



---

# FFI-RAPPORT

---

19/00363

## Resiliens - hva er det og hvordan kan det integreres i risikostyring?

Brynhild Stavland  
Janita Andreassen Bruvoll



# **Resiliens – hva er det og hvordan kan det integreres i risikostyring?**

Brynhild Stavland  
Janita Andreassen Bruvoll

---

---

## **Emneord**

Resiliens  
Risikostyring  
Kritiske samfunnsfunksjoner  
Sårbarhet

## **FFI-rapport**

19/00363

## **Prosjektnummer**

1391

## **ISBN**

P: 978-82-464-3154-3

E: 978-82-464-3155-0

## **Godkjennerne**

Monica Endregard, *forskningsleder*

Janet M. Blatny, *forskningsdirektør*

*Dokumentet er elektronisk godkjent og har derfor ikke håndskreven signatur.*

## **Opphavsrett**

© Forsvarets forskningsinstitutt (FFI). Publikasjonen kan siteres fritt med kildehenvisning.

---

---

## Sammen drag

FFI har fått i oppdrag fra Justis- og beredskapsdepartementet å studere mulige metoder for å kartlegge tverrsektorielle sårbarheter i kritiske samfunnsfunksjoner. Denne studien er et bidrag i dette arbeidet, med vekt på begrepet «resiliens».

Problemstillingen for studien har vært: *Hvordan kan resiliens integreres i – og eventuelt styrke – helhetlig risikostyring?* Gjennom en omfattende litteraturgjennomgang har FFI kartlagt ulike definisjoner og operasjonaliseringer av resiliensbegrepet. I tillegg har vi gjennomgått studier der det gjøres forsøk på å kombinere resiliens- og risikovurdering.

Resiliens er definert og forstått på ulike måter, og begrepet brukes innenfor flere fagdisipliner. Felles for definisjonene er at de omhandler et systems evne til å opprettholde sine funksjoner til tross for at det utsettes for stress og påkjenninger, at de inneholder et læringselement og at de har et bredt tidsperspektiv. Formålet med økt resiliens er å håndtere både kjente og ukjente farer og trusler som kan ramme et system eller en funksjon.

FFI ser verdien i ulike definisjoner for ulike formål og vurderer det ikke som hensiktsmessig med én felles definisjon av resiliensbegrepet. Imidlertid konkluderer FFI med at det er nødvendig med en tydelig beskrivelse av hva som legges i begrepet og hvordan det forstås når det benyttes for ulike formål. Det anbefales at begrepet resiliens brukes på norsk, og at det ikke oversettes med robusthet og motstandsdyktighet. Årsaken til dette er at disse begrepene ikke er dekkende for hva som inngår i resiliensbegrepet.

Resiliens ses gjerne i sammenheng med risiko. For at resiliens skal kunne integreres i risikostyring bør dette ha utgangspunkt i et alternativt risikoperspektiv. Perspektivet kjennetegnes ved kunnskapsbaserte risikovurderinger, og at ikke-spesifiserte – så vel som spesifiserte – risikokilder inkluderes.

Gjennomgangen av forsøkene på å benytte resiliens i risikovurderinger har ikke gitt noe enhetlig svar på hvordan dette kan gjennomføres for de kritiske samfunnsfunksjonene. Den metodikken som er studert er i stor grad i startfasen, med få konkrete eksempler. Likevel er det enkelte elementer som FFI har vurdert som hensiktsmessige å ta med videre. For eksempel vil resiliens bidra til å inkludere kjente, men også nye og ukjente risikoer. Videre omfatter resiliens også et bredt tidsperspektiv der det legges vekt på å være forberedt på uønskede hendelser, hvordan et system skal tilpasse seg til, og opprettholde, funksjoner i løpet av en hendelse og raskt gjenopprette tapte funksjoner i etterkant av en hendelse.

Hvis resiliens skal integreres med risikostyring og i arbeidet med å kartlegge tverrsektorielle sårbarheter i kritiske samfunnsfunksjoner, er det behov for avklaringer om hvordan begrepet skal forstås og operasjonaliseres i en slik kontekst. FFI anbefaler at metoden ICI-REF fra IMPROVER-prosjektet utforskes nærmere.

---

---

## Summary

FFI has been tasked by the Ministry of Justice and Public Security to study methods for identifying cross-sectoral vulnerabilities in critical societal functions. This study is a contribution to this work, with emphasis on the term "resilience".

The main research question for this study has been: *How can resilience be integrated into - and possibly strengthen - holistic risk management?* Through a comprehensive literature review, FFI has examined various definitions and operationalisations of the concept resilience. In addition, various studies that attempt to combine resilience and risk assessment have been reviewed.

Findings from this study show that resilience is defined and understood in different ways, and the term is used within several disciplines. Common for the definitions are that they describe a systems ability to adapt so it can maintain its functionality despite being subjected to stress or impact. In addition, a long time perspective and the ability to learn apply to several of the descriptions.

FFI acknowledges the value in different definitions for different purposes and does not consider it expedient to define one common definition of the resilience concept. However, FFI conclude that it is necessary to describe clearly what is included in the concept and how to understand the term, when used for different purposes.

Resilience is often considered in relation to risk. In order to integrate resilience into risk management, one should apply an alternative risk perspective, with use of knowledge-based risk assessments that include both known and unknown factors.

The review of the attempts to apply resilience within risk assessments has not given a uniform answer to how to apply this for the critical societal functions. The methodology is largely in the initial phase, with few concrete examples. Nevertheless, there are some elements that FFI has considered appropriate to further include. For example, resilience will contribute to the inclusion of known, but also new and unknown risks. Furthermore, resilience also encompasses a broad time perspective where being prepared for unwanted events, how a system should adapt to and maintain functions during an event, and quickly recovering lost functions after an event is emphasised.

If resilience is to be integrated with risk management and in the work of identifying cross-sectoral vulnerabilities for critical societal functions, there is a need for clarifications regarding how the concept is to be understood and operationalised in such a context. The ICI-REF method from IMPROVER is recommended as a starting point for further studies on how to implement resilience in risk management for critical societal functions.

---

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>3</b>
<b>Summary</b>	<b>4</b>
<b>1 Innledning</b>	<b>7</b>
1.1 Problemstilling	7
<b>2 Bakgrunn</b>	<b>8</b>
2.1 Definisjoner	8
<b>3 Metode</b>	<b>9</b>
3.1 Avgrensning	9
<b>4 Resiliens</b>	<b>10</b>
4.1 Et mangfold av definisjoner	10
4.2 Forholdet mellom tilnærmingen til risiko og resiliens	14
4.2.1 Et alternativt risikoperspektiv for resiliens	16
4.3 Operasjonalisering av resiliens	17
4.3.1 Resilience engineering	18
4.3.2 Resiliens integrert i risikostyring	20
4.3.3 Eksempler på resiliens i ulike organisasjoner	27
<b>5 Diskusjon</b>	<b>31</b>
5.1 Spesifiserte eller ikke-spesifiserte hendelser	31
5.2 Konsekvenser av definisjonsmangfoldet	32
5.2.1 Oppsummering	34
5.3 Resiliensstyring for kritiske samfunnsfunksjoner	35
<b>6 Konklusjon</b>	<b>37</b>
<b>Forkortelser</b>	<b>38</b>
<b>Referanser</b>	<b>39</b>





---

---

# 1 Innledning

«Resiliens» brukes i stadig større grad innenfor en rekke ulike fagfelt. De siste tiårene har det vært en eksponentiell vekst i forekomsten av begrepet resiliens i vitenskapelige artikler knyttet til sikkerhetsrelaterte tema. Opprinnelig ble ordet brukt i materialteknologi om komponenter som har den egenskapen at de, etter å ha blitt utsatt for en mekanisk påkjenning, går tilbake til sin opprinnelige form når påkjenningen blir fjernet, forutsatt at belastningen ikke var så stor at det oppsto en permanent deformasjon – slik som gummistriker eller stålfjærer.

Årsaken til den økende populariteten til resiliensbegrepet innenfor samfunnssikkerhet kan blant annet knyttes til større hendelser som terrorangrepet i New York 11. september 2001 og orkanen Katrina i 2005. Terrorangrepet framstår som det ultimate eksemplet på en uforutsett trussel, mens orkanen understreket betydningen av et resilient samfunn – at samfunnsnettverk, kritiske infrastrukturer, offentlige og private aktører og enkeltpersoner alle må bidra i beredskapen (Bergstrøm, 2017). Hendelsene har særlig preget den amerikanske nasjonale strategien for *Homeland Security*, med økt vektlegging på resiliens, men har også hatt stor påvirkning internasjonalt. Endringene i sikkerhetstiltak ved flyplasser representerer et tydelig eksempel.

Innenfor sikkerhets- og risikofeltet er det flere som argumenterer for at resiliens- og risikobegrepet bør ses i sammenheng med hverandre. Ønsket om å tilføre resiliens til risikovurderinger kan ses i sammenheng med en anerkjennelse av risikobegrepets utfordringer i møte med et stadig skiftende risikobilde. Et tradisjonelt risikoperspektiv kan hevdes å være ute av stand til å møte dagens – og framtidens – risikoer på en tilfredsstillende måte, fordi det i for stor grad er basert på historiske data og planlegging for kjente risikofaktorer. I en tid der kritiske samfunnsfunksjoner avhenger av komplekse tekniske systemer oppstår det stadig nye gjensidige avhengigheter, og da oppstår det også nye risikoer. De nye risikoene kan være kjente eller ukjente. Det er en frykt for at tradisjonelle metoder for å håndtere og vurdere risiko ikke vil være tilstrekkelige i møte med nye risikoer som vi ikke har kunnskap om. Resiliens og kjennetegn ved resilienstilnæringer – som vil si å gjøre i stand til å håndtere et bredt spekter av risikoer, kjente og ukjente – kan representere en løsning på problemet. Derfor er det interessant å studere rammeverk og metoder som integrerer resiliens i risikostyring.

## 1.1 Problemstilling

Rapporten tar utgangspunkt i problemstillingen: Hvordan kan resiliens integreres i – og eventuelt styrke – helhetlig risikostyring? For å besvare problemstillingen har vi i denne studien først gått gjennom ulike definisjoner, tolkninger og forståelser av resiliensbegrepet. Deretter har vi forsøkt å se på hvordan resiliens operasjonaliseres ved å studere ulike tilnæringer og praktiske eksempler. Til sist er det gjort noen innledende betraktninger om hvorvidt – og eventuelt hvordan – resiliens kan brukes i arbeidet med å kartlegge og håndtere sårbarheter i de kritiske samfunnsfunksjonene.

---

---

## 2 Bakgrunn

En sentral del av prosjektet «Beskyttelse av samfunnet – sivil-militær krisehåndtering og beredskap» (BAS8) er å bistå Justis- og beredskapsdepartementet (JD) med å utvikle et rammeverk/en metode for tilstandsvurderinger av kritiske samfunnsfunksjoner. JD og Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) har definert 14 kritiske samfunnsfunksjoner<sup>1</sup> (JD, 2016; DSB, 2016). Tilstandsvurderingene skal gi en oversikt over sammenhenger på tvers av sektorer og gi kunnskap om hvor det er behov for tiltak på områder som er kritiske for samfunnssikkerheten (JD, 2016:151). Vurderingene bør, ifølge JD, basere seg på oversikt over risiko og sårbarhet, tilsynsrapporter og oppfølging av disse, samt målsetninger, tiltak og resultater innenfor området.

### 2.1 Definisjoner

I dette kapitlet oppsummeres kort definisjoner som er relevant for denne studien.

En *samfunnsfunksjon* forstås av FFI som et system, eller et sett av systemer, som ivaretar en eller flere funksjonsevner som har til hensikt å dekke befolkningens og samfunnets behov. En *samfunnsfunksjon* beskrives som kritisk hvis bortfall av den på et eller annet tidspunkt vil kunne få alvorlige konsekvenser (DSB, 2016:26).

«*Risiko* refererer til usikkerhet om og alvorlighetsgraden av hendelser og konsekvenser (eller resultater) av en aktivitet med hensyn til noe mennesker verdsetter» (Aven og Renn, 2010:3 (overs.)).

*Risikostyring* kan defineres som «... en kontinuerlig ledelsesprosess som har som målsetning å identifisere, analysere og vurdere mulige risikoforhold i et system eller i en virksomhet, samt å finne fram til og iverksette tiltak som kan redusere mulige skadevirkninger» (Rausand og Utne, 2009:369). Aven m.fl. (2008) hevder at risikostyringsprosessen på den ene siden dreier seg om å få innsikt i risikoforhold, effekt av tiltak, grad av styrbarhet av risiko osv., mens det på den andre siden handler om metoder, prosesser og strategier for å kunne kartlegge og styre risikoene.

Engen m. fl. (2016:47) definerer *sårbarhet* som: «et systems forutsetninger for eller manglende evne til å fungere under og etter at det utsettes for en uønsket hendelse».

*Robusthet* defineres av Aven (2016) som: «evnen et system har til å tåle påkjenninger og stress (risikokilder)». Videre beskrives robusthet som den begrepsmessige motsetningen til sårbarhet.

*Sosioteknisk system* betyr, for denne studien, at «systemet» som skal undersøkes har en teknisk side og en sosial side; disse er både gjensidig avhengige av hverandre og påvirker hverandre.

---

<sup>1</sup> Den siste oppdaterte oversikten over de 14 kritiske samfunnsfunksjonene og tilhørende hovedansvarlig departement finnes i Prop. 1S for JD (2018-2019).

---

---

## 3 Metode

Rapporten bygger på en dokumentanalyse, der offentlige dokumenter, forskningsartikler, rapporter og standarder utgjør grunnlaget for analysen. Forskningsartiklene som er anvendt er fagfellevurderte og publisert i internasjonale tidsskrifter som *Reliability Engineering and System Safety* og *Risk Analysis* eller konferansebidrag. Rapportene er i hovedsak delleveranser i forbindelse med større internasjonale forskningsprosjekter og er finansiert gjennom EUs Horisont 2020-satsing.

### 3.1 Avgrensning

I denne studien har FFI sett på hvorvidt resiliens kan integreres i helhetlig risikostyring i forbindelse med de 14 kritiske samfunnsfunksjonene. Det er derfor vektlagt å studere forståelser av begrepet og tilhørende rammeverk som er tilpasset disse. Rene tekniske forståelser og metoder er derfor ikke tatt med. Mulighet for kvalitative vurderinger er ansett som viktig.

---

---

## 4 Resiliens

Resiliens stammer fra latin, der *resilire* kan oversettes til å sprette tilbake (eller *bounce back*) (Alexander, 2013:2708; Amico og Currà, 2014:182). Resiliens ble, fram til det 20. århundre, i stor grad brukt i tråd med den opprinnelige latinske betydningen, som beskriver evnen til å komme tilbake til normaltstand etter en påkjenning (Alexander, 2013:2711). Den vitenskapelige bruken av begrepet har imidlertid vært preget av betydelige endringer de siste 50 årene. Fram til 1970 var bruken i stor grad begrenset til mekaniske fag, men er i dag et relevant begrep også innenfor samfunnsfagene, økologi og psykologi. I nyere tid har resiliens også blitt et sentralt begrep innenfor samfunnssikkerhet og klimatilpasning (Bergström, van Winsen og Henriqson, 2015:132). Større hendelser som terrorangrepet i New York 11. september 2001, jordskjelvet og tsunamien som rammet Thailand i 2004 og orkanen Katrina i 2005 trekkes fram som viktige årsaker til at resiliens er blitt viktig for samfunnssikkerhetsfeltet (Bergström, 2017:5).

