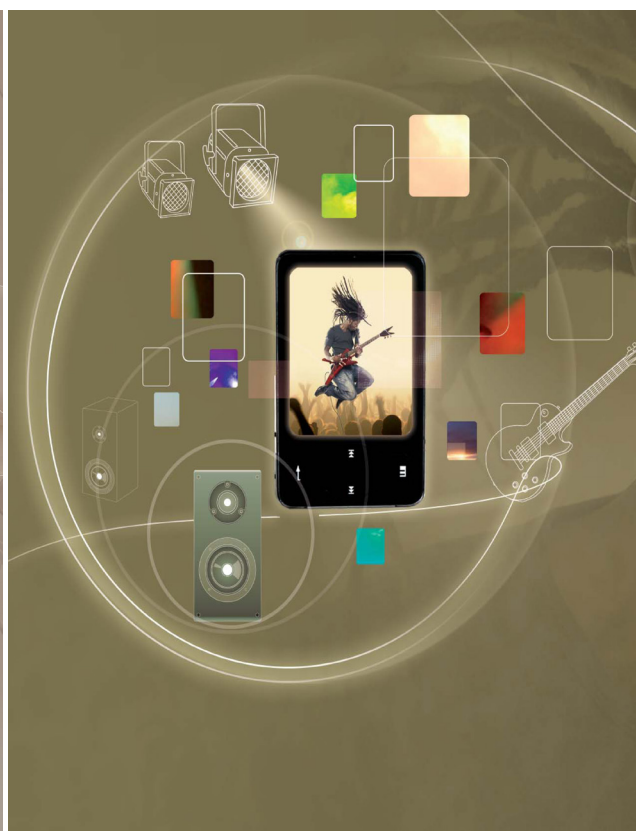


DSB/NEK Elsikkerhetsprosjektet – 1/2016

# Vår elektriske fremtid

Et veikart for elsikkerhet – utfordringsbildet



**NEK**

NORSK ELEKTROTEKNISK KOMITE

**dsb**

Direktoratet for  
samfunnssikkerhet  
og beredskap

**Vår elektriske fremtid**  
**Et veikart for elsikkerhet – utfordringsbildet**

Tønsberg / Oslo 18. april 2017<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Rapporten foreligger i revidert utgave. Opprinnelig rapport ble publisert 19. oktober 2016.

## Forord

Det er et politisk mål og en grunnleggende verdi at hver enkelt skal føle trygghet i hverdagen.<sup>2</sup> Arbeidet med elsikkerhet er en viktig del av arbeidet med samfunnssikkerhet og må kontinuerlig tilpasses endrede rammebetingelser, utfordringer og muligheter.

Formålet med utredningen er å identifisere utfordringer med bruk av elektrisitet som kan oppstå eller forsterkes i perioden frem til 2030. Dette gjøres uten å ta stilling hvem som skal løse utfordringene. Ofte vil håndtering skje i samspill mellom myndigheter og de ulike næringene. Ansvarsområdene og grenseflatene mellom myndigheter disse er ikke tema i denne utredningen. Tre myndigheter nevnes likevel spesifikt, siden disse samlet sett vil ha det overordnede tilsynsansvar innen de fleste av utfordringene som blir adressert. Oppstillingen av oppgaver er ikke uttømmende.

DSB (Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap) skal bidra til at sårbarheten i samfunnet reduseres gjennom kunnskapsbasert forebygging, styrket samhandling i beredskap og krisehåndtering. Som nasjonal elsikkerhetsmyndighet er DSB satt til å forvalte el-tilsynsloven<sup>3</sup> og gjennom det bidra til at bruk av elektrisitet skjer uten fare for liv, helse og materielle verdier.

NVE (Norges Vassdrags- og energidirektorat) skal bidra til en helhetlig og miljøvennlig forvaltning av vassdragene, fremme samfunnsøkonomisk effektiv produksjon, overføring, omsetning og bruk av energi, fremme sikker kraftforsyning (forsyningsikkerhet) og bedre samfunnets evne til å håndtere flom- og skredrisiko.

Nkom (Nasjonal kommunikasjonsmyndighet) er det sentrale, utøvende tilsyns- og kontrollorgan på områdene for post og elektronisk kommunikasjon i Norge. Nasjonal kommunikasjonsmyndighet har et særskilt ansvar knyttet til sikkerhet og beredskap i ekomnett og -tjenester.

Elektrisitet er en forutsetning for vårt velferdsamfunn. Samtidig utgjør elektriske produkter og anlegg en risiko for barn og voksne, husdyrhold og oppdrettsnæring, forretningsdrift og tjenesteyting, eiendom og kulturverdier. Feilfunksjon og svikt i strømforsyningen påvirker i ytterste forstand både folks trygghet og vår nasjonale samfunnssikkerhet.

"Vår elektriske fremtid – et veikart for elsikkerhet" er resultatet av et samarbeidsprosjekt mellom DSB og Norsk elektroteknisk komite (NEK) med mål å beskrive viktige utfordringer i arbeidet med å opprettholde en forsvarlig elsikkerhet frem mot 2030. NEK er en selvstendig og nøytral organisasjon med ansvar for den elektrotekniske standardiseringsvirksomheten i Norge. NEK er det norske medlemsorgan i de internasjonale standardiseringsorganisasjonene IEC<sup>4</sup> og CENELEC<sup>5</sup>. DSBs og NVEs forskrifter henviser til anerkjente normer som akseptert metode for å oppfylle forskriftenes sikkerhetskrav og NEK er dermed en viktig bidragsyter til elsikkerhetsarbeidet.

DSB vil benytte rapporten som underlag i direktoratets gjennomgang av elsikkerhetsforvaltningen i Norge, høsten 2016. NEK vil tilsvarende benytte rapporten i sitt strategiarbeid for elektrostandardiseringen i Norge.

Følgende sentrale drivere vil påvirke utfordringene i arbeidet med å opprettholde en forsvarlig elsikkerhet over tid:

---

<sup>2</sup> Se bl.a. Prop. 1 S (2015-2016) fra Justis- og beredskapsdepartementet, kapittel 1.1.

<sup>3</sup> Lov 24. mai 1929 nr 4 om tilsyn med elektriske anlegg og elektrisk utstyr (el-tilsynsloven).

<sup>4</sup> International Electrotechnical Commission.

<sup>5</sup> European Committee for Electrotechnical Standardization.

- Natur og klima
- Politikk og policy
- Teknologi og trender
- Samfunn og struktur

Med ønske om å få et bredt underlagsmateriale og se utfordringene fra ulike ståsteder så ble andre myndigheter, bransjeorganisasjoner, interesseorganisasjoner og enkeltpersoner invitert til å bidra med innspill som underlag for denne rapporten. Det ble sendt ut invitasjon til 54 ulike interessenter. Det ble gjennomført en rekke dialogmøter og intervjuer med sentrale personer i forvaltningen og næringslivet. I tillegg har det blitt samlet inn en rekke dokumenter og rapporter om er relevante for emnet. Dette danner i sum et omfattende underlagsmateriale for rapporten og det videre arbeidet på området.

I møter til referansegruppen og i høringen som ble gjennomført, har det kommet en rekke innspill som er tatt med i utredningen.

Det har vært korte tidsfrister, noe som har påvirket omfanget og hvor dypt man kunne gå inn i de ulike problemstillinger. Rapporten er derfor ikke uttømmende, men beskriver utvalgte samfunnsområder, utviklingstrekk og problemstillinger som det er viktig å være oppmerksom på fremover. Det er viktig å utdype og komplettere beskrivelsene i denne rapporten i det oppfølgende arbeidet. Det er et derfor et ønske fra prosjekteierne at denne rapporten skal være en første utgave av et «Veikart for elsikkerhet» som bør oppdateres jevnlig.

## Sammendrag

Elektrisiteten er en forutsetning i alle vitale funksjoner i et moderne samfunn og avhengigheten blir stadig sterkere. Den er en energibærer og understøtter all form for elektronisk kommunikasjon. Elektrisitet er en fleksibel, pålitelig og miljøvennlig, men kan også være en farlig vare dersom den ikke fungerer etter sin hensikt.

Med *elsikkerhet* legger prosjektet<sup>6</sup> følgende til grunn:

- Strømgjennomgang,
- Farlig varmeutvikling,
- Feilfunksjon i elektrisk utstyr eller anlegg, herunder systemer disse er ment å understøtte,
- Atmosfæriske overspenninger og koblingsoverspenninger, og
- Bortfall av strømforsyning.

Konsekvensene kan bli alvorlige hendelser og store kostnader. Akseptabel elsikkerhet betyr fravær av slike hendelser.

Samfunnet vil oppleve økt avhengig av elektrisitet som energi- og kommunikasjonsbærer i årene frem mot 2030. Avhengigheten øker vår sårbarhet dersom vitale systemer ikke leverer den høye opptiden som forutsettes. Dette påvirker samfunnssikkerheten, næringslivet og den enkelte borger. Samfunnskritisk infrastruktur og tjenester kan rammes og i gitte situasjoner lammes. Avhengigheten gjør at tålegrensen for svikt i slike systemer reduseres og mange tar for gitt at systemene virker til enhver tid.

### Ulykker og skader med elektrisk årsak

Det blir trukket frem en rekke scenario som kan påvirke risiko for ulykker og skader med elektrisk årsak. Den viktigste leser bør merke seg er hvor gjennomgripende elektrifiseringen i samfunnet kommer til å bli. Dermed er det en del av det potensielle ulykkes- og skadebilde nærmest uansett hvilken samfunnssektor man opererer innen.

### Klimapåvirkningen

Endringer i de klimatiske forhold har skjedd raskere enn normal utskiftingstakt i enkelte elektriske anlegg. I de tilfelle forholdet rammer samfunnskritisk infrastruktur eller tjenester kan det redusere disses evne til å operere i ekstremsituasjoner.

### Elektrifiseringen er gjennomgripende

Elektrisitetens fleksibilitet er årsaken til den gjennomgripende elektrifiseringen i samfunnet. Mens bruken tradisjonelt har vært knyttet til stasjonære enheter, ser man i dag at elektrisiteten og dens bruk er mobil. Moderne teknologi for energilagring gjør at elektrisk utstyr ikke trenger en kontinuerlig oppkobling til forsyningsnettet.

### Kompetanseutfordringen

I utredningen trekker man frem behovet for kompetanse til å håndtere de stadig mer kompliserte systemene. Usikkerhet rundt i tilgang til slik kompetanse kan utgjøre en utfordring for samfunnssikkerheten. Det presiseres spesielt at tilgang også må være reell i ekstremsituasjoner.

---

<sup>6</sup> Det gjøres oppmerksom på at definisjonen ikke er helt i samsvar med gjeldende EI-tilsynslov.

## Sammenstilling av hovedutfordringene

Hovedutfordringer innenfor elsikkerhetsområdet fram mot 2030 kan sammenfattes i følgende punkter:

- 1. Avhengighet av el:** Påliteligheten og kvaliteten i den allmenne strømforsyningen er ikke god nok for mange samfunnskritiske funksjoner og kommersielle tjenester. I utfordringsbildet som tegnes mot 2030, vil en del slike funksjoner og tjenester kreve kontinuerlig oppetid og god kvalitet for strømforsyningen. I analysen påpekes at ekstrem høy pålitelighet vil aktualiseres i stadig flere sektorer f.eks.:
  - En pålitelig strømforsyning er avgjørende i fremtidens helse- og velferdstjenester hvor det offentlige overvåker og "behandler" eldre og syke mens de bor hjemme.
  - Systemer som gir oss vann, avløp, ekomtjenester og skybaserte tjenester vil være avhengig av kontinuerlig oppetid.
- 2. Avhengighet av ekom:** Enhver vil være avhengig av trygge og stabile kanaler for elektronisk kommunikasjon. For enkelte sektorer vil bortfall kunne innebære alvorlige konsekvenser for samfunnet – herunder også samfunnsikkerheten. Det er gir for det første behov for høy pålitelighet og redundans i ekomnettet, men også for systemer som understøtter ekom. Strømforsyning er en slik understøttende funksjon
  - Kommunikasjon mellom lokalt utstyr og tjeneste på nett vil kreve kontinuerlig oppetid for husholdninger, næringsliv og offentlig tjenesteyting.
- 3. Branner med elektrisk årsak/yrkesrelaterte elulykker/pasientsikkerhet:** Antall døde i branner med elektrisk årsak er uakseptabelt høyt, dette på tross av at antall branner med elektrisk årsak går ned. I enkelte sektorer som f.eks. landbruket har man i en årrekke slitt med en høy andel branner med elektrisk årsak. Antallet elulykker i forbindelse med yrkesutøvelse er uakseptabelt høyt. Dødsfall hos pasienter på norske sykehus som følge av manglende elsikkerhet er uakseptabelt og må forebygges.
- 4. Klimapåkjenninger:** Dagens tekniske tilstand for kraftnett er ikke robust nok for å tåle framtidens klimapåkjenninger. For å opprettholde forventet samfunnsikkerhet er det behov for å styrke det tekniske regelverket til kraftsystemet slik at det tåler forventede klimapåkjenninger og tiltenkt bruk.
- 5. Elektrifisering av transportsektoren:** Elektrisitet vil være helt sentralt i det grønne skiftet og framtidens transportløsninger (vei, jernbane, maritim sektor) både som «drivstoff» og som kommunikasjonsbærer i styringen av kjøretøy og kjøretøyenes kommunikasjon med omgivelsene. Det forventes utvikling av avanserte trafikkstyringssystemer for vei, med tjenester som skaper effektiv transport og danner grunnlag for autonome kjøretøy. Jernbanesektoren i Norge har utfordringer knyttet signalanlegg, tunnelsikkerhet, eksponering av høyspenningsanlegg mot allmennheten og alder på kjøreledninger. Det er videre viktig at elsikkerheten ivaretas med den storstilte elektrifiseringen av ferger, nærskipstrafikk og fiskefartøy, som allerede er igangsatt. Et høyt elsikkerhetsnivå må opprettholdes i offshoresektoren selv i en tid hvor det er stort press for å redusere kostnader. Transportsektoren som kritisk infrastruktur vil i fremtiden være svært avhengig av en trygg og pålitelig strømforsyning.
- 6. Behov for styrket elektrokompetanse i samfunnet:** Planlagte lettelsener i det overnasjonale regelverk vedrørende gjensidig anerkjennelse av yrkeskompetanse kan få negative innvirkning på norske virksomhetes evne til å opprettholde kompetanse. Dette forsterkes av at de norske SMB-virksomhetene stilles ovenfor kontraktstørrelser fra infrastrukturforvalterne som ofte ligger langt utenfor deres leveringsevne. Dermed fratras de

reell konkurransemulighet. Enkelte uttrykker bekymring for beredskapskompetanse eller tilgang til slik i krisetid for infrastrukturselskaper som en følge av dette i fremtiden.

### Behov for initiativ mot 2030

Det foreslå følgende initiativ:

- a) **Granskning:** Det er viktig å granske av ulykker og hendelser for å optimalisere det forebyggende arbeidet. Det bør vurderes å bruke metoder som allerede benyttes av Statens havarikommisjon for transport. Det bør lages et system for gode analyser som grunnlag for kunnskapsbasert forebygging. Det bør også lages en relevant landsomfattende statistikk for elsikkerhet i samarbeid med sektormyndigheter og forsikring. Dette bør utredes nærmere som et ledd i å få ned tallet på ulykker og branner på de områdene tallene er uakseptabelt høye. Virkemidlene må revurderes i lys av ny kunnskap.
- b) **Sårbarhetsanalyse:** Alle som er kritisk avhengig av el og ekom for drift av viktig infrastruktur og samfunnstjenester bør identifiseres. Behov for tiltak bør kartlegges i samarbeid med sektormyndighetene.
- c) **Infrastrukturforvaltning:** Det må klargjøres hvordan vi skal sikre et fysisk robust kraftnett som tåler fremtidens klimapåkjenninger og bruk. Tekniske krav bør gjennomgås for kraftforsyning på alle nivåer og det bør innføres moderne metoder for tilstandskontroll og anleggsforvaltning. Restrisikoen for strømutfall som uansett vil foreligge, på tross av nye tiltak, må klargjøres og formidles til samfunnet.
- d) **Jernbanesektoren:** Jernbanesektoren er i omstilling. Vi står overfor organisasjonsendringer og store utbyggingsprosjekter. Relevante myndigheter og aktører bør ta tak i elsikkerhetsutfordringene som er identifisert i denne utredningen. Eksponering av farlige elektriske anlegg overfor allmennheten, påliteligheten av strømforsyning til signalanleggene, elsikkerhet i tunneler, gamle kjøreledninger er blant forholdene som bør vies oppmerksomhet.
- e) **Vann- og avløp:** Det er identifisert pålitelighetsutfordringer i vann- og avløpssystemer. Relevante myndigheter og aktører bør ta tak i elsikkerhetsutfordringene som er identifisert og utrede tiltak.
- f) **Maritim- og petroleumssektoren:** Det er identifisert elsikkerhetsutfordringer i maritim sektor og petroleumssektoren. Relevante myndigheter og aktører bør ta tak i utfordringene som er identifisert og utrede tiltak.
- g) **Veitransport:** Veisektoren er inne i en rivende teknisk utvikling som følge av bla det grønne skiftet. Relevante myndigheter og aktører må ta tak i elsikkerhetsutfordringene som er identifisert.
- h) **Pasientsikkerhet:** Sikkerheten ved elektromedisinsk utstyr og elektriske installasjoner i sykehus er nært knyttet sammen. Elektrisk sett er dette ett system. I et samfunnsikkerhetsperspektiv er det uakseptabelt at pasienter dør på norske sykehus pga. av feil på slike systemer. Det foreslås et eget prosjekt som ser nærmere på dette området og foreslår tiltak for å få sikkerheten opp på et høyere nivå.
- i) **El-kvalitet/EMC:** Utfordringene med el-kvalitet kan bli et økende elsikkerhetsproblem. Nærmere analyser av hvordan dette bør gripes regulatorisk og tilsynsteknisk er nødvendig.
- j) **Fremtidens elinstallasjon:** Krav til elektriske installasjoner i næringsbygg så vel som private boliger, må tilpasses kommende endringer i energisystemet og fremtidens bruk av elektrisitet. Tiltak foreslås utredet.
- k) **Kompetanseregulering:** Relevante myndigheter bør foreta en gjennomgang av gjeldende kompetanseregulering innen elsikkerhetsområdet, studere virkningen av reguleringen og vurdere hvilken innretning denne må ha for å møte identifiserte utfordringer.

## Innhold

1. Bakgrunn og formål .....	10
1.1. El-tilsynslovens definisjon av elsikkerhet .....	10
1.2. Nye perspektiver .....	10
2. Prosjektets organisering, metode og datainnsamling .....	11
2.1. Organisering .....	11
2.2. Metode .....	11
2.3. Innsamling og strukturering av data .....	12
3. Terminologi.....	13
4. Hva er elsikkerhet? .....	17
4.1. Behovet for klargjøring av begrepet .....	17
4.2. Elsikkerhet og farekilder i denne utredningen .....	17
4.2.1. Strømgjennomgang .....	17
4.2.2. Farlig varmeutvikling .....	18
4.2.3. Feilfunksjon i elektrisk utstyr eller anlegg.....	18
4.2.4. Bortfall av strømforsyningen.....	19
4.2.5. Atmosfæriske overspenninger og koblingsoverspenninger.....	19
4.3. Kort om statistikk over hendelser .....	19
4.4. Analyse og kontinuerlig forbedring.....	20
4.5. Elsikkerhetsmodell og/eller sektormodell.....	21
5. Globalisering og elektrisitetens rolle.....	22
5.1. Globalt perspektiv .....	22
5.2. Økt elektrisitets- og effektbruk .....	22
6. Energiforsyning i endring og omstilling.....	24
6.1. Økt bruk av elektrisitet .....	24
6.2. Kort om smarte energinett.....	24
6.3. Hvem styrer hva?.....	25
6.4. Eksempler fra infrastrukturområder .....	26
7. Driverne som påvirker vår elektriske fremtid .....	27
7.1. Hvordan klassifisere .....	27
7.2. Klassifisering .....	27
8. Natur og klimatiske rammebetingelser.....	28
8.1. Ekstremvær .....	28
8.2. Risiko som påvirkes av natur .....	29
8.3. Risiko som påvirkes av klima .....	29
8.4. Natur og klima - utfordringer .....	29



9. Politiske rammebetingelser .....	30
9.1. Det grønne skiftet.....	30
9.1.1. Interesseavveining – energi, funksjon og miljø .....	30
9.2. Det globale, regionale og nasjonale handelsperspektiv.....	31
9.2.1. Direktivene og standardene .....	31
9.3. Internasjonal regulering av kompetanse.....	32
10. Teknologisk innovasjonskraft .....	33
10.1. Tar vi i bruk den nye teknologien? .....	33
10.2. Informasjonsflate .....	33
10.3. Software vs. hardware .....	33
10.4. Sensorteknologi og autonomi .....	34
10.5. Biologi.....	34
10.5.1. Dagens teknologi – «wearables».....	35
10.6. «Alt» er trådløs.....	35
10.7. Tingenes internett (IoT) – Internett for tjenester (IoS).....	36
10.8. Det teknologiske korthuset .....	37
10.8.1. Kort om utfordringene innen IoT/IoS.....	38
10.9. Helse og velferd.....	38
10.9.1. Produkter som understøtter helse og velferd.....	39
10.9.2. Elektromedisinsk utstyr som inngår i helsehjelp.....	39
10.9.3. Trygghets-, alarm- og overvåkningssystemer.....	39
10.10. EMC .....	39
11. Samfunnsmessige endringer .....	41
11.1. Fysisk infrastruktur i samfunnet.....	41
11.2. Hva er samfunnskritiske infrastrukturer? .....	41
11.3. Hva er samfunnskritiske tjenester?.....	41
11.4. Grensesnitt mot sluttbruker.....	42
11.5. Hvordan vil fremtidens elektriske installasjon se ut? .....	42
11.6. Teknologiiintegrasjon – behov for en mer helhetlig tilnærming? .....	42
11.7. Sårbarhet – mer bevisst bruk av nødstrøm og reservekraft .....	42
11.7.1. Spesielt om maritim-, trikk-, t-bane og jernbanesektoren.....	43
11.8. Nye muligheter for bedre elsikkerhet .....	43
11.9. Kraftforsyning.....	44
11.9.1. Om det norske transmisjonsnett .....	44
11.9.2. Distribusjonsnett.....	45
11.9.3. Smarte energinett .....	46

11.9.4. Solkraft eller tilsvarende .....	47
11.10. Informasjon og kommunikasjonsteknologi (Ekom).....	49
11.10.1. Ulike ståsted – ulike synspunkt .....	49
11.10.2. Sårbarhet på ekomanlegg .....	49
11.10.3. Datasentre .....	50
11.11. Vann- og avløpssystem.....	50
11.12. Veitrafikksystemer.....	51
11.13. Elektrifisering av transport.....	53
11.14. Elbil – fremtidens standard? .....	53
11.15. Landbruksnæringen.....	54
11.16. Jernbane .....	54
11.17. Maritim næring .....	55
11.18. Urbanisering .....	57
11.19. Demografi.....	57
11.20. Utskiftingstakt .....	58
12. Kompetanse innen elektroområdet (forbrukere, næringsliv, bransjen).....	59
12.1. Den vanlige forbrukeren.....	59
12.2. Næringslivet (ikke samfunnskritisk) .....	59
12.3. Infrastrukturselskaper (samfunnskritiske) .....	59
12.4. Leverandør- og entreprenørbransjen.....	60
12.5. Manglende kompetanse ved risikovurdering og risikohåndtering .....	61
12.6. Gjensidig anerkjennelse av yrkeskompetanse i EØS-området.....	61
12.7. Eksport av kompetanse .....	62
12.8. Bestillerkompetanse.....	63
13. Samlet vurdering og anbefalt oppfølging.....	64
13.1. Avhengighet av el og ekom .....	64
13.2. Ulykker og skader med elektrisk årsak.....	64
13.3. Klimapåvirkningen.....	64
13.4. Elektrifiseringen er gjennomgripende.....	64
13.5. Kompetanseutfordringen .....	65
13.6. Sammenstilling av hovedutfordringene .....	65
13.7. Initiativ mot 2030 .....	66
14. Dokumentreferanser .....	68
14.1. Enhetlige publikasjoner .....	68
14.2. Internett referanser.....	70

## 1. Bakgrunn og formål

**Bruken av elektrisitet er i rask endring. Det vil kreve endringer i hvordan man tilnærmer seg utfordringene i tiden fremover. I denne utredningen ses det spesielt på begrepet elsikkerhet og hvordan dette bør utvikles i tråd med nye utfordringer.**

### 1.1. El-tilsynslovens definisjon av elsikkerhet

El-tilsynsloven § 2 stadfester hovedmålet at «Elektriske anlegg skal prosjekteres, utføres, drives, vedlikeholdes og kontrolleres slik at de ikke frembyr fare for liv, helse og materielle verdier». I begrepet «fare for liv, helse og materielle verdier» har man også definert inn fare for liv og helse som skyldes bortfall av ordinær strømforsyning i elektriske lavspenningsanlegg. Man har for eksempel bestemmelser i forskrift om elektriske lavspenningsanlegg, § 31 om avbrudd i strømforsyningen.

### 1.2. Nye perspektiver

I prosjektet har man ønsket å se på farer ved elektrisiteten i utvidet forstand, uavhengig av rammene som § 2 setter. Regelverk og forvaltningspraksis har vist at innholdet i elsikkerhetsbegrepet kan ha et annet innhold innen skip og offshore, enn på landbaserte anlegg. Videre er NEKs virksomhet ikke avgrenset av el-tilsynslovens rammer. NEKs apparat med nærmere 100 tekniske komiteer arbeider innen et vidt spekter innen el- og ekomområdet. Disse er igjen knyttet mot europeisk og global standardisering gjennom NEKs medlemskap i CENELEC og IEC. Flere av komiteene forvalter standarder som understøtter EUs direktivregime innen tekniske felt, hvor referanse til standard er et flittig brukt prinsipp. Standardene understøtter også internasjonal handel og gjør det mulig å få et harmonisert nivå for helse, miljø og sikkerhet også på tvers av handelsblokkene.

Med *elsikkerhet* legger prosjektet følgende til grunn:

- Produksjon, overføring, distribusjon og bruk av elektrisk energi uten at elektrisiteten i seg selv frembringer fare for liv, helse og materielle verdier eller forårsaker uakseptabel risiko ved bortfall eller feilfunksjon i systemer eller utstyr den er ment å understøtte.

Prosjektets formål har vært å identifisere hovedutfordringer fram mot 2030 og foreslå noen initiativ. Videre har det vært et mål å få en felles forståelse blant prosjekteiere og øvrige interessenter om utfordringsbildet.

Elsikkerhet som begrep beskrives mer i detalj senere i rapporten. Prosjektet har også hatt som mål å sette elsikkerhet inn i et samfunnsikkerhetsperspektiv.

