

637

OPPDRAKSMELDING

Analyse av naturens sårbarhet
i forhold til planlagt ny
vannoverføringstunnel
Holsfjorden - Oslo

Lars Erikstad
Odd E. Stabbetorp



NINA • NIKU

NINA Norsk institutt for naturforskning

Analyse av naturens sårbarhet
i forhold til planlagt ny
vannoverføringstunnel
Holsfjorden - Oslo

Lars Erikstad
Odd E. Stabbetorp

NINA•NIKUs publikasjoner

NINA•NIKU utgir følgende faste publikasjoner:

NINA Fagrapport

NIKU Fagrapport

Her publiseres resultater av NINAs 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 befæringsrapporter, seminar- og konferanseforedrag, årsrapporter fra overvåkningsprogrammer, o.a. Opplaget er begrenset. (Normalt 50-100)

NINA•NIKU Project-Report

Serien presenter resultater fra begge instituttene prosjekter når resultatene må gjøres tilgjengelige på engelsk. Serien omfatter original egenforskning, litteraturstudier, analyser av spesielle problem eller tema, etc. Opplaget varierer avhengig av behov og målgruppe.

Temahefter

Disse behandler spesielle tema og utarbeides etter behov bl.a. for å informere om viktige problemstillinger i samfunnet. Målgruppen er "allmenheten" eller særskilte grupper, f.eks. landbruket, fylkesmennenes miljøvernafdelinger, 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.

Erikstad, L. & Stabbetorp, O. E. 2000. Analyse av naturens sårbarhet i forhold til planlagt ny vannoverføringstunnel Holsfjorden - Oslo. - NINA Oppdragsmelding 637: 1-17.

Oslo, mars 2000

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-1116-5

Forvaltningsområde: Naturinngrep/konsekvensutredning
Environmental impact assessment

Rettighetshaver ©:

NINA•NIKU Stiftelsen for naturforskning
og kulturminneforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Grafisk produksjon:

Elisabeth Mølbach

Tegnekontoret NINA•NIKU

Sats: NINA•NIKU

Kopiering: Kosisentralen AS

Opplag: 100

Trykt på miljøpapir

Kontaktadresse:

NINA•NIKU

Tungasletta 2

7485 Trondheim

Tel.: 73 80 14 00

Fax: 73 80 14 01

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 15152

Ansvarlig signatur:



Oppdragsgiver: VBB Samfunnsteknikk

Referat

Erikstad, L. & Stabbetorp, O. E. 2000. Analyse av naturens sårbarhet i forhold til planlagt ny vannoverføringstunnel Holsfjorden - Oslo. - NINA Oppdragsmelding 637: 1-17.

Tunneler kan føre til grunnvannsl lekkasje og uttørring av naturtyper på overflaten hvis tunnelen punkterer vannførende geologiske elementer. Som et ledd i planlegging av tunneler er det derfor viktig at man så tidlig som mulig i planprosessen identifiserer områder hvor det er mulighet for at en slik skade på naturområder kan oppstå. En slik analyse inneholder to elementer: En analyse av hvilke områder hvor en grunnvannsl lekkasje vil påvirke den levende delen av økosystemet (sårbarhetsanalyse), samt en analyse av i hvilke områder det er stor risiko for at en slik lekkasje vil oppstå (risikoanalyse).

Denne rapporten presenterer en sårbarhetsanalyse i forbindelse med at det er planlagt å lage en overføringstunnel fra Holsfjorden (som er den sørøstre delen av Tyrifjorden) til Oslo by for å sikre drikkevannsforsyningen i Oslo. Lengden på tunnelen vil være i størrelsesorden 25 km, og aktuelle traséer passerer under viktige natur- og friluftslivsområder, spesielt den fremre delen av Nordmarka og Bærumsmarka. Den planlagte tunnelen går gjennom permiske bergarter, dels dagbergarter og dels dyperuptiver.

Sårbarhetsanalysen har som formål å bidra til kunnskapsgrunnlaget for valg av tunneltrasé, å angi i hvilke områder man bør vurdere å sette inn spesielle tiltak for å tette tunnelen, samt å gi grunnlaget for en mer detaljert konsekvensanalyse i neste ledd av planleggingen, når trasevalget er gjort. Analysen er foretatt som en GIS-analyse basert på eksisterende kartgrunnlag. De viktigste grunnlagene er plankart fra Oslo og Bærum kommuner, økonomisk kartverk og digitalt markslagskart.

Det er lite vitenskapelig grunnlagsmateriale for denne typen analyser. Det er imidlertid trolig at det er i områder hvor vegetasjonen har kontakt med grunnvannsspeilet at en senket grunnvannstand vil få mest markert effekt, i tillegg til vann. Slike områder vil innen influensområdet i hovedsak være myr; i tillegg vil det forekomme mindre kildeframsprang. Sårbarhetsanalysen har derfor gått ut på å avdekke områder med markslagstyper som sannsynligvis er betinget av varig høy grunnvannstand. Sårbarhetsanalysen er basert på to ulike GIS-modeller, begge avledet fra en digital høydemodell:

- Nedbørsfeltmodellen, hvor størrelsen av nedbørsfeltet for alle forekomster av vann og myr innen influensområdet har blitt beregnet. Jo mindre nedbørsfelt, jo større påvirkning vil en grunnvannsl lekkasje kunne få.
- Konkavitetmodellen, som identifiserer forsenkninger i terrenget der det kan forventes naturtyper som er avhengig av et høyt og stabilt grunnvannsnivå.

Detaljene i resultatene er presentert i form av et selvstendig temakart.

En bør være særlig oppmerksom på mulige skadevirkninger for områder i sårbarhetsklasse 1 og 2, eventuelt også i klasse tre for små vann og myrsystemer og der risiko for lekkasje bedømmes som betydelig. Av områder som nevnes spesielt er:

- Høyreliggende områder på Krokskogen og i Vestmarka, og særlig i Bærumsmarka og på Holmenkollen har til dels mange sårbare tjern og myrer. Fjelloverdekningen over tunnel er relativt stor.
- Lavereliggende deler av Bærumsmarka med vann som Øyervann, Fiskelaustjern, Kringletjern, Fløtemyra, og mindre sårbare vann som Burudvann og Østervann har betydelig mindre overdekning.
- Lavereliggende vann mellom Holmenkollen og Maridalen som Båntjern og Langmyr og mindre sårbare vann som Sognsvann, Lille Åklungen og Svartkulp har også mindre overdekning.

Naturverdiene i området er generelt høye. Det er en nær kobling til friluftslivsinteresser og nærmiljøinteresser som forsterker dette. Urørte, dvs. ikke grøftete, myrer må vurderes å ha høy naturvernerverdi (minimum lokal verdi vurdert etter normale kriterier knyttet til naturvernloven). Vassdragene tilhører «Osломarkavassdragene» som er varig vernet mot kraftutbygging og vann og vassdrag i området må anses å ha nasjonal verdi. For en fullstendig naturfaglig konsekvensanalyse bør det gjøres feltarbeid for å fastslå konkrete naturverdier i utvalgte områder, basert på kartet som er laget og presentert i denne rapporten.

Nøkkelord: Sårbare naturtyper, tunnellekkasje, GIS, terrengmodellering

Lars Erikstad, Odd Egil Stabbetorp
NINA, Postboks 736 Sentrum, 0105 Oslo.

e-post: lars.erikstad@ninaosl.ninaniku.no,
odd.stabbetorp@ninaosl.ninaniku.no

Abstract

Erikstad, L. & Stabbetorp, O. E. 2000. Analysis of nature vulnerability in relation to construction of a tunnel for transport of water from the lake Holsfjorden to Oslo. - NINA Oppdragsmelding 637: 1-17.

Tunnels may lead to leakage of ground water and thereby affect the water supply of sensitive vegetation. It is therefore important to analyse which areas may be influenced by such leakages at an early stage in the planning of new tunnels. Such an analysis has two components: A vulnerability analysis which aims to find the areas where leakage of ground water will have impacts on the ecosystem, and a risk assessment for analysing where such leakages are likely to occur.

This report presents a vulnerability analysis in connection to a planned tunnel for supplying Oslo with drinking water from Holsfjorden (the SE part of lake Tyrifjorden). The length of the tunnel is appr. 25 km, and it will pass important natural and recreational areas in the southern part of Nordmarka, the forested area north of Oslo. The planned tunnel will go through permian bedrocks, both lavas and deep eruptives.

The aim of the vulnerability analysis is to give necessary information for the choice of tunnel route, to identify areas where efforts should be made to avoid ground water leakages, and to serve as a base for a more detailed impact assessment in the next phase of the planning process, after a route has been chosen. The analysis have been performed in a GIS, based on existing digital geographical information. The most important maps used are detailed topographic maps and land use maps.

The scientific foundation for such analyses is relatively weak. It is highly probable that areas where the root zone is in contact with the ground water will be the most vulnerable to leakages. Within the area such sites will mainly be small lakes and mires, in addition scattered springs occur. Therefore the vulnerability analysis is based on the identification of nature types which are dependent on a high ground water level. The analysis is based on two different GIS models, both derived from a digital elevation model:

- The catchment model, where the size of the catchment area for all lakes and mires within the investigation area has been calculated. The impact of a groundwater leakage increases as the catchment area decreases.
- The concavity model, which identifies depressions in the terrain where nature types dependent on a high water level are likely to occur.

The detailed results of the vulnerability analysis is presented in a separate map.

Special attention should be drawn to areas where the highest vulnerability classes occur in combination with a high risk for leakage. The most important of such areas are:

- The higher parts of Krokskogen, Vestmarka, Bærumsmarka and Holmenkollen, where clusters of small lakes and mires occur. Here the vertical distance to the tunnel will be relatively large.
- The lower parts of Bærumsmarka with the lakes Øyervann, Fiskelaustjern, Kringletjern, Fløtemyra and the less vulnerable lakes Burudvann and Østervann. Here the vertical distance to the tunnel will be considerably less.
- Lakes in the low-lying area between Holmenkollen and Maridalen, e.g. Båntjern and Langmyr, also have a short vertical distance to the tunnel.

The natural values within the area are generally high. This is augmented by high recreational interests. Undrained mires have a high natural value. The watercourses belong to «Osломarkavassdragene» which are protected against exploitation for power production. For a complete environmental impact assessment, field work is necessary for a detailed analysis of natural values along the parts of the tunnel routes which are identified in this report.