### 4.1 Et mangfold av definisjoner

Prior, Roth og Herzog (2015) omtaler resiliens som et nytt paradigme<sup>2</sup> for håndteringen av naturhendelser. De mener at offentlige myndigheter har tatt en stadig større del av ansvaret for håndteringen av naturhendelser gjennom historien, men at det nå er et økende behov for en ny tilnærming. Dette skyldes ikke at naturhendelsene i seg selv endrer karakter, men at effektene av hendelsene rammer samfunn og systemer som preges av økende kompleksitet og gjensidige avhengigheter. Ifølge Prior m.fl. (2015:154) medfører disse utviklingstrekkene en redusert evne og vilje fra myndighetene til å garantere for borgernes sikkerhet. De mener videre at det foregår en ansvarsfraskrivelse fra myndighetene som legger deler av ansvaret over mot ikke-offentlige aktører. Dette skyldes at resiliens i en samfunnssikkerhets- og naturhendelseskontekst gjerne innebærer et fokus på lokalsamfunns og enkeltindividers ansvar og rolle. I stortingsmeldingen om samfunnssikkerhet «Risiko i et trygt samfunn» framheves nettopp lokalsamfunn og enkeltindividene som sentrale aktører for å bygge et resilient og motstandsdyktig samfunn (JD, 2016:31).

Bruken av resiliensbegrepet innen flere fagdisipliner har ført til at det finnes en rekke ulike definisjoner. En litteraturanalyse av et bredt utvalg forskningsartikler om resiliens, identifiserte i overkant av 300 forskjellige definisjoner av begrepet (Woltjer, 2015). Det omfattende definisjonsmangfoldet beskrives som utfordrende av flere (se for eksempel Ouyang, Osorio og Min, 2012; Francis og Bekera, 2014, Pettersen og Schulman, 2016; Lundberg og Johansson, 2015; Haimes, 2009). Det dreier seg ikke utelukkende om nyanseforskjeller. Definisjonene kan være relativt sprikende. Dette skaper en bekymring for at resiliens kan bli et meningsløst begrep fordi det blir for vagt (Lundberg og Johansson, 2015:23). Ulike definisjoner identifiserer forskjellige elementer for hva som kjennetegner et resilient system (Pettersen og Schulman, 2016:2). Det er en frykt for at dette kan forhindre systemer og organisasjoner i å utvikle

---

<sup>2</sup> Dominerende arbeids- og tenkemåte

---

---

resiliens, fordi det skaper for stor forvirring. Samtidig kan ulike definisjoner tilpasset forskjellige formål være hensiktsmessig, så lenge det redegjøre for hva en legger i begrepet.

Eksempler på ulike definisjoner er:

- i. «Resilience is an organization's ability to adjust to harmful influences rather than to shun or resist them» (Hollnagel m.fl., 2006).
- ii. «The ability of a system, community or society exposed to hazards to resist, absorb, accommodate, adapt to, transform and recover from the effects of a hazard in a timely and efficient manner, including through the preservation and restoration of its essential basic structures and functions through risk management.» (UNISDR, 2017).
- iii. «Resilience is the ability of a system to continue providing some basic functionality when exposed to some external accidental action and/or to recover quickly from the effects of such an incident. It is a complex construct of multiple resilience concepts which may be organizational; societal or technological in nature.» (IMPROVER)
- iv. «Resilience is the ability to prepare and plan for, absorb, recover from, and more successfully adapt to adverse events.» (NAS, 2012b:2).
- v. «Resilience is ability to adapt to changing conditions and prepare for, withstand, and rapidly recover from disruption.» (DHS, 2010:26)
- vi. Resiliens er «et samfunns evne til å tåle og håndtere store hendelser, gjenopprette viktige funksjoner etter at hendelser har funnet sted, og om nødvendig tilpasse seg til endrede forutsetninger» (JD, 2016:31).

Committee on Foundations of risk analysis har utarbeidet en ordbok for "Society for Risk Analysis" (SRA) (2015:9). Denne inneholder følgende definisjoner av resiliens:

- «Resilience is the ability of the system to sustain or restore its basic functionality following a risk source or an event (even unknown).»
- «Resilience is the sustainment of the system's operations and associated uncertainties, following a risk source or an event (even unknown).»
- «Resilience is the ability of a system to reduce the initial adverse effects (absorptive capability) of a disruptive event (stressor) and the time/speed and costs at which it is able to return to an appropriate functionality/equilibrium (adaptive and restorative capability). The disruptive events maybe shocking or creeping, endogenous or exogenous.»

- 
- 
- «A resilient system is one which sustains functionality despite large info-gaps (infogap: the disparity between what is known, and what needs to be known to ensure specified goals).»

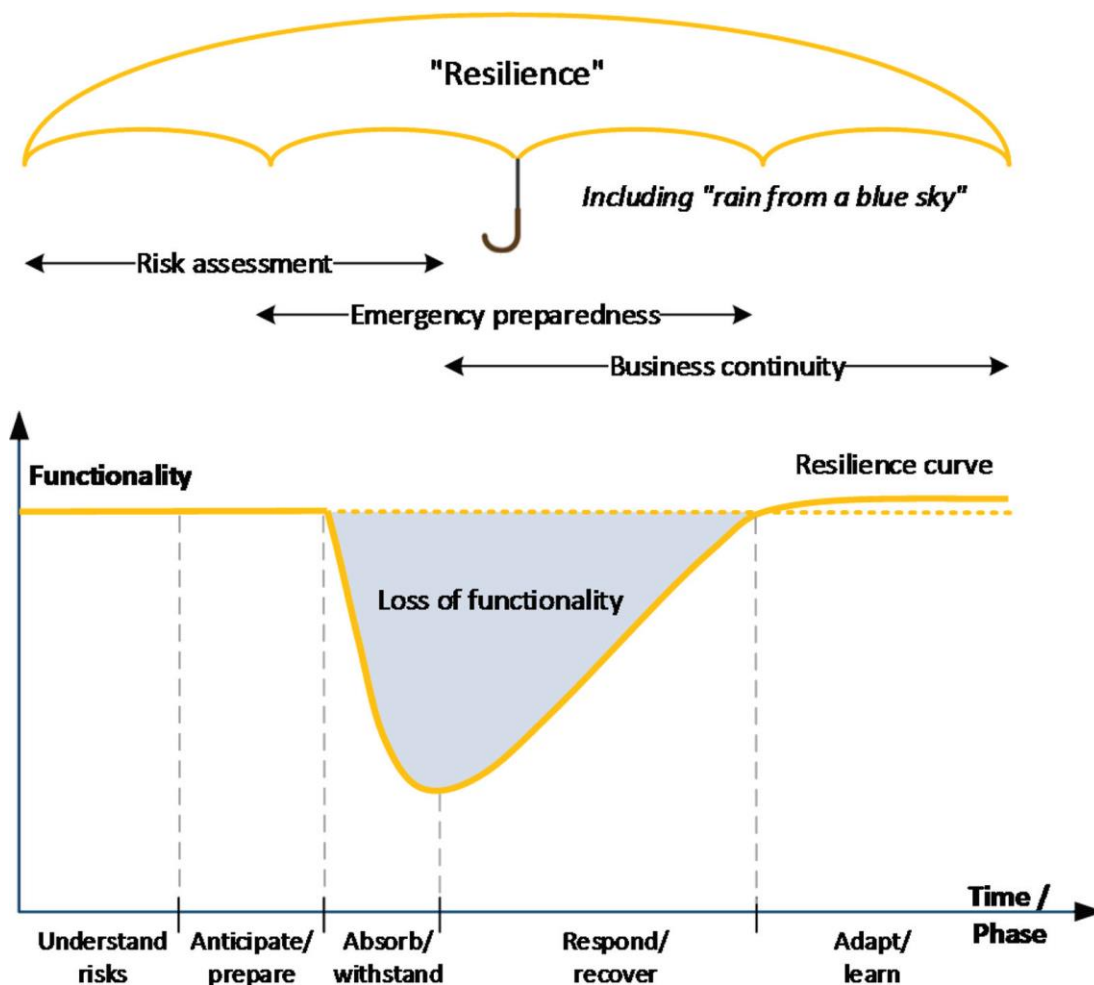
Det er forskjellige oppfatninger om hvilket tidsaspekt resiliens omfatter, og dette kommer også fram av definisjonene ovenfor. Der Hollnagels definisjon handler om hvordan et system håndterer en hendelse som oppstår, tar definisjonene til JD og United Nations International Strategy for Disaster Risk Reduction (UNISDR) utgangspunkt i prosesser i forkant, under og i etterkant av en hendelse. EU-prosjektet Improved Risk Evaluation and Implementation of Resilience Concepts to Critical Infrastructure (IMPROVER) tar utgangspunkt i hvordan systemet fungerer under en hendelse, samt gjenopprettingsprosessen. NAS vektlegger særlig betydningen av proaktiv planlegging og innsats fra lokalsamfunnene.

Engen m.fl. (2016:154) identifiserer minst to forskjellige tidsaspekter som resiliens kan forstås ut fra, proaktiv og reaktiv resiliens. Proaktiv resiliens (eller *precursor resilience*) fokuserer på de tilpasninger og endringer som skjer i forkant av en eventuell hendelse. Engen m.fl. (2016:154) beskriver det som «evnen til å tilrettelegge og håndtere endring uten katastrofale feil eller ulykker». Reaktiv resiliens, derimot, viser til evnen til å gjenopprette skadde funksjoner i etterkant av en hendelse (Pettersen og Schulman, 2016:2). Et mål vil være at den nye normaltilstanden skal være minst like robust som i forkant av hendelsen. Dette eksemplifiseres i «Samhandling for sikkerhet» der det skrives følgende: «høy resiliens betyr at funksjonen har stor evne til å raskt gjenopprette normaltilstand dersom hele eller deler av funksjonen blir påvirket av en hendelse» (NOU 2016:19, s. 258).

Til tross for definisjonsmangfoldet, er det enkelte momenter det virker å være relativt bred enighet om, som Hollnagels fire kjennetegn for resiliente organisasjoner (Lay, Branalat og Woods, 2015; Lundberg og Johansson, 2015; Steen og Aven, 2011). Hollnagel m.fl. (2006) og Hollnagel og Fujita (2013) identifiserer følgende fire kjennetegn ved resiliente organisasjoner:

- i. Evnen til effektiv og fleksibel respons på både regulære og irregulære trusler,
- ii. Evnen til å overvåke situasjoner og ha kunnskap om hendelser som kan oppstå. Dette innebærer også evnen til å overvåke egne prestasjoner,
- iii. Evnen til å ta lærdom fra hendelser som oppstår, samt fra tidligere hendelser, og
- iv. Kunnskap om hva som kan forventes, eller hvordan situasjoner og trusler kan utvikle seg.

Altså, en resilient organisasjon har evne til å i) respondere, ii) overvåke, iii) lære og iv) forvente hendelser. Hollnagel (2013) mener at arbeid med de enkelte elementene ikke kan skje uavhengig av de andre, samtidig som økt resiliens i en organisasjon krever prosesser der alle elementene er inkludert.



Figur 4.1 Resiliens forstått som et paraplykonsept samt framstilling av begrepet som en resilienskurve (Øien m.fl., 2018:1272).

Resiliens kan forstås som et paraplykonsept (Øien m.fl., 2018:1272), se Figur 4.1. Figuren viser at resiliens i denne sammenhengen omfatter risikovurderinger, beredskapsplanlegging og gjenoppretting av funksjonalitet. Den illustrerer også at resiliens inkluderer uforutsette hendelser, eller «rain from a blue sky». Figur 4.1 viser også hvordan resiliens kan beskrives som en prosess og illustreres ved hjelp av en resilienskurve. Resilienskurven har et bredt tidsperspektiv som omfatter prosessen som skjer i forkant, under og i etterkant av en hendelse. Samtidig er tre av Hollnagels fire kjennetegn ved resiliente organisasjoner tatt med i figuren (evnen til å forberede/forutse, respondere og lære). I de to første fasene (forståelse av risiko og forberedelse) er kurven flat og viser nivået for normalfunksjon. Det er i rommet mellom forberedelse og absorbering at hendelsen inntreffer. Dette vil medføre tap av funksjonalitet, og vil medføre at systemets funksjonsnivå reduseres slik figuren viser. Ifølge Bostick m.fl. (2018) vil formen på resilienskurven variere. Den kan være brattere eller slakere, alt etter hvordan en hendelse påvirker systemet. For eksempel vil kurven være slakere dersom systemet har en sterk absorberende kapasitet. Den absorberende fasen har to formål: i) hindre at en hendelse gir umiddelbart tap av en funksjon og/eller ii) begrense funksjonstapet til en enkelt funksjon, og på

---

---

denne måten sikre at tap av en funksjon ikke gir påfølgende tap av andre funksjoner. Videre vil respons- og gjenopprettingsfasen også kunne variere i lengde og omfang, alt etter hvor gode tiltak som er iverksatt i forkant av hendelsen. Til sist viser resilienskurven et annet sentralt moment som en også finner igjen i litteraturen om ulike krisefaser<sup>3</sup> – den som kommer etter krisen – nemlig læringsfasen. Systemer som er utsatt for hendelser skal ikke *bounce back* (gjenopprette en normaltilstand identisk med utgangspunktet), men skal *bounce back better* eller *bounce forward*. Dette bygger på en anerkjennelse av at hendelser vil kreve endringer. Systemet skal derfor ikke tilbake til den samme tilstanden som i forkant av hendelsen, men skal i stedet skape en ny normaltilstand som er bedre enn før hendelsen inntraff. Dette vil også være et resultat av at det tas lærdom av hendelser og at den nye kunnskapen brukes for å stadig forbedre et system.

Bergström m.fl. (2015) refererer til Morel m.fl. (2008) som har utviklet et scenario som illustrerer hva resiliens er, og gjør et forsøk på å avklare forholdet mellom resiliens og sikkerhet. Eksempelet dreier seg om fiske under svært farlige forhold. Et sikkerhetstiltak i en slik situasjon vil være å unngå området og i stedet finne et annet sted å fiske. En resilienstilnærming derimot, vil være at fiskerne utvikler evner og kunnskap til å håndtere de farlige omgivelsene. På denne måten kan de fortsette å drive fiske i området. Altså, resiliens kan anses for å være de evner en utvikler for å håndtere risiko, og ikke som en måte å forbedre sikkerhet. Dette medfører videre at risiko kan anses som en forutsetning for resiliens. Uten risikoen som er knyttet til å fiske i farlige omgivelser, ville det ikke vært behov for evner og kunnskap til å håndtere omgivelsene (resiliens).