Utfordringsbildet skal være et felles utgangspunkt – et første "veikart for elsikkerhet" som aktørene kan legge til grunn for sitt arbeid med elsikkerhet. Prosjekteierne ønsker at et "veikart for elsikkerhet" og grunnlaget dette er bygget på, skal oppdateres jevnlig.

DSB ønsker å benytte dette utfordringsbildet i sitt interne prosjekt "Strategisk gjennomgang av elsikkerhetsområdet" høsten 2016. NEK ønsker å bruke utfordringsbildet i sitt strategiarbeid om elektroteknisk standardisering.

## 2. Prosjektets organisering, metode og datainnsamling

### 2.1. Organisering

Prosjektet er gjennomført i et samarbeid mellom DSB og NEK.

Det ble opprettet en styringsgruppe med representanter for eierorganisasjonene og en referansegruppe med deltakelse fra øvrige interessenter. Rapporten ble sendt ut til åpen høring på forsommeren 2016.

Det ble lagt vekt på å etablere uformelle kanaler til ulike kompetansemiljøer. Et av disse miljøene er NEKs nettverk av over 500 eksperter som til daglig arbeider innen sine spesialfelt, men som også deltar i en eller flere av NEKs normkomitéer. Utover det er det knyttet kontakt med andre kompetansemiljøer gjennom såkalte dialogmøter hvor man hadde samtaler med personer på ledernivå.

Det ble sendte invitasjon til 54 potensielle interessenter om deltakelse i en referansegruppe. Omtrent 30 av disse deltok på et eller flere møter i referansegruppen og de fleste gav også skriftlige innspill i høringen.

### 2.2. Metode

Prosjekteierne sluttet seg til en ny metode for å beskrive utfordringsbildet. Det ble tatt utgangspunkt i fire drivere for utviklingen fram mot 2030:

- Natur og klima
- Politikk og policy
- Teknologi og trender
- Samfunn og struktur

#### Natur og klima

Hvordan endringer i natur og klima vil påvirke elsikkerheten i tiden framover.

#### Samfunn og struktur

Hvordan endringer i samfunnet og samfunnets viktige funksjoner vil påvirke elsikkerheten i fremtiden. I dette ligger f.eks. lokalisering av næringsliv, bosettingsmønster, omstilling, demografi, kultur og infrastruktur.

#### Politikk og policy

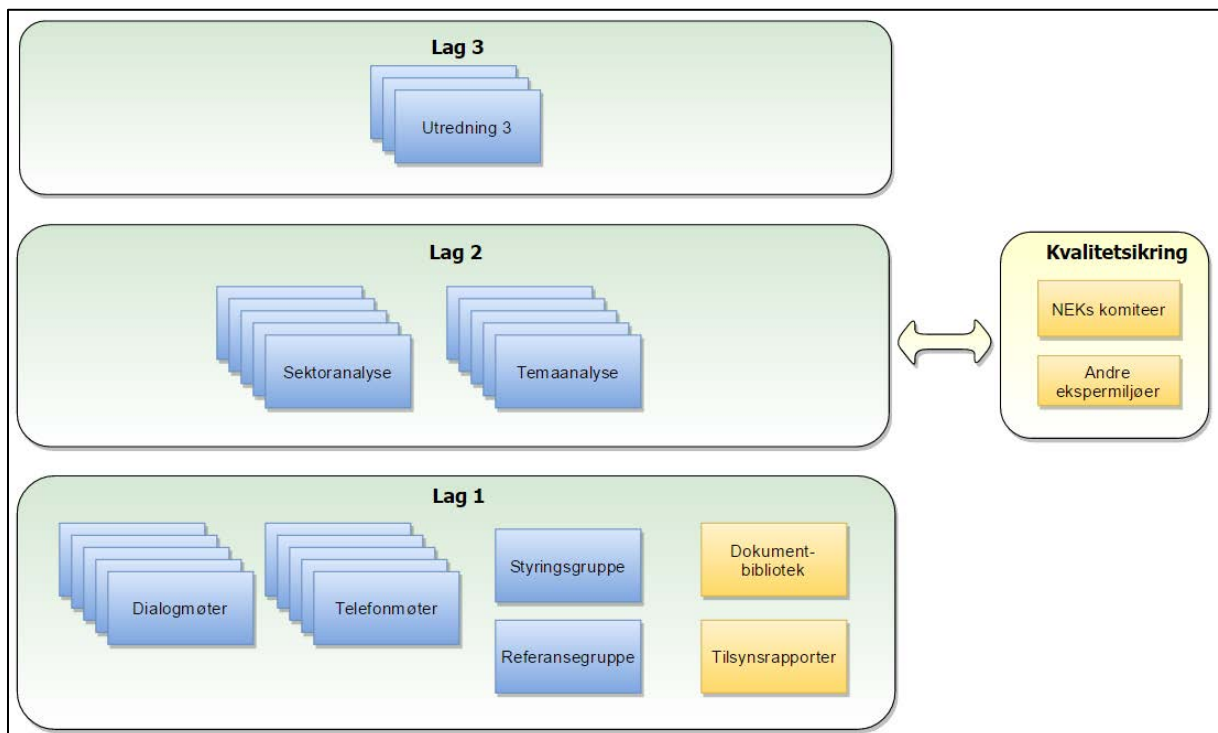
Hvordan forhold som kan knyttes til politisk styrte prosesser nasjonalt og internasjonalt vil påvirke elsikkerheten. Eksempler kan være handelspolitikk (globalisering), det grønne skiftet, krav til velferd, krav til omsorg og helsetjenester, krav til miljø, krav til samfunnssikkerhet, krav til trygghet, krav til kommunikasjontjenester, energipolitikk.

#### Teknologi og trender

Hvordan vi påvirkes av innovasjon og skapervilje i samfunnet. Teknologi har i alle år vært en viktig driver i samfunnsutviklingen. I dag skjer dette i enda større grad enn tidligere. Trender handler om de store linjene i teknologiutviklingen.

## 2.3. Innsamling og strukturering av data

Materialet som er utarbeidet eller samlet inn er strukturert som vist figur 1 under:



### 1 Prosjektdokumentasjon - inndelt i lag

Ved overlevering av første utredning september 2016 er fordelingen av dokumenter på de ulike lagene:

- Lag 1: Omtrent 120 dokumenter
- Lag 2: Omtrent 5 dokumenter
- Lag 3: Ett dokument – versjon 1/2016 av utredningen "Vår elektriske framtid"

Prosjekteierne tar sikte på en kontinuerlig supplering av nytt materiale på lag 1 og utvikle dokumentene på lag 2. Dette vil gradvis styrke den analytiske tilnærmingen til en mest mulig effektiv håndtering av god elsikkerhet i samfunnet. På dette grunnlag tar prosjekteierne sikte på å publisere nye versjoner av utredningen "Vår elektriske fremtid" – et veikart for elsikkerhet.

### 3. Terminologi

**Definisjoner er viktig for å ha en felle referanseramme. Begreper som er benyttet i denne utredningen er definert i dette kapittel.**

Det er benyttet en del begreper som må forstås riktig i utredningens kontekst. Disse er definert nedenfor med referanse til hvor definisjoner er hentet fra.

#### Akseptabel risiko

(Prosjektspesifikt)

Risiko som i en gitt sammenheng er akseptert av dagens samfunn.

#### AMS

(Forskrift om kraftomsetning og netttjenester)

Avanserte måle- og styringssystemer.

#### Beredskap

(Beredskapsforskriften - NVE)

Forebygging, håndtering og begrensning av virkningene av ekstraordinære situasjoner som kan skade eller hindre produksjon, omforming, overføring og fordeling av elektrisk energi eller fjernvarme.

#### Driftssikkerhet

(St. meld. 25. - 2015-2016 – Kraft til endring)

Kraftsystemets evne til å motstå driftsforstyrrelser uten å overskride gitte grenser for spenning, frekvens og termisk overføringskapasitet

#### Elektriske anlegg

(NEK 400/IEC 60050-826)

Sammenkobling av sammenhørende elektrisk utstyr for ett eller flere bestemte formål, og som har innbyrdes tilpassede egenskaper og data.

#### Elektrisk utstyr

(Forskrift om elektrisk utstyr - DSB)

Enhver artikkel eller gjenstand benyttet for produksjon, omforming, overføring, fordeling, bruk eller måling av elektrisk energi slik som bruksgjenstander, transformatorer, omformere, måleinstrumenter, vern, installasjonsmateriell eller sammenstilling av slike.

#### Elsikkerhet

(Prosjektspesifikt)

Produksjon, overføring, distribusjon og bruk av elektrisk energi uten at elektrisiteten i seg selv frembringer fare for liv, helse og materielle verdier eller forårsaker uakseptabel risiko ved bortfall eller feilfunksjon i systemer eller utstyr den er ment å understøtte.

#### Elektromagnetisk kompatibilitet (EMC)

(Forskrift om elektrisk utstyr – DSB)

Den evne et elektrisk utstyr har til å virke tilfredsstillende i sitt elektromagnetiske miljø uten å ha forårsaket uakseptabel elektromagnetisk forstyrrelser for annet elektrisk utstyr i dette miljøet.

#### Elektromagnetisk forstyrrelser (EMI)

(Forskrift om elektrisk utstyr – DSB)

Ethvert elektromagnetisk fenomen som kan redusere et elektrisk utstyrs funksjonalitet, som elektromagnetisk støy, et uønsket signal eller en endring i selve utbredelsesmediet.

#### Elektroniske kommunikasjonsnett (Ekomnett)

(Ekomloven)

System for signaltransport som muliggjør overføring av lyd, tekst, bilder eller andre data ved hjelp av elektromagnetiske signaler i fritt rom eller kabel der radioutstyr, svitsjer, annet koplings- og

dirigeringsutstyr, tilhørende utstyr eller funksjoner inngår, herunder nettverkselementer som ikke er aktive.

#### Elektronisk kommunikasjonstjeneste (Ekomtjeneste)

(Ekomloven)

Tjeneste som helt eller i det vesentlige omfatter formidling av signaler i elektronisk kommunikasjonsnett og som normalt ytes mot vederlag.

#### Elektronisk kommunikasjon (Ekom)

(Ekomloven)

Kommunikasjon ved bruk av et elektronisk kommunikasjonsnett.

#### Energisikkerhet

(St. meld. 25. - 2015-2016 – Kraft til endring)

Kraftsystemets evne til å dekke energibruken.

#### Effektsikkerhet

(St. meld. 25. - 2015-2016 – Kraft til endring)

Kraftsystemets evne til å dekke momentan belastning.

#### Forsyningssikkerhet

(St. meld. 25. - 2015-2016 – Kraft til endring)

Kraftsystemets evne til kontinuerlig å levere strøm av en gitt kvalitet til sluttbruker.

#### Informasjonsflate

(Prosjektspesifikt)

Et medium som formidler informasjon til bruker, visuelt eller akustisk på en definert flate eller i rommet og som kan motta instruksjoner fra brukeren i samme grensesnittet.

#### Kjernenettet

(NOU 2015:13)

Kjernenettet er den landsdekkende motorveien for tele- og datakommunikasjon. Kjernenettet består av overføringssystemer med stor kapasitet, bestående av fiber og i noen grad tilfeller radiolinje. Kjernenettet knytter sammen regionalnettene og er forbindelsen mellom de store byene og knutepunktene.

#### Leveringspålitelighet

(Forskrift om leveringskvalitet – NVE - modifisert)

Kraftsystemets evne til å levere elektrisk energi til sluttbruker. Leveringspålitelighet er knyttet til hyppighet og varighet av avbrudd i forsyningsspenningen.

#### Leveringskvalitet

(Forskrift om leveringskvalitet – NVE - modifisert)

Kvalitet på levering av elektrisitet i henhold til gitte kriterier, herunder frekvens- og spenningskvalitet.

#### Nødstrømsforsyning

(NEK 400/IEC 60050-826 – modifisert)

Forsyningssystem beregnet på å opprettholde drift av utstyr og installasjoner som:

- Er avgjørende nødvendig for helse og sikkerhet for mennesker og husdyr, og/eller
- Er nødvendig for å hindre alvorlige ødeleggelser av miljø eller av annet utstyr hvis dette er krevet i lov eller forskrift
- Er nødvendig for å unngå tap av materielle verdier

#### Redundans

Systemer som har full funksjonalitet selv om viktige deler av systemet svikter.

Systemer hvor det bygges inn uavhengige undersystemer som gjør at funksjon opprettholdes selv om ett av undersystemene svikter. Brukes ofte i systemer som krever høy pålitelighet.

#### Regionalnettene (ekom)

(NOU 2015:13)

Regionalnettene er riksveien for tele- og datakommunikasjon. Regionalnettene knytter aksessnettene og kjernenettet sammen gjennom flere sentraler som samler opp trafikk fra aksessnettene. Regionalnettene dekker en region, for eksempel et fylke eller en stor by.

#### Reservestrømforsyning

(NEK 400/IEC 60050-826)

Forsyningssystem som, av andre grunner enn sikkerhet, er beregnet på å opprettholde funksjonen av en installasjon eller del av en installasjon ved avbrudd i den normale forsyningen

#### Risiko

(NS 3901)

Uttrykk for den fare som uønskede hendelser representerer for mennesker, miljø eller materielle verdier. Risiko uttrykkes ved sannsynligheten for og konsekvensen av de uønskede hendelsene.

#### Samfunnskritisk infrastruktur

(Prosjektspesifikt)

Strukturer eller systemer som er vital for opprettholdelse av normale samfunnsfunksjoner eller tjenester og hvor svikt eller bortfall av disse kan frembringe fare for liv, helse og materielle verdier.

#### Samfunnskritiske tjeneste

(NOU 2016:19)

Anlegg og systemer som er nødvendige for å opprettholde samfunnets grunnleggende behov og funksjoner.

#### Samfunnssikkerhet

(St. melding nr. 10 2016-2017)

Samfunnets evne til å verne seg mot og håndtere hendelser som truer grunnleggende verdier og funksjoner og setter liv og helse i fare. Slike hendelser kan være utløst av naturen, være et utslag av tekniske eller menneskelige feil eller bevisste handlinger.

#### Sårbarhet

(NOU 2000:24)

Et uttrykk for de problemer et system vil få med å fungere når det utsettes for en uønsket hendelse, samt de problemer systemet får med å gjenoppta sin virksomhet etter at hendelsen har inntruffet.

#### Skybasert tjeneste

En virksomhet som benytter internett som medium for å yte en tjeneste.

#### SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)

(Prosjektspesifikt)

Dataassistert system for styring og overvåking (automatisering-, eller kontrollsystemer).

#### Spenningskvalitet

(Forskrift om leveringskvalitet – NVE)

Kvalitet på spenning i henhold til gitte kriterier.



Tjeneste levert på internett (IoS<sup>7</sup>)

(Prosjektspesifikt)

Tjeneste som er skybasert og bruker internett som medium for å yte en tjeneste ovenfor en bruker og hvor lokalt utstyr koblet til internett benyttes til å konsumere tjenesten.

Tingenes internett (IoT<sup>8</sup>)

(Prosjektspesifikt)

Utstyr som er koblet opp til en skybasert tjeneste for formidle eller hente informasjon, prosessere data og eller på annen måte baserer sin funksjon på skybasert tjenester.

Uakseptabel risiko

(Prosjektspesifikt)

Risiko som i en gitt sammenheng ligger utenfor det aksepterte av dagens samfunn.

---

<sup>7</sup> Internet of Service

<sup>8</sup> Internet of Things

## 4. Hva er elsikkerhet?

**Dette avsnittet forklarer hva elsikkerhet er og hvilke farekilder begrepet omfatter. Videre beskrives noen enkle nøkkeltall vedrørende ulykker og uønskede hendelser. Det reises videre spørsmål om det statistiske materialet og analyser av ulykker og hendelser har god nok kvalitet med hensyn på det forebyggende arbeidet.**

### 4.1. Behovet for klargjøring av begrepet

Begrepet elsikkerhet er ikke entydig forstått. Dialogen prosjektet hadde med ulike aktører tydet på at begrepet fylles med ulikt innhold. Selv om lov og forskriftsverk har satt rammer for myndighetenes anliggende, er det viktig å drøfte innholdet i begrepet basert på den teknologiske og samfunnsmessige utvikling.

### 4.2. Elsikkerhet og farekilder i denne utredningen

Det legges til grunn følgende hovedområder innen begrepet elsikkerhet i denne utredningen:

Det første er de samfunnsmessige konsekvenser ved bortfall av allmenn strømforsyning. Det andre er farene ved

- Strømgjennomgang,
- Farlig varmeutvikling,
- Feilfunksjon i elektrisk utstyr eller anlegg,
- Bortfall av strømforsyning i tilknyttede installasjoner, eller
- Atmosfæriske overspenninger og koblingsoverspenninger.

Det er først når en eller flere av de nevnte farekildene får uakseptabel konsekvens at myndighetenes regulering slår inn. Innslagspunktet kan likevel i mange tilfeller være uklare og kan også rammes av regulering fra flere myndigheter. Farekildene nedenfor er delvis illustrert med eksempler.

Eksponering for elektriske- og magnetiske felt er ikke tatt med blant farekildene ovenfor. Det foreligger ingen vitenskapelig dokumentasjon på at slik eksponering har uakseptabel høy risiko. Likevel har norske myndigheter valgt en "føre var" strategi. Det betyr at det opereres med anbefalte grenseverdier for eksponering i forhold til allmennheten og ved yrkesutøvelse. Dette gir seg utslag i at kraftledninger bygges i en viss avstand fra boliger, barnehager og skoler. Når det gjelder yrkesutøvelse setter f.eks. Statnett grenser for under hvilke forhold det kan arbeides under spenning når de oppgraderer sine kraftledninger fra 300 kV til 420 kV. Det innføres i disse dager et EU-regelverk på området som implementeres i Arbeidstilsynets regelverk.

#### 4.2.1. Strømgjennomgang

Mange års forskning og forsøk har resultert i en internasjonal standard som beskriver farene forbundet med at strøm går gjennom kroppen. Strømmulykker har ulik karakter og konsekvens avhengig av eksponering og spenningsnivå. Et sett av beskyttelsestiltak er på grunnlag av akseptkriteriene i denne standarden bygget inn i kravene i forskrifter og standarder for elektrisk anlegg og elektrisk utstyr. I dagens regelverk skal et nytt elektrisk anlegg eller et elektrisk utstyr generelt være godt nok beskyttet for en ikke-sakkyndig person (ukyndig person) både i en normal situasjon og hvis det inntreffer en feil. I en boliginstallasjon kan f.eks. en ukyndig betjene et sikringsskap (fordelingstavle) uten å komme bort i spenningsførende deler. På samme måte kan en ikke-sakkyndig koble til en taklampe eller annet elektrisk utstyr ved hjelp av en plugg. Sakkyndige personer har lov til å arbeide på ubeskyttede spenningsførende installasjoner og frakoblede installasjoner. Det er strenge krav til sikkerhetsbarrierer, på tross av dette blir altfor mange sakkyndig personer utsatt for strømgjennomgang hvert år.

#### 4.2.2. Farlig varmeutvikling

Kraftsystem og elektriske installasjon skal iht. regelverket blant annet beskyttes mot overbelastning og kortslutning. Vern skal hindre for høye temperaturer som kan føre til brann. Kontaktfeil i koblingspunkter og medfølgende varmgang er imidlertid et problem som ikke er tilstrekkelig håndtert.

I gruppen farlig varmeutvikling defineres også fare som kan oppstå ved lysbuer. Lysbue kan for eksempel oppstå som følge av kortslutninger i forbindelse med arbeider i elektriske anlegg. Disse kan gi ekstrem varmestråling, trykkbølger, sterkt lys, lyd og utslynging av partikler. Det er stor risiko for skade eller dødsfall ved slike hendelser.

Med farlig varmeutvikling betraktes også faren for brannspredning via de elektriske installasjonene. Riktig valg av kabeltyper er viktig for å hindre spredning av brann og ikke minst for å opprettholde strømforsyningen under en brann. En kabel til en nød-generator som går gjennom et maskinrom skal f.eks. kunne fungere under en brann (2.2.4).

Induserte strømmer kan også føre til brann. Et eksempel som er hentet fra offshoresektoren viste at en feil i forlegning av parallelle kabler til fremdriftsmaskineri i en flyttbar innretning førte til en større brann.

Likeledes er elektrisitet som tennekilde i forbindelse med eksplosjonsfarlige områder en viktig farekilde det må tas høyde for i begrepet "farlig varmeutvikling." Dette er et område med høy risiko og er detaljert regulert i forskrifter, direktiver og standarder.

#### 4.2.3. Feilfunksjon i elektrisk utstyr eller anlegg

Kompleksiteten i elektriske anlegg, systemer og utstyr gir økt brukeropplevelse, fleksibilitet og muligheter. Samtidig øker risikoen for feilfunksjon, enten som følge av feil bruk eller teknisk feil.

Flere mekanismer kan føre til feilfunksjon i elektriske anlegg eller systemer. En av disse mekanismene er at utstyr eller systemer påvirker hverandre på en uønsket måte, for eksempel med interferens mellom systemene. Det innebærer at man har forstyrrelser som kan påvirke funksjonen til utstyret. I noen tilfeller vil det kun påvirke brukeropplevelsen, i andre tilfeller kan de utgjøre fare. Fagfeltet for å opprettholde god elektroteknisk sameksistens kalles Elektromagnetisk kompatibilitet (EMC).

EMC er et krevende område. Uønskede hendelser som er tuftet på mangelfull EMC kan få store konsekvenser dersom produsentene og senere de som skal prosjektere og installere elektriske installasjoner ikke følger regler og standarder innen området.

For at en feilfunksjon skal inngå i elsikkerhetsbegrepet, forutsettes at minst følgende kriterier være oppfylt:

- Elektrisitet må være den direkte eller indirekte årsaken til feilfunksjonen, og
- Feilfunksjonen må utgjøre en fare for liv, helse, miljø og materielle verdier.

Et eksempel som er hentet fra skipsmiljøet viste at elektromagnetisk støy fra et lysanlegg i et fartøy førte til feilfunksjon i fartøyets styremaskin med den følge at fartøyet plutselig endret kurs. I et annet tilfelle medførte tilsvarende utfordringer problemer med adgangskontrollen til en militært gradert sone. Adgangskontrollen virket i det tilfellet ikke når en mobilsamtale pågikk. Dørene lot seg slett ikke åpne før samtalen var avsluttet. Feilfunksjon av elektriske maskiner og annet utstyr kan altså forekomme som følge av elektromagnetiske forstyrrelser. Det grønne skiftet er viktig bidrag til å verne miljøet, men kan samtidig utløse nye elsikkerhetsutfordringer – for eksempel er det ved landstrømsanlegg for store passasjerskip oppdaget korrosjonsproblemer på skrog og propell som følge av galvanisk tæring.

#### 4.2.4. Bortfall av strømforsyningen

Bortfall av strømforsyning i kraftnettet kan ha ulike årsaker. Hovedårsakene er omgivelser (60 %) og teknisk svikt (20 %). De resterende 20 % er ukjent. Snø/is, vind, tordenvær og vegetasjon er de viktigste årsakene. Tilgjengeligheten og oppetiden for elektriske forsyningsanlegg er gjennomgående meget god i Norge. I konsesjonspliktige anlegg er oppetiden i snitt 99,9%, dvs. at sluttbruker må regne med bortfall av strøm fra tid til annen. Hvis sluttbruker har større krav til oppetid enn det kraftsystemet kan gi, må han ha egen nødstrømsystemer. Dette er spesielt viktig for samfunnskritiske tjenester som helse etc.

Kraftsystemutredninger for regional- og transmisjonsnettet inneholder oversikt over punkter i nettet uten N-1. Med N-1 menes at kraftsystemet skal tåle utfall av en enkeltkomponent uten at det medfører avbrudd for sluttbruker. I enkelte områder i Norge tilfredsstilles ikke dette kriteriet og det er dermed redusert pålitelighet.

Sluttbruker vil i en del tilfeller ha større krav til oppetid og kvalitet enn det kraftnettet kan gi. Derfor vil behovet for redundans i systemene eller en løsninger med pålitelig nødstrømforsyning eller reservekraftforsyning være nødvendig for å forebygge følgeskader av bortfall.

#### 4.2.5. Atmosfæriske overspenninger og koblingsoverspenninger

Overspenninger kan skyldes flere typer hendelser eller mekanismer og kan forårsake utkobling og ødeleggelse av komponenter i kraftsystemet, installasjoner og utstyr. Lynoverspenninger er resultat av direkte overslag til eller nær kraftsystemet, bygninger eller til jorden. Koblingsoverspenninger er resultatet av tilsiktede handlinger i kraftsystemet, som f.eks. kobling av last, men også som følge av feil. Midlertidige (temporære) overspenninger forekommer i kraftsystemet som resultat av en mengde systemforhold. I tillegg kan det oppstå overspenninger pga. gjensidige påvirkninger mellom systemer.

Kraftsystem, installasjoner og elektrisk utstyr er dimensjonert for å tåle en del overspenninger ved dimensjonering av isolasjonen. Det er vanlig å beskytte systemet mot større overspenninger med ulike former for overspenningsbeskyttelse. Strømbrydd (2.2.4), ødeleggelse av komponenter og brann er ofte resultatet. Vi har et omfattende regelverk og detaljerte standarder slik at det kan foretas risikovurdering og forebygge mot overspenninger.

### 4.3. Kort om statistikk over hendelser

Dagens statistikk om strømulykker og branner med elektrisk årsak gir nyttig informasjon, men er noe mangelfull med hensyn til bakenforliggende årsaker.

Når det gjelder å redusere antall ulykker med strømgjennomgang har man kommet relativt langt i Norge. Antall dødsulykker som skyldes strømgjennomgang har ligget nær null i mange år.

Antall branner med elektrisk årsak er generelt sett nedadgående, men varierer imidlertid mellom sektorene. Spesielt landbrukssektoren er det for mange branner med elektrisk årsak og vi opplever alt for ofte at et stort antall husdyr omkommer ved brann.

Fremdeles omkommer anslagsvis 20-30 personer pr. år i branner forårsaket av feil i den elektriske installasjoner eller i det elektriske utstyret, eller ved feil bruk av elektrisk utstyr.

Forsikringsutbetalingene<sup>9</sup> knyttet til disse brannene ligger i størrelsesorden 3-4 milliarder NOK pr. år. Selskapenes utbetalinger i forbindelse med lynskader ligger tilsvarende på 0,5 milliarder NOK pr. år.

I tillegg til ulykkene med dødelig utgang meldes det årlig inn mellom 400-500 ulykker med personskade hvor elektrisitet oppgis som årsak. Flere informanter antydte at dette kun er toppen av isfjellet og at det reelle tallet ligger langt høyere.

Det publiseres årlig statistikk over driftsforstyrrelser og leveringspålitelighet i kraftnettet.