Key words: Vulnerable nature types, tunnel leakage, terrain modelling.

Lars Erikstad, Odd Egil Stabbetorp, NINA, P.O. Box 736 Sentrum, N-0105 Oslo, Norway.

e-mail: lars.erikstad@ninaosl.ninaniku.no,
odd.stabbetorp@ninaosl.ninaniku.no

Forord

Arbeidet er utført som et oppdrag fra VBB Samfunnsteknikk, som del av et prosjekt som utføres for Oslo kommune, vann- og avløpsetaten, i forbindelse med prosjektering av mulig vanntunnel mellom Holsfjorden og Maridalsvann. Konsekvensutredningsdelen av prosjekteringen ledes av VBB VIAK. NINA's oppgave her er å analysere influensområdet med hensyn på hvilke naturområder som vil være spesielt sårbare for en grunnvannsl lekkasje forårsaket av tunnelen.

Denne rapporten presenterer en analyse av sårbarheten av naturtyper gjennom det området som tunneltraséen vil gå under, dvs skogsområdene fra Holsfjordens østside gjennom Bærumsmarka og den fremre del av Nordmarka vest for Maridalen. Analysen er gjort som et rent modelleringsarbeid basert på eksisterende kartdata uten feltkontroll. Naturverdier er vurdert på et overordnet nivå, men er ikke undersøkt i felt og på et mer detaljert nivå.

Resultatet fra prosjektet rapporteres dels i denne rapporten, men også i et eget kart i målestokk 1:20000. Dette kartet er for omfattende til å følge rapporten, som tar sikte på å dokumentere metode og å vurdere resultatene som fremgår av kartet. Området er stort, og det er vanskelig å gi en kartfremstilling av plassering av alle navn som benyttes i rapporten. Utover navn som fremgår av figur 1 forholder navnetsettingen seg til standard topografiske kart i målestokk 1:50000 (N50).

Vi takker våre samarbeidspartnere Lars Enander i VBB Samfunnsteknikk, Tommy Fransson, Tomas Holm og Johan Magnusson i VBB VIAK, Vidar Kveldsvik i NGI, Ingolf Rui i Prospektering As for et godt samarbeid.

Vi takker også våre kolleger Svein Erik Sloreid og Vegar Bakkestuen for viktige bidrag i prosjektet.

Oslo, mars 2000
Lars Erikstad
prosjektleder

Innhold

Referat	3
Abstract	4
Forord	5
1 Innledning	6
2 Materiale og metoder	7
2.1 Materiale	7
2.2 Metode	8
2.2.1 Digital høydemodell	8
2.2.2 Nedbørfeltsmodellen	8
2.2.3 Konkavitetsmodellen	8
2.3 Området	9
3 Sårbarhet, risiko og konsekvens	10
4 Resultater	11
4.1 Sårbarhet	11
4.2 Risiko, geologisk kartlegging	13
4.3 Landskap/naturverdier	13
5 Diskusjon og vurdering av resultatene	14
6 Konklusjon	16
7 Litteratur	17

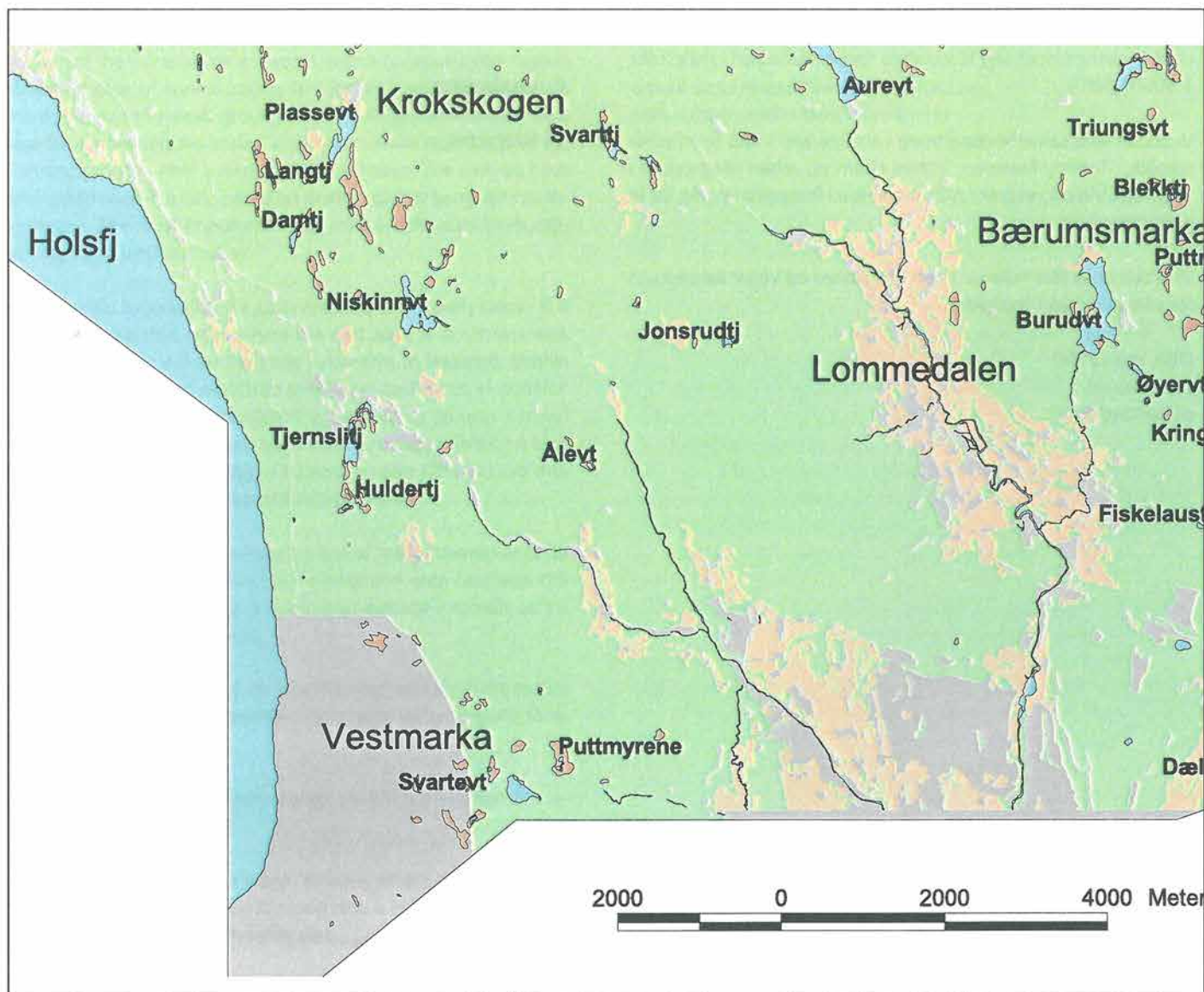
1 Innledning

I forbindelse med den framtidige vannforsyningen til Oslo by, er det planlagt en overføringstunnel for vann fra Holsfjorden til Oslo (figur 1). Tunnelen vil passere under viktige natur- og friluftsområder, spesielt i Bærumsmarka og i de fremre deler av Nordmarka vest for Maridalen. Problemer knyttet til vannlekkasje inn i tunneler med derpå følgende senkning av grunnvannsnivå og skade på grunnvannsbetingede naturtyper har i den senere tid vært sterkt fokusert. Kostnadene ved å bygge helt tette tunneler er svært høye. Det er derfor behov for å få en oversikt over både risikoen for at slike lekkasjer vil oppstå, og hvor sårbar naturen i tilknytning til tunneltrasséene er i forhold til mulige senkninger av grunnvannstanden.

Det foreligger lite vitenskapelig materiale som kan legges til grunn for en vurdering av hvilke naturtyper som er spesielt sårbare for grunnvannlekkasjer. Det er klart at innsjøer, vann og tjern kan påvirkes kraftig hvis lekkasjen blir stor relativt til det tilsig som vannene har, fordi det kan føre til en redusert vannstand og dermed endrete kjemiske og hydrologiske forhold for de vannlevende organismene. I Nordre Puttjern ble det påvist at den normale strandsonefaunaen

ble helt slått ut av en kraftig vannstandssenking som følge av lekkasjene til tog tunnelen Romeriksporten (Brabrand et al. 1998), og strandbreddene ble gjenstand for en kraftig erosjon som utløser en forurendende effekt i miljøet i vannmassene. En må anta at effekten av en grunnvannlekkasje av et gitt omfang vil være større jo mindre nedbørsfelt et vann har, fordi det da vil være mindre tilsig til å kompensere for tapet av vann. Ut fra dette er sårbarheten til et vann en funksjon av nedbørsfeltets areal, og vi har benyttet dette som grunnlag for å dele inn vannene etter ulike sårbarhetsgrad.