## 4.2 Forholdet mellom tilnærmingen til risiko og resiliens

Litteraturen indikerer at det virker vanskelig å diskutere resiliens uten å skrive om forholdet mellom risiko og resiliens (Hosseini, Barker og Ramirez-Marquez, 2016; Hollnagel og Fujita, 2013; Bostick m.fl., 2018; Bergström m.fl., 2015; Steen og Aven, 2010; Aven, 2017). Steen og Aven (2011), Bostick m.fl. (2018) og International Risk Governance Council (IRGC) (2016a) viser til to grunnleggende ulike tilnærminger til prosesser knyttet til risiko og resiliens. For det første handler risikohåndtering om å redusere potensielle skadevirkninger knyttet til kjente risikokilder (trusler), mens resiliens handler om evnen til å opprettholde viktige funksjoner samtidig som en hvilken som helst uønsket situasjon pågår. For det andre hevdes det at risikovurderinger handler om hvordan en skal styrke et system innenfor et avgrenset tidsrom, mens resiliens i større grad dreier seg om langvarige systematiske prosesser for å beskytte et systems funksjonalitet mot skade. IRGC (2016a) framhever imidlertid også to fellestrekk mellom tilnærmingen til risiko og resiliens, i) begge søker å redusere negative konsekvenser av uønskede hendelser, og ii) begge undersøker et systems svakheter og finner metoder for å redusere dem. IRGC framstiller risiko og resiliens som delvis overlappende konsepter, se Figur 4.2. Risiko i denne sammenhengen defineres som «negative konsekvenser av usikkerhet om noe mennesker verdsetter» (IRGC, 2016a:2), og er en informasjonskilde for prosesser som skal styrke resiliens. Samtidig ses resiliens på som en strategi for å beskytte et system mot kjente og

---

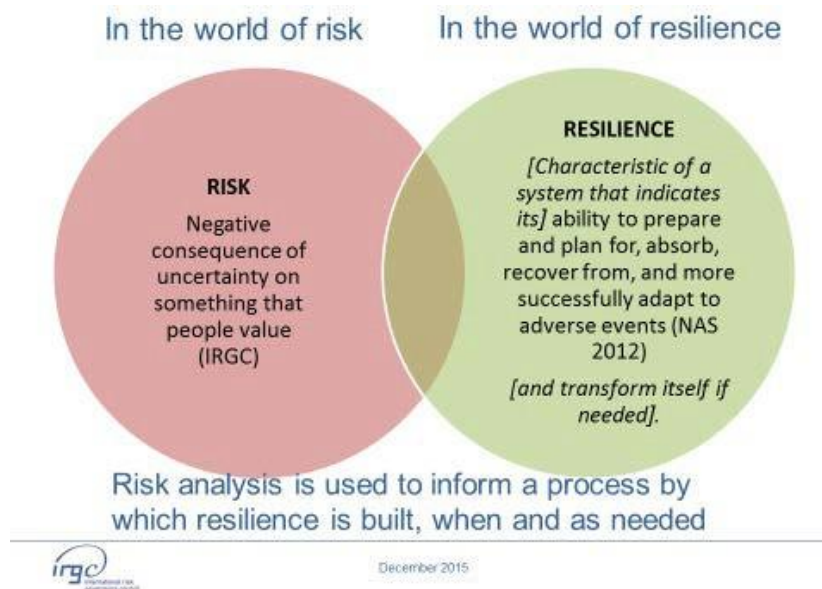
<sup>3</sup> Fasen før en krise, akutfase, fasen etter en krise (læringsfasen), (Engen m.fl., 2016:265, *sic.*)



---

---

ukjente hendelser. IRGC understreker at det er sprikende oppfatninger om forholdet mellom risiko og resiliens i forskningsmiljøet. Uenighetene dreier seg blant annet om det er risiko som er en del av resiliens, eller om det er resiliens som er en del av risiko.



Figur 4.2 Forholdet mellom risiko og resiliens (IRGC, 2016a:2). Figuren bygger på en antagelse om at risikoanalyser brukes som informasjonskilde i arbeid som søker å styrke resiliens.

Den økende bruken av resiliensbegrepet settes gjerne i sammenheng med økt kompleksitet og det nye risikobildet dette medfører (Bergström m.fl., 2015; Engen m.fl., 2016:154; Lundberg og Johansson, 2015; Pettersen og Schulman, 2016; Hollnagel og Fujita, 2013; Bostick m.fl., 2018). Resiliens presenteres av Engen m.fl. (2016) og Bergström m.fl. (2015) som en måte å håndtere et nytt risikobilde, samtidig som ordinære risikotilnæringer anses av flere for å være utilstrekkelig (Steen og Aven, 2011; Bostick m.fl., 2018; IRGC, 2016b). Dette skyldes at dagens sosiotekniske systemer preges av økt kompleksitet som medfører nye og ukjente risikoer (Bostick m.fl., 2018). Tradisjonelle risikoanalyser er ikke tilstrekkelige for å hjelpe oss å forstå og håndtere risikoene som kommer av økende kompleksitet og tilhørende gjensidige avhengigheter (se for eksempel Steen og Aven, 2011; Bostick m.fl., 2018; IRGC, 2016b). En av hovedårsakene til dette er at tradisjonelle risikoanalyser baseres på historiske data, noe som regnes for å være utilstrekkelig for å si noe om nye og ukjente risikoer. En resilienstilnærming kan representere en mulig løsning på denne utfordringen fordi begrepet omfatter spørsmål om hvordan tilnærmet normal funksjon kan opprettholdes til tross for at ikke-spesifiserte (også ukjente) hendelser inntreffer (Bostick m.fl., 2018:20; Steen og Aven, 2011:296). Dette gjør resilienstilnæringer godt egnet for prosesser der risikoer ikke er identifisert, som i økende grad er tilfelle for dagens sosiotekniske systemer.

---

---

#### 4.2.1 Et alternativt risikoperspektiv for resiliens

Aven (2017) mener at prosesser for å styrke resiliens kan gjennomføres uten at risikobegrepet inkluderes. Dette skyldes at resiliens i utgangspunktet handler om ikke-spesifiserte hendelser (Aven, 2017:536). Han anbefaler imidlertid at resiliens ses i sammenheng med spesifikke hendelser og sannsynligheten for at disse vil inntreffe, av kostnadseffektivitetshensyn (se kapittel 5.1). Videre mener Aven at risiko bør tas med inn i resiliensarbeidet fordi det vil øke kvaliteten på prosessene. Dette krever imidlertid et alternativt risikoperspektiv, som tar forbehold om at en resilienstilnærming ikke skal begrenses til spesifikke, kjente hendelser. Et alternativt, nytt risikoperspektiv kan for eksempel danne grunnlag for vurderinger av hvor det bør investeres for å styrke resiliens. Steen og Aven (2011) og Aven (2017) presenterer et alternativt perspektiv på risiko som de mener vil gjøre risiko forenelig med resiliens. I motsetning til et tradisjonelt risikoperspektiv, vil det alternative perspektivet (også omtalt som A, C, U) være basert på kvalitative vurderinger (Aven, 2017:536). En annen sentral forskjell er at mens et tradisjonelt risikoperspektiv i stor grad er basert på sannsynlighet, vil dette erstattes med usikkerhet i A, C, U. Risiko ut fra A, C, U har ifølge Steen og Aven (2011) følgende dimensjoner:

- «Hendelser A og konsekvenser av hendelsene C, og
- Tilhørende usikkerheter U (vil A inntreffe, og hva vil verdiene av C i så fall være)»

I en resilienskontekst vil hendelsene A omfatte ikke-spesifiserte hendelser, og det inkluderer også nye og ukjente former for hendelser (Aven, 2011:518). A, C, U-perspektiver får følgende formulering:

Resiliens: (C, U | hvilken som helst A, inkludert nye former for A) (Aven, 2011:518).

Videre bør det legges til ytterligere elementer for at det skal gis en mer utfyllende risikobeskrivelse. A, C, U tar ikke utgangspunkt i en objektiv sannsynlighetsvurdering, men heller en subjektiv sannsynlighetsbeskrivelse. Aven (2011) omtaler dette som kunnskapsbasert sannsynlighet, fordi det viser til usikkerhet om A vil inntreffe, gitt bakgrunnskunnskap K. I motsetning til en tradisjonell risikodefinisjon, vil det alternative perspektivet være basert på kvalitative vurderinger av usikkerhet. Aven (2011) framhever usikkerhetsdimensjonen som svært viktig, fordi subjektive sannsynlighetsvurderinger ikke bør tillegges for stor vekt (Aven, 2011:159). A, C, U-perspektivet formuleres slik:

Resiliens: (C, U, P, K | hvilken som helst A, inkludert nye former for A).

For å skille resiliens fra sårbarhet og robusthet, påpeker Steen og Aven (2011) at mens sårbarhet og robusthet relaterer seg til en kjent initierende hendelse, handler resiliens også om konsekvenser som skyldes en ny og ukjent hendelse. Resiliens – i denne sammenhengen – går altså lenger enn robusthet ved å inkludere mulige framtidige hendelser som ennå ikke har skjedd, og som det er knyttet stor usikkerhet til.

---

---

### 4.3 Operasjonalisering av resiliens

Det anses å være svært vanskelig å måle graden av resiliens i et system. Amico og Currà (2014) mener at dette blant annet skyldes definisjonsmangfoldet og den manglende standardiseringen av begrepet og dets innhold. Prior (2014) mener det skyldes at resiliens innebærer en rekke faktorer som kan være vanskelige å kvantifisere, noe som gjør måling komplisert, som for eksempel kulturelle, sosiale og organisatoriske faktorer. Det finnes imidlertid et stort antall rammeverk som har til hensikt å gjøre resiliens til et målbart konsept (Rosenqvist m.fl., 2018:1212). Flere har gjennomført dokumentanalyser for å skape en oversikt over hvilke rammeverk som eksisterer (se for eksempel Ouyang m.fl., 2012; Aven, 2011; Bostick m.fl., 2018; Herrera, 2018; Righi, Saurin og Wasch, 2015; Hosseini m.fl., 2016; Gimenez, Labaka og Hernantes, 2017). Det er betydelige forskjeller mellom flere av rammeverkene, som blant annet dreier seg om ulike tilnærminger til om det skal være: i) en *top-down* eller *bottom-up* prosess, ii) kvantitative eller kvalitative vurderinger, iii) basert på primær- eller sekundærdata, iv) fokus på lokalt eller nasjonalt nivå og v) et tidsperspektiv avgrenset til prosesser i forkant, under eller i etterkant av en hendelse (NAS, 2012a; Parsons m.fl., 2016). Rosenqvist m.fl. (2018) mener imidlertid at det foreløpig ikke er utarbeidet et rammeverk som er fullstendig operasjonaliserbart. Det er derimot utarbeidet en rekke indikatorer som kan være sentrale hjelpemidler for aktører som skal vurdere et systems resiliens.

En metode for å vurdere graden av resiliens som er gjennomgående i en rekke litterære bidrag er identifiseringen av tre resilienskapasiteter (Lange m.fl., 2017; Francis og Bekera, 2014; Vurgin, 2011; Amico og Currà, 2014; Ouyang m.fl., 2012). De tre kapasitetene utgjør *resilienstriangelet*, som består av i) en absorberende kapasitet, ii) en tilpassende kapasitet og iii) en gjenopprettende kapasitet (Francis og Bekera, 2014). Dette er tre generiske elementer som kan brukes i en kvalitativ vurdering av resiliens.

- i. Absorberende kapasitet:  
Denne kapasiteten kan oppfattes som en administrativ funksjon (Francis og Bekera, 2014:94). Den dreier seg om prosesser som foregår i forkant av at en hendelse inntreffer. Kapasiteten kan styrkes ved å bygge opp buffere, som for eksempel at det etableres lagre av viktige råvarer eller materialer i tilfelle en hendelse vil forstyrre tilgangen (Vurgin m.fl., 2011:283). Redundans kan også gi en styrket absorberende kapasitet (Ouyang m.fl., 2012).
- ii. Tilpassende kapasitet:  
Kapasiteten dreier seg om hvordan et system responderer på en forstyrrelse, blant annet ved å innføre endringer i systemet for å tilpasse systemet til uønskede hendelser (Francis og Bekera, 2014:94). Den kan styrkes ved å være forberedt på at uønskede hendelser kan inntreffe og ved å utvikle evner til å forutse og gjenkjenne forstyrrelser.
- iii. Gjenoppretting:  
Viser til evnen til å komme tilbake til en normaltilstand i etterkant av en hendelse

---

---

(Francis og Bekera, 2014:94). Kapasiteten begrenses normalt ikke til en gjenoppretting av den tidligere tilstanden, men kan i stedet innebære en forbedring av systemet (gjærne omtalt som *bounce back better*, eller *bounce forward*) (Engen m.fl., 2016). Investeringer i gjenopprettingskapasitet i forkant av en hendelse kan styrke effektiviteten i gjenopprettingsarbeidet og redusere kostnader.

### 4.3.1 Resilience engineering

Resilience engineering (RE) representerer en måte å tenke omkring sikkerhet og sikkerhetsstyring. Framfor å styre risiko ut fra kunnskap om fortiden, rapportering av feil og risikovurderinger som produserer sannsynligheter basert på historikk, fokuserer RE på å forbedre evnen et system har til å være tilpassningsdyktig. Dette betyr å gjenkjenne, tilpasse seg variasjoner, endringer, forstyrrelser, overraskelser og avbrudd, og forbedre evnen til å utføre de oppgavene organisasjonen eller systemet er tiltenkt.

«Engineering» er tradisjonelt forbundet med en teknologisk forståelse, men synes i denne sammenhengen å ha en langt bredere betydning. For dette formålet er den mest beskrivende definisjonen fra Patriarca m.fl. (2018:79):

*«Resilience Engineering (RE) is a paradigm for safety management that focuses on systems coping with complexity and balancing productivity with safety. RE aims at providing tools to proactively manage risk, acknowledging the inherent complexity of system functioning and the correspondent need for performance variability. This perspective becomes crucial if linked to the risk-related needs of current socio-technical systems. In these systems, safety is not a constant or permanent property.»*

RE forstås dermed som «resilient konstruksjon» eller «resilient utforming» eller organisering, og da ikke bare avgrenset til tekniske systemer, men også til å bestå av samfunnsstrukturer samt både administrative og sosiale systemer. Selv om begrepet kan forklares og oversettes til norsk velges det å bruke Resilience engineering (RE) – da dette er synes å være et velkjent konsept og merkenavn.

#### 4.3.1.1 Resilience engineering som verktøy

Steen og Aven (2011) mener den tradisjonelle måten å tenke risiko på kan skape et snevert og potensielt feilaktig risikobilde, og hevder at et tankeskift omkring risikoperspektiv er nødvendig. Den konvensjonelle risikovurderingen, hvor en antar at systemet og dets funksjoner er kjent, er ikke tilstrekkelig for å analysere sosiotekniske systemer (Hollnagel m.fl. 2006; Steen og Aven, 2011). Se kapittel 4.2.1 for nærmere beskrivelse.

Hollnagel m.fl. (2006) legger særlig stor vekt på at arbeidet med sikkerhet i stor grad har basert seg på etterpåklokskap, både innen vitenskapen og praktisk gjennomføring i industrien. Dette medfører at vurderingene som gjøres og tiltakene som iverksettes vil være påvirket av ulykker eller feil som allerede har skjedd, og at det dermed også blir en antatt forutsetning om hva som kan skje i framtiden. Det å basere sikkerhetsarbeidet på hendelser som har skjedd, vil begrense

---

---

den nødvendige forestillingsevnen som er viktig for sikkerheten, mener Hollnagel m.fl. (2006). Hollnagel (2008) peker også på at metodene for å analysere risiko bærer preg av etterpåklokskap, hvor en for eksempel legger til elementer som menneskelige- og organisatoriske feil ettersom en ser at dette har påvirket hendelsesforløpet til en tidligere ulykke. Dette er ikke tilstrekkelig for å håndtere den raske utviklingen i sosiotekniske systemer, som preges av kompleksitet og usikkerhet (Hollnagel, 2015).

Et viktig skille mellom en tradisjonell risikoanalytisk tilnærming og RE er, i følge Hollnagel m.fl. (2006), at en innenfor den førstnevnte tar utgangspunkt i at en kan definere en normalsituasjon, og at ulykker er en sekvensiell hendeskjede med basis i avvik fra normalsituasjonen. Innenfor RE derimot er fokuset rettet mot en uventet kompleks samhandling. Dette betyr ikke-sekvensielle hendelser som kan føre til ulykker som et resultat av uventede koblinger og interaksjoner mellom forskjellige hendelser og funksjoner. RE tar utgangspunkt i at ytelsen i komplekse systemer vil variere, både grunnet variasjoner i omgivelsene og i undersystemer. Det tas dermed ikke utgangspunkt i at det finnes en sikker normalsituasjon, men at hva som er en sikker tilstand hele tiden vil endre seg.