Leveringspåliteligheten på nasjonalt nivå var på 99,98% i 2015, et nivå som er gjennomsnittlig for de siste fem årene. Hver sluttbruker opplevde i gjennomsnitt 0,3 varslede avbrudd og 1,8 ikke varslede avbrudd på over 3 minutter. Omgivelser og feil på teknisk utstyr er hovedårsakene til avbrudd på alle spenningsnivåer. Selv om det er gode tall på aggregert nivå antas det å være store forskjeller lokalt. Det kan videre stilles spørsmål ved om kraftsystemet slik det fremstår i dag er robust nok for de klimaendringer som kan påregnes i fremtiden og gir en optid som vil forventes i fremtiden.

Innen maritim sektor har Sjøfartsdirektoratet en omfattende statistikk. Dessverre gir ikke denne statistikken god nok indikasjon på hvor mange av uønskede hendelser som er knyttet til elsikkerhet. Gjennomgang av rapporter fra ulykker til sjøs tyder på at feil ved det elektriske anlegget kan ha medvirket til flere av ulykkestypene for næringsfartøy i perioden 2004- 2013:

- Grunnstøtinger (800 stk.)
- Kontaktskade, kaier, broer etc. (400 stk.)
- Brann/eksplosjon (250 stk.)
- Kollisjon (250 stk.)
- Annen ulykke (150 stk.)
- Miljøskade/forurensning (100 stk.)

Hendelser som forårsaker svikt i ekomnett, kan ha mange ulike årsaker. Relevante trusler og farer mot ekomnett kan være elektroniske angrep på nettelementer, drifts- og støtte systemer, fysiske angrep på infrastruktur, tekniske feil, menneskelig svikt, overbelastning, strømbrudd, naturhendelser (ras, storm, is, flom mv.) og skader ved gravearbeid. Nkom har siden 2010 fulgt opp nær 40 hendelser som kan karakteriseres som alvorlige. De hyppigste forekommende årsakene til disse hendelsene fordeler seg grovt sett slik:

- Programvarefeil (35 %)
- Fiberbrudd/transmisjonsfeil (30 %)
- Strømbrudd (20 %)
- Feil ved planlagt arbeid (15 %)

Nkom behandler bare de mest alvorlige hendelsene. Hos den enkelte tilbyder lokalt antydtes at strømbrudd utgjør en prosentvis større andel.

#### 4.4. Analyse og kontinuerlig forbedring

Innen elsikkerhetsområdet gjennomgås og kategoriseres ulykkene for å se trender og utvikling av tilsynsmyndigheten. Det finnes også etterforskningsgrupper som bistår politiet i etterforskning av branner med mulig elektrisk årsak. Gjennom dagens statistikk har man relativt god oversikt over utviklingen, men det settes ikke inn tilstrekkelige ressurser til å granske ulykker med sikte på læringseffekt i det forebyggende elsikkerhetsarbeidet. Transportsektoren har et langt mer velutviklet system for ulykkesgranskning gjennom arbeidet som utføres av havarikommisjonen for transport –

---

<sup>9</sup> Kilde er FNO: Se <https://brask.fno.no/>

både hva angår habilitet og arbeidsmetodikk. Denne tilnærmingen har resultert i et høyt sikkerhetsnivå, spesielt innen luftfart.

Det er grunn til å vurdere en videreutvikling av dagens system for ulykkesgranskning. Dette kan danne grunnlag for å forebygge hendelser innen elsikkerhetsområdet.

#### 4.5. Elsikkerhetsmodell og/eller sektormodell

Petroleumstilsynet utarbeider en årlig rapport om utviklingstrekk når det gjelder risikonivå i Norsk petroleumsvirksomhet etter en modell som har høstet anerkjennelse. Det bør vurderes en lignende modell for energibransjen og elektroentreprenørbransjen.

## 5. Globalisering og elektrisitetens rolle

**Dette avsnittet beskriver på et overordnet nivå nasjonal og internasjonal regulering som påvirker elsikkerhet og tilgrensende problemstillinger. I avsnittet drøftes også den økte «elektrifiseringen» i samfunnet.**

### 5.1. Globalt perspektiv

Elektrisk utstyr og elektriske systemer omsettes ofte i et annet landet det produseres. Global og regional handel er en hovedregelen innen sektoren. Forutsetningene for at dette skal fungere er at det foreligger gjensidig anerkjennelse av krav til kvalitet, helse, miljø og sikkerhet.

Standarder utgjør et bærende element i den globale handel. Disse er verktøy myndighetene kan støtte seg på ved inngåelse av handelsavtaler. Mens handelsavtalene stadfester politiske mål, prinsipper og overordnede rammer vil standardene tjene som operative instrument for å sikre at kvalitet, helse, miljø og sikkerhet er ivarettatt. For produsentene gir det forutsigbarhet å vite at utforming og testing av egne produkter eller systemer iht. standarder normalt innebærer at disse vil anerkjennes på verdensmarkedet. Handelsavtalene bidrar til å bygge ned nasjonale særkrav og at nasjonale myndigheter aksepterer ovennevnte rammer.

Den globale handelen påvirker også nasjonalt regelverk som har med installasjon og bruk av utstyr og systemer å gjøre. Det skal foreligge gode grunner om lokale myndigheter gjennom nasjonalt regelverk hindrer bruk av lovlig omsatte produkter og systemer. Påvirkning av de fire ovennevnte parameterne skjer derfor primært gjennom påvirkning av standarder. Her har Norge til gjengjeld likeverdig medlemskap og påvirkningsmuligheter som øvrige land, uavhengig av hvilken handelsblokk man tilhører.

De fire frihetene i EØS-sonen utfordrer nasjonal regulering på elsikkerhetsområdet. Regelverket innen området utformes stort sett som et funksjonsorientert regelverk med referanse til internasjonale og nasjonale standarder.

### 5.2. Økt elektrisitets- og effektbruk

Elektrisitet står for en betydelig andelen av energibruken på fastlandet. Vekst i norsk økonomi og en større befolkning øker etterspørselen etter boliger og bruk av elektrisitet. Teknologisk utvikling bidrar samtidig til en økende, men stadig mer effektiv, beholdning av elektriske maskiner og apparater. Mange av de nye og energieffektive apparatene bidrar at energi skal hentes ut over et kortere tidsrom, noe som vil kunne øke effektuttaket fra kraftsystemet.

Teknologiutviklingen gjør det mulig å bruke elektrisitet på nye områder. IKT-verktøy benyttes i stadig flere prosesser i industri og næringsliv, samt i husholdningene. Bruken og avhengigheten av elektrisitet til slike formål forventes å øke frem mot 2030.

Omleggingen fra fossil energibruk til bruk av fornybare energikilder fører til en stadig økende elektrifisering av enkelte sektorer. Dette er utviklingstrekk som vil påvirke veksten i elektrisitetsforbruket i årene fremover. Vekst og utvidelser i eksisterende kraftintensive næringer og etablering av nye næringer med høy bruk av elektrisitet kan bidra til økt vekst i det norske elforbruket fram mot 2030.

I transportsektoren kan elektrisitet komme til å dekke en økende del av energibruken. En konsekvens av bruk av elektrisitet til stadig flere formål er at det kortsiktige uttaket av elektrisitet fra nettet, eller maksimalt effektuttak, kan øke. Større behov for økt effektuttak på visse tider av døgnet, effektkrevende elektrisk utstyr og annen bruk elektrisitet kan medføre at effektuttaket over døgnet og timer vil kunne variere mer. Samtidig introduseres konsepter som skal bidra til å motvirke dette.

Begrepene «Smarte energinett», «Smarte byer» og «Smarthus» inneholder teknologier som kan være viktige bidrag i å effektivisere bruken av energinettet.

Vi vil få flere elektriske apparater med ny funksjonalitet i hjemmene. Etter hvert blir vi mer avhengig disse funksjonene og vi forventer at både strømforsyning og kommunikasjon skal fungere til enhver tid. Et eksempel fra siste tids utvikling er økt bruk av avanserte dørlåser til hjemmet. Når barn låser opp dører med sin "nøkkel" sendes automatisk melding til mor eller far. Dette er mulig på grunn av låsens oppkobling mot nettet.



## 6. Energiforsyning i endring og omstilling

### **Energiforsyningen vil gjennomgå en kraftig endring mot 2030.**

Som følge av det grønne skiftet, økt integrasjon i det europeiske energimarkedet og endret forbruk, er kraftsystemet i endring og omstilling. I stortingsmelding 25/2015-2016 «Kraft til endring» gjøres det omfattende drøfting om endringer i energiforbruket i det norske samfunnet mot 2030. I denne utredningen trekkes det kun frem enkelte elementer som antas å påvirke elsikkerheten i analyseperioden.

Elektrisk utstyr utvikles til å bli mer energieffektivt. Morgendagens utstyr vil dele seg i to hovedkategorier:

- Lavenergiutstyr
- Høyenergiutstyr

I førstnevnte gruppe finner man belysningsutstyr basert på LED, mobiltelefoner, nettbrett, underholdningsprodukter, enkelte hvitevarer. I gruppen for høyenergiutstyr finner man elektriske produkter som ladere for elbil, vannvarmere, varmeovner, komfyrtopper samt enkelte andre typer elektriske apparater.

I mange tilfeller innebærer krav til energieffektivitet at energien hentes ut i et kortere tidsintervall. Det innebærer at utstyret blir mer effektkrevende. Andelen energiproduksjon fra fornybare teknologier vil trolig øke kraftig mot år 2030. Dette vil være produksjon som ikke er knyttet opp til den samme regulerbare kraftproduksjonen man har i dagens system. Endring i produksjons- og forbruksmønstre vil ha stor betydning for drift av nettet og for investeringene som skal gjennomføres. Nye teknologiske og markedsmessige løsninger kan legge til rette for et mer effektivt og fleksibelt system, som på lang sikt kan redusere behovet for nettinvesteringer. Systemets evne til å håndtere endringer på kort og lang sikt avhenger både de fysiske anleggene, IKT-utstyrer og markedssystemene.

### 6.1. Økt bruk av elektrisitet

Økt bruk av elektrisitet er et viktig budskap i energimeldingen (St. meld. Nr. 25, 2015/2016). Dette budskapet videreføres og forsterkes i denne analysen.

Elektrisitetens fleksibilitet som gjør den anvendelig på alle samfunnsområder. Den brukes både som energibærer og informasjonsbærer. Selv i systemer som er tuftet på fiberoptikk inngår elektrisiteten til forsyning av kretsene som generere de elektromagnetiske bølgene lyset i fiberen.

Økt bruk innebærer i denne sammenheng at elektrisiteten understøtter eller erstatter funksjoner som vi tidligere har gjort manuelt eller ikke har hatt anledning til å gjøre i det hele tatt. Det elektriske utstyret vi omgir oss med øker graden av automatisering. I kapitlet om tingenes internett utdypes dette ytterlig.

### 6.2. Kort om smarte energinett

“Smart grid”, “smart city”, “smart installation”, «smart metering» er begreper som anvendes hyppig på internasjonale arenaer hvor fremtidens energisystem drøftes. De innebærer en tung satsing på prosessorkraft og kommunikasjonsteknologi som muliggjør en bedre utnyttelse av energiproduksjon, lagring av energi, overføring, distribusjon og bruk av energi.

Avanserte måle- og styringssystemer (AMS) som blir obligatorisk i alle norske hjem innen 2019, er viktige eksempler på ny teknologi i strømnettet. Slike systemer kan bidra til en mer effektiv utnyttelse av nettet og reduserte investeringsbehov. Også for brukerne av nettet vil den teknologiske

utvikling gi nye muligheter. AMS vil gjøre det enklere for systemer lokalt å følge forbruk av energi og effekt og tilpasse forbruket til prissvingninger. Videre kan slike systemer gjøre det lettere for sluttbruker som vil produsere egen strøm å levere overskuddskraft inn på nettet (plusskunder). Det er også forventet at utviklingen av ny og bedre teknologi for lagring vil øke det tekniske potensialet for å utnytte uregulerte energikilder (vind, sol, småkraft), øke kapasitetsutnyttelsen i eksisterende nett og bidra til å redusere behovet for oppgraderinger.

Økt bruk av IKT i kraftforsyningen og bruk av driftskontrollsystemer gjør det mulig for nettselskapene å overvåke tilstanden i nettet og produksjonssystemet i sann tid. Ved feil, utfall eller andre hendelser kan operatørene på driftssentralen umiddelbart ta tak i problemet for å gjenopprette strømforsyningen raskt eller utbedrede feilen.

Vi står overfor en gradvis utvikling av smarte nett på ulike nivå i kraftforsyningen som har både fordeler og ulemper for elsikkerheten.

Spenningsmålinger og registrering av jordfeil kan gi god informasjonen om tilstanden i lavspenningsnettet. I dag oppdager nettselskapene feil først når kunden varsler. Da kan kunden ha erfart både havari på elektriske apparater og utstyr og i ytterste konsekvens også brann eller branntilløp. AMS skal også kunne bryte og begrense effektuttak i en i det enkelt målepunkt i en rasjonerings situasjon.

Innføringen av AMS har på landsbasis er tidligere anslått til 12 milliarder NOK og vil måtte betales av kunden over nettleien. En av begrunnelsene for innføringen var å legge grunnlaget for større bevissthet rundt bruk av elektrisk energi og kostnadsoptimalisering av nettet. Foruten enklere avregning og en overgang til effekttariff håper myndigheten på at kunden skal få insentiver til å investere i ny og moderne teknologi som mer effektivt kan styre energi og effektbruk ut i fra prissignaler i en dynamisk strømtariff. Først da får man full nytte av AMS.

### 6.3. Hvem styrer hva?

Energieffektivitet vil i mange tilfeller medføre at energien må transporteres gjennom overføringsystemet i kortere og mer konsentrerte intervaller. En slik situasjon kan gjøre overføringskapasitet til et knapphetsgode. Dette med mindre det settes i verk tiltak hvor forbruker inkorporerer knapphet i sine uttaksprofil. I NVEs konseptthøring av 7.5.2015 signaliserer myndighetene en mulighet for utforming av dynamiske nett-tariffer. Det kan innebære at knapphet i overføringskapasitet prises inn i transportkostnadene for energien.

Fleksibiliteten på forbrukerens hånd kan utnyttes mye bedre i det norske kraftsystemet. Forbrukeren får i praksis liten gevinst av å flytte laster til perioder av døgnet hvor det er ledig kapasitet. Nye energimålere som vil installeres i alle norske hjem frem mot 2019 vil gi helt andre muligheter for å utnytte denne fleksibiliteten.

Det hefter stor usikkerhet om hvilke verktøy forbrukeren vil anvende for å tilpasse seg de nye rammebetingelsene. Siden «alt» elektrisk utstyr innen få år forventes å ha innebygd prosessorkraft og kommunikasjonsenhet er det nærliggende å peke på at det er gjennom et slikt grensesnitt det er mest rasjonelt å styre samspillet. I praksis kan dette skje ved at forbruker autoriserer et system, en agent eller liknende til å styre egen laster over internettprotokollen (TCP/IP). Målerdata som strømmes ut lokalt fra energimåler, energipris som hentes fra rette kilde og forbrukes preferanser mates inn i det elektroniske beslutningssystemet. Forbruker responderer i en slik situasjon dynamisk på pris.

Nærmere om ovennevnte dynamikk er å finne i kapitlet om «tingenes internett».

## 6.4. Eksempler fra infrastrukturuområder

Økt bruk av elektrisitet er spesielt framtreddende i transportsektoren som den del av den grønne omstilling:

- Stimuleringstiltak for migrering til elbiler
- Forsert utbygging av jernbane og elektrifisering av denne
- Forsyning av skip med land-strøm
- Elektrifisering av fergetrafikken, nærskipstrafikken og fiskeflåten.

Man ser også politisk vilje og motivasjon til andre satsinger som vil påvirke elektrisitetsforbruket i Norge:

- Etablering av datasentre som krever både store energimengder og 100 prosent pålitelighet i strømforsyningen
- Investeringer i kraftforedlende industri

## 7. Driverne som påvirker vår elektriske fremtid

**Dette kapitlet handler om hvordan informasjon kan struktureres, både i denne og i kommende analyser.**

Klassifisering brukes i en rekke vitenskapelige fagområder for å sortere eller gruppere. Taksonomien nyttig for å klassifisere såkalte «*drivere*» i samfunnet. Drivere er i denne sammenheng «understrømmer» i samfunnet vårt som drar *totaliteten* i den ene eller andre retning.

### 7.1. Hvordan klassifisere

Drivere kan være direkte eller indirekte menneskestyrt, eller en blanding av begge. Klimaet kan for eksempel påvirkes av menneskestyrte prosesser, men man utformer også politikk basert på foreliggende klima. Politikken kan gå ut på å redusere uønskede konsekvenser av de menneskestyrte prosessene. Sammenhengen kan på en forenklet måte illustreres på følgende måte:

1. Mennesket forurensar.
2. Forurensningen skaper uønskede klimavirkninger.
3. Mennesket utformer politikk som bidrar til å minimere de to førstnevnte.

Innen andre områder kan for eksempel en ny teknologi, eller sammenstilling av flere eksisterende teknologier skape sterke understrømmer i samfunnet. Sosiale medier er for eksempel mulig fordi teknologi som er nødvendig forutsetning er tilstede: Vi har et internett, folk flest har tilgang til nettet uavhengig av sted, de har utstyr som kan produsere innhold og lese andres bidrag – og de har en plattform å samhandle på. Den gode ideen «Facebook» ville neppe blitt suksess om den hadde vært forsøkt på 1970-tallet. Selv om menneskene trolig var like opptatt av sosial interaksjon den gangen, hadde man ikke forutsetningene for slik samhandling tilstede.

Et annet eksempel på drivere er «*disruptive technology*», som er en ny type teknologi som introduserer helt nye markeder og markeds plasser, og som på sikt utradere eksisterende markeder. Gode eksempler på dette er introduksjon av mobiltelefonen som i praksis har utradert markedet for fasttelefoni og de elektroniske kameraene som i praksis har utradert fremkallingsindustrien og papirbildet.

Det er utfordrende å plassere drivere i siloer eller kategorier – fordi de griper så inn i hverandre. Samtidig er kategoriseringen et nyttig verktøy for å gruppere og systematisere informasjon.

### 7.2. Klassifisering

Det er valgt en klassifisering som består av fire hovedkategorier:

- Natur og klima
- Politikk og policy
- Teknologi og trender
- Samfunn og struktur

Utviklingstrekk og utfordringer for elsikkerheten er beskrevet i kapittel 8.- 12.

## 8. Natur og klimatisk rammebetingelser

### Kapittelet omhandler viktige drivere innen natur og klima.

DSBs nasjonalt risikobilde (NBR 2014) er et relevant dokument ved vurdering av hvordan natur og klima påvirker elsikkerheten.

Brorparten av den norske elektriske energiproduksjon skjer langt fra forbruksstedet. Det krever langstrakte systemer for overføring av energien. Overføringsystemene strekker seg over fjell, i daler, over og under vann. Dette medfører at det norske overførings- og distribusjonsnett er i en spesielt utsatt for ytre påvirkninger.

Natur og klima er forhold vi mennesker påvirker i det lange perspektiv, men innenfor utredningens vurderingsperspektiv er disse å anse som gitte faktorer. I de kilder prosjektet har hatt tilgang til, påpekes det økende utfordringer med hvordan klimaendringer kan utgjøre en økende trussel mot den viktige infrastrukturen.

Det store spørsmålet er om tilstanden i sentral infrastruktur, som f.eks. det norske kraftnettet er tilstrekkelig robust til å møte fremtiden. Alderen på store deler av distribusjonsnett og det faktum at man i mindre grad tok høyde for ekstremvær da det ble bygget, gjør dette spørsmålet relevant å stille.

Innenfor offshore og maritimt ser vi at klimaet gir nye utfordringer med hardere vær og mer påkjenninger på utstyr og innretninger/skip. Endret klima gjør også at nye områder og farleder i nord blir mer attraktivt og for eksempel er nordøstpassasjen nå tidvis isfri. Dette gir nye utfordringer knyttet til viktigheten av robuste elektriske anlegg på de fartøyene som skal operere i slikt klima og farvann.

### 8.1. Ekstremvær

Værfenomener som kan medføre et varsel om ekstremvær er:

- Sterk vind.
- Store nedbørmengder.
- Stormflo og bølger.
- Kombinasjon av værelementer ovenfor som hver for seg ikke oppfyller varslingskriterier.

I følge Meteorologisk Institutt har de varslet 13 ekstremvarsler siden 2013<sup>10</sup>. Instituttet skriver at vi er inne i en periode hvor det er en tendens til høyere temperaturer, økt nedbørmengde og sannsynligvis også økende hyppighet av stormhendelser. Dette kan gi en gradvis økt risiko knyttet til ekstremvær.

De fleste ekstremvær rammer regionalt, for eksempel i ett eller flere fylker. Når varslingskriteriene for ekstremvær er oppfylt, varsles en rekke forhåndsdefinerte instanser, fastsatt i beredskapsplaner. Utover allmenn kunngjøring i media, er det stort sett offentlige instanser og infrastruktureiere som varsles.

For sluttbrukerne av elektrisk energi, enten det er innen husholdning, offentlig sektor eller næringsliv, vil ekstremvær i hovedsak bety å tilpasse seg en situasjon med økt risiko for bortfall av strømforsyningen og, hvis ekstremværet passerer egen bygningsmasse, en økt risiko for lokal skade på eget elektrisk anlegg eller utstyr.

---

<sup>10</sup> Kilde: [www.met.no](http://www.met.no)

## 8.2. Risiko som påvirkes av natur

NBR 2014 gir en helhetlig tilnærming til og vurdering av risiko knyttet til naturgitte forhold. Det er nærliggende å avgrense seg til å henvise til denne publikasjonen når det gjelder naturgitte forhold. Denne foretar en god gjennomgang av aktuelle problemstillinger og det synes ikke nødvendig å tilføre ytterligere aspekter på det nåværende tidspunkt.

Lokalt kan spesielle ekstreme vær-situasjoner oppstå. Enkelte steder kreves derfor lokalkunnskap og svært gode analyseteknikker for å dimensjonere kraftledninger riktig.

Under ekstremværet Dagmar opprettholdt man driften av transmisjonsnettets takket være høy kompetanse og erfaring på landsentralen. Mange linjer falt ut og man måtte ty til "øy-drift" med spenningsavvik og frekvensavvik som konsekvens.

## 8.3. Risiko som påvirkes av klima

I likhet med flere offentlige utredninger trekker også NRB 2014 inn ekstremvær i sine analyser. Gjennomgangen inneholder også betraktninger omkring flom, skred, romvær (innstråling fra solen etc.) og jordskjelv som alle er faktorer som kan påvirke elsikkerheten.

I utredningen gjennomføres det også studier av ulike scenario, hvor enkelte av disse er spesielt interessante i denne sammenhengen. Scenarioet som omhandler langvarig strømrasjonering er spesielt interessant.

Det er ikke bare ekstremværsituasjon som utgjør en fare. Lokale tordenvær kan medføre lynnedslag i elektriske systemer med stor risiko for omfattende skader på selve elanlegget og omgivelsene rundt elanlegget.

## 8.4. Natur og klima - utfordringer

NBR 2014 trekker fram natur og klima som parametere som berørte aktører må tilpasse seg. Det kan forventes et mer krevende klima i årene frem til 2030. Tilpasning til en fremtid med mer krevende klimatiske utfordringer krever:

- At prosjektering og utførelse av de elektriske anleggene innen overføring og distribusjon er egnet til omgivelsene de plasseres i, herunder også til forventede endringer i klima.
- At de elektriske anleggenes evne til å opprettholde et tilfredsstillende elsikkerhetsnivå i ekstremværsituasjon er ivaretatt, som premis for å gi tilfredsstillende forsyningssikkerhet.
- At det velges utstyr og produkter som er i samsvar med anerkjente produktstandarder, og som er egnet for norske forhold.
- At det er tilgang på kvalifisert personell til å prosjektere, bygge, vedlikeholde, modifisere og bringe elsikkerheten raskt tilbake til ønsket nivå etter en uønsket hendelse.

Natur- og klimaperspektivet krever at også eksisterende elektriske anlegg må vurderes i lys av hvordan endringen påvirker elsikkerheten. Ekstremsituasjoner og gradvise klimaendringer må vurderes som viktige faktorer slik at sikkerheten opprettholdes.

Regelverket til DSB og NVE slår inn på ovennevnte område og utfyller hverandre.

## 9. Politiske rammebetingelser

**Dette kapittelet omhandler «politikk og policy» og beskriver internasjonale og nasjonale initiativ og rammebetingelser som vil påvirke elsikkerheten. Klimapolitikk, handelspolitikk og gjensidig anerkjennelse av yrkeskvalifikasjoner er eksempler på temaer som omtales.**

### 9.1. Det grønne skiftet

Det grønne skiftet er bestemt av internasjonale klimaavtaler, politiske beslutninger som binder Norge i kraft av EØS-avtalen og av politiske beslutninger i Norge.

Summen av disse prosessene er en den viktigste driveren til at fremtiden blir elektrisk. De politiske beslutninger som allerede foreligger på området vil påvirke en rekke sektorer i perioden frem til 2030. Interessen temaet har i de politiske miljøer øker sannsynligheten for at det kan komme vedtak som ytterlig forsterker de politiske virkemidlene.

EUs klimamål for 2030 er forpliktende og vil også vil være den kraftigste enkeltfaktorene for hvordan miljøpolitikken utvikles i Europa. I denne sammenheng trekkes kun inn hovedmålene som EU-kommisjonen selv trekker frem i sin presentasjon. For ytterlig detaljer henvises det til dokumentsamlingen i prosjektbiblioteket, hvor planen er lagt inn.

#### EUs climate targets for 2030

- a 40% cut in greenhouse gas emissions compared to 1990 levels
- at least a 27% share of renewable energy consumption
- at least 27% energy savings compared with the business-as-usual scenario

Det er liknende miljømål nasjonalt, jf. energimeldingen. Det kreves omfattende endringer i det norske samfunnet om disse målene skal nås. Det er allerede satt i verk konkrete tiltak innen transport- og petroleumssektoren, som til sammen står for store andeler av våre nasjonale utslipp.

Forsyning av petroleumsinstallasjoner med fornybar kraft fra land og elektrifiseringen av transportsektoren har høy prioritet. Energieffektivisering av bygninger er også høyt prioritert.

#### 9.1.1. Interesseavveining – energi, funksjon og miljø

Ulike hensyn må veies når vi skal hensyn til samfunnsøkonomi, herunder miljø, klima og sikkerhet.

Innen transportsektoren satses det bredt i forbindelse med det grønne skiftet. Gjennom elektrifisering av transportsektoren får vi en rekke nye elsikkerhetsutfordringer. Utstrakt bruk av litium batteriteknologi kan gi utfordringer av brannteknisk karakter.

Kompakte høyspenningsanlegg benytter SF6 gass. Det er en syntetisk gass med høy elektrisk bryteevne og høy isolasjonsevne og er utmerket til å bygge kompakte kraftanlegg som gir god elsikkerhet, tar lite plass og som kan redusere naturinngrep. Imidlertid har denne gassen et bidrag til global oppvarming som er over 20 000 ganger høyere CO<sub>2</sub>. EU vurderer derfor å fase ut denne gassen. Noen god erstatning finnes ikke i dag på de høyere spenningsnivåene.