En tilsvarende sammenheng mellom uttøringsgrad og nedbørsfelt vil en forvente også å finne for landarealer med vegetasjon som er betinget av varig, høy grunnvannstand. Det er slike områder som er gjenstand for overvåking av effektene av lekkasjene i Romeriksporten (Eilertsen et al. 1998). Innen influensområdet i denne undersøkelsen vil slike arealer først og fremst være myrområdene, men også sumpskogstyper er knyttet til høy grunnvannstand. Sårbarheten til slike arealer er derfor vurdert etter samme strategi som for vannene. Denne metodikken er benyttet i tilsvarende undersøkelser tidligere (Erikstad et al. 1998b, Blindheim et al. 1999). Vegetasjon på grunnlendt mark og på mark hvor rotsjiktet ikke er i kontakt med

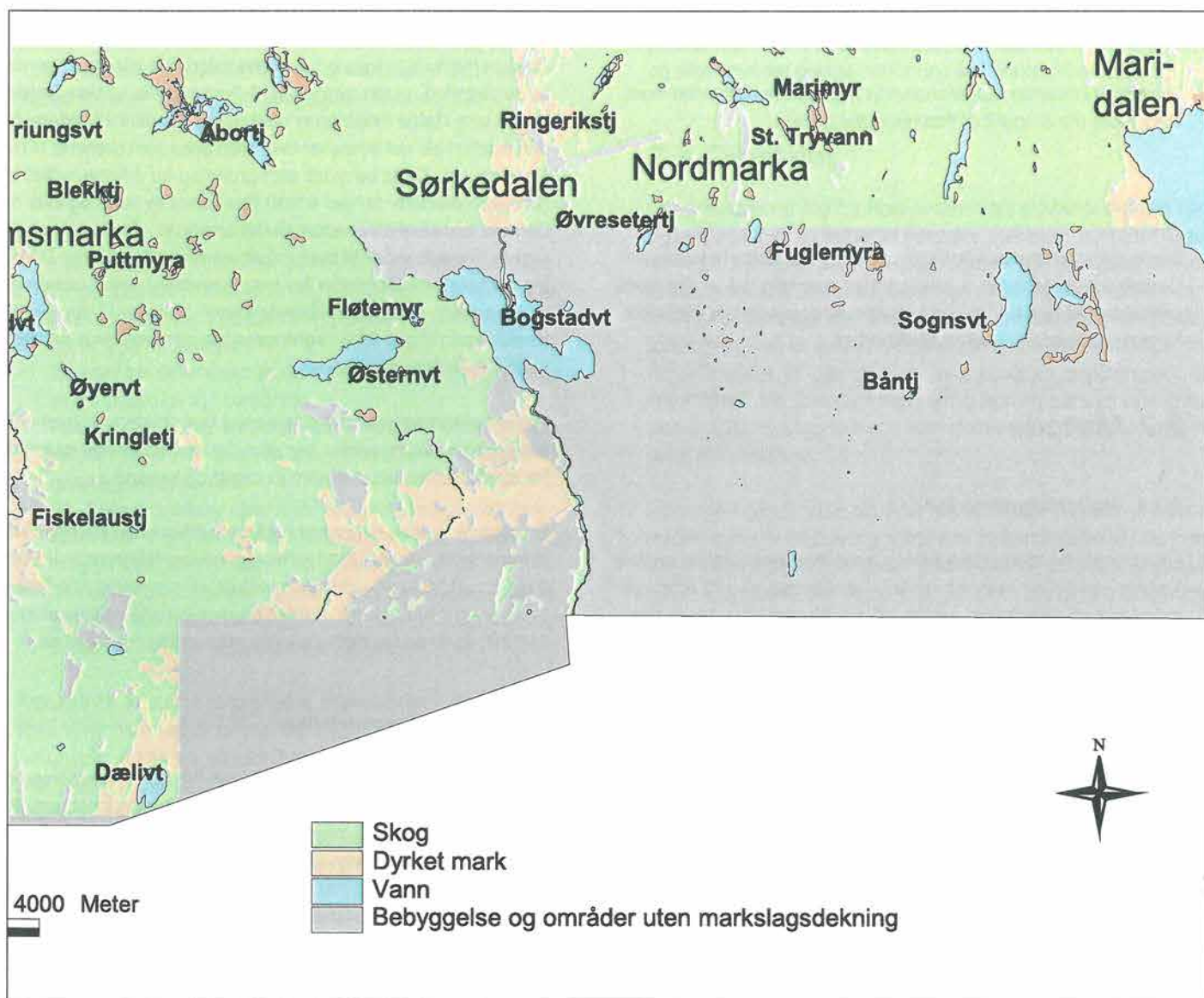


grunnvannet, er avhengig av regn- og sigevann for å opprettholde sin vannhusholdning. Disse vil derfor ikke bli påvirket direkte av en eventuell senkning av grunnvannet under rotsonen.

Situasjonen med lekkasje og skader på naturen ved Putttjern og Lutvann i forbindelse med byggingen av Romeriksporten gir et godt utgangspunkt for å diskutere grunnleggende kriterier for å klassifisere disse naturtypenes sårbarhet etter størrelsen på nedbørfeltene deres. Ved klassifisering av sårbarhetsnivå har vi tatt utgangspunkt nettopp i disse to vannene og deres nedbørfelt for å etablere realistiske grenseverdier i kartleggingen. Lutvann er et relativt stort vann med et begrenset nedbørfelt (1,44 km²), mens de to Putt-tjernene er små tjern omgitt av myr i en skarp forkastningsdal nær et vannskille.

Figur 1. Oversiktskart over undersøkelsesområdet med vann og myrområder. De viktigste navnene som forekommer i rapporten er også tatt med.

The investigation area. Lakes and mires are shown. Names used in the report are included.

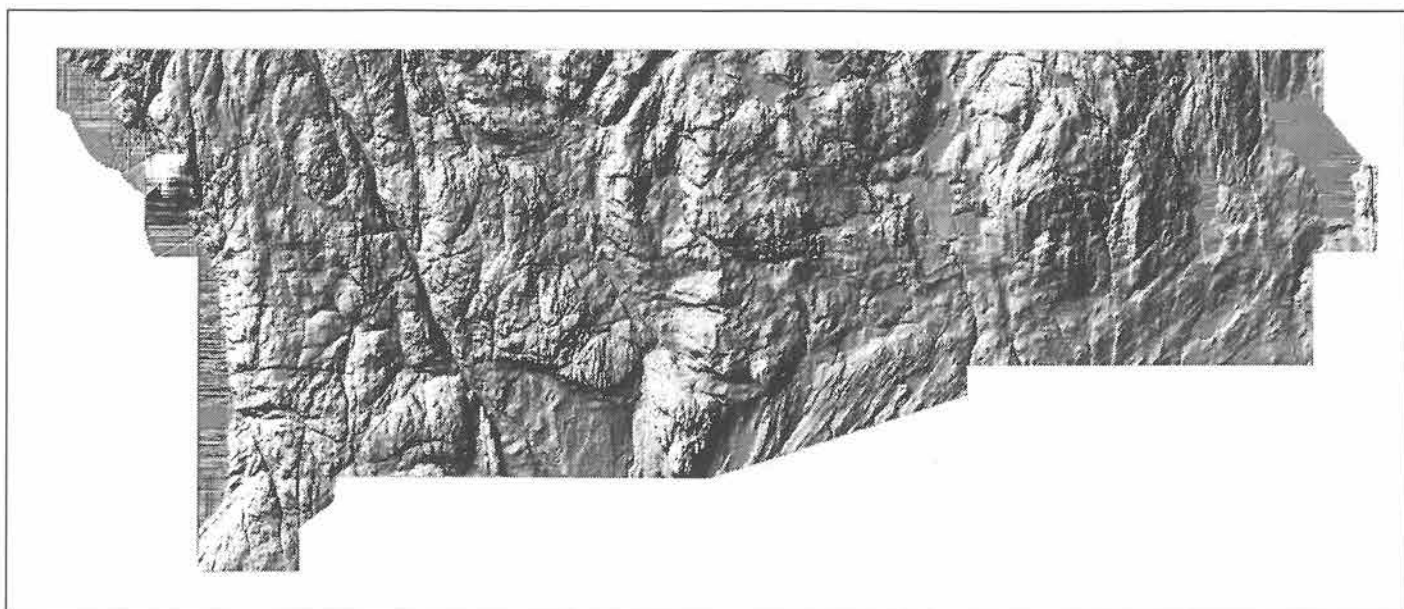


2 Materiale og metoder

2.1 Materiale

Sårbarhetsanalysen er basert på en terrengmodellering som tar utgangspunkt i eksisterende kart. Som grunnlag for konstruksjon av høydemodellen er det benyttet plankart mottatt fra hhv. Bærum og Oslo kommuner. Plankartene har 1 m koter i bebygde områder; ellers er ekvidistansen 5 m. For områdene i Hole kommune er økonomisk kartverk (ekvidistanse 5 m) benyttet som grunnlag. Dette materialet er ikke helt komplett, noe som framstår som små «huller» i områdene ved Holsfjorden. For sårbarhetsanalysen har dette ingen betydning.

Forekomster av vann, myr og «vass-sjuk skogsmark» er hentet fra digitalt markslagskart, produsert og levert av NIJOS. Heller ikke dette digitale kartgrunnlaget var tilgjengelig for hele området. For de søndre delene av Oslodelen som inngår i analysen, har vi derfor selv digitalisert forekomster av vann og myr.



Figur 2. Den digitale høydemodellen fremstilt som en såkalt "hillshade-modell". Denne simulerer terrenget sett ovenfra med solen fallende inn fra NV i reativt lav høyde. Legg merke til den høye graden av oppsprekning av terrenget.

The digital elevation model shown as hillshade (enlightened from NW). Note the amount of fissures in the terrain.

Geologisk materiale er ikke brukt direkte i selve sårbarhetsanalysen. Geologiske vurderinger er imidlertid en vesentlig del av det større prosjektet. Materiale fra denne delen av prosjektet er inkludert i kartpresentasjonene knyttet til sårbarhet.

2.2 Metode

2.2.1 Digital høydemodell

Før videre behandling ble høydedataene i de foreliggende digitale kartene kontrollert manuelt for feil. Det ble spesielt sett etter høydekoter med manglende verdier og verdier som ikke er i overensstemmelse med nabokotene.

Høydedataene ble deretter importert i programmet SURFER (Keckler 1996) hvor det ble generert en digital høydemodell ved å interpolere høydekotenes verdier (kriging med lineær variansmodell, ingen anisotropi). Resultatet er et regelmessig rutenett med en høydeverdi knyttet til hver rute (**figur 2**). Som rutestørrelse ble det valgt en størrelse på 10 x 10 m, en skala som i tidligere terrengeanalyser har vist seg å gi en tilfredsstillende gjengivelse av terrengeformene (Erikstad et al. 1998a,b, Stabbetorp & Erikstad 1999). Når ekvidistansen er 5 m, gir dette en feil i høydeangivelse på maksimum 5 m, gitt at datagrunnlaget er korrekt. Den digitale høydemodellen ble overført til ArcView (ESRI 1996a,b) for utvikling av de to modellene beskrevet nedenfor.