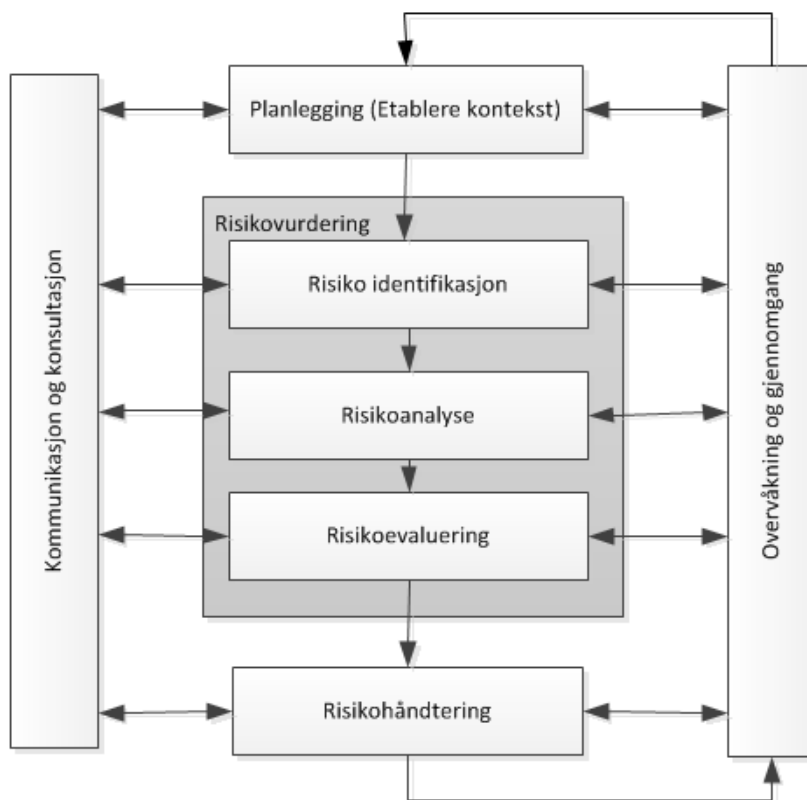
Hollnagel m.fl. (2006) hevder at grafiske analyseverktøy som feiltre og hendelsestre ikke vil gi en tilstrekkelig beskrivelse av komplekse samhandlinger som kan føre til ulykker. Manglende fokus på komplekse sammenfall av hendelser forklarer han med at det er vanskelig å forklare hvordan et stabilt system gradvis eller plutselig blir ustabil. Komplekse systemer er dynamiske og kan dermed komme i en tilstand med dynamisk ustabilitet. For slike systemer må det være mulighet for at det kan tilpasse seg varierende forhold. Dette er vanskelig å designe på forhånd, da en ikke kan ta høyde for alle mulige situasjoner som kan oppstå. Målet blir derfor å holde systemene på et dynamisk stabilt nivå, og begrense mulighetene for at endringer fører systemet ut av kontroll. Hollnagel m.fl. bruker begrepet «demping» for å beskrive reduksjon av avvik og svingninger i et system. En må kunne håndtere endringer uten at dette fører til at systemet kommer ut av kontroll.

I RE ser en på mulige sammenfall av hendelser og funksjoner framfor å fokusere på årsaker. I et system vil det være naturlige variasjoner som er viktige for læring og utvikling, men som også kan resultere i avvik og uønskede hendelser. Sammenfall av hendelser vil være naturlig og uunngåelig, og historikk viser at hendelser også kan skje selv om det ikke skjedde noe uvanlig. Begrepet «funksjonell resonans» benyttes av Hollnagel m.fl. (2006) for å beskrive hvordan ulike normale variasjoner blant funksjoner og hendelser sammen (resonans) kan føre til større uventede hendelser og variasjoner i form av avvik og uønskede hendelser.

I tidligere tankegang omkring sikkerhetsarbeid har det vært forsøkt å begrense menneskers påvirkningsmuligheter på et system. Innenfor denne tenkningen blir mennesket sett på som en upålitelig komponent. Det har vært fokus på løsninger som automatisering for å skape avstand mellom menneske og system, og dermed redusere muligheten for menneskelige feilhandlinger. RE derimot ser på menneskene som et positivt bidrag i den forstand at de kan tilpasse seg komplekse systemer og dekke «hullene» i systemdesignet (Grøtan, 2006).

### 4.3.2 Resiliens integrert i risikostyring

EU-prosjektet IMPROVER har forsøkt å utarbeide et rammeverk for å vurdere resiliens i kritisk infrastruktur. Prosjektgruppen mener at resiliens i den forbindelse bør integreres i risikostyring og at resiliensstyring derfor bør ses i sammenheng med eksisterende risikostyringsprosedyrer (Lange m.fl., 2017:7). Prosjektgruppen tar utgangspunkt i *International Organization of Standardization* (ISO) sin standard for risikostyring, ISO 31000, og anvender denne for å utarbeide en modell for resiliensstyring. Modellen følger samme terminologi og oppbygning som ISO 31000, noe de mener vil forenkle et eventuelt implementeringsarbeid da ISO 31000 er kjent for de fleste. Figur 4.3 viser ISO 31000-standardens prosedyre for risikostyring, mens Figur 4.4 viser en tilsvarende resiliensstyringsprosess.



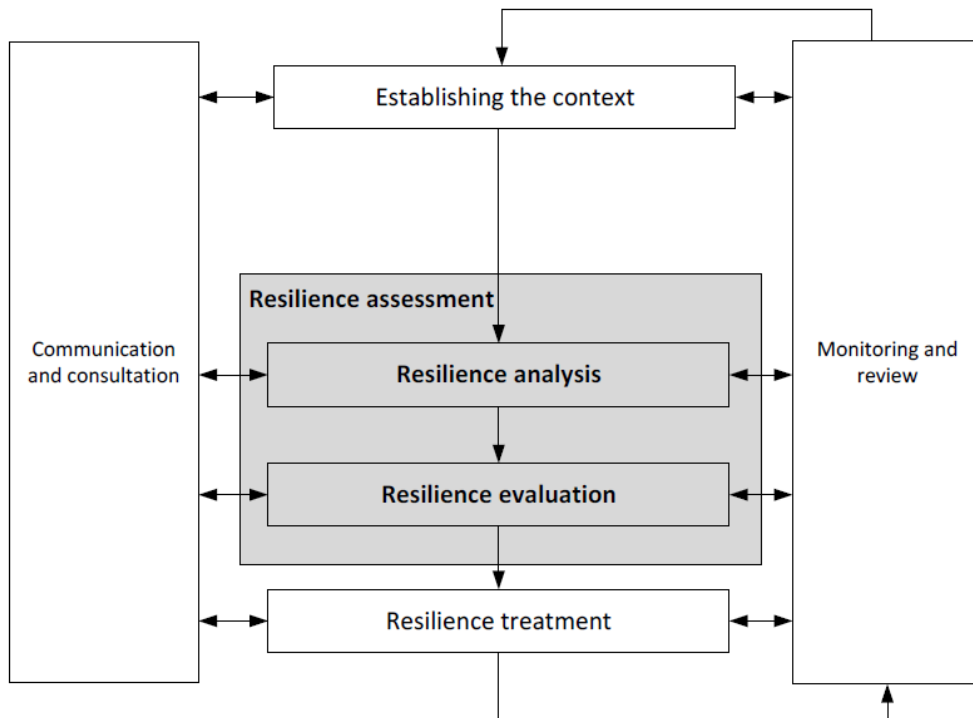
Figur 4.3 Risikostyring basert på ISO 31000-standardens (NS-ISO 31000:2009).

---

---

ISO 31000-standarden er bygd opp av syv sentrale elementer:

- i. Bestemmelse av kontekst deles opp etter intern- og ekstern kontekst i ISO 31000 (NS-ISO 31000:2009). Intern kontekst tar utgangspunkt i det interne miljøet, som for eksempel kompetanse, organisasjonskultur og standarder innenfor organisasjonen. Ekstern kontekst er elementer som er knyttet til miljøet utenfor organisasjonen, men vurderes å være relevante dersom det er innenfor et område der organisasjonen søker å nå mål.
- ii. Risikoidentifisering er prosessen «for å finne, gjenkjenne og beskrive risikoer». Dette innebærer en kartlegging av relevante risikokilder som kan ramme systemet (NS-ISO 31000:2009), samtidig er også konsekvensene av eventuelle hendelser viktige i denne sammenhengen (SN-ISO 73:2009).
- iii. Risikoanalyser er prosessen «for å forstå formen for risiko og bestemme risikonivået» (NS-ISO 31000:2009). Prosessen danner grunnlaget for risikoevaluering og -håndtering (SN-ISO 73:2009).
- iv. Risikoevaluering er en «prosess for å sammenligne resultatene av en risikoanalyse med risikokriterier for å bestemme hvorvidt en risiko og/eller dens omfang kan aksepteres eller tolereres».
- v. Risikohåndtering er prosessen «for å modifisere risiko». Prosessen kan blant annet ta utgangspunkt i en beslutning om å unngå risikoen, dele risikoen med andre aktører eller forsøke å endre muligheten eller konsekvensene av risikoen (SN-ISO 73:2009).
- vi. Figuren viser også til de to kontinuerlige prosessene «kommunikasjon og konsultasjon» og «overvåkning og gjennomgåelse». Kommunikasjon og konsultasjon viser til prosesser der organisasjoner gir, utveksler og henter inn informasjon samt opprettholder kommunikasjon med involverte aktører i risikostyringsprosessen (SN-ISO 73:2009).
- vii. Den andre kontinuerlige prosessen er «overvåkning og gjennomgåelse» (NS-ISO 31000:2009). Overvåkning viser til observasjon av funksjoner for å identifisere eventuelle avvik og gjennomgåelse viser til prosesser som skal avgjøre om «egnetheten, tilstrekkeligheten og effektiviteten» oppnår bestemte mål (SN-ISO 73:2009).



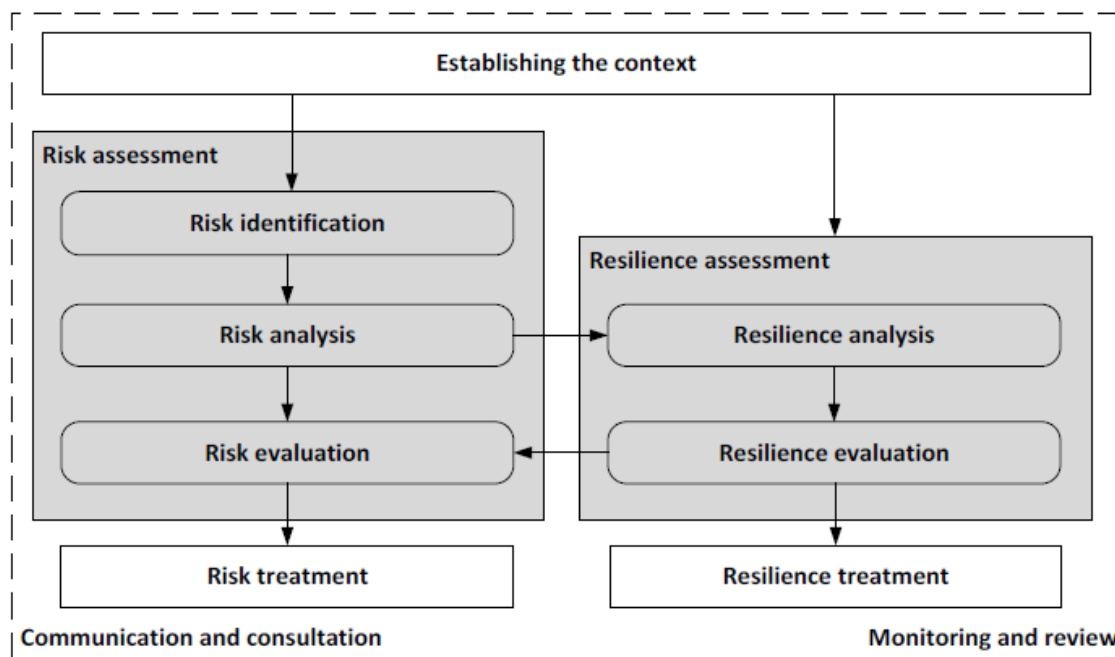
Figur 4.4 Resiliensstyring etter ISO 31000-standarden (Lange m.fl., 2017:9). Modellen følger samme oppbygning som risikostyring etter ISO-31000, men mangler et element som vil tilsvare risikoidentifikasjonsprosessen.

Elementene i Figur 4.4, som utgjør resiliensstyringsprosessen, vil i stor grad defineres på samme måte som i risikostyringsprosessen.

- i. En resiliensanalyse søker å forstå og bestemme resiliensnivået i et system (Lange m.fl., 2017:7-10). Analysen kan gjennomføres på en rekke ulike måter fordi modellens generiske preg ikke legger begrensninger for hvilken analyseform som kan passe. Variasjoner i utforming av analysen vil være avhengig av hvilken type organisasjon (eller sektor) som skal gjennomføre analysen.
- ii. I løpet av en resiliensevaluering skal resultatene fra resiliensanalysen sammenlignes med bestemte akseptkriterier (Lange m.fl., 2017:8). Prosessen vil avgjøre om resiliensnivået oppfyller akseptkriteriene samtidig som det vil avdekke potensielle områder for forbedring.
- iii. Resilienshåndtering tar utgangspunkt i resultatene fra resiliensevalueringen og benytter dem til å utvikle planer for å modifisere resiliensnivået (Lange m.fl., 2017:8). Dette siste steget i prosessen vil ha et særlig fokus på de tre resilienskapasitetene: den absorberende-, den tilpassende- og den gjenopprettende kapasitet (Lange m.fl., 2017:8; Francis og Bekera, 2014).



Lange m.fl. (2017) setter modellene for risikostyring (Figur 4.3) og resiliensstyring (Figur 4.4) sammen for å illustrere hvordan resiliensstyring kan integreres i risikostyring (Figur 4.5). Modellen er i utgangspunktet utarbeidet for kritisk infrastrukturelementer, men Lange m.fl. (2017) mener modellen kan anvendes for forskjellige systemer fordi den er generisk. Dette innebærer at det er relativt stor åpenhet rundt hvilke framgangsmåter eller metoder en ønsker å benytte seg av i de ulike fasene i prosessen.



Figur 4.5 IMPROVER Critical Infrastructure Resilience Framework, ICI-REF, viser hvordan resiliensstyring kan integreres i tradisjonell risikostyring (Lange m.fl., 2017:10).

Ifølge Lange m.fl. (2017) kan rammeverket, Figur 4.5, anvendes for å vurdere graden av resiliens i kritisk infrastrukturelementer. Etablering av kontekst vil ifølge dem blant annet innebære en kartlegging av systemets domene (samfunnsmessig, teknologisk eller organisatorisk), gjensidige avhengigheter, forventede produksjonsresultater og akseptkriterier for hvilke produksjonsresultater som er godkjente og hva som ikke er tilstrekkelig (Lange m.fl., 2017:13-23). Bestemmelse av kontekst etterfølges av risikoidentifisering. Resultatet av prosessen bør, ifølge Lange m.fl. (2017), inkludere en liste over hvilke trusler som kan ramme systemet og være rangert etter prioritet. De mener videre at risikoidentifisering er en forutsetning for resiliensvurderingsprosessen og at resiliensanalysen vil bygge på risikoidentifiseringen. Det er derfor ikke behov for en tilsvarende identifiseringsprosess for resiliens.

Figur 4.5 viser hvordan risiko- og resiliensanalysene vil foregå parallelt. Lange m.fl. (2017) mener at risikoidentifisering er en forutsetning for resiliensvurdering. Prosjektgruppen mener at ICI-REF ikke legger begrensninger for hvordan resiliens- og risikoanalysen skal utformes og at det derfor er betydelig frihet til å velge et alternativ som er tilpasset sektor og type system.

IMPROVER-prosjektet har utarbeidet ulike metodiske framgangsmåter for resiliensanalyse som er tilpasset ulike sektorer (Lange m.fl., 2017:9).