Dette er noen eksempler på at de grønne initiativene kan gi noen elsikkerhetsutfordringer som vi må analysere og finne løsninger på. Om grønne initiativ se for øvrig avsnittet om samfunn og infrastruktur.

Et eksempel på utfordringer som kan slå inn «i det godes tjeneste» var såkalte «sparepærer», som en tid inneholdt kvikksølv – som igjen gav et avfallsproblem. Miljøkrav inngår nå i alle standarder for elektriske produkter og det hindrer oss i å tilsette uønskede stoffer.

## 9.2. Det globale, regionale og nasjonale handelsperspektiv

Fri flyt av varer og arbeidskraft innen unionen utgjør to av de fire grunnpilarene i EØS-samarbeidet. EU og tilsvarende handelssamarbeid har vært lokomotiv for fjerning av nasjonale regelverk kan være til hinder for disse målene. Fri flyt av arbeidskraft omtales i neste kapittel. Elektrisk utstyr og materiell er trolig den sektoren som har vært gjenstand for sterkest nasjonal deregulering, og hvor forordninger og direktiver har blitt inkorporert i norsk regelverk.

Elektroteknikken har vært en viktig driver i global handel. Den internasjonale handelen økte gradvis ved inngangen til forrige århundre og har siden vist en økende veksttakt. SSBs foreløpige statistikk<sup>11</sup> for utenrikshandel i 2015 viser at produkter innen denne varegruppen (26 og 27) utgjør omtrent 15 prosent av importen – uten sidestykke den største varegruppen i statistikken. Den nest største varegruppen som er maskiner på drøye 11 prosent<sup>12</sup>, inneholder ofte vesentlige elementer av elektroteknikk i form av elektrisk styring og automatisering. Til sammen utgjør disse gruppene snau 160 milliarder kroner årlig, hvorav rene elektrotekniske produkter utgjorde drøye 90 milliarder kroner. Varene og systemene tas i bruk i alle samfunnsfunksjoner, både i virksomheter og i private husholdninger.

### 9.2.1. Direktivene og standardene

I Europa har EU vist vei med regulering gjennom direktiver – og i de senere årene i økende grad gjennom forordninger. Produsenter innenfor det indre marked kunne i medhold av disse reglene få reell fri markedsadgang til hele EØS-sonen. Obligatorisk prøving av elektrisk utstyr man tidligere hadde med nasjonale tekniske kontrollorgan (TKO) ble i hovedsak erstattet med egenerklæring fra produsent om at alle relevante krav myndighetene satte var oppfylt (CE-merket).

Direktivene baseres i stor grad på at det finnes anerkjente standarder som produsenten kan støtte seg på i arbeidet med å verifisere samsvar. Den samme metoden benyttes også av nasjonale myndigheter ved regulering av områder hvor det ikke er direktiver eller forordninger. Norge som står utenfor EU, har noe begrenset mulighet til å påvirke direktiver som myndighet. Disse rammebetingelsene vil derfor i stor grad måtte tas for gitt. Norske næringslivsorganisasjoner har imidlertid anledning til å fremme synspunkter gjennom f.eks. ORGALIME som har en viss påvirkningskraft mot EU.

Når det gjelder påvirkningen på standardene, møter man ikke de samme formelle sperrere. Deltakelse på disse arenaene er mer et spørsmål om ressurser og prioritering fra norske myndigheter. Norske myndigheter representerer norske forbrukerinteresser og det er viktig å være tilstede på disse arenaene.

Det er gode muligheter til å påvirke, vel og merke hvis man stiller med kompetanse og godt forberedte standpunkter. Et godt eksempel på at dette gir resultater er standarden for komfyrvakter som norske myndigheter tok initiativ til på grunn av de mange brannene i Norge knyttet til tørrkoking.

### Markedskontroll

I et regime med fri flyt av varer avgrenses nasjonale myndigheters rolle ellers til å drive effektiv markedskontroll. Oppdraget er å oppdage og forfølge eventuelle brudd på tillitsforholdet regelverket legger opp til. Ved påvist mangelfullt samsvar kan aktuell myndighet kreve produktet tilbaketrukket

---

<sup>11</sup> <http://www.ssb.no/utenriksokonomi/statistikker/muh/aar-forelopige/2016-01-15?fane=tabell&sort=nummer&tabell=252227>

<sup>12</sup> Andel av varer, eksklusiv tjenester.



fra markedet. Varslingssystemer på tvers av landegrensene skal sikre at vedtak følges opp i andre land.

Flere europeiske myndigheter har avgrenset seg til dokumentkontroll; at merking av utstyret er korrekt, at samsvarserklæring foreligger og eventuelt underliggende dokumentasjon for denne. En slik avgrensning har sine åpenbare svakheter og åpner for misbruk av systemet.

Systemet baseres på at myndighetene har tilgang til ressurser for å teste produkter de har grunn til å tro ikke oppfyller kravene. I praksis benyttes virksomheter som driver profesjonelt innen segmentet testings-, inspeksjons-, og sertifiseringstjenester. Disse er godt kjent med regimet, kjenner relevante standarder og har utstyr for å teste produktene.

#### Alternative kanaler

Tjenester som EBay og tilsvarende setter sluttbrukeren i direkte kontakt med produsent, eller en representant som er tett på produsenten. I slike tilfeller kan vareflyten gå uhindret fra produsentlandet til sluttbruker uten at noen i praksis verifiserer at sikkerhetskrav som stilles i EØS-sonen blir oppfylt. Sluttbrukeren går da inn i rollen som importør og er dermed etter regelverket ansvarlig for at relevante myndighetskrav er oppfylt. Gjør ikke vedkommende det, foreligger det et regelverksbrudd. Risikoen er lav for at slike regelverksbrudd oppdages og håndheves.

Konsekvensene av at varer finner slike nye veier er at det kan strøme varer inn på det norske markedet som øker risikoen for skade på liv, helse og materielle verdier. Informanter opplyste at det i noen store prosjekter er det en tendens til at det etableres slike alternative kanaler. Selv om kravspesifikasjoner er tydelig på kravene er det ikke reelt samsvar mellom det utstyret som leveres på byggeplass og det som har gjennomgått samsvarsprosedyrene i henhold til direktivet. De seriøse importørene imøteser markeds kontroll også på byggeplass.

### 9.3. Internasjonal regulering av kompetanse

EU har lenge hatt på agendaen å bidra til å fjerne nasjonalt fastsatte kompetansekrav som kan hindre fri fly av arbeidskraft. Norge har allerede en liberal praksis med anerkjennelse av utenlandske fagarbeidere. De opplever i liten grad begrensninger ved ønske om å arbeide i Norge.

Innen energilovens virkeområde stilles det krav til kompetanse og kompetansetilgang. Dette er nasjonale krav som gir plikter til de som driver konsesjonspliktige elektriske anlegg i landet. I kraftsektoren vil det også komme krav til kompetanse i de såkalte «Network Codes», som vil gjelde for alle EØS-land.

Direktiv 2013/55/EU (endringsdirektiv til 2005/36/EF (yrkeskvalifikasjonsdirektivet)), som allerede er vedtatt og gjennomført i EU, vil bli gjeldende i Norge i medhold av EØS-avtalen. Dette regelverket vil ta for seg saksbehandling i forbindelse med utenlandske yrkesutøvere som ønsker å arbeide innenfor regulerte yrker i Norge.

Når endringen trer i kraft medfører det at store deler av bestemmelsene i dagens kvalifikasjonsforskrift knyttet til midlertidig tjenesteyting og etablering for person omfattet av EØS-avtalen blir tatt ut og erstattet med henvisninger til ny lov med tilhørende forskrift.

Foreløpige analyser som er foretatt av DSB, tilsier at endringsdirektivet til yrkeskvalifikasjonsdirektivet vil innebære at man svekker dagens krav til relevant praksis. Direktivet legger også opp til en måned kortere saksbehandlingstid enn hva dagens regelverk tillater.

Kunnskapsdepartementet har hatt ny lov med tilhørende forskrift ute på høring.

## 10. Teknologisk innovasjonskraft

**Teknologi blir en stadig viktigere forutsetning og premis i det moderne samfunnet. Dette kapittel omhandler «teknologi og trender».**

Få teknologiområder har påvirket det moderne samfunn i så stor grad som elektrofagene. Dersom man ser bort fra skillet man så langt har satt opp mellom elektriske anlegg og elektronisk kommunikasjonsnett forstår man raskt hvor gjennomgripende denne teknologien er. Dette avsnittet beskriver nye viktige teknologier som vil få stor betydning i fremtiden og det stilles spørsmål om det er noen barrierer som hindres oss i å ta i bruk den nye teknologien.

### 10.1. Tar vi i bruk den nye teknologien?

De store lokomotivene som burde ligge i front i forhold til å ta i bruk ny teknologi står etter flere informanternes mening "i vognstallen eller på stasjonen".

Inntrykket fra media er at vi i Norge er raske til å ta i bruk ny teknologi. Men enkelte leverandører mener at det er en treghet i markedet til å ta i bruk ny teknologi. Et eksempel som stadig går igjen blant informantene er elektriske anlegg hvor man fortsatt baserer seg på teknologi som «er gått ut på dato». Dette påvirker ikke sikkerheten, men funksjon. Den viktigste årsaken til dette «problemet» er, ifølge informantene, at det ofte er utbyggere som foretar beslutning om standard. Da velger de ofte lav-teknologiløsninger for å unngå merkostnader.

En del av elektriske anlegg i de rundt 2,7 millioner elektriske anleggene vi har i Norge er av eldre dato. Dette gjelder spesielt i husholdningene, hvor viljen til å bruke nødvendige midler på ettersyn og vedlikehold er svak. Det kan videre synes som om det er en barriere for å ta i bruk ny teknologi.

### 10.2. Informasjonsflate

Det vil komme kraftige endringer på menneske/maskingrensesnittet mot 2030.

Dagens grensesnitt mot bruker som i stor grad er basert på skjerm er lite egnet for mange nye teknologier som vil komme i de nærmeste årene. De skjermbaserte grensesnitt vil nok ikke forsvinne, men vil få svekket relevans, de gir sterke begrensninger på brukeropplevelsen.

«Informasjonsflate» er introdusert som et prosjektspesifikt begrep. Dette har vært nødvendig for å synliggjøre et distinkt skille mellom dagens grensesnitt og det man kan forvente fremover.

Utviklingen av hologramteknologi (visualisering i rommet) og kunstig intelligens vil innebære at brukeren kan kommunisere mot maskin på en langt mer effektiv måte. Kombinasjon av tale og interaksjon med hologramstruktur er eksempel på et sannsynlig menneske/maskingrensesnitt. Enkle instruksjoner kan formidles ved tale, mens avanserte instruksjoner kan suppleres med sistnevnte.

Det forskes også på teknologi som overvåker spesifikk hjerneaktivitet som grunnlag for styring av utstyr eller systemer.

Selv om begrepet inneholder «flate» så er ikke det ment å henlede til et todimensjonalt grensesnitt. «Flate» er benyttet for å illustrere at det er et grensesnitt mellom biologi og teknologi som passerer.

### 10.3. Software vs. hardware

Bruk av software for å løses en utfordring er langt mer kostnadseffektiv enn å bruke hardware. Software innebærer at man gjennom instruksjoner foretar disposisjoner som i minst mulig grad benytter involverer «elektronikken» i et utstyr. Programmet må naturligvis hente inn informasjon fra sensorer, ta i bruk komponenter, instruksjoner fra bruker, visualisere informasjon, lagre eller hente informasjon når det er nødvendig. Utover det prosesserer programmet prosesser det er ment å håndtere. Software kan være utviklet av et menneske, delvis av et menneske i samarbeid med

kunstig intelligens, eller i sin helhet være selvkonfigurerbar. I det øyeblikket utstyret tilføres energi, kobles det opp til relevant nettverk for konfigurering basert på miljøet utstyret er plassert eller brukes.

For eksempel kan et motorisert kjøretøy basert på GPS-koordinater, utetemperatur, kjente preferanser for eier av kjøretøy, trafikkflytdata, føreforhold tilpasse seg på en optimal måte. Dette vil øke sannsynligheten for økt brukertilfredshet og vil også kunne øke sikkerheten.

Alt produsentene klarer å løse ved bruk av software, vil bli løst på den måte. Det vil gi det lavest mulig enhetskostnad for produktet og dermed øke konkurransekraften. Dette kan bli en sterk driver i de neste 10-20 årene.

## 10.4. Sensorteknologi og autonomi

Elektrisk utstyr vil i økende grad inneholde sensorteknologi, prosessorkraft og kommunikasjonsenhet. Med autonomt utstyr menes utstyr som er i stand til å registrere, vurdere, tilpasse seg en situasjon og i økende grad handle i tråd med brukernes ønsker og behov. En stekeovn vil selv kunne registrere hva som settes inn i ovnen og bestemme steketid og varme. Likeledes vil en vaskemaskin selv finne ut hva slags tøy som legges inn i den, avgjøre hvor skittent det er og så bestemme hvordan innholdet skal vaskes. Brukeren gjør enkle handlinger, gir talekommando, eller lar utstyret selv forstå hva brukeren ønsker og til hvilken tid. Grensesnitt mot bruker kan bli tale, mobiltelefon og nettbrett.

Elektronikkbransjen er en forening som organiserer detaljstledet for elektrisk utstyr. De trekker frem sensorteknologi som et av de store utviklingstrekkene for hjemme segmentet. Alt av informasjon kan i prinsippet måles, vurderes, settes i system og lagres. Med fallende priser på både sensorteknologi og kommunikasjonsenheter kan det meste av utstyr knyttes sammen. Sensorteknologi brukes ikke bare for å gi brukeren informasjon, men også for å styre og overvåke utstyret.

Dette kan gi nye elsikkerhetsutfordringer i tiden fremover. Primærfunksjonen til flere typer utstyr vil ikke endre seg med økt autonomi, slik at brannrisikoen fortsatt vil være tilstede. Vi introduserer sannsynligvis flere kilder til feil slik at brannrisikoen faktisk kan øke. Det er viktig at norske myndigheter følger standardiseringsarbeidet tett på dette feltet framover.

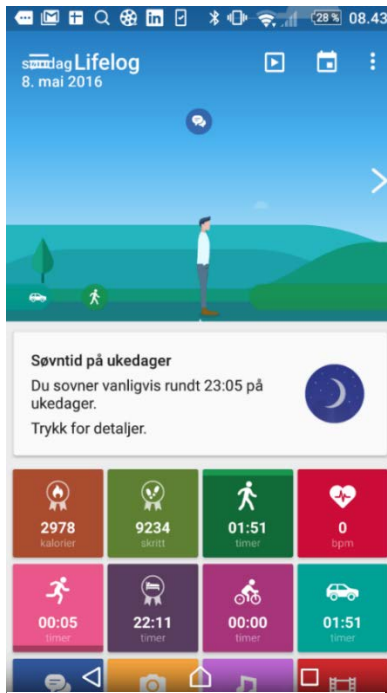
## 10.5. Biologi

Grensesnittet mellom teknologi og biologi vil gjennomgå kraftige endringer mot 2030. Det kan forventes produkter på markedet som måler og overvåker biologiske prosesser i kroppen: Hjerne og karsystem, lunger, fordøyelsesfunksjoner, eksponering mot skadelige stoffer med videre. I det øyeblikk man utvikler sensorer som kan detektere og overvåke ønskede kroppslige funksjoner, så vil det utvikles systemer som publikum kan ta i bruk. Inntoget av nanoteknologi gjør at sensorer kan bli så små at de uten hinder kan inngå i kroppens kretssystem. De kan feste seg på ønsket sted, detektere, lagre for så å avgi ønskede data når brukeren ber om dette. Brukerens system vil være koblet mot servicetjenester som kan analysere data.

Dagens mobiltelefoner, smartklokker og håndbånd har allerede inkorporert teknologi hvor kroppsfunksjoner overvåkes på aggregert nivå, men man mangler foreløpig den utfyllende sensorteknologien. Det foretas betydelig forskning på området, i første omgang for bruk i de profesjonelle medisinske miljøene. Det er likevel ingen grunn til å tro at slik teknologi ikke blir allmenn tilgjengelig for publikum på sikt.

### 10.5.1. Dagens teknologi – «wearables»

De såkalte «wearables», som er teknologi som bæres direkte på kroppen eller er integrert i tøy som



**2 Eksempel på presentasjon fra wearables**

man har på, er inne i en eventyrlig vekst. Slik teknologi har to hovedformål; enten å måle kroppslige funksjoner, bevegelse, fysiske forhold, være port mot annen teknologi eller å formidle informasjon.

Figuren til venstre er hentet fra en tilfeldig mobiltelefon på den norske markedet og illustrer grensesnitt mot en bruker som anvender såkalt aktivitetsbånd.

Brukeren kan også ha wearables som styrer eller kontrollere annet utstyr, det være seg elektrisk utstyr vedkommende har i smarthuset, hytten eller den oppkoblede bilen.

Det kommer stadig flere funksjoner til slikt utstyr så avgrensningen som er satt blir fort utdatert. Vi velger å bruke ordet *wearables* i mangel på et godt norsk ord.

#### Døgnet rundt

Flere slike enheter er ment å bæres av brukeren døgnet rundt: De måler aktivitet, gjøremål, puls, kaloriforbruk, søvnmønster, bruk av tjenester, kommunikasjon og underholdning. Vanligvis er slike enheter koblet opp mot mobiltelefon, hvor resultatene også kan presenteres.

### 10.6. «Alt» er trådløs

Den nyeste standarden for trådløs oppkobling mot internett er kalt «WI-FI HaLow». Denne er spesielt tilpasset kommunikasjon med enheter som inngår i det vide begrepet «tingens internett». Den baseres på lavenergi-kommunikasjon av hensyn til utstyrets begrensede energilagring. Informasjon til og fra tilknyttet utstyr kan presenteres via en informasjonsflate.

«WI-FI HaLow» er viktig og relevant standard for wearables, smarthus, oppkoblede biler, digital helse, detaljhandel, industri og smarte byer. Det er spesielt to viktige egenskaper som er nyttig med den nye trådløse teknologien – rekkevidden og energieffektivitet.

#### Nye og moderne grensesnitt

Wearables vil kunne tilby nye og enda mer brukervennlig grensesnitt, informasjon presenteres i en annen og ny form og den er raskere tilgjengelig. Allerede nå foreligger det for eksempel grensesnitt som baserer seg på hologram – det vil si at informasjonen visualiseres i rommet.

#### Kort om utfordringene

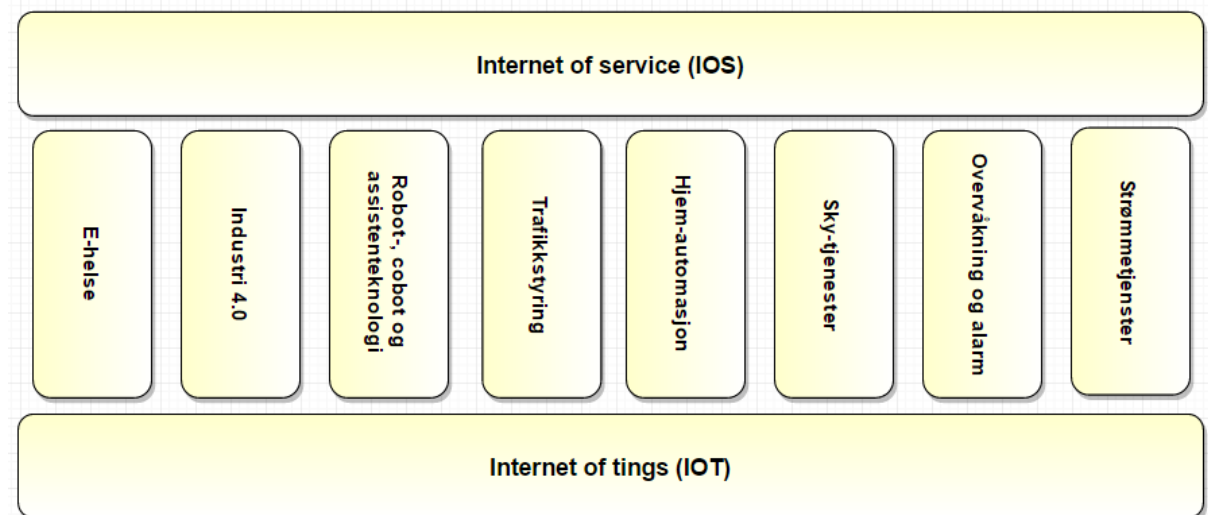
I grenseflaten mot e-helse kan man se mulige utfordringer med teknologien. I den grad de profesjonelle helseaktørene adopterer slik teknologi kan det bety nye sårbarheter dersom strømforsyning og elektronisk kommunikasjon ikke fungerer 100 %. Gjennom utstrakt bruk av denne teknologien bygges det opp en tillit som kan være berettiget i en normal tilstand, men hvor svakhetene kommer frem i ekstraordinære situasjoner. Det er spesielt i de tilfeller at tiltenkt funksjon er avhengig av en ytre bearbeidelse av data og prosessorkraft at det oppstår mulige svakheter i kjeden. En viktig driver for at også de profesjonelle aktørene vil kunne vurdere slik teknologi er at prisnivået sannsynligvis vil være lavt.

I de påfølgende avsnitt vil forhold som har nær slektskap til dette drøftes videre.

## 10.7. Tingenes internett (IoT) – Internett for tjenester (IoS)

Internett utgjør en av de viktigste premisene for den videre utviklingen av elektrisk utstyr. Ulike analyser har vært gjort, men det anslås at innen 2025 vil rundt 50 milliarder enheter være koblet opp mot dette globale nettet. For å forstå drivkraften bak det må man se hen til forretningsmodellene stadig flere globale selskaper praktiserer: De understøtter produktet i hele dets levetid, med mersalg, tjenester, oppgraderinger, kundesupport og brukerstøtte. Enkelte kan tjene mer penger på produktet etter at det er solgt. Her er det bare fantasien som setter begrensninger. Konkurransen om å få egne produkter inn i hus og hjem handler ikke bare om primærsalget, men om den vedvarende kundepleien.

Figuren under illustrerer det som allerede er en realitet for mange produktgrupper. De er koblet opp mot en tjenestestruktur som produktet drar veksler på gjennom hele dets levetid. Enkelte produkter baserer hele sin funksjon på IoS-laget. De må hele tiden være tilkoblet å kunne fungere tilfredsstillende. Andre produkter fungerer som isolerte enheter, men må tidvis koble seg opp for å få relevante oppdateringer.



### 3 IoT - IoS

Det er for øvrig ikke gitt at produktleverandøren og tjenesteleverandøren er den samme. Eksempel på det finner vi for eksempel innen strømnetjenester for radio, musikk, film og tilsvarende.

Man ser samme trend i næringsvirksomhet, hvor ettersalg og support er en naturlig del av leveransen. Ingen kjenner et komplisert system bedre enn produsenten selv, hvilket gjør det rasjonelt å involvere dem i systemets levetid. Man inngår et partnerskap, hvor begge parter profiterer på at systemet optimaliseres for den forutsatte bruk.

Det er altså store endringer i hvordan leverandør og kunde tilnærmer seg hverandre.

#### Kort om utfordringene

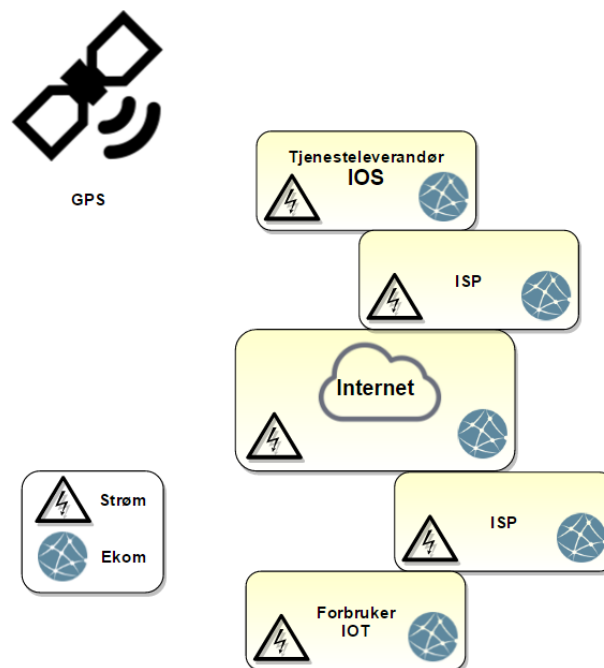
Hele konseptet IoT/IoS støtter seg på oppetid for strømforsyningen og kommunikasjonsløsningen. Svikter en av disse faller i stor grad produktenes funksjon og servicenivå drastisk. I denne sammenheng er spørsmålet om fravær av funksjon for slike produkter representerer fare for liv, helse og materielle verdier i en slik grad at det bør være gjenstand for myndighetens oppmerksomhet. Svaret på det spørsmålet er definitivt «ja». Årsaken er at strukturen som nettopp er beskrevet vil være så total gjennomgripende i samfunnet. Det vil påvirke alle samfunnssektorer. Den mest nærliggende sektor å trekke frem i denne sammenheng er helsesektoren. Produsenter av elektromedisinsk utstyr er trolig blant de som vil være mest tilbakeholden men å gjøre utstyret

avhengig av et «tjeneste-lag», men fordelene er så store at de trolig vil velge en mindre utsatt løsning. For eksempel kan det elektromedisinske utstyret gå i en «sikkerhetsmodus» med de mest vitale funksjoner, når nettverket mistes. Til gjengjeld får man ikke utnyttet utstyrets fulle potensiale.

Det knyttes større bekymring til utstyr som vil benyttes av hjemmeboende pasienter. Selv om helseforetaket må sikre samme trygghet i hjemmet, kan dette i praksis vise seg vanskeligere.

## 10.8. Det teknologiske korthuset

Tekniske systemer hviler på hverandre. Om en av brikkene tas ut av funksjon kan det lamme hele systemet. Figuren under illustrerer dette om hvordan verdikjeden henger sammen på for eksempel IoT/IoS. Tilsvarende verdikjedekart kan man lage for andre «systemer».



### 4 Det teknologiske korthuset

Det viktige budskapet i figuren er avhengighetene – og hvor mange avhengigheter det faktisk er. Problemet er at det er svært krevende å holde en komplett oversikt over slike avhengigheter. Man kan sitte med en oppfatning om pålitelighet som i praksis viser seg å være feil.

Tabellen under viser dette noe mer utdypet, men fortsatt sterkt forenklet. Formålet er å illustrere hvor lite reell kontroll man har med et flertall av partene i verdikjeden – rett og slett fordi disse ligger utenfor norsk jurisdiksjon. Feltene som er røde illustrerer innsatsfaktorer man har «mangelfull» kontroll med.

