden vil strekke seg over ca. 2 år. I denne perioden vil brua ha breiere konstruksjon enn seinere, samt kraner og master. Anleggsarbeidet vil ha mindre negative effekter på de sårbare fugleforekomstene hvis mest mulig av dette begrenses til, eller utøves i, sommerhalvåret (se **kapittel 4**). Anleggsutstyr som står gjennom vinteren kan likevel medføre større barrierer for fugleforflytninger enn bare selve veibrua vil gjøre. Vi forutsetter for vurderingene videre i dette kapitlet at anleggsarbeid har opphold i den perioden det er mest fugler til stede i Kroksund (jf. **kapittel 4**). Blir det aktuelt å foreta anleggsarbeid i vinterhalvåret, vil det bli:

- 1) mer negative effekter på fugleforekomstene enn det vi vurderer i de følgende delkapitler
- 2) større ulikheter mellom gunstige og ugunstige bruløsninger.

Dette medfører også at hvis det velges en kontinuerlig anleggsperiode gjennom hele året, vil det være bedre å gjøre arbeidet over tre somre enn over tre vintre.

Det er neppe ulikheter mellom brualternativene når det gjelder effekter av valg av anleggsperiode, bortsett fra at det generelt vil være flere negative effekter ved å gjøre anleggsarbeid i vinterhalvåret ved et bredere enn et smalt brualternativ.

Vi forutsetter også for vurderingene at det velges ett av de alternativene for utforming av veibru som er minst problematisk for fuglebevegelsene (alternativ 1-3; se **kapittel 6**). Velges et av de andre alternativene ved utformingen, vil konfliktene vurdert i dette kapitlet være mer negative.

## 5.2 Alternativer

De ulike alternative traseene for ny veibru er vist i **vedlegg 1** og beskrevet i **tabell 1**. Det er til sammen framlagt seks alternativer for bru, derav 5 med bare veibru og 1 med vei- og jernbanebru i kombinasjon. Generelt ligger det ett alternativ (alt. 4) nordøst for nåværende kryssing ved Sundvollen og ett alternativ (alt. 1b) litt vest for de andre. Alle andre alternativ krysser fra et parti på under 200 meters bredde på sørsida ved Rørvik, rett over sundet til et maksimalt 200 m bredt parti på nordsida ved Rudstangen. Traséalternativene 1a, 2a, 2b og 6 ligger derfor stort sett i en maksimalt 200 m brei korridor over Kroksund. Da ingen nærområder til denne korridoren synes å skille seg ut ved å ha spesielt mer fuglekonsentrasjoner enn resten av Kroksund-området, og traséalternativene 1a, 2a og 6 har samme bredde og utforming på brua, vil det neppe være ulikheter i effekter på fuglelivet av disse tre alternativene.

Dette medfører at effektene vil vurderes separat for alternativene:

- alt. 4 Sundvollen
- alt. 1b Rørvik - Hammeren
- alt. 2a, 1a og 6 Rørvik - Rudstangen
- alt. 2b Veibru i kombinasjon med jernbanebru

Det er også lagt fram forslag til tunnel under Kroksund som alternativ til bru (jf. **vedlegg 1**). Dette antas ikke å ha negative effekter på fugleforekomster, og er ikke vurdert her.

**Tabell 1** Lokalisering av de ulike alternative traseene for ny veibru over Kroksund (navn: se kart i **vedlegg 1**).

Alt.	Lokalisering
4	På nordsida av nåværende bru og veifylling ved Sundvollen
2a	Fra Rørvik og rett nord over sundet til Rudstangen
6	Fra Rørvik og rett nord over sundet til Rudstangen
2b	Fra Rørvik og rett nord over sundet til Rudstangen; kombinert med jernbanebru
1a	Fra Rørvik og rett nord over sundet til Rudstangen
1b	Fra Rørvik og bøyer av mot nordvest til Hammeren

**Tabell 2** Vurderte virkninger av de alternative traseer for ny veibru over Kroksund (navn: se **vedlegg 1**). Problemer for fuglene: a = beslagleggelse av areal for vannfugl, b = barriere-effekt for vannfugl i anleggsperioden som kan bli varige, d = kollisjonsfare mellom fugl og strukturer; to bokstaver: problemet anses viktig, en bokstav: problemet til stede men i begrenset grad (bokstav i parentes betyr at det er mulig problemet er lite), ingen bokstav: ingen eller svært lite problem. Ved vurdering av konsekvensens totale betydning er særlig svaneforekomster i vinterhalvåret tillagt vekt (jf. **kapittel 4**) og terminologi følger Vegdirektoratets håndbok 140.

Alt.	Beskrivelse	Problemer for fuglene	Konsekvensens betydning
4	Sundvollen	a, (b), (d)	Liten - middels negativ konsekvens
1b	Rørvik-Hammeren	a, b, d	Middels negativ konsekvens
2a, 1a, 6	Rørvik-Rudstangen	a, b, d	Middels negativ konsekvens
2b	Veibru i kombinasjon med jernbanebru	a, bb, c, dd	Stor negativ konsekvens

Videre antas konsekvensene av en åpning av fyllinger i nåværende vei ved Sundvollen ikke å ha negative konsekvenser for fugleforekomstene forutsatt at arbeidet gjøres om sommeren (jf. **kapittel 6.2**).

