



DET TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FAKULTETET

## MASTEROPPGAVE

Studieprogram/spesialisering:  
Risk Analysis & Governance

Vårsemesteret, 2023

Åpen / ~~Konfidensiell~~

Forfatter:  
Christoffer Jore Christensen

Fagansvarlig ved UiS:  
Eirik Bjorheim Abrahamsen

Medveileder:  
Geir Petter Novik

Tittel på oppgaven:  
**Ammunisjonsdeponiene i Mjøsa: Usikkerhetsanalyse og  
diskusjon rundt prosess for usikkerhetsanalyse.**

Engelsk tittel:  
Dumped munitions in Lake Mjøsa: Uncertainty analysis and discussion of the uncertainty analysis process.

Studiepoeng:  
30

Emneord:  
Usikkerhetsanalyse, risikovurdering, prosess  
for usikkerhetsanalyse, casestudie Mjøsa,  
dumpet ammunisjon, sort svane,  
sikkerhetsperspektiv, risikovitenskap.

Sidetall:  
73

Stavanger, 15.juni 2023



## INNHold

<b>Forord</b> .....	v
<b>Sammendrag</b> .....	vi
<b>Abstract</b> .....	vii
<b>Figurliste</b> .....	viii
<b>1 Innledning</b> .....	1
1.1 Et tidsvindu for tiltak er i ferd med å lukkes.....	1
1.2 Hensikten med besvarelsen .....	3
1.3 Struktur.....	4
<b>2 TEORI</b> .....	5
2.1 Hva er risiko? .....	5
2.2 Risikoakseptnivå .....	7
2.3 Rammeverk for risikostyring .....	8
2.4 Sorte Svaner .....	10
2.5 ROS-analyse.....	12
<b>3 METODE</b> .....	13
3.1 Risiko i kvalitativ metodikk .....	14
3.2 Innledende fremgangsmåte .....	14
3.3 Gjennomgang av litteratur og informasjonskilder .....	15
3.4 Rolle og perspektiv til problemstillingen.....	17
3.5 Begrensninger.....	18
3.6 Evaluering av egen metode .....	19
<b>Kapittel 4: Etablering av case og bakteppe</b> .....	21
4.1 Situasjonsbeskrivelse Mjøsa .....	21
4.1.1 Assosierte risikoer .....	23
4.1.2 Mjøsas tilstand: Biologiske forhold.....	25
4.2 Bakteppe: Hvordan ble dagens situasjon til? .....	26

4.2.1 En systemfeil i internasjonal skala .....	26
4.2.2 Kunnskap om økologi - Før og etter 70-tallet .....	29
4.3 Sjø-dumpet ammunisjon: Utfordringer til dets sensitivitet og toksikologi .....	32
4.4 Mjøsa: Hva er gjort og hva gjøres? .....	33
4.5 Kort om norsk oppfølging av dumpet ammunisjon .....	36
<b>Kapittel 5: Del 2 Diskusjon</b> .....	<b>39</b>
5.1 Betydningen av usikkerhet .....	39
5.2 Analyse av tidligere utført arbeid i henhold til ACU-perspektivet .....	40
5.2.1 Fravær av tiltak er også et tiltak .....	44
5.3 USIKKERHETSANALYSE .....	45
5.3.1 Prosess for usikkerhetsanalyse fra prosjektledelsesperspektiv .....	46
5.3.1.1 Hva bør gjøres annerledes? .....	49
5.3.2 Paradokset med standardisering av prosesser for usikkerhet og risiko .....	52
5.3.3 Kartlegging av usikkerheter .....	53
5.3.4 Visualisering av usikkerheter .....	61
5.3.5 Vurdering av påvirkningskraften til usikkerhetene: Sort Svane? .....	61
<b>Kapittel 6 Konklusjon</b> .....	<b>62</b>
6.1 Oppsummering av usikkerheter .....	64
6.2 Slutninger basert på studiet .....	65
6.3 Forskning videre .....	65
<b>LITTERATURLISTE</b> .....	<b>67</b>

## **Forord**

I forkant av informasjonssøket var det usikkert for avhandlingen hvorvidt det var tilgang på informasjon og innsyn. Jeg er blitt møtt med stor delevelje og oppmuntring i all kontakt med involverte parter. Det har vært svært motiverende å få tilbakemeldinger over mail og i teams-samtaler om avhandlingens nytte.

En stor takk til min veileder Professor Eirik Bjorheim Abrahamsen for oppfølgingen og utformingen av oppgaven i henhold til faglige hensyn. Takk til min medveileder Geir Petter Novik for utrolig god hjelp, innføring av historisk bakteppe, og sikkerhetsstrategi for krigsetterlatenskaper. Takk til Øyvind Ødegård ved NTNU for bidrag, og informasjon om forskningen som foregår gjennom Oppdrag Mjøsa.

Nær familie, og spesielt min far Gunnar (lektor og journalist), har vært tette diskusjonspartnere i disse månedene hvor mye informasjon måtte prosesseres.

Blant studentmiljøet for risikostudier ved UiS er det en tverrfaglig kompetanse som har gitt nytte å diskutere med på universitetsbiblioteket. Mailkontakt med enkeltpersoner i Forsvarsbygg, FFI, NTNU ved Samforsk, Statsforvalteren i Innlandet og fagmiljøet ved UiS har gitt pekere for utformingen av problemstillingen.

Tusen takk til alle delaktige parter!

/Christoffer Jore Christensen, juni 2023

## Sammendrag

Den overflødige mengden ammunisjon og stridsmidler etter andre verdenskrig omtales som verdenshistoriens største overproduksjon. Det var av sammensatte årsaker som sikkerhetspolitiske hensyn og vurdering av fremtidig krigføring, et utrolig hastverk med å løse denne situasjonen ved krigens slutt. På den tid og frem til 1970-tallet var det en oppfatning om at sjøen uskadeliggjør risikoavfall, og sjø-dumping av krigsmidlene ble ansett som beste alternativ. De alliertes policy lød at all tysk ammunisjon i Norge skulle avhendes i løpet av de første månedene etter krigens slutt. I Norge ble de forhastede beslutningene om dumping og detonering av ammunisjon oppfattet som nærmest helt uplanlagt. I lys av dagens forståelse om økologi utgjør situasjonen et internasjonalt samfunnsproblem. Mengdene som er dumpet er ukjent og oppfølgingen nærmest fraværende. Tilknyttet sikkerhetsstrategi er vurdert som en blindhet-for-risiko-tilnærming.

Norges største innsjø Mjøsa gjenspeiler situasjonen og er en sort svane. Her er det dumpet ammunisjon av ukjent type i udokumenterte mengder av Raufoss Ammunisjonsfabrikker, Forsvaret og okkupasjonsmakten mellom 1943 til 1973. Det er blitt utført miljøundersøkelser fra og med 2001, men disse er å anse som nåtids-vurderinger i henhold til assosiert miljørisiko. Videre følger en tilknyttet helserisiko da Mjøsa er drikkevannskilde for 100.000 mennesker, samt eksplosjonsrisiko og risiko for misbruk. Risikovurderingen fra 2001, som videre undersøkelser bygger på, er svært mangelfull. Den er ikke i tråd med risikovitenskap hvor usikkerhet og vurdering av kunnskapsstyrke anses som vesentlige aspekter ved risiko. For en mer reel risikovurdering mener avhandlingen at vil det være hensiktsmessig å utføre usikkerhetsanalyse av situasjonen. Kapittel 5.3.3 identifiserer dem etter hovedkategoriene: Tilstand, omfang, type, ytre faktorer og metodiske usikkerheter. Avhandlingen har begrensninger i henhold til fullverdig analyse, og er derfor fokusert på identifiseringstrinnet. En prosess for usikkerhetsanalyse av tilsvarende situasjoner diskuteres, men dette er et paradoks da uforutsigbarhet ikke nødvendigvis lar seg standardisere. Standardisering kan føre til at risikoer blir oversett og underdrevet. Likevel kan en grovt inndelt prosess med fokus på to-veis kommunikasjon i tverrfaglige miljøer virke hensiktsmessig.

Forskningsprogrammet Oppdrag Mjøsa med tverrfaglige forskningsløp kartlegger nå innsjøen fullstendig for første gang ved hjelp av blant annet kunstig intelligens. Forskningen sammen med FFIs egne undersøkelser vil deriblant danne et bredere kunnskapsbilde til å risikovurdere ammunisjonsdeponiene. Avhandlingen, som er fra et sikkerhetsperspektiv, sikter etter å bli til nytte for den videre forskningen.

## **Abstract**

The excessive explosive remnants of war (ERW) after World War II is referred to as the greatest overproduction in world history. By political considerations and assessment of future warfare, this situation was hastily solved. During that time and until the 1970s, there was a general belief that the sea neutralizes hazardous waste, and explains why sea-dumping was considered the best alternative. The Allies' policy was that all German ammunition in Norway should be disposed of within the first few months after the end of the war. In Norway, the hasty decisions about dumping and detonation of ammunition were perceived as almost completely unplanned. In light of today's understanding of ecology, the situation constitutes a societal problem of international scale. It is unknown how much is dumped and general follow-up has been close to non-existent. The associated security strategy was a blindness-to-risk approach.

Norway's largest lake, Mjøsa, reflects this situation and is a black swan. The type of ammunition is unknown and has been dumped in undocumented amounts by Raufoss Ammunition Factories, the Norwegian Army and the occupation power between 1943 and 1973. Examinations due to the associated environmental risk have been carried out since 2001, but these are to be considered as contemporary assessments. Further, there is a health risk associated as Mjøsa is a source of drinking water for 100,000 people, as well as risk of explosion and misuse. The risk assessment from 2001, is not in line with risk science where uncertainty and assessment of strength of knowledge are considered essential aspects of risk. For a more adequate risk assessment, this thesis argues that it would be appropriate to perform an uncertainty analysis of the situation. Chapter 5.3.3 identifies them by the main categories: Condition, extent, type, external factors, and methodical uncertainties. The thesis has limitations for performing a fullworthy analysis, and focuses mainly on the identification stage. A defined process for uncertainty analysis of similar situations is discussed, but this is a paradox as unpredictability may not standardize. Standardization can lead to risks being overlooked and downplayed. Nevertheless, a guide with a focus on two-way communication among an interdisciplinary expertgroup may seem beneficial.

The research program Mission Mjøsa with interdisciplinary research tracks, now assesses the lake completely for the first time using artificial intelligence. The research, together with FFI's own examinations, form broader knowledge to risk assess the situation. The thesis, which is from a safety perspective, aims to be of utility for further research.

## **Figurliste**

IRGC rammeverk for risikostyring, norsk modell bearbeidet etter Aven og Renn.

Hentet fra Engen et al., 2021, s.388 .....s.10

Illustrasjonen av GEOMAR over assosierte risikoer ved sjø-dumpet ammunisjon .....s.37



## **1 Innledning**

Avhandlingen skaper oversikt over dagens situasjon av ammunisjonsdeponiene i Mjøsa fra et sikkerhetsperspektiv. Den tar for seg en usikkerhetsanalyse som følge av at situasjonen kjennetegner nettopp høy usikkerhet, høy kompleksitet og et begrenset kunnskapsbilde. For slike situasjoner anser jeg det som hensiktsmessig å etablere et verk for kjente usikkerhetselementer og undersøke påvirkningskraften disse kan utgjøre for en risikovurdering. Det er imidlertid fokusert på identifisering og kartlegging. Etter studiets kjennskap er dette ikke utført for Mjøsa tidligere og avhandlingen sikter etter å bli en byggestein for den videre sikkerhetsforskningen. Forhåpentligvis vil dette gi bedre grunnlag for en overordnet risikovurdering av ammunisjonsdeponiene.

Den andre hovedoutputen angår et eventuelt rammeverk eller definert prosess for utførelse av usikkerhetsanalyse i kontekst av krigsetterlatenskaper. Et eksempel fra prosjektledelsesperspektiv presenteres og diskuteres i henhold til risikovitenskap.

Risikovitenskap er den mest oppdaterte praksisen for risikostyring og tilhørende aktiviteter, hvor risiko er definert som produktet av usikkerhet og konsekvens. Usikkerhet er et vesentlig aspekt ved risiko som tradisjonelt er blitt neglisjert til fordel for forventede verdier fra sannsynlighetsregning. Det er viktig å ta høyde for usikkerhet i alle ledd og vurdere kunnskapsgrunnlaget bak subjektive antagelser (teste kunnskapsstyrke). Aven og Renn oppfordrer til et bredt syn på risiko da begrepet er svært komplekst.

Å definere en prosess for usikkerhet, som av natur er generisk og uforutsigbar, åpner for diskusjonen om det i det hele tatt er formålstjenlig for et slikt konsept. En fallgrube ved vurdering av usikkerhet er nettopp rammeverk og sjekklister, da det kan føre til et snevert syn. Kommunikasjon på tvers av fagdisipliner er vesentlig i kartlegging av usikkerheter. Derfor er strukturen til forskningsprogrammet Oppdrag Mjøsa med parallelle forskningsløp svært positiv, og det blir spennende å følge forskningen ved NTNU og FFI videre. For i Mjøsa er det mange faktorer som er uavklart.

### **1.1 Et tidsvindu for tiltak er i ferd med å lukkes**

Etter andre verdenskrig er Norge sammen med de allierte i en posisjon med svært store mengder overflødig ammunisjon og krigsmidler. De første tiårene spesielt er det særdeles forhastede beslutninger om å dumpe slike objekter i sjø og innsjø. Dette forekommer også i

Norges største innsjø, Mjøsa. De kjente deponiene på Mjøsas bunn beskrives å ha blitt oppdaget i 1999, men dumpingen er konstatert å ha foregått fra 1943 frem til 1971 i regi av Raufoss, Forsvaret og okkupasjonsmakten (Jensen et al., 2001). Dumpingen ble utført både militært og sivilt. Situasjonen fikk nylig mer oppmerksomhet i mediene etter oppstart av forskningsprogrammet Oppdrag Mjøsa, initiert av NTNU i samarbeid med Forsvarets Forskningsinstitutt (FFI). Historier som Bjørn Karlstads deltagelse presenteres. Han ble som fjortenåring sammen med sin bestefar hyret inn av Raufoss Ammunisjonsfabrikker for å dumpe defekt ammunisjon. Karlstad anslår i mengder tilsvarende to lastebillass i uken sommeren 1958 (NRK, 2020). Den totale mengden objekter på Mjøsas bunn er imidlertid fortsatt ukjent, men det anslås så store kvantum som over 200 tonn (TV2, 2022). Nylige antagelser mener opp imot 30 ganger dette anslaget. Det er usikkerheter ikke kun knyttet til omfang, men også type objekter og dets tilstand per i dag.

*“Mjøsa har gjennom historien blitt brukt som søppelplass”* uttalte daværende Klima- og miljøminister Sveinung Rotevatn (Regjeringen, 2021) i forbindelse med et informasjonsmøte om “Oppdrag Mjøsa”. Det nasjonale forskningsprogrammet har som *formål å legge til rette for verdiskaping gjennom bærekraftig bruk av Mjøsas ressurser og økosystemtjenester og samtidig opprettholde økosystemets struktur, virkemåte, produktivitet, samfunnskritisk infrastruktur og naturmangfold* (NTNU, 2022, s.2). I de tverrfaglige forskningsløpene skal blant annet økosystemer, kulturminner, vannkvalitet og farlig avfall kartlegges og sikres i tillegg til utvikling av en digital tvilling av innsjøen. Mjøsa totalundersøkes nå for første gang ved hjelp av kunstig intelligens, fjernstyrte fartøy og arbeid på tvers av fagmiljøer (NTNU, 2022). Forskningsperioden strekker seg til 2027 og vil deriblant danne et bredere informasjonsgrunnlag til å risikovurdere ammunisjonsdeponiene.

I dialog med FFI nevnes det at det trolig er et bredt spekter av ammunisjon som ligger på Mjøsas bunn - ikke kun i form av granater, håndammunisjon og metallskrap slik DNVs 2001 undersøkelse presenterer. Dette innebærer missiler og prosjektiler av ukjent type og mengde/nivå av fylling. Funn av et nytt deponi inneholdende missiler kommer frem gjennom Oppdrag Mjøsa høsten 2022 (NTNU Nyheter, 2021). Fra tidligere er det tre kjente deponier. Ett av dem nær Gjøvik i retning Mengshol og inntak for vannforsyning. Av denne grunn er det hovedsakelig innenfor dette definerte området at sedimentsprøver og undersøkelser er utført. Funnet av det fjerde deponiet vitner om svært lite kunnskap om hva som egentlig er dumpet og åpner for usikkerhetsaspekter ved arkiver og dokumentasjon som er lagt til grunn for dagens generelle vurdering av deponiene. Dette er en situasjon som kjennetegner høy

usikkerhet i svært mange ledd med en begrenset kunnskapsstyrke. De utpregede risikoene innebærer eksplosjonsrisiko, miljørisiko og risiko for misbruk.

Dumpede krigsmidler er et samfunnsproblem som har fått liten allmenn oppmerksomhet. Situasjonen i Mjøsa innebærer også risiko ovenfor innsjøen som drikkevannskilde til 100.000 mennesker. Nå haster det å kartlegge risikobildet og vurdering av eventuelle risikoreducerende tiltak. FFI nevner hvordan dette arbeidet egentlig burde vært utført allerede på 1960-tallet. Identifiseringen av objekter blir nemlig vanskeligere i takt med tid, korrosjon og lokale forhold. På denne måten er samfunnsproblemet et økende problem hvor valgmulighetene for tiltak blir færre grunnet det svekkende informasjonsbildet. Om 50 til 100 år vil trolig identifiseringen av dumpede objekter bli svært vanskelig som følge av korrosjon og andre faktorer som tildekking av sedimenter. Tidsvinduet for tiltak er i ferd med å lukkes. NTNU-forskere, deltagende i Oppdrag Mjøsa, purrer i en Oppland Arbeiderblad-kronikk: *“Det må løses nå!”* (Wroldsen et al., 2022).

## **1.2 Hensikten med besvarelsen**

Det kommer frem i samtaler med representant fra FFI og deltaker i Oppdrag Mjøsa at denne avhandlingen vil bli den første av sitt slag. Det er ikke kjennskap til andre usikkerhetsanalyser knyttet til dumpet ammunisjon i Norge. Oppdrag Mjøsa er et tverrfaglig forskningsprogram som dekker mange fagdisipliner. Det er imidlertid ikke definert et separat forskningsløp for risiko og sikkerhet tilknyttet situasjonen. En stor motivasjon bak denne avhandlingen er å bli til nytte for den videre forskningen under Oppdrag Mjøsa, og danne et utgangspunkt for risikovurdering av deponiene fra et rent sikkerhetsperspektiv. Ved å identifisere og presentere usikkerheter for en situasjon karakterisert av høy usikkerhet i mange ledd, sikter avhandlingen om å bli en byggestein for videre risikovurdering av Mjøsa i forskningsløpet. Et samlet verk for usikkerheter vil virke hensiktsmessig.

Samtidig forsøkes det å definere en prosess for usikkerhetsanalyse som kan bli tatt i bruk for andre situasjoner som involverer dumpet ammunisjon i akvatiske miljøer. Dette er utfordrende da et vesentlig aspekt ved å kartlegge usikkerheter er nettopp et generisk og bredt syn uten å låse seg til et rammeverk eller en sjekklister. Jeg mener likevel en grovt inndelt prosess kan antydes som utgangspunkt for analyse, men hovedfokuset er på kommunikasjon i tverrfaglige deltakergrupper for identifiseringstrinnet. Det er tross alt hvert enkelt fagmiljø som har kjennskap til kunnskapshull og usikkerheter innenfor sitt avgrensede arbeidsområde.

Her kommer rollen til risikoarbeid inn for å samle usikkerhetene identifisert av fagmiljøene til ett verk. Ved et slikt verk kan sammenhenger mellom usikkerheter lettere oppdages og utgjøre support for overordnet risikovurdering.

Under arbeid med en avhandling ligger det et ønske om å produsere nyskapende slutninger. Samtidig er dette en situasjon hvor det anses som hensiktsmessig å etablere analyse og prosess for identifisering av usikkerheter, som kan bedre informasjonsgrunnlaget for risikovurderinger. Avhandlingen, utført fra et utenforstående perspektiv som verk for usikkerheter til ammunisjonsdeponiene, presenterer grunnleggende oversikt. Det er heller nytten av et samlet verk som er målet. Jeg oppfatter det som et naturlig sted å starte det rent sikkerhetsk kontekstlige arbeidet. Det oppfordres til utførelse av en fullstendig usikkerhetsanalyse i tett kommunikasjon med fagekspertene som har kunnskapen og sin subjektive sannsynlighetsberegning, for et tydeligere bilde av usikkerhetenes påvirkningskraft. Resultater herfra antas å guide sikkerhetsarbeidet videre i henhold til hvilke risikoaspekter og kunnskapshull som bør prioriteres for kunnskapsutbedring. Dette for å bygge opp under informasjonsbildet som beslutninger om håndtering av deponiene vil basere seg på.

Utover problemstillingen er det flere forskningsspørsmål som er interessante å utforske i studien.

- Kan situasjonen i Mjøsa kategoriseres som en sort svane?  
Sorte svaner som konsept forklares mer utfyllende i teoridelen, men er brukt for å karakterisere uforutsette hendelser med store konsekvenser. Ved slik knapphet på informasjon om dagens situasjon vedrørende omfang og effekt av konsekvenser, er et slikt spørsmål naturlig å diskutere.
- Er det hensiktsmessig å definere en prosess for usikkerhetsanalyse i situasjoner med komplekst usikkerhetsbilde?  
Balansen av standardisering for en generisk prosess kan nemlig oppfattes som et paradoks. Lar det seg gjøre å standardisere en slik prosess?

### **1.3 Struktur**

Avhandlingen er akademisk strukturert med en innledning ment for å etablere en forventet rød tråd gjennom oppgaven, og vekke interesse rundt forskningsspørsmål. En teoridel følger for å klargjøre fagperspektivet som ligger til grunn for argumentasjon og antagelser. Her

presenteres relevante konsepter innen risikovitenskap samt ACU-perspektivet som fagfeltet bygger på. Neste del omgår metode som forklarer utgangspunktet ved oppstart av forskning, og beskriver prosessen for å angripe forskningsspørsmålene. Hvilke hovedkilder som er brukt for informasjon og litteratursøket er vesentlig her.

Avhandlingens hoveddel er tredelt definert ut ifra en i forkant planlagt struktur. Den begynner med en situasjonsbeskrivelse, gitt det etablerte fagperspektivet, om hvordan situasjonen håndteres og hva som er utført. Nødvendig kunnskapsbilde etableres for å kunne videre i neste del diskuteres fra fagperspektivet. Rollen til usikkerhet i risikovurderinger og et eksempel på prosess for usikkerhetsanalyse presenteres, og vurderes fra ACU-perspektivet. Diskusjonen omgår hva god praksis innebærer. De identifiserte usikkerhetene presenteres og en vurdering av dem i forhold til rangering og innvirkning. Siste hoveddel er avslutning med konklusjon basert på forskningens slutninger. Det følger et delkapittel som foreslår videre forskning ut ifra hva denne forskningsperioden har gitt innsikt i.

## **2 TEORI**

Vi behøver et teoretisk utgangspunkt med presentasjon av det faglige perspektivet som avhandlingens problemstilling analyseres og diskuteres fra. Dette for å forklare innfallsvinkelen og tankemønsteret anvendt for avhandlingen. Med inn under forklaring av risikoperspektivet som denne masterutdanningen etablerer, medhører presentasjon av relevante faglige begreper, konsepter og rammeverk som blir tatt i bruk i diskusjon. Kapittelet skal legge grunnlaget for teoretisk kompetanse innen risikovitenskap til å forstå avhandlingens slutninger.

### **2.1 Hva er risiko?**

Utdannelsen innen risikovitenskap ved UiS omhandler kompleksiteten av risiko som begrep og hvordan begrepet blir forstått på tvers av bransjer hvor risikorelatert arbeid er en del av arbeidsoppgavene. Risiko kan forklares som balansen mellom sikkerhet og trygghet på den ene siden, mot utvikling og innovasjon på den andre. Med sikkerhet og trygghet menes det å sikre verdier vi mennesker verdsetter mot negative konsekvenser. Dette kan være sosiale, kulturelle, økonomiske og juridiske verdier. Her kan prinsipper anvendes for å danne forhåndsregler og planlegging mot truslene som potensielt kan realisere de negative

konsekvensene. Man kan derfor assosiere risikoarbeid med evnen til å se inn i fremtiden. Hvilke trusler utgjør potensiell skade og i hvilket omfang? Hva er sannsynligheten for at en hendelse forekommer? En overvekt av slik sikring for fremtiden kan imidlertid fungere som en brems på utvikling og realisering av ny kunnskap.