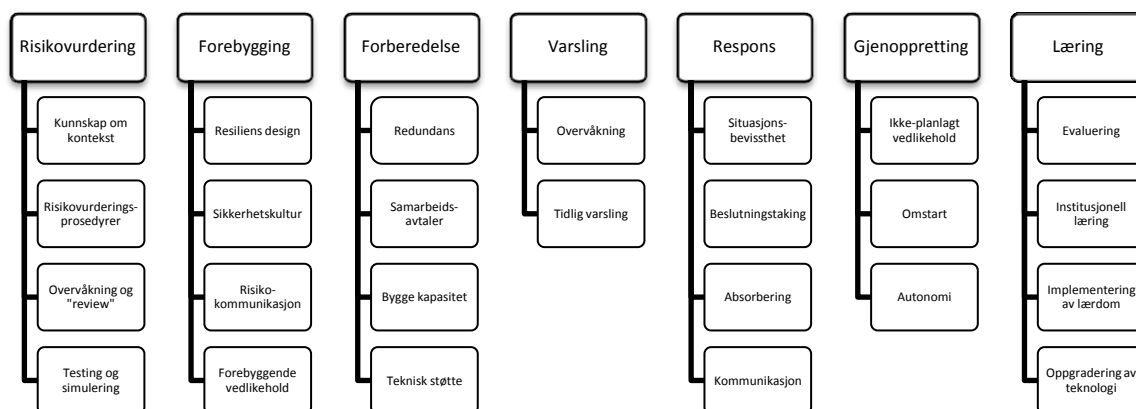
#### 4.3.2.1 Indikatorer for å måle resiliens

Ifølge Cadete, Rød og Mira da Silva (2018) er ikke ICI-REF tilstrekkelig for å sette et system i stand til å gjøre resiliens til et målbart konsept. De mener det mangler konkretisering av hvordan rammeverket skal implementeres i praksis, samtidig som det mangler indikatorer som gjør metoden målbart.

IMPROVER-prosjektet har imidlertid utviklet *Critical Infrastructure Resilience Index (CIRI)*, en metodikk for resiliensanalyser av kritisk infrastruktur (Lange m.fl., 2017:9; Pursiainen og Rød, 2016:2). Hensikten med CIRI er å anvende indikatorer for å måle resiliens for kritiske infrastrukturer og ved hjelp av dette gjøre prosesser for å styrke resiliens enklere.

Resiliensindikator defineres i IMPROVER som «variabler som kan brukes, enten alene eller i kombinasjon med andre, for å representere resiliens» (Pursiainen og Rød, 2016:2 (overs)). Indikatorene kan være kvalitative og/eller kvantitative. Storesund m.fl. (2018) mener at indikatorer bør være klart definerte og samtidig være generelle nok til å anvendes for ulike typer systemer.

CIRI-metodikken består av en rekke ulike indikatorer som er hierarkisk inndelt i fire nivåer (Pursiainen og Rød, 2016). Det første nivået er inspirert av beredskaps- og krisehåndteringsfaser og deles inn i syv ulike indikatorer, i) risikovurdering, ii) forebygging, iii) forberedelse, iv) varsling, v) respons, vi) gjenoppretting og vii) læring (Pursiainen og Rød, 2016:14), se Figur 4.6. Indikatorene på nivå 2 er knyttet til den enkelte indikator på nivå 1. Begge nivåene vurderes å ha generiske indikatorer som kan brukes på en rekke ulike systemer uavhengig av sektortilhørighet.

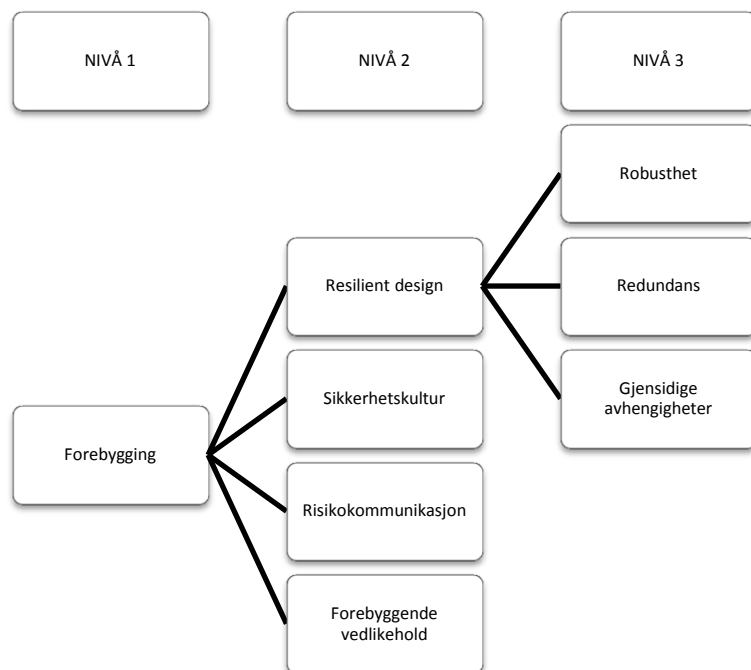


Figur 4.6 De syv resiliensindikatorerne på nivå 1 i CIRI-metoden, sammen med eksempler på tilknyttede indikatorer på nivå 2, etter Pursiainen og Rød (2016:15).

---

---

Indikatorer på nivå 3 vil representere en ytterligere inndeling av indikatorer på nivå 2, se Figur 4.7. Indikatorene på det tredje nivået er fortsatt relativt generiske, men Pursiainen og Rød (2016) mener det bør tas høyde for at de kan være mindre egnet for enkelte sektorer og systemer.



Figur 4.7 Eksempler på hvordan indikatoren «Forebygging» kan deles inn i ytterligere indikatorer på nivå 2 og 3, etter Pursiainen og Rød (2016) og Reitan m.fl. (2016).

Storesund m.fl. (2018) mener at indikatorer på nivå 3 og 4 kan rangeres etter viktighetsgrad av operatøren i et system. Det fjerde nivået kjennetegnes ved at de er spesifiserte etter sektor. Ved hjelp av en skala, se Tabell 4.1.

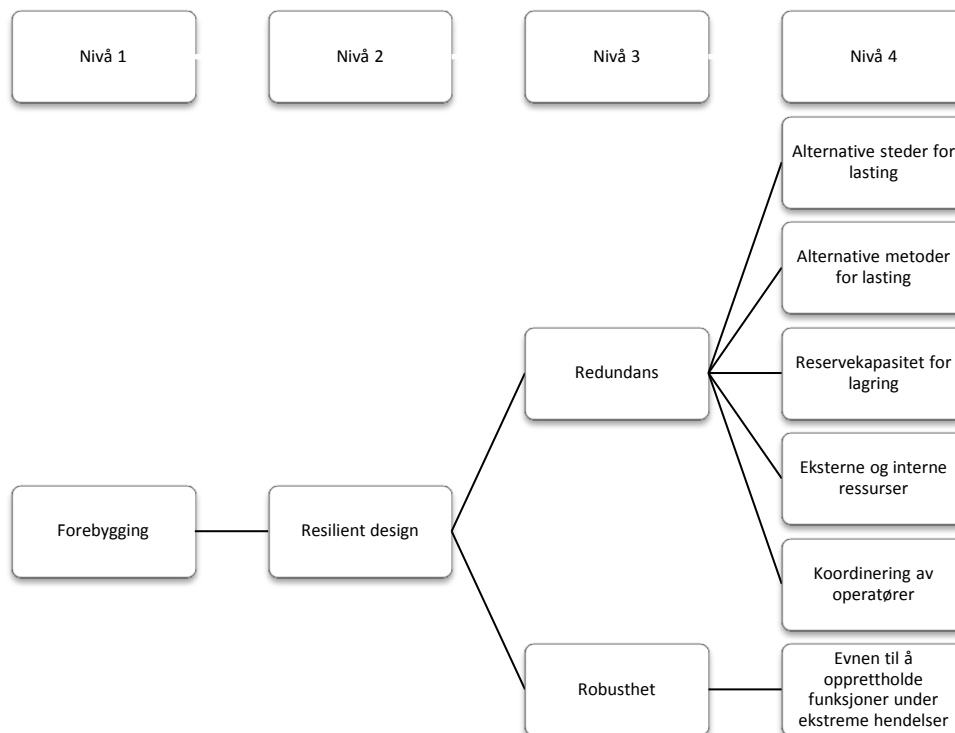
Modenhetskala		Indikator på nivå 4
0	Ikke-eksisterende	Indikatorer gjøres om til prosesser, prosedyrer, operasjoner, metoder eller systemer som passer overens med karakterskalaen 0-5.
1	Påbegynt/ <i>Ad hoc</i>	
2	Gjentakende, men intuitiv	
3	Definert prosess	
4	Håndtert og målbar	
5	Optimalisert	

Tabell 4.1 Viser metoden CIRI-metoden anvender for å gjøre indikatorene målbare. Den enkelte indikator gjøres om til en prosess eller lignende som kan karaktersettes ut fra karakterbeskrivelsene.

Den enkelte indikator på nivå 4 i CIRI-metoden vil karaktersettes etter hvor langt prosesser knyttet til den enkelte indikator er kommet. Dersom det ikke er påbegynte prosesser vil karakteren 0 gis, dersom prosessen er i oppstartsfasen eller har et *ad hoc*-preg gis karakteren 1, og så videre. Karakterene for hver indikator på nivå 4 legges sammen og prosessen gjentas oppover i hierarkiet. Til slutt vil det være en karakter per indikator på nivå 1. Denne delen av metoden krever at ansvarlige aktører evaluerer sin egen virksomhet. Dette kan ses i sammenheng med ett av Hollnagels kjennetegn for resiliente organisasjoner – han identifiserer overvåkning av egen virksomhet som et kjennetegn for resiliens. Storesund m.fl. (2018) mener imidlertid at det bør tas høyde for at en selvevalueringsprosess ikke vil være objektiv. Metoden kan likevel avdekke manglende vekt på elementer som kan styrke resiliens, samtidig som det tvinger fram et syn på hvor det bør legges inn ekstra ressurser.

#### 4.3.2.2 Eksempel på hvordan ICI-REF og CIRI-metoden kan anvendes

IMPROVER presenterer flere hypotetiske scenarier for å illustrere hvordan metodene kan anvendes i praksis (Pursiainen og Rød, 2016; Reitan m.fl., 2016). Et av eksemplene tar utgangspunkt i drivstofftilførselen til Oslo lufthavn, Gardermoen. Drivstoff til flyene fraktes med tog fra Sydhavna i Oslo til Gardermoen. Eksempelet følger et scenario der en ulykke forårsaker oljesøl, brann og en eksplosjon som rammer strekningen mellom Sydhavna og Gardermoen. Hendelsen forårsaker tilstrekkelig skade til å medføre en fullstendig stans i den ordinære drivstofftilførselen til Gardermoen.



*Figur 4.8* Figuren viser hvordan CIRI-metoden kan tilpasses til spesifikke scenarier, her tilpasset eksempelet med drivstofftilførsel til Gardermoen, etter Reitan m.fl. (2016:34). Indikatorene for nivå 4 er tilpasset til det spesifikke scenarieret.

Indikatorene på det fjerde nivået vil tilpasses konkrete scenarier. For dette eksempelet er blant annet alternative metoder for lasting og reservekapasitet for lagring av relevans. CIRI-metodens hensikt er å gjøre indikatorene målbare, og dette vil foregå ved hjelp av modenhetsskala. De to nevnte indikatorene illustrerer at CIRI kan innebære kvalitative så vel som kvantitative indikatorer. «Reservekapasitet for lagring» er allerede målbart og krever ikke mer enn at det settes rammer for hvilken kapasitetsstørrelse som kan tilsvare de ulike karakterene. «Alternative metoder for lasting» er en kvalitativ indikator som ikke er like konkret. Denne indikatoren krever i større grad at det er prosessens framdrift som bør avgjøre karakteren. Dersom det viser seg at Gardermoen og Oslo havn ikke har noen ideer om alternativer for hvordan drivstoffet kan lastes opp for transport vil dette tilsvare karakteren 0.

### 4.3.3 Eksempler på resiliens i ulike organisasjoner

I dette kapitlet er det forsøkt å gjøre rede for noen eksempler hvor resiliens – og kanskje særlig RE – knyttes til flytrafikk, kraftforsyning og et sykehus i Romerike.

#### 4.3.3.1 Resiliens i lufttrafikkledelse

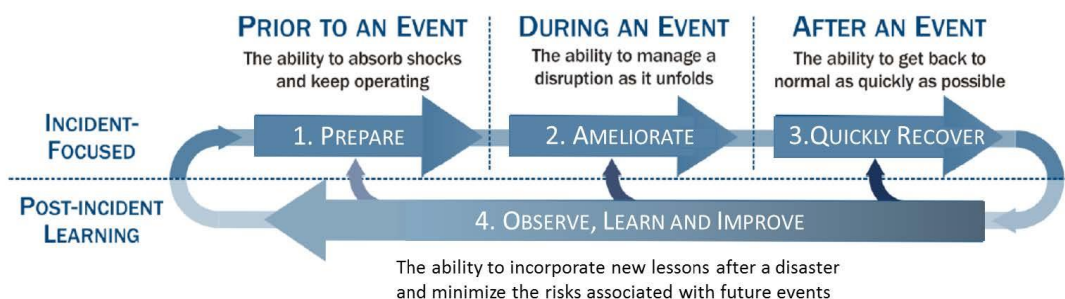
Eurocontrol (Den europeiske organisasjonen for luftfartssikkerhet), er en sivil-militær internasjonal organisasjon som arbeider for å fremme sikkerheten i europeisk luftfart. I 2007 startet den et prosjekt for å forstå bruk av resiliens i forbindelse med lufttrafikk-kontroll. I et «White Paper on Resilience Engineering for ATM» (Air Traffic Management), (Eurocontrol, 2009), er det gitt en oversikt over dette arbeidet: En av forfatterne er Erik Hollnagel, en av pionerene innen RE.

Lufttrafikkledelse er et komplisert system som involverer både mennesker og teknologi. Siden RE har sterke koblinger både til samspillet mellom menneske og teknologi, og til risikostyring, kan dette være en nyttig måte å studere dette systemet på. Overgangen fra risikostyring til RE beskrives som å gå over fra å fokusere utelukkende på det som kan gå galt til å se både på det som kan gå galt og til å se på det som skjer slik det er forventet. Det er tross alt mye mer som gir forventet resultat enn det som går galt, og når noe går bra kan det ikke samtidig gå galt. Og som det sies i rapporten, «the more likely it is that something goes right, the less likely it is that it goes wrong» (Eurocontrol, 2007:3).

I et forsøk på å besvare spørsmålet om hvorfor vi trenger RE, trekkes det fram eksempler på ulykker som kan forekomme i kompliserte systemer, selv om de tilsynelatende er oversiktlige og er tett sammenkoblet. Det skilles mellom medgjørlige eller letthåndterlige systemer (*tractable*) og vanskelig styrbare (*intractable*) systemer. De første kan beskrives enkle, har få detaljer og måten de fungerer på er kjent, og de har få avhengigheter av andre systemer. De siste er kompliserte og uoversiktlige, og måten de fungerer på er til dels ukjent, de er avhengige av andre systemer, og de kan forandre seg underveis. I tillegg kan en skille mellom tett koblede systemer og løst koblede systemer. Mange metoder for risikostyring baserer seg på at systemene er medgjørlige, men der hvor det ikke er tilfellet kan det være mer hensiktsmessig å benytte RE.

#### 4.3.3.2 Resiliens i kraftforsyningen

I en stor rapport har en arbeidsgruppe nedsatt av NAS sett på sett på resiliens i forbindelse med kraftforsyning i USA (NAS, 2017). Her er det ikke noen egen definisjon av resiliens, men Figur 4.9 illustrerer hva som menes.



Figur 4.9 Forklaring på resiliens (NAS, 2017:1-7).

---

---

Selv om det ikke er noen lang forklaring her, er figuren selvforklarende. Et resilient system er i stand til å tåle plutselige påvirkninger og likevel fortsette å virke, håndtere et avbrudd, raskt komme seg igjen, og ta med lærdom tilbake til normaltstanden. Dette forklares slik:

«Det handler ikke bare om å redusere muligheten for at strømmen forsvinner, men også om å begrense omfanget og konsekvensene av at dette skjer, rask gjenoppretting, og å trekke lærdom av det som har skjedd. Et resilient system må minimalisere strømstans, men erkjenne at det kan forekomme og forberede seg på å håndtere dem og trekke lærdom av det» (NAS, 2017:1 (overs.)).