2.2.2 Nedbørsfeltmodellen

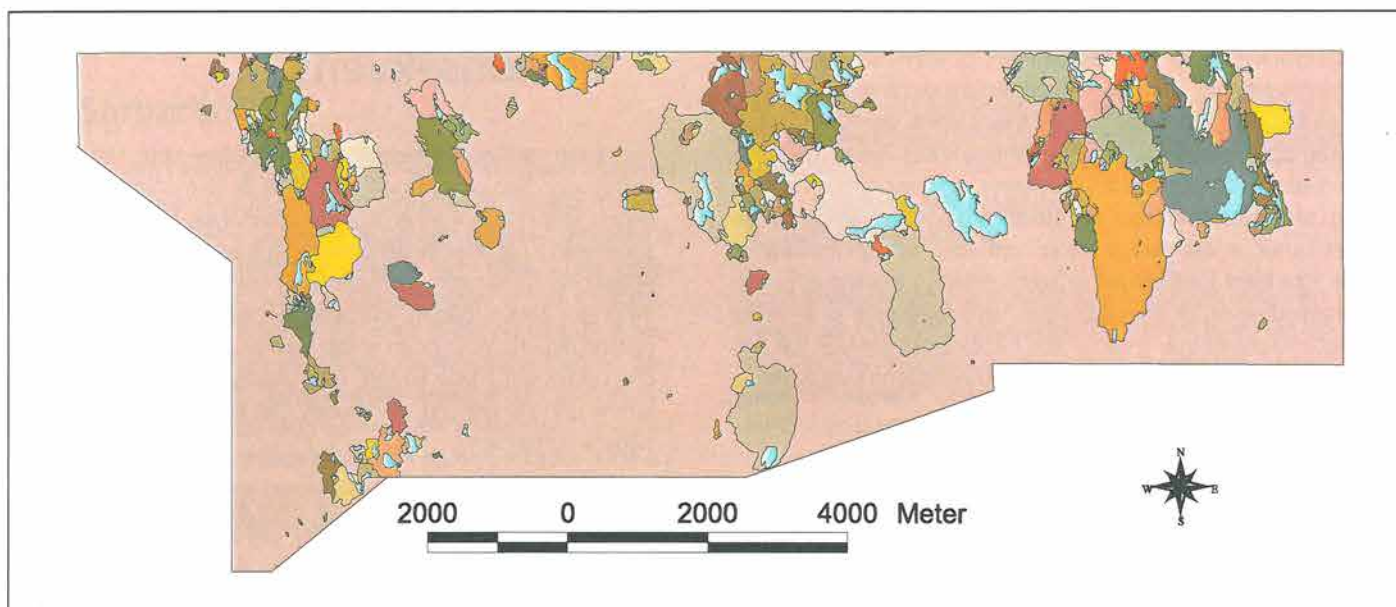
For å benytte den digitale høydemodellen til å beregne størrelsen på nedbørsfelt, er det nødvendig å fjerne lokale «sinks» (forsenkninger som i følge modellen er uten utløp). Fra denne reviderte høydemodellen ble det beregnet hvor stort areal som drenerer til hvert enkelt punkt. Dette benyttes som grunnlag for å finne hvilket område som drenerer til hver enkelt forekomst av vann og/eller myr. Dermed kan arealet av nedbørsfeltet beregnes. I første omgang beregnes delnedbørsfelt til hver enkelt vann/myr-forekomst. Deretter ble det totale nedbørsfeltet for hver vann/myr-forekomst beregnet ved å addere til de delnedbørsfelt som drenerer til den aktuelle forekomsten (**figur 3**). Beregningene ble gjort ved hjelp av tilleggsmodulen Hydro i ArcView.

Det er beregningen av det totale areal som drenerer til hver enkelt forekomst av vann og/eller myr som danner det direkte grunnlaget for de sårbarhetsklassene som er angitt på kartene.

En kontroll av den genererte nedbørsfeltmodellen ble gjort ved å sammenligne denne med offisielle nedbørsfeltgrenser (REGINE) (Homstvedt 1989). Overensstemmelsen var svært god, i de fleste tilfelle gir sannsynligvis vår modell en mer korrekt avgrensning enn REGINE, fordi den er basert på et kartgrunnlag i finere skala.

2.2.3 Konkavitetsmodellen

Det er ikke gitt at de selekterte polygonene fra DMK representerer alle områder med grunnvannsbetinget vegetasjon innen området. Vi har derfor utviklet en prosedyre for å finne konkave punkter i terrenget, dvs områder som kan forventes å ha tilsig av sigevann, og eventuelt lokal kontakt med grunnvannet. De identifiserte områdene betegnes som «potensielt sårbare», siden noen nærmere vurdering av grunnvannsforholdene i dem ikke kan vurderes uten feltkontroll. Også her er den digitale høydemodellen brukt som grunnlag. Prosedyren for beregning er gjort som følger:



Figur 3. Nedbørfeltene som er beregnet med bakgrunn fra høydemodellen. Nedbørfeltene (i ulike farger) er beregnet for alle sammenslåtte områder med vann, tjern og myr.

Catchment areas (in different colours) for all lakes and mires within the area, derived from the digital elevation model.

- Hvert punkt i modellen har en høyde x . For hvert punkt ble i tillegg gjennomsnittshøyden (x_m) for alle punkter som ligger innenfor en sirkel med sentrum i punktet, og med en diameter på 250 m, beregnet.
- Deretter ble differansen mellom punktets høyde og gjennomsnittshøyden ($x - x_m$) beregnet.
- Punkter som hadde en differens mindre enn -1 m (dvs. punkter som ligger mer enn 1 m lavere enn sine umiddelbare omgivelser), ble registrert.
- For å fjerne områder i bratte skråninger (som sannsynligvis bare er avhengig av sigevann) ble punkter med beregnet skråning på mer enn 15° fjernet fra datasettet.
- De resterende punktene ble kontrollert for i hvilken grad de framkom som sammenhengende arealer. Områder som bare bestod av ett eller to punkter ble fjernet.

Resultatene av disse beregningene er presentert i sårbarhetskartet fordi vi regner med at sannsynligheten for grunnvannsavhengige naturtyper er større i slike terrengposisjoner enn i det øvrige terreng. I en tilsvarende undersøkelse (Erikstad et al. 1998b) ble resultatene av modellen sammenlignet med et vegetasjonskart, og det ble funnet en god overensstemmelse mellom konkavitetmodellen og vegetasjonstyper som er avhengig av jevn fuktighetstilgang.

I konkavitetmodellen er det benyttet en radius på 250 m for å vurdere punktene relativt til omgivelsene. Dette valget gir både en nedre og en øvre grense for dimensjonene av de terrengformene som oppdages. Små forsenkninger og søkk oppdages ikke hvis deres

areal er så lite at de ikke påvirker middelverdien nevneverdig, mens de midtre delene av større terrengformasjoner gjerne har et sentralt parti som er relativt flatt. Ofte finner vi imidlertid her vann eller myr, og slike områder dekkes derfor opp av nedbørfeltmodellen.

2.3 Området

Området strekker seg fra Holsfjorden i vest til Maridalsvannet i øst og består så å si i sin helhet av permiske, vulkanske bergarter (**figur 4**). I vest dominerer permiske dagbergarter som rombeporfyrer og basalt, mens i de østlige delene er det permiske dyperuptiver. Sentralt i området ligger Bærumskalderaen, en større ringformet nedforkastning som er dannet i forbindelse med vulkanismen i permtiden. Området er gjennomgått av geologiske svakhetsoner og lineamenter. De som går i nord-sydlig retning har isen ofte gravd særlig dype, og disse fremstår som skarpe daler. Det beste eksempelet er Kjaglidalen.

Flere større daler krysser området (Lommedalen, Sørkedalen og Maridalen). Disse er bredere og domineres av løsmassedecke i bunnen. Akermorenen er fremtredende i munningen av Sørkedalen og Maridalen, ellers dominerer marin grense i forsenkninger og flate områder under marin grense som i området ligger på ca. 220 moh.

Klimaet i området er kjennetegnet med (normalt) stabile vintre med rikelig snødekke (middeltemperatur i januar ca. -6°C) og forholdsvis varme somrer (middeltemperatur juli ca. 14°C). Vekstperioden er ca. 180 dager (Moen 1998). Geografisk tilhører området region 19, «Den sørøstnorske lavtliggende blandskogsregion» (NMR 1984) med forekomster av varmekjær løvskog og lokalklimatisk gunstige områder, mens boreal gran- og furuskog dominerer skogsbildet. Moen (1998) plasserer området i boreonemoral sone, men med overgang til boreal sone i høyereliggende deler. Årsnedbøren varierer fra ca. 750 mm til drøye 1000 mm; nedbøren er størst i åstraktene og i de vestligste delene. Avrenning er beregnet til 12-18 l/s/km² (NVE 1987). Klimaet betegnes av Moen (1998) som svakt oseanisk. Vegetasjonsmessig er området preget av lang tids jord-

bruk i dalene (vesentlig under marin grense), mens åsene i hovedsak har grankledde lier og furudominans på åsene som gjerne har tynt løsmassedecke. Kulturlandskapet er blitt sterkt redusert i areal pga. nedbygging i forbindelse med byens vekst. Verdifulle kulturlandskap også i biodiversitetssammenheng finnes likevel fremdeles i Lommedalen og Sørkedalen. Edelløvsskog forekommer flekkvis, særlig i sørvendte skrånninger og rasmarker. Som det framgår av sårbarhetskartet, er det mange myrer i området, særlig i åstraktene. Det er ikke kjent forekomster av regnvannsmyr. Myrene er preget av intermediær og rik myrvegetasjon, med forekomst av en rekke interessante plantearter (Wischmann 1970). Også generelt har området en rik flora, dette gjelder særlig kalkområdene i vestre del.