Tradisjonelt sett er risiko forstått som produktet av sannsynligheten for at en hendelse skal inntreffe, og de tilknyttede konsekvensene når hendelsen har inntruffet. Dette synet kalles av Engen et al. (2021, s.92) for et teknisk-økonomisk perspektiv da matematiske og statistiske modeller og beregningsmetoder legges til grunn for å forutsi sannsynligheten for at hendelsen inntreffer. Risiko innebærer imidlertid mange aspekter, og kritikken mot et slikt perspektiv på risiko er at begrepet forklares med forventede verdier. Det er nemlig utfordrende å samle nok data til å kvantifisere tilstrekkelige estimater for sannsynlighet og konsekvens. Andre aspekter ved risiko som usikkerhet blir ikke vektlagt i samme grad. Perspektivet dekker sånn sett ikke begrepets kompleksitet.

Fra et samfunnsvitenskapelig perspektiv omhandler risiko hvordan vi kollektivt og som individer forstår, tolker og forteller om fremtiden. *“Spørsmålet blir dermed hvordan risikoene blir opplevd og forstått, og hvordan den blir konstruert i samspillet med enkeltindivider, grupper, organisasjoner og institusjoner”* (Engen et al., 2021, s.93). Det går altså ut på organisering av samfunnet og håndtering av utfordringene det står ovenfor.

For det vi kan kalle et oppdatert risikoperspektiv, er tverrfaglighet sentralt for å utvikle en bred forståelse på tvers av fagdisipliner. Slik fanger man opp flest mulig aspekter ved risiko. *“Aven og Renns hovedpoeng er at risikobegrepet må basere seg på usikkerheten utover en tallfestet sannsynlighet. Tallfesting av sannsynlighet kan være effektive verktøy, men det vil alltid være usikkerhet knyttet til de sannsynlighetene man regner seg frem til”* (Engen et al., 2021, s.95). I tillegg koker sannsynlighetsregningen ned til en viss form for subjektivitet for å i det hele tatt tallfeste en slik verdi. Hva er denne subjektive eller kunnskapsbaserte sannsynligheten basert på? En persons bakgrunnskunnskap inkluderer data, informasjon, antagelser og tro (Aven, 2014), og ved å ta hensyn til disse aspektene kan man vurdere kunnskapsstyrken på den tallfestede verdien. Risikoperspektivet etablert av Aven og Renn definerer risiko som et produkt av usikkerhet og konsekvens. Det blir referert til som ACU-perspektivet *“hvor A referer til en hendelse og C da referer til konsekvensene eller effektene gitt at A har inntruffet”* (Aven & Thekdi, 2022, s.11). U står for de assosierte usikkerhetene.

Hovedtrekkene gjennom masterutdanningen ved UiS er vektlegging av usikkerhetskonseptet og vurdering av kunnskapsstyrken for å tegne risikobildet tilknyttet uønskede hendelser.

Avslutningsvis for innføring av risikobegrepet virker det hensiktsmessig, gitt avhandlingens tema, å klarere forskjellen mellom analyse, evaluering og vurdering i risikokontekst, da disse brukes noe om hverandre i dagligtale. Aven (2015) oppsummerer slik:

- *En risikoanalyse omhandler kort sagt å identifisere initierende hendelser og analyse av tilhørende årsaker og konsekvenser.*
- *En risikoevaluering er en vurdering av om risikoen er for høy og om det er behov for tiltak.*
- *En risikovurdering omhandler både en risikoanalyse og en risikoevaluering.*

## **2.2 Risikoakseptnivå**

Risikoevaluering forklares ovenfor som vurdering av om risikoen er for høy. Det etableres altså en definert toleranse for risiko. Hvor høy risiko er akseptabel risiko? Hvor sikkert er sikkert nok? En holdning som uttrykker at risikoen vurderes som akseptabel av en bestemt gruppe eller individ (SRA, 2018), bestemmes ut ifra den aktuelle aktørens risikoapetitt.

Risikoapetitt defineres som *mengden og type risiko en organisasjon er villig til å påta seg ved risikofylte aktiviteter i jakten på verdier eller interesser*” ((oversatt) SRA, 2018, s.8).

Risikoakseptnivået refererer til det spesifikke punktet for risiko som en organisasjon eller individ er villig til å påta seg i lys av potensielle fordeler og ulemper. Forståelsen og fastsettelsen av dette nivået er avhengig av et bredt spekter faktorer, deriblant aktørens mål, verdier, evner og toleranse for potensielle tap.

Fastsettelse av risikoakseptnivå er en løpende prosess, og ikke en engangsaktivitet. Definert nivå bør kontinuerlig vurderes for å reflektere endringer i det assosierte risikobildet.

Grunnlaget for å definere en toleranse er komplekst med blant annet subjektive faktorer. Det vil være subjektive elementer av ulikheter i hvordan forskjellige individer, grupper eller organisasjoner vurderer og håndterer risiko. Dette understreker viktigheten av åpen dialog og kommunikasjon om risikoakseptnivået, og nytten av tverrfaglig perspektiv i prosessen.

I kontekst av krigsetterlatenskaper er avveiningen mellom risiko og potensielle fordeler viktig. For eksempel kan det være nødvendig å akseptere et høyere risikonivå for å kunne håndtere og nøytralisere etterlatenskapene effektivt, men dette kan også føre til potensielle økte konsekvenser.

Toleranse er en problemstilling for også flere andre faktorer innen fagdisipliner relevant til situasjoner med dumpet ammunisjon. En definert grenseverdi eller toleranse for toksikologiske stoffer i en drikkevannskilde er et eksempel. En slik toleranse antar jeg bygger på kjente helsekonsekvenser ved eksponering av en viss mengde stoff. Grenseverdien tillegges en usikkerhet slik at risikoakseptnivået for helseskadelige stoffer er lavere enn den kjente maksverdien som utgjør helserisiko.

Risikoakseptnivå har altså en vesentlig rolle i risikostyringsprosessen som omfatter kartlegging, identifisering, analyse, evaluering, håndtering og overvåking av risiko.

Toleransen kan illustreres ved for eksempel trafikklys-modell som kategoriserer etter nivåene akseptabel, tolererbar og ikke-tolererbar risikobedømmelse. Tolererbar risiko ansees som aktiviteter verd å gjennomføre på tross av anstrengelser for å oppnå risikoreduksjon.

*“Akseptabel risiko inkluderer aktivitet der resterende risiko er så lav at ytterligere risikoreduksjon ikke anses å være nødvendig”* (Engen et al., 2021, s.390). Oppgaven med å rettfærdiggjøre om en risiko kan tolereres eller aksepteres er blant de mest utfordrende innen risikostyring under prosess for risikoevaluering (Engen et al., 2021).

### **2.3 Rammeverk for risikostyring**

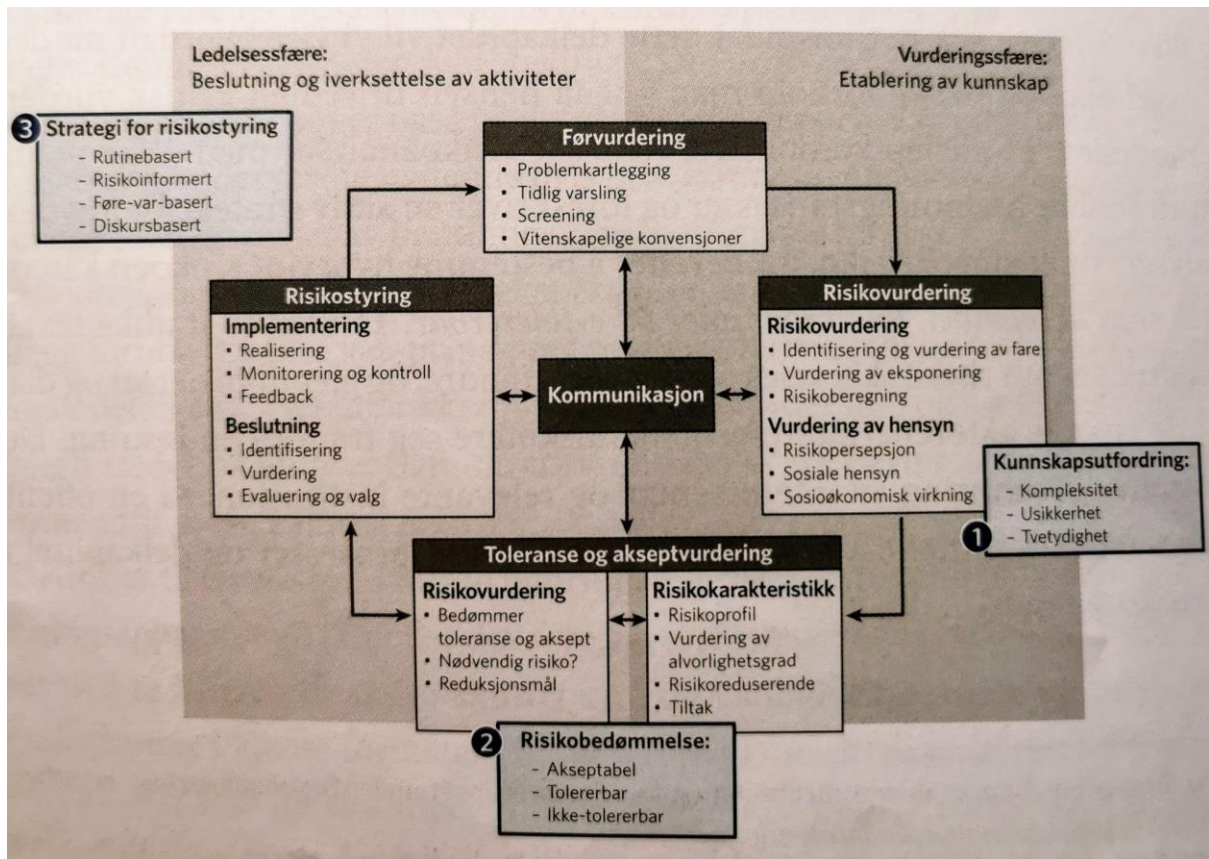
Prosessen for risikostyring er hensiktsmessig å standardisere av flere argumenter. I relevans av risikoakseptnivå forklart ovenfor, nevnes hvordan definering av toleranse for risiko inneholder subjektive elementer. *“Det innebærer at ikke-vitenskapelige argumenter basert på erfaringer, interesser og følelser kan spille inn”* (Engen et al., 2021, s.50) som påvirkende faktorer i vurdering og styring. I tillegg til å etablere et felles internasjonalt fagspråk for å forstå risikoer, vil en standard bidra til brobygging mellom roller og perspektiver. *“Mens risikoanalyse er et yrke for risikoeksperter, er styring av risiko et ansvar for ledere som kan ha en annen forståelse og tilnærming til risikoene som er avdekket (Jørgensen & Lindøe, 2020)”* (Engen et al., 2021, s.51). En standardisering av et rammeverk for risikostyring danner en tilsvarende tilnærming og forståelse internt og eksternt på tvers av roller, som er svært hensiktsmessig, deriblant for kompatibilitet ved å minske potensialet for misforståelser.



Slik standardisering utdypet i generelle rammer har vært organisert av offisiell ISO-standard i nesten 30 år. Her listes blant annet prinsipper for tilpasning av risikostyring i en organisasjon, og de nødvendige ressursene for implementering. International Risk Governance Council (IRGC) har utviklet et rammeverk designet for å bistå beslutningstakere i prosessen med å identifisere, vurdere, håndtere og kommunisere risiko i komplekse og usikre situasjoner. *“Modellen kombinerer tekniske risikoanalyser med ulike politisk-institusjonelle beslutningsprosesser og foreskriver en aktiv strategi for å avdekke, analysere og evaluere risiko, for deretter å bestemme hvorvidt risikoen kan oppfattes som akseptabel, tolererbar eller ikke-tolererbar”* (Engen et al., 2021, s.387). Denne modellen sikrer altså en systematisk, helhetlig og tverrfaglig tilnærming til risikostyring. IRGC-rammeverket anerkjenner at risikostyring er en interaktiv prosess med vektlegging i alle ledd av toveis kommunikasjon mellom alle berørte parter. Kommunikasjon defineres som en kjerneprosess hvor den oppfordres til å være aktiv i alle deler av risikostyring for å konsultere, da risiko og kunnskap er dynamisk.

Rammeverket beskriver fem kjerneprosesser og vises nedenfor:

- Førvurdering.
- Risikovurdering.
- Toleranse- og akseptvurdering.
- Risikostyring.
- Kommunikasjon.



Illustrasjon hentet fra Engen et al., 2021, s.388. Norsk modell bearbeidet etter Aven og Renn.

Jeg anser det ikke som formålstjenlig å gjennomgå hele rammeverket da avhandlingen opererer hovedsakelig innenfor første kjerneprosess, førvurdering.

Denne innledende fasen inkluderer valg av tema og fortolkning av fenomener som kan være relevante for risikoområdet. Interessesentre som myndigheter, produsenter, interessegrupper og bidragsytere til offentlig mening bidrar i denne prosessen, og kan ha ulike perspektiver som kan føre til interessekonflikter. Det er imidlertid visse betingelser som kan hjelpe til med å oppnå en felles forståelse. For det første, det må være en overordnet målsetting, som ofte er forankret i lovgivningen. Et eksempel på dette kan være målet om et trygt og helsefremmende arbeidsmiljø, som beskrevet i arbeidsmiljøloven § 1. For det andre, det må være enighet om hvilke konsekvenser den eksisterende kunnskapen på området kan føre til (Engen et al., 2021).

## 2.4 Sorte Svaner

Sorte svaner er en metafor sentralt i sikkerhetsperspektiv. Noe som anses å ikke ha sannsynlighet for å forekomme, men likevel inntreffer omtales med dette konseptet.

Hendelsene var altså ikke forutsett eller forventet. Taleb (2007) referer til tre spesielle attributter ved konseptet. Hendelsene er *uforutsigbare* da forventninger basert på tidligere hendelser eller erfaringer ikke danner forståelse for sannsynligheten for at hendelsen inntreffer. Ekstrem *innvirkning* som i store og omfattende konsekvenser. Til tross for sin uforutsigbarhet, finner man i ettertid forklaringer og forståelse for årsaksløpet til hendelsen, kalt en *retrospektiv forutsigbarhet*. Aven & Thekdi (2022, s.51) definerer sorte svaner som “*overraskende ekstreme hendelser relativ til ens kunnskap*”.

Sorte svaner understreker viktigheten av å fokusere på usikkerhet, da de ofte ligger utenfor hva tradisjonelle modeller kartlegger. Det er krevende å kartlegge risiko: “*Risiko kan ikke beskrives statistisk. Den lever og forandrer seg hele tiden, for kunnskapen vi har endrer seg*” (Offshore Norge, 2016, 6:24-6:44). Kunnskap og antagelse kan også være mangelfull eller feil. Hva kunnskapen bygger på er avgjørende for risikovurdering. “*Ny kunnskap kan oppnås og analysen vil da bli basert på sterkere, mer berettiget kunnskapsgrunnlag*” (Aven & Thekdi, 2022, s.51). Det aktuelle kunnskapsbildet er altså et vesentlig aspekt ved konseptet. Det kan hende kunnskap og informasjon om en potensiell hendelse med store konsekvenser faktisk er tilstede innad i organisasjonen, men at det ikke er kommet frem til beslutningsprosessen. Fagekspertene lenger ned i beslutningshierarkiet kan inneha kunnskap som burde nådd opp til beslutningstakerne og vært inkludert i risikoanalyser.

Aven og Krohn (2014) kategoriserer sorte svaner i tre grupper ut ifra usikkerhet som følge av kjent og ukjent kunnskap:

- **Unknown unknowns:** Dette er de virkelige sorte svanene, da det er hendelser som ingen forutså, hverken analytikere, påvirkede eller deltakende individer.
- **Unknowns knowns:** Hendelser hvor noen individer hadde kunnskapen, men ikke analytikerne (som utfører risikovurderingene) faller inn under denne kategorien. Utover situasjonen beskrevet over med at noen innehar kunnskap innad i organisasjonen, men ukjent for analytikerne, er terrorangrep et godt illustrativt eksempel på slike hendelser. Da innehar terroristen(e) kunnskap om hendelsen, hvorav *known*.
- **Kjent, men ikke trodd til å forekomme** som følge av lav antatt sannsynlighet basert på sterk kunnskapsgrunnlag. Hendelsene anses å være så usannsynlig at vi ikke er forberedt ved inntreffelse. På grunn av de ekstreme konsekvensene er dette også sorte svaner.

Teorikapittelet innleder med å uttrykke viktigheten av et bredt perspektiv på risiko, og da kritikk mot det tradisjonelle synet hvor risiko beskrives på vegne av forventede verdier. Uønskede konsekvenser av en hendelse kan utspille seg i et spekter av scenarioer. Innad i dette spekteret kan det være store forskjeller mellom scenarioene i alvorlighetsgraden til konsekvensene. En forventet verdi utgjør et uttrykk for assosiert risiko som er enkelt å illustrere i beslutningsprosesser, men det er et for snevert perspektiv. For en slik verdi forteller ikke grenseverdiene, maksimum og minimum, men et forventet gjennomsnitt. Ved å ikke rette fokus på maksimumsgrensene, her forstått som mindre sannsynlige hendelser med større konsekvenser, hvordan kan vi da forberede oss mot dem?

Sorte svaner er hendelser med disse mest prekære ekstreme konsekvensene, altså ytterpunktet på konsekvenskurven. For å sikre verdier vi verdsetter og opprettholde robuste systemer, er det viktig med et bredt perspektiv som også inkluderer sorte svaner slik Aven & Renn-perspektivet beskriver. I sammenheng av avhandlingens tema er det interessant om det er tatt høyde for konseptet i det etablerte risikobildet. Dette åpner for forskningsspørsmålet om ammunisjonsdeponiene i Mjøsa er å anse som en sort svane.

## **2.5 ROS-analyse**

Det virker naturlig å etablere noe teoretisk om hva en sårbarhets- og risikoanalyse (ROS) innebærer da dets rammer og bruksområde diskuteres senere. ROS-analyser er en systematisk tilnærming til å identifisere potensielle farer og vurdere risiko i en bestemt sammenheng, som i en kommune. Målet er å være forberedt på uønskede hendelser ved å ha nødvendige tiltak på plass for å minimere effekten av disse hendelsene og sikre viktig infrastruktur og tjenester. Analysen er en viktig del av beredskapsplanlegging og krisehåndtering. En ROS-analyse danner en samlet risikoprofil for kommunen, til støtte i planleggingen av risikoreducerende tiltak og styrke samfunnssikkerheten (DSB, 2022; Engen et al., 2021).

Utførelse av ROS-analyse er lovpålagt av myndighetene på flere forvaltnings- og tjenesteområder. Lokalt er for eksempel kommunene pålagt å utføre en helhetlig ROS i kommunen, miljørisikoanalyser, ROS av drikkevannsforsyning og diverse beredskapsanalyser med mer. For eksterne aktører settes det krav til risikovurderinger av håndteringen av farlige stoffer, spesielt i storulykkevirksomheter. Regionalt utfører Statsforvalteren en scenariobasert FylkesROS, og eksterne aktører utfører ROS for helseforetak, energiforsyning og transport. Videre på sentralt forvaltningsnivå gjelder

analyser av krisescenarioer (AKS) og ROS for departementer og sentrale fagmyndigheter (DSB, 2022, s.10).

Sentrale elementer i en ROS-analyse er:

- Sårbarhetsvurdering: Hvor sårbar er kommunen eller aktøren gitt en hendelse og mulige følgehendelser. Kritiske samfunnsfunksjoner og tjenester som kan bli berørt, avhengigheter mellom dem, eksisterende barrierer og robustheten i disse tas hensyn til.
- Vurdering av sannsynlighet for at den uønskede hendelsen vil inntreffe. Dette kan baseres på historiske data, statistikk, klimaendringer og teknologisk utvikling.
- Vurdering av konsekvenser: Konsekvensene og eventuelle følgehendelser assosiert med aktuell hendelse og graden av omfang kartlegges.
- Vurdering av usikkerhet basert på vurdert kunnskapsstyrke.
- Beskrivelse av risiko: Basert på vurderinger av sannsynlighet, konsekvenser og usikkerhet, blir det gjort en samlet vurdering av risiko.
- Mulige tiltak som kan redusere risiko og sårbarhet vurderes. Det kan innebære å styrke eksisterende barrierer, anskaffe ytterligere kunnskap eller etablere forebyggende tiltak.
- Vurdering av styrbarhet: Dette er en vurdering av i hvilken grad aktøren selv har virkemidler til å påvirke risiko og sårbarhet ved den uønskede hendelsen (DSB, 2022).

### **3 METODE**

Metode beskrives for at forskningen kan etterprøves og gjennomføres tilsvarende i etterkant, resulterende i samme funn. Det er vesentlig for studien at det blir beskrevet i detalj hva som er gjort for å kunne utføre tilsvarende forskning.

Metoden i denne avhandlingen går i hovedsak ut på et bredt litteratursøk innen tilknyttede fagområder, innsyn i offentlig forvaltning gjennom Einnsyn-tjenesten, og uformelle samtaler med involverte parter.

### **3.1 Risiko i kvalitativ metodikk**

Ved anvending av kvalitativ metodikk for risikobegrepet er ikke det primære fokuset å måle risikoen, men heller å undersøke dens natur, opprinnelse, kontekst og mulige konsekvenser. Dette innebærer en dybdegående studie av subjektive aspekter av risiko og deres innvirkning på beslutningsprosessene. En kvalitativ risikoanalyse kan utføres gjennom for eksempel dybdeintervjuer, fokusgrupper, vurderinger utført av eksperter, case-studier og dokumentanalyse. Hensikten med dette er å samle inn grundig og omfattende informasjon for å kunne forstå kompleksiteten til risiko i sin fulle kontekst. Det er her snakk om metoder som kan være spesielt nyttige i situasjoner hvor det mangler tilgjengelig kvantitativ data, eller når det er nødvendig å forstå subjektive, sosiale eller kulturelle aspekter av risiko (Johannessen et al., 2010).

Ved bruk av kvalitative metoder kan vi forsøke å forstå hvordan risiko oppfattes og håndteres av individer og organisasjoner. Hvordan de vurderer mulige konsekvenser og sannsynligheter for forskjellige risikoscenarier. Og hvordan disse oppfatningene påvirker deres beslutninger og handlinger. I tillegg kan disse metodene bidra til å belyse hvordan risiko er påvirket av bredere sosiale, politiske og kulturelle faktorer, og hvordan risiko oppfattes og håndteres forskjellig i forskjellige kontekster.

### **3.2 Innledende fremgangsmåte**

Før fasen for datainnsamling startet forskningsperioden med en kartlegging av medias presentasjon av situasjonen og hvilke parter som er involvert med tanke på spesielt ansvarsforhold. Identifisering av ansvarsforholdet pekte mot hvilke parter som innehar kunnskap om situasjonen. Miljødirektoratet og Forsvarsdepartementets paraplyen er sentrale her, og mailkontakt med blant annet disse organisasjonene gav en oversikt over aktuelle kontaktpersoner. Her er det sterk kompetanse innen relevante fagfelt spesielt hos FFI som har mange gode publikasjoner for å danne basiskunnskap innen toksikologi, ammunisjonskomponenter og dets stoffer og sensitivitet. Jeg vurderte det slik at for en avhandling som denne med slike publikasjoner tilgjengelig, ville det være mer hensiktsmessig å vie tid til litteraturen fremfor å prioritere tid til intervjuer. Videre for problemstillingens situasjon lokalt, er Raufoss Ammunisjonsfabrikker og Mjøsas industrihistorie sentral. Mjøsmuseet kjenner Mjøsas historiske bakteppe og tilgjengelige dokumentasjon knyttet til for eksempel utslipp.

Forskningsprogrammet Oppdrag Mjøsa ble jeg gjort kjent med gjennom media fra tidlig av og jeg strakk ut til et knippe deltakere gjennom mailkontakt med god hjelp fra Samforsk ved NTNU.

Utover dette har jeg hatt mailkontakt med følgende aktører i søk etter informasjon, veiledning og innspill: Bellona, Statsforvalteren i Innlandet, Arkivverket, DNV og Forsvarsmateriell (FMA).

### 3.3 Gjennomgang av litteratur og informasjonskilder

Det finnes det en mengde litteratur for å bygge opp under forståelsen for håndteringen av krigsetterlatenskaper. Dette er en internasjonal problemstilling som har komplekse årsaker. Det har derfor vært utfordrende å bestemme hva som er tilstrekkelig mengde kunnskap for å kunne danne forståelse for den overordnede beslutningsprosessen internasjonalt og nasjonalt for hvordan deponier ble til i etterkrigstiden. Dette har utgjort en betydelig del av informasjonsinnsamlingen for å etablere den definerte situasjonens bakteppe. Her er forskerne Richard Albright og Terrance Long sentrale litteraturkilder. Albrights *Death of Chesapeake: A History of the Military's Role in Polluting the Bay* (2013, s.15-27) presenterer sikkerhetsproblemer med gammel ammunisjon omgående sensitivitet og konsekvenser. Terrance Long er medvirkende i dokumentarer som *Footprint of War* (2013) og Brennpunkt-episoden *Tikkende Giftbomber* (2013) som jeg mener er gode kilder for historisk bakteppe. Long er mest kjent som leder av International Dialogue on Underwater Munitions (IDUM) som jeg anbefaler leser å gjøre seg kjent med for det internasjonale arbeidet til dumpet ammunisjon. (Nevnte kilder er alle fra 2013, noe som viser seg å kunne stamme fra at FN anerkjente IDUMs arbeid samme år).