På mange måter kan en si at dette er samme framgangsmåte som ellers kalles RE, men uten å bruke denne betegnelsen.

Rapporten skriver at det finnes et system for å måle pålitelighet (antall og varighet av strømbrudd), men dette er utilstrekkelig for å si noe om resiliens. Det arbeides imidlertid med dette. Ett forslag er å bruke fire tydelige indikatorer for å måle resiliens (Kwasinski, 2016). Disse ligner Hollnagels fire kjennetegn på en resilient organisasjon (se kapittel 4.1.):

- (1) Evnen til å motstå påvirkning
- (2) Evnen til å hente seg inn etter en hendelse
- (3) Kapasitet til planlegging og forberedelse
- (4) Evnen til tilpasning

Systembeskrivelsen er grundig. En ser på historiske hendelser og hvordan systemet kan bygges opp for å ha redundans, og hvordan en kan isolere og styre en hendelse. Imidlertid er alt basert på at systemet oppfører seg som forutsatt, og at ikke noe uventet inntreffer. Det er derfor litt vanskelig å si om dette handler om resiliens, slik det er definert i kapittel 4.1, eller om det egentlig dreier seg om sårbarhet og robusthet. Grensen er flytende. En tar utgangspunkt i hva som er skjedd, men mangler muligens elementet for å håndtere totalt uventede hendelser. Her dreier det seg om et klart definert system som riktignok er meget stort, men likevel håndterbart ut fra en systembeskrivelse.

#### **4.3.3.3 Et resilient sykehus**

Hendelsene i Oslo og på Utøya 22. juli 2011 brakte for dagen mange helter som gjorde en enestående innsats. En gruppe som har vakt internasjonal oppmerksomhet er Ringerike sykehus, som gjorde en innsats som nylig er beskrevet i en artikkel i tidsskriftet *British Medical Journal* (BMJ) (Brandrud m.fl., 2017), og omtalt på lederplass i samme tidsskrift (Gauss og Cook, 2017). Dette er en grundig gjennomgang av hendelsen og håndteringen av de skadede, basert på omfattende intervjuer med de involverte.

---

---

Det som særlig er imponerende, og som imponerte redaksjonen i tidsskriftet så mye at de ga artikkelen en egen omtale på lederplass, var hvordan et lite sykehus klarte å håndtere en fullstendig uventet hendelse med svært stort omfang på en tilnærmet perfekt måte. Og, som det sies i lederartikkelen, kriseresponsen var ikke tatt ut av tomme lufta. Den skyldtes at det var bygd en kultur, som kan beskrives som resilient, basert på månedlige krisehåndteringsøvelser som gjorde at alle rutiner var innarbeidet, men i mindre skala. Dette hadde blant annet sammenheng med at sykehuset ofte må behandle trafikkskader på grunn av nærheten til veier med mye trafikk.

Da en mye større hendelse inntraff hadde ledelsen ved sykehuset sørget for retningslinjer og nødvendige ressurser, samtidig som den avsto fra detaljstyring, men overlot den praktiske styringen til de som befant seg i førstelinjen. Dette er et praktisk eksempel på bygging av resiliens som gjorde det mulig å håndtere en fullstendig uventet hendelse på optimal måte, basert på en forutseende planlegging. Dette er nærmest et skoleeksempel på resiliens slik det er definert av Hollnagel m.fl. (2006) Se kapittel 4.1.

#### **4.3.3.4 Fellestrekk og ulikheter i eksemplene**

Alle eksemplene på operasjonalisering, med unntak av Ringerike sykehus, gjelder store systemer som til dels er internasjonale. Når det gjelder flytrafikkkontroll forsøker en å se RE som et overbygg over både tekniske funksjoner, organisering og menneskelige faktorer. Og RE sees som et tillegg til eksisterende sikkerhetsmetoder.

Når det gjelder elektrisitetsforsyningen i USA, er dette et system som er beskrevet svært teknisk. Måten for å gjøre systemet mer resilient, er å øke den tekniske kvaliteten, og redundansen. Den menneskelige faktoren kommer noe i bakgrunnen.

For Ringerike sykehus hadde de ut fra erfaringer sørget for å ligge i forkant av hva som kunne skje, og sørget for å ha evne til å håndtere langt flere skadede enn hva som kunne forventes. De hadde her klart å bygge et system som hadde alle kjennetegnene på høy resiliens, muligens uten å være klar over at det var det de gjorde. Ordet «resilience» forekommer ikke i artikkelen i BMJ, men er nevnt to ganger i den redaksjonelle kommentaren i samme tidsskrift.

Det som er felles for eksemplene, er at resiliens omfatter en evne til å se framover og ta høyde for det som kan skje, uten at det tas hensyn til sannsynligheten for at det kan skje. Vektleggingen av den menneskelige faktoren er også tydelig i omtalen av flytrafikkkontroll og Ringerike sykehus. Det er noe mindre vektlegging av denne innsatsfaktoren når det gjelder kraftforsyning i USA.



---

---

## 5 Diskusjon

Det er særlig to elementer som setter resiliensbegrepet i en særstilling sammenlignet med andre beslektede begreper, som for eksempel risiko og sårbarhet. For det første kjennetegnes begrepet av at det ikke krever en spesifisering av hvilke hendelser som kan ramme et system. I stedet rettes fokuset mot hvilke evner som bør utvikles slik at et system skal være i stand til å opprettholde sentrale funksjoner selv om systemet er satt under press. For det andre vil flere av definisjonene av begrepet omfatte et bredt tidsperspektiv, der prosesser i forkant, i etterkant og i løpet av en hendelse er inkludert. De to elementene gjør resiliens til et attraktivt konsept, men medfører imidlertid også enkelte utfordringer knyttet til operasjonaliseringen av begrepet. Det dreier seg blant annet om diskusjoner knyttet til om begrepet kan anvendes uten at hendelser spesifiseres, om definisjonsmangfoldet gjør begrepet ubrukelig til praktiske formål, om hvordan rammeverk og metodikken bør utformes for å gjøre resiliens målbart, og om resiliens kan og/eller bør integreres i risikostyring.

### 5.1 Spesifiserte eller ikke-spesifiserte hendelser

Aven (2017:536) mener at resiliensvurderinger kan gjennomføres uten at risiko inkluderes i vurderingene fordi resiliens i utgangspunktet ikke krever en spesifisering av hvilke hendelser som kan ramme systemet. Han illustrerer dette ved å vise til at redundans kan være en effektiv metode for å styrke resiliens, det krever imidlertid ikke identifisering av spesifikke hendelser som kan ramme systemet. Likevel mener han at risiko bør integreres i resiliensvurderinger og at resiliens ikke bør vurderes uavhengig av spesifikke hendelser.

I motsetning til Aven (2017) mener Haimes (2009) at en spesifisering av hendelser er en forutsetning for å arbeide med resiliens. Risikoen knyttet til en konkret hendelse må ses i sammenheng med det rammede systemets resiliens overfor hendelsen og hvilken type hendelse det dreier seg om. Hans forståelse innebærer at det ikke er mulig å vurdere et systems resiliens uten at en spesifikk hendelse identifiseres. For eksempel vil det ikke være mulig å vurdere hvor resilient en gitt infrastruktur er, uten ytterligere informasjon. Svaret på spørsmålet er betinget av kunnskap om tiden og kostnadene knyttet til gjenopprettingen av en infrastruktur dersom den rammes av en hvilken som helst hendelse (Haimes, 2009:499). Dette betyr at spørsmål om hvor resilient et system er, ikke kan besvares før potensielle hendelser som kan ramme systemet er identifisert og det er hentet inn kunnskap om hvordan systemet vil fungere dersom hendelsen inntreffer.

Aven (2017) deler Haimes (2009) sin mening om at det ikke er hensiktsmessig å vurdere resiliens ved å utelukkende forholde seg til ikke-spesifiserte hendelser. Videre bør sannsynligheten for at en hendelse vil inntreffe også trekkes inn i vurderingene, ifølge Aven (2017:537). Dette kan ses i sammenheng med Steens og Avens (2011) alternative risikoperspektiv knyttet til resiliens, som blant annet innebærer en kunnskapsbasert sannsynlighetsvurdering. I motsetning til andre risikoperspektiver innebærer ikke dette en

---

---

matematisk utregning, men en kvalitativ vurdering av sannsynlighet basert på kunnskap (se 4.3.1).

Aven (2017:537) bruker et eksempel for å illustrere hvilken betydning sannsynlighet kan ha for resiliensvurderinger. En befolkningsgruppe er resiliente overfor en hendelse A1, men ikke overfor en hendelse A2. Sannsynligheten for at hendelse A2 vil inntreffe er svært lav, mens sannsynligheten for at hendelse A1 vil inntreffe er svært høy. I et slikt scenario kan en med høy grad av sannsynlighet omtale et system som resilient, fordi hendelsen systemet ikke er resilient overfor sannsynligvis ikke vil inntreffe. Dersom sannsynligheten for hendelsene ikke konkretiseres kan det medføre feilvurderinger av et systems resiliens.

Det er få diskusjoner knyttet til om resilienstilnæringer krever spesifiserte hendelser i den faglitteraturen som er gjennomgått i denne studien. Det er ikke diskutert i for eksempel Francis og Bekera (2014), Lundberg og Johansson (2015) eller IMPROVER (Lange m.fl., 2017; Reitan m.fl., 2016; Pursiainen og Rød, 2016) sine forslag til rammeverk. Oppbygningen av ICI-REF virker likevel å implisitt avvise at resiliensstyring kan gjennomføres uten å spesifisere scenarioer. I modellen bygger resiliensstyring på risikoidentifisering (Lange m.fl., 2017:8), som nettopp dreier seg om å identifisere relevante risikoer (NS-ISO 73:2009). Samtidig vil CIRI-metoden også kreve en spesifisering av hvilke potensielle hendelser som er relevante for et system. Dette er fordi bestemmelse av kontekst krever en innsnevring av hvilke typer hendelser som skal inkluderes.

Dersom prosesser for å styrke resiliens skal være mest mulig effektive kan det være hensiktsmessig å definere potensielle hendelser og vurdere sannsynligheten for at de vil inntreffe. Det er vanskelig å forestille seg hvordan det skal være mulig å styrke et system eller en organisasjons resiliensnivå uten at det er en viss konkretisering av hvilke hendelser som anses å true systemets stabilitet. Av kostnadshensyn vil det også være naturlig at potensielle hendelser innsnevres noe, slik at investeringene kan legges til tiltak for hendelser som det er realistisk at vil inntreffe. Det vil ikke være kostnadseffektivt, eller fornuftig, å investere i tiltak for å styrke resiliens overfor hendelser som med svært lav sannsynlighet vil inntreffe (jf. Avens eksempel ovenfor). Det vil være mer hensiktsmessig å finne elementer eller områder der resiliensnivået er lavt, samt at det er en viss sannsynlighet for at hendelser som truer disse vil inntreffe.

## **5.2 Konsekvenser av definisjonsmangfoldet**

Resiliens er et begrep med mange definisjoner og det finnes ikke én allment akseptert definisjon. Enkelte ser mangfoldet av definisjoner som grunnlag for bekymring, mens enkelte mener det også gir muligheter. Problematiskeringen av definisjonsmangfoldet kan for eksempel dreie seg om at det store antallet definisjoner kan gjøre begrepet mindre relevant (Lundberg og Johansson, 2015:23) eller at det gjør det forvirrende for de som skal sette i gang prosesser for å styrke resiliens (Pettersen og Schulman, 2016:2). Samtidig kan mangfoldet gi rom for at begrepet kan brukes innenfor en rekke ulike fagdisipliner og i forskjellige sammenhenger. Et bredt utvalg definisjoner gir den enkelte aktør muligheten til å velge en definisjon som passer

---

---

overens med den konteksten begrepet skal anvendes i. Ulike systemer, organisasjoner og fagdisipliner vil naturlig nok stille ulike krav til hva som bør inkluderes i resiliensbegrepet. I dag koples gjerne resiliensbegrepet til hvilket system eller fagdisiplin det skal anvendes i, og enkelte grupperer også definisjoner etter dette. Oversikter over definisjoner kan ta utgangspunkt i grupperinger, som for eksempel resiliens i kritisk infrastruktur, økologisk resiliens, organisatorisk resiliens og så videre (se for eksempel Theorcharidou m.fl., 2016).

Ifølge NAS (2012a) er det ikke definisjonen(e) av resiliensbegrepet som er den største utfordringen, men i stedet prosessene for å operasjonalisere begrepet. Samtidig mener enkelte at mangfoldet av definisjoner og uklarheter knyttet til begrepets *egentlige* betydning kan hindre operasjonalisering av begrepet (Herrera m.fl., 2018:2). Glandon (2015) peker på flere elementer som er viktige for å operasjonalisere begrepet, blant annet i) en avklaring av hva som legges i begrepet (hvilken definisjon som legges til grunn), ii) hvilke aktører og elementer som vurderes å være relevante og iii) hvordan resiliens kan styres. Synspunktene til NAS (2012a), Herrera m.fl. (2018) og Glandon (2015) indikerer at definisjonsmangfoldet ikke nødvendigvis er et problem, men det forutsetter at aktører som bruker resiliensbegrepet er tydelige på hvilken definisjon og forståelse de legger til grunn for anvendelsen.

Definisjonsmangfoldet og ulikheten mellom definisjonene trekkes fram av mange og det er naturlig nok betydelige forskjeller mellom hvordan begrepet brukes innenfor de ulike fagretningene. For de definisjonene som har vært relevante i forbindelse med denne studien virker det imidlertid å være relativt bred enighet om helt sentrale elementer. Sett bort fra enkelte definisjoner, som er for vage til at de har potensiale til å anvendes for eksempel til å vurdere eller måle graden av resiliens, vil de fleste inneholde minst et par av noen sentrale elementer.

En sentral likhet, som er gjennomgående for de aller fleste definisjonene, er forståelsen av at begrepet dreier seg om hvordan systemer skal evne å opprettholde funksjonalitet til tross for at det utsettes for påkjenninger. Dette kan anses for å være kjernen i forståelsen av resiliensbegrepet, og de aller fleste definisjoner som er knyttet til blant annet risiko vil ta utgangspunkt i dette elementet.

Enkelte definisjoner bygger alene på evnen til å opprettholde funksjoner, mens andre har en bredere forståelse. En betydelig andel velger å inkludere en beskrivelse av en evne til å absorbere påkjenninger og/eller evnen til å raskt gjenopprette eventuelle tapte funksjoner i etterkant av en hendelse. Mange av definisjonene som er gjennomgått i forbindelse med denne studien retter oppmerksomhet mot resiliente systemers evne til å lære av hendelser, slik at systemet kan forbedres. De viktigste ulikhetene er knyttet til hvilke av elementene nevnt ovenfor som inkluderes i definisjonen, samtidig som at enkelte vil inkludere enda flere aspekter. For eksempel vil enkelte framheve lokalsamfunnets rolle i forståelsen og arbeidet med resiliens. Dette vil være mindre relevant i en kritisk infrastruktur-kontekst.

Resiliens benyttes blant annet av psykologer, økologer, teknologer og samfunnsvitere, noe som gjør et definisjonsmangfold naturlig. Til tross for at det er grunn til å problematisere det omfattende definisjonsmangfoldet, er det ikke mindre problematisk å anta at det kan utformes en universell definisjon av begrepet. Det er usannsynlig at de ulike fagretningene vil bli enige

---

---

om én definisjon og det vil trolig heller ikke være hensiktsmessig. Det kan legge begrensninger for anvendelsen av resiliensbegrepet som ikke er ønskelige. Dersom det kun skal være én universell definisjon vil dette også forutsette at definisjonen er vid nok til å dekke de ulike fagfeltene som bruker begrepet. I stedet for å fokusere på at det finnes for mange definisjoner kan det være mer hensiktsmessig å være bevisst på hvordan begrepet brukes. For eksempel bør bruk av begrepet knyttes til en tydeliggjøring av hva som legges i begrepet.