3 Sårbarhet, risiko og konsekvens

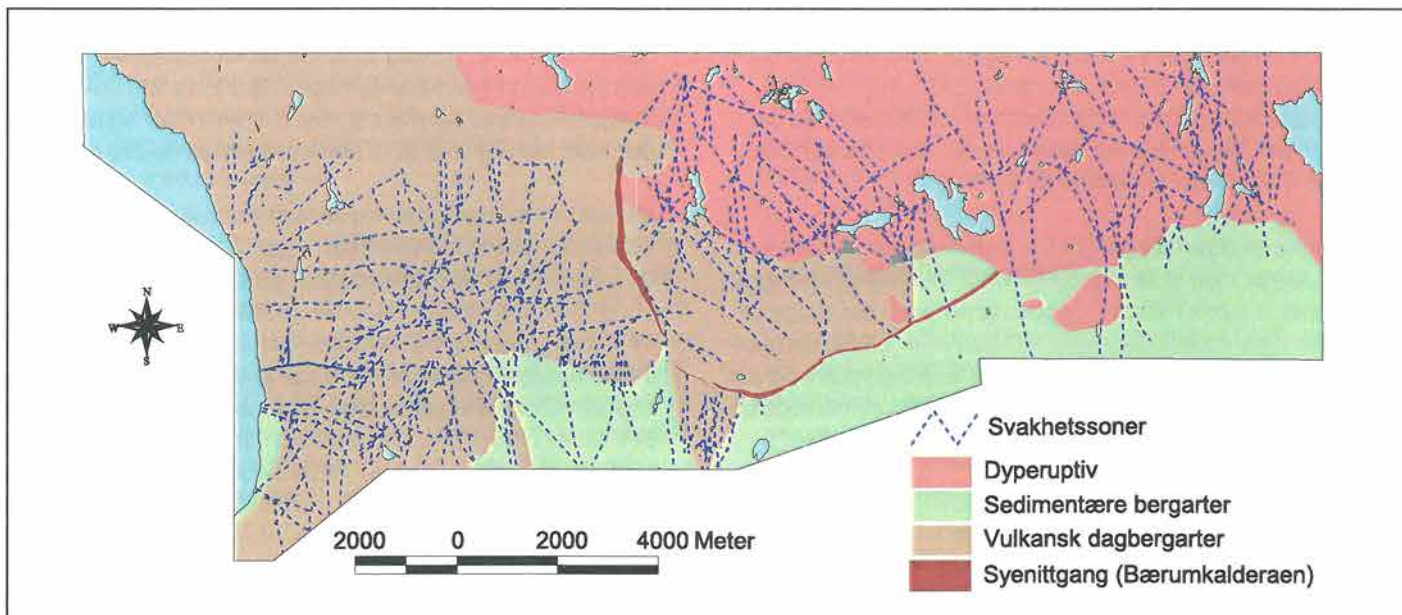
Hensikten med denne rapporten er å vurdere sårbarhet mot tunnellekkasje. Naturens sårbarhet er et av de elementer som må vurderes i forbindelse med en konsekvensanalyse. For å vurdere konsekvensen av et tiltak er det nødvendig å avklare hva slags virkning tiltaket har på naturen. For tunneler vil dette, bortsett fra der en får inngrep i dagen (påslag, massedeponi og lignende), ikke kunne fastslås direkte. Virkningen vil være avhengig av hvor tett tunnelen blir. Lykkes det å lage en tett, eller praktisk talt tett tunnel, vil det kunne unngås virkning på naturen. Det vil da heller ikke bli noen negativ konsekvens.

Konsekvensvurderingen vil derfor være avhengig av mulighetene for å forutsi lekkasje. Dette vil for en stor del være avhengig av de geologiske forhold. Bergartsgrenser og forkastningslinjer vil være elementer som øker risikoen for lekkasje. Virkningen av en gitt lekkasje vil være avhengig av sårbarheten til den naturtypen som blir utsatt for lekkasjen. Sårbarheten er størst for naturtyper som er avhengig av stabil grunnvannstand og der tilsiget av vann er lite. Små tjern og myrer med lite nedbørfelt er typiske eksempler på naturtyper med høy sårbarhet.

For å kunne fullføre en konsekvensanalyse er det også nødvendig å vurdere naturtypenes naturverdi. Hvis verdien av et område er stor, vil konsekvensen av en lekkasje kunne bli stor, selv ved beskjedne påvirkninger. På den annen side er det nødvendig å minne om at naturverdi vurdert i et rent naturfaglig perspektiv, er en ganske restriktiv vurdering av et områdes verdi. Naturverdi vurdert på denne måten deler ofte verdien inn i nivåer som nasjonal, regional og lokal verdi. At et område har lokal verdi betyr imidlertid ikke at konsekvensen i denne sammenheng blir liten. Naturkvaliteter vil være utgangspunkt for verdier for nærmiljø, friluftsliv og landskapsbilde. Særlig for områder nær større befolkningskonsentrasjoner vil slike hensyn bli så store at konsekvensen ved en lekkasje uansett vil bli svært store, selv om definert naturverdi er begrenset.

Figur 4. Forenklet geologisk kart over området sammenstilt av Ingolf Rui.

Simplified geological map for the area, compiled by Ingolf Rui.



4 Resultater

4.1 Sårbarhet

Med bakgrunn i materiale og metoder som er beskrevet i kapittel 2, er det konstruert et kart som viser sårbarhet for aktuelle naturtyper i en sone der det er aktuelt å legge tunneltraséen (Erikstad & Stabbetorp 2000). Et utsnitt av kartet er vist i **figur 5**, og fordelingen av vann og myr i ulike sårbarhetsklasser er vist i **figur 6**. Kartet viser beregnet sårbarhet for vann, myrer og vassjuk skogsmark slik disse er definert på digitale markslagsdata (NIJOS). Sårbarheten er beregnet for sammenslåtte systemer. Det vil si at hvis et område består av både vann og myr, så er sårbarheten beregnet for det sammenslåtte område med vann og myr, ikke for vann og de enkelte myrområdene separat. Denne sårbarheten er oppgitt i 5 sårbarhetsklasser og beregningen er basert på nedbørfeltmodellen.

Sårbarhetsklassene er definert på følgende måte:

- Sårbarhetsklasse 1: myrer/vann med nedbørfelt mindre enn 0,5 km²
- Sårbarhetsklasse 2: myrer/vann med nedbørfelt mellom 0,5 og 1,0 km²
- Sårbarhetsklasse 3: myrer/vann med nedbørfelt mellom 1,0 og 2,0 km²
- Sårbarhetsklasse 4: myrer/vann med nedbørfelt mellom 2,0 og 5 km²
- Sårbarhetsklasse 5: vann tilhørende vassdrag som renner gjennom modellområdet. Betydelig nedbørfelt og liten sårbarhet.

Kartet viser også det som kalles "potensiell sårbarhet". Denne er beregnet ut fra konkavitetsmodellen og angir forsenkninger og konkaviteter i terrenget. Erikstad et al. (1998b) har vist at modellen angir lokalisering av rike og fuktige naturtyper i Vestmarka med rimelig sannsynlighet. I forhold til sårbarhet ved tunnellekkasje vil dette gi et overdrevet kartbilde med hensyn på sårbare arealer. På grunn av terrengets variasjonsbilde vil de potensielle sårbare områdene være spredt relativt jevnt utover og det vil være vanskelig å la disse områdene være avgjørende i forhold til hvor en trasé blir vurdert i en tidlig fase av planleggingen. I forhold til en gitt trasé vil imidlertid kartbildet av disse områdene kunne være nyttig for å velge ut områder for nærmere undersøkelse i en senere fase av planleggingen, ikke minst med tanke på avbøtende tiltak. De potensielt sårbare områdene vil derfor ikke bli kommentert videre her. De potensielt sårbare områdene er ikke vist under marin grense. De fleste steder under marin grense vil avsetning av leire gjøre områdene mindre sårbare. Lekkasjer der leiren er tykk vil imidlertid kunne føre til setninger som kan skade bebyggelse og lignende. Dette er imidlertid ikke tema for denne rapporten.

I og med at sårbarhetsgraden er avhengig av tilgjengeligheten på vann og dermed nedbørfeltets størrelse vil de fleste områdene i høyeste sårbarhetsklasse ligge på toppen av åser og platåer. I undersøkelsesområdet gjelder dette i hovedsak tre separate områder (**figur 1** og **6**, se også sårbarhetskartet, Erikstad & Stabbetorp, 2000):

- Krokskogen/Vestmarka med vann og myrer som Langtjern, Huldertjern, Ålevann og Puttmyrene.
- Øvre del av Bærumsmarka med vann og myrer som Blekketjern, Puttmyra og Sætertjern.

- Holmenkollområdet med vann og myrer som Øvresertjern og Fuglemyra.

Av vann og myrområder som bør nevnes i sårbarhetsklasse 1 utenfor toppområdene som er nevnt ovenfor, men nær de aktuelle traséene, er:

- Kringletjern i Bærumsmarka.
- Båntjern i Nordmarka.

Disse områdene ligger alle relativt høyt over havet og vil være de områdene som har størst fjelloverdekning mellom tunnelen og overflaten. Dette vil i seg selv redusere risikoen for lekkasje. Sårbarheten av disse områdene er imidlertid stedvis svært stor slik at det skal lite til for å få en skadelig virkning av en eventuell tunnellekkasje.

I den andre enden av skalaen ligger de vann og myrsystemene som er knyttet til større vassdrag som går ut over det undersøkte områdets grenser. Her er vanntilgangen til dels meget stor, og sårbarheten tilsvarende liten. Disse vassdragene er nevnt fra vest mot øst:

- Holsfjorden / Tyrifjorden
- Lommedalen med Aurevann og Glitteruddammen
- Sørkedalen med Bogstadvann
- Maridalen med Maridalsvann

I tillegg passerer traseen Kjaglidalen. Dette er et mindre vassdrag enn de øvrige, men her finnes ikke tjern eller myrer i bunnen av dalen, og elven har et ganske stabilt fall. Ut fra dette blir også her sårbarheten mindre.

I tillegg til disse ytterpunktene er de aktuelle naturtypene delt i tre ytterligere sårbarhetsklasser. Det er spesielt grunn til å legge merke til sårbarhetsklasse to, som har meget begrenset nedbørfelt. Særlig der dette har små bekker, kan man ved moderate til større lekkasjer lett få negativ virkning. Små bekker vil i dette området ofte bli tørre i lengre tørkeperioder om sommeren. For mindre vann og myrer er tilsiget derfor periodevis lite og lekkasje kan derfor få økt betydning. Det samme vil til en viss grad gjelde små vann i sårbarhetsklasse tre. Større vann i sårbarhetsklasse tre og fire forventes å være mer robuste, med mindre lekkasjen er svært omfattende.