Når det kommer til krigsetterlatenskaper vurdert fra et sikkerhetsperspektiv er det et mindre omfang tilgjengelig, og arbeidet til Geir Petter Novik mener jeg er banebrytende. Novik tar spesielt tak i den overordnede sikkerhetsstrategien knyttet til dumpet ammunisjon og eksplosive krigsrester internasjonalt og i Norge: en tilnærming han vurderer som *total blindhet for risiko* (Novik et al., 2022). I sammenligning med et oppdatert risikoperspektiv med risiko forstått som produktet av usikkerhet og konsekvenser, kommer tradisjonell metode for risikovurdering hovedsakelig basert på sannsynlighet, betydelig til kort. Det tradisjonelle perspektivet dekker ikke tilstrekkelig de komplekse risikoene og tilhørende usikkerheter som krigsetterlatenskaper utgjør. Ved å ikke ta hensyn til kunnskapsstyrken til

den subjektive sannsynligheten som konsekvensutfallet er beregnet på utgår viktige aspekter av risiko i den endelige vurderingen. Med andre ord er altså den tradisjonelle tilnærmingen for smal. Novik et al. (2022) er utrolig nyttig litteratur som er brukt som en hovedkilde til avhandlingen på tvers av flere kapitler og til stor inspirasjon under studien.

Til kunnskap spesifikt for situasjonen i Mjøsa er det gitt innsyn i undersøkelser og rapporter utført av DNV på oppdrag fra Forsvarsbygg. Offentlighetsloven gir innsyn i dokumenter fra offentlig forvaltning (Lovdata, 2022). Gjennom søk på den digitale tjenesten *Einnsyn*, listes dokumenter opp og man kan søke enkeltvis om innsyn. Grovt sett er hovedregelen at alle har rett på innsyn i offentlig forvaltning. Det er en mengde jeg anser som stor for spesielt ansvarsforholdet tilknyttet Mjøsas deponier i offentlig forvaltning. Disse dokumentene inneholder kommunikasjon mellom statlige parter hvor ansvarsforholdet avklares med tanke på bruk av ressurser og økonomiske rammer defineres. Det fremkommer imidlertid undersøkelse utført av Multiconsult i 2020 som rapport vedlagt flere ganger i kommunikasjonen. Den klassifiseres som åpen for offentligheten.

Utover dette er det gjennom direkte kontakt med Forsvarsbygg gitt innsyn i de andre utførte undersøkelsene av Mjøsa. Dette ble gjort av DNV i 2001, 2004 og 2007, med 2001-undersøkelsen som den mest omfattende og de resterende to som oppfølgingsundersøkelse basert på den første. Disse er gradert, men har nå status som *fri distribusjon*. På bakgrunn av dette inneholder avhandlingen referanser og enkelte siteringer. Rapporten for 2001 omfatter sedimentundersøkelser, vurdering av spredning og en risikovurdering hvor feltarbeidet bestod av ROV-undersøkelse og filming av bunnen, sedimentprøvetaking, vannprøvetaking og fiskeundersøkelser. De øvrige rapportene, Multiconsult inkludert, kategoriseres som miljøovervåking, i praksis oppfølging, med feltarbeid bestående av sediments- og vannprøvetaking. Det er med andre ord 2001-rapporten som danner grunnmuren for situasjonsbeskrivelsen for deponiene. Det er ikke kjennskap til andre undersøkelser lokalt for Mjøsa knyttet til deponiene. Dette er blitt bekreftet gjennom uformelle samtaler med deltaker fra Oppdrag Mjøsa samt FFI. Rapporter fra undersøkelser utført gjennom Oppdrag Mjøsa og FFIs egne undersøkelser vil komme på et senere tidspunkt (FFI ila høsten 2023).

Det brede informasjonssøket innenfor relevante fagområder baserer seg i hovedsak på FFI-publikasjoner. Jeg er i samtaler blitt påminnet om forskjellen mellom en fageksperts publikasjoner og en overordnet FFI publikasjon med tanke på risikoperspektivet som skinner igjennom i risikorelaterte vurderinger innen andre fagdisipliner. Poenget her er at en



fageksperts syn på risiko er sett fra sitt aktuelle fagperspektiv, fremfor et rent sikkerhetsperspektiv.

Disse publikasjonene er inkludert i avhandlingens litteratur for å danne en viss basiskunnskap innen følgende temaer:

- **Ammunisjonskomponenter og innholdsstoffer:** Litteratur fra FFI gir en forståelse for hvordan ammunisjon fungerer og de bestående komponentene. Separate forskningsartikler som fra Geir Petter Novik (2022) “*Analysis of samples of high explosives extracted from explosive remnants of war*” er et annet eksempel.
- **Sensitivitet:** Karsrud (2019) anvender en levetidsanalyse av dumpet ammunisjon inneholdende TNT til å beskrive dets livsløp fra produksjon til dumpet tilstand. Håndteringen av ammunisjon i forkant av dumping er en viktig faktor for dens nåværende sensitivitet. Aller mest relevant her gir publikasjonen en forståelse for potensiell endring av ammunisjonens følsomhet over tid.
- **Toksikologi:** Her er Øyvind Albert Voie ved FFI svært sentral informasjonskilde med spesielt 2005 FFI-rapport som dekker toksikologiske dimensjoner av ammunisjonsstoffer og nedbrytningsstoffer, og kartlegging av hvilke stoffer som kan utgjøre helserisikoer. Sammen med Mariussen (2016) presenteres usikkerheter og mangler ved målestrategier for vurdering av miljørisiko ved lekkasje fra dumpet ammunisjon fra et toksikologisk perspektiv.

### 3.4 Rolle og perspektiv til problemstillingen

I kvalitative studier er det forskeren selv som er det primære “verktøyet” for datainnsamling og analyse, jeg ser det derfor naturlig å reflektere over mitt perspektiv over temaet og min tilnærming til problemstillingen.

Jeg definerer rollen min under forskningen som en utenforstående part hvor kartleggingen av informasjon har vært selvstendig utført. Litteraturen ble utvalgt for å danne min situasjonsforståelse slik jeg anså hensiktsmessig med inkludering av relevante fagområder. Det er sikkerhetsperspektivet mitt jeg anser som nyttfullt for problemstillingen basert på min risikoforståelse.

Min risikoforståelse baserer seg på den to-årige masterutdanningen Risk Analysis and Governance hvor risiko er definert som produktet av usikkerhet og konsekvens. Det er et stort fokus på usikkerhetskonseptet og hvordan tradisjonell risikoforståelse kommer til kort ved å ikke vektlegge dette aspektet ved risiko tilstrekkelig. Kvalitative risikoer studeres for å undersøke dens opprinnelse, kontekst og mulige konsekvenser basert på aspekter ved risiko som forståelse for subjektive, kulturelle og sosiale dimensjoner. Utover dette har opplæring av analyseverktøy for å kvantifisere risiko vært et eget emne i løpet av utdanningen. Under mitt utvekslingssemester spesialiserte jeg meg innen internasjonale sikkerhetsstudier som omfavnet sikkerhetspolitikk, maktbalanse og markedsstrukturer i global kontekst. Dette vekket en stor interesse for overordnede beslutningsprosesser slik vi ser i bakteppet for situasjonen i Mjøsa.

Avhandlingen har en kvalitativ tilnærming til risikobildet av ammunisjonsdeponiene i Mjøsa, hvor jeg ønsker å undersøke risikoenes opprinnelse og hvordan involverte parter tenker. Det starter med spørsmål som: hva er dagens situasjon og hvordan ble den til? Hva gjøres og hvordan oppfattes risikobildet? Er dette i tråd med et oppdatert risikoperspektiv? Dette har vært fokuset mitt i kommunikasjonen med kontaktpersoner under forskningsperioden for å lære mer om det tverrfaglige informasjonsbildet knyttet til krigsetterlatenskaper. Samtidig har det vært en mulighet for å søke om bekreftelse på at den innsamlede litteraturen er tilstrekkelig for å diskutere problemstillingen. Og ikke minst forsikre meg om at ikke andre relevante informasjonskilder er oversett.

Jeg har hatt lite kunnskap om krigsetterlatenskaper i forkant, kun noe kjennskap til grove estimater av omfanget dumpet ammunisjon utenfor Finnmarkskysten. Under datainnsamlingen for å dekke bakteppet for krigsetterlatenskaper nasjonalt og internasjonalt har jeg blitt sjokkert over det massive omfanget, og den historisk tilhørende risikohåndtering. Det har vært mye nytt stoff å fordøye. Jeg går ut ifra at avhandlingen bærer noe preg av at dette er ny kunnskap for meg som ikke har modnet over lengre tid. Sammenhengene og slutningene kan likevel være av nytte og reflekterer tidsbruken av litteraturgjennomgang.

### **3.5 Begrensninger**

Problemstillingen har vært i endring under forskningsperioden hvor utgangspunktet var utførelse av en overordnet risikovurdering av ammunisjonsdeponiene. I løpet av perioden for

datainnsamling ble det tydelig at en slik risikovurdering ville bli mangelfull på mange områder. I en kvantitativ studie hvor forskeren selv er verktøyet er min kunnskapsmangel innen relevante fagfelt en begrensning. Det krever tverrfaglig ekspertise i tillegg til det rene sikkerhetsperspektivet for å forstå et komplekst risikobilde.

Situasjonen i Mjøsa illustrerer et risikobilde preget av store usikkerheter og lav kunnskapsstyrke. Underveis i kartleggingen av usikkerheter og kunnskapshull ble det klart for meg at avhandlingen skulle bli begrenset til en usikkerhetsanalyse. I en analyse hvor påvirkningsgraden av usikkerhetene evalueres for å rangere usikkerhetene, møtte jeg igjen på den faglige begrensningen. Jeg vil derfor presisere at avhandlingen er begrenset til en usikkerhetsanalyse, hvor kartlegging og identifisering er hovedfokuset.

Ut ifra den definerte rollen i problemstillingen vil avhandlingen også ha begrensninger tilknyttet informasjon om funn og undersøkelser utført i regi av forskningsprogrammet Oppdrag Mjøsa. Avhandlingens funn er altså basert på tilgjengelig informasjon fra et utenforstående ståsted. Informasjonen begrenses altså til det som er tilgjengelig uten å være en del av Oppdrag Mjøsa forskningsløp eller FFIs egne undersøkelser.

### **3.6 Evaluering av egen metode**

Det er tidkrevende å kartlegge og innhente relevant informasjon for en situasjon med høy grad av kompleksitet og svært mange usikkerheter. Mye av forskningsarbeidet har gått med på å opparbeide basiskunnskaper om ammunisjon, dens sensitivitet og innhold av økotoksikologiske stoffer. Videre er en vesentlig del av kartleggingen bestående av lokalhistorie knyttet til Raufoss Ammunisjonsfabrikkers produksjon, og danne forståelse for beslutningene bak massedumping av ammunisjon i nasjonalt og internasjonalt perspektiv. Det er altså, som forklart i detalj under 3.3, flere fagdisipliner som inngår i slik kartlegging som har opptatt tid under perioden for datainnsamling. Jeg anså det som nødvendig å prioritere slik for å danne meg en helhetlig forståelse og ramme for temaet, men dette kunne vært gjort annerledes.

Gjennomgang av dokumentene som ble gitt innsyn i fra relevant offentlig forvaltning til situasjonen er en porsjon av denne tidsbruken. Ved refleksjon i ettertid er jeg usikker på om dette var verdt gjennomgangen med tanke på informasjonsutbyttet relevant til Mjøsa. Dette er tross alt ikke ny kartlegging da aktive parter i dagens undersøkelser av Mjøsa er kjent med

det tilgjengelige informasjonsbildet. Oppdrag Mjøsa har ved anledninger presentert en oversikt over utførte undersøkelser, altså DNV og Multiconsult rapportene.

Ansvarsforholdet av deponiene er ikke relevant for avhandlingen utover kartlegging av informasjonskilder. En nyttefaktor er imidlertid for egen læring om offentlig forvaltning gjennom innsynsaktivitet.

Sett fra perspektiv med mål om å løse avhandlingens endelige problemstilling, summerer dette opp en mindre nytte mot tidsbruken. Og det i en tidsbegrenset forskningsperiode hvor tiden heller kunne blitt fordelt på gjennomgang av litteratur innen et annet fagfelt. Kunnskap om toksikologi ville vært hensiktsmessig å prioritert mer tid til for vurdering av assosiert miljø- og potensiell helserisiko.

Tidlig i forskningsperioden tok jeg en avgjørelse om at datainnsamlingen ikke skulle innebære intervjuer. Tatt forskningsperiodens lengde i betraktning mener jeg dette var rett gitt den tilgjengelige mengden litteratur. Hadde dog forskningsperioden vært lenger enn fra 1.februar til 15.juni (UiS) anser jeg intervjuer som neste steg for informasjonsinnsamling. Dette antar jeg ville vært nyttig, spesielt for avsluttende aktiviteter i usikkerhetsanalysen som rangering av usikkerheter ut ifra påvirkningskraft. Samtidig kunne intervjuer med deltakere i Oppdrag Mjøsa identifisert flere usikkerheter.

Jeg må si det har vært utfordrende å kun forholde seg til problemstillingen innenfor et bredt tema om krigsetterlatenskaper. Det ble viktig for meg å forstå bakgrunnen for beslutningene til ammunisjonsdumping fra et overordnet perspektiv, for å kunne forstå avgjørelsene i lokal Mjøsa-kontekst. Med andre ord har noe av perioden for datainnsamling omhandlet historie om krigsetterlatenskaper. Historien preges imidlertid av et smalt risikoperspektiv slik Novik et al. (2022) konkluderer etter omfattende litteraturanalyse. Forskning omkring krigsetterlatenskaper vil ha stor nytte av fokus på aspekter risikovitenskap vektlegger. Dette ettersom situasjoner med krigsetterlatenskaper karakteriserer høy usikkerhet. ACU-perspektivet vektlegger nettopp vurdering av slike usikkerheter og tilknyttet kunnskapsstyrke.

## **Kapittel 4: Etablering av case og bakteppe**

Innledningsvis er krigsetterlatenskaper brukt som et samlebegrep for objekter ueksplodert ammunisjon som ligger igjen etter kamphandlinger; enten på grunn av at de ikke ennå har funksjonert, at de ikke har funksjonert som tiltenkt (blindgjengere), eller det kan være ammunisjonsbeholdninger som er forlatt, overtatt av fienden, eller forsøkt destruert (inkludert sprengt, brent eller dumpet).

Det er imidlertid viktig å definere hva slags objekter dette egentlig omhandler før vi fører en diskusjon rundt avhandlingens problemstilling. Det er nemlig store forskjeller mellom objekter som kan medhøre under begrepet krigsetterlatenskaper, så for ordensskyld sorteres kjemiske stridsmidler ut som en annen kategori enn tradisjonelle ammunisjonsobjekter. Sennepegass er en nervegass som ble tatt i bruk under 1.verdenskrig og er et eksempel på kjemiske stridsmidler som er sjødumpet. I Norge er det spesielt et definert dumpefelt i Skagerrak med Arendal som nærmeste by, hvor dette finnes av stort omfang. Brennpunkt-episoden fra 2013, nevnt i metodekapittelet, gir en god innføring i det kjente omfanget av kjemiske stridsmidler som er dumpet til sjøs i internasjonal kontekst. Den bygger opp under en forståelse for hvordan krigsetterlatenskaper generelt har blitt håndtert historisk sett. Kjemiske midler utgjør andre risikoer da konsekvenser knyttet til utslipp trolig er mer omfattende og jeg antar, på bakgrunn av andre stoffer involvert, at også sensitiviteten til slike objekter er annerledes.

Denne avhandlingen tar ikke for seg kjemiske krigsetterlatenskaper. Selv om det er usikkerheter rundt omfanget av og hvilke typer krigsetterlatenskaper som finnes i Mjøsa, er det ikke kjent eller mistanke om at kjemiske midler er dumpet. Dette er basert på litteraturen, kjent dokumentasjon og undersøkelser lagt til grunn for denne avhandlingen.

### **4.1 Situasjonsbeskrivelse Mjøsa**

I denne første hoveddelen, kapittel 4, av avhandlingen ønsker jeg å etablere en forståelse for dagens situasjon i Mjøsa, hva de involverte partene gjør og hvordan de tenker i henhold til risiko. Det er viktig å analysere aktuell tankegang med deres fokusområder for å kunne vurdere det videre i oppgaven fra et sikkerhetsperspektiv. Kapittelet kan anses som avhandlingens analyse som legger grunnlag for diskusjonen i kapittel 5.

La oss starte med å definere situasjonsbeskrivelsen. Deponiene i Mjøsa har stort omfang, stor usikkerhet og en viktig faktor er Mjøsa som drikkevannskilde for det omliggende området.

Dette er en situasjon som inneholder svært mange usikkerheter i en rekke ledd. Casen kjennetegner altså lite kunnskap med et betydelig usikkerhetsbilde.

Myreng (Multiconsult, 2021, s.5) beskriver situasjonen slik:

*“I 1999 ble det funnet gjenstander (..) som stammer fra dumping utført av okkupasjonsmakten, Raufoss ASA (senere slått konkurs) og/eller Forsvaret i perioden 1943-1973. Dumpingen omfattet risikoavfall og annet avfall som ikke var gjenvinnbart. Risikoavfall var bl.a. granatdeler og ammunisjonsrester med eksplosiver som ikke lot seg fjerne tilstrekkelig av sikkerhetsmessige eller tekniske årsaker. Flere av stoffene i eksplosivene er giftige, kan etse og være eksplosjonsfarlige”.*

Ettersom en andel av dumpede gjenstander i Mjøsa er fra Raufoss Ammunisjonsfabrikkers produksjon finnes det noe dokumentasjon. Denne gjengis av DNV ved Jensen et al. (2001) og er inkludert i oversikten over deponier under.

Innsyn i Miljødepartementets vurdering av situasjonen fra brev til Forsvarsdepartementet beskrives slik:

*“Undersøkelsen som ble gjennomført høsten 2020 (her Multiconsult, rapport i 2021), samt tidligere undersøkelser viser at det er lite utlekking fra deponiet. Risiko for liv og helse anses som lav, samtidig huser Mjøsa mange ulike arter i tillegg til at dette er en drikkevannskilde. Ut ifra den kunnskapen vi sitter på i dag, er det best at deponiet får ligge i ro, og vil på den måten gjøre minst skade. Det er likevel nødvendig å ha en form for kontroll, og det vil på bakgrunn av dette være nødvendig med en jevnlig overvåking.*

*Omfanget av deponiet er uklart, og det vil styrke kunnskapen og forståelsen av risiko å få en arealavgrensning av ammunisjonsdeponiet. Forskere fra NTNU har i 2020 gjennomført undersøkelser på bunnen av Mjøsa. I forbindelse med dette arbeidet ble arkivet til Mjøsmuseet gjennomgått, og det ble utført intervjuer med mennesker som var med på å dumpe ammunisjon. Den informasjonen som har kommet frem av dette arbeidet antyder at omfanget av deponiet kan være større enn først antatt” (2021, s.2).*

Studiet er kjent med følgende deponier. Det er trolig forskjeller mellom deponiene i form av type ammunisjon/stridsmidler, omfang og grunnforhold.

- **Mellom Gjøvik-Mengshol ferjeleiene og mellom Gjøvik-Smedstua:**

Det skal frem mot 1961 ha blitt dumpet ammunisjon i regi av Raufoss Ammunisjonsfabrikker (RA) fra aktiv ferjedrift i vanlig rute mellom Gjøvik og Mengshol. Ferjen fungerte operativt for vanlig sivil trafikk, mens den dumpet ammunisjonsobjekter over bord underveis i overfarten (FFI, 2023).

DNV ved Jensen et al. (2001, s.3): Dette omhandler belgiske sprenggranater, geværpatroner i kasser av stål eller tre, diverse ammunisjon og komponenter uten tennmekanisme. Totalt anslått mengde i tonn 55-95.

- **Totenvika:** Det ligger dumpet ammunisjon i stort sett hele Totenvika (FFI, 2023). Ammunisjonsfabrikken hadde egne båter for dumping i Totenvika. *“En har ikke funnet konkret dokumentasjon på type ammunisjon, mengde og dumpeplass”* (NTB Pressemelding, 2023).

DNV-rapporten beskriver en anslått mengde mellom 50 og 100 tonn med diverse ammunisjon og eksplosivholdige komponenter i kasser av stål eller tre.

- **Falken utenfor Skreiafjell:** En standplass beskrevet i FFI (Rossland et al., 2010, s.33) ble brukt av Raufoss Ammunisjonsfabrikker som sitt område for testskyting. Blant annet missiler og granater er skutt ut herfra og har landet i Mjøsa mot retning av Stange. Under kartlegging utført av Oppdrag Mjøsa og FFI er det dette området som er blitt omtalt i mediene med overraskende funn av et stort antall missiler. Fra et sikkerhetsperspektiv er ikke dette like interessant, da disse missilene er detonert ved utskyting og nå i praksis tomme aluminiumsrør (FFI, 2023). Med andre ord antas det at missilene ikke inneholder sprengstoff og utgjør derfor liten risiko generelt. Dette undersøkes imidlertid videre.

I nærheten av dette området en mengde anslått mellom 5 og 10 tonn brannrør med eksplosiver og andre tennmidler pakket i kasser. Dette skal ha vært kastet ut fra land og ligger da på grunnere vann (Jensen et al., 2001, s.3).

#### 4.1.1 Assosierte risikoer

Det er spesielt tre risikofaktorer tilknyttet krigsetterlatenskaper (Novik et al., 2022). Disse kjennetegner også risikobildet av situasjonen i Mjøsa i ulik grad. Det er spesielt miljørisikoen

som er fremtredende som følge av potensielle negative konsekvenser for lokal natur og økosystem. Inn under dette hører også potensialet for forurensing av vannet som kan følge konsekvenser for menneskelig helse. En helserisiko er altså assosiert med miljørisikoen.

- **Ekspløsjonsrisiko:** Krigsetterlatenskaper i form av eksplosiver kan utgjøre potensielle trusler mot helse og sikkerhet ved ukontrollert selvdetonasjon. Befinner det seg mennesker eller andre organismer i nærheten ved detonasjon, er disse å regne i fare.
- **Miljørisiko:** I scenarioer involverende dumpet ammunisjon er det risikoen for miljøutslipp som ligger latent og utgjør stor risiko med mye usikkerhet. Videre er det også grunn til å anta usikkerheter knyttet til formen for utslipp med miljøskadelige konsekvenser. Mjøsa som drikkevannskilde krever en observant tilnærming med regelmessige målinger, og at det er en definert prosess for raskt inngripende tiltak ved forurensing.  
Forurensing kan nå befolkningen på forskjellige vis, ikke kun direkte gjennom forurensing av drikkevannet. Stoffer som utgjør helserisikoer kan nå mennesker via organismer som senere er i kontakt med oss, slik som når fisk inneholdende slike stoffer konsumeres.
- **Risiko for misbruk:** For Mjøsa er det spesielt de to førstnevnte risikoene som utgjør risikobildet. Det er imidlertid også risiko for misbruk av krigsobjekter ved at individer eller grupper innhenter objektene til terror eller andre samfunnskadelige formål. Da krigsetterlatenskaper som stammer fra 2.verdenskrig nå er av betydelig alder som påvirker objektene tilstand, kan man tro at havdumpede objekter, altså i saltvann, er mindre attraktivt å opphente. Fra ståsted om å få tilgang illegalt, kan søket da gå videre til innsjøer hvor korrosjon foregår tregere. Det er trolig et stort omfang objekter i Mjøsa inkluderende tradisjonelle våpen og ammunisjon. Nyere forskning viser entydig at eksplosivene fremdeles er i like god stand nå, som da de var nye (Novik, 2023).



#### 4.1.2 Mjøsas tilstand: Biologiske forhold

Mjøsa er drikkevannskilde for over 100.000 mennesker og er *en av de mest biologisk forskjellige ferskvannssjøene i Norge med 20 registrerte fiskearter* (NTNU Nyheter, 2021). NIVA/NIBIO-2020 rapport viser til gode biologiske forhold i Mjøsa, men innfallselver utfordrer med fosfortilførsel som resulterer i algekonsentrasjon.