## 5.3 Konsekvenser av ulike alternativ

Er det forskjell på de ulike framlagte brualternativer og deres konsekvenser for fuglelivet i Kroksund? Størrelsen på konfliktene og konsekvensene mellom en bru og fuglebevegelser gjennom Kroksund vil også vurderes for de ulike alternativene. Dette gjøres særlig med tanke på hvordan det er mulig å redusere konfliktene.

Effektene på vannfugl er vurdert for de ulike alternativene i **tabell 2**. De ulike problemene er forsøkt estimert ved å bruke en tredelt skala med 0-2 bokstaver i tabellen. Denne vurderingen medfører usikkerheter og er basert på de forutsetninger som er gitt i **kapittel 5.1**.

Generelt viser denne enkle analysen at alternativ 4 er gunstigst med tanke på fuglelivet, muligens med liten negativ konsekvens totalt sett, ved valg av gunstigste utforminger av veibru med skjermer etc. Det er lite sannsynlig at konsekvensene for linje-alternativene 1a, 1b, 2a og 6 kan skilles, og vil totalt sett ha middels konsekvens ved gunstigste utforming av brua (se **kapittel 6.2**). En kombinasjon med jernbanebru vil være klart mer negativ enn de andre alternativene, og diskuteres separat i det følgende.



Denne vurderingen av veibru i forhold til jernbanebru er basert på skisserte tegninger fra Statens vegvesen, og er vurdert bl.a. også i forhold til de øvrige veibru-alternativene, og det er tatt hensyn til områdets store verdi for vannfuglene. Det er her forutsatt en total høyde på brukomplekset på kote 76 for veibane og skinner, med overliggende strukturer, og tegninger av skjerming av kjøreledninger slik det går fram av Erikstad m.fl. (1998b). Dette er derfor ikke en vurdering av jernbanebru-alternativer, men en vurdering av en veibru kombinert med en skisse av jernbanebru, med de usikkerhetene som dette inkluderer.

Dette er ornitologisk sett heller ikke nødvendigvis den mest optimale plassering av en veibru i forhold til en eventuell jernbanebru. For å oppnå de gunstigste effektene i forhold til vannfuglene er det ikke gitt at dette er 1) enten å legge de side om side, eller 2) å legge de så langt fra hverandre som mulig. Dette kan sannsynligvis bare løses ved hjelp av mer kompliserte analyser med mer data på fuglenes bruk av Kroksund.

Finnes en optimal plassering av en veibru i forhold til konflikter med fuglenes bevegelser? Umiddelbart synes disse vurderingene å antyde at en nordøstlig plassering er gunstigst. Også denne plassering (alt. 4) har noen negative effekter. Hvis større åpninger under nåværende veikryssing ved Sundvollen fører til mer vanngjennomstrømning og mer åpent vann i kritiske perioder om vinteren, vil antakelig et brualternativ på østsida ved Sundvollen være mer fordelaktig i forhold til de andre kryssingsstedene enn det som her er vurdert.

## 6 Valg av brukonstruksjoner

### 6.1 Planlagte alternative bru-utforminger

Generelt vil brukonstruksjonene være ca. 12 m breie. Veibanehøyden vil være på kote 70 meter, det vil si 7 m over innsjøens høyest regulerte vannstand (HRV; Tyrifjorden har en regulering på 1 m, men med et vannivå høyere enn HRV i flomperioder). I tillegg er det inkludert en 2 meter høy støyskjerm nær landsidene og 70 cm rekkverk på resten av brua ved alle alternativene.

Ulikhetene mellom disse brutypene er - med tanke på virkninger på fuglelivet - særlig knyttet til strukturer og ikke til materialer i en bru. **Alternativene 1-3** ved ny bru ved Rørvik har ingen overliggende strukturer utenom støyskjermer og rekkverk. De skilles på hvorvidt de har, eller ikke har, underliggende buer, om disse er i hele eller deler av bruas lengde, og lengde på spenn. Ledninger til lysmaster vil ligge i konstruksjonen. **Alternativ 4** har fem overliggende buer i midtre del av brua, som totalt rager maksimalt 10 meter over veibanen. **Alternativ 5** har to tårn plassert på midtre deler av brua, som rager opptil ca. 35 m over veibanehøyden. Jf. for øvrig **tabell 3**.

### 6.2 Konsekvenser av ulike konstruksjoner/utforming av buer

Her vurderes de alternative utforminger av bruene, og hvilke effekter de vil ha på fuglelivet. Er det forskjell på de ulike alternativene og deres konsekvenser for fuglelivet i Kroksund? Hvor store er konsekvensene for de ulike alternativene? Vi har her vurdert dette ut fra dagens kunnskapsnivå slik det er skissert i **kapittel 2**.