Av vann og myrområder som bør nevnes i sårbarhetsklasse to utenfor toppområdene som er nevnt ovenfor er:

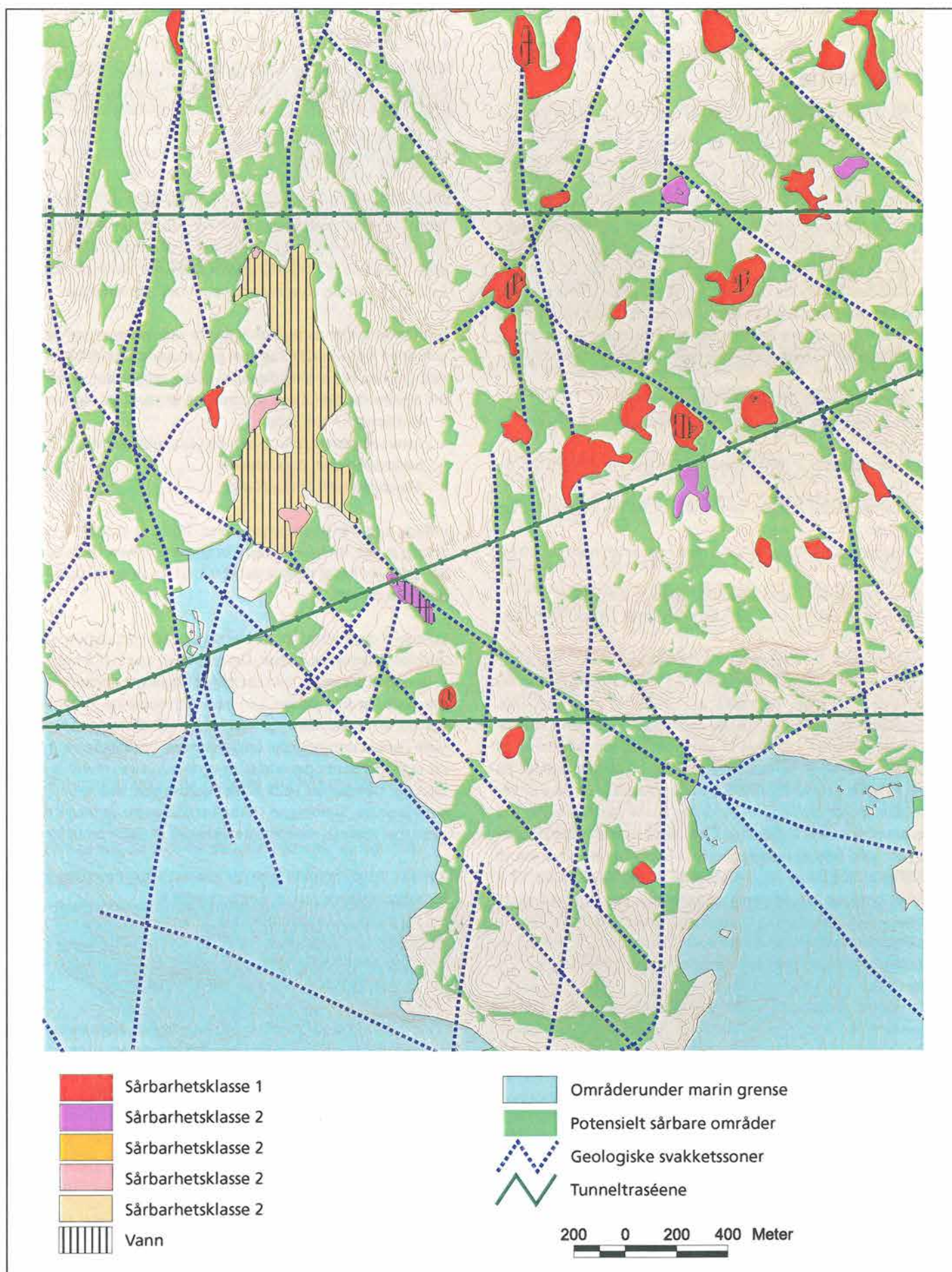
- Damtjern på Krokskogen
- Svartvann i Vestmarka
- Øyervann i Bærumsmarka
- Tryvann og Store Åklungen i Nordmarka

Vann i sårbarhetsklasse tre er ofte noe større. Blant vann i denne kategorien langs de planlagte traseer kan nevnes:

- Plassevann og Svarttjern på Krokskogen
- Hvitsteinvann i Bærumsmarka
- Ringerikstjern, Lille Åklungen og Svartkulp i Nordmarka

Flere av de større vannene er i sårbarhetsklasse fire:

- Niskinnvann på Krokskogen
- Tjernslivann i Vestmarka
- Burudvann, Østernvann, Triungsvann og Åbortjern i Bærumsmarka
- Sognsvann i Nordmarka



Figur 5. Utsnitt fra kartet som viser sårbarheten i området (Erikstad & Stabbetorp 2000). Området viser laveliggende deler av Bærumsmarka øst for Lommedalen med Burudvann og Øyervann sentralt i kartbildet.

A section of the vulnerability map (Erikstad & Stabbetorp 2000). The lower parts of Bærumsmarka east of Lommedalen are shown.

Bortsett fra Sognsvann har ingen av disse nedbørfelt større enn 5 km².

Hvordan fordelingen av naturtyper med ulik sårbarhetsklasse er i forhold til planlagte traséer fremgår av **tabell 1**. Det er de sørligste traséene som passerer den minste andelen av naturtyper med høy sårbarhet.

4.2 Risiko, geologisk kartlegging

Selv om dette prosjektet kun har dreid seg om å definere sårbarhet, er prosjektet del i en større sammenheng som i stor grad også dreier seg om risiko for tunnellekkasje. Vi har derfor samarbeidet med geologisk ekspertise som har benyttet vårt utstyr og kartmodell til å legge inn geologiske data fra området. Resultatet fra dette arbeidet er bl.a. vist under områdebeskrivelsen for å illustrere berggrunnsgeologien. Vi har også inkludert kartleggingen av geologiske lineamenter og ringgangen rundt Bærumskalderaaen i sårbarhetskartet. Dette har vi gjort fordi kartet da blir mer anvendelig i det videre planarbeid der risiko og sårbarhet inngår som viktige elementer i en samlet vurdering.

Ideelt burde vi ha inkludert kvartærgeologiske elementer som forekomst av marin leire. Dette er relevant både med tanke på fare for setninger, men også fordi marin leire vil ha en tendens til å minske risiko for lekkasje i de aktuelle naturtypene fordi leiren virker som en tetting. Vi har imidlertid ikke hatt slike kartdata tilgjengelige. Områder som ligger under marin grense, som i dette området ligger på opp mot 220 moh (Holtedahl, 1953), er derfor markert.

4.3 Landskap og naturverdier

Tunneltraséene krysser deler av Vestmarka/Krokskogen, Bærumsmarka og Nordmarka. Dette er områder som tilhører Stor-Oslos nærområde og som omfattes av dette områdets markaforskrifter. Disse forskriftene er et uttrykk for at skogområdene rundt Oslo oppfattes som særlig verdifulle som rekreasjonsressurs for landets største befolkingskonsentrasjon, og det er slått fast at dette har betydning for kriteriebruken i forhold til naturverdier. Vassdragene tilhører «Oslomarkavassdragene» som er varig vernet mot kraftutbygging (Eie et al. 1996) og vann og vassdrag i området må anses å ha nasjonal verdi. Når det gjelder den videre omtalen av enkeltområder konsentreres det om myr og vann, områder som i denne sammenhengen er de som er mest utsatt. Det må understrekes at denne beskrivelsen er basert på generell kunnskap og kontakt med eksisterende kilder. Det er ikke gjort feltarbeid for å avdekke spesielle naturverdier. Dette er en oppgave vi har forutsatt utført i en senere fase av planleggingsarbeidet.

Forekomsten av myr innenfor Oslo og Bærum er blitt sterkt redusert pga. intens arealutnyttelse. Spesielt er det foretatt mye grøfting i forstlig sammenheng for å reise skog på de tidligere myrarealene, men også i forbindelse med friluftsliv (utbedring av skiløyper, treningsløyper) er det foretatt en rekke inngrep for å lette ferdsele over myr. Dessuten ble det igangsatt mye myrgrøfting som rent nødsarbeid i 30-årene (F. Wischmann pers. medd.). Dette betyr at myrer med noenlunde intakt myrvegetasjon i denne delen av marka bør vurderes som bevaringsverdige, i det minste på lokalt nivå. Wischmann (1970) foretok en detaljert vurdering av de fleste myrforekomstene i marka med hensyn på botaniske verdier og hvilke inngrep som var gjort på myra. Denne rapporten er et viktig grunnlag for en nærmere vurdering av myrene i området, men det finnes ingen oversikt over hvilke endringer som har skjedd i løpet av de 30 årene som har gått siden rapporten ble skrevet. Vi har derfor et mangelfullt datasett når det gjelder hvilke av myrene som fremdeles er intakte.

Innen området er det tre vernede naturområder. Et av disse (Vensåsmyra) ble vernet som myrreservat ved kgl. res 4/9-1981. Triungsvann ble vernet som våtmarksreservat 2/10-1982, mens Dælivann i Kolsås/Dælivann landskapsvernområde ble fredet 30/6-1978.

Tabell 1. Forekomst (areal) i daa av naturtyper i de ulike sårbarhetsklassene innen en avstand på 500 m på hver side av de ulike traséforslagene. Arealet gitt i forhold til traseens lengde er angitt i parentes. For å sammenligne linje 3 med 1 og 2, må verdiene slås sammen med enten 5 eller 6 (**figur 6**).