*”Mjøsa har de fleste årene god økologisk tilstand, men de siste årene har tilstanden nærmet seg grensen til moderat i sentrale deler av Mjøsa, og vært moderat i Furnesfjorden. Den massive oppblomstringen av blågrønnalger i 2019 kan også være et tegn på forverring av eutrofitilstanden. Fosfortilførsler er den vesentligste årsaken til eutrofiering. Med klimaendringer som fører til økt avrenning er det en risiko for at fosfortilførslene kan øke og overskride grensen for den belastningen innsjøen tåler”* (Thrane et al., 2021, s.24).

Det stilles altså spørsmålsteget ved totalbelastningen av Mjøsa og innsjøens toleransegrense. Hvor høy konsentrasjon av slike stoffer kan Mjøsa inneholde før den påvirker drikkevannets kvalitet? Taes slike stoffer opp av organismer i Mjøsa som er i kontakt med mennesker gjennom næringskjeden? Utgjør Mjøsa helserisikoer? Medregnet potensielle utslipp fra ammunisjonsdeponiene, hvordan vil totalbelastningen da se ut? Dette er interessante spørsmål relevant til problemstillingen, men er utenfor avhandlingens fokusområde.

Mjøsa har en lang historie med en rekke utslipp: Miljøskadelige stoffer der i blant kvikksølv, fosfor, bromerte flammehemmere og PCB, samt kloakk og utslipp fra industri og landbruk har vært konstatert. Flere miljøaksjoner som tiltak for å redusere forurensing har derfor forekommet. Mjøsaksjonen(e), *den lille* og *den store*, pågikk i perioden fra 1973 frem til 1982 med hensikt om å sikre en trygg og bærekraftig drikkevannsforsyning (lokalhistorieWiki, 2023). Det ble bygget kloakkledninger og renseanlegg fra og med 1973 med statlige økonomiske bidrag, og alle renseanlegg med utslipp til Mjøsa ble pålagt kjemisk rensing innen 1978. Renseanlegget for kommunene Stange, Vang, Ringsaker og Hamar fikk navnet HIAS (Løken, n.d.).

Det omtales av NIVA høsten 1976 at en økt forurensing under sommeren samme år førte til en kraftig algeoppblomstring. Denne oppblomstringen gav vondt lukt og drikkevannskilden ble ubrukbar. Året etter ble derfor miljøaksjonen utvidet og betegnes som *den store*

*Mjøsaksjonen* frem til 1982. Den innebærte ulike tiltak rettet mot forurensing fra boligområder og utbedring av renseanlegg i antall og tilhørende ledningsnett (Løken, n.d.).

*“Mjøsaksjonen var i sin tid et bevis på at miljøtiltak nytter, og det bør være en prioritert oppgave å holde Mjøsa fri for helse- og miljøskadelige forurensninger også i årene som kommer”* (Norsk Vannforening, 2004, s.82). Aksjonen fremkalte et systematisk overvåkingsprogram av Mjøsa som Vassdragsforbundet forvalter, og NIVA står for selve overvåkingen.

Dagens miljøstatus tilknyttet forurensing meldes av Miljødirektoratet som advarer mot dioksin og PCB forurensing i Mjøsa, Furnesfjorden og Hurdalssjøen. Dette utgjør fraråding om å konsumere torskelever fisket i områdene (Miljøstatus, 2019).

#### **4.2 Bakteppe: Hvordan ble dagens situasjon til?**

Dumping av risikorelatert avfall i Mjøsa har forekommet over en tidsperiode på mange tiår, noe som gjør det naturlig å analysere bakteppet. Det innebærer å se inn i mentaliteten som gjenspeiles i beslutningene bak deponiene. Dette for å etablere forståelse for hvordan i det hele tatt dagens situasjon ble til med de risikoene vi nå står ovenfor. Det er spesielt to faktorer jeg har bitt meg merke i som hjelper å forstå hvordan massedumpingen ble til i Mjøsa. Det er tidsperiodens assosierte generelle miljøsyn, og det internasjonale presset for handling tilknyttet krigsetterlatenskaper Norge stod ovenfor.

##### **4.2.1 En systemfeil i internasjonal skala**

For å forstå beslutningene knyttet til dumping i Mjøsa må vi kikke utover. Det er enorme militære avtrykk etter andre verdenskrig globalt. Dokumentaren *“Footprint of War”* (2013) tar utgangspunkt i den kanadiske forskeren Terrance Longs arbeid knyttet til kartlegging og vurdering av dumpet ammunisjon internasjonalt. Her presenteres situasjonen knyttet til overflødig ammunisjon som verdenshistoriens største overproduksjon! (WocomoDocs, 2022, 8:37-8:44). Slik vi ser i Norge generelt og for situasjonen i Mjøsa er det helt ukjent hvor store mengder som faktisk er dumpet. Novik et al. (2022, s.2) konstaterer at mengden alliert-dumpet ammunisjon i Norge er over 200.000 tonn, men at det samtidig er ingen data på reell mengde. I tillegg til dette kommer hundretusenvis av tonn med ammunisjon som ble dumpet av tyskerne ifm. tilbaketrekningen fra Øst-Finnmark i oktober 1944, ammunisjon som er

dumpet av det norske Forsvaret i flere tiår etter krigen, ammunisjon på hundrevis av krigsvrak samt de ti-tusenvis av sjøminer fra krigen som fremdeles befinner seg langs norskekysten.

Sikkerhetspolitiske hensyn var en mulig faktor for svært forhastede beslutninger om hvordan alt dette overflødige materialet skulle håndteres. De store mengdene av overflødig ammunisjon blant de allierte utgjorde nemlig risikoer. Tilgang på store mengder ammunisjon påvirker maktbalansen. Ammunisjon er sånn sett et maktmiddel. Store mengder tilgjengelig i et land kan by på en angrepstrussel fra andre stater. Disse statene kan ha ønske om å påvirke mengden ammunisjon under kontroll av en stat til å senke den andre stats angreps- og forsvarsevne. Eller aktivt øke sin egen. *“I det sivile liv forvalter vi velstand. I militæret er det en annen logikk. De har lov til å gjøre en handling fordi de kan gjøre det - eller fordi de må kunne gjøre det ettersom den andre siden også kan gjøre det”* (WocomoDocs, 2022, 19:23-19:42). I et slikt perspektiv prioriteres ikke miljøhensyn før det utgjør en strategisk betydning. Naturrelaterte konsekvenser av krigføring er ansett som *collateral damage*. Miljøet er ikke viktig før det er en fiendes ressurs.

De alliertes policy lød at *all tysk ammunisjon i Norge skulle avhendes i løpet av de første månedene etter andre verdenskrigs slutt i Europa* (Novik et al., 2022, s.2). I Norge ble de forhastede beslutningene om dumping og detonering av ammunisjon oppfattet som nærmest helt uplanlagt (Novik et al., 2022). For oversiktens skyld kan vi tre-dele massedumpingene i Norge. Tidslinjen starter rundt oktober 1944 for første periode med dumping utført av tyskerne fram til mai 1945. Sovjetiske styrker kom over grensa til Finnmark og tyskerne måtte handle fort. Denne perioden kjennetegnes som svært usystematisk og kaotisk. Det handlet hovedsakelig om å gjøre verdier som krigsmidler utilgjengelig for fienden. Bebyggelse ble nedbrent og ammunisjon i store mengder ble sjødumpet. Finnmark ble hardt rammet under krigen og de største mengdene ammunisjon i norsk kontekst ligger trolig her. Det er store usikkerheter rundt omfang generelt.

Videre fra krigens slutt i Norge i mai 1945 og om lag ett år frem, var det britene som overtok ansvar for ammunisjonsdumpingen. Også denne perioden kjennetegner hastverk. Det er heller etter 1946 da nordmenn hadde ansvar for ammunisjonsdumping at prosessen omtales som mer systematisk. Det ble gjort vurderinger for tiltak basert på mengde og sensitivitet. Større og transportsikre mengder ble sjødumpet. Ammunisjonen ble stort sett dumpet i samme tilstand som den var lagret. Mindre mengder og uforberedt ammunisjon ble evaluert som for

farlig til dumping og heller detonerer nær den lagrede lokasjonen. Et fokus på vedlikehold og gjenbruk kommer frem i denne tredje dumpe-perioden. Gjenbrukbare objekter ble vedlikeholdt og TNT fra objekter ble smeltet ut for produksjon til ny ammunisjon. På tross av dette økte trolig omfanget av dumpet ammunisjon i flere land etter andre verdenskrigs slutt. På denne tiden var det regulatoriske restriksjoner knyttet til slik risikoavfall-dumping på plass for flere tiår siden. Disse ble nå systematisk ignorert. I land som Norge ble eksplosiver og ammunisjon dumpet i sjø, innsjøer, avfallsgrøper og bekker (Novik et al., 2022).

Ved grunnleggelsen av NATO etableres en strategi for ammunisjon basert på analyse av fremtidig krigføring. NATO baserer seg på at krigføring etter andre verdenskrig trolig vil hovedsakelig bestå av atomvåpen (Vestre Toten kommune, 2022). Med denne strategien lagt til grunn er ikke lenger nytten av "tradisjonell" ammunisjon like vesentlig. I ettertid er dette svært kritikkverdig og kan ha vært en medspillende faktor for videreføringen av massedumping.

Novik (2022) tar sterkt tak i den overordnede sikkerhetsstrategien på internasjonal skala om hvordan dumping av ammunisjon og eksplosiver er blitt utført og mangelen på oppfølging i etterkant. Norge, som mange andre land, gradvis har praktisert en holdning som best beskrives som en "passiv overvåking": "*Risikoer relatert til eksplosiv ammunisjon blir normalt neglisjert og avskrevet som mer en hypotetisk risiko*" (Novik et al., 2022, s.3). Historisk sett har det blitt gjort lite for å bedre informasjonsbildet knyttet til situasjoner som vi ser i Mjøsa. Novik beskriver en *blindhet-for-risiko-tilnærming* og videre hvordan strategien er utdatert da den er basert på forventede verdier (sannsynlighetsregning). Dette er en smalere vinkling enn ved et risikoperspektiv basert på usikkerhet og konsekvenser som inneholder slike verdier, men inkluderer flere aspekter spesielt knyttet til usikkerhet. Nytt av en bredere forståelse blir tydelig i situasjonen for Mjøsa. Forventede verdier av objekters sensitivitet gir indikasjoner for tidsramme til potensielle konsekvenser heller enn å danne et tilstrekkelig informasjonsbilde for beslutningstaking. Risikovurderinger bør vektlegge usikkerhet for et mer helhetlig vurderingsgrunnlag. Det foreslås i artikkelen en utbedret fremgangsmåte for hvordan angripe slike tilfeller med dumpet ammunisjon. Det starter med å innse det faktum at det ikke er tilstrekkelig kunnskap tilgjengelig for å utføre en fullverdig risikovurdering. Med denne mentaliteten lagt til grunn, kan man etablere kunnskap om nøyaktig hva slags objekter som er dumpet, objektene lokasjon, truslene objektene utgjør og mulige risikoreducerende tiltak. Neste steg er å utføre individuelle risikovurderinger for hvert

enkelt deponi, dette basert på relevante og gjennomførbare handlinger og utforme en prioritert handlingsplan (Novik et al., 2022).

#### **4.2.2 Kunnskap om økologi - Før og etter 70-tallet**

I strategisk perspektiv er nasjonal sikkerhet med fokus på å styrke militære fortrinn overveid for miljøhensyn. I sivilsamfunnet derimot er det større fokus rundt miljøskader som negative konsekvenser for krigføring. Likevel er kjennskap til den generelle mentaliteten knyttet til avfallsdumping i etterkrigstiden en vesentlig faktor i forståelsen for hvordan dagens deponier i Mjøsa ble til. Det er dokumentert at det ble dumpet ammunisjon i Mjøsa fra 1943 frem til 1971. I disse tiårene var det åpenbart en annen forståelse om nedbryting av avfall i sjø og miljøets kapasitet til å ufarliggjøre avfallsstoffer. *“Hovedlinjene før 1970 var estetikk, det var lite fokus på naturens betydning som økosystem. «Ute av øye, ute av sinn» var gjennomgående”* (Straumsnes, 2019, s.15). Det var en generell aksept for å dumpe avfall i naturen i den tro at miljøet var i stand til å ufarliggjøre avfallet. Straumsnes beskriver skiftet i norsk miljøpolitikk og miljøsyn gjennom 1960-årene med innføringen av Naturvernloven i 1954 som starten på prosessen. Loven vernet områder som følge av vitenskapelige, historiske og estetiske hensyn, men det estetiske aspektet så ut til å ha vært det viktigste også i utformingen av loven. *“Tilgrising var et estetisk stygt syn - (...) miljøsynet tiårene før og rundt 1960, stoppet ved det estetiske”* (Straumsnes, 2019, s.19). Slik tankegang vitner om et helt annet kunnskapsnivå om menneskelig påvirkning av naturen enn vi er kjent med i dag. Det beskrives at begrepet *økologi* ikke var særlig brukt før først utpå 70-tallet. Mangel på kunnskap og forskning om økologi trekkes frem som en hovedårsak for det labre politiske gjennomslaget mot forurensing og for vern av naturen. Industrisektoren beskrives også som svært mektig på denne tiden da industrien kontrollerte seg selv. Det fantes nemlig ingen organ som kunne objektivt kontrollere forurensningen. *Vårt Land* karakteriserte situasjonen som “et industrihelvete” (Straumsnes, 2019).

Marinbiolog Per-Erik Schulze uttalte til NRK i forbindelse med Mjøsa-situasjonen at *“man kan si at Norge var et u-land på hvordan man håndterte farlig avfall”* (NRK, 2020). Det er kjent at industrien rundt Mjøsa dumpet farlig industriavfall og kloakk i drikkevannskilden. På 1950- og 60-tallet stod også landbruket for forurensing gjennom overgjødsling som resulterte i forekomst av alger. Kraftig oppblomstring av blågrønnalger som følge av den økte tilførselen av nitrogen og fosfor gav periodevis vond lukt og smak på drikkevannet på slutten

av 60-tallet (Løken, d.n.). Tatt Mjøsas historie frem til 70-tallet i betraktning virker tidligere Klima- og miljøvernminister Rotevatns sammenligning mellom innsjøen og en søppelplass som godt beskrivende. Schulze mener historien nå kommer tilbake til oss som en boomerang (NRK, 2020). Det han legger i dette er at negative konsekvenser som følge av beslutninger tilhørende fortiden nå vil demre opp og kan utgjøre risiko.

Risikoavfall dumpet av Raufoss Ammunisjonsfabrikker (RA), okkupasjonsmakten og Forsvaret er fokuset for denne avhandlingen, og miljøsynet beskrevet for tidsperioden før 70-tallet skinner tydelig igjennom i de historiske utslippene. Testskyting av blant annet missiler og produksjonsavfall i større mengder fra RA-produksjonen enn man tidligere har kartlagt er et faktum i tillegg til den massive ammunisjonsdumpingen. Man kan beskrive dette miljøsynet som svært kortsiktig. Det var nemlig ikke ukjent at ammunisjon og stridsmidler inneholder potensielt harmfulle kjemikalier og stoffer. Det var imidlertid en generell tro om at sjø har en ubegrenset absorberingskapasitet, og flere regjeringer etter andre verdenskrig slo seg til ro med at sjødumping var den beste metoden for å avhende krigsetterlatenskaper. Det som fantes av relevant dokumentasjon og regulering på denne tiden dannet dette beslutningsgrunnlaget. Beslutningstakere antok derfor at om ammunisjon fikk ligge i fred i akvatiske miljøer, ville etterlatenskapene gradvis bli harmløse. Novik beskriver hvordan offisielle kilder av denne grunn konstaterte at dumpet ammunisjon ikke utgjorde noen miljøtrussel, dette på tross av at det ikke finnes noen vitenskapelig støtte for antagelsen i dokumentasjonen (Novik et al., 2022). Uten vitenskapelig støtte står vi egentlig igjen med antagelser basert på subjektivitet. Risikovitenskap kaller dette for subjektiv sannsynlighet, eller mer beskrivende, kunnskapsbasert sannsynlighet som er basert på personens bakgrunnskunnskap som inkluderer data, informasjon, antagelser og tro (Aven, 2014). Sannsynlighet er et aspekt av risiko, men det gjennomgående problemet med en slik tilnærming er at kunnskapsstyrken ikke vurderes. Da er det utfordrende å få innsikt i hva den aktuelle personens antagelser og tro bygger på. Den overordnede taktikken for ammunisjonsdumping er et tydelig eksempel på dette, som har vist seg å bli en omfattende og krevende trusselfaktor for dagens og fremtidens samfunn. Trusselen utgjør spesielt eksplosjonsrisiko og miljørisiko.

Straumsnes (2019, s.15) beskriver en miljøvernsvølge fra 1970-tallet: *“At omgivelsene så fine ut var viktig. Dette gjaldt også i 1970, men synet på natur og miljø fikk en dypere forståelse av at menneskelige inngrep i naturen kunne få vidtgående konsekvenser”*. Omsider ble altså

fokuset på at verden har en begrenset mengde ressurser mer allment, og danner grunnlag for et mer langsiktig perspektiv på menneskers påvirkning av naturen. I løpet av dette tiåret så man en institusjonalisering av miljøvern som la premissene for avfallspolitikk og kontrollorganer. Prinsippene om resirkulering og betaling for forurensing ble etablert (Straumsnes, 2019). Oslo Konvensjonen fra 1972 var tema for internasjonale avtaler hvor den tidligere praksisen av risikoavfallsdumping i akvatiske miljøer ble fullstendig forbudt. Spørsmål nå dukket opp om hvordan videre håndtere tidligere dumpet ammunisjon. Novik beskriver hvordan det internasjonalt ble ført en gjennomgående tilnærming til problemstillingen på regjeringsnivå - Og det var faktisk å forsettlig negligere de assosierte risikoene. *“Det ble ansett som et sikkerhetstiltak å sørge for at områdene forurensset av ammunisjon, som dumpeplasser og skipsvrak, forble uforstyrret”* (Novik et al., 2022, s.9). Jeg tolker dette som at det hovedsakelig var eksplosjonsrisikoen deponinene potensielt utsetter sivilbefolkningen for som ble lagt til grunn for en slik strategi. Dette taler dog sterkt imot tilstrekkelig vurdering av det fullstendige risikobildet med miljøutslipp som en annen hovedrisiko, og er igjen et eksempel på kortsiktig situasjonsperspektiv ovenfor krigsetterlatenskaper. Eksplosiver og ammunisjonsobjekter ble ansett som rimelig stabile og sikre, såfremt menneskelig kontakt uteble. Det eneste som var sikkert var at ethvert tiltak ville medføre stor risikotaking og store kostnader (Novik et al., 2022).

Dette delkapittelet 4.2 har forsøkt å etablere en forståelse for kunnskapsbildet og det generelle synet på miljø og risiko ved tidsperioden den beskrevne situasjonen i Mjøsa oppstod. Avhandlingen til Straumsnes har vært lagt til grunn for å se skillene mellom før og etter 1970-tallet og det var ubestridelig en generell forbedring - likevel kommer det frem i Noviks arbeid at krigsetterlatenskaper er dessverre et unntak. Den påståtte *blindhet-for-risiko-tilnærmingen* som er blitt praktisert for krigsetterlatenskaper baserer seg på en risikoforståelse uten vektlegging av usikkerhet og vurdering av kunnskapsstyrke. Dette er svært kritikkverdig for slike situasjoner som nettopp karakteriseres av høy usikkerhet, høy kompleksitet og et meget begrenset kunnskapsbilde.

### 4.3 Sjø-dumpet ammunisjon: utfordringer til dets sensitivitet og toksikologi

Karsrud (2021) poengterer viktigheten av kunnskap om ammunisjonsobjekter og håndteringen av dem. *“De fleste ulykker med ammunisjon (forekommer) på grunn av feil håndtering, uvøren bruk eller brudd på sikkerhetsrutiner”* (Karsrud, 2021, s.11). Det er utelukkende Forsvaret som håndterer og avhender ammunisjon som typisk er gjort funn av fra sivile. Fiskere får objekter i garnene, fritidsdykkere kommer over dem, eller sivile får tilfeldig øye på dem på land eller i strandkanten. Spesielt under vann kan identifisering av objekter være krevende som følge av at ytre deler ruster og merking kan være tæret av. Nysgjerrighet kan skape potensielle farlige konsekvenser. Forsvaret får hvert år rundt 350 oppdrag av denne sorten (Karsrud, 2021). Også andre aktiviteter som mudring, altså omplassering av sedimenter på sjøbunnen, og aktiviteter tilknyttet sjøbunns-ledningsnettverk (f.eks. olje-, gass-, strømledninger) kan være en trussel for eksplosjonsrisikoen. Andre trusler for detonasjon ved mindre direkte menneskelig involvering, som scenarioer hvor tunge objekter faller til bunnen og treffer ammunisjonen, kan også forekomme. Dette kan være objekter som fartøy, avfall eller fjellras som treffer sjøbunnen.

Den assosierte eksplosjonsrisikoen er bestemt av sensitivitet og inneholdende stoffer i samsvar med korrosjon og andre miljøfaktorer. Det er et komplekst bilde påvirket av sammensatte faktorer. Disse angår deriblant temperatur, fuktighet, trykk, solstråling, vibrasjon, sjokk og bunnforhold (sedimentsforhold etc.). Sjø-dumpet ammunisjon har generelt sett blitt utsatt for stabilt lave temperaturer, til forskjell fra nedgravd ammunisjon på land (Karsrud, 2021). *“Lave temperaturer fører til at materialer blir harde og sprø. Dersom volumet varierer med temperaturen, kan det føre til fysisk sammentrekning av materialet. Dette resulterer i endret ytelse og at forseglinger brytes. Materialer kan oppleve tap av mekanisk styrke, og eksplosjonsladninger kan sprekke”* (Karsrud, 2021, s.16). Ammunisjonen kan endre egenskaper og følsomhet i akvatisk miljø. Vanninntrenging assosieres her med uskadeliggjøring av eksplosivene og resultere i mindre følsomhet. Likevel omtaler Karsrud kombinasjonen av lave temperaturer og mekanisk påvirkning som ugunstig. *“Forskning indikerer at noen eksplosiver kan bli stadig mer følsomme for ekstern stress og har vist seg å eksplodere spontant, selv uten menneskelig interaksjon”* (Novik et al., 2022, s.12). Dette avhenger av objektenes unike egenskaper. Man er naturligvis avhengig av å kjenne til type ammunisjon for å kunne anta mer i detalj om miljøfaktorers påvirkning.



TNT og PETN er mye brukt i ammunisjon. *"TNT er relativt giftig for vannlevende organismer"* (Voie, 2005, s.31). Ved risikovurdering av slike stoffer etableres en antydning dosering mennesker og organismer kan bli utsatt over tid, uten at det medfører negative konsekvenser for helse og overlevelse (Voie, 2005). Det settes konservative verdier for de faktorer man ikke har eksakt kunnskap om for å redusere usikkerhetene så mye som mulig (Munden Paalgard, 2009). Vurdering av dumpet ammunisjon er imidlertid svært utfordrende. Som følge av miljøfaktorer dannes nedbrytningsstoffer av blant annet TNT. Det er altså involvert en rekke stoffer. *"De fleste toksiske stoffer mangler data og informasjon om toksiske effekter. En risikovurdering ekstrapolerer dermed uunngåelig fra viten til det ikke-vitende. Omfanget av usikkerheter i miljørisikovurdering, gjør at det er store utfordringer på nåværende nivå for å kunne forutsi negative effekter på økosystemer"* (Munden Paalgard, 2009, s.18). Utfordringen i henhold til toksikologi er slik sett metodisk og er en betydelig usikkerhet for assosiert miljørisiko og eventuell helserisiko ved dumpet ammunisjon.

#### **4.4 Mjøsa: Hva er gjort og hva gjøres?**

Det er åpenbart svært kompetente aktører og deltakere involvert i dagens kartlegging av Mjøsa. FFI gjør sine egne undersøkelser og vurderinger i henhold til spesielt miljøperspektiv ut ifra miljørisikoen. Dette er fordi pålegget om kartlegging stammer fra Miljødirektoratet, men avhengig av lokasjon for funn og type funn, vil FFI også utrede risikovurderinger fra sikkerhetsperspektiv. Jeg er blitt informert om at FFIs kartlegging av utbredelsen dumpet ammunisjon i samarbeid med NTNUs Oppdrag Mjøsa høsten 2022, vil presenteres i en rapport høsten 2023. Forskningen ved FFI og Oppdrag Mjøsa deler data og funn med hverandre.

Temaet angår FFIs *prosjekt 1577 Dumpet Ammunisjon og Krigsetterlatenskaper* som ønsker å utbedre kunnskap. *"FFI ser at det er et nasjonalt behov for å få kunnskapsbaserte vurderinger knyttet til dumpet ammunisjon, både for å anslå sannsynlighet for funn, kartleggingsmetoder, risiko som dumpet ammunisjon utgjør, skadepotensial om ammunisjonen detonerer, overvåkning og mulige tiltaksmetoder"* (Voie, 2023). Det beskrives fortsatt mange forhold som det ikke er tilstrekkelig kunnskap om, i tillegg til usikkerhet rundt omfang av deponier.