Tjenesteleverandør kan ligge i en annen verdensdel eller land med tvilsom politisk stabilitet. Økonomi er ofte en avgjørende faktor ved plassering av slike datasentre. Inntil ganske nylig var for eksempel Ukraina aktive på den internasjonale arena for å øke sin verdiskapning innen dataprosessering og lagring av data. Selv om de sikkert hadde de beste forutsetninger og intensjoner med slike tjenester, viser de siste års hendelser hvor sårbart verdikjeden kan være. Eventuelle samfunnsøkonomiske eller bedriftsøkonomiske tap som følge av at verdikjeden brytes kan bli svært krevende å skulle rettsforfølge.

Aktør	Avhengighet		
	1	2	3
Tjenesteleverandør	EI	Ekom	
Tjenesteleverandørens internettleverandør	EI	Ekom	GPS
Kjernenett land 1	EI	Ekom	GPS
Grensesnitt land/transitt	EI	Ekom	GPS
Kjernenett Norge	EI	Ekom	GPS
NIX	EI	Ekom	GPS
Internettleverandør i til forbruker	EI	Ekom	GPS
Forbruker	EI	Ekom	

Tabell 1

Verken myndighetene eller norsk næringsliv har kontroll på det man litt forenklet kan kalle det fysiske laget (med tilhørende støttesystemer). Dette utelukker selvsagt ikke at påliteligheten er godt ivaretatt. Andre lands myndigheter vil ha tilsvarende interesse av å opprettholde opetid på slike systemer. Det endrer dog ikke den underliggende usikkerheten.

Omtalen her er knyttet til verdikjeden IoT/IoS, men liknende avhengigheter kan påvises i andre markeder.

### 10.8.1. Kort om utfordringene innen IoT/IoS

Figur 5 viser hvordan strømforsyning og kommunikasjon inngår som en forutsetning i alle elementene i verdikjeden. Pålegg om reservekraftsystemer og redundans hos sluttbruker hjelper i liten grad om disse svikter hos ett av de andre elementene. Dermed kan systemet som helhet «falle sammen som et korthus».

Problemstillingene som er drøftet her vil både berøre elektriske lavspenningsanlegg og ekom-systemer. En felles gjennomgang av denne tematikken av de berørte myndighetsorganene er nødvendig for å kunne møte disse utfordringene.

Elektrisk utstyr vil bli et bærende element i tingenes internett og vil i økende grad kreve kontinuerlig tilgang til nettverket av tjenester i nettskyen for å fungere optimalt. Dette vil kreve en kontinuerlig vurdering fra fagmiljøene og myndighetene for å møte behovene i en slik verden.

## 10.9. Helse og velferd

I 2015 hadde Norge de tredje høyeste utgiftene<sup>13</sup> til profesjonell helsehjelp i verden, kun slått av USA og Sveits. Vi brukte i underkant av 60.000 kroner pr innbygger. Tallet innbefatter både tjenesteyting fra private og offentlige aktører. I tillegg kommer privat kjøp av produkter som understøtter nordmenns helse og velferd. Statistikken viser at samfunnet bevilger stadig mer midler til helsehjelp.

<sup>13</sup> <http://www.ssb.no/helse/nokkeltall>



### 10.9.1. Produkter som understøtter helse og velferd

Salg av produkter som understøtter helse og velferd har økt de siste årene. Trenden de siste to årene har vært såkalt utstyr som har sensorer som måler søvnmønster, aktivitet, puls og i noen tilfeller blodtrykk. Utstyrproducentene forsøke med ulik teknologi å hente ut stadig flere parametere for å gi et bilde av den allmenne helsetilstanden til brukeren.

Nordmenns vilje til å bruke økonomiske midler på helse og velferd ses tydelig i det norske statsbudsjettet. Det er grunn til å tro at dette også til en viss grad smitter over på privat betalingsvilje for tjenester som ikke inngår i det offentlige tilbudet.

### 10.9.2. Elektromedisinsk utstyr som inngår i helsehjelp

Både primær- og spesialisthelsetjenesten er aktive brukere av elektromedisinsk utstyr. Selv om elektromedisinsk utstyr i hovedsak brukes av profesjonelt helsepersonell er det en økende andel hjemmeboende pasienter som også bruker slikt utstyr. Det meste av slikt utstyr er for overvåkning av pasientens tilstand, men det sendes også hjem pasienter som bruker såkalt livsoppretholdende utstyr. I slike tilfeller følger helseforetakene rutiner som i prinsippet skal likestille elsikkerhetsnivået for hjemmeværende pasient med pasienter som er ved en helseinstitusjon.

### 10.9.3. Trygghets-, alarm- og overvåkningssystemer

Trygghets-, alarm-, og overvåkningssystemer omfatter systemer som har til hensikt å overvåke, gi varsel eller å mobilisere en handling basert på manuell eller automatisk aktivering. Det er mange systemer som faller inn under denne kategorien, og de strekker seg fra de som brukes innen helsesektoren til kameraovervåkning og private innbruddsalarmsystemer. Felles for dem er at de har høye krav til funksjon og pålitelighet.

Ulike betraktninger gjør seg gjeldende avhengig av hvilken sikkerhetsfunksjon et slikt system skal ha. I noen tilfeller vil slike systemer være viktig av hensyn til liv, helse og materielle verdier – mens i andre tilfeller er systemene initiert av sluttbruker basert på hensiktsmessighet.

Denne type systemer blir stadig viktigere for å holde risikoen i samfunnet på et akseptabelt nivå. Samtidig synes det å mangle godt underlag for å gjøre helhetlige vurderinger innen denne tematikken. Det er også uklart hvilke systemer myndighetskrav bør komme til anvendelse for og hvilken myndighet som i så fall bør regulere forholdet.

## 10.10. EMC

Elektromagnetisk kompatibilitet (EMC) handler om hvordan elektrisk utstyr skal kunne fungere sammen uten å forstyrre eller forhindre funksjon av annet utstyr. EMC er viktig fordi det griper rett inn i funksjonsevnen til det elektriske utstyret. Forholdene dekker alle sektorer og er dermed en tverrsektoriell problemstilling. EMI er motstykket til EMC, det vil si tilfeller hvor man får interferens mellom elektrisk utstyr eller systemer. Dersom denne interferensen kommer over et visst nivå, kan utstyr og systemers funksjon påvirkes.

Historisk sett begynte teknologene å betrakte EMC som et arbeid for å holde forstyrrelser av radiotjenestene på akseptable nivå. Mye av arbeidet gikk på å stille krav til emisjoner/utstråling i luften og på ledninger. Tolkning av grensene mellom irriterende forstyrrelser og skadelige sikkerhetsrelaterte forstyrrelser innebærer vesentlige analyser av kostnad opp mot nytte.

Immunitet mot elektromagnetisk påvirkning er blitt stadig mer viktig. Mangel på tilfredsstillende immunitet kan medføre at et elektrisk utstyr ikke fungerer som forutsatt. Om utstyret inngår i et system med høye krav til pålitelighet kan det være kritisk.



Selv om man i definisjonen for EMC (jf. kapittel med definisjoner) bruker formuleringen «fungere tilfredsstillende» kan ikke det tolkes til å være utenfor sikkerhetsaspektene.

Elektrisk anlegg er en del av overføringsmediet mellom kildene for forstyrrelser og utstyr som blir rammet av forstyrrelser (ledningsbundet støy). Dette gjelder så vel i sluttbrukerens eget elektriske anlegg og elektriske anlegg imellom. I sistnevnte tilfelle kommer netteier også inn i bildet.

## 11. Samfunnsmessige endringer

**Dette avsnittet ser på endringer i samfunnsmessige forhold og hva det vil bety for elsikkerheten. Det hentes frem eksempler på kritisk infrastruktur, transport, urbanisering og demografisk utvikling. Analysene i dette kapittel ligger under klassifiseringen «samfunn og struktur».**

### 11.1. Fysisk infrastruktur i samfunnet

Det er tradisjon at viktige infrastrukturer vanligvis skal dekkes gjennom fellesskapsløsninger. Etablert politikk har vært at enkelte infrastrukturer håndteres av én markedsaktør. Vannforsyning, avløp, allment elnett, havner, vei og jernbane er eksempler som faller innenfor denne kategorien. Ekom skiller seg delvis ut fra dette bildet ved at tilbydere så langt også konkurrerer på den siste delen av en infrastruktur som er tilknyttet sluttbruker.

Der det er monopol innebærer det at kunden ikke har alternativ, eller i beste fall mindre gode alternativ til monopolistens tilbudte løsninger. Det stilles strenge krav til oppe tid for monopolistenes systemer. Svikt i ett eller flere slike (monopol)systemer fører raskt til kaos i samfunnet.

Dersom monopolisten ikke leverer tjenesten den er satt til å forvalte, kan det gi store samfunnsøkonomiske tap og vil også kunne utløse farlige situasjoner hos enkelte virksomheter og individer som er avhengig av tjenesten.

### 11.2. Hva er samfunnskritiske infrastrukturer?

En rekke offentlige utredninger har drøftet spørsmålet om hva som bør betraktes som samfunnskritisk infrastruktur. Problemstillingen drøftes blant annet i «NOU 2000-24 Et sårbart samfunn», «NOU 2006-6 Når sikkerhet er viktigst», NOU 2015:13 Digital sårbarhet, samt i DSBs nasjonale risikobilde. Videre er spørsmålet drøftet i flere sektorielle analyser blant annet fra Statens vegvesen, NVE og NKom.

Det synes å være en allmenn oppfatning om at følgende infrastrukturer er samfunnskritiske:

- Vann- og avløpssystemer
- Ekomanlegg
- Kraftforsyning
- Transport (vei- og jernbane)

Samfunnskritiske tjenester inngår ikke i begrepet infrastruktur.

Disse fire infrastrukturene danner kjernen som er viktig for et velfungerende samfunn. Selv om det kan finnes alternativ, er avhengigheten stor og bortfall har store konsekvenser.

### 11.3. Hva er samfunnskritiske tjenester?

Samfunnskritiske tjenester vil ofte være avhengig av samfunnskritisk infrastruktur, men utgjør i seg selv en vital del av et fungerende samfunn og beredskapsapparat. I denne sammenheng inngår følgende tjenester i begrepet:

- Nødetatene (brann, politi og ambulanse)
- Helseberedskap og helsehjelp i primær og sekundærhelsetjenesten
- Sivilforsvar
- Frivillige redningsmannskaper

Det er viktig å identifisere slike tjenester fordi disse bør inngå i en gruppe med forsterket vern mot utfall av nødvendige tjenester. Slikt forsterket vern kan inneholde spesielle krav til tilgang til og

oppetid på de fire infrastrukturene. Relevante myndigheter bør i felleskap vurdere kravene som bør settes.

#### 11.4. Grensesnitt mot sluttbruker

Alle de ovennevnte infrastrukturene vil ha en grenseflate mot sluttbruker, enten direkte eller indirekte. Alle bolig- og næringsbygg vil ha behov for kraftforsyning, ekom, vann- og avløpssystem, og vei.

De ulike infrastrukturene definerer grensesnittet mot sluttbruker forskjellig. I 2014 ble det fastsatt en norsk norm som krevde samordning av grenseflaten for kraftforsyning og ekom. Slike tiltak tvinger gjennom en koordinering mellom aktørene og gir tydelige ansvarsforhold. En utvidelse av en slik koordinering kan være nyttig. Det eksisterer avvikende praksis mellom infrastrukturforvalterne om hvor grensesnittet mot sluttbruker skal settes og hvem som har ansvaret for hva.

#### 11.5. Hvordan vil fremtidens elektriske installasjon se ut?

Overføring og distribusjon av elektrisk kraft har tradisjonelt skjedd fra sentral produksjonsenhet til sluttkunde og balansen mellom produksjon og forbruk har vært håndtert av produsent/nettselskap. Det er Statnett som håndterer balansen i det norske kraftnettet, blant annet ved bruk av såkalt reguler-kraft. Følgende faktorer kan være faktorer som vil påvirke kompleksiteten og forbrukers påvirkning av bildet:

- Et økende antall elektriske apparater, ladebehov av elektriske kjøretøy m.v.
- Lokale produksjonsanlegg og energilagringssystemer
- Indirekte press på å redusere klimagassutslipp
- Elektrisitetsmarkedet i endring
- Kundens forventninger til økt pålitelighet og kvalitet i strømforsyningen
- Teknologit utvikling ved at IKT-løsninger blir billigere og anvendelsen av energilagringssystemer øker

#### 11.6. Teknologiintegrasjon – behov for en mer helhetlig tilnærming?

Det er sterk gjensidig avhengighet mellom elektriske anlegg og ekomanlegg. Dette krever en helhetlig tilnærming hvor systemene i langt større grad ses i sammenheng og hvor det er viktig at relevante myndigheter og aktører samarbeider.

Den offentlige reguleringen av de fire infrastrukturene er uensartet. Dette kan påvirke den helhetlige risiko siden de er så sterkt gjensidig avhengige.

#### 11.7. Sårbarhet – mer bevisst bruk av nødstrøm og reservekraft

Tilgang til nødstrømforsyning er en viktig forutsetning for forsvarlig drift av samfunnskritisk infrastruktur og tjenester. Det er ofte i ekstremisituasjoner at behovet melder seg, og da må systemet være på plass og være pålitelig. Det er noe uklare regler og ulik forvaltningspraksis innen dette feltet. Mens slike systemer er en selvfølge innen enkelte områder, er de i større grad overlatt til operatørene på andre områder. Tradisjon og historikk kan være en faktor som spille inn i dette bildet.

Nødstrømforsyning er også viktig for samfunnskritiske tjenester. Slike tjenester må ha alternative strømkilder som kan benyttes i fall den allmenne strømforsyningen skulle svikte. Samfunnskritiske tjenester er normalt tilknyttet som sluttbruker på lavspenningsnettet. En strukturering av informasjon om samfunnskritiske tjenester og hvordan disse håndterer temaet nødstrøm bør gjøres av berørt myndighet.

Nødstrømsforsyning må testes jevnlig for å være sikker på at de faktisk virker og at de har den ønskede kapasiteten når behovet melder seg. Dersom slike systemer ikke overvåkes og testes hyppig kan det føre til at svakheten ikke oppdages før primær-systemet går ned ved neste ekstremvær.

### 11.7.1. Spesielt om maritim-, trikk-, t-bane og jernbanesektoren

Maritim sektor omhandler skip, offshorenæringen og en stor havbruksnæring. Mange av de samme avhengigheter som man ser på landbaserte anlegg går igjen innen maritim sektor, men i en mindre skala. Den økende elektrifiseringen, både innen skip og offshore, vil gjøre avhengigheten av dublerede systemer og nødstrømsforsyning mer fremtredende.

Jernbane, trikk og T-bane er avhengig av elektrisk energi til fremdrift, signal og kontroll systemet. Avhengigheten omfatter med det både el og ekom. Den fullstendig avhengig av begge systemer viser behovet for en helhetlig tilnærming.

Påliteligheten i lavspenningsanleggene, som signal- og kommunikasjonsanleggene er tilknyttet, er ikke tilstrekkelig kartlagt. Det har vært hendelser innen nevnte systemer som totalt har lammet togtrafikken i Norge. Tilsvarende hendelser skjer også innen trikk og T-bane. Utfall av denne typen kan gi store samfunnsøkonomiske tap. Utfall av signal- og kommunikasjonsanlegg vil ramme samfunnet, spesielt om dette skjer i eller nær knutepunkter.

## 11.8. Nye muligheter for bedre elsikkerhet

Smarte energinett innebærer både muligheter for bedre drift av energinettet og gir en vesentlig utvidelse av overvåkingen. Feil som tidligere var usynlig for netteier fra deres driftssentraler kan nå fanges opp langt raskere. I praksis har mange netteiere hatt liten operativ oversikt over hva som skjer i lavspenningsnettet – det vil si etter siste nettstasjon, før sluttbruker. Med økende tilfang av data kan de også overvåke situasjonen i lavspenningsnettet, og de kan også oppdage feil.

Lavspenningsnettet, herunder med nettstasjoner, anslås å ligge i størrelsesorden 35% av anleggskapitalen i overførings- og distribusjonssystemet. De øvrige rundt 65% anslås å ligge på transmisjonsnettet. Disse økonomiske indikatorene illustrerer at de som har vært operatør tidligere har hatt liten operativ overvåking av feil i det som har den største utbredelsen. Tiltak som er i ferd med å introduseres vil gi grunnlag for å endre denne situasjonen.

God kunnskap om driftsforstyrrelser eller avbrudd i lavspenningsnettet er viktig for myndigheter og aktører. Det er nyttige data for å vurdere behovet for nødstrømsforsyning hos visse tilknyttede kunder. Dette er data som langt enklere kan hentes inn i et smart energinett, for eksempel gjennom AMS-systemet.

Utviklingen gir også rom for en bedre oppfølging av et problem man har slitt med i mange år – jordfeil. Mens netteierne tidligere ventet på feilmeldinger eller klager fra kundene, kan de nå fange opp dette selv dette selv. Rask håndtering av jordfeil blir stadig viktigere, fordi en økende andel elektrisk utstyr detekterer om det er jordfeil i nettet og kobler fra om en slik situasjon skulle oppstå. Dette rammer spesielt husholdningsutstyr, hvitevarer og elbiler. Selv om bruk av slike apparater ikke vil være kritisk, vil det oppleves som en byrde for aktuell bruker.

Det skjer store investeringer hos sluttbruker som kan utfordre eksisterende infrastruktur i årene som kommer. Dette gjelder spesielt infrastruktur for elektrisk energi og ekom.

Nær sagt alle eksisterende elektriske anlegg, herunder også netteierens lokale distribusjonsnett er basert på oppstrøms forsyning, det vil si at energiforsyningen går fra de store produsentene frem til sluttbruker. Med solkraft, eventuelt kombinert med lokal energilagring vil det elektriske anlegget –

eller deler av det – fortsatt være spenningsførende selv etter at netteier frakobler sin forsyning. Dette kan skape nye elsikkerhetsmessige utfordringer som må adresseres.

## 11.9. Kraftforsyning

### 11.9.1. Om det norske transmisjonsnett

Overføringsnettets består i all hovedsak av nett fra 220 kV til 420 kV, men også noe 132 kV. Utlandsforbindelsene som nå er under bygging benytter 500 kV likespenning. Statnett har ca. 97 prosent av transmisjonsnettets bokførte verdi og selskapets totale nettkapital var på 26 milliarder kroner i 2014<sup>14</sup>.

Investeringene i transmisjonsnettets er økende, og siden 2005 har nettkapitalen i transmisjonsnettets økt med 187 prosent. Den prosentvise økningen er større for transmisjonsnettets enn for regionalnett og distribusjonsnett, som har henholdsvis ca. 110 prosent og 90 prosent økning i samme periode. Selv om investeringene i transmisjonsnettets har variert mye fra år til år, er planene å opprettholde et høyt nivå de neste fem årene, mye grunnet investering i nye utenlandsforbindelser og eliminering av punkter uten redundans.

Klimaet byr stadig oftere på store utfordringer, med mer og kraftigere nedbør, mer vind og flere stormer. Dette gjør at linjer som har fungert uten feil i mange år, opplever flere utkoblinger på kort tid. For å redusere antallet utkoblinger og havari på linjer, bør det foretas risikoanalyser i samråd med meteorologer før ny linjebygging iverksettes. Dette kan føre til endrede konstruksjoner eller andre trasévalg. Kompenserende tiltak i eksisterende linjer som følge av større klimapåkjenninger bør planlegges.

#### Driftsforstyrrelser

Statnett og NVE utarbeider årlige statistikker over driftsforstyrrelser og feil i hele det norske elnettet, basert på rapporter fra nettselskapene<sup>15</sup>. Driftsforstyrrelser kan medføre «Ikke levert energi» (ILE), som er et målbart tall for konsekvensene av driftsforstyrrelsene. De årlige statistikkene ser på de samfunnsøkonomiske kostnadene. Tallene varierer mye, og i år med mye ekstremvær, som i 2011, blir ILE-verdiene høye. En gitt mengde ILE hos et sykehus og en hytte vil kunne ha vidt forskjellige konsekvenser. Gjennomsnittet over de siste fem årene antyder at tallet er stabilisert og ikke lenger nedadgående som i årene frem til 2010. Det kan ikke utelukkes at det kan ligge betydelig innslag av naturlige variasjoner i nevnte statistikk. Med utsikter til mer ekstremvær i årene som kommer kan det være fare for at ILE-verdiene vil stige.

Det utarbeides årlige statistikker over nøkkeltall i norsk elforsyning, basert på teknisk og økonomisk rapportering fra nettselskapene. I denne analysen ser man på tallet for KILE, som skal representere sluttbrukerne sine kostnader ved avbrudd. KILE er forkortelse for «Kvalitetsjusterte inntektsrammer ved Ikke Levert Energi», en ordning som skal gi nettselskapene økonomisk motivasjon til riktig ressursallokering innenfor rammene som er gitt av myndighetene. KILE gir en indikasjon på de økonomiske konsekvensene av avbrudd og NVEs rapport for 2015 viser at KILE-kostnadene for alle nettnivåer jevnt over har økt siden 2005. Basert på observasjonene ovenfor knyttet til forventninger om økte KILE-kostnader, er det sannsynlig at denne økende trenden også vil holde seg.

SINTEF Energi uttaler at bak tallene med den høye oppetiden er det lokale variasjoner. Oppetiden synes å øke proporsjonalt med urbanisering<sup>16</sup>. Dette henger blant annet sammen med utstrakt bruk

---

<sup>14</sup> Kilde: [www.statnett.no](http://www.statnett.no)

<sup>15</sup> Rapporteringen er en del av FASIT

<sup>16</sup> Kilde: Dialogmøte med Sintef Energi (referat)

av kabelnett, som er mindre utsatt for vær og vind. Industrien hevder at de store lokale variasjonene i kraftsystemets kvalitet påvirker diskusjoner rundt lokalisering. Store anleggsbidrag kan påvirke lønnsomheten ved etablering av produksjonssteder og grønn omstilling i transportsektoren. Dette bekreftes av data som har vært innhentet for hvert enkelt nettselskap.

### Redundans

Avhengigheten mellom strøm og ekom er sterk. Dette betyr at svikt i kommunikasjonen kan få store konsekvenser for energiforsyningen, slik vi vet at et strømvavbrudd er det for ekom i dag.

Norsk Helsenett er kanskje den første aktøren som tar skrittet fullt ut og sier at de skal ha 100 prosent tilgjengelighet i sitt ekomnett. Dette søker de blant annet å gjøre ved at det er dobbel redundans, eller tre adskilte føringsveier med full diversitet i det logiske nettet mellom knutepunktene i Oslo, Bergen, Trondheim og Tromsø. Norske myndigheter og norsk elforsyning bør følge nøye med på erfaringene som trekkes fra dette arbeidet og se om dette bør påvirke egen praksis.

### Spesielle utfordringer i transmisjonsnettet

Statnett er ansvarlig for transmisjonsnettet og har lang erfaring med driften. Det er planlagt betydelige nyinvesteringer og oppgraderinger i årene som kommer. Netteier vektlegger at de bruker av personell, materiell og utstyr som er egnet for de norske forholdene. Anlegg bestilles og leveres i henhold til internasjonale standarder og netteier deltar aktivt i standardiseringsarbeidet for å sikre at norske krav blir reflektert i spesifikasjoner for produkter og tjenester.

### 11.9.2. Distribusjonsnettet

All elektrisk energi som brukes i samfunnet må distribueres til sluttbrukerne. På veien frem er det mange muligheter for feil og hendelser som kan resultere i bortfall som kan gi alvorlige konsekvenser for sluttbruker.

Leveringspåliteligheten til distribusjonsselskapene varierer mye som følge av klimatiske og topografiske forhold.

### Spesielle utfordringer i distribusjonsnettet

Utfordringer sett fra et elsikkerhetsperspektiv ligger i utførelse, bruk og vedlikehold av distribusjonsnettet.

Områder det er nødvendig å være oppmerksom på:

- Nye krav til isolasjon i kabler og koblingsanlegg som følge av EU-direktiver.
- Risikoanalyser for de enkelte anlegg.
- Økt bruk av IKT for styring og overvåking.
- Aldrende arbeidsstyrke og behov for nyrekruttering

Investeringene i distribusjonsnettet øker, og sikkerheten for mannskap, materiell og eiendeler er en viktig suksessfaktor for netteierne. Mange av selskapene legger ned en betydelig innsats i arbeidet med HMS og opplyser at de har gode rutiner for å sikre mennesker og materiell.

### Kraftledningsstrategi

I gjeldende kraftledningsstrategi (Ot. prp. nr 62 2008-2009) er det lagt politiske føringer for konsesjonsbehandling av kraftledninger. I et rundskriv til områdekonsesjonærene står det bla:

«Bruk av jordkabel i distribusjonsnettet: Områdekonsesjonær skal ved bygging av nye kraftledninger eller fornyelse av eksisterende forbindelser i distribusjonsnettet benytte jordkabel dersom naturgitte forhold tilsier moderate naturinngrep og ekstrakostnader.»

I et beredskapsperspektiv innebærer ovennevnte at distribusjonsnettene er mer beskyttet og at sannsynlighet for feil reduseres. På den annen side vil reparasjonstiden kunne øke: Det kan ta lengre tid å lokalisere feil og feilretting krever normalt gravearbeid som kan være tidkrevende.

#### Spesielt om forsyningssikkerhet

Forsyningssikkerhet har vært drøftet i en rekke offentlige utredninger, sist i melding til Stortinget 25 (2015-2016) med tittelen «Kraft til endring» og i NOU 13:2015 med tittelen «Digital Sårbarhet – sikkert samfunn». Forsyningssikkerhet er med det satt høyt på den offentlige dagsorden.

NVE har KILE-ordningen som redskap for å motivere netteierne til å inkorporere eksterne kostnader i sine bedriftsøkonomiske vurderinger. Netteiere blir i denne ordningen «økonomisk straffet» om man får utfall av strømforsyning til sluttbruker. Ordningen ble basert på en rekke samfunnsøkonomiske studier av hva avbrudd og spenningsforstyrrelser kostet det norske samfunnet.

I samsvar med Stortingsmelding 25 (2015-2016) defineres forsyningssikkerhet som energisikkerhet + effektsikkerhet + driftssikkerhet.

Tilfredsstillende elsikkerhet er en forutsetning for tilfredsstillende forsyningssikkerhet.

#### Spesielt om energisikkerhet

Norge er et privilegert land hva gjelder tilgang på elektrisk energi. Vi kan høste fra vårt langstrakte land med fjell og daler som gir rikelig tilgang på ren elektrisk energi fra vannkraft. I et normalår bidrar det samlede system til netto energioverskudd som kan selges på det europeiske kraftmarkedet. I år med knapphet kan vi kjøpe kraft på det europeiske kraftmarkedet. Stadig flere land- og sjøforbindelser til våre naboland og Europa for øvrig gir en god energisikkerhet.