**Tabell 3** Beskrivelse av de vurderte alternative brutyper ved ny bru ved Rørvik (alternativene 1-6) og endringer i den gamle brua ved Sundvollen. Under «brutyper» er det henvist til rapport fra Statens vegvesen (1998). Tegninger av bruene vist i **vedlegg 2-6**.

Alt.	Brutype	Beskrivelse
1	Bjelkebru stål/betong. Tilsvare alt. A i kap. 5.5 i rapporten. <b>Jf. vedlegg 2</b>	2 bjelker i betong/stål (H = 1,25 m) - 16 spenn à 32,5 m - i hele bruens lengde. Lav kantdrager, rekkverk i stål.
2	Kasse i hovedspenn. Tilsvare alt. B i kap. 5.5 i rapporten. <b>Jf. vedlegg 3</b>	Kasse i stål eller betong (H = 2,0 m) - hovedspenn 50 m - i hele bruens lengde. Bjelker i sidespenn.
3	Underliggende bue i stål. Tilsvare alt. A i kap. 5.3 i rapporten. <b>Jf. vedlegg 4</b>	Underliggende buer i stål - 15 spenn ca. 35 m - i hele bruens lengde.
4	Overliggende buer. Tilsvare alt. A i kap. 5.4 i rapporten. <b>Jf. vedlegg 5</b>	Overliggende buer i stål - 5 hovedspenn a ca. 65 m - i midtre del av brua.
5	Kabelbru med 2 tårn. Tilsvare alt. C i kap. 5.4 i rapporten. <b>Jf. vedlegg 6</b>	Assymmetrisk kabelbru m/ 2 tårn, ca. 200 m hovedspenn - i midtre del av brua. Bjelkebru i sidespenn.
Stålbjelkebru ved Sundvollen		Erstatning av 2 fyllinger med buer. Veibanehøyde som i dag.

Generelt vil de ulike bru-utformingene ikke påvirke størrelsen på beslaglagte arealer, f.eks. nærings søksarealer til fuglene. Det er imidlertid mulig at alternativene 4-5, som har overliggende strukturer, kan redusere kvaliteten til større nærområder enn alternativene 1-3, ved at disse blir langt mindre attraktive å bruke for fuglene.

Brua vil påvirke fuglenes atferd (jf. **kapittel 2.1**), f.eks. ved at den fungerer som en barriere, særlig i perioder med mye trafikk eller på grunn av høye brustrukturer, eller ved at fugler særlig i oppflukt vil kolliderer med biler i perioder med dårlige lysforhold. Problemer med kollisjoner mellom fugl og bil antas å være lite, og begrenset til de deler som ikke har støyskjerm. Kollisjoner med høye, overliggende strukturer kan bli et problem under dårlige lys- og siktforhold. Kollisjoner med støyskjermer diskuteres i neste kapittel.

Fugler som enten er konsentrert til Kroksund i deler av året, eller trekker gjennom Kroksund, tilhører stort sett gruppen andefugler (ender, svaner og gjess), jf. **kapittel 4**. For disse fuglene er det bare unntaksvis at noen individer vil krysse under så lave buer som dem det er aktuelt å bygge gjennom Kroksund. Dette betyr at det neppe vil være ulikheter i påvirkning på fuglene mellom de skisserte brualternativene på grunn av strukturene under veibane høyden. Dette medfører at vi har vurdert effektene som like for alternativene 1-3, mens alternativene 4 og 5 skiller seg ut. Ved alternativene 1-3 vil total høyde opp til overkant av støyskjerm være maksimalt 10 m når vannivået ligger på lavest regulert vannstand (antakelig bare i en kort periode på seinvinteren), der det ikke er støyskjerm kanskje bare 7 meter. Ved alternativene 4, og særlig 5, vil total høyde på strukturene være til dels være mye høyere (jf. **kapittel 6.1**).

Dette betyr at alternativene 1-3 vurderes til å ha like effekter på fugler, mens alternativene 4 og 5 vil ha større negative effekter på fuglene. Ulikhetene mellom alternativene er beskrevet i **tabell 4**. Det antas at det særlig er lokale forflytninger av fugl gjennom Kroksund som blir negativt påvirket, men ved alternativ 5 og dels også 4 kan i tillegg fuglene generelt unngå å legge seg nær bruene.

Som en konklusjon på de skisserte bru-utformingene, er alternativene 1-3 de gunstigste for fuglene, med færrest negative effekter. Alternativ 5 vil være mest negativt. Generelt bør en unngå høye strukturer gjennom Kroksund på grunn av at det også i den mørkeste delen av året, med mye dårlig sikt, bl.a er mye overvintrende sangsvaner og bevegelser av fugl.

Ombyggingen av bru ved Sundvollen antas å ha liten påvirkning på fuglene, så fremt man foretar anleggsarbeidet om sommeren, og unngår perioden oktober - april. Det planlegges imidlertid helårs anleggsdrift, og arbeid om vinteren kan ha negative effekter på fuglelivet, særlig i vintre med mye tilfrysing ved Kroksund.