Nettopp den oppfølgingen vi nå vitner for krigsetterlatenskaper og deponiene i Mjøsa, gjør det spennende å følge forskningen videre. Sjødumpet ammunisjon er et internasjonalt

samfunnsproblem som etterlengter kartlegging og vurdering. Forskningsprogrammet Oppdrag Mjøsa består av et bredt spekter av fagekspertiser innen flere disipliner som utfører kartlegging av dagens situasjon. *Mission Mjøsa* har fått internasjonal oppmerksomhet (NTNU Nyheter, 2021). Dette er bare startfasen for forskningsprogrammet som skiller seg ut: Det er nemlig ikke et rent forskningsprogram, som følge av forvaltning og en rekke utradisjonelle deltakere med forskjellig spillerom. Det er fokus på kunnskapsproduksjon og tverrfaglighet. Det benyttes høyteknologiske innretninger for å utarbeide et oversiktlig bilde over blant annet ammunisjonsdeponiene som videre vil gjøre risikovurdering og utføring av eventuelle risikoreducerende tiltak langt lettere. Produksjonen av en digital tvilling, forstått som en virtuell kopi av et fysisk produkt eller system, vil skape en generell oversikt over innsjøen og skaper grunnlag for modellering og konsekvensutredninger av ulike scenarier. Dette er svært formålstjenlig for også risikovurdering fra et sikkerhetsperspektiv. Tidsrammen for Oppdrag Mjøsa er satt til 2027. Informasjonsbildet vil utbedres drastisk fremover, enn den tilgjengelige informasjonen under forskningsperioden for denne avhandlingen.

Per i dag er det begrenset med informasjon om ammunisjonsdeponiene (for offentligheten) enten det gjelder antall deponier, mengde ammunisjon og andre krigsmidler, hvilke stoffer i ammunisjonen som utgjør langsiktige trusler og spesielt interessant, dagens tilstand på ammunisjonen. Det vil være svært hensiktsmessig å utarbeide et klarere informasjonsbilde rundt spesielt disse faktorene til grunnlag for en risikovurdering.

Vassdragsforbundet oppsummerer det utførte arbeidet i Mjøsa i sitatet under, og videre følger en oversikt i tabellform produsert av Forsvarsbygg.

*“Det Norske Veritas har tidligere undersøkt punkter i Mjøsa for å kartlegge om det lekker farlige stoffer fra avfallet. Miljødirektoratet ga i januar 2019 Forsvarsbygg pålegg om å fullføre opprinnelig overvåkingsprogram for ammunisjonsdeponi i Mjøsa.*

*Ved undersøkelsene gjort høsten 2020 (Multiconsult), ble det funnet spor etter miljøgifter fra dumping av ammunisjon. Konsentrasjonen av miljøgiftene er svært lave (så små konsentrasjoner at de er flere tusen ganger mindre enn det som anses som giftig). Multiconsult mener at det er liten fare for at miljøgiftene sprer seg i vannet. Faren for at disse kan lekke ut i drikkevannet anses som svært liten.*

*Rapporten ble oversendt Miljødirektoratet i februar 2021. Basert på denne og*

*tidligere undersøkelser, vil direktoratet vurdere hvordan dette skal følges opp. Dette er ennå ikke avklart” (Vassdragsforbundet, 2021, s.2-3).*

## Undersøkelser og feltarbeid

År	Undersøkelser og vurderinger	Feltarbeid
2001	Sedimentundersøkelser, vurdering av spredning og risikovurdering (DNV)  Ytterligere risikovurderinger med utgangspunkt i 2 ”worst case” scenarier (DNV)	ROV-undersøkelse og filming av bunnen Sedimentprøvetaking Vannprøvetaking Fiskeundersøkelser
2004	Miljøovervåkning (DNV)	Sedimentprøvetaking (til porevannundersøkelse) Vannprøvetaking
2007	Miljøovervåkning (DNV)	Sedimentprøvetaking Vannprøvetaking
2020	Miljøovervåkning (Multiconsult)	Sedimentprøvetaking/vannprøvetaking

*Oversikt over undersøkelser og feltarbeid utført i Mjøsa. Produsert av Forsvarsbygg i forbindelse med presentasjon, gitt tilgang gjennom innsyn. Den er klassifisert som ugradert av FMA (2021). Dokument id: Jan21 Oppdatering Harald Bjørnstad 2020035588-6.*

Disse fire undersøkelsene oppsummerer altså det utførte arbeidet etter at deponiene *ble kjent* i 1999. Tabellen illustrerer også forskjellene mellom undersøkelsene hvor, som nevnt i kapittel 3.3, 2001-undersøkelsen er den mest omfattende. Den danner grunnlaget for de videre vurderingene og rammene for de etterfølgende undersøkelsene. *“Hittil har overvåkingen vært stikkprøver sett opp mot en kartlegging som ble gjort i 2001. Nå er tiden inne for en grundigere kartlegging, og finne ut av hva man skal gjøre med det”* (NRK, 2021).

Det er begrenset med dokumentasjon av ammunisjonsdumpingen i Mjøsa. DNV-rapporten fra 2001 oppsummerer noe av det som er kjent fra Raufoss sin dumpehistorikk:

## Historisk oversikt over dumping i Mjøsa (fra DNV rapport 2001)

Tabell 2.1 Oversikt over ammunisjon dumpet i Mjøsa av Raufoss fra 1943 til 1971.

Sted	Periode	Dyp (m)	Type	Mengde (tonn)	Sprengstoff -type	Metall
Gjøvik	våren 1943*		belgiske sprenggranater	20-25	pikrinsyre	stål
(Gjøvik-Mengshol og Gjøvik-Smedstua)	1945-1950	160-200	geværpatroner i kasser av stål e. tre	20-50	NC- og NG-krutt	messing, kobber, innesluttet bly
	1940-1961		diverse ammunisjon og komponenter uten tennmekanisme	15-30	TNT, NC- og NG-krutt	stål, messing
Panengen utenfor Skreifjella	1962-1971	400	div. ammunisjon og eksplosivholdige komponenter i kasser av stål e. tre	50-100	TNT, NC- og NG-krutt	?
Falken syd for Fjellhaug ved Skreifjella**	1945-1947	200? (usikkert)	brannrør med eksplosiver, andre tennmidler pakket i kasser	5-10	?	?

\* dumping utført i regi av tyskerne noen hundre meter ut fra brygga i Gjøvik

\*\* fra land

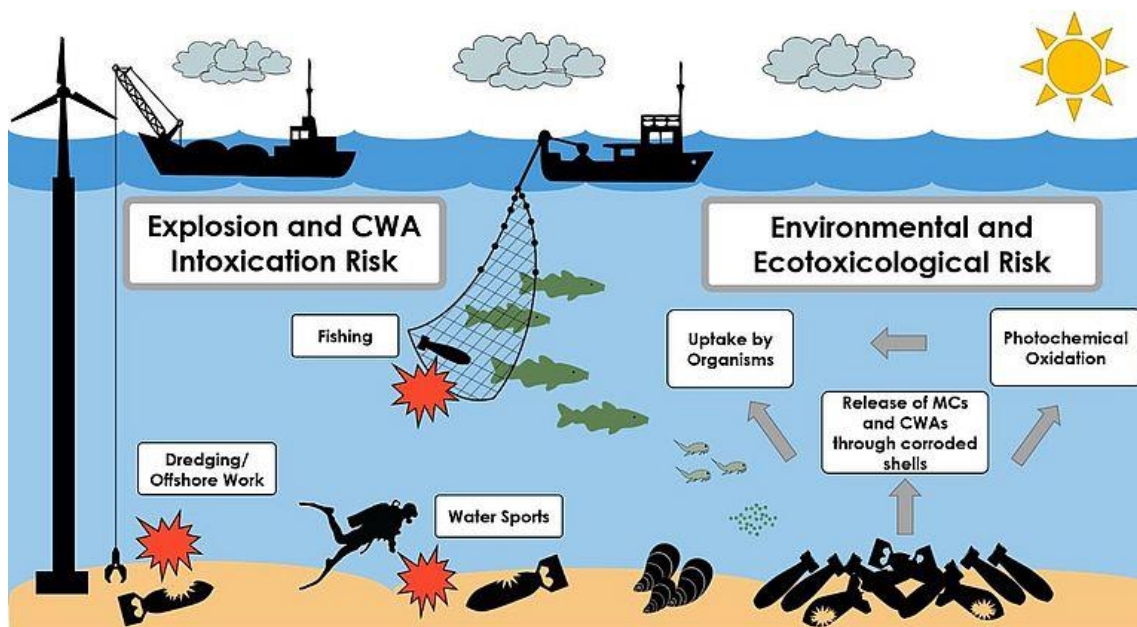
Kilde: Raufoss, 2000

*Oversikt over dokumentert dumping fra DNV (2001), gjengitt i ugradert FMA 2021 dokument som er blitt tilgjengelig gjennom innsyn, av en Forsvarsbygg-presentasjon. Dokument id: Jan21 Oppdatering Harald Bjørnstad 2020035588-6.*

Dette delkapittelet sammen med 4.1 situasjonsbeskrivelsen, oppsummerer dagens situasjon og presenterer det assosierte risikobildet. Faktorer etablert her vil diskuteres i kapittel 5, som er den andre hoveddelen.

### 4.5 Kort om norsk oppfølging av dumpet ammunisjon

Det finnes per i dag ingen aktør for kartlegging av dumpet ammunisjon i Norge. Prosessen med håndtering av dumpet krigsetterlatenskaper omgår i korte trekk en passiv tilnærming til kartlegging. Her er det typisk at sivile ved tilfældigheter i forbindelse med aktiviteter som fiske og dykking gjør funn av etterlatenskaper. Trålere med økende nivå av teknologi til å utføre fiske på stadig dypere farvann kan fange opp ammunisjonsobjekter, og fiskere kommer da i direkte kontakt med objektene når garnet gjennomgås. Illustrasjonen nedenfor illustrerer assosierte risikoer ved slike situasjoner.



Illustrasjon av GEOMAR.

Ved funn av objekter varsles for eksempel FFI gjennom deres karttjeneste for registrering av dumpet krigsetterlatenskaper. Videre er det kun Forsvaret med sin spisskompetanse som håndterer objektene og vurderer tiltak. Detonering på stedet av sensitive objekter er ikke uvanlig for å uskadeliggjøre objektene som utgjør en trussel for sivilbefolkningen i form av en latent eksplosjonsrisiko (FFI, 2018; Novik et al., 2022). Dersom det gjøres riktig vil det være svært liten frigjøring av miljøforurensning i form av eksplosivrester. Det vil imidlertid kunne resultere i støy-forurensning (trykkbølger), frigjøring av miljøfarlige masser som evt befinner seg i sedimentene, samt spredning av metallpartikler fra ammunisjonskomponentene. Man bør derfor i så fall vurdere å implementere ytterligere risikoreducerende tiltak for å minske negative konsekvenser i forbindelse med en kontrollert detonasjon.

Miljøkonsekvensene frislippes ved detonering og gir et annet utslippsbilde enn ved korrosjon og andre miljøfaktorer. Hvilke tiltak er best for miljøet? Det kan være et vanskelig dilemma, spesielt for deponier i mindre avgrensede områder som innsjøer fremfor hav hvor forholdet mellom mengde vann og ammunisjon er annerledes. Et langsiktig utslipp som påvirker organismene og sedimenter trolig på et annet vis. De kan ta opp toksikologiske stoffer og føre dem videre i næringskjeden. Jeg antar altså at utslipp fra objekter som følge av korrosjon og andre miljøfaktorer, trolig er relativt jevnt og i mengder som kan være relativt små. Det er imidlertid usikkerhet rundt det langsiktige utslippsbildet. Ved nok korrodert overflate på objekter vil omsider hele innholdet slippes ut.

Fordelen med tiltak som detonasjon er at utslippet foregår i kontrollerte forhold. Dette fremfor enten gradvis og videre en gang i fremtiden, potensielt plutselig utslipp, men som en uforutsett hendelse. Under kontrollerte forhold kan man følge utslippet og dets effekt fortløpende, og videre innføre risikoreduserende tiltak. Videre vil man, ved gjennomføring av en fullstendig detonasjon, oppnå at tilnærmet alle energetiske (og giftige) stoffer forbrennes, og at det kun vil være om lag 0,1 - 1% av eksplosivene som frigjøres i naturen (Novik, 2023).

Noviks et al. (2022; 2023) analyse av norsk håndtering av krigsetterlatenskaper antyder et smalt og kortsiktig perspektiv på risiko. Aktørene opererer innenfor sine avgrensede rammer. Det kan være et stort fokus på utslipp og miljøpåvirkning knyttet til detonasjon, hvor nytten av å kvitte seg med ammunisjonen på lang sikt ikke vektlegges like tungt.

Krigsetterlatenskaper utgjør et samfunnsproblem og sikkerhetsstrategien i henhold til dem er vesentlig for håndteringen.

For lokal oppfølging av Mjøsa er fylkesROSen 2022-2026 for Innlandet raskt gjennomgått i søk etter konstruerte scenarioer inneholdende deponiene. Situasjonen er ikke nevnt i utredningen under sårbarhet i vannforsyning eller identifisering av uønskede hendelser som sorte svaner. Det kommer frem i uformell mailkontakt med Statsforvalteren i Innlandet at som følge av mye usikkerhet, lite kunnskap om effekt og lite generaliseringsgrunnlag for fylket som helhet, ble slike scenarioer nedprioritert. FylkesROSer er scenariobaserte og prioritering av temaer er hard. Statsforvalteren opplyser imidlertid at funn deriblant fra FFI vurderes ved revisjon av fylkesROSen.

Fra dette delkapittelet kommer to hensyn frem for oppfølging av krigsetterlatenskaper. Sett fra overordnet perspektiv er det en mangel i håndteringsprosessen ved at det ikke finnes en aktør som aktiv kartlegger objekter. Informasjon om identifiserte deponier er ofte gradert av sikkerhetshensyn, likevel vet vi at det er stor usikkerhet rundt omfang og lokasjoner generelt for etterlatenskaper i Norge.

For Mjøsa og Innlandet virker det fra mitt perspektiv hensiktsmessig å utføre egen ROS-analyse for deponiene. Spesielt i forhold til innsjøen som drikkevannskilde, men også for å kartlegge andre mulige scenarioer de assosierte risikoene kan realisere. Fjeld og Vann rapport (2019) oppfordrer til egen ROS-analyse for Mjøsa med fokus på tilførsler av miljøskadelige stoffer. *“ROS-analysen bør identifisere barrierer for å redusere sannsynlighet og konsekvenser av uønskede hendelser, samt gjøre en kritisk vurdering av de reelle kapasiteten for å håndtere uønskede hendelser”* (Fjeld, 2019, s.46). Ut ifra denne rapporten peker

Vassdragsforbundet (2021) ut omliggende kommuner, Statsforvalteren og Miljødirektoratet som bidragsyttere, og tilbyr seg å være sekretariat.

Begge hensynene oppfatter jeg som spørsmål om bevilgning og politiske avgjørelser. Mer politisk oppmerksomhet rundt temaet kan muligens endre dette. For som Løken, M. (2019) beskriver har i dag Mjøsa en rekke motstridende roller: vannkilde, avløpskum og friareal for fiske, bading og båtliv.

## **Kapittel 5: Del 2 Diskusjon**

Nå som første hoveddel av oppgaven har etablert dagens situasjon i Mjøsa og historisk bakteppe for hvordan situasjonen ble til, er dette kapitlet ment til å diskutere situasjonen fra risikoperspektiv som definert i teoridelen. Hovedfokuset er å presentere usikkerhetene som er blitt kjent i løpet av forsikringsperioden, altså forskningens funn, og kategorisere disse. Videre vil kapitlet presentere et eksempel på prosess for usikkerhetsanalyse fra et annet fagfelt og diskuteres i henhold til ACU-perspektivet. Dette for å tilpasse prosessen til en risikokontekst og peke ut eventuelle forbedringer eller fokusområder. Målet for output av diskusjonen er å veilede om hvordan en usikkerhetsanalyse for situasjoner av krigsetterlatenskaper kan se ut, men hovedsakelig å presentere et samlet verk for usikkerheter knyttet til Mjøsas deponier.

### **5.1 Betydningen av usikkerhet**

Aven & Thekdi (2022) beskriver risikovitenskap som "*praksisen som gir oss de mest pålitelige uttalelsene (dvs de mest epistemisk garanterte uttalelsene eller berettigede overbevisningene) som kan produseres på det aktuelle tidspunktet om temaet*" (oversatt, s.312). Risikovitenskap reflekterer den mest oppdaterte og berettigede kunnskapen om konsepter, risikovurdering, risikopersepsjon og kommunikasjon, samt risikostyring (Aven & Thekdi, 2022). ACU-perspektivet er innlemmet i denne praksisen som vektlegger usikkerhet som et kritisk aspekt ved risiko.

Usikkerhet defineres av SRA (2018) som "*ufullkommen eller ufullstendig informasjon/kunnskap om en hypotese, en mengde eller forekomsten av en hendelse*". For en

person eller en gruppe, er usikkerhet forstått som å ikke vite den sanne verdien av en mengde eller de fremtidige konsekvensene av en aktivitet (s.4).

Begrepet kan slik sett assosieres med kunnskapshull, og representerer en utfordring ved risikoanalyse. Er det imidlertid mulig å oppnå fullstendig kunnskap, altså at alle kunnskapshull tildekkes? Munden Paalgard (2009) viser til troen om at *fullstendig deterministisk kunnskap er uoppnåelig* (s.19). Med deterministisk menes det at alle hendelser er strengt årsaksbaserte. I den tro kan man forutse fremtidige hendelser og da tilknyttede konsekvenser, gitt at man kjenner til årsakene. Slutningen stammer fra Walker et al. (2003) definisjon av usikkerhet som "*all fravær fra det uoppnåelige ideal av fullstendig deterministisk kunnskap om det relevante system*" (Munden Paalgard, 2009, s.19). Dette er en erkjennelse om at det alltid vil foreligge usikkerheter. Med andre ord finnes det usikkerheter som kan ikke reduseres.

I løpet av forskningsperioden har jeg vært borti utsagn om at det ikke er nok tilgjengelig kunnskap og informasjon for å risikovurdere Mjøsas ammunisjonsdeponier. Dette er ikke korrekt. Uavhengig av graden usikkerhet tilknyttet en situasjon, kan det alltid utføres risikovurderinger. Graden usikkerhet påvirker imidlertid vurderingsformen. Subjektive elementer i form av ekspertvurderinger tillegges utover kjent kunnskap og informasjon, for å vurdere risikoen. Forholdet mellom kunnskap og usikkerhet kan tilsi behovet for andelen subjektivitet som vurderingen baseres på. Ved stor usikkerhet som følge av et begrenset kunnskapsbilde, hviler vurderingen i større grad på slik *kunnskapsbasert sannsynlighet* (ref. 2.1). Det er imidlertid forbundet usikkerhet med slik subjektivitet i seg selv. Risikovitenskap tar hensyn til dette ved å vurdere denne kunnskapsbaserte sannsynligheten, kjent som bestemmelse av kunnskapsstyrke. Ved stor usikkerhet generelt stiller også risikovitenskap med etablerte prinsipper til å takle denne usikkerheten.

Roller til usikkerhet i risikoanalyse kan altså forstås ved at den fundamentalt alltid vil være til stede. Derfor er det viktig å anerkjenne usikkerhet som et sentralt aspekt ved risiko.

## **5.2 Analyse av tidligere utført arbeid i henhold til ACU-perspektivet**

Det vil som nevnt alltid være mulig å utføre en risikovurdering uavhengig av assosiert usikkerhet. Hva denne vurderingen imidlertid bygger på er vesentlig for kredibiliteten. Dette delkapittelet sikter etter å kortfattet trekke frem hovedkritikken av rapportene basert på utførte undersøkelser i Mjøsa. Se 4.4 for oversikt over det utførte arbeidet som er analysert.



Den mest omfattende undersøkelsen fant sted i 2001 og la grunnpilarer for en miljøovervåking som var tiltenkt frem mot 2015. Det er derfor naturlig å prioritere analyse av denne rapporten da de videre undersøkelsene bygger på denne. Det ble tatt sediments- og vannprøver samt undersøkelse av fisk og kartlegging av bunn ved hjelp av undervannsfartøy (ROV-undersøkelse). Sedimentundersøkelser, vurdering av spredning og risikovurdering er basert på denne innhenting.

Kommentarer til undersøkelsens metode oppsummeres punktvis før videre diskusjon:

- **Område for prøvetaking:** Prøvetakingen foregikk innenfor et område som ikke var avgrenset og definert nøyaktig. Det opplyses at funnene ble gjort *“fra midten av området mellom Gjøvik og Mengshol, og videre mot Gjøvik. Det ble ikke gjort funn fra midten og mot Mengshol”* (Jensen et al., 2001, s.7). Området illustreres med et par kart, men defineres altså ikke nøyaktig. Denne metode-relaterte problematikken ble imidlertid rettet ved Multiconsult-undersøkelsen som definerer område for prøvetaking nøyaktig.

Alle undersøkelsene (DNV og Multiconsult) er utført i området tilknyttet deponiet Gjøvik-Mengshol. Dette området er valgt da det er nære drikkevannsinntaket for Gjøvik kommune, og den kjente dumpingene i regi av Raufoss Ammunisjonsfabrikker foregikk trolig mest omfattende her. Ved nå fire kjente deponier (ref. 4.1) innenfor et stort område med betydelige avstander, mener jeg at prøvetaking ved kun ett av dem er en svakhet ved det utførte arbeidet. Spesielt med tanke på at det trolig er forskjeller i type objekter og omfang deponiene seg imellom. Det kan også forekomme forskjeller i bunnforhold, for eksempel mengde sedimenter kontra fjellbunn. Sånn sett er egentlig kun ett av deponiene undersøkt, fulgt opp og risikovurdert. Jeg mener det bør foretas prøvetaking og undersøkelser ved alle deponiene for tilstrekkelig kartlegging av situasjonen. Ved forskjell i type ammunisjon og omfang virker det hensiktsmessig å utføre separate risikovurderinger for hvert deponi, dog kan paralleller trolig trekkes.

- **Undersøkelse av fisk:** Innsamlingen var bestående av to hornulke fisk, som forklars å være et for lite antall til å analyseres, samt fire laker. Av lakene ble det tatt blandprøver av muskel og lever til metallanalyse (Jensen et al., 2001). Min kunnskap kommer til kort for hva et representativt utvalg innebærer, men å basere konklusjonen

om at det er “*et sannsynlig begrenset opptak av organismer*” på kun disse fire lakene antar jeg er svakt grunnlag. Jeg erkjenner samtidig at dette trolig også bygger på lavt nivå av toksikologiske stoffer i nærliggende sedimenter. Likevel burde det her vært oppfordret til mer omfattende undersøkelser.

- **Utstyr for ROV-undersøkelse:** Det ble stort sett brukt kameraer for kartleggingen. Veldig mye har skjedd på teknologifronten siden den gang. Til undersøkelser som Oppdrag Mjøsa og FFI utfører i dag, blir det benyttet teknologi som kan fange opp objekter som er fullstendig tildekket av sedimenter, og da ikke synlig gjennom tradisjonelt kamera. Dette hører altså sammen med kartlegging av deponienes omfang.

Videre lyder rapportens konklusjon at “*det per i dag er ingen eller meget liten sannsynlighet for at den dumpende ammunisjonen vil føre til spredning av miljøgifter til vann og sedimenter forutsatt at den får ligge i ro*” (Jensen et al., 2001, s.40). Rapporten gav med andre ord kun et øyeblikksbilde av situasjonen. Den dannet ikke grunnlag for modellering og prediksjoner om hvordan situasjonen ville se ut i fremtiden. En slik undersøkelse burde siktet etter å danne et vitenskapelig grunnlag for vurderinger og håndtering.

I henhold til risikovurdering som sikter etter å utbedre klarhet av fremtidsutsikter, er rapporten et tynt grunnlag for det sikkerhetsmessige arbeidet. Risikovurderingen i rapporten bygger altså på svakt informasjonsgrunnlag. Utover dette kommer det tydelig frem at den heller ikke er basert på et perspektiv i tråd med risikovitenskap. Snarere ligger det et tradisjonelt risikoperspektiv til grunn. Det tas generelt ikke nok hensyn til usikkerhet. Slik konklusjonen formulerer seg: *ingen eller meget liten sannsynlighet* uten å nevne usikkerhet gjenspeiler dette. På bakgrunn av dette perspektivet og informasjonsbildet tilknyttet undersøkelsene, mener jeg å ha hold for å konstatere at det er faglige feil og mangler i den etablerte situasjonsforståelsen. Det er derfor problematisk at 2001-rapporten har vært grunnmuren. Dette fra et sikkerhetsperspektiv vel og merke.