Tilfredsstillende elsikkerhet er en forutsetning for tilfredsstillende energisikkerhet.

#### Spesielt om effektsikkerhet

Effektsikkerhet handler om å få overført elektrisk energi i sanntid fra produksjonssted til sluttbrukeren. Det er den momentane belastning som skal dekkes til enhver tid. Dermed er det avgjørende at det er tilstrekkelig *overføringskapasitet* i nettet til å møte behovet.

Moderne elektrisk utstyr fordeler seg i to hovedgrupper:

- Utstyr som blir stadig mer energieffektiv – og hvor også effekten reduseres som følge av dette, og
- Utstyr som for å bli mer energieffektive eller hvor tid er en kritisk faktor, tar ut høyere effekt over kortere tidsrom.

Eksempler på den første gruppen er LED-lys og småelektronikk. Eksempler den andre gruppen er induksjonskomfyrtopper, vannvarmere og elbiler. Disse tre utstysgruppene alene kan utløse lokale utfordringer for effektsikkerheten. Videre er det en utfordring at slike laster genererer støy i nettet som kan påvirke annet elektrisk utstyr på en negativ måte.

Effektknapphet lokalt henger tett sammen med potensielt svake distribusjonsnett. Potensielt svake distribusjonsnett kan også påvirke elsikkerheten ved at systemet ikke leverer nok kortslutningsstrøm til å løse ut vern raskt nok i tilknyttede elektriske anlegg.

Tilfredsstillende elsikkerhet er en forutsetning for tilfredsstillende effektsikkerhet.

### 11.9.3. Smarte energinett

Energispørsmål står høyt på den globale politiske dagsorden. Energi er en knapphetsressurs hvor bruken også påvirker klimaet. Ambisiøse mål innen energipolitikken er nedtegnet og forplikter de

ulike land til handling. Stikkordene er et skifte i retning av fornybar energi, smartere forvaltning av ressursene og høyere bevissthet rundt forbruk.

God miljøpolitikk kan ikke realiseres dersom teknologien ikke er tilpasset dette. Folk flest ønsker å opprettholde et høyt komfortnivå hva gjelder ressursbruk og mobilitet. De er likevel villig til å ta i bruk alternative miljøvennlige løsninger dersom dette er realistisk. Teknologien kan skape alternativene innenfor en integrert og helhetlig ramme.

Smarte energinett (Smart Grid) handler om å styre i retning av mer effektiv bruk av energi ved å balansere forbruk, overføring og produksjon av energi på en intelligent måte. For å få dette til er det behov for store mengder sanntidsdata, prosessorkraft og muligheter til å styre laster og produksjonsenheter. Datamodellene som vil benyttes i slike sammenhenger baseres på kombinasjonen av erfaringsmodeller og sanntidsdata

Smarte energinett er en teknologi som griper inn i alle de nevnte begrepene. Det arbeides på mange plan for å få realisert disse planene: Politisk, teknisk og innen FOU. Standardiseringsorganisasjonene er en viktig brikke i arbeidet med å få realisert de politiske målene. Integrasjon, interoperabilitet og kompatibilitet er velbrukte ord i den politiske retorikken, men dette må fylles med et innhold. Det er her standardiseringsarbeidet har sin styrke. De kan bringe sammen ulike interesser, som i fellesskap og basert på konsensus kan finne de tekniske løsningene.

Selv om kraftsektoren i mange år har arbeidet med å modernisere sin bruk av IKT, er man fortsatt langt unna de visjoner som samles under begrepet smarte energinett (engelsk: Smart Grid). Nettselskapene synes langt på vei å planlegge og forvalter kraftsystemet på en måte hvor kraftforsyningen utelukkende skal komme oppstrøms (fra de store vannkraftverkene) og i mindre grad å utnytte fleksibiliteten i kraftuttak som ligger hos sluttbruker. Som et eksempel på fleksibilitet er et nytt næringsbygg eller en boligblokk som har en betydelig termisk tidskonstant på grunn av myndighetenes skjerpede krav til isolering. Utkobling av effekt til oppvarming vil knapt merkes selv etter flere timers utkobling. En slik egenskap kan utnyttes i et smart energinett, men krever et marked hvor fleksibilitet har en økonomisk verdi. Forbrukerne har i dag liten økonomisk motivasjon til å ta hensyn til at økt last i «trengselsperioder» av døgnet er uønsket.

Eiere av elbilene som har strømmet inn på det norske markedet, har med få tastetrykk muligheter til å flytte lading til andre deler av døgnet. Dersom slik praksis ikke påvirker faktura fra netteier, er det få som vil ta i bruk denne tilrettelagte muligheten.

Prismekanismene er en viktig faktor for å motivere til å spare på knapphetsfaktorer. Næringskunder har allerede effektbaserte tariffer, men dette er ikke vanlig for husholdningene. Effekt vil bli en knapphetsfaktor som ikke i tilstrekkelig grad blir tatt hensyn til ved dagens tariffing i det norske kraftsystemet. I 2015 hadde imidlertid NVE en konseptthøring som gikk på utforming av tariffer i distribusjonsnettet, herunder bruk av effekttariffer. Bruk av effekttariffer vil kunne bedre denne situasjonen.

Flytting av laster til tider av døgnet hvor sluttbruker ikke er våken kan utgjøre et elsikkerhetsproblem. Dette gjelder for eksempel vaskemaskiner, oppvaskmaskiner, tørketromler, elbiler mv. Dette temaet må derfor følges tett av elsikkerhetsmyndighetene og det må sees på tiltak som kan redusere denne ekstra risikoen. AMS og ny tariffer kan også bety muligheter for innføring av ny teknologi (Smarte installasjoner) som på sin side kan bidra positivt til elsikkerheten.

#### 11.9.4. Solkraft eller tilsvarende

Det i ferd med å skje store og raske endringer hos sluttbruker som kan utfordre dagens system for produksjon og distribusjon av energi. Et alternativ er at man kan få mer distribuert produksjon av



energi, hvor for eksempel større borettslag, næringsklynger eller likende går sammen om å opprette produksjonsenheter. Et annet alternativ er at en enkelt boligeier eller nabolag oppretter et felles anlegg.

Prisen som ulike aktører «ser», og som egne produksjonsanlegg konkurrer mot er ulike. Profesjonelle kraftprodusenter selger på kraftbørs eller faste kontrakter. Det får betalt den til enhver tid gjeldende energipris. Private produsenter derimot «ser» en helt annen pris. For dem vil det være alternativkostnaden som egne anlegg konkurrer mot. Denne vil bestå av energipris + frakt + avgifter. Det vil være prisen de må betale for å kjøpe den samme energien fra netteier. Sistnevnte pris kan fort ligge på opp mot 1 kr/kWh, i noen perioder høyere.

Solkraft vil øke sin konkurransekraft. Det viktigste årsakene til dette er tre forhold:

- Pris på egenprodusert energi, f.eks. ved bruk av bygningsintegreert eller panelbasert solkraft er sterkt fallende.
- Solcellenes virkningsgrad økes.
- Enhetspris for lagring av energi lokalt er fallende.
- Elektrisk utstyr som er en del av IoT/IoS<sup>17</sup>-konseptet kan enklere styres via internett (TCP/IP).

NVE opplyser at de har beregnet et teknisk potensial på 2,1 TWh<sup>18</sup> solkraft. Dette er beregnet ut i fra 50 % av tilgjengelig tak og fasadeareal på nye og rehabiliterte bygg frem mot 2050. Dette utgjør en relativ liten andel i forhold til de rundt 130 TWh<sup>19</sup> som årlig produseres i norske vannkraftverk.

NVE har naturligvis tatt visse forutsetninger i sine beregninger. Blant disse er hvilke arealer man antar at eventuelle utbyggere vil benytte. En annen viktig forutsetning er effektiviteten til solcellene. I systemene som har vært på markedet så langt utnyttes i overkant av 20% av solenergien. De mest effektive solcellene, som blant annet benyttes innen romfart utnytter i overkant av 40 % av energien. Disse er imidlertid så kostbare at de i praksis ikke har vært tilgjengelig på markedet. Nylig lanserte imidlertid er sveitsisk selskap paneler med virkningsgrad i overkant av 36%. Den drastiske økningen i effektiviteten skyldes at de benyttet små, høyeffektive celler, hvor det legges et optisk lag over som konsentrerer solstrålene på disse små cellene. Dersom kan de levere høyeffektive paneler som prismessig ligger i samme sjikt som tradisjonelle paneler. Regnestykket blir imidlertid drastisk endret – en så drastisk økning i virkningsgrad vil slå kraftig ut i kalkylene.

Dersom de trenden fortsetter kan det bli en vesentlig økning i antall små lokale kraftprodusenter. Forbrukere som har store sydvendte eller flate takarealer vil kunne ha interesse av å vurdere slike alternativer.

Styring og kontroll av elektrisk utstyr vil bli helt annerledes enn for få år siden. Dette vil bli integrert i utstyret og automatiserte prosesser kan styre utstyret i tråd med brukers føringer. For eksempel kan utstyr holde igjen effektuttak for ikke å overskride en økonomisk grense brukeren har satt. Lokal lagring av energi vil kunne øke fleksibiliteten. Både batterisystemer og hydrogenproduksjon kan være metoder for lagring av energi. Begrunnelsen for at lokal lagring er interessant, er at prisen den lokale produsenten får i markedet er vesentlig lavere enn hva sluttbruker selv senere må betale for å hente ut elektrisk energi fra det allmenne strømmettet.

---

<sup>17</sup> IoT/IoS – Internet of things/Internet of services

<sup>18</sup> <https://www.nve.no/energiforsyning-og-konsesjon/ressursgrunnlag/>

<sup>19</sup> <https://www.ssb.no/energi-og-industri/statistikker/elektrisitetaar/aar/2015-03-25>

## 11.10. Informasjon og kommunikasjonsteknologi (Ekom)

### 11.10.1. Ulike ståsted – ulike synspunkt

IKT – næringen har uttrykt tilfredshet med at DSB og NEK tar et slikt overordnet perspektiv på elsikkerheten i kraftnett og ekomnett og inviterer til dialog. I enkelte dialogmøter ble det hevdet at det er sårbarheter i det norske ekomnettet som er signifikante i et samfunnssikkerhetsperspektiv.

Norge har et skiftende klima; de fire årstidene er godt innarbeidet i norsk mentalitet og praksis. Vi tar hensyn til vær, vind, varme og kulde med den største naturlighet. Det er først når ekstremvær oppstår at det kan oppstå mange uønskede og uforutsette hendelser samtidig. De siste årene er det imidlertid samlet erfaring som gjør at infrastruktureierne er bedre forberedt enn hva tilfelle var før ekstremværet «Dagmar».

I kjølvannet av dette følger imidlertid en teknologisk utvikling som har gjort oss avhengig av ekstrem oppetid for tilgang til elektrisk energi. En høy oppetid er likevel ikke tilstrekkelig for en voksende mengde sluttbrukere. De må ha avbruddsfri eller raskt tilgjengelig nødstrømsforsyning eller reservekraft.

Jernbaneloveret uttaler i sitt hørings svar at oppetid for jernbanen er avhengig av kommunikasjonskanaler som f.eks. GSMR. Ved utfall av slike systemer stopper alle tog. De benytter «interne kommunikasjonssystemer», men som også støtter seg på ekstern infrastruktur.

Samfunnet har en ekstrem avhengighet av trygge og stabile kommunikasjonskanaler. Dette gjelder både for kritisk infrastruktur, samfunnskritiske tjenester, aktører i offentlig sektor, næringsliv og private.

Tilgang på elektrisk energi utgjør en grunnpilar i ethvert ekomnett. Derfor er pålitelighet i strømforsyningen en meget viktig faktor. Selv med oppetid i den allmenne strømforsyningen på nær hundre prosent, vil det være en restrisiko som må håndteres av ekom-operatørene.

### 11.10.2. Sårbarhet på ekomnett

Ifølge SINTEF rapport (TR A7197) fra 2012 operer tradisjonelle telefonsentraler med aggregater eller batterikapasitet på 6-8 timer, mens basestasjoner for mobiltelefoner har alternativ strømforsyning fra minutter og opp til 10 timer.

I etterkant av ekstremværet «Dagmar» på slutten av 2011, konstaterte man at basestasjoner og internettforbindelser gikk ned i store områder. Svakheterne som ble avdekket førte til at Nkom i juni 2014 utarbeidet dokumentet «minstekrav til reservestrømkapasitet i landmobile nett». I dette dokumentet krever Nkom at infrastruktureiere skal ha reservestrømforsyning som et alternativ ved avbrudd i den normale strømforsyningen i tettsteder mer enn 20.000 innbyggere. I øvrige områder skal det gjøres en risikovurdering, men være minst 2 timer. Nkom legger opp til en gjennomsnittlig reservekapasitet på 4 timer.

I dette tilfelle har sektormyndigheten foretatt en regulering som går foran de generelle reglene som følger bestemmelser gitt i medhold av el-tilsynsloven.

Fiberforbindelse dvs. de lange transport strekkene trenger pålitelig kraft tilførsel for å fungere. De korte strekkene trenger tilgang på kraft i endene for å lysette fiberen. Fiber vil være svært samfunnskritisk og også 4G-nettet er avhengig av fiber frem til basestasjonene for å fungere. Det trengs også strøm på alle punkter hvor man splitter opp og lager forgreninger til bygg. Det foreligger også nye planer om nye transport-strekk av fiber ut av Norge. Til så lange strekk er det spesielle utfordringer med pålitelig krafttilførsel. Dette vil i fremtiden bli samfunnskritiske installasjoner. I dag

går 80% av all internett trafikk ut av Norge via Sverige. Her har vi ingen kontroll og ingen påvirkning ut over gjeldene SLA-avtaler. Det er derfor viktig at Norge har kontroll på fiber ut av Norge.

### 11.10.3. Datasentre

Regjeringen har uttrykt et sterkt ønske om å etablere ny industrivirksomhet i Norge basert på industrielle datasentre. Det er også lagt opp til at en stor del av den offentlige forvaltning skal bli skybasert og dette vil kreve datasentre som vil bruke 40-50 MW. Det er sonderinger fra internasjonale aktører som vurderer å bygge datasentre i Norge som vil ha et forbruk i størrelsesorden 10- 250 MW. Datasentre er helt avhengig av sikker og stabil strømforsyning med 100% oppetid. Det er utført omfattende analyser rundt leveringssikkerhet og risiko for utfall. Dette kan være krevende en del steder i landet og antakelig kreve betydelige "back-up" løsninger.

### 11.11. Vann- og avløpssystem

Et tilfredsstillende vann- og avløpssystem er en definert som en kritisk infrastruktur. Dette er et kommunalt ansvar, men blir ofte av praktiske grunner ivaretatt av felleskommunale foretak.

Vannledningsnettet er på omtrent 46.000 km, mens avløpsnettet har en total lengde på omtrent 54.000 km<sup>20</sup>. Fornyelsen av slike røranlegg ligger på rundt 0,6 % i året. Sistnevnte tall er så marginalt at man har ledningsnett som blir stadig eldre.

Det er installert rundt 2.400 trykkøkningsstasjoner i vannforsyningsystemet. Disse er viktige for å få frem vann til sluttbruker, men også for å unngå at forurenset vann suges inn i ledningen.

De siste tallene fra SSB (2015) viser at 4,4 millioner av landets innbyggere var tilknyttet de om lag 1100 kommunalt eide vannverkene, tilsvarende 85 % av landets befolkning. Rundt 0,2 millioner innbyggere var tilknyttet 850 ulike typer private vannverk/samvirkevannverk<sup>21</sup>.

I dialogmøter kom det frem at det er en del utfordringer med pålitelighet for i vann- og avløpssystemer. Selv korte bortfall av strømforsyningen kan medføre driftsforstyrrelser. Alvorlig feilfunksjon, strømbortfall eller kommunikasjonssvikt på helt ned mot 3-4 timer kan medføre at Avløpssystem får en overløpsituasjon med påfølgende risiko for forurensning drikkevann og av omgivelsene<sup>22</sup>. Det påpekes at mens industrien pålegges strenge krav til pålitelighet i sine avløpssystemer, så er kravene uklare og/eller svakere innen den kommunale sektoren.

Norsk Vann trekker i sin oppsummering for 2015 frem at «hovedbildet er god drikkevannskvalitet og en svak økning i ledningsfornyelse, men at det er fortsatt behov for bedre avløpsrensing og høyere fornyelsestakt for ledningsnettet.» Foreningen kan videre fortelle at gjennomsnittlig årlig avbruddstid i vannforsyningen i samme året ble beregnet til 40 minutter, hvor 10 minutter av disse ikke var planlagte.

Når det gjelder vannforsyning så legges det til grunn at det er stor avhengighet av pålitelighet i strømforsyningen, både i vannbehandlingsanlegg, trykkøkningsstasjoner og andre deler av infrastrukturen.

Temaet drøftes i DSB rapport «Nasjonalt risikobilde» - 2014. Her pekes det spesielt på sårbarhet i vannforsyningen i flomutsatte områder. De peker videre på mulige sårbarheter i de såkalte SCADA-

---

<sup>20</sup> Kilde: KOSTRA-tall for 2015

<sup>21</sup> Kilde: SSB

<sup>22</sup> Kilde: Dialogmøte med Norsk Industri og IFEA.

systemene<sup>23</sup> og hvor vitale samfunnsinstitusjoner, som f.eks. sykehus, raskt lammes ved svikt i vannforsyningen.

Det finnes god kunnskap om temaet både i bransjen selv og hos Mattilsynet. Men på bakgrunn av innspill i høringen kan det tyde på at det er nødvendig med en nærmere studie av hvordan elsikkerheten er ivaretatt i dag og hvordan den bør ivaretas fram mot 2030.

## 11.12. Veitrafikksystemer

Transport og samfunnsutvikling henger tett sammen. Gode transporttilbud bidrar til å oppfylle sentrale samfunns mål, utvikle næringslivet, øke menneskenes mulighet for deltakelse i samfunns livet, og gir bedre livskvalitet. Bedre transport bidrar til økonomisk vekst og regional utvikling, men det fører samtidig til økte krav til disse transportsystemene. I Norge er det stipulert en befolkningsvekst<sup>24</sup> på rundt halvannen million frem til 2040. Dette vil i seg selv øke transportbehovet.

En stadig økende del av transporten av konsumvarer flyttes i dag over på veitransport. EU<sup>25</sup> har imidlertid satt krav om at innen 2030 skal 30 % av all godstrafikk på vei som er lengre enn 300 km være flyttet over på jernbane og sjøtransport. Denne andelen skal økes ytterlig til 50% innen 2050.

Den teknologiske utviklingen vil påvirke veitrafikken sterkt i årene som kommer. Intelligente trafikksystemer er allerede i dag en integrert del av veitrafikken, og vil være et stadig viktigere virkemiddel både for å påvirke trafikantferd og for å legge til rette for bedre og mer effektiv utnyttelse av veisystemet. Det er svært utfordrende å forutse hvilken teknologi som er tilgjengelig på mellomlang og lang sikt, men det kan gis noen scenarier om hvilken retning utviklingen går.

Den teknologiske utviklingen av nye energibærere, motorteknologi og infrastruktur vil få stor betydning for klimagassutslipp og andre miljøutfordringer. Den teknologiske utviklingen vil også kunne gi sikrere kjøretøyer og veisystemer. Politikk på området vil få stor betydning for tempoet og retningen på denne utviklingen.

Transport bidrar til om lag 30 % av innenlandsk klimagassutslipp. Utslippene fra transport<sup>26</sup> er om lag 17 millioner tonn, hvor veitrafikken utgjør om lag 10 millioner tonn. Utslippene fra veitrafikk økte med om lag 3,5 % fra 2009 til 2010. Dersom dagens kjøretøyteknologi og infrastruktur ble beholdt uendret ville utslippene fra veitrafikken øke betydelig fram mot 2030. Målet i EUs fornybardirektiv er at andelen fornybar energi innenfor transport skal være 10 % innen 2030. I dag er andelen 3,6 %. Effekten av allerede vedtatte virkemidler og fornybarhetsdirektivet styrker troen på at sektorens klimamål skal kunne oppfylles, men det kreves sterkere virkemidler enn de som brukes i dag for å sikre at målet nås. Bruk av biodrivstoff, elektrisitet og hydrogen i veisektoren bidrar til en god utvikling.

Forventede klimaendringer er utfordrende for veisektoren. Ekstremvær med sterk vind, store nedbørmengder og temperaturrevsningslister stiller høye krav til veisystemet. Deler av dagens vei infrastruktur ikke tilstrekkelig robust mot fremtidige klima- og miljøpåkjenninger.

Det foreligger planer om å utvikle korridorer som binder landsdelene bedre sammen og som gir effektive, pålitelige og trygge forbindelser til utlandet. I planene foreligger konkrete føringer om

---

<sup>23</sup> Begrepet SCADA er mye brukt innen automasjon, som en betegnelse for systemer for styring og overvåking (automasjons-, eller kontrollsystemer).

<sup>24</sup> <https://www.ssb.no/befolkning/statistikker/folkfram>

<sup>25</sup> <http://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy/2030-energy-strategy>

<sup>26</sup> <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/statistikker/klimagassn/aar-forelopige/2016-05-20>

prioritering av forbindelsene E6, E10, E16, E18, E39 og E134. Disse veiene tar en stor del av trafikken mellom landsdelene, og er av vital betydning for bosetting og næringsliv.

For veisystemer generelt finnes det ikke noe tverrfaglig risikobilde basert på ROS-analyser. Det er ulike krav til riksveier, fylkesveier og kommunale veier hvor sikkerheten i ulik grad påvirkes av at elektriske anlegg, styringssystemer og kommunikasjonssystemer fungerer etter sitt formål.

Nye EU krav til tunnelsikkerhet, føringer i Nasjonal Transportplan og ny teknologi vil fram mot 2030 gi avanserte veitrafikksystemer i Norge.

I henhold til Nasjonal Transportplan vil investeringer (alt i NOK) i riksveinettet beløpe seg til omtrent 80 milliarder og driften av riksveinettet vil utgjøre omkring 25 milliarder. Elektriske anlegg, styrings- og kommunikasjonssystemer kunne anslås til hhv. 8 milliarder og 3 milliarder.

Nye krav til veisystemer vil være avhengig av en pålitelig og trygg strømforsyning. De skjerpede kravene kommer som følge av konsekvensene ved bortfall av strømforsyning. Bortfall innebærer i praksis at moderne tunneler må stenges ned. Punktene som er listet opp under forteller om de omfattende utbedringer som er planlagt i de nærmeste år:

- Nye belyningsanlegg med tilhørende styringssystemer er viktig for trafikksikkerheten. Det blir nå stilt krav til påliteligheten av belyningsanlegget.
- Ventilasjonssystemer i tunneler skal oppgradere med tilhørende styringssystem. Ventilasjonssystemer er kritisk i forhold til avgasser og røyk fra brann. I flere land er det krav til nødstrømsforsyning. Pr. i dag er dette ikke et krav i Norge.
- Det skal installeres videoovervåking til veitrafikksentralene for at det skal kunne tas riktige beslutninger ved ulykker i tunneler.
- Det skal installere alarmanlegg for brann og avgasser.
- Det skal installeres nødlis og evakueringslys i tunneler med uavhengig nødstrømsforsyning med tilstrekkelig kapasitet i forhold til uttrykningstid og evakueringstid.
- Det skal installeres nye kabelsystemer i tunneler. Det skal benyttes tre kabelklasser mht. brennbarhet. Kabelanlegg skal ikke spre brann og kritiske systemer skal ha brannsikre kabler.
- Nødnnett i tunneler installeres med strålekabler som antenne. Det må gjøres nødvendige tiltak for å hindre EMC-problemer pga. støy fra LED belysning og videokameraer.
- I undersjøiske tunneler vurderes nye pumpeanlegg. Her må det tas hensyn til eventuell eksplosjonsfare og bruk av nødvendig eksplosjonsbeskyttelse.
- Det skal klargjøres slik at Veitrafikksentralen lokalt og regionalt skal kunne bryte inn i radiosendinger for å informere om/ved hendelser. På grunn av utfasing av FM-båndet og innføring av digital radio(DAB) må det foretas oppgraderinger innen 2017.

Andre forhold det er nyttig å merke seg:

- Vanlig strømforsyning til tunneler leveres fra nettselskap. Høyspenningsanlegg og nettstasjon installeres normalt for å dekke 500 m i hver retning. Den lengste tunnelen som planlegges er på ca. 28 km, noe som innebærer 28 nettstasjoner.
- Det forventes fra brukerne av veinettet at mobildekning og internett fungerer tilfredsstillende i tunneler.
- Bomanlegg inklusive betalingsystemer er separate systemer med egen strømforsyning og oppgis å ha nødstrømsforsyning. Det er under utvikling felles betalingsystemer for vei og ferge.

- Langs veinettet finnes målesystemer for luftkvalitet. Disse blir stadig viktigere i arbeidet med å styre trafikken for å redusere luftforurensningen på lokale punkter. Disse har egen strømforsyning. Stasjonene bringer viktig sikkerhetsinformasjon ved uvær.
- Det er i dag uklare krav til steder der kjøretøy plasseres i lukkede og delvis lukkede rom i tilknytning til veisystemet, som for eksempel parkeringshus/kjellere/ferger.
- Det finnes videoovervåking av spesielt viktige trafikknutepunkt på riksveinettet som kan følges av veitrafikksentralene.
- På spesielt trafikkfarlige steder finnes veikantbelysning.

Som det fremgår vil anvendelsen av teknologi i veisystemet bli betydelig og nøkkelen her er sikkerhetsmessige robuste løsninger og sårbarhet i forhold til pålitelig strømforsyning.

Jernbane er også underlagt nye strenge sikkerhetsregler for tunnelsikkerhet. Dette vil bli behandlet i en senere versjon av utredningen.

### 11.13. Elektrifisering av transport

Omlag 2.500 km av i alt 4.200 km med jernbane i Norge er elektrifisert<sup>27</sup>. Elbilene har gjort sitt inntog og teller over 100.000 kjøretøy<sup>28</sup>. Videre foregår det elektrifisering av ferjetransport, fiskefartøy og annen nærskipstrafikk. Elektrifiseringen er et resultat av en villet politikk. Bruk av elektrisitet til erstatning for andre energibærere regnes som ønsket i et land hvor det meste av elektrisk energi produseres i vannkraftverk. Andre momenter som kan trekkes frem er reduksjon av lokal forurensning, lokal støy og netto lavere energikonsum enn fossile løsninger.

### 11.14. Elbil – fremtidens standard?

Elbilen er en del av det elektriske energisystemet i det den kobles til for lading. Energi magasineres opp i batteripakken og som brukes under kjøring. Batteripakkene på enkelte elbiler er i ferd med å nærme seg 100 kWh, som er en betydelig energimengde. Dette gjør at elbilens batteripakke kan utnyttes både som reserve for ordinær strømforsyning og som buffer for å dempe topplast som tas ut fra nettet.