**Tabell 4** Vurderte virkninger på fuglene av de ulike alternative brutyper ved ny bru ved Rørvik (alternativene 1-6) og endringer i den gamle brua ved Sundvollen.

Alt.	Brutype	Virkninger
1-3	Ingen overliggende buer eller tårn	Flygende fugler må stige minst 10 m i høyde, for å komme over brua. Øker en fugls energibruk. Som enkeltfaktor vil dette neppe redusere totalt fugletrekk, verken for svaner eller andre andefugler.
4	Overliggende buer	Fuglene vil her stige dobbelt så mye i høyde, som ved alternativ 1-3. Uklart om dette bare vil skje på den midtre del av brua. Mulig at visuell barriere vil være så stor at trekkbevegelser generelt reduseres.
5	Kabelbru med 2 tårn	Hele midtre del av brua antas å medføre en barriere for lokale trekkbevegelser gjennom Kroksund. En tilvenning til lavere trekk kan forekomme helt inne ved land, på begge sider.
Stålbjelkebru ved Sundvollen		Antakelig vil dette ha liten virkning på fugler (se teksten).

## 7 Støyskjermer og rekkverk

### 7.1 Konstruksjon av støyskjermer

Det er planlagt 2 meter høye støyskjermer på brua nærmest land, på hver side av sundet. På midten av brua er det skissert et ca. 70 cm rekkverk. Støyskjermer er tegnet i flere alternativer:

Alt. A - med høy (2,0 m) støyskjem nærmest land, og lav (0,8 m) støyskjem på midtre deler - begge transparente. Jf. **vedlegg 7**.

Alt. B - med høy (2,0 m) støyskjem nærmest land, videre nedtrappende til 1,5 m og så lav (0,8 m) støyskjem på midtre deler - alle transparente.

I tillegg er støyskjermene tegnet i 2 alternative detaljutførelser:

Alt. 1 - horisontale sprosser og 3 felt a ca. 0,6 m i høyden. Jf. **vedlegg 8**.

Alt. 2 - i glassfelt på ca. 2x2 m er det planlagt horisontale rør kun på innsiden.

Dette inneholder derfor både hvordan man skal trappe ned en støyskjermering utover langs brua og en nærmere utførelse av støyskjermen. For fuglene er det her sannsynligvis viktigere med materialet eller oppdagbarheten av skjermene, enn omfanget på skjermene.

### 7.2 Konsekvenser av ulike utførelser

Det antas å ha generelt liten betydning for fuglene om en skjerm strekker seg 80, 150 eller 200 cm over veibanen. Det er kun flygende fugler som blir berørt, og disse vil sannsynligvis fly klart høyere enn brua ved de fleste lysforhold. Forutsatt at man kan konstruere skjermene som fuglene kan oppdage, også under dårlig sikt og lysforhold, vil forskjellene på de ulike høye skjermene være små. Hvis man derimot konstruerer skjermene med mye klare, gjennomsiktige glassruter, kan det være like fornuftig å velge mest mulig lave skjermene. Imidlertid vil problemene sannsynligvis være størst nærmest land, med en antatt, relativt stor andel av fuglebevegelsene her.

Derfor vil utførelsen av skjermene være viktig. Generelt bør man:

- 1) velge et ugjennomsiktig materiale øverst på skjermen slik at fuglene ikke fristes til å fly lavere enn dette nivået. Dette gjelder særlig skjermhøyden på over 1,0 m.

- 2) velge glassruter som er mest mulig oppdelt. Sprosser vil for fuglene være lettere å oppdage enn rør på innsiden.
- 3) bruk av mindre gjennomsiktig glass er sannsynligvis gunstig for fuglene.

Av de skisserte alternativene antas derfor alt. 2 å være farligere for den enkelte flygende fugl enn alt. 1, og sannsynligvis er alt. 1 bedre enn alt. 2. Imidlertid er det uansett viktig med en markering av høyeste nivå på avskjermingen ved hjelp av et ugjennomsiktig materiale øverst.

Til tross for at man har valgt den minst problematiske løsningen for støyskjermering, kan det likevel bli kollisjoner med fugler mot skjermene. I tilfelle kan det være virksomt å montere rovfuglsilhuetter på glassflater.