Avslutningsvis i 2001-rapporten vises det til vurderinger fra svensk kontekst hvor det er dumpet en betydelig mengde ammunisjon i ferskvann. Her lyder konklusjonen at “*(..) ammunisjonen bør bli liggende da detonasjonsfaren og miljøfaren vurderes som liten*” (Jensen et al., 2001, s.40). Vurderingsgrunnlaget er fra miljørisikoanalyser og forskningsprosjekter innen spredning av sprengstoff til miljø og organismer. I henhold til detonasjonsfaren, altså eksplosjonsrisikoen, antas den som liten da det “*normalt*” er ingen

tennmekanismer. Angående miljørisikoen presenteres nedbrytningstiden som den sentrale faktoren. “(..) *Det antas at det vil ta 300 til 3.000 år til sprengstoffet blir frigjort*” (Jensen et al., 2001, Appendix A-2).

Jeg biter meg merke i den svenske konklusjonen som blir presentert for å støtte opp under DNVs vurdering. Dette kommer av at det er flere faktorer som ikke er i tråd med dagens forskning ved blant annet Novik (2022). Overdrivelse av effekten til tennmekanismer kan gi en feilaktig oppfatning av eksplosjonsrisikoen. Ukontrollert selvdetonasjon forekommer nemlig også uten tennmekanismer, og fokuset bør heller være på faktorer som sensitivitet for å uttrykke risikoen.

Nedbrytningstiden som nevnes på flere hundre år, muligens flere tusen, er vanskelig å vurdere da det er begrenset med kunnskap innen temaet og mange påvirkende faktorer. Deriblant miljøfaktor som fullstendig tildekking av sedimenter.

Retorikken det konkluderes med mener jeg er problematisk da den fremstår som svært sikker i sin sak. Det er gjennomgående for 2001-rapporten og støttegrunnlaget for dens slutninger, at det ikke uttrykkes usikkerhet tilstrekkelig. Det vesentlige aspektet ved risiko er altså neglisjert. Ordbruk som “*vil neppe skje*” og “*en gang i fremtiden*” (Jensen et al., 2001, s.40) er svært upresis.

Angående mulige tiltak vil jeg gjerne for diskusjonens skyld, spille ut scenarioet det svenske støttegrunnlaget etablerer. Det oppfordres til å la ammunisjonen ligge som følge av antatt lav både eksplosjonsrisiko og miljørisiko. La oss si at dette risikobildet er reelt, hvorfor ikke hente opp ammunisjonen? Begge argumentene mener jeg faktisk taler for et slikt tiltak fremfor å neglisjere objektene. Den lave antatte eksplosjonsrisikoen, slik den er presentert, antar jeg innebærer at objektene er trygge for transport og opphenting. Objektene blir altså sett på som lite sensitive. Ved opphenting vil miljørisikoen bli avverget og objektene kan for eksempel detoneres i mer kontrollerte forhold på land. I en slik beslutningsprosess er det assosiert høy kostnad med opphenting, og kan være et motargument. Men igjen er det imidlertid mangelfull argumentasjon presentert for det svenske støttegrunnlaget. Merk her at jeg ikke har sett nærmere inn i den aktuelle svenske studien, men kun hvordan den er presentert i DNV-rapporten.

### 5.2.1 Fravær av tiltak er også et tiltak

Trolig kan konklusjonen for hvordan ammunisjonsdeponiene i Mjøsa bør håndteres videre innebære å ikke iverksette aktive tiltak. Med aktive tiltak menes aktiviteter som endrer posisjon eller egenskaper ved objektene som detonerer, tildekking eller opphenting.

Bakgrunnen til for eksempel beslutningen om detonerer kan basere seg på at ammunisjonen tolkes som for sensitivt til å opphente gitt den aktuelle eksplosjonsrisikoen.

Det er viktig å påpeke at det å ikke iverksette slike tiltak, faktisk også er et tiltak sett i sikkerhetskontekst. Det å *ikke utføre noe aktivt* er nemlig en beslutning som kan påvirke risikobildet slik som aktive tiltak. Novik et al. (2023) forklarer hvordan “*alle tiltak (eller fravær av tiltak) som tar sikte på å redusere risiko fra ett ståsted, vil nesten alltid ha en innvirkning fra et annet ståsted*” (oversatt, s.3). For et eksplosivt objekt på havbunnen kan det oppfattes fra ett perspektiv som for farlig å flytte på og dermed relativt trygt å la ligge. Dette hensynet tar i betraktning konsekvensene for menneskers helse og sikkerhet ved en uforutsett eksplosjon. Tiltaket om å la objektet ligge uforstyrret, kan imidlertid sett fra et miljøperspektiv oppfattes som problematisk med tanke på lekkasjer som forurensar miljøet. I tillegg vil neglisjerte eksplosiver alltid kunne utgjøre en fremtidig trussel mot helse og sikkerhet. Dette kan skje ved direkte kontakt med ammunisjonen, eller dersom ammunisjonen blir opphentet ulovlig for bruk til terrorisme eller annen kriminell virksomhet (Novik et al., 2023, s.3).

Et slikt bevisst forhold til neglisjering eller tilsidesetting som tiltak er hensiktsmessig å inkludere i risikohåndtering av krigsetterlatenskaper. Dette fordi det følger konsekvenser av også et slik type tiltak. For situasjonen i Mjøsa er ikke nødvendigvis dette tiltaket hovedproblemet sett fra ACU-perspektivet. Gitt at dumping har forekommet, kan slik jeg ser det, tiltaket om å la ammunisjonen ligge rettferdiggjøres på bakgrunn av eksplosjonsrisikoen. Det som er svært kritikkverdig for dagens situasjon i Mjøsa er det mangelfulle informasjonsbildet generelt og den tradisjonelle risikovurderingen fra 2001-rapporten som tiltaket baseres på. Ikke minst også mangelen eller fraværet av å utbedre informasjonsbildet. Uten å ta hensyn til økonomiske faktorer og bevilgnings spørsmål som angår ressurser til undersøkelser, er det bemerkelsesverdig om 2001-rapportens konklusjon anses som en tilstrekkelig risikovurdering, og da en grunnstein for lokalt sikkerhetsarbeid. Jeg mener retorikken om at ammunisjonen utgjør *ingen eller meget liten sannsynlighet* for miljørisiko, vitner om et mangelfullt risikoperspektiv. Slik ordbruk for en situasjon av høy kompleksitet representerer ikke det reelle risikobildet for krigsetterlatenskaper.

2001-rapporten produserer en nåtids-status snarere enn en risikovurdering med mulige fremtidsutsikter, og hvordan risikofaktorer kan endre seg med tid. De videre miljøundersøkelsene fra 2004 og 2007 mener jeg omtrentlig kan anses som følgefeil. Dette fordi de i praksis er oppfølgingsundersøkelser innenfor rammene og funnene den første undersøkelsen etablerer.

Tiltaket om å la ammunisjonen ligge uforstyrret bygger trolig på antagelser basert på datidens forståelse for økologi, slik det kommer frem i 4.2.2. I relevant litteratur beskrives et generelt syn til dumpet ammunisjon om at hvis det fikk ligge uforstyrret, ville det gradvis over tid bli harmløst. Dette på tross av at det ikke finnes noen vitenskapelig støtte for antagelsen (Novik et al., 2022). Nyere studier fastslår videre at disse antakelser var direkte feilaktige, og at det ikke er noe som tyder på at aldrende eksplosiver er blitt mindre farlige over tid (Novik, 2023). Uavhengig om utbedrede risikovurderinger konkluderer med tilsvarende tiltak, altså å la objektene ligge uforstyrret, er verdien av å styrke informasjonsbildet stor. Det er stor usikkerhet og lite kunnskap om tidsperspektivet for når potensielle utslipp kan forekomme og i hvilket omfang. Likevel er det omsider et spørsmål om *når* - ikke *om*. Det er derfor ingen tvil om at situasjonen behøver tett overvåkning for å dekke fremtidige endringer i utslippsbildet og faktorer som påvirker assosierte risikoer.

### **5.3 USIKKERHETSANALYSE**

Med rollen til usikkerhet i risikovitenskap etablert kommer dens betydning frem. Usikkerhetsaspektet kan dekke dimensjoner hvor sannsynlighet og tilgjengelig informasjon kommer til kort. I situasjoner som Mjøsa med et komplekst usikkerhetsbilde, virker det naturlig fra sikkerhetsperspektiv å se nærmere inn i nettopp den omfattende usikkerheten. En usikkerhetsanalyse mener jeg kan bringe nytte som grunnlag for en videre risikovurdering. Analysen starter med identifisering og kartlegging.

Hva er imidlertid forskjellen mellom en risikoanalyse, hvor usikkerhet er et sentralt aspekt, og en usikkerhetsanalyse? *“Mens det finnes et mangfold av metoder for å analysere risiko, finnes det få metoder for å identifisere usikkerhet systematisk”* (Husby et al., 1999, s.63). Mens risikoanalyse fokuserer på forståelse for negative konsekvenser tilknyttet en hendelse, er usikkerhetsanalyse assosiert med et bredere perspektiv på konsekvensene for hendelsen.

Det kartlegges også utfall av potensielle ikke-negative konsekvenser, som blant annet muligheter hendelsen åpner for. Samtidig er de to nært beslektet og henger tett sammen. Stor antatt mulighet er nemlig også ofte tilegnet stor risiko.

Det finnes innvendinger som taler mot å i det hele tatt definere en prosess for usikkerhetsanalyse. Det er litt av sakens natur med usikkerhet at det muligens ikke lar seg gjøre å standardisere et rammeverk for å plukke opp dimensjonene og redusere den. Assosiert problematikk diskuteres i 5.3.2.

Husby et al. (1999) har i hvert fall definert en prosess, så la oss se nærmere inn i den og åpne diskusjonen rundt innhold mot formål. Hvordan bør prosess for usikkerhetsanalyse se ut? Hva er viktig å inkludere for å dekke et bredt spekter av potensielle usikkerheter?

### **5.3.1 Prosess for usikkerhetsanalyse fra prosjektledesperspektiv**

Innledningsvis for usikkerhetsanalyse ser jeg det hensiktsmessig å trekke frem et eksempel på prosess. Jeg fant det utfordrende å finne en relevant definert prosess i sikkerhetskontekst, derfor var det naturlig å se til andre bransjer og fagdisipliner. Dette åpner også for diskusjon av den definerte prosessen sett fra risikovitenskaplig ståsted. Husby et al., *Usikkerhet som Gevinst* (1999), er brukt som eksempel.

*“Selve analyseprosessen skal danne grunnlaget for håndtering av usikkerhet”* (Husby et al., 1999, s.77). Målet i prosjektstyringskontekst er å gjennomføre vellykkede prosjekter. Dette innebærer kontroll over, og kartlegging av usikkerhetskomponenter som kan påvirke resultatet samt kostnadsstyring mot nytteverdi. Det handler om å ta eierskap til usikkerheten i prosjekt. Prosessen kan oppfattes som rigid og formell, men skal derimot ha en stor grad av frihet for individuelle tilpasninger. Det anbefales å unngå sjekklister da faren kan være å bli bundet til bruken, og dermed ikke kunne utnytte kreativiteten i prosjektgruppen (Husby et al., 1999). *“Hvilke elementer en person forbinder med usikkerhet, er i stor grad avhengig av kunnskap, erfaring og evne til å se usikkerhetselementene. Derfor understrekes det at identifikasjon bør gjøres i en gruppe av sentrale aktører med variert bakgrunn”* (Husby, 1999, s.82). Prosessen bringer et fokus på tverrfaglighet og inkludering av alle fagmiljøene involvert i prosjektet, også det operasjonelle personalet som står nær problemene.

Trinnene for Husby et al. usikkerhetsanalyseprosess innebærer:

- Grunnleggende prinsipper for å sette mål og planlegge prosessen.
- Identifisere hvilke usikkerhetslementer som påvirker prosjektet.
- Modellere hvordan usikkerhetslementene virker inn på prosjektet.
- Estimere størrelsen på innvirkningen.
- Styre usikkerheten gjennom ulike tiltak.

Trinn:

- 1) **Mål:** Definere målet for prosessen og etablere en gjennomføringsplan.
  - a) **Planlegging:** Definere rammer for prosessen med begrensninger inkludert.  
Hva skal analysen benyttes til? For å vurdere alternativer, kostnad, tid, innhold i prosjektet eller en kombinasjon? Skal analysen vurdere prosjektet helhetlig eller definerte deler?  
Chapman og Ward's modell for planlegging bestående av De 6 H-ene benyttes.
  - b) **Prosjektinformasjon.**
- 2) **Identifikasjon:** Kartlegging av usikkerhetene til prosjektet som kan påvirke i negativ eller positiv retning. Systematisering kreves etter man typisk har en stor mengde elementer kartlagt. Det er nødvendigvis ikke en fordel å definere en standardinndeling. *“Systematisering vil skje i samsvar med hva analysen krever, avhengig av formålet med analysen”* (Husby et al., 1999, s.83). Kan for eksempel inndeles mellom eksterne og interne elementer og videre differensieres mellom høy og lav. Husby anbefaler å ta inn utenforstående personell i identifiseringsprosessen for eksterne elementer, da disse kan være utfordrende for interne aktører å oppdage.

Identifikasjonstrinnet består videre av utvelgning av elementene som er viktigst for prosjektet. *“Prioriteringen kan være begrunnet i analyse, dokumentasjon, erfaring eller intuisjon. Det viktigste er at de forhold som ikke prioriteres likevel dokumenteres slik at en er bevisst dem senere i prosjektet”* (s.83).

- 3) **Estimering:** Dette trinnet omhandler evaluering. Innvirkningen av usikkerhetslementene, altså hvordan de påvirker prosjektets mål og rammer, analyseres og prosjektets totale usikkerhetsbilde synliggjøres. På denne måten blir usikkerhetslementer systematisk vurdert. Estimeringstrinnet består av fire aktiviteter:

modellering, kvantifisering, beregninger og fremstilling av resultater. Ved kvalitativ metode for analyse som denne avhandlingen angår erstattes kvantifiseringen og beregninger med kvalitative vurderinger.

- a) **Modelleringsaktiviteten** benyttes for å beskrive systemets struktur eller oppbygging med hensikt om å teste ut forenklete forutsetninger i forhold til virkeligheten. Dette vil gi svar på om en mer kompleks struktur er nødvendig. *“Man ønsker at modellering av kalkyle, tidsplan, lønnsomhet eller andre aspekter av prosjektet skal gjøres enklest mulig uten bruk av for mye ressurser, og samtidig (..) at den beskriver virkeligheten på en representativ måte”* (Husby et al., 1999, s.84-5). I denne aktiviteten kan hjelpemidler som beslutningsmodeller med hendelsestrær og influensdiagram benyttes.
- b) **Kvantifisering** av usikkerhetselementene er neste steg etter modellen er etablert. Tradisjonelt sett har det blitt anvendt teknikker og verktøy som undertrykker det faktum at fremtiden er usikker, altså deterministiske verdier. Husby nevner hvordan erfaringer viser at slike verdier ikke er tilstrekkelige da prosjektparametere er stokastiske siden de avhenger av fremtidige usikre hendelser. *“Den største utfordringen ligger i å skaffe og tolke informasjon som benyttes som inngangsdata i en analyse”* (Husby et al., 1999, s.85).
- c) **Beregninger og beregningsrutiner:** Usikkerhetselementenes påvirkning på den oppbygde modellen beregnes med kvalitative og kvantitative teknikker. Dette kan være følsomhetsanalyse, scenarioteknikker, simuleringsteknikker, LFA og Monte Carlo metode. Valg av teknikk avhenger av prosjektets kompleksitet og omfang, og i forhold til behov og ressurstilgang.
- d) **Resultater:** Fremstillingen av resultatene blir gjort ved tabellarisk oppsummering av tallverdier eller grafiske fremstillinger. For usikkerhetsanalyse lages vanligvis en prioriteringsliste, i form av for eksempel et Tornado-diagram, over de elementene som bidrar mest. Listen illustrerer elementenes oppside og nedside i påvirkningsgrad. Ved hjelp av fargekoder kan også tidskritikalitet for hvert element illustreres. *“Tidskritikalitet gjelder spørsmålet om når elementene kan påvirke usikkerhet i prosjektet. Målet med en vurdering er å finne ut hvilke elementer det haster å gå inn med tiltak mot, og hvilke det ikke haster med”* (Husby et al., 1999, s.90).  
Resultatfremstillingen utgjør formidlingen av funnene, og det er derfor vesentlig at de er lette å forstå for effektiv kommunikasjon innad i prosjektet.



- 4) **Kommunikasjon:** Dette trinnet skal formidle analysens resultater til ledelsen og medarbeidere i og utenfor prosjektet for en omforent forståelse av usikkerhetsbildet - Hvordan usikkerhetene kan påvirke prosjektet og viktigheten av å iverksette tiltak. *“Usikkerhetshåndteringen bør involvere partene i prosjektet på en slik måte at de føler eierskap til prosessen”* (Husby et al., 1999, s.91). Dette gjelder også inkludering av beslutningstakerne for å få kjennskap til prosessen som ligger bak resultatene. Trinnet åpner for å eventuelt returnere til identifiseringstrinnet da nye funn kan fremkomme under disse gruppesamtalene. Dette før det etableres en tiltaksplan.
- 5) **Tiltaksplan:** *“For å påvirke usikkerheten må det gjøres tiltak”*. *“Dette trinnet (..) integrerer analyseprosessen med styringsprosessen”* (Husby et al., 1999, s.92). En tiltaksplan defineres basert på prioriteringslisten, og kan anvende en nytte-mot-kostnadsberegning der tiltak med den største nytten prioriteres høyest. Ansvarsforhold helt ned til personnivå for hver usikkerhet er et viktig aspekt for gjennomføring av tiltakene slik at ansvaret er entydig definert. *“Samtidig er det viktig å definere når tiltakene må gjennomføres og hvilke ressurser som er nødvendig for å iverksette dem”* (Husby et al., 1999, s.93). Med dette som grunnlag settes tiltakene i verk.
- 6) **Oppfølging:** *“Oppfølgingstrinnet innebærer overvåking av utviklingen i usikkerhetselementer som det ikke er iverksatt tiltak inn mot, og oppfølging av de tiltak som er iverksatt for å måle resultater. Dersom det synes nødvendig å iverksette nye tiltak, må man definere og analysere tiltakene”* (Husby et al., 1999, s.94). Dette forklares som en kontinuerlig prosess gjennom hele prosjektets løp. Og det skal tas beslutninger om iverksatte tiltak er tilstrekkelige, eller om nye er nødvendig.

### 5.3.1.1 Hva bør gjøres annerledes?

Akademia analyserer verktøy som kan anvendes i praksis og vurderer om det er forbedringspotensial slik at verktøyet gir en mer formålstjenlig output. Vi har nå gjennomgått et verktøy til hjelp for usikkerhetsanalyse, dette i en prosjektledelseskontekst. Kan denne prosessen benyttes slik den er i sikkerhetskontekst? Hvilke vesentlige mangler har Husbys prosess?

Det er spesielt de første trinnene med hovedfokus på identifisering av usikkerheter som er aktuelt i denne avhandlingen angående deponiene i Mjøsa. Ved en bedre innsikt i usikkerhet

som et aspekt ved risiko vil risikovurderingen gi en mer reel output. Det vil si en output som gjenspeiler virkeligheten tydeligere, og gir en mer realistisk antagelse om hvordan fremtiden vil utforme seg. Fokus på usikkerhet i situasjoner som karakteriseres av høy usikkerhet i flere ledd virker svært hensiktsmessig fra et sikkerhetsperspektiv. Dette er omfattende arbeid som innebærer kommunikasjon på tvers av de innblandede fagmiljøene. Hvert fagmiljø har innsikt i usikkerhetslementer tilknyttet deres undersøkelser, risikovurderinger og antagelser. Kommunikasjon mellom sikkerhetsmiljø og andre fagdisipliner legges til grunn for en tilstrekkelig oversikt over usikkerheter. Ved at sikkerhetsmiljøet sitter med en overordnet oversikt kan potensiell sammenheng mellom identifiserte usikkerhetslementer analyseres og danne et klarere helhetlig risikobilde.

I Husbys kommunikasjonstrinn kommer det frem viktige poenger. Her spesielt fokuset på inkludering av en bred rekke partnere i prosjektet, og påminnelsen om å returnere til identifiseringstrinnet når nye usikkerhetslementer dukker opp. I diskusjon med partnere i denne fasen er det naturlig at flere elementer, som ikke er kartlagt tidligere, kan fremkomme. Det vil da virke hensiktsmessig å gjøre eventuelle justeringer og revidere analysen i lys av nye funn.

For sammensetningen av analysegruppen nevnes inkludering av en rekke partnere i prosjektet også ned til operasjonell personell samt en ekstern part. Drevland et al. utdyper dette nærmere:

*“Analysegruppen bør bestå av fire til femten eksperter. Personer som er en del av prosjektteamet i det prosjektet som skal analyseres er oftest positive til prosjektet, og kanskje ikke i så stor grad i stand til å se risikoene i prosjektet. Det er derfor viktig å ha med personer (minst en) utenfra prosjektet, og gjerne utenfra organisasjonen. Som grunnlag for estimeringen i gruppeprosessen må en være veldig nøye med å beskrive de enkelte elementene som skal estimeres, slik at gruppen har den samme og riktig oppfatning av elementene før estimeringen foretas” (Drevland et al, 2005, s.46).*

Det bør være en tydelig konsensus om målet for prosessen om å redusere usikkerhet. Det vil være hensiktsmessig å inkludere en part med sikkerhetskompetanse allerede ved prosjektets start for å sette tydelige føringer tidlig.

Ved den avsluttende aktiviteten i estimeringstrinnet angående formidling av resultatene, kan flere viktige aspekter ved usikkerhetslementene gå tapt. Husby et al. taler for grafiske visualiseringer for å gjøre resultatene enkle å forstå og oppnå effektiv kommunikasjon i

prosjektet. Visualisering av risiko er et dilemma, hvor ofte risikoen underdrives. Da vil viktige aspekter av analysen kunne gå tapt. Jeg stiller meg derfor kritisk til et slikt fokus på å presentere resultatene *enklest mulig*, og mener prioriteringslisten ikke er tilstrekkelig. Heller en risikomatrise i tråd med risikovitenskap som inkluderer vurdering av kunnskapsstyrken tilknyttet hver usikkerhet vil virke hensiktsmessig. Jeg er altså ikke uenig i at resultatene må presenteres på en oversiktlig og effektiv måte. Imidlertid understreker jeg viktigheten av å ikke forenkle i for stor grad. Spesielt for et komplekst konsept som usikkerhet skader det ikke å presentere resultatene også med noe tekst.

Det blir noe ironisk over å presentere usikkerhetslementer for et prosjekt ved hjelp av visualiseringer som ikke har hensyn til nettopp usikkerhet. Det vil være noe usikkerhet i forskjellig grad i analysen og disse må også komme frem i resultatene.

Den definerte prosessen inneholder ikke hensyn til kunnskapsstyrke i identifikasjonsfasen. Fagekspertene bør få anledning til å uttrykke seg subjektivt i henhold til sin vurdering som ofte i risikoillustrasjon blir tallfestet. Og beskrive hva denne subjektiviteten er basert på. I en matrise, kan det utbedres en ekstra kolonne der de uttrykker sin subjektivitet og vurderer den i henhold til antagelsene presentert i gruppesamtale.

Aven og Flage (2018) viser til vanlige problemstillinger ved vurdering av kunnskapsstyrke:

- Rimeligheten av antagelsene.
- Mengden og relevansen av data/ informasjon.
- Grad av enighet blant eksperter.
- Graden av forståelse for de involverte fenomenene og eksistensen av nøyaktige modeller.
- Graden av hvorvidt kunnskapen har blitt grundig undersøkt (for eksempel med hensyn til kjente ukjente sorte svaner; det vil si, andre har kunnskapen, men ikke analysegruppen) (Aven & Thekdi, 2022, s.35).

Vurdering av kunnskapsstyrke handler sånn sett om å være kildekritisk og se etter logisk oppbygging av argumentene bak kunnskapen. Slik utforsker man rasjonaliteten.

Om Husbys prosess for usikkerhetsanalyse vil fungere godt i sikkerhetskontekst av krigsetterlatenskaper er en utfordrende diskusjon. Jeg vurderer imidlertid fokuset på kommunikasjon og sammensetting av analysegrupper som svært hensiktsmessig.

Krigsetterlatenskaper dekker mange fagdisipliner og en tett løpende dialog ekspertene seg imellom for kartlegging av usikkerheter er nødvendig.

Den definerte prosessen har enkelte mangler som kan underdrive usikkerhetslementer, ved at det ikke tas nok hensyn til analysens usikkerheter og vurdering av kunnskapsstyrke. Spesielt i deltrinnet *resultater* ved visualisering av usikkerhetene, kan da viktige aspekter gå tapt. Dette kan få konsekvenser siden ved at kunnskapen om elementene ikke kommer frem til beslutningsbordet.