Nye bilmodeller som lanseres på verdensmarkedet viser at elektrisk fremdrift utgjør en økende andel. Disse kommer i ulike varianter, fra hydrogenbaserte, ladbare hybrider til rene elbiler. Satsingen på hybride modeller skyldes at rene elektriske biler ikke har hatt tilfredsstillende rekkevidde og at påfylling av ny energi tar for lang tid.

En full 60 liters dieseltank som fylles på under 5 minutter inneholder energi tilsvarende 700 kWh. Dette gir tilstrekkelig energi til en rekkevidde på opptil 1.400 km for enkelte bilmodeller. Det er dette produsentene av elbilene forsøker å konkurrere mot. Selv om lading vanligvis skjer hjemme med lav ladestrøm, kan presset på kortere ladetid på hurtigladestasjoner utløse en stadig høyere effektutveksling. Kontakten og kablen som skal håndtere den høye effekten mellom kjøretøy og ladepunkt er en kritisk faktor. Urenheter som veistøv og veisalt kan påvirke overgangsmotstanden og kan gi havari og følgeskader.

Batteripakkene utløser store energimengder under en brann. De mest brukte batteriene inneholder oksygen som frigjøres under en brann og kan gi en selvforsterkende effekt under forbrenning. Det er imidlertid ingenting som tyder på at elbiler er mer utsatt for brann enn andre biler.

---

<sup>27</sup> Kilde: [www.jerbaneverket.no](http://www.jerbaneverket.no)

<sup>28</sup> Kilde: <http://www.ssb.no/transport-og-reiseliv/statistikker/bilreg>

De største utfordringene med elbil sett fra et elsikkerhetsperspektiv synes å ligge i faren for brann, enten utløst av ytre faktorer eller ved feil i elbilen, berøringsfare og lysbueskader.

Når det gjelder brann kan dette utløses i flere situasjoner; i forbindelse med sammenstøt, lading eller interne feil i elbilen. Berøringsfare kan oppstå dersom servicepersonell eller eier av bilen foretar uautoriserte inngrep på kjøretøyet. Lysbueskader kan oppstå i alle situasjoner hvor brukeren bryter eller slutter strømkretser på en uheldig måte. Dette kan for eksempel skje dersom sikkerhetsmekanismer er satt ut av funksjon eller bevisst omgås. Selv om sannsynligheten for at slike hendelser er liten kan konsekvensene være store.

Elbilen trekker begrenset effekt fra nettet ved normallading, men ved hurtiglading overføres det betydelig effekt. Det kan skape potensielle problemer med uønsket varmeutvikling i kontaktpunktet mellom bilen og ladestasjon dersom det oppstår urenheter eller på annen måte dårlig kontakt. Slik varmeutvikling kan gå over til lysbue som kan påføre både brukeren og bilen skade.

Brukeren håndterer også et kjøretøy som inneholder farlig spenninger. Selv om slike anleggsdeler er godt isolert, er det ikke sikkert at alle brukere forstår faren med å foreta egne inngrep på bilen. I Norge har vi lang tradisjon med hobby-mekanikere og det er ikke gitt at disse vil slutte med slik virksomhet ved overgang til elbil. For øvrig trekkes det frem følgende momenter som kan gi en økt risiko i årene som kommer:

- En dramatisk økning i elbiler over en kort tidsperiode, hvor infrastruktur for lading ikke er på plass – verken i hjemmet eller i det offentlige rom.
- Høy effekt mellom hurtigladepunkt og kjøretøy, kombinert med krevende driftsforhold; fukt, veisalt og temperaturvariasjoner.
- Usikkerhet rundt aldring av batteripark, hvordan dette påvirker elsikkerheten i kjøretøyet.

### 11.15. Landbruksnæringen

Mattilsynet gav i sitt hørings svar til dette dokumentet viktige innspill hva gjelder elsikkerheten i landbruket. Landbrukssektoren opplever store utfordringer i forbindelse med elsikkerhet, noe som framgår av statistikk over branner i landbruket med elektriske årsaker. Husdyrnæringen er også i utvikling med hensyn til automatisering av arbeidet med hold og stell av dyr. Melkeroboter (Automatiske melkingsanlegg for storfe) og foringsmaskiner er eksempler på dette. Strømbrudd og kvalitetsmangler i tilgang på elektrisk energi kan for slike systemer medføre store konsekvenser for husdyrs velferd og helse. God elsikkerhet er derfor av økende betydning for god dyrevelferd i moderne husdyrhold.

Deler av bygningsmassen i landbruket er gammel, og mange driftsbygninger har utilfredsstillende bygningsmessig standard. Nylig ble kravet til løsdrift for storfe utsatt fordi kostnadene med overgang til løsdrift blir oppfattet som for omfattende. Dette innebærer også at nybygging av driftsbygninger er blitt utsatt. Dersom elsikkerheten ikke ivaretas i gamle driftsbygninger, kan det innebære en betydelig risiko for dyrs velferd og for bygningsmessige verdier.

Svikt i ventilasjonsanlegg til større husdyrhold har i mange tilfeller medført kvelningsdød for et større antall husdyr. Dette gjelder både fjørfe og andre tradisjonelle husdyrarter (særlig svinehold)»

Dette er viktige utfordringer som må tas med i det videre myndighetsarbeidet.

### 11.16. Jernbane

Jernbaneverket har sitt grensesnitt mot netteiere på 11-132 kV nivå hvor det er høy forsyningssikkerhet. Kontaktledningene for jernbanen opererer på 16 kV og enkelte steder 30 kV. Det



pågår en gradvis oppgradering til nytt kontaktledningsanlegg der +15/-15 kV implementeres på mastene. Dette gir en fasespenning mellom ytterfasene på 30 kV.

Jernbanen i Norge må, i tillegg til krav fastsatt av DSB, forholde seg til krav i forskrifter fastsatt av Statens Jernbanetilsyn, samt internasjonale krav som er formulert i tekniske spesifikasjoner for interoperabilitet (TSI). Jernbaneverket har videre et internt styringsdokument som sammenstiller premisser som er gjeldende for både infrastruktureier, operatører og leverandører innen jernbanesektoren.

En høringsinstans<sup>29</sup> påpeker «de store samfunnsøkonomiske kostnadene når en infrastruktur som jernbane ikke leverer ønsket funksjon. Kostnadene er enorme selv ved korte brudd. Imidlertid går disse tapene ikke frem av noen regnskaper. Når 10 000 reisende kommer for sent på jobb, sees det som en force majeure-situasjon som den enkelte holdes skadefri for, men som samfunnet betaler for i form av tapt produktivitet, reduserte overskudd og tapte skatteinntekter.»

Høringsinstansen innvending illustrerer konsekvensen på en god måte. Brukerne av slike systemer har begrensede muligheter til å disiplinere infrastruktureierne, fordi det i praksis ikke finnes fullgode alternativ.

Et eksempel på hvor sårbart samfunnet kan være er også brannen i en kabelkulvert på Oslo S i 2007. All togtrafikk stoppet på Østlandet i 20 timer og 80 000 reisende ble rammet. Bortfall i tele- og datatrafikk rammet et stort antall kunder i 10 timer.

I nasjonal transportplan ligger det inne prosjekter der mer av jernbanenettet skal elektrifiseres. Elektrisitet er en innsatsfaktor både som energi til fremdrift, som informasjonsbærer og som en viktig energikilde for signal- og kommunikasjonssystemer.

Enhver berøring av eller opphold i nærheten av spenningsførende kontaktledning for jernbane er direkte livsfarlig. Det skjer fra tid til annen ulykker med direkte berøring, enten fordi regelverket ikke er strengt nok eller at den forulykkede ikke har forstått faren vedkommende eksponerer seg for. Det kan se ut til at det er nødvendig å se nærmere på denne type ulykker. Det er behov for kontinuerlig informasjon til publikum, spesielt til de yngre.

Signal- og kommunikasjonsanlegg støtter seg på kraftforsyning som må ha høy pålitelighet. Det er liten tvil om at feil ved signalanlegg og kjøreledninger har ført til uakseptable mange forsinkelser i togtrafikken med store konsekvenser for et stort antall mennesker. Det bør utredes nærmere om elsikkerhetsarbeidet i det norske jernbanesystemet har fått nødvendig prioriteres sett ut i fra et samfunnssikkerhetsmessig perspektiv.

### 11.17. Maritim næring

Den maritime næringen i Norge er i rivende utvikling. Det er en innovativ næring som står for over 110 000 arbeidsplasser på sjø og land og bidrar med store økonomiske verdier til fellesskapet. Norge er verdensledende på utvikling av nye skipstyper og nye miljøvennlige teknologiske løsninger, noe som er spesielt viktig når næringen møter et svakere offshoremarked. Transport av personer og gods til sjøs har tradisjonelt bidratt til store klimagassutslipp. Derfor har Stortinget besluttet at det skal satses stort på null- og lavutslippsløsninger i fergetrafikk og nærskipstrafikk. Dette krever ny anvendelse av for så vidt kjent teknologi, blant annet elektriske framdriftsløsninger og landtilkoplinger.

---

<sup>29</sup> Innspill fra STAMI som kom inn på den åpne høringen til dette dokument.



Den norske utenriksflåten består av omtrent 1800 skip. Av disse er 40 % registrert i NOR/NIS (norske registre). Den norske flåten registrert i NOR/NIS bestod i 2013 av omtrent 11 000 næringsfartøy.

50% prosent av generatorytelsen i Norge befinner finner om bord i norskregistrerte fartøyer. Dette setter slike anlegg i et riktig perspektiv. Utfordringene man finner på landbaserte anlegg går igjen innen dette segmentet, men i konsentrert form.

Fergesamband er en del av riks- og fylkesveinettet og det er veimyndighetene som utlyser kontrakter for fergesamband og setter krav til rederiene.

Mellom Norge og utlandet transporteres hvert år omtrent 6 millioner passasjerer og 0,35 millioner kjøretøy. Det store volumet ligger imidlertid på innenlands passasjertrafikk til sjøs som i 2014 utgjorde hele 50 millioner passasjerer og 30 millioner kjøretøy.

Det elektriske anlegget om bord er helt sentralt for at et skip eller en flyttbar innretning skal være sjødyktig. Det elektriske anlegget skal i seg selv ikke innebære fare for strømulykker eller brann/eksplosjon, og det skal fungere etter sin hensikt ved at feil i anlegget ikke skal føre til feilmanøvrering, bortfall av sikkerhetskritiske funksjoner eller forurensning som følge av havari. Elektriske anlegg om bord i skip skal være slik utformet at viktige funksjoner om bord skal ha dubleret strømforsyning. I tillegg skal det være uavhengige nød kraftsystemer om bord. Havarier med ankerhåndteringsfartøyer/servicefartøyer har skap bekymring for sikkerheten ved slike fartøy. Elektriske fremdriftssystemer og posisjoneringssystemer har manglet slepe- og manøvreringskraft under krevende værforhold, noe som har ført til havari og tap av liv.

Om bord i flyttbare innretninger er de elektriske anleggende i seg selv kritiske mht. potensiell eksplosjonsfare om bord. Det er uttrykt noe bekymring fra oljenæringen om manglende fokus på tenn kildekontroll og fra DSBs tilsyn er det uttrykt bekymring over manglende funksjonstesting av sikkerhetskritiske systemer. Det uttrykkes også bekymring for svekkede kompetansekrav for å drifte kompliserte elektriske anlegg om bord i de flyttbare innretningene. Dette skyldes svekkelse av internasjonal konvensjonskrav. Hard konkurranse i næringen fører til at driftspersonell i en del tilfeller mangler sikkerhetsrelevant kompetanse. Videre uttrykkes bekymring over at sikkerhetsnivået på innleide flyttbare innretninger generelt ikke holder samme sikkerhetsstandard som tidligere. Derimot uttrykkes det spesiell tilfredshet med at DSBs kontroll med de elektriske anleggene er god.

Det grønne skiftet med bruk av blant annet elektriske ferger, skaper visse utfordringer for elsikkerheten innen maritim sektor. For eksempel er det økt risiko for brann/eksplosjon i forbindelse med visse typer batterianlegg. Av Norges ca. 200 ferger forventes at 50 av disse innen kort tid vil bli skiftet ut med helelektriske ferger.

For øvrig er det i ferd med å skje en revolusjon innen elektrisk drift og automatisering innen skipsfarten hvor det grønne skiftet og kostnadsreduksjoner er drivere.

Akvakulturnæringen er en næring som i likhet med skipsfarten er svært avhengig av en stabil strømforsyning. En del av næringsaktiviteten foregår om bord på båter (Brønnbåter for transport av oppdrettsfisk mellom anlegg og slakteri m.m.), eller på faste installasjoner i sjøen, mens en annen del av virksomhetene er landfaste. Felles for anleggene er stor avhengighet av en stabil strømforsyning. Akvakulturnæringen er uten sidestykke den «husdyrnæringen» som har hånd om flest individer og de største verdiene i norsk matproduksjon.

## 11.18. Urbanisering

SSB<sup>30</sup> slo fast at ved inngangen til 2016 var 81 % av landets befolkning bosatt i urbane strøk. SSB hevder videre at det over lang tid har vært en urbaniseringstrend i Norge. Dersom man studerer utviklingen i kurveform de siste dekadene ser man denne tydelige trenden. Hva betyr en økt urbanisering for elsikkerheten?

Det umiddelbare man kan trekke ut er at samtidig som landets innbyggere samles i byer og tettsteder, vil konsentrasjonen av elektrisk utstyr øke i enda større omfang. Konsentrasjon av utstyr og elektriske anlegg øker både risikoen for brann og for EMC-utfordringer.

Hvor kraftig ovennevnte utfordringer vil slå ut er det vanskelig å vurdere. Det kreves forskning på området for at man skal kunne ha grunnlag for å trekke slutninger.

Sintef Energi har foretatt en rekke undersøkelser av spenningskvalitet og støy på ulike plasser i Norge, men det er uklart om det har vært gjennomført systematisk forskning på hvordan slik konsentrasjon påvirker det totale støybildet.

En studie av nevnte problematikk kunne vært hensiktsmessig for å vurdere de langsiktige virkningene av denne trenden. Dersom man får et økende problem knyttet til spenningskvalitet vil det kunne bli meget krevende å løse dette på kort sikt.

## 11.19. Demografi

Folkehelseinstituttet<sup>31</sup> peker i en studie på at andelen av befolkningen som er over 70 år har ligget stabilt i siste årene på rundt 10 % - et tall de forventer også vil ligge stabilt de neste 10 årene. Eldre medlemmer av samfunnet vårt kan ha større problemer med å tilpasse seg den økende konsentrasjonen av elektrisk utstyr.

Det er et uttrykt politisk mål at eldre skal få bo hjemme så lenge som mulig. Elektrisk utstyr som både er tjenesteytende og som understøtter alarm og overvåkningssystemer vil være viktige brikker i en slik strategi. Dette innebærer samtidig at det som tidligere var et vanlig hjem midlertidig blir en del av pleie og omsorgstjenesten. Strømforsyning med økt pålitelighet må vurderes, avhengig av brukerens diagnose og tilstand.

Regelverket er uklart i forhold til når økt krav til pålitelighet utløser krav om nødstrømsforsyning i denne type situasjoner. Det er videre uklart hvem som er pliktsubjektet i den grad en slik situasjon er konstatert. Spørsmålet er også aktuelt i forbindelse brukere av pleie- og omsorgstjenester som bor hjemme.

Samhandlingsreformen<sup>32</sup> innebærer endring i hvordan helsehjelp skal organiseres i årene som kommer. En langt større innsatsfaktor vil gå til forebygging av helseutfordringer, og kommunene får en større rolle i arbeidet med å yte helsehjelp. Trygge elektriske anlegg, elektrisk utstyr og elektromedisinsk utstyr er en viktig premisse for å yte en god helsehjelp. Hvilke endrede krav til elsikkerhet reformen kan utløse fremstår som uklart.

---

<sup>30</sup> <http://www.ssb.no/befolkning/statistikker/befteft/aar/2015-12-11#content>

<sup>31</sup>Kilde:

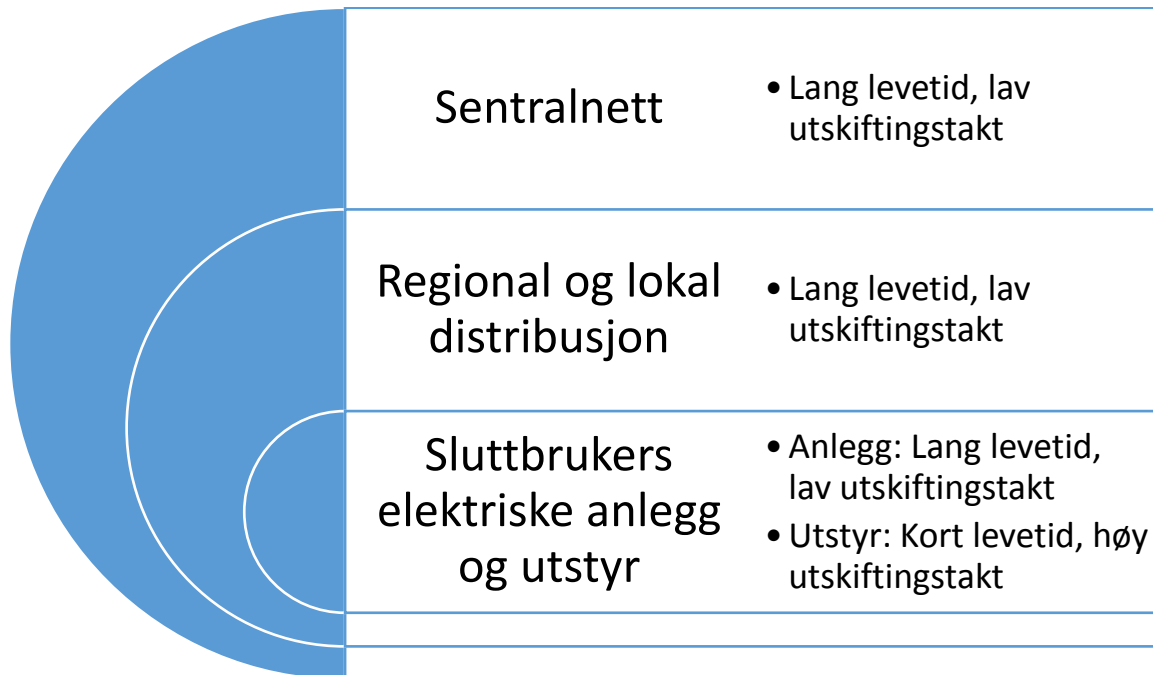
[http://www.fhi.no/eway/default.aspx?pid=239&trg=Content\\_7242&Main\\_6157=7239:0:25,8904&MainContent\\_7239=7242:0:25,8929&Content\\_7242=7244:110609::0:7243:1::0:0](http://www.fhi.no/eway/default.aspx?pid=239&trg=Content_7242&Main_6157=7239:0:25,8904&MainContent_7239=7242:0:25,8929&Content_7242=7244:110609::0:7243:1::0:0)

<sup>32</sup> Kilde: <https://www.regjeringen.no/no/tema/helse-og-omsorg/helse--og-omsorgstjenester-i-kommunene/samhandlingsreformen-i-kortversjon1/id650137/>

## 11.20. Utskiftingstakt

Selv med store investeringer i sentral-, regional- og lokal distribusjon er man ikke i nærheten av den utskiftingstakten man finner i boligbygg og enkelte næringsbygg.

Sluttbruker introduserer nytt elektrisk utstyr eller nye systemer i et tempo vi ikke har sett maken til. Dette omfatter også energiproduserende utstyr som ble nevnt i forrige kapittel. Figur 2 forsøker å illustrere dette grafisk.



### 5 Utskiftingstakt i ulike deler av nettet

De kraftigste endringene skjer innenfor husholdningene, hvor elektronikkbransjen rapporterer om økende salgstall for egen bransje<sup>33</sup>. Utstyret innen dette sluttbrukermarkedet er for det meste pluggbart utstyr som kunden selv kan ta med seg og plugge inn i et elektrisk anlegg som i mange tilfeller er bygget for et helt annet forbruk og utstyrskonsentrasjon. Ifølge Elektronikkbransjen var salg av elektrisk utstyr over disk på over 33 milliarder kroner i 2015.

Samlet verdi<sup>34</sup> av elektroarbeider er anslått til 56,5 milliarder kroner i 2014 – en vekst på 3,2 % fra 2013, målt i faste priser. Dette tallet omhandler det samlede arbeidet elektroinstallasjonsvirksomhetene utfører, herunder på høyspennings-, lavspennings- og ekomanlegg.

På tross av disse omfattende investeringene, er det en utfordring innenfor private elektriske anlegg. Boligeiere foretar, i motsetning til eiere av næringsbygg, sjeldnere oppgradering av det elektriske anlegget. Boligeier vurderer selv behovet for oppgradering av eget elektrisk anlegg, siden offentlig regelverk gir få føringer. Det er mange gamle anlegg som ikke er forberedt for en ny tid.

<sup>33</sup> Kilde: Dialogmøte med Elektronikkbransjen.

<sup>34</sup> <http://nelfo-oslo.no/medlemssider/markedsrapporter/>

## 12. Kompetanse innen elektroområdet (forbrukere, næringsliv, bransjen)

**Kompetanse er en forutsetning for invasjon og videreutvikling. Dette kapittel ligger under klassifisering «Samfunn og struktur».**

### 12.1. Den vanlige forbrukeren

Den vanlige forbruker betraktes i utgangspunktet som en ikke-sakkyndig person (ukyndig). Dagens regelverk legger dette til grunn for beskyttelseskravene. Anlegg og utstyr i hus og hjem skal kunne betjenes på en sikker måte av forbruker. Av sikkerhetsmessige årsaker er det ikke tillatt for ikke-sakkyndige å utføre arbeid på elektriske installasjoner og elektrisk utstyr.

Den vanlige forbruker skal således kjøpe sine tjenester hos registrert elektroforetak med kvalifisert personale. Informanter sier at prissettingen i elektroentreprenørmarkedet kan føre til at privatpersoner (ikke-sakkyndige) foretar elektroarbeid selv. Spesielt fremheves at teknologi, spesielt moderne teknologi oppleves uforholdsmessig kostbart når disse leveres fra elektroentreprenør. I slike tilfeller ender forbruker opp med å velge minimumsløsninger.

Fremtidens lokale smarte nett kan medføre kompetansemessige utfordringer for den vanlige forbruker. Da blir spørsmålet hvordan man skal legge sikkerheten inn i anleggene slik at vi kan opprettholde tilfredsstillende elsikkerhet.

### 12.2. Næringslivet (ikke samfunnskritisk)

Næringslivet benytter elektrisk energi som støtte for primærvirksomheten. I denne gruppen finner vi for eksempel tungindustri, industribedrifter, handelsnæring og servicenæringen mv. Disse kan også ha kompliserte elektriske anlegg som krever elektrofaglig kompetanse.

En konfliktlinje i mange virksomheter er om man bør ha kompetanse i eget hus eller om dette like gjerne kan kjøpes i det åpne markedet. Det er ikke identifisert dokumenter som trekker entydige konklusjoner om hvordan innleid kontra eget personell påvirker elsikkerheten i virksomheten og tjenester den eventuelt skal besørge. Man ser for seg at dette vil være et meget krevende arbeid og det er kanskje umulig å finne et klart svar på spørsmålet.

Det er ikke en myndighetsoppgave å regulere hvordan virksomheten skal organisere sitt arbeid, men det bør være et anliggende å kunne forvisse seg om at elsikkerheten ivaretas uavhengig av hvilken organisering som velges. Dersom ovennevnte forhold kan knyttes til at rammene for god etterlevelse av regelverket ikke er tilstede, bør forholdet følges tettere opp.

### 12.3. Infrastrukturselskaper (samfunnskritiske)

Selskaper som driver kritisk infrastruktur har ansvar for å drifte kompliserte elektriske installasjoner og håndtere beredskapssituasjoner. Dette krever elektrofaglig kompetanse. Flere av informantene hevder at beredskapen svekkes i samfunnet dersom denne kompetansen skal skaffes tilveie ved innleie i stedet for fast ansettelse i disse selskapene. Spesielt gjelder dette kraftforsyning og ekomnett. Kompetanseforskriften i kraftsektoren ble opphevet av departementet og erstattet av generelle kompetansekrav i Energilovforskriften.

Infrastruktureiere både bygger og drifter egne anlegg. Dette skjer enten med egne folk eller ved innleid kompetanse. Tilgang på elektrofaglig kompetanse og kapasitet er helt avgjørende for at en slik drift og skal fungere tilfredsstillende.

## 12.4. Leverandør- og entreprenørbransjen

Mange av virksomhetene innen elektrobransjen enten prosjekterer, bygger eller drifter kompliserte systemer.

Rådgiverfirmaene prosjekterer kompliserte anlegg etter nasjonale forskrifter/standarder. Det er offentlige krav til den som står ansvarlig for prosjekteringen og vedkommende må erklære samsvar med regelverket.

Elektroentreprenørene prosjekterer enklere anlegg og bygger disse. De skal ha en faglig ansvarlig elektroinstallatør (fagskole, ingeniørskole, universitet) som skal ha den faglig ledelsen av elektrofagarbeideren som utfører det praktiske arbeidet. En elektroinstallatør har i tillegg til elektrofagarbeiderens kompetanse, mer teoretisk utdanning og har i tillegg avlagt en prøve som kontroll på at vedkommende er skikket.

Utstyrsleverandørene er indirekte underlagt kompetansekrav gjennom EU-direktiver.

Elektrofagarbeideren har i Norge, i motsetning til mange andre land, tradisjonelt vært underlagt streng regulering. Begrunnelsen for dette har vært todelt:

- Elektrofagarbeideren arbeider med en farlig vare og må ha tilstrekkelig kunnskap til å unngå fare for seg selv og sine kollegaer i forbindelse med arbeidet, og
- Elektrofagarbeideren setter sammen elektrisk utstyr til et elektrisk anlegg for tredjeperson. Kompetansekravene skal sikre at dette skjer på en måte som sikrer at tredjeperson mottar et trygt elektrisk anlegg i samsvar med myndighetskravene

Som en del av den faglige ledelsen skal elektroinstallatøren påse at elektrofagarbeideren gjennomgår periodisk opplæring i HMS-regelverk og den nødvendige oppdateringen i metodene for bygging av elektriske anlegg.

Flere informanter er bekymret for manglende rekrutteringen av nye fagarbeidere. Fagforeningen EI og IT savner tiltak for å beholde elektrokompetansen i Norge. Det anslås at om 10-15 år kan vi mangle 90 000 fagarbeidere i Norge hvis vi ikke øker inntaket av lærlinger i arbeidslivet. Det hevdes at dette vil få konsekvenser for elektrofagene og i neste omgang el-sikkerheten i Norge. Dugnaden med å ansette lærlinger trues ved at de store og kompliserte arbeidsoppgavene går til utenlandske tilbydere som ikke er med på denne dugnaden. Rammebetingelsene for å ta inn lærlinger må forbedres mener foreningen.