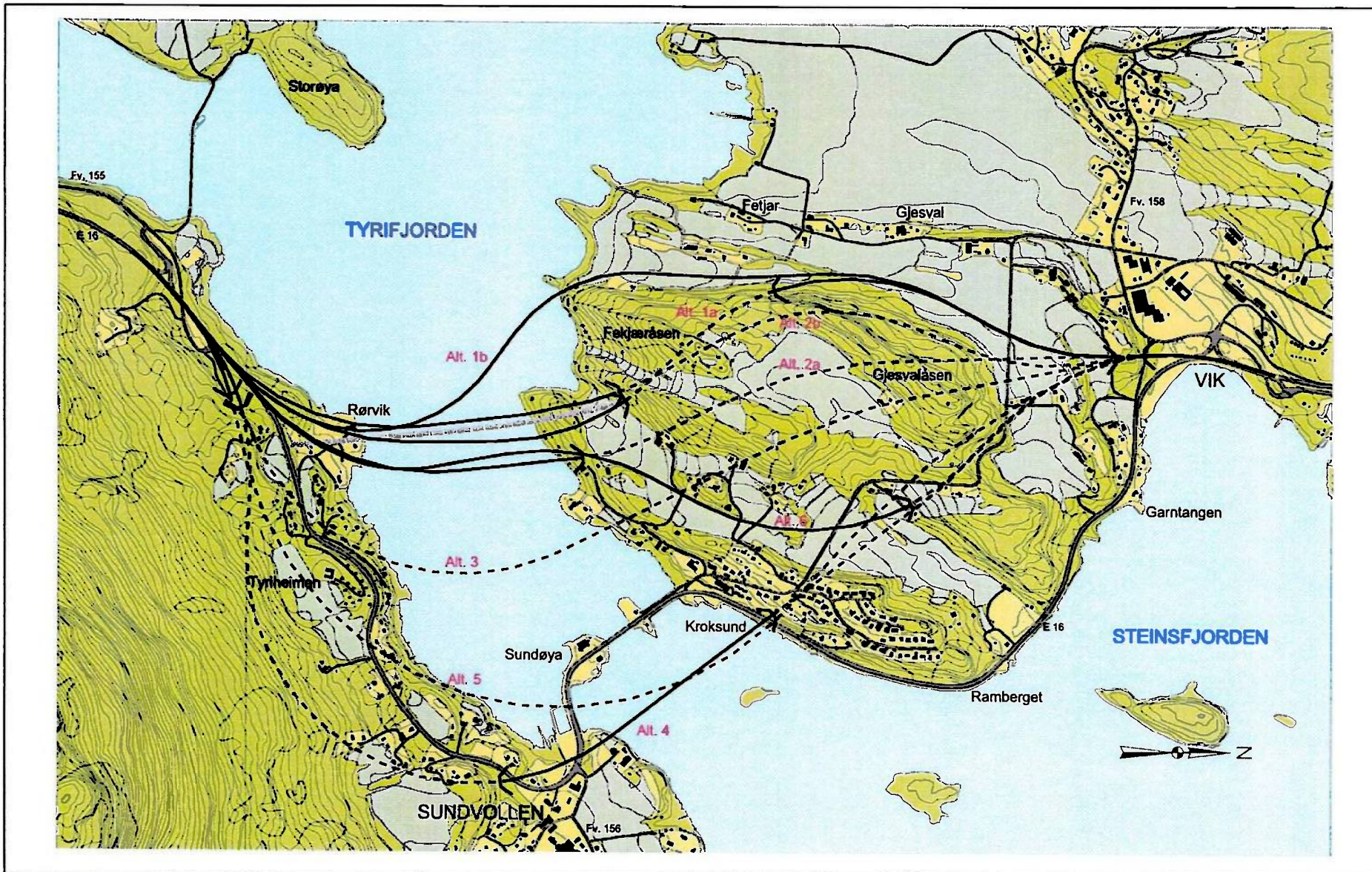
## 8 Litteratur

- Andreassen, H.P., Fauske, J. & Steinset, O.K. 1995. Lineære habitater. Opprinnelse, funksjon, struktur og forvaltningshensyn. - *Fauna* 18: 62-89.
- Bevanger, K. 1994a. Konsekvenser av en 66 kV kraftledning for fuglelivet ved Borrevann, Vestfold. - NINA Forskningsrapport 52: 1-37.
- Bevanger, K. 1994b. Bird interactions with utility structures: collision and electrocution, causes and mitigating measures. - *Ibis* 136: 412-425.
- Bevanger, K. 1998. Biological and conservation aspects of bird mortality caused by electricity power lines; a review. - *Biological Conservation* 86: 67-76.
- Bevanger, K. & Henriksen, G. 1996. Faunistiske effekter av gjerder og andre menneskeskapt barrierer. - NINA Oppdragsmelding 393: 1-26.
- Bevanger, K., Brøseth, H. & Sandaker, O. 1998. Dødelighet hos fugl som følge av kollisjoner mot kraftledninger i Mørkedalen, Hemsedalsfjellet. - NINA Oppdragsmelding 531: 1-41.
- Erikstad, L., Reitan, O., Storeid, S.-E. & Stabbetorp, O. 1998a. Kartlegging av naturtyper og verdifull og sårbar natur ved Sundvollen i Hole kommune. - NINA Oppdragsmelding 540: 1-40.
- Erikstad, L., Reitan, O., Stabbetorp, O. & Ytrehorn, O. 1998b. Ringeriksbanen - en landskapsøkologisk analyse av konsekvensene for ulike traseer gjennom Hole og Ringerike kommuner. Rapportmanus; 50 s.
- Göransson, G., Karlsson, J. & Lindgren, A. 1978. Vägars inverkan på omgivande natur. II. Fauna. - Statens Naturvårdsverk. SNV PM 1069: 1-124.
- Johnsen, A.-K., Jørgenvåg, J., Schjetne, S. & Helgestad, A.K. 1994. Veg og strandsoner. - Direktoratet for naturforvaltning, Norges vassdrags- og energiverk & Statens vegvesen Vegdirektoratet, Trondheim & Oslo. 93 s.