*Occurrence (area in daa) of vulnerable areas within a distance of 500 m from the alternative tunnel routes, divided into the different vulnerability classes. The area relative to the length of the route is given in parentheses. To compare line 3 with 1 and 2, the values for line 5 or 6 must be added (**figure 6**).*

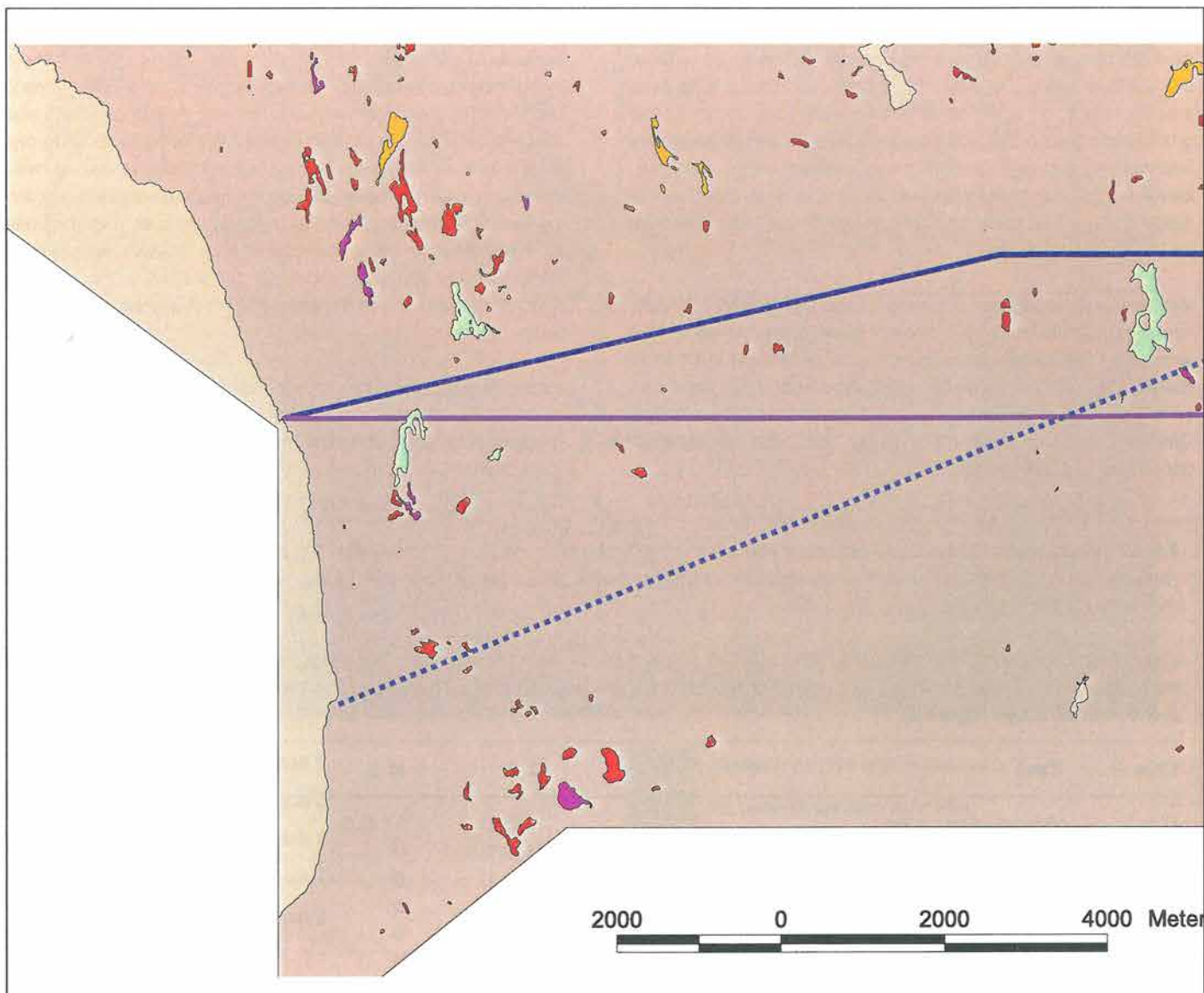
Linje nr.	Navn	Kl. 1	Kl. 2	kl. 3	Kl.4	Kl.5
Linje 1	Vefsrud – Oset, nord	360 (1,3)	16 (0,1)	71 (0,3)	157 (0,6)	296 (1,1)
Linje 2	Vefsrud – Oset, sør	215 (0,8)	14 (0,1)	0	140 (0,5)	307 (1,1)
Linje 3	Toverud – Abortjernbekken	192 (1,2)	35 (0,1)	0	78 (0,5)	0
Linje 4	SØ Bogstadvann – Nydalen	8 (0,1)	0	0	0	0
Linje 5	NØ Bogstadvann – Nydalen	59 (0,7)	0	0	29 (0,4)	0
Linje 6	NØ Bogstadvann – Vettakollen	33 (0,7)	0	0	30 (0,6)	0

I grunnlaget for verneplan for myr (Moen & Wischmann 1972) er det i tillegg til Vensåsmyra inkludert ytterligere 3 områder med store botaniske verneverdier: Jonsrudtjern, Fuglemyra og Marimyr.

Også vannene innen området må sies å ha en generelt høy verdi, ikke minst som landskapselementer i et av de mest benyttede fri-luftsområdene i Norge. I tillegg har de viktige funksjoner for opprettholdelsen av et rikt dyre- og planteliv.

Figur 6. Fordelingen av vann og myr i de ulike sårbarhetsklassene sammen med foreslåtte tunneltraséer.

The distribution of lakes and mires in the different vulnerability classes, . Also the proposed tunnel routes are shown.



5 Diskusjon og vurdering av resultatene

Modellberegningene gir en god regional oversikt over naturtyper som vann og myr som er spesielt utsatt med tanke på tunnellekkasje og deres sårbarhet etter hvor mye vann de ulike vannene har tilgjengelig (størrelsen på nedbørfeltet). Vurderingene er basert på en teoretisk modellering med utgangspunkt i eksisterende kartdata. Det betyr bl.a. at nøyaktigheten av vurderingene er begrenset av

- kartgrunnlagets nøyaktighet
- høydemodellens oppløsning (10 x 10m)
- beregningsalgoritmene som ligger til grunn for høydemodellen og nedbørfeltavgrensningene.

Eksempelvis kan detaljer i nedbørfeltavgrensingen bli unøyaktige fordi det i nedbørfeltmodellen vil være umulig å fastslå hvor vannet renner innenfor nøyaktigheten på 10 x 10 m nivået. Lokalt vil mindre terrengvariasjoner føre til at vannet faktisk renner annerledes i detalj enn det modellen forutsetter. På den annen side er ikke formålet med modellen å beregne nedbørfelt eksakt, men å dele na-

turtypene inn i relativt grove sårbarhetsklasser, og skalabegrensingen er neppe av vesentlig betydning i forhold til dette formålet.

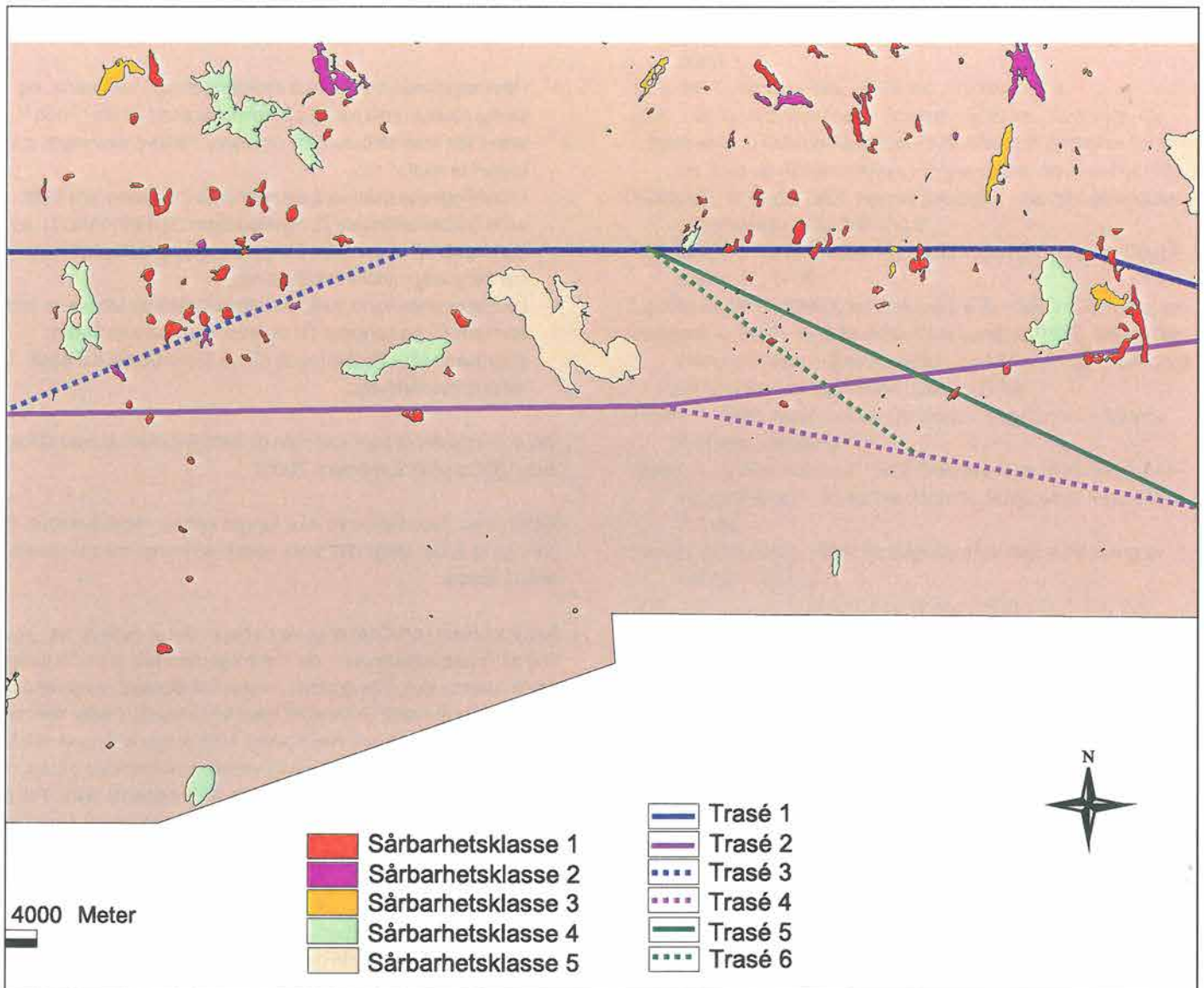
Selve prosedyren for beregning av nedbørfelt medfører også en forenkling som har en lignende effekt. Det at vi slår sammen vann og myrområder som ligger inntil hverandre, representerer en forenkling som enkelte steder kan gi unøyaktige og i detalj feil resultat. Det enkleste eksemplet er myrområder på nedbørfeltgrenser der ulike deler av et myrkompleks drenerer ulik vei. På den annen side vil alle disse felt ha en meget liten utstrekning og normalt falle inn under høyeste sårbarhetskategori uansett. Betydningen av denne faktoren i sårbarhetsanalysen er derfor liten.