Vi anbefaler at begrepet resiliens benyttes på norsk og at det ikke oversettes med robusthet eller motstandsdyktighet. For det første er det en rekke konsepter tilhørende resiliens – som RE og resiliensstyring beskrevet i denne studien. For det andre argumenterer vi for at de norske begrepene robusthet og motstandsdyktighet ikke er dekkende for hva som inngår i resiliensbegrepet. Motstandsdyktighet beskrives gjerne som at en kan motstå en hendelse – som at en for eksempel tar influensavaksine for å hindre smitte, eller at det bygges en mur for å hindre at uvedkommende får tilgang. Robusthet, slik Aven (2016) forklarer det, er tilnærmet lik beskrivelsen av motstandsdyktighet. Resiliens skiller seg, i følge Hollnagel, fra robusthet ved at resiliens også inkluderer hendelser som er ukjent der hvor robusthet bare beskytter mot det som er kjent. Resiliens skiller seg også fra robusthet og motstandsdyktighet ved at målet ikke nødvendigvis er å hindre at det skjer en feil, men at systemet er tilrettelagt for å kunne håndtere potensielle påkjenninger eller feil, og raskt gjenoppta sin funksjon. Altså, der hvor influensavaksinen gjør deg motstandsdyktig mot ett eller flere bestemt(e) virus – som en antar vil gjøre seg gjeldende for kommende sesong – gjør en sunn og god helse deg resilient for å takle sykdom generelt. Det betyr ikke at du ikke vil få influensa, men at du sannsynligvis vil klare å motstå de verste konsekvensene, og etter en kortere eller lengre sykdomsperiode – med mer eller mindre begrenset funksjonalitet – vil fungere helt som før.

### 5.2.1 Oppsummering

Sentrale elementer i resiliensbegrepet:

- Bred systemforståelse
- Ikke bare hendelsesorientert, men også funksjonsbasert
- Evnen å opprettholde funksjonalitet under stress og påkjenninger
- Evnen til rask gjenoppretting og læring
- Bredt tidsperspektiv

Resiliensbegrepet bør:

- Defineres i den sammenheng det skal benyttes
- Ikke likestilles eller oversettes med motstandsdyktighet og robusthet da disse begrepene ikke alene er dekkende for resiliens

---

---

### 5.3 Resiliensstyring for kritiske samfunnsfunksjoner

Resiliensbegrepet kan utvikles til et metodisk rammeverk, samtidig som det kan anvendes som et mål. Det finnes flere eksempler på forsøk på metodiske tilnærminger for å integrere resiliens i risikostyring, uten at disse har resultert i en fullverdig og operasjonaliserbar metode. Dersom resiliens skal integreres i risikostyring i forbindelse med de 14 tverrsektorielle kritiske samfunnsfunksjonene vil dette kreve et rammeverk som er generisk nok til at det kan anvendes på tverrsektorielle systemer, samtidig som det er detaljert nok til å være mulig å operasjonalisere. Det finnes foreløpig ikke et fullverdig forslag til hvordan et slikt rammeverk skal utformes og implementeres i organisasjoner og systemer. Forsøkene danner ikke et tilstrekkelig grunnlag for at organisasjoner kan implementere dem.

Dersom resiliens skal brukes som et mål, krever det indikatorer for å vurdere resiliensnivået i en organisasjon eller et system. Det finnes ulike tilnærminger til hvordan disse indikatorene bør utformes, for eksempel bør en ta stilling til om prosessen skal i) være *top-down* eller en *bottom-up*, ii) bruke kvantitative- eller kvalitative indikatorer, eventuelt en kombinasjon av de to, iii) være basert på primær- eller sekundærdata, iv) ha fokus på et lokalt eller nasjonalt nivå og v) være avgrenset til prosesser i forkant, under eller i etterkant av en hendelse (NAS, 2012a; Parsons m.fl., 2016).

Valget mellom *bottom-up* eller *top-down* vil være av betydning for i hvilken grad et lokalt nivå skal involveres i prosessen, samt omfanget og kostnadsrammen for vurderingen (Parsons m.fl., 2016:4). *Bottom-up*-prosesser henter kunnskap og informasjon fra blant annet lokalsamfunn og datagrunnlaget herfra danner utgangspunkt for hvordan resiliens vurderes og ut ifra hvilke indikatorer. Dette kan gi et svært grundig datagrunnlag, men det kan også være en begrensende tilnærming. En *top-down* -prosess kan ha en bredere datainnsamling som samtidig kan resultere i for overordnede analyser, som ikke konkrete tiltak for økt resiliens.

Hvorvidt prosessen skal ha fokus på lokalt eller nasjonalt nivå bestemmes av kontekst, og siden konteksten i denne sammenheng er de kritiske samfunnsfunksjonene er det naturlig å ha fokus på det nasjonale nivået. Dette vil imidlertid ikke utelukke at en må ha grundig kjennskap til systemene på flere nivå, og det stiller krav til at de som skal utføre vurderingene – og eventuelt utforme indikatorene – må beslutte hvor mye og hvilke nivåer det skal innhentes informasjon fra for at informasjonsgrunnlaget skal være tilstrekkelig for å kunne si noe om tilstanden. Dette vil videre legge føringer for hvorvidt en *top-down* eller *bottom-up*-prosess er mest passende, og hvorvidt vurderingene baserer seg på primær- eller sekundærdata.

Valget om det skal brukes kvantitative eller kvalitative data er gjerne forutbestemt av hvilken informasjon og datagrunnlag som er tilgjengelig. Imidlertid har vi sett at mangel på kvantitative data ikke nødvendigvis utelukker muligheten for å gjøre indikatorene målbare. Det kan i enkelte tilfeller være enklere å forholde seg til resiliens – og enklere å sammenligne resultater – dersom indikatorene har en målbar utforming. Indikatorer som i utgangspunktet er kvalitative kan gjøres målbare ved hjelp av skalaer (se for eksempel 4.3.2).

---

Når det gjelder tidsperspektiv er et kjennetegn ved resiliens at det inkluderer et bredt tidsperspektiv, der prosesser i forkant, under og i etterkant av en hendelse er viktige. Utviklingen av indikatorer for å vurdere resiliens kan imidlertid innebære en begrensning i tidsperspektiv. Prosesser i forkant av hendelser er avgjørende for hvordan et system evner å opprettholde funksjoner under hendelsen. Dette er et aspekt som er svært relevant for de 14 kritiske samfunnsfunksjonene. Et bortfall av funksjon kan medføre alvorlige konsekvenser og det er derfor kritisk at de til enhver tid opprettholder en viss grad av funksjon. I en resilienskontekst vil det være svært relevant å opparbeide kunnskap om hvordan en funksjon skal evne å opprettholde funksjonalitet, blant annet ved å tilpasse seg til situasjonen som oppstår. En resilienstilnærming vil også innebære hvordan et system på best mulig måte kan gjenopprette funksjoner som går tapt i løpet av en påkjenning og anerkjenner at investeringer og prosesser i forkant av en hendelse kan påvirke hvor raskt et system evner å gjenopprette normalfunksjon i etterkant.

Selv om det ikke eksisterer en metode som er fiks ferdig og klar for å implementeres i risikostyring for kritiske samfunnsfunksjoner vurderes imidlertid ICI-REF i kombinasjon med CIRI metoden fra IMPROVER som et godt utgangspunkt for videre studier. Disse metodene gir både en mulighet til å knytte resiliens til den kjente risikostyringsprosessen, er relativt enkel og i tillegg synes å være anvendelig for ulike systemer og infrastrukturer.

---

---

## 6 Konklusjon

Resiliensbegrepet blir en stadig viktigere del av risikostyring og samfunnssikkerhetsfeltet generelt, samtidig som at andre fagfelt anvender begrepet i økende grad. Litteraturanalysen avdekker at det finnes et stort antall definisjoner av resiliensbegrepet og at disse kan ha betydelige forskjeller. Analysen viser videre at det er flere som mener at definisjonsmangfoldet er problematisk for framtiden til resiliensbegrepet. Et mangfold trenger imidlertid ikke være et problem. Definisjonsmangfoldet gir en bredde som tillater at begrepet brukes av en rekke ulike fagretninger. En måte å håndtere mangfoldet på er å være tydelig på hvilken definisjon som ligger til grunn for bruken av begrepet i kontekst av arbeidet som gjøres.

Resiliens ses gjerne i sammenheng med risiko, og forholdet mellom risiko og resiliens er omdiskutert. Begrepene har enkelte fellestrekk, men har også ulikheter som gjør at begrepene kan utfylle hverandre dersom de ses i sammenheng. Det er utarbeidet et alternativt risikoperspektiv for resiliens som åpner for at resiliensbegrepet kan innlemmes i risiko. Dette perspektivet kjennetegnes ved at tilnærmingen ikke begrenses til kjente hendelser, men at det i stedet åpner opp for at nye og ukjente hendelser kan ramme et system. Samtidig er utgangspunktet for risikoperspektivet en subjektiv, kunnskapsbasert sannsynlighetsvurdering i motsetning til et tradisjonelt risikoperspektiv. Dette er svært relevant i forbindelse med at dagens risikobilde er i stadig utvikling.

Vi anbefaler at begrepet resiliens brukes på norsk, og at det ikke oversettes med robusthet og motstandsdyktighet. Årsaken til dette er at disse begrepene ikke er dekkende for hva som inngår i resiliensbegrepet.

Resiliens har utvilsomt elementer som kan styrke en helhetlig risikostyring. Resiliensbegrepet vektlegger hvordan et system skal evne å opprettholde sentrale funksjoner ved hjelp av tilpasning til situasjoner, og fokuset på tilpasning og raskt gjenoppretting er svært relevante for de 14 kritiske samfunnsfunksjonene. Det er ulike forslag til hvordan resiliens kan integreres i risikostyring, men ingen av dem presenterer et fullverdig svar på hvordan en slik integrering bør utformes. Det anbefales at ICI-REF og CIRI utforskes videre når det gjelder risikostyring for de 14 tverrsektorielle kritiske samfunnsfunksjonene. Metoden tar for det første utgangspunkt i forskjellige kritisk infrastruktur – som også er relevant her. For det andre er det metoden relativt enkel, og kan derfor brukes av mennesker som ikke er eksperter. Og sist, men ikke minst, er metoden knyttet til tradisjonell risikostyring – som bør være kjent for de aller fleste som skal arbeide med risiko- og sårbarhet i de kritiske samfunnsfunksjonene.

---

---

## Forkortelser

ATM	Air Traffic Management
BAS	Beskyttelse av samfunnet
BMJ	British Medical Journal
CIRI	Critical Infrastructure Resilience Index
DHS	Department of Homeland Security
DSB	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
FFI	Forsvarets forskningsinstitutt
ICI-REF	IMPROVER Critical Infrastructure Resilience Framework
IMPROVER	Improved Risk Evaluation and Implementation of Resilience Concepts to Critical Infrastructure
IRGC	International Risk Governance Council
ISO	International Organization of Standardization
JD	Justis- og beredskapsdepartementet
NAS	National Academy of Sciences
NS/SN	Norsk Standard/Standard Norge
RE	Resilience engineering
SRA	Society for Risk Analysis
UNISDR	United Nations International Strategy for Disaster Risk Reduction



---

---

## Referanser

Alexander, D. E. (2013). Resilience and disaster risk reduction: an etymological journey. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 13, 2707-2716. Hentet fra <https://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/13/2707/2013/nhess-13-2707-2013.pdf> (08.02.19).

Amico, A.D. og Currà, E. (2014). The Role of Urban Built Heritage in Qualify and Quantify Resilience. Specific Issues in Mediterranean City. *Procedia Economics and Finance*, 18 (2014), 181-189 doi: [10.1016/S2212-5671\(14\)00929-0](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(14)00929-0)

Aven, T. (2011). On Some Recent Definitions and Analysis Frameworks for Risk, Vulnerability, and Resilience. *Risk Analysis*, 31(4), 515-522.

Aven, T. (2016, 16.mars). Robusthet. I Store norske leksikon. Hentet fra: <https://snl.no/robusthet> (10.01.19).

Aven, T. (2017). How some types of risk assessments can support resilience analysis and management. *Reliability Engineering and System Safety* 167(2017), 536-543.

Aven, T. og Renn, O. (2010). *Risk Management and Risk Governance. Concepts, Guidelines and Application*. New York: Springer.

Aven, T., Røed, W. og Wiencke, H.S. (2008) *Risikoanalyse*. Oslo: Universitetsforlaget.

Bergström, J. (2017). An archaeology of societal resilience. *Safety Science*, (under utgivelse). doi:[10.1016/j.ssci.2017.09.013](https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.09.013)

Bergström, J., van Winsen, R. og Henriqson, E. (2015). On the rationale of resilience in the domain of safety: A literature review. *Reliability Engineering and System Safety* 141(2015), 131-141.

Bostick, T.P., Connelly, E.B., Lambert, J.H. og Linkov, I. (2018). Resilience science, policy and investment for civil infrastructure. *Reliability Engineering and System Safety*, 175(2018), 19-23.

Brandrud, A.S. m.fl. (2017). Local emergency medical response after a terrorist attack in Norway: a qualitative study. *BMJ Qual Saf* 2017;**26**:806-816. Hentet fra: <http://qualitysafety.bmj.com/content/26/10/806> (08.02.19).

Brattebø, G. (2011). Tung teori om hvordan lage robuste systemer. Anmeldelse publisert i *Tidsskriftet den norske legeförening* 20.mai 2011. Hentet fra: <https://tidsskriftet.no/2011/05/anmeldelser/tung-teori-om-hvordan-lage-robuste-systemer> (09.01.19).

---

---

Cadete, G., Rød, B. og Mira da Silva, M. (2018). Implementation guidance for resilience management of critical infrastructure. I Haugen, S., Barros, A., Gulijk, C., Kongsvik, T og Vinnem, J.E. (Red.), *Safe Societies in a Changing World, 28<sup>th</sup> International European Safety and Reliability Conference (ESREL 2018)* (s. 1923-1931). Taylor & Francis Group: London.

DHS (2010). DHS Risk Lexicon 2010 Edition. Hentet fra:  
<https://www.dhs.gov/xlibrary/assets/dhs-risk-lexicon-2010.pdf> (05.02.19).

DSB (2016). Samfunnets kritiske funksjoner: Hvilken funksjonsevne må samfunnet opprettholde til enhver tid? Hentet fra  
[https://www.dsb.no/globalassets/dokumenter/rapporter/kiks-2\\_januar.pdf](https://www.dsb.no/globalassets/dokumenter/rapporter/kiks-2_januar.pdf) (04.06.18).

Engen, O. A. H., Kruke, B. I., Lindøe, P. H., Olsen, K. H., Olsen, O. E. og Pettersen, K. A. (2016). *Perspektiver på samfunnssikkerhet*. Cappelen Damm.

Eurocontrol (2009). A White Paper on Resilience Engineering for ATM (Air Traffic Management) Hentet fra:  
<https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/article/content/documents/nm/safety/safety-a-white-paper-resilience-engineering-for-atm.pdf> (08.02.19).

Francis, R. og Bekera, B. (2014). A metric and frameworks for resilience analysis of engineered and infrastructure systems. *Reliability Engineering and System Safety* 121(2014), 90-103. doi: 10.1016/j.ress.2013.07.004

Gauss, T., Cook, F. (2017). Keep calm... and prepare. *BMJ Qual Saf* 2017;26:786-787. Hentet fra: <http://qualitysafety.bmj.com/content/26/10/786> (08.02.19).

Gimenez, R., Labaka, L. og Hernantes, J. (2017). A maturity model for the involvement of stakeholders in the city resilience building process. *Technological Forecasting & Social Change* 121(2017), 7-16. doi: [10.1016/j.techfore.2016.08.001](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.001)

Glandon, D.M. (2015). Measuring resilience is not enough; we must apply the research. Researchers and practitioners need a common language to make this happen. *Ecology and Society*, 20(2). Hentet fra <https://www.jstor.org/stable/26270209> (10.07.18).