- Larsen, B.H. 1997. Systematiske vannfuglitellinger i Nordre Tyrifjorden våtmarkssystem august 1997 - august 1998. Foreløpig rapport - desember 1997. - Fugler og natur i Buskerud Rapport nr. 3-1997. 19 s.
- Ree, V. 1995a. Fuglelivet i og ved Nordre Tyrifjorden. En presentasjon av reservater og nærliggende våtmarker i ornitologisk sammenheng. - Ringerike Viltneemd, Hønefoss.
- Ree, V. 1995b. Nordre Tyrifjorden-området i Buskerud - en av Norges viktigste innlandslokaliteter for våtmarksfugl. - *Vår Fuglefauna* 18: 15-18.
- Ree, V. 1998. Utvidelse av verneområdene i Nordre Tyrifjorden: Ramsar-sekretariatet ber norske myndigheter følge opp NOFs forslag. - *Vår Fuglefauna* 21: 19-22.
- Statens vegvesen. 1998. E16 Rørvik - Vik. Kryssing av Tyrifjorden ved Kroksundet. Forprosjekt. Juni 1998. - Statens vegvesen buskerud vegkontor, Drammen.
- Størkersen, Ø.R. 1996. Nye rødlister for truede arter i Norge. - S. 71-78 i Brox, K.H. (red.). *Natur* 96/97. Tapir forlag, Trondheim.
- Vegdirektoratet. 1998. Faunapassasjer. Hva er gjort i Europa - hva gjør vi i Norge? - Statens vegvesen Vegdirektoratet Miljø- og samfunnsavdelingen Rapport 98/05. 44 s. + vedlegg.
- Øvreid, K. (red.). 1994. Veg og natur. Vegvesenets håndbokserie 177. - Statens vegvesen & Direktoratet for naturforvaltning, Oslo & Trondheim. 77 s.

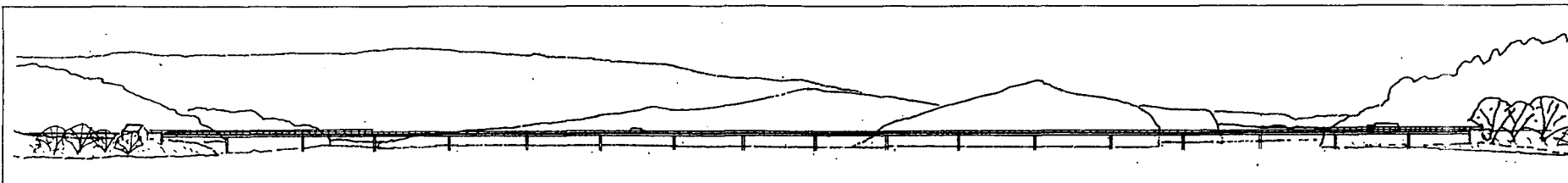


## Vedlegg

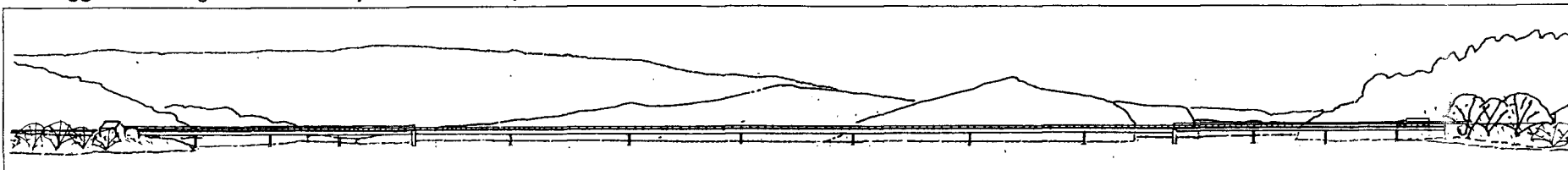
1. Alternative linjer for E16 mellom Rørvik - Vik. Vi har kun vurdert brualternativene.
2. Utforming av bru - alt. 1. Bjelke-kassebru. Bjelkebru i betong.
3. Utforming av bru - alt. 2. Bjelke-kassebru. Stålkasse.
4. Utforming av bru - alt. 3. Underliggende bæring. Buebru i stål.
5. Utforming av bru - alt. 4. Overliggende bæring. 5 buer.
6. Utforming av bru - alt. 5. Overliggende bæring. Skråstagbru.
7. Støyskjerm alternativ i glass m/ avtrapping.
8. Støyskjerm i glass detaljutforming.