Det er imidlertid av betydning at naturtypene vann, tjern og myr kan ha ganske ulik karakter. Små vann med flytetorv og myrområder rundt vil sammen med dype og bløte myrer kunne gi betydelig større skader enn grunne og til dels grøftede myrer. I denne fasen av arbeidet har vi ikke oppdaterte opplysninger om hvilke myrer som er grøftet. Før å få fram situasjonen med myr og vann innen samme område er imidlertid vann og tjern fra digitalt markslag markert med en skravur på kartet. Sårbarheten i tørkeperioder på

sommeren kan være større enn de teoretiske beregningene tilsier, dette fordi små bekker og sig ikke fører vann i tørkeperioder.

Det er verdt å legge merke til sammenhengen mellom sårbarhet og risiko. Vann, myr og fuktige naturtyper finnes gjerne i forseninger i terrenget. Disse områdene er lavere enn områdene rundt fordi erosjonen gjennom tidene har fått bedre tak her enn andre steder. Grunnen til dette er at berggrunnen gjerne er svakere her. Dette kan skyldes bergarten, men lokalt oftere at en har sprekkesoner i fjellet. Nettopp slike sprekkesoner øker risiko for lekkasje. Dette betyr at et kart over risiko basert på geologi og et kart over sårbarhet basert på terrengmodellering vil få en stor grad av samvariasjon. På den annen side ligger de mest sårbare naturtypene gjerne høyt opp i terrenget fordi nedbørfeltene her er små. Det betyr i forhold til en planlagt tunnel at også overdekningen mellom tunnelen og terrengoverflaten øker, og dette vil kunne bidra til å minske faren for tunnellekkasje.

Det må også understrekes at det finnes naturtyper som ikke dekkes opp av denne beregningen. Dette gjelder særlig kilder. Disse er dels så små at skalaen i beregningen ikke fanger dem opp. Videre er de



i hovedsak avhengig av geologiske forhold som må observeres på stedet. Vi regner allikevel med at det er flere kilder innen de områdene som er avmerket som potensielt sårbare enn utenfor. Grunnen til dette er at knekkpunkter i terrenget der det går fra bratt til flatere terreng, fanges opp av modellen. Dette er terrengposisjoner som ofte inneholder kilder. Det må imidlertid understrekes at kilder i hovedsak er avhengig av geologiske detaljforhold som ikke inngår i denne modellen. Spørsmål om kilder bør eventuelt dekkes opp ved kontakt med lokalkjente og ved feltbefaringer når trase er fastlagt.

Resultatene gir en regional oversikt over sårbare vann og myrer. Graden av sårbarhet er spesifisert i tilstrekkelig detalj til at resultatene kan benyttes direkte i arbeidet med å finne best mulig traséer og å planlegge avbøtende tiltak som tetting. Resultatene inngår som en viktig del i en større konsekvensvurdering der risiko basert på geologisk kartlegging og hydrologiske og geotekniske forhold er viktige elementer.

6 Konklusjoner

Den planlagte tunnelen går gjennom permiske bergarter, dels dagbergarter og dels dyperuptiver. Det er en sammenheng mellom forekomst av sårbare naturtyper og økt risiko for lekkasje knyttet til geologiske svakhetssoner.

Områder med størst overdekning mellom tunnel og terreng har høyest konsentrasjon av svært sårbare områder fordi dette er høytliggende områder med små nedbørfelt. Områder under marin grense har mindre risiko enn områder over marin grense fordi sannsynligheten for tettende leire mellom vann og myr og geologiske svakhetssoner er større her.

Områder med leirdekke har mindre naturmessig sårbarhet på grunn av leirens egenskaper til å tette og holde på fuktighet. Eventuelle setninger i leiren som følge av minsket poretrykk vil normalt bare gjøre svært lokal naturmessig skade, slike setninger vil være et større problem for bebyggelse og lignende anlegg.

En bør være særlig oppmerksom på mulige skadevirkninger for områder i sårbarhetsklasse 1 og 2, eventuelt også i klasse 3 for små vann og myrsystemer og der risiko for lekkasje bedømmes som betydelig. Av særlige områder som bør nevnes i denne sammenheng er:

- Høyreliggende områder på Krokskogen og i Vestmarka, og særlig i Bærumsmarka og på Holmenkollen har alle til dels svært tett med sårbare tjern og myrer. Fjelloverdekningen over tunnel er relativt stor.
- Lavereliggende deler av Bærumsmarka med vann som Øyer-vann (sårbarhetsklasse 2), Fiskelaustjern (1), Fløtemyra (1), og mindre sårbare vann som Burudvann (4) og Østervann (4) har betydelig mindre overdekning.
- Lavereliggende vann mellom Holmenkollen og Maridalen som Båntjern (1) og Langmyr (1) og mindre sårbare vann som Sognsvann (4), Lille Åklungen (3) og Svartkulp (3) har også mindre overdekning.

Det er produsert et eget kart som gir detaljert oversikt over sårbarheten (Erikstad & Stabbetorp 2000).

Kilder er en naturtype som ikke fanges opp av modelleringen. En bør sjekke kilder langs den trase som bestemmes med tanke på å unngå skader.

Naturverdiene i området er generelt høye. Det er også en nær kobling til friluftslivsinteresser og nærmiljøinteresser som forsterker dette. Urørte, dvs. ikke grøftete, myrer må generelt vurderes å ha høy naturverneverdi (minimum lokal verdi vurdert etter normale systemer knyttet til naturvernloven). Vassdragene tilhører «Oslo-markavassdragene» som er varig vernet mot kraftutbygging, og vann og vassdrag i området må anses å ha nasjonal verdi. For en fullstendig naturfaglig konsekvensanalyse bør det gjøres feltarbeid for å fastslå konkrete naturverdier i utvalgte områder, basert på sårbarhetskartet.

Vurdert isolert ut fra sårbarhetsanalysen er de sørlige traséalternativene trolig best, fordi de passerer færrest områder med høy sårbarhet. Det må imidlertid understrekes at sårbarhetsanalysen må

ses i sammenheng med risikovurderingene for å kunne få et mer fullstendig bilde av hvor stor sannsynligheten er for negative effekter av tunnelbyggingen, og hvor stort behovet for tetting av tunnelen vil være. Utgangspunktet her er at tunnellekkasje i forbindelse med vann og myr i de høyeste sårbarhetsklassene vil være svært uheldig. Traséer som passerer mange slike områder vil derfor lett få store negative konsekvenser, eventuelt utløse behov for omfattende tetting.

7 Litteratur

- Brabrand, Å., Brandrud, T. E., Bremnes, T. & Saltveit, S. J. 1998. Vannstandsreduksjon i Nordre Puttjern, Østmarka: Effekt på vannlevende organismer. - Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo 172: 1- 18.
- Brochmann, C. 1982. Botanisk undersøkelse av våtmarksområdet ved Triungsvann, Oslo/Bærum. - Rapport til Oslo kommune.
- Eie, J.A., Faugli, P.E. & Aabel, J. 1996. Elver og vann. Vern av norske vassdrag. Grøndahl og Dreyers Forlag, Oslo 1966.
- Eilertsen, O., Bakkestuen, V., Bendiksen, E. & Stabbetorp, O. E. 1998. Miljøundersøkelser i Østmarka. Vegetasjonsøkologiske studier i influensområdet til Romeriksporten. - Framdriftsrapport til NSB Gardermobanen AS (34 s.)
- Erikstad, L., Reitan, O., Sloreid, S.-E. & Stabbetorp, O. E. 1998a. Kartlegging av naturtyper og verdifull og sårbar natur ved Sundvollen i Hole kommune. -NINA Oppdragsmelding 540: 1-40.
- Erikstad, L., Stabbetorp, O. E. & Sloreid, S.-E. 1998b. Krokskogen: Sårbare naturtyper i forhold til eventuell tunnellekkasje. - NINA Oppdragsmelding 513: 1-10.
- Erikstad, L. & Stabbetorp, O. 2000. Naturens sårbarhet i forhold til planlagt ny vannoverføringstunnel Holsfjorden – Oslo. Kart i målestokk 1:20 000. -NINA, Avd. for landskapsøkologi, Kart 2000-1.
- ESRI. 1996. ArcView GIS. - ESRI, Inc., Redlands, Ca.
- ESRI. 1996b. ArcView Spatial Analyst. - ESRI Inc., Redlands, Ca.
- Fylkesmannen i Oslo og Akershus. 1978. Utkast til verneplan for myrer i oslo og Akershus fylker. - Fylkesm. Oslo og Akershus (80 s)
- Holtedahll, O. (red.) 1953. Norges geologi II. - Norges geologiske undersøkelse 164: 587-1118
- Homstvedt, S. 1989. Nedbørfelt i vassdragsregisteret. -NVE Publikasjon 22: 1-13.
- Keckler, O. 1996. SURFER for Windows, v. 6. - Golden Software, Inc.
- Lysgaard, I., Lenth, K. & Munthe-Kaas Lund, H. 1982. Kolsås-Dællivann-området. - Bærum Natur- og Miljøvern og Pedagogisk senter i Bærum kommune, Bærum (55s)
- Moen, A. 1998. Nasjonalatlas for Norge: Vegetasjon. - Statens Kartverk, Hønefoss.
- Moen, A. & Wischmann, F. 1972. Verneverdige myrer i Oslo, Asker og Bærum. - K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Miscellanea 7: 1-69.
- Nordisk ministerråd. 1984. Naturgeografisk regioninndeling av Norden.- NORD.
- NVE. 1987. Avrenningskart over Norge (1930-60), 1:500 000, Blad 2.
- Stabbetorp, O. E. & Erikstad, L. 1999. Kartlegging av verdifull og sårbar natur ved Eggemoen i Ringerike kommune. -NINA Oppdragsmelding 577: 1-33.
- Wischmann, F. 1970. Botanisk oversikt over myrer i Oslomarka. - Rapport til Oslo Kommune, Skog- og fløttningsvesenet, Botanisk Hage og Museum, Oslo.

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-1116-5

637

**NINA
OPPDRAGS-
MELDING**

NINA Hovedkontor
Tungasletta 2
7485 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00
Telefax: 73 80 14 01

NINA Avd. for landskapsøkologi
Dronningens gt. 13
Postboks 736 Sentrum
0105 OSLO
Telefon: 23 35 50 00
Telefax: 23 35 50 01

NINA
Norsk institutt
for naturforskning