Grøtan, T.O., Størseth, F., Rø, M.H og Skjerve, A.B. (2008). Resilience, Adaptation and Improvisation – increasing resilience by organising for successful improvisation. Paper presented at the 3<sup>rd</sup> Symposium on Resilience Engineering Atibes, Juan-Les-Pins, France, October 28-30, 2008. Hentet fra:  
[https://www.researchgate.net/publication/228896677\\_Resilience\\_Adaptation\\_and\\_Improvisation-increasing\\_resilience\\_by\\_organising\\_for\\_successful\\_improvisation](https://www.researchgate.net/publication/228896677_Resilience_Adaptation_and_Improvisation-increasing_resilience_by_organising_for_successful_improvisation) (09.01.19).

Haimes, Y. V. (2009). On the Definition of Resilience in Systems. *Risk Analysis* 29(4), 498-501. *Risk Analysis*, Vol. 29, No. 4, 2009. Hentet fra:  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1539-6924.2009.01216.x> (30.01.19).

- 
- 
- Herrera m.fl. (2018). White Paper on Resilience Management Guidelines for Critical Infrastructures. From theory to practice by engaging end-user: concepts, interventions, tools and methods. Hentet fra [https://h2020darwin.eu/wp-content/uploads/2018/05/DRS-7-WHITE-PAPER\\_final\\_April2018.pdf](https://h2020darwin.eu/wp-content/uploads/2018/05/DRS-7-WHITE-PAPER_final_April2018.pdf) (16.07.18)
- Hollnagel, E. (2008). The changing nature of risk. *Ergonomics Australia*, 22(1-2), 33-46.
- Hollnagel, E. (2015). RAG – Resilience Analysis Grid. Hentet fra: <http://erikhollnagel.com/onewebmedia/RAG%20Outline%20V2.pdf> (07.02.2019).
- Hollnagel, E, Woods, D.D og Levenson, N.C (red.). (2006). Resilience engineering: Concepts and precepts. Aldershot, UK: Ashgate.
- Hollnagel, E. (2013). Resilience Engineering: Building a Culture of Resilience . Hentet fra: [http://www.ptil.no/getfile.php/1325150/PDF/Seminar%202013/Integrerte%20operasjoner/Hollnagel\\_RIO\\_presentation.pdf](http://www.ptil.no/getfile.php/1325150/PDF/Seminar%202013/Integrerte%20operasjoner/Hollnagel_RIO_presentation.pdf) (04.07.18).
- Hollnagel, E. og Fujita, Y. (2013). The Fukushima Disaster – Systemic Failure as the Lack of Resilience. *Nuclear Engineering and Technology* 45(1), 13-20. doi: [10.5516/NET.03.2011.078](https://doi.org/10.5516/NET.03.2011.078)
- Hosseini, S., Barker, K. og Ramirez-Marquez, J. E. (2016). A review of definitions and measures of system resilience. *Reliability Engineering and System Safety* 145(2016), 47-61. doi: [/10.1016/j.res.2015.08.006](https://doi.org/10.1016/j.res.2015.08.006)
- IMPROVER. (ingen dato). Project description. Hentet fra: <http://improverproject.eu/discover/> (22.06.18).
- International Risk Governance Council. (2016a). Resilience: Approaches to Risk Analysis and Governance. I Resource Guide on Resilience. Lusanne: EPFL International Risk Governance Center. Hentet fra: <https://www.irgc.org/wp-content/uploads/2016/04/Linkov-Trump-Fox-Lent-Resilience-Approaches-to-Risk-Analysis-and-Governance-1.pdf> (08.06.18).
- International Risk Governance Council. (2016b). Resilience in IRGC's Recommendations for Risk Governance (Risk Governance Framework). I Resource Guide on Resilience. Lusanne: EPFL International Risk Governance Center. Hentet fra: <https://www.irgc.org/wp-content/uploads/2016/04/Florin-Resilience-in-IRGCs-Recommendations-for-Risk-Governance-1.pdf> (08.06.18).
- JD (2016). *Risiko i et trygt samfunn*. (Meld. St. 10 2016-2017). Oslo: Departementenes servicesenter, Informasjonsforvaltning.
- Kwasinski, A. (2016). Quantitative model and metrics of electric grids' resilience evaluated at a power distribution level. *Energies* 9(93). Hentet fra: <https://www.mdpi.com/1996-1073/9/2/93/htm> (08.02.19).

---

---

Lange, D. m.fl. (2017). Deliverable D5.1 Framework for implementation of resilience concepts to Critical Infrastructure. Improved Risk Evaluation and Implementation of Resilience Concepts to Critical Infrastructure. Hentet fra: <http://media.improverproject.eu/2018/02/D5.1.pdf> (25.06.18).

Lay, E., Branlat, M. og Woods, Z. (2015). A practioner's experiences operationalizing Resilience Engineering. *Reliability Engineering and System Safety*, 141(2015), 63-73.

Lundberg, J. og Johansson, B.J. (2015). Systemic resilience model. *Reliability Engineering and System Safety*, 141(2015), 22-32.

NAS (2012a). A Nation's Agenda for Disaster Resilience. I *Disaster Resilience: A National Imperative*. (s. 11-24). Washington, D. C.: The National Academies Press. Hentet fra: <https://www.nap.edu/read/13457/chapter/3> (03.06.18).

NAS (2012b). *Disaster Resilience: A National Imperative*. (Summary) The National Academies Press 2012. Hentet fra: [https://www.nap.edu/resource/13457/13457\\_summary.pdf](https://www.nap.edu/resource/13457/13457_summary.pdf) (17.12.18).

NAS (2017). National. Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. *Enhancing the Resilience of the Nation's Electricity System*. Washington, DC: The National Academies Press. Hentet fra: <https://doi.org/10.17226/24836> (09.01.19).

NOU 2016:19. (2016). *Samhandling for sikkerhet*. Oslo: Departementenes servicesenter, Informasjonsforvaltning.

NS-ISO. (2009). *Risikostyring: Prinsipper og retningslinjer*. Norsk Standard NS/ISO 31000:2009.

Ouyang, M., Dueñas-Osorio, L. og Min, X. (2012). A three-stage resilience analysis framework for urban infrastructure systems. *Structural Safety* 36-37(2012), 23-31.  
doi:10.1016/j.strusafe.2011.12.004

Parsons, M., Glavac, S., Hastings, P., Marshall, G., McGregor, J., McNeill, J., Morley, P., Reeve, I. og Stayner, R. (2016). Top-down assessment of disaster resilience: A conceptual framework using coping and adaptive capacities. *International Journal of Disaster Risk Reduction* 19(2016), 1-11. doi: [10.1016/j.ijdr.2016.07.005](https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2016.07.005)

Patriarca, R., Bergström, J., Di Gravio, G., Costantino, F. (2018) Resilience engineering: Current status of the research and future challenges, *Safety Science* (0925-753), Vol. 102, pp. 79-100, doi:10.1016/j.ssci.2017.10.005. Hentet fra: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925753516306130> (08.02.19).

Pettersen, K.A. og Schulman, P.R. (2016). Drift, adaptation, resilience and reliability: Toward an empirical clarification. *Safety Science*. doi: [10.1016/j.ssci.2016.03.004](https://doi.org/10.1016/j.ssci.2016.03.004)

---

---

Prior, T. (2014). *Measuring Critical Infrastructure Resilience: Possible Indicators*. Risk and Resilience Report 9, Risk and Resilience Research Group Center for Security Studies. Hentet fra: <http://www.css.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/gess/cis/center-for-securities-studies/pdfs/SKI-Focus-Report-10.pdf> (23.07.18).

Prior, T, Roth, F. og Herzog, M. (2015). Transformation in European Natural Hazard Management: There and Back Again. I Bossong, R. og Hegermann, H. (Red.), *European Civil Security Governance: Diversity and Cooperation in Crisis and Disaster Management* (s. 138-159). Palgrave Macmillan UK.

Pursiainen, C. og Rød, B. (red.) (2016). *Deliverable D2.2 Report of criteria for evaluating resilience*. IMPROVER. Hentet fra: [http://media.improverproject.eu/2016/06/IMPROVER-D2.2-Report-of-criteria-for-evaluating-resilience\\_DRAFT.pdf](http://media.improverproject.eu/2016/06/IMPROVER-D2.2-Report-of-criteria-for-evaluating-resilience_DRAFT.pdf) (02.07.18).

Rausand, M. og Utne, B. I. (2009). *Risikoanalyse – teori og metoder*. Bergen: Fagbokforlaget.

Reitan m.fl. (2016). *D2.3 Evaluation of resilience concepts applied to critical infrastructure using existing methodologies*. IMPROVER. Hentet fra: <http://media.improverproject.eu/2017/05/D2.3-evaluation.pdf> (29.06.18).

Righi, A. W., Saurin, T. A. og Wachs, P. (2015). *Reliability Engineering and System Safety* 141(2015), 142-152. doi: [10.1016/j.ress.2015.03.007](https://doi.org/10.1016/j.ress.2015.03.007)

Rosenqvist, H., Reitan, N.K., Petersen, L. og Lange, D. (2018). ISRA: IMPROVER societal resilience analysis for critical infrastructure. I Haugen, S., Barros, A., Gulijk, C., Kongsvik, T og Vinnem, J.E. (Red.), *Safe Societies in a Changing World, 28<sup>th</sup> International European Safety and Reliability Conference (ESREL 2018)* (s. 1923-1931). Taylor & Francis Group: London.

SN-ISO. (2009). *Risikostyring: Terminologi*. Standard Norge Guide SN-ISO 73:2009.

SRA (2015). SRA Glossary. Hentet fra: <http://www.sra.org/sites/default/files/pdf/SRA-glossary-approved22june2015-x.pdf> (09.01.18).

Steen, R. og Aven, T. (2011). A risk perspective suitable for resilience engineering. *Safety Science*, 49(2), 292-297.

Storesund, K., Reitan, N.K., Sjöström, J., Rød, B., Guay, F., Almeida, R. og Theocharidou, M. (2018). Novel methodologies for analysing critical infrastructure resilience. I Haugen, S., Barros, A., Gulijk, C., Kongsvik, T og Vinnem, J.E. (Red.), *Safe Societies in a Changing World, 28th International European Safety and Reliability Conference (ESREL 2018)* (s. 1923-1931). Taylor & Francis Group: London.

---

---

Theorcharidou, M. m.fl. (2016). *Deliverable D1.3 Final lexicon of definitions related to Critical Infrastructure Resilience*. Improved Risk Evaluation and Implementation of Resilience Concepts to Critical Infrastructure. Hentet fra: [http://media.improverproject.eu/2017/05/D1.3-Lexicon.v1\\_submitted.pdf](http://media.improverproject.eu/2017/05/D1.3-Lexicon.v1_submitted.pdf) (11.07.18).

UNISDR. (2017). Resilience. *I UNISDR Terminology*. Hentet fra: <https://www.unisdr.org/we/inform/terminology#letter-r> (28.06.18).

Vurgin, E.D., Warren, D.E. og Ehlen, M.A. (2011). A Resilience Assessment Framework for Infrastructure and Economic Systems: Quantitative and Qualitative Resilience Analysis of Petrochemical Supply Chains to a Hurricane. *Process Safety Progress* 30(3). Hentet fra: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/prs.10437> (02.08.19).

Woltjer, R. (Red) (2015). *Deliverable D1.1 Consolidation of resilience concepts and practices for crisis management*. Hentet fra: [https://h2020darwin.eu/wp-content/uploads/2017/10/DARWIN\\_D1.1\\_Consolidate\\_resilience\\_concepts\\_and\\_practices\\_for\\_crisis\\_management.pdf](https://h2020darwin.eu/wp-content/uploads/2017/10/DARWIN_D1.1_Consolidate_resilience_concepts_and_practices_for_crisis_management.pdf) (12.06.18).

Øien, K., Jovanović, A., Grøtan, T.O., Choudhary, A., Tetlak, K., Bodsberg, L. og Jelic, M. (2017). *D3.2 Assessing Resilience of SCIs based on Indicators*. Smart Resilience: Indicators for Smart Critical Infrastructures. Hentet fra: <http://www.smartresilience.eu-vri.eu/sites/default/files/publications/SmartResD3.2.pdf> (29.06.18).

## About FFI

The Norwegian Defence Research Establishment (FFI) was founded 11th of April 1946. It is organised as an administrative agency subordinate to the Ministry of Defence.

### FFI's MISSION

FFI is the prime institution responsible for defence related research in Norway. Its principal mission is to carry out research and development to meet the requirements of the Armed Forces. FFI has the role of chief adviser to the political and military leadership. In particular, the institute shall focus on aspects of the development in science and technology that can influence our security policy or defence planning.

### FFI's VISION

FFI turns knowledge and ideas into an efficient defence.

### FFI's CHARACTERISTICS

Creative, daring, broad-minded and responsible.

## Om FFI

Forsvarets forskningsinstitutt ble etablert 11. april 1946. Instituttet er organisert som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter underlagt Forsvarsdepartementet.

### FFIs FORMÅL

Forsvarets forskningsinstitutt er Forsvarets sentrale forskningsinstitusjon og har som formål å drive forskning og utvikling for Forsvarets behov. Videre er FFI rådgiver overfor Forsvarets strategiske ledelse. Spesielt skal instituttet følge opp trekk ved vitenskapelig og militærteknisk utvikling som kan påvirke forutsetningene for sikkerhetspolitikken eller forsvarsplanleggingen.

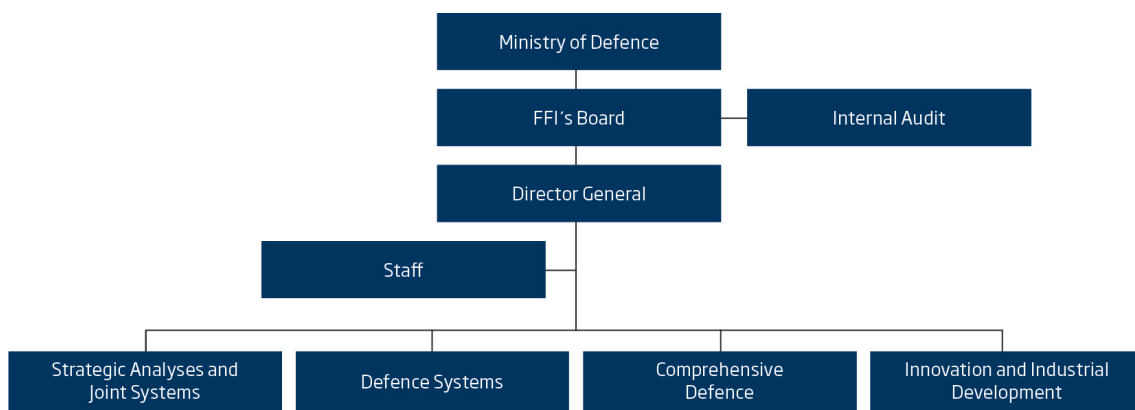
### FFIs VISJON

FFI gjør kunnskap og ideer til et effektivt forsvar.

### FFIs VERDIER

Skapende, drivende, vidsynt og ansvarlig.

## FFI's organisation



**Forsvarets forskningsinstitutt**  
Postboks 25  
2027 Kjeller

Besøksadresse:  
Instituttveien 20  
2007 Kjeller

Telefon: 63 80 70 00  
Telefaks: 63 80 71 15  
Epost: [ffi@ffi.no](mailto:ffi@ffi.no)

**Norwegian Defence Research Establishment (FFI)**  
P.O. Box 25  
NO-2027 Kjeller

Office address:  
Instituttveien 20  
N-2007 Kjeller

Telephone: +47 63 80 70 00  
Telefax: +47 63 80 71 15  
Email: [ffi@ffi.no](mailto:ffi@ffi.no)