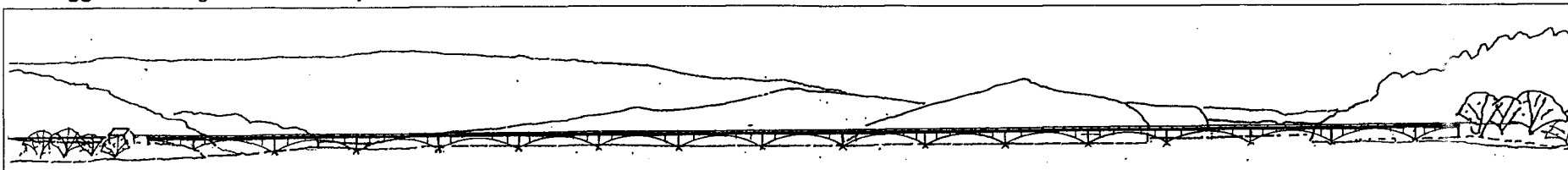
**Vedlegg 1.** Alternative linjer for E16 mellom Rørvik - Vik. Vi har kun vurdert bualternativene.



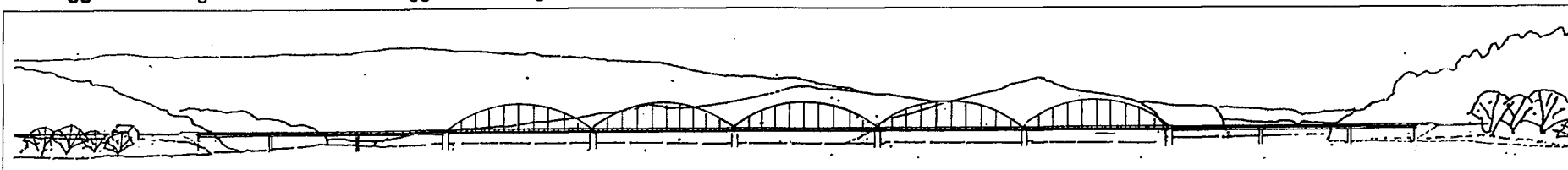
**Vedlegg 2.** Utforming av bru - alt. 1. Bjelke-kassebru. Bjelkebru i betong.



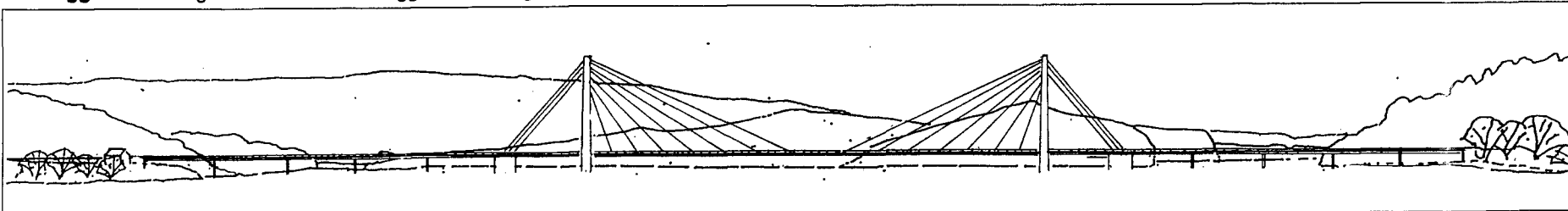
**Vedlegg 3.** Utforming av bru - alt. 2. Bjelke-kassebru. Stålkasse.



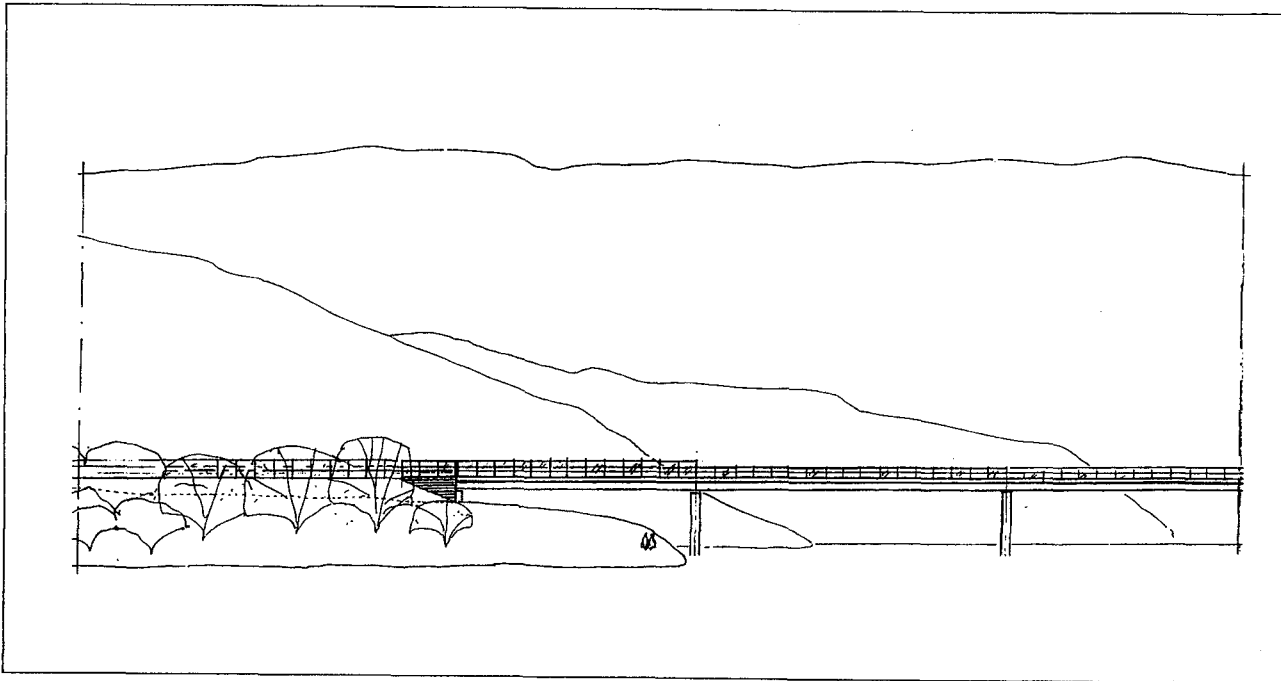
**Vedlegg 4.** Utforming av bru - alt. 3. Underliggende bæring. Buebru i stål.