Det kan anses som en mangel i prosessen at det ikke påminnes om kartlegging av også de svært usannsynlige hendelsene. Det er utfordrende å håndtere usikkerhet av type *unknown unknowns* (se 2.4), så det kan være hensiktsmessig å kartlegge scenarioer av sorte svaner. Det lar det seg trolig ikke gjøre å danne en generell fremgangsmåte for å kartlegge sorte svaner - men i en prosess tilknyttet krigsetterlatenskaper kan det antydes av eksperter innen krigsobjekter og dens sensitivitet og tilknyttet toksikologi, noen worst-case-scenarioer. Om målet er å danne en prosess for usikkerhetsanalyse av krigsetterlatenskaper kan et register over objektenes antatt største konsekvenspotensial virke veiledende. Veiledende altså til å identifisere potensielle sorte svaner ved å tilby en indikasjon av maksimumsgrensen for konsekvens. Dette for en antatt mengde og antatt type ammunisjon. Ved betydelig usikkerhet om type ammunisjon, møter vi imidlertid igjen på et nå kjent problem: Standardisere usikkerhet.

Videre er egentlig prosessen relativt generelt lagt opp i forhold til trinn og faser. Disse trinnene mener jeg kan være et fint utgangspunkt for utførelse av usikkerhetsanalyse.

### **5.3.2 Paradokset med standardisering av prosesser for usikkerhet og risiko**

Selv om Husbys definerte prosess for usikkerhetsanalyse tilbyr fleksibilitet for tilpasninger. Og prosessen i en variant som tar mer hensyn til vurdering av kunnskapsstyrke i tråd med risikovitenskap. Er det et spørsmål om slik analyse lar seg standardisere.

Usikkerhet definert som ufullstendig kunnskap, i sammenheng av at fullstendig deterministisk kunnskap er uopnåelig (Walker et al., 2003), er av natur uforutsigbar. Å danne et rammeverk for uforutsigbarhet kan virke mot sin hensikt ved at det snevrer inn analysegruppens fokus. Kunnskap henger høyt i beregning av risiko og usikkerhet, og problemstillingene diskusjonen bringer frem tilsier viktigheten av å ha relevant kompetanse innad i analysegruppen. Subjektive elementer i risikovurdering, også omtalt som kunnskapsbasert sannsynlighet, er nevnt en rekke ganger i avhandlingen. Avhengigheten av den i risikovurderinger er ikke like understreket som utbroderingen om å vurdere kunnskapen i seg selv. Uten den vil det ikke være mulig å kartlegge sorte svaner. Dette fører frem heller et

fokus på å anskaffe rett kompetanse innad i analysegruppen fremfor fokuset på å definere prosesser. Det er nemlig flere risikoer assosiert ved å ikke ha sikkerhetskompetanse innad i analysegruppen: *“Når man gjennomfører risikovurderinger eller utformer risikostyringssystemer, tar ofte ikke-eksperter som deltar i prosessen, standarder for gitt”* (Engen et al, 2021, s.55). Standarden kan altså skape en illusjon om at sikkerheten er bedre enn den er i realiteten. Den gir en overdreven tillit og tro om at alle risikoer og usikkerheter er blitt håndtert og kartlagt. *“En høy grad av standardisering kan redusere kapasiteten til å oppdage og forstå nye risikoer”* (Engen et al, 2021, s.54). Deltakerne kan dermed overse nye og skjulte risikoer som ikke er dekket av standarden.

Engen et al. (2021) tar opp flere konsekvenser ved standardisering innen risikostyring. Konsekvenser ved standardisering er nettopp at det kan gå utover denne fleksibiliteten. Som beskrevet ovenfor kan det bli vanskeligere for organisasjonen å tilpasse seg uventede endringer. Risiko og usikkerhet er dynamisk, og Aven (2008) poengterer viktigheten av å ta inn over seg potensielle endringer i risikokilder. Standardisering av prosesser tilknyttet usikkerhet og risiko er sånn sett et paradoks: *“Selv om en standardisering av risikovurderinger og risikostyring kan skape mer effektiv risikostyring, kan standardiseringsprosessen være en risiko i seg selv”* (Engen et al, 2021, s.51). Derfor er det viktig å balansere standardisering mot tilpasning. Standarder kan være effektive for å håndtere usikkerhet, men i overvekt begrenses organisasjonens identifisering og håndtering av nye ukjente usikkerheter. De er da ikke forberedt til å håndtere disse ukjente ukjente på fleksible og innovative måter.

### **5.3.3 Kartlegging av usikkerheter**

Diskusjonen rundt prosess for usikkerhetsanalyse har vært en deloppgave i avhandlingen i forsøk på å etablere en veileder tilpasset temaet krigsetterlatenskaper. Avhandlingens egen kartlegging av Mjøsas usikkerheter har ikke fulgt en slik fremgangsmåte som følge av den utenforstående rollen beskrevet i 3.5. Denne delen av avhandlingen presenterer studiens funn. Det peker seg ut noen hovedkilder for usikkerheter. Disse er kategorisert nedenfor i hovedgrupper, men flere av de enkelte usikkerhetene kan assosieres med flere kategorier. Delkapittelet er imidlertid strukturert slik for oversiktens skyld.

“Vi merker selv at det er fryktelig liten kunnskap om omfanget, tilstanden og ikke minst hvor det ligger” (NTNU Nyheter, 2021). Uttalelsen til deltaker i Oppdrag Mjøsa oppsummerer her usikkerhetsbildet tilknyttet situasjonen med hovedkategoriene for usikkerhet.

### ***Ammunisjonens tilstand:***

Det er store usikkerheter knyttet til dagens tilstand på ammunisjonen. Her er det en rekke faktorer som spiller inn. Mangel på kunnskap om hvordan ammunisjonen i Mjøsa er blitt påvirket av tiden i det akvatiske miljøet utgjør et hovedelement. I og med at det er ferskvann går man ut ifra at korrosjon foregår i et tregere tempo enn i havet. Imidlertid så har "ammunisjonskomponentene en kompleks oppførsel i miljøet (..), og beregning av sikkerhetsnivåer er avhengig av valg av metode" (Voie & Mariussen, 2016, s.1). Dette forteller om usikkerheten i kunnskapsbildet, og indikerer en nytte av å kombinere perspektiver fra ulike fagdisipliner. Voie & Mariussen beskriver videre hvordan det også er svært lite kunnskap angående omfanget av, og de potensielle effektene på både ferskvannet og tilknyttede organismer.

I litteratur er det trukket noen eksempler fra svenske studier om dumpet ammunisjon i ferskvann, men jeg oppfatter at det generelt er lite historiske data tilgjengelig.

Ammunisjonen i Mjøsa har ikke blitt overvåket utover de beskrevne undersøkelsene, situasjonen er heller som den overordnede sikkerhetsstrategien tilsier, blitt neglisjert. Da finnes det ikke historiske data for sammenligningsgrunnlag av ammunisjonens tilstand og forhold på bunnen. Et spekter av miljøfaktorer påvirker tilstanden, og det er begrenset med kunnskap om den totale påvirkningsgraden.

### ***Ammunisjonens livsfaser før dumping:***

Karsrud (2021) påminner hvordan store andeler av ammunisjon som stammer fra andre verdenskrig er produsert i Tyskland og blitt fraktet til Norge i løpet av krigen. I levetidsanalysen er dette en innvirkende faktor ned i detalj av hvordan denne frakten har foregått i form av type transport. Ved frakt av ammunisjon på dekk ombord i skip bøter objektene andre miljøfaktorer enn ved flytransport som angår temperatursvingninger, luftfuktighet og vibrasjoner. Hvor stor påvirkning miljøfaktorer under denne tidsperioden som innebærer frakt fra Tyskland, midlertidig oppbevaring før dumping egentlig har på dagens tilstand på ammunisjonen er vanskelig å si. Karsrud (2021) konkretiserer nærmere

ammunisjonens livsfaser fra produksjon frem til dumpet tilstand:

- Produksjonsprosess og lagring hos produsent.
- Transport til og lagring hos det tyske forsvaret.
- Håndtering i alle ledd, lasting og lossing.
- Operasjonell fase: transport, håndtering, lagring, montert på våpenplattform.
- Dumpet tilstand, inkludert dumpeprosessen. (Karsrud, 2021, s.14).

Det er altså naturlig å medregne usikkerhet i nevnte livsfaser, dog trolig mindre eller tilnærmet intet i produksjonsprosess og lagring hos produsent. Normale uforutsigbarheter kan jo forekomme, men i denne usikkerhetsanalysen legges det til grunn at denne første livsfasen er sikker når det angår ammunisjon produsert i Tyskland. Dette er imidlertid ikke nødvendigvis tilfellet for norskprodusert ammunisjon under tysk okkupasjon ved Raufoss Ammunisjonsfabrikker. Her er det en faktor som potensielt kan ha påvirket dagens tilstand på ammunisjonen i vesentlig grad. I lokalhistorie fra Raufoss Ammunisjonsfabrikker heter det *“Kvaliteten på produktene kan ikke tallfestes på samme måte som produksjonsvolumet”* (LokalhistorieWiki, 2023). Det påpekes altså at det finnes ikke bevis på at objekters produksjonskvalitet var slik som før tysk okkupasjon. Videre for å styrke usikkerheten rundt ammunisjonens første livsfase er det uttalelser fra fabrikkarbeidere om at *juksearbeid* var et velkjent fenomen. Dette bekreftes også av direktør Seeberg i en forklaring datert etter krigen *«at arbeiderne bevisst produserte kassable ting»* (LokalhistorieWiki, 2023). Sabotasje i form av lavere produksjonskvalitet kompliserer usikkerheten rundt ammunisjonen i Mjøsa ytterligere. Hva innebærte slik sabotasje i detalj? Ved lavere produksjonskvalitet er det rimelig å anta mer uforutsigbarhet rundt dagens tilstand? I en levetidsanalyse ala Karsrud (2021) vil ammunisjonen inneholdende TNT da ha høyere eller lavere sensitivitet?

Det er svært utfordrende å anta påvirkningskraften til en slik faktor. En logisk tilnærming til sabotasje vil være at det er større sannsynlighet, enn motsatt, for at slik aktivitet innebærte å redusere ammunisjonens styrke og dens sensitivitet. Dette ved å for eksempel erstatte mengder av eksplosive stoffer med ikke-eksplosiver. Det virker mindre sannsynlig at strategien for sabotasje-produksjon medførte høyere sensitivitet og dermed mer uforutsigbar funksjon på ammunisjonen for å potensielt ramme de tyske okkupantene. Dette fordi det trolig også potensielt kunne ramme nordmenn som under tyske ordre håndterte ammunisjon.

Det finnes noe dokumentasjon rundt omfanget objekter som er dumpet i regi av Raufoss, og da potensielle sabotasjeprodukter. Likevel er trolig reell dumpet mengde langt større, da det er vesentlige mangler i dokumentasjonen.

Ammunisjonsdumping i regi av Forsvaret og okkupasjonsmakten er etter denne studiens kjennskap, nærmest udokumentert. Omfanget av eventuelt tyskprodusert ammunisjon som har hatt et annet livsløp og håndtering før dumping slik Karsrud forklarer, er altså ukjent. For denne ammunisjonen er livsløpet en mer kompleks usikkerhet. Likevel er det usikkerhet rundt livsløpet i forkant av dumping for en stor andel ammunisjon i Mjøsa, som følge av for eksempel hvordan den er lagret.

#### *Usikkerhet rundt sensitivitet:*

Det er mye usikkerhet rundt sensitivitet til dumpet ammunisjon. Dette kommer av et komplekst bilde av påvirkende faktorer hvor det er begrenset kunnskap i et langsiktig perspektiv.

4.2.2 gir en innføring i datidens forståelse av effekten et akvatisk miljø har på ammunisjonsobjekter. Nemlig at objektene blir ufarliggjort. Nyere studier bekrefter imidlertid at disse antakelsene var direkte feilaktige, og at det ikke er noe som tyder på at aldrende eksplosiver er blitt mindre farlige over tid (Novik, 2022).

I den vurderte DNV-undersøkelsen fra 2001 bygger konklusjonen på ferskvann som en garantist for at ammunisjonen får ligge harmløst i hundrevis (også nevnt potensielt tusenvis) av år. Det er en vesentlig faktor for rapportens risikovurdering og tar ikke hensyn til usikkerhet. Forskjellige sedimentstyper kan nemlig påvirke kjemiske reaksjoner i ammunisjonskomponenter.

Det er også nevnt et stort usikkerhetselement angående ammunisjonskomponenter i seg selv ved slik oppbevaring og tilstanden ved dumping. *“Dumpet ammunisjon er som regel uten tennere eller brannrør”* (Karsrud, 2021, s.16). Det er imidlertid typisk at effekten av tennmekanismer overdrives. Ukontrollert selvdetonasjon forekommer dog også uten disse tennmekanismer.



### ***Usikkerhet rundt omfang og type ammunisjon:***

Det er en betydelig usikkerhet rundt deponienes omfang og type ammunisjon. Dette henger sammen med mangelen på dokumentasjon. Etter min forståelse har historisk sett overflødig ammunisjon av mindre mengder blitt detonert, mens når det er snakk om større mengder er det blitt bestemt å dumpes i akvatiske deponier. Hva som her defineres som mindre og større mengder er imidlertid uklart. Da sitter vi kun igjen med en unyansert antagelse om at omfanget er av vesentlig størrelse.

Dokumentasjon over blant annet Raufoss sin produksjonsmengde og type objekter, kan gi en indikasjon på potensiell nedre grense av mengden dumpet ammunisjon. Det skal etter studiens kjennskap ha blitt i sin tid dokumentert mer omfattende om dumpingen i regi av Raufoss. En dumpeprotokoll skal angivelig ha blitt ført. *“Ting ruster sakte i ferskvann, men før eller senere vil det gå hull på både det ene og det andre. Derfor bør den si et lite pip den som måtte vite noe om hvor det er blitt av gamle Raufoss Ammunisjonsfabrikkers protokoll over hva og hvor mye som ble dumpet – hvor! Gjort er gjort. Den gang visste man kanskje ikke bedre. Men nå må forskerne, forvaltningen og de som styrer penger og politikk få vite”* (Håkensbakken, 2023). Protokollen over hva som faktisk er dumpet i Mjøsa av Raufoss Ammunisjonsfabrikker er altså borte. Privatpersoner kan sitte på skjult informasjon. Det skal visstnok vært nevnt “tønner med industriavfall” i protokollen, men hva slags komponenter og objekter dette innebærer er uvisst.

Det er også usikkerheter rundt dokumentasjon av dumping som er utført av Forsvaret: *“Også Forsvaret har dumpet ammunisjon i Mjøsa. DKØ referer til tre konkrete tilfeller av dumping av ammunisjon (sannsynligvis håndgranater og bombekasterammunisjon) i 1946/1947. Utover dette skal det ikke ha pågått dumping i Forsvarets regi, men dette er ikke dokumentert”* (Jensen et al., 2001, s.3-4). Her er det vesentlige dokumentasjonsmangler i enda større grad, som gjør kartlegging av totalt omfang vanskelig. For å komplisere dette ytterligere er trolig dumping i regi av okkupasjonsmakten totalt udokumentert og kan ha vært utført av tyske soldater. Med andre ord er denne informasjonen trolig tapt. Det skal angivelig også finnes vrakrester på Mjøsas bunn som potensielt inneholder ammunisjon, stridsmidler eller annet risikoavfall.

### ***Usikkerheter knyttet til ytre faktorer:***

Det er flere usikkerhetselementer i forhold til miljøet ammunisjonen befinner seg i. Dette i form av direkte og indirekte potensielle påvirkende faktorer for ammunisjonens sensitivitet spesielt.

Som tidligere nevnt kan eventuelle rasfarer i nærheten av deponiene være en indirekte faktor. Dette er tilknyttet den assosierte eksplosjonsrisikoen hvor objekter som med vilje eller utilsiktet utgjør trussel for detonerings. Andre faktorer kan være menneskelig aktivitet i det nærliggende området, som for eksempel båttrafikk. Det er utført en utredning av ny elektrisk hurtigbåt mellom Gjøvik og Mengshol, altså da over ammunisjonsdeponiet. Kan slike fartøy påvirke samlingen av sedimentene ved deponiene? Det har vært ferjeaktivitet over dette området i lang tid, men ved endring av fartøy antar jeg potensial for endring av fartøyets påvirkning av omgivelsene. Det er nemlig kjent at sedimenter, blant annet i form av grad av tildekking, kan påvirke ammunisjonens egenskaper og sensitivitet.

### ***Metodisk usikkerhet i undersøkelser:***

Til undersøkelse av Mjøsa er det noen konkrete utfordringer og usikkerheter som aktuelle aktører står ovenfor i forbindelse med datainnsamling for risikovurdering. I toksikologisk kontekst gjenforteller Munden Paalgard (2009) fire metodiske usikkerheter ved risikovurdering. Den første angår *mangel på kunnskap*, som vi har vært innom flere ganger, slik at subjektiv sannsynlighet i form av ekspertvurderinger og estimeringsmetoder er nødvendig. Disse vurderingene og metodene danner rom for potensielle usikkerheter, og det er viktig for å takle dem ved å vurdere tilknyttet kunnskapsstyrke. En *utilstrekkelighet av modeller* nevnes som egen usikkerhet, men angår også kunnskapsmangel. "*Fundamental mangel på kunnskap om underliggende mekanismer, multiple stressorer, responser hos alle arter og ekstrapolering*" (Munden Paalgard, 2009, s.19) skaper usikkerhet.

Utover dette er *måleusikkerhet* en viktig faktor. Undersøkelsene kan gi lav statistisk kraft som følge av utilstrekkelige observasjoner, vanskeligheter knyttet til måling, og feil i målinger eller menneskelige feil (feilmåling, misidentifisering, teknologiske feil).

Den siste usikkerheten angår *observasjonsforhold*: "*usikkerhet på grunn av spatiotemporal variabilitet i klima, jordtype, sensitivering, økosystemstruktur, forskjeller mellom forhold i naturlig miljø og laboratorium, ulikhet mellom artene som er testet/observert og de som er av interesse for risikovurderingen*" (Munden Paalgard, 2009, s.19). Innsjøer er annerledes å

undersøke i henhold til for eksempel lysforhold. “Ifølge Hardeberg har forskerne fra AMOS mest erfaring fra å jobbe i rent og klart saltvann, på større dyp der man kan kontrollere lyset. På grunt ferskvann, som i Mjøsa, er det mer komplekst på grunn av sollys og skittent vann. Her kommer kunnskapen til Fargelaboratoriet inn” (NTNU Nyheter, 2021). Nylige undersøkelser i regi av FFI og Oppdrag Mjøsa er utført på høst og vinter for mer stabile forhold og klarere vann.

Når det kommer til sedimentforhold er studien kjent med at det er mye løse sedimenter på Mjøsas bunn. Tunge objekter har da trolig gravd seg ned i sedimentene ut ifra stor fart ned mot bunnen ved dumping. Det er heller de lettere objektene som vil være godt synlig på overflaten. Sedimenttildekking utgjør et metodisk problem for identifisering og vurdering av objektene. Man er avhengig av tilgang og sikt på objektene for dette. Etter nå mange tiår på bunnen vil trolig ammunisjonsobjektene ha blitt tildekket ytterligere av noen centimeter sedimenter. Dette går imidlertid ikke utover kartleggingen av omfanget i fremtidige undersøkelser ved bruk av dagens teknologi. Oppdrag Mjøsa og FFI har ekko-teknologi som kan kartlegge totalt tildekkede objekter.

For de utførte undersøkelsene frem til 2021, er slik teknologi ikke benyttet og det er naturlig å rette fokus mot usikkerhet av kartleggingen av omfang. Det ble, som tidligere beskrevet, hovedsakelig benyttet kameraer, som naturligvis kun fanger opp synlige objekter på bunnoverflaten.

Tilknyttet usikkerheten i observasjonsforhold er også klimaendringer nevnt. For Mjøsa resulterer klimaendringene i mindre frost og mer bresmelting, altså temperaturforskjeller og potensiell frigjøring av stoffer i annet omfang. Disse faktorene kan påvirke vannkvaliteten i Mjøsa. Om dette har noen innvirkning på sensitiviteten til ammunisjonsobjekter er vanskelig å si, men bør nevnes som en mindre usikkerhet.

Det er også angivelig et større utslipp av mikroplast i vår tid enn tidligere. Mikroplast tilføres Mjøsa fra husholdninger og avrenning. Deltaker i Oppdrag Mjøsa forteller dette undersøkes som potensiell påvirkningsfaktor på ammunisjonsobjektene.

#### *Område for prøvetaking:*

DNV- og Multiconsult-undersøkelsene viser til det samme avgrensede området for prøvetaking. Dette området er definert mellom Gjøvik og Mengshol ferjekai. Valget av prøvetaking og undersøkelser utført her begrunnes for at omfanget av objekter er store, og

nærheten til vanninntak til Gjøvik-området. Dette er kritisert tidligere i avhandlingen som en mangel ved det utførte arbeidet, og kan anses som en metodisk usikkerhet. Jeg mener det behøves tilsvarende prøvetaking ved alle de kjente deponiene, spesielt ut ifra at deponiene angivelig består av forskjellige type objekter samt omfang.

### ***Usikkerhet rundt potensiell helserisiko:***

Toksikologisk-relaterte usikkerheter etableres av Voie-litteratur som konstaterer kunnskapshull rundt videre utslipp og nedbrytningsstoffer ved dumpet ammunisjon.

I denne sammenheng betyr dette usikkerhet rundt effekten av utlippene, spesielt for et langsiktig tidsperspektiv, på vannkvaliteten.

Usikkerheten knyttet til drikkevannet er betydelig, og med potensial for direkte helserisiko. Videre følger bunnlevende organismer og fisk som indirekte helserisiko ved at de omsider kommer i kontakt med mennesker gjennom næringskjeden. Men påvirkningen på disse organismene og fisk er viktig å undersøke av miljøhensyn i seg selv.

Vi møter igjen på et metodisk problem tilknyttet toksikologi ved vurdering av helserisiko den assosierte forurensingen gir. Som Voie & Mariussen (2016) påpeker i henhold til kunnskapsmangelen innen temaet, er *beregning av sikkerhetsnivåer avhengig av valg av metode*. Metoden anvendt i den omtalte 2001-rapporten kritiseres: “(..) ifølge rapport av Voie, Ø. A. (2005) (..) er det lav diffusjon av TNT i porevann. Dette indikerer at prøver av porevann er en dårlig parameter i denne sammenheng, og andre målemetoder bør vurderes i fremtidig overvåking” (Miljødirektoratet, 2021, s.2). Dette danner tvil og usikkerhet ved risikobildet de utførte undersøkelsene har etablert.

Slike metodiske usikkerheter sår også usikkerhet ved metodikk i andre relevante sammenhenger, som overvåkingen av drikkevannskvaliteten. Albright (2013, s.26) nevner usikkerhet rundt destillering av drikkevann med opphav fra vannkilde utsatt for dumpet ammunisjon. Vet vi egentlig om alle stoffer fra det assosierte utslippsbildet som kan forårsake helserisiko? Det er verdt å nevne at dette dog ikke er i norsk kontekst, og avhandlingen kjenner ikke til HIAS-destilleringsprosess. Den sikter heller ikke etter å spekulere usikkerhet rundt kvaliteten av deres prosess. Fokuset er rettet mot kunnskapsgrunnlaget for hvilke stoffer som kan utgjøre helserisiko og testmetoden for å identifisere dem i vannkilde.

### **5.3.4 Visualisering av usikkerheter**

Det finnes forskjellige måter å illustrere funn fra en usikkerhetsanalyse. Dette i form av matrise, figurer, liste- og tabellformat. Risiko kan illustreres ofte ved hjelp av en risikomatrise. Denne består av en liste med uønskede hendelser med påfølgende kolonner for sannsynligheten for at hendelsen forekommer og omfanget til konsekvensene om hendelsen inntreffer. Disse faktorene tildeles tall innenfor en gitt skala og produktet av de to, tallbestemmer risikoen knyttet til hendelsen. Nyttan med dette er at risikoer rangeres for å danne oversikt over det helhetlige risikobildet. Virksomheten eller aktøren vil da kunne tilpasse sin risikostrategi. Kolonnen for sannsynlighet kan være basert på historiske data. Kolonnen for konsekvenser kan være basert på omfanget ved tidligere lignende hendelser. Betydelig datagrunnlag i form av historiske data kan gi en følelse av trygghet for beslutningstaker om at omfang og sannsynlighet er dokumentert.

Uavhengig av grunnlaget på statistiske data, behøver matrisen også å inkludere kolonne for usikkerhet og tilknyttet vurdert kunnskapsstyrke. Kun to kategorier for å danne et risikoprodukt skaper nemlig potensielle informasjonshull som dermed ikke blir tatt med i den endelige vurderingen. Viktig informasjon kan forsvinne i form av at den ikke når beslutningstakeren. Matrisen som er tiltenkt å illustrere risikobildet også for dem uten risikofaglig kompetanse, ender med andre ord opp med å potensielt ikke illustrere det reelle risikobildet.

### **5.3.5 Vurdering av påvirkningskraften til usikkerhetene: Sort Svane?**

Som beskrevet under 3.4, avhandlingens begrensninger, kommer min rolle til kort for en tilstrekkelig vurdering av påvirkningskraften de identifiserte usikkerhetene utgjør. Her er faglig ekspertise innen flere fagfelt nødvendig for en tilstrekkelig vurdering. Jeg ser det derfor ikke hensiktsmessig å vie mye ressurser til dette delkapittelet, men er likevel med i avhandlingen da det er en avsluttende del av denne form for usikkerhetsanalyse.

Rangeringen av usikkerhetene påvirkes av den aktuelle faktorens potensielle konsekvens i omfang. Jeg mener også assosiert usikkerhet bør tas betydelig hensyn til. Mjøsa er tross alt drikkevannskilde for fem kommuner og 100.000 mennesker. Det er blant innsjøens største verdier i sikkerhetssammenheng, og derfor viktig å reelt kartlegge tilknyttede trusler. Ved svært stor usikkerhet trekkes igjen relevansen til sort svane-konseptet. I 2.4 introduseres

spørsmålet om situasjonen i Mjøsa er å betegne som en sort svane. For å avgjøre om noe kan betraktes som en sort svane, vurderes de tre hovedelementene i definisjonen: uforutsigbarhet, ekstrem innvirkning og retrospektiv forutsigbarhet. Det manglende informasjonsbildet om spesielt omfang og type objekter danner uforutsigbarhet. Dette også for potensielt potensielle konsekvenser og dens omfang. Jeg vil mene at de potensielle konsekvensene kan anse å være ekstreme, slik sorte svaner defineres. Å definere *ekstremhet* er vanskelig, men gitt Mjøsa som en viktig drikkevannskilde og sitt biologiske mangfold, vil jeg mene at situasjonen har storulykkepotensial.

Med dette lagt til grunn er situasjonen i Mjøsa å betrakte som en sort svane. Dette under kategorien *kjent, men ikke forventet å forekomme som følge av lav antatt sannsynlighet* (2.4). Den lave antatte sannsynligheten skal imidlertid etter definisjonen være basert på et sterkt kunnskapsgrunnlag. Sterkt kunnskapsgrunnlag er noe vi ikke har i denne situasjonen, da kunnskapsomfanget generelt er snevert.

Det kan også argumenteres for kategorien *unknown knowns*, hvor noen innehar kritisk informasjon om skadeomfang og sannsynlighet. Men det samme angående kunnskapsmangelen gjelder trolig her også.

## **Kapittel 6 Konklusjon**

Det er flere risikoer assosiert med ammunisjonsdeponiene i Mjøsa. Spesielt fremtredende er miljørisikoen som følge av utslippsstoffer fra objektene. Dette forklarer hvorfor det statlige pålegget for kartlegging av situasjonen stammer fra Miljødirektoratet. Hvordan utslippsstoffene påvirker det akvatiske miljøet og Mjøsa som drikkevannskilde har flere usikkerheter. Dette kompliserer seg ytterligere ved usikkerhetene tilknyttet objektene tilstand og sensitivitet. Ammunisjonen ligger imidlertid på ansett som dyp bunn, hvorav det ikke er assosiert risiko for human helse via eksplosjonsrisiko.

Det kommer frem i studien gjennom analyse av det utførte arbeidet, det vil si DNV-undersøkelsene, 2001, 2004 og 2007 samt Multiconsult 2020 undersøkelsen, at det er assosiert lav sannsynlighet for negative konsekvenser. Potensielle konsekvenser er imidlertid ansett som store. I 5.3.5 argumenteres det for at Mjøsa er en sort svane. På grunn av omfanget av usikkerheter generelt og usikkerheter tilknyttet kunnskapshull, er situasjonen et godt eksempel på et bruksområde hvor et tradisjonelt risikoperspektiv, altså vektlagt

sannsynlighet, kommer til kort. Outputen danner ikke et bredt bilde av hvordan situasjonen vil utvikle seg over tid. Dette er hovedkritikken til det utførte arbeidet. Rapportene skaper heller en status i nåtid. Når en risikovurdering ikke ansees å fortelle om fremtiden, mister dette noe av poenget.

ACU-perspektivet etablert av Aven og Renn vektlegger spesielt usikkerhet av aspekter ved risiko. Et slikt bredt og tverrfaglig risikoperspektiv dekker risikobildet av Mjøsa langt bedre. Ut ifra omfanget av usikkerhetslementer virker det hensiktsmessig å utføre en usikkerhetsanalyse fra ACU-perspektivet. Ansamling av identifiserte og kartlagte usikkerheter er hoved-outputen fra denne studien for å produsere mer klarhet over risikobildet. Videre er diskusjon rundt en slik prosess for usikkerhetsanalyse, og en analyse av det historiske bakteppet tilknyttet beslutningsprosessen for ammunisjonsdumpingen, vesentlige deler av avhandlingen.

## 6.1 Oppsummering av usikkerheter

Kapittel 5.3.3 kommer frem til en følgende oversikt av usikkerheter:

Hovedkategori usikkerhet	Tilhørende usikkerhet	Tilhørende usikkerhet
Ammunisjonens tilstand	Livsløp før dumping	Norsk eller tyskprodusert?
	Sensitivitet	Potensielle sabotasjeprodukter
		Miljøfaktorer
		Sedimentsforhold
Omfang og type	Dokumentasjon	
	Objekter fra av Forsvaret/ Raufoss/ Okkupasjonsmakten	
Ytre faktorer	Ras/objekter treffer ammo	
	Sedimentsforandringer	Menneskelig aktivitet på overflaten f.eks. båttrafikk.
Metodisk	Kunnskapsmangel	
	Måleusikkerhet	
	Observasjonsforhold	Ferskvanns utfordringer
		Sedimentsforhold
		Klimaendringer
Manglende prøvetakingsområder		

Disse usikkerhetene påvirker situasjonenes assosierte risikoer: miljø-, eksplosjons- og helserisiko samt risiko for misbruk (4.1.1).



## 6.2 Slutninger basert på studien

“Vi er nødt til å innse det åpenbare: Stoffer som er for farlige å berøre uten hansker har ingenting i havet å gjøre” (Brennpunkt, 2013, 57:11-57:30). Sitatet av Terrance Long reflekterer dagens forståelse av økologi, og hvordan beslutningene for håndteringen av krigsetterlatenskaper etter andre verdenskrig nå utgjør et internasjonalt samfunnsproblem. Det er svært lite kunnskap og mange usikkerheter rundt blant annet toksikologien til dumpet ammunisjon vil påvirke miljøet i fremtiden. Det er flere risikoer assosiert med dumpet ammunisjon. Dette angår hovedsakelig miljørisiko, eksplosjonsrisiko og risiko for misbruk. For situasjonen i Mjøsa følger en tilknyttet helserisiko da innsjøen er drikkevannskilde for 100.000 mennesker. Den etablerte risikovurderingen fra 2001, som videre undersøkelser bygger på, er svært mangelfull. Den er ikke i tråd med risikovitenskap hvor usikkerhet og vurdering av kunnskapsstyrke anses som vesentlige aspekter ved risiko. For en mer reel risikovurdering mener avhandlingen at vil det være hensiktsmessig å utføre usikkerhetsanalyse av situasjonen. Kapittel 5.3.3 identifiserer dem etter hovedkategoriene som illustrert i 6.1: Tilstand, omfang, type, ytre faktorer og metodiske usikkerheter. Avhandlingen har begrensninger i henhold til fullverdig analyse, og er derfor fokusert på identifiseringstrinnet.

En prosess for usikkerhetsanalyse av tilsvarende situasjoner diskuteres, men dette er et paradoks da uforutsigbarhet ikke nødvendigvis lar seg standardisere. Standardisering kan føre til at risikoer blir oversett og underdrevet. Likevel kan en grovt inndelt prosess med fokus på kommunikasjon innad i tverrfaglige fagmiljøer være formålstjenlig. Her er det viktig å involvere aktive parter fra alle deler av prosjektet, samt noen utenforstående og at gruppen innehar kompetanse innen risikovitenskap.

For videre oppfølging av Mjøsa anbefales det slik Vassdragsforbundet poengterer å utvikle en egen ROS. Med erfaringen og kompetansen beredskapsavdeling ved Statsforvalteren har med analyser og konstruksjon av potensielle uønskede scenarier, virker det logisk at Statsforvalteren utfører dette arbeidet.

## 6.3 Forskning videre

En stor andel av tidsbruken til arbeidet med denne avhandlingen har inngått i å opparbeide basiskunnskap om relevante fagfelt knyttet til ammunisjonsobjekter og komponenter, toksikologi og økologi. Forståelse for datidens beslutningstaking i lokal, nasjonal og

internasjonal kontekst har også blitt av stor interesse. Dette for å kunne forklare hvordan dagens situasjon i Mjøsa egentlig ble til.

Denne avhandlingen omfatter hovedsakelig identifisering og presentasjon av kjente usikkerheter. Påvirkningskraften til usikkerhetene og rangeringen av dem er ikke like vektlagt da jeg har kunnskapsbegrensninger innen de relevante fagdisiplinene. Veien videre for forskning med utgangspunkt i denne avhandlingen foreslås å bli i retning av en mer fullverdig usikkerhetsanalyse i kontakt med de innblandede fagmiljøene. Tetting av kunnskapshull og avdekking av usikkerheter vil gi nyttig output som kan gi grunnlag for en mer presis helhetlig risikovurdering av deponiene i Mjøsa.

Dette er startfasen i strategien presentert av Novik med individuell risikovurdering av hvert ammunisjonsdeponi. Det er alltid mulig å foreta en risikovurdering, men kunnskapsbildet tilgjengelig bestemmer utformingen, og verdien av mer kunnskap om forholdene i Mjøsa vil uten tvil være stor.

Et stort mål og en stor motivasjonsfaktor fra oppstart av forskningen har vært at avhandlingen kan være til nytte for arbeidet videre i Oppdrag Mjøsa. Oppdrag Mjøsa skiller seg ut med tanke på tverrfagligheten programmet representerer med parallelle forskningsløp i samarbeid med et bredt spekter deltakernetverk og forskningsinstitusjoner. Likevel fra et sikkerhetsperspektiv er det fort å savne nettopp sikkerhets- og risikofagdisiplinens involvering i forskningsprogrammet. Dette er trolig noe som kobles på senere i programmets løp i takt med større datainnsamling, men risiko og usikkerhet er utvilsomt en del av kjernen til problemstillingen i Mjøsa. Det er en situasjon som utgjør store risikoer og har komplekse usikkerheter. Vektlegging av sikkerhetshensyn fra tidlig forskningsfase vil kunne dekke kunnskapshull nyttig for risikovurderinger. Jeg anser det derfor som svært hensiktsmessig med en integrering av sikkerhetsperspektiv i forskningsprogrammet videre i tillegg til FFIs kompetanse. Dette kunne for såvidt vært et eget syvende forskningsløp til Oppdrag Mjøsa.

## LITTERATURLISTE

- Albright, R. (2013). *Death of the Chesapeake: A History of the Military's Role in Polluting the Bay*. S.15-27. John Wiley & Sons.
- Aven, T. (2008). *Risk analysis: Assessing uncertainties beyond expected values and probabilities*. Chichester: John Wiley.
- Aven, T. (2015). *Risikostyring*. Universitetsforlaget.
- Aven, T. & Flage, R. (2018). *Risk assessment with broad uncertainty and knowledge characterisation: an illustrating case study*. *Knowledge in risk assessment and management*, 1-26.
- Aven, T., & Krohn, B. S. (2014). *A new perspective on how to understand, assess and manage risk and the unforeseen*. *Reliability Engineering & System Safety*, 121, 1-10.
- Aven, T. & Thekdi, S. (2022). *Risk science: An introduction*. Routledge.
- Brennpunkt. (2013). *Tikkende Giftbomber*. NRK.  
<https://tv.nrk.no/serie/brennpunkt/2013/MDUP11002113/avspiller>
- DSB. (2022). Veileder til helhetlig risiko- og sårbarhetsanalyse i kommunen.  
[https://www.dsb.no/globalassets/dokumenter/veiledere-handboker-og-informasjonsmateriell/veiledere/veileder\\_helhetlig\\_ros\\_01-22.pdf](https://www.dsb.no/globalassets/dokumenter/veiledere-handboker-og-informasjonsmateriell/veiledere/veileder_helhetlig_ros_01-22.pdf)
- Drevland, F., Austeng, K. & Torp, O. (2005). Usikkerhetsanalyse-Modellering, estimering og beregning.  
[https://ntnuopen.ntnu.no/ntnuxmlui/bitstream/handle/11250/228070/305124\\_FULTEXT01.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://ntnuopen.ntnu.no/ntnuxmlui/bitstream/handle/11250/228070/305124_FULTEXT01.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Engen, O. A. H., Pettersen, K. A., Kruke, B. I., Lindøe, P. H., Olsen, K. H., & Olsen, O. E. (2021). *Perspektiver på samfunnssikkerhet* (2. utgave). Cappelen Damm akademisk.
- FFI. (2018). Lanserer ny karttjeneste for dumpet ammunisjon.  
<https://www.ffi.no/aktuelt/nyheter/lanserer-ny-karttjeneste-for-dumpet-ammunisjon>
- FFI. (2023, Mai). Uventa store mengder ammunisjon i Mjøsa.  
<https://www.ffi.no/aktuelt/nyheter/ffi-fann-uventa-store-mengder-ammunisjon-i-mjosa>
- Fjeld, E. (2019). Miljøgiftene i Mjøsa - historikk, kunnskap og tiltaksplan. Fjeld og Vann. Rapport R2-2019. <https://www.statsforvalteren.no/siteassets/fm-innlandet/06-miljo-og-klima/vann/mjosa-miljogifter-aksjon-v2.pdf>
- Glette, T. (2007) Miljøundersøkelse Mjøsa. s.l.: Det Norske Veritas. Rapport no: 2007-1540.
- Husby, O., Kilde, H. S., Klakegg, O. J., Torp, O., Berntsen, S. R., & Samset, K. (1999). Usikkerhet som gevinst. Styring av usikkerhet i prosjekter: mulighet, risiko, beslutning, handling, The Norwegian Centre for Project Management at the Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway. Report No. NTNU, 99006.
- Håkensbakken, S. (2023). Mjøsa kan vise vei for resten av verden. Oppland Arbeiderblad.  
<https://www.aa.no/mjosa-kan-vise-vei-for-resten-av-verden/o/5-35-1745907>
- Jensen, T., Laugesen, J. & Mess, L. M. (2001). Dumpet ammunisjon i Mjøsa. Sedimentundersøkelser og vurdering av spredning av dumpet ammunisjon i Mjøsa. s.l. : Det Norske Veritas. Rapport no: 2001-0478.
- Johannessen, A., Tufte, P. A., & Christoffersen, L. (2010). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode* (Vol. 4, pp. 45-232). Abstrakt.

Karsrud, T. E. (2019). Vurdering av følsomhet til dumpet ammunisjon som inneholder TNT.

FFI 18/02521.

<https://ffipublikasjoner.archive.knowledgearc.net/bitstream/handle/20.500.12242/2538/18-02521.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Karsrud, T. E., Johnsen, A., Karsrud, T. E., Parmer, M. P., Larsen, A., Myran, A. & Nordås, S. V. (2010). Forurensning fra ammunisjon i akvatisk miljø og på kystfort – innledende undersøkelser. FFI. Rapport no.: 2010/00239

<https://publications.ffi.no/nb/item/asset/dspace:3631/10-00239.pdf>

LokalhistorieWiki. (2023). Andre verdenskrig i Vestre Toten.

[https://lokalhistoriewiki.no/wiki/Andre\\_verdenskrig\\_i\\_Vestre\\_Toten#Raufoss\\_Ammunisjonsfabrikke](https://lokalhistoriewiki.no/wiki/Andre_verdenskrig_i_Vestre_Toten#Raufoss_Ammunisjonsfabrikke)

Lovdata. (2022). Lov om rett til innsyn i dokument i offentlig verksemd (offentleglova).

<https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2006-05-19-16>

Løken, M. (2019). Blanke Mjøsa klar og rein? Vannforurensningenes veger inn i politikken 1945-197 (Masteravhandling).

<https://uis.brage.unit.no/uisxmlui/bitstream/handle/11250/2633713/Masteroppgave%20Magnus%20L.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Løken, T. (n.d.). Mjøsaksjonen. KulturPunkt. Hentet fra 27.04.23:

<https://kulturpunkt.org/article/4920/>

Miljødirektoratet. (2021). Brev til Forsvarsdepartementet. Revidert pålegg om en arealavgrensning av ammunisjonsdeponiets utbredelse i Mjøsa. Ref. 2019/1858.

Miljøstatus. (2019). Mjøsa og Hurdalssjøen. <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/Mjosa-og-Hurdalssjoen/>

- Munden Paalgard E. (2009). Usikkerhet i risikovurderinger av oljeboring ved Ormen Lange (Masteravhandling).  
<https://www.duo.uio.no/bitstream/handle/10852/11798/EllenxMundenxPaalgardxMasteroppgavexx01.09.2009.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Myreng, H. (2021). Sedimentprøvetaking Mjøsa. Multiconsult. Dok.kode: 10221445-RIGm-RAP-001
- Norsk Vannforening. (2004). Mjøsa - reddet eller truet? [https://vannforeningen.no/wp-content/uploads/2015/06/2004\\_32731.pdf](https://vannforeningen.no/wp-content/uploads/2015/06/2004_32731.pdf)
- Novik, G. P. (2022). Analysis of samples of high explosives extracted from explosive remnants of war. *Science of the total environment*, 842 (156864).  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156864>.
- Novik, G. P. (2023). When a Safety Measure Becomes a Risk Accelerant: Removing the Option to Blast-in-Place When Clearing Explosive Remnants of War. *The Journal of Conventional Weapons Destruction*, 27(1). Hentet fra: <https://commons.lib.jmu.edu/cisr-journal/vol27/iss1/5>
- Novik, G. P., Sommer, M., & Abrahamsen, E. B. (2022). A Risk-Increasing Safety Strategy? Evaluating the traditional risk mitigating strategy in dealing with dumped ammunition and explosive remnants of war. *Journal of Military and Strategic Studies*, 22(1). Hentet fra <https://jmss.org/article/view/72969/56178>.
- Novik, G. P., Abrahamsen, E. B., & Sommer, M. (2023). Improving the decision-making basis by strengthening the risk assessments of unexploded ordnance and explosive remnants of war. *Safety Science*, 160 (106065).  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2023.106065>.

NTB Pressemelding. (2023). Store mengder ammunisjon påvist i Mjøsa.

<https://kommunikasjon.ntb.no/pressemelding/store-mengder-ammunisjon-pavist-i-mjosa?publisherId=17846797&releaseId=17966151>

NTNU. (2022). *Oppdrag Mjøsa - Et initiativ til et nasjonalt forskningsprogram*. Dokument it: Oppdrag-Mjøsa- NTNU-Eirik-Sivertsen-Presentasjon-Oslofjorden-7-april-1.pdf. (Hentet via Einnsyn).

NTNU Nyheter. (2021). Forskningsprosjekt skal gi viktig kunnskap om fremtidens Mjøsa. <https://www.ntnu.no/nyheter/forskningsprosjekt-skal-gi-viktig-kunnskap-om-fremtidens-mjosa/>

NRK. (2020). Dumpa ammunisjon i Mjøsa i flere tiår – det er mye mer enn man trodde. <https://www.nrk.no/innlandet/dumpa-ammunisjon-i-mjosa-i-flere-tiar- -det-er-mye-mer-enn-man-trodde-1.15277476>

NRK. (2021). Miljødirektoratet vil at Forsvarsbygg skal finne ut mer om gammel ammunisjon i Mjøsa. <https://www.nrk.no/innlandet/miljodirektoratet-vil-at-forsvarsbygg-skal-finne-ut-mer-om-gammel-ammunisjon-i-mjosa-1.15582207>

Offshore Norge. (2015). Sorte svaner - en utvidet risikoforståelse [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=41lnqRhUIL4>

Regjeringen.no. (2021). Klima- og miljøministeren møter Ocean Space Center. <https://www.regjeringen.no/no/dokumentarkiv/regjeringen-solberg/andre-dokumenter/kld/2020/klima--og-miljominister-sveinung-rotevatn/kalender/2021/klima-og-miljoministeren-moter-ocean-space-center/id2868433/>

- Rosslund H. K., Johnsen A., Karsrud T. E., Parmer M. P., Larsen A., Myran A. & Nordås S. V. (2010). Forurensning fra ammunisjon i akvatisk miljø og på kystfort – innledende undersøkelser. FFI. Rapport no.: 2010/00239.  
<https://publications.ffi.no/nb/item/asset/dspace:3631/10-00239.pdf>
- SRA. (2018). Society for Risk Analysis Glossary. <https://www.sra.org/wp-content/uploads/2020/04/SRA-Glossary-FINAL.pdf>
- Stavland B. & Bruvoll J. A. (2021). Rammeverk for risikovurdering av kritiske samfunnsfunksjoner. FFI 21/00207.  
<https://ffipublikasjoner.archive.knowledgearc.net/bitstream/handle/20.500.12242/2823/21-00207.pdf>
- Straumsnes, H. (2019). Fra "ute av øye, ute av sinn" til resirkulering: Avfallshåndtering i Oslo fra 1948 til forurensningsloven av 1981 (Masteravhandling).  
<https://www.duo.uio.no/bitstream/handle/10852/69173/Masteroppgave--Straumsnes.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Thrane J.E., Økelsrud A., Skjelbred B., Ranneklev S.B., Håll J., Røst Kile M. (2021) Tiltaksorientert overvåking i vannområde Mjøsa. Årsrapport for 2020. NIVA. RAPPORT L.NR. 7622-2021 [https://www.vassdragsforbundet.no/wp-content/uploads/2021/05/Hovedrapport\\_2020.pdf](https://www.vassdragsforbundet.no/wp-content/uploads/2021/05/Hovedrapport_2020.pdf)
- Taleb, N. N. (2007). *The black swan: The impact of the highly improbable* (Vol. 2). Random house.
- TV2. (2022). Eldgammelt skip og 200 tonn ammunisjon - Urovekkende.  
<https://www.tv2.no/nyheter/innenriks/eldgammelt-skip-og-200-tonn-ammunisjon-urovekkende/15279284/>



Vassdragsforbundet. (2021). Status "Ny Mjøsaksjon" - 23.02.2021.

[http://www.vassdragsforbundet.no/wp-content/uploads/2021/04/NyMj%C3%B8saksjon\\_Stuen\\_230321.pdf](http://www.vassdragsforbundet.no/wp-content/uploads/2021/04/NyMj%C3%B8saksjon_Stuen_230321.pdf)

Vestre Toten kommune (2022). OMRÅDEREGULERING MED

KONSEKVENSTREDNING FOR RAUFOSS INDUSTRIPARK. Sweco.

Oppdragsnummer 10200167 (14014001). <https://www.vestretoten.kommune.no/globalassets/tjenesteomrader/teknisk-plan-og-eiendom/plan/2022/planbeskrivelse-datert-12.04.2022.pdf>

Voie, Ø. A. (2005). Toksikologiske og kjemiske egenskaper av sprengstoff og komponenter i ammunisjon. s.l.: Forsvarets Forskningsinstitutt, 2005. FFI/RAPPORT-2005/00444.

Voie, Ø. A. (2023). Forespørsel om interesse for forskning på fagområdet

“Krigsetterlatenskaper og dumpet ammunisjon”. Dok.no.: 20/00661-9.

Voie, Ø. A. & Mariussen, E. (2016). Risk assessment of sea dumped conventional munitions. *Propellants, Explosives, Pyrotechnics*, 42(1), 98-105.

Walker, W.E., Harremoës, P., Rotmans J.P., van der Sluijs, P., van Asselt. M. B. A., Janssen, P, Krayner von Krauss, M.P. (2003), “Defining Uncertainty: A Conceptual Basis for Uncertainty”, *Integrated Assessment* Vol. 4 s. 5 – 17.

WocomoDocs. (2022). Footprints of War - Documentary on the Toxic Consequences of Warfare on our Ecosystem [Video]. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=C3WI-NAVtQA&t=1162s>

Wroldsen, J., Sørensen, A., Ødegård, Ø. & Sivertsen, E. (2022). Oppdrag Mjøsa - Det må

løses nå! Oppland Arbeiderblad. <https://www.oa.no/oppdrag-mjosa-det-ma-loses-na/o/5-35-1663311>