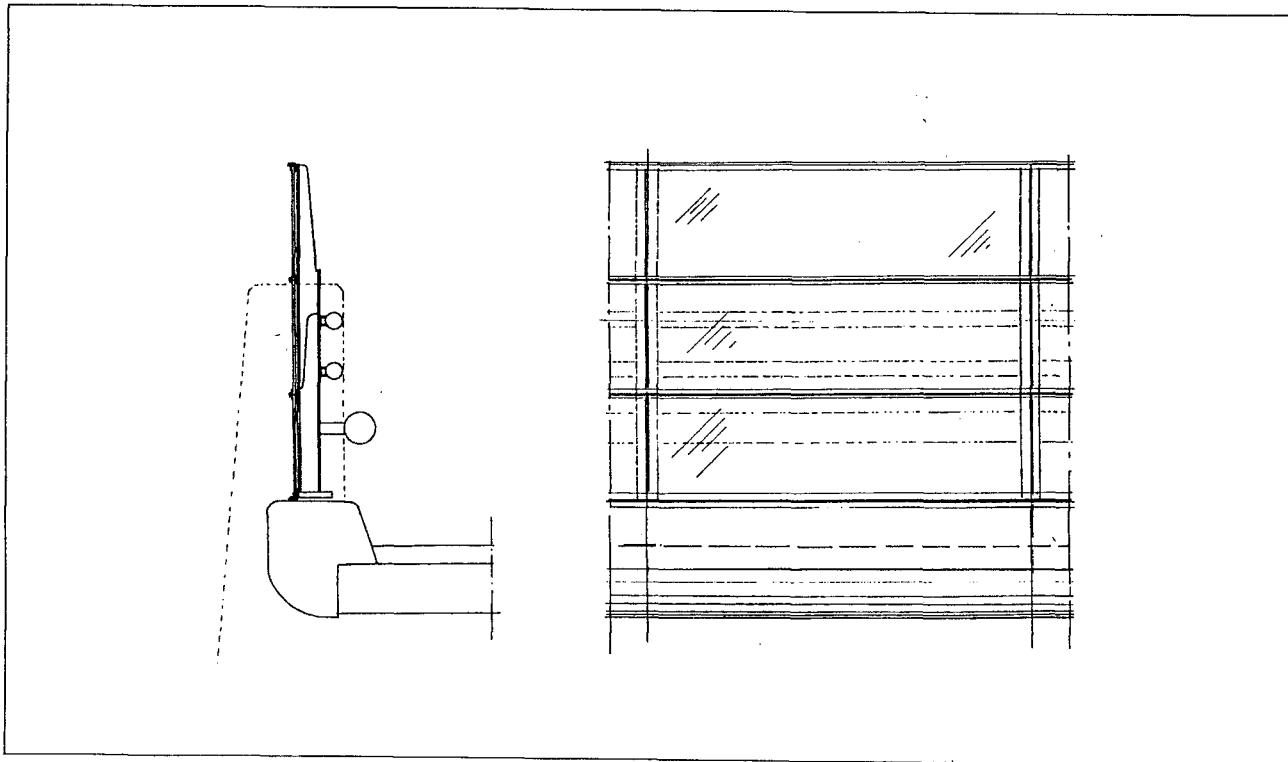
**Vedlegg 5.** Utforming av bru - alt. 4. Overliggende bæring. 5 buer.



**Vedlegg 6.** Utforming av bru - alt. 5. Overliggende bæring. Skråstagbru.



**Vedlegg 7.** Støyskjerm alternativ i glass m/ avtrapping.



**Vedlegg 8.** Støyskjerm i glass detaljutforming.



ISSN 0802-4103  
ISBN 82-426-0974-8

562

**NINA  
OPPDRAGS-  
MELDING**

NINA Hovedkontor  
Tungasletta 2  
7005 TRONDHEIM  
Telefon: 73 80 14 00  
Telefax: 73 80 14 01

**NINA  
Norsk institutt  
for naturforskning**