En informant tok også opp problemet med godkjenningsordningen med utenlandske elektrofagarbeidere. Kvaliteten på denne synes ikke å være god nok når man ser hva som opererer på det norske markedet. Samme informant erkjente imidlertid at det var svært krevende å få inn dokumentasjon av nødvendig kompetanse.

### Kort om utfordringen

Gode elektroinstallatører/elektrofagarbeidere er en viktig forutsetning for et tilfredsstillende elsikkerhetsnivå i Norge. Det norske reguleringsregimet for elektroforetak og kompetanse oppleves på papiret som ryddig, men har en del praktiske utfordringer. Behandlingen av utenlandske fagarbeidere er en sak. Informanter sier også at installatørrollen ofte blir å skrive under samsvarserklæringer og at den gode faglige ledelsen noen steder er fraværende. Det kan være nødvendig å foreta en evaluering av eksisterende reguleringsregime og se om det har utilsiktede negative virkninger.

## 12.5. Manglende kompetanse ved risikovurdering og risikohåndtering

Et bærende element i tekniske forskrifter er at de ansvarlige skal vurdere risiko. Formålet er at den enkelte skal ta utgangspunkt i forskriftens sikkerhetskrav og henvisningsgrunnlaget til forskriften – for deretter å vurdere risiko i det aktuelle anlegget og foreta nødvendige tilpasninger. Forskrift og norm gir et minimumsnivå som skal legges til grunn, men forhold på stedet kan innebære behov for særskilte tiltak. I enkelte av de tekniske forskriftene finner man ordlyd som «egnet for den forutsatte bruk», hvilket forutsetter slike vurderinger.

Etterlevelse av slike krav forutsetter at de ansvarlige har tilstrekkelig kompetanse i risikohåndtering. Det hevdes at disse forutsetningene i mange tilfeller ikke er oppfylt. Risikovurdering og håndtering synes i utilstrekkelig grad å være inkorporert i utdanningssystemet som utdanner morgendagens faglig ansvarlige og elektrofagarbeidere.

Motivasjonen for å ha tilstrekkelig kompetanse til å gjennomføre risikovurdering og risikohåndtering i tråd med denne, følger sannsynligvis i det vesentlige to forhold: oppdagelsesrisiko ved ikke å ha gjennomført risikovurdering ved kontroll, og muligheten for alvorlige hendelser som bringer tilsynsmyndigheten til virksomheten slik at første ledd oppdages i ettertid.

## 12.6. Gjensidig anerkjennelse av yrkeskompetanse i EØS-området.

De europeiske landene har hatt ulike kompetansekrav. I en frihandelszone med fri flyt av arbeidskraft settes regelverket i de mest restriktive landene under press.

EU har lenge hatt på agendaen å bidra til å fjerne nasjonalt fastsatte kompetansekrav som kan hindre fri flyt av arbeidskraft. Norge har allerede en liberal praksis med anerkjennelse av utenlandske fagarbeidere. De opplever i liten grad begrensninger ved ønske om å arbeide i Norge.

Direktiv 2013/55/EU (endringsdirektiv til 2005/36/EF (yrkeskvalifikasjonsdirektivet)), som allerede er vedtatt og gjennomført i EU, vil bli gjeldende i Norge i medhold av EØS-avtalen. Dette regelverket vil ta for seg saksbehandlingen i forbindelse med utenlandske yrkesutøvere som ønsker å arbeide innenfor regulerte yrker i Norge.

Når endringen trer i kraft medfører det at store deler av bestemmelsene i dagens kvalifikasjonsforskrift knyttet til midlertidig tjenesteyting og etablering for person omfattet av EØS-avtalen blir tatt ut og erstattet med henvisninger til ny lov med tilhørende forskrift.

Foreløpige analyser som er foretatt av DSB, tilsier at endringsdirektivet til yrkeskvalifikasjonsdirektivet vil medføre endringer som blant annet svekker dagens krav til relevant praksis. Direktivet legger også opp til kort saksbehandlingstid, nærmere bestemt 1 måned kortere saksbehandlingstid enn hva dagens regelverk tillater.

Kunnskapsdepartementet har hatt ny lov med tilhørende forskrift ute på høring.

En elektrofagarbeider og faglig ansvarlig har opparbeidet fagkunnskap og praksis som er godt tilpasset norske regler, forhold, klima, byggeskikk/-praksis og bruksmønster. Det er viktig at utenlands arbeidskraft som skal operere på det norske markedet, har likeverdige kunnskaper. Praksis er at det er virksomheten hvor den utenlandske fagarbeideren er ansatt, som er ansvarlig for opplæring. Det hevdes at dette er et forhold det syndes mye mot.

En eventuell svekkelse av kompetansereguleringen kan møtes med kompensierende virkemidler. Slike tiltak må være målrettet rundt opplæring, samt verifikasjon av oppfyllelse av regelverkets tekniske krav, herunder erklæring om samsvar og underliggende dokumentasjon.

## 12.7. Eksport av kompetanse

Det uttrykkes økende bekymring<sup>35</sup> om det som omtales som eksport av kompetanse. Hovedårsaken er at de største infrastruktureierne har en praksis med utlysning av store kontrakter. Det gjør at norske virksomheter enten ikke har personell for så store oppdrag eller ikke tør ta den enorme økonomiske risiko det ligger i så store kontrakter. Ofte er det de store offentlige infrastrukturforvalterne som trekkes frem i slike sammenhenger. Kontraktene kan i noen tilfeller være på opp mot 1 milliard kroner eller mer. En begrunnelse for at flere infrastruktureiere opererer i denne størrelsesorden kan være regler i lov om offentlige anskaffelser som legger begrensninger på oppdeling av kontrakter.

En virksomhet må være stor og ha økonomisk rygggrad for å levere anbud i denne størrelsesorden. Når man samtidig vet at det norske næringslivet er dominert av SMB-virksomheter forstår man fort problemets kjerne.

Statens vegvesen oppgir at de alene tildeler kontrakter for rundt 53 milliarder kroner årlig. Selv om de elektrofaglige arbeidene på langt nær utgjør en stor del av disse, er uansett beløpet og størrelsen på kontraktene betydelig.

Informantenes synspunkter kan oppsummeres på følgende måte: Problemet er at de utenlandske virksomhetene innrømmes en fordel. De kommer fra et hjemmemarked med langt større base for å kunne operere i dette markedet, kommer med relativt sett rimelig arbeidskraft, leverer i henhold til kontrakt for så å forlate landet med erfaringen og kompetansen de har tilegnet seg. Det er imidlertid ikke konkurranse på pris som er problemet, men størrelsen på kontraktene. Noen norske virksomheter slår seg sammen eller inngår prosjektrelaterte avtaler for å kunne være med i disse konkurransene, men risikoen anses ofte som høy.

Det hevdes at infrastruktureierne i større grad kunne tilrettelegge for hva de oppfatter som en mer rettferdige konkurransesituasjon.

Det hevdes også at installasjonsbransjen er i ferd med å dele seg inn i to leire; de som bare påtar seg enkle oppdrag og de som fortsatt jakter på de store kontraktene med de kompliserte anleggene.

Hva er så elsikkerhetsproblemet i ovennevnte utfordring? Det er primært følgende elementer:

- De norske virksomhetene har svekket evne til å utdanne elektrofagarbeidere som har erfaring fra kompliserte anlegg.
- Norge som nasjon kan få en økende andel virksomheter som ikke er i stand til eller har mangelfull kompetanse til å bistå med drift og vedlikehold på de kompliserte anleggene.
- De to førstnevnte kan samlet sett svekke den reelle beredskapen i krisetid for ulike typer infrastrukturer.

Det er ikke gitt at de store utenlandske kontraktørene finner det like interessant å drive vedlikehold på anleggene de tidligere har levert, ei heller å ha en beredskap for å imøtekomme behovene fra de norske infrastruktureierne i en krisesituasjon.

Et moment er risiko for en uakseptabel responstid ved bortfall av viktige funksjoner. I de tilfeller responstid kan knyttes til fare for liv, helse og materielle verdier så bør responstid trekkes frem til vurdering hos relevant myndighet.

---

<sup>35</sup> Slik informasjon ble gitt fra ulike kilder i dialogmøtene.

## 12.8. Bestillerkompetanse

Flere informanter<sup>36</sup> opplyste at videre at det ofte er en svak bestillerkompetanse hos oppdragsgivere. Ofte er oppdragsgiver mest opptatt av å få levert et anlegg eller system som oppfyller minimumskravene som er satt til en lavest mulig pris. Den angivelige svake bestillerkompetanse gir lite rom for innovasjon og nytenkning. Kjent teknologi føles trygt, men bringer i liten grad nye og innovative løsninger til markedet. Dermed sementeres løsninger som burde vært skiftet ut for lenge siden.

Flere har trukket frem utbyggere innenfor boligsegmentet som et eksempel. Elektriske anlegg i helt nye boligbygg installeres i dag med teknologi som er 40-50 år gammel. Den fremtidige leilighetseier kjøper en topp moderne leilighet til flere millioner, men får et elektrisk anlegg som inneholder samme lave funksjonalitet som på 1970-tallet. Det sterkt økende salget at systemer for hjemmeautomatisering er et tegn på at sluttbrukeren ønsker langt høyere grad av automatisering i et moderne hjem. Det burde vært en selvfølge i 2016 at boligeier skal kunne styre alle sentrale tekniske funksjoner fra et nettbrett eller liknende, med da må vedkommende i de fleste tilfeller selv sørge for å montere pluggbare systemer han finner på nærmeste spesialbutikk.

Enkelte informanter trekker frem de store infrastrukturforvalterne i sine eksempler. Det vises også til eksempler fra industrien som bestiller «nøkkelferdige» industriprosesser, hvor de i liten grad stiller krav til eller åpner for innovative endringer. Flere brukte begrepet «å dra bestiller etter seg» i forhold til å prøve ut ny teknologi. Selv om leverandøren mente å kunne påvise kostnadsreduksjoner satt ofte slike bestillinger langt inne hos oppdragsgiver.

Enkelte trakk likevel frem havbruksnæringen som en bransje som var åpen for nye og innovative løsninger.

---

<sup>36</sup> Kilde: Referater fra dialogmøtene.



## 13. Samlet vurdering og anbefalt oppfølging

---

I avsnittene 13.1 – 13.5 oppsummeres de viktigste forholdene ut av utredningens helhet. For uttømmende redegjørelse henvises det til øvrige kapitler. I 13.6 samles hovedutfordringene, mens 13.7 oppsummerer tiltak som bidrag til å håndtere utfordringene. Utredningen spesifiserer imidlertid ikke hvem som bør iverksette tiltakene.

### 13.1. Avhengighet av el og ekom

Elektrisiteten er en forutsetning i alle vitale funksjoner i et moderne samfunn og avhengigheten blir stadig sterkere. Den er en energibærer og understøtter all form for elektronisk kommunikasjon. Elektrisitet er en fleksibel, pålitelig og miljøvennlig, men kan også være en farlig vare dersom den ikke fungerer etter sin hensikt.

Med *elsikkerhet* legger prosjektet<sup>37</sup> følgende til grunn:

- Strømgjennomgang,
- Farlig varmeutvikling,
- Feilfunksjon i elektrisk utstyr eller anlegg, herunder systemer disse er ment å understøtte,
- Atmosfæriske overspenninger og koblingsoverspenninger, og
- Bortfall av strømforsyning.

Konsekvensene kan bli alvorlige hendelser og store kostnader. Akseptabel elsikkerhet betyr fravær av slike hendelser.

Samfunnet vil oppleve økt avhengig av elektrisitet som energi- og kommunikasjonsbærer i årene frem mot 2030. Avhengigheten øker vår sårbarhet dersom vitale systemer ikke leverer den høye opptiden som forutsettes. Dette påvirker samfunnsikkerheten, næringslivet og den enkelte borger. Samfunnskritisk infrastruktur og tjenester kan rammes og i gitte situasjoner lammes. Avhengigheten gjør at tålegrensen for svikt i slike systemer reduseres og mange tar for gitt at systemene virker til enhver tid.

### 13.2. Ulykker og skader med elektrisk årsak

Det blir trukket frem en rekke scenario som kan påvirke risiko for ulykker og skader med elektrisk årsak. Den viktigste leser bør merke seg er hvor gjennomgripende elektrifiseringen i samfunnet kommer til å bli. Dermed er det en del av det potensielle ulykkes- og skadebilde nærmest uansett hvilken samfunnssektor man opererer innen.

### 13.3. Klimapåvirkningen

Endringer i de klimatiske forhold har skjedd raskere enn normal utskiftingstakt i enkelte elektriske anlegg. I de tilfelle forholdet rammer samfunnskritisk infrastruktur eller tjenester kan det redusere disses evne til å operere i ekstremsituasjoner.

### 13.4. Elektrifiseringen er gjennomgripende

Elektrisitetens fleksibilitet er årsaken til den gjennomgripende elektrifiseringen i samfunnet. Mens bruken tradisjonelt har vært knyttet til stasjonære enheter, ser man i dag at elektrisiteten og dens bruk er mobil. Moderne teknologi for energilagring gjør at elektrisk utstyr ikke trenger en kontinuerlig oppkobling til forsyningsnett.

---

<sup>37</sup> Det gjøres oppmerksom på at definisjonen ikke er helt i samsvar med gjeldende EI-tilsynslov.

## 13.5. Kompetanseutfordringen

I utredningen trekker man frem behovet for kompetanse til å håndtere de stadig mer kompliserte systemene. Usikkerhet rundt i tilgang til slik kompetanse kan utgjøre en utfordring for samfunnssikkerheten. Det presiseres spesielt at tilgang også må være reell i ekstremisituasjoner.

## 13.6. Sammenstilling av hovedutfordringene

Hovedutfordringer innenfor elsikkerhetsområdet fram mot 2030 kan sammenfattes i følgende punkter:

1. **Avhengighet av el:** Påliteligheten og kvaliteten i den allmenne strømforsyningen er ikke god nok for mange samfunnskritiske funksjoner og kommersielle tjenester. I utfordringsbildet som tegnes mot 2030, vil en del slike funksjoner og tjenester kreve kontinuerlig oppetid og god kvalitet for strømforsyningen. I analysen påpekes at ekstrem høy pålitelighet vil aktualiseres i stadig flere sektorer f.eks.:
  - En pålitelig strømforsyning er avgjørende i fremtidens helse- og velferdstjenester hvor det offentlige overvåker og "behandler" eldre og syke mens de bor hjemme.
  - Systemer som gir oss vann, avløp, ekomtjenester og skybaserte tjenester vil være avhengig av kontinuerlig oppetid.
2. **Avhengighet av ekom:** Enhver vil være avhengig av trygge og stabile kanaler for elektronisk kommunikasjon. For enkelte sektorer vil bortfall kunne innebære alvorlige konsekvenser for samfunnet – herunder også samfunnssikkerheten. Det er gir for det første behov for høy pålitelighet og redundans i ekomnett, men også for systemer som understøtter ekom. Strømforsyning er en slik understøttende funksjon
  - Kommunikasjon mellom lokalt utstyr og tjeneste på nett vil kreve kontinuerlig oppetid for husholdninger, næringsliv og offentlig tjenesteyting.
3. **Branner med elektrisk årsak/yrkesrelaterte elulykker/pasientsikkerhet:** Antall døde i branner med elektrisk årsak er uakseptabelt høyt, dette på tross av at antall branner med elektrisk årsak går ned. I enkelte sektorer som f.eks. landbruket har man i en årrekke slitt med en høy andel branner med elektrisk årsak. Antallet elulykker i forbindelse med yrkesutøvelse er uakseptabelt høyt. Dødsfall hos pasienter på norske sykehus som følge av manglende elsikkerhet er uakseptabelt og må forebygges.
4. **Klimapåkjenninger:** Dagens tekniske tilstand for kraftnett er ikke robust nok for å tåle framtidens klimapåkjenninger. For å opprettholde forventet samfunnssikkerhet er det behov for å styrke det tekniske regelverket til kraftsystemet slik at det tåler forventede klimapåkjenninger og tiltenkt bruk.
5. **Elektrifisering av transportsektoren:** Elektrisitet vil være helt sentralt i det grønne skiftet og framtidens transportløsninger (vei, jernbane, maritim sektor) både som «drivstoff» og som kommunikasjonsbærer i styringen av kjøretøy og kjøretøyenes kommunikasjon med omgivelsene. Det forventes utvikling av avanserte trafikkstyringssystemer for vei, med tjenester som skaper effektiv transport og danner grunnlag for autonome kjøretøy. Jernbanesektoren i Norge har utfordringer knyttet signalanlegg, tunnelsikkerhet, eksponering av høyspenningsanlegg mot allmennheten og alder på kjøreledninger. Det er videre viktig at elsikkerheten ivaretas med den storstilte elektriferingen av ferger, nærskipstrafikk og fiskefartøy, som allerede er igangsatt. Et høyt elsikkerhetsnivå må opprettholdes i offshoresektoren selv i en tid hvor det er stort press for å redusere kostnader. Transportsektoren som kritisk infrastruktur vil i fremtiden være svært avhengig av en trygg og pålitelig strømforsyning.

6. **Behov for styrket elektrokompetanse i samfunnet:** Planlagte lettelsener i det overnasjonale regelverk vedrørende gjensidig anerkjennelse av yrkeskompetanse kan få negative innvirkning på norske virksomheters evne til å opprettholde kompetanse. Dette forsterkes av at de norske SMB-virksomhetene stilles ovenfor kontraktstørrelser fra infrastrukturforvalterne som ofte ligger langt utenfor deres leveringsevne. Dermed fratras de reell konkurransemulighet. Enkelte uttrykker bekymring for beredskapskompetanse eller tilgang til slik i krisetid for infrastrukturselskaper som en følge av dette i fremtiden.

### 13.7. Initiativ mot 2030

Det foreslår følgende initiativ:

- a) **Granskning:** Det er viktig å granske av ulykker og hendelser for å optimalisere det forebyggende arbeidet. Det bør vurderes å bruke metoder som allerede benyttes av Statens havarikommisjon for transport. Det bør lages et system for gode analyser som grunnlag for kunnskapsbasert forebygging. Det bør også lages en relevant landsomfattende statistikk for elsikkerhet i samarbeid med sektormyndigheter og forsikring. Dette bør utredes nærmere som et ledd i å få ned tallet på ulykker og branner på de områdene tallene er uakseptabelt høye. Virkemidlene må revurderes i lys av ny kunnskap.
- b) **Sårbarhetsanalyse:** Alle som er kritisk avhengig av el og ekom for drift av viktig infrastruktur og samfunnstjenester bør identifiseres. Behov for tiltak bør kartlegges i samarbeid med sektormyndighetene.
- c) **Infrastrukturforvaltning:** Det må klargjøres hvordan vi skal sikre et fysisk robust kraftnett som tåler fremtidens klimapåkjenninger og bruk. Tekniske krav bør gjennomgås for kraftforsyning på alle nivåer og det bør innføres moderne metoder for tilstandskontroll og anleggsforvaltning. Restrisikoen for strømutfall som uansett vil foreligge, på tross av nye tiltak, må klargjøres og formidles til samfunnet.
- d) **Jernbanesektoren:** Jernbanesektoren er i omstilling. Vi står overfor organisasjonsendringer og store utbyggingsprosjekter. Relevante myndigheter og aktører bør ta tak i elsikkerhetsutfordringene som er identifisert i denne utredningen. Eksponering av farlige elektriske anlegg overfor allmennheten, påliteligheten av strømforsyning til signalanleggene, elsikkerhet i tunneler, gamle kjøreledninger er blant forholdene som bør vies oppmerksomhet.
- e) **Vann- og avløp:** Det er identifisert pålitelighetsutfordringer i vann- og avløpssystemer. Relevante myndigheter og aktører bør ta tak i elsikkerhetsutfordringene som er identifisert og utrede tiltak.
- f) **Maritim- og petroleumssektoren:** Det er identifisert elsikkerhetsutfordringer i maritim sektor og petroleumssektoren. Relevante myndigheter og aktører bør ta tak i utfordringene som er identifisert og utrede tiltak.
- g) **Veitransport:** Veisektoren er inne i en rivende teknisk utvikling som følge av bla det grønne skiftet. Relevante myndigheter og aktører må ta tak i elsikkerhetsutfordringene som er identifisert.
- h) **Pasientsikkerhet:** Sikkerheten ved elektromedisinsk utstyr og elektriske installasjoner i sykehus er nært knyttet sammen. Elektrisk sett er dette ett system. I et samfunnssikkerhetsperspektiv er det uakseptabelt at pasienter dør på norske sykehus pga. av feil på slike systemer. Det foreslås et eget prosjekt som ser nærmere på dette området og foreslår tiltak for å få sikkerheten opp på et høyere nivå.
- i) **EI-kvalitet/EMC:** Utfordringene med el-kvalitet kan bli et økende elsikkerhetsproblem. Nærmere analyser av hvordan dette bør gripes regulatorisk og tilsynsteknisk er nødvendig.

- j) **Fremtidens elinstallasjon:** Krav til elektriske installasjoner i næringsbygg så vel som private boliger, må tilpasses kommende endringer i energisystemet og fremtidens bruk av elektrisitet. Tiltak foreslås utredet.
- k) **Kompetanseregulering:** Relevante myndigheter bør foreta en gjennomgang av gjeldende kompetanseregulering innen elsikkerhetsområdet, studere virkningen av reguleringen og vurdere hvilken innretning denne må ha for å møte identifiserte utfordringer.

## 14. Dokumentreferanser

Analysene i rapporten støtter seg på en rekke kilder. Dokumentreferansene oppgis i to grupper:

- Enhetlige publikasjoner i form av rapporter, utredninger, brev, foredragsfoiler, instruksjoner og annet likende sammenstilt materiale. Dette gir informasjon om utgiver, årstall og tittel.
- Informasjon fra internett. Her oppgis kun aktuelt nettsted, siden linker på sikt blir utdatert. Informasjonen ble hentet ut fra disse nettstedene i perioden april-september 2016.

### 14.1. Enhetlige publikasjoner

Tittel	Utgiver	Årstall
<i>A policy framework for climate and energy in the period from 2020 to 2030</i>	<i>Den Europeiske Union</i>	2014
<i>Jernbanestatistikken 2014</i>	<i>Jernbaneverket</i>	2014
<i>Foreløpige erfaringer og forslag til tiltak etter ekstremværet Dagmar</i>	<i>Post- og teletilsynet</i>	2012
<i>Sårbarhetsanalyse av mobilnettene i Norge</i>	<i>Post- og teletilsynet</i>	2012
<i>Minstekrav til reservestrømkapasitet i landmobile nett</i>	<i>Post- og teletilsynet</i>	2014
<i>Brev: Regulering av elsikkerhetskrav og EMC</i>	<i>Nasjonal kommunikasjonsmyndighet</i>	2015
<i>Brev: Høringsuttalelse fra SINTEF vedr. NOU 2015:13</i>	<i>Sintef Energi</i>	2016
<i>Vulnerability indicators for electric power grids</i>	<i>Sintef Energi</i>	2013
<i>Tiltak for å redusere sannsynligheten for at et område er strømløst over lang tid</i>	<i>Norges vassdrags- og energidirektorat, Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, Statnett</i>	2009
<i>Marked- og verdikjedeanalyse for elektroteknisk utstyr og materiell til bygg- og anleggsbransjen</i>	<i>Elektroforeningen</i>	2016
<i>Samfunnsmessige konsekvenser av bortfall av elektrisk kraft</i>	<i>Forsvarets forskningsinstitutt</i>	2001
<i>En sårbar kraftforsyning</i>	<i>Forsvarets forskningsinstitutt</i>	2001
<i>Metode for identifisering og rangering av kritiske samfunnsfunksjoner</i>	<i>Forsvarets forskningsinstitutt</i>	2007
<i>Sikkerhet og sårbarhet i elektroniske samfunnsinfrastrukturer – refleksjoner rundt regulering og tiltak</i>	<i>Forsvarets forskningsinstitutt</i>	2007
<i>Klimautfordringer i kraftsektoren frem mot 2100</i>	<i>Norges vassdrags- og energidirektorat</i>	2010
<i>Driften av kraftsystem</i>	<i>Norges vassdrags- og energidirektorat</i>	2016
<i>Status og prognoser for kraftsystemer 2014</i>	<i>Norges vassdrags- og energidirektorat</i>	2014
<i>Utvikling av nøkkeltall for nettselskapene</i>	<i>Norges vassdrags- og energidirektorat</i>	2016
<i>Veiledning til forskrift om forebyggende sikkerhet og beredskap i energiforsyningen</i>	<i>Norges vassdrags- og energidirektorat</i>	2013
<i>Teknologiskifte i energiforsyningen</i>	<i>Norges vassdrags- og energidirektorat</i>	2015
<i>Maritim verdiskapningsbok 2015</i>	<i>Maritimt forum</i>	2015
<i>KVU Oslo Navet</i>	<i>Ruter, Statens Vegvesen og Jernbaneverket</i>	2015
<i>Coping with the Energy Challenge. The IEC's role from 2010 to 2030</i>	<i>International Electrotechnical Commission</i>	2010

<b>Tittel</b>	<b>Utgiver</b>	<b>Årstall</b>
<i>Electrical Energy Storage</i>	<i>International Electrotechnical Commission</i>	2011
<i>Grid integration of large-capacity Renewable Energy sources and use of large-capacity Electrical Energy Storage</i>	<i>International Electrotechnical Commission</i>	2012
<i>Microgrids for disaster preparedness and recovery</i>	<i>International Electrotechnical Commission</i>	2014
<i>Internet of Things: Wireless Sensor Networks</i>	<i>International Electrotechnical Commission</i>	2014
<i>Orchestrating infrastructure for sustainable Smart Cities</i>	<i>International Electrotechnical Commission</i>	2014
<i>Strategic asset management of power networks</i>	<i>International Electrotechnical Commission</i>	2015
<i>Factory of the future</i>	<i>International Electrotechnical Commission</i>	2015
<i>Kong. Res. 15.6.2012: Instruks for departementenes arbeid med samfunns-sikkerhet og beredskap</i>	<i>Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap</i>	2012
<i>Nasjonalt risikobilde 2014</i>	<i>Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap</i>	2014
<i>Kunnskapsbilde 2015</i>	<i>Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap</i>	2015
<i>Foredrag: Neste generasjon kjernenett</i>	<i>Olaf Schjelderup, Norsk Helsenett</i>	2015
<i>Foredrag: Organisering av samfunnssikkerhet – sentraliseringens dilemmaer</i>	<i>Lise H. Rykkja, Universitetet i Bergen</i>	2014
<i>Melding St. 14 – Vi bygger Norge – om utbygging av strømmettet</i>	<i>Olje- og energidepartementet</i>	2011-2012
<i>Et bedre organisert strømmnett</i>	<i>Olje- og energidepartementet</i>	2014
<i>Melding St. 25 – Kraft til endring</i>	<i>Olje- og energidepartementet</i>	2015-2016
<i>Forslag til nasjonal transportplan 2014-2023</i>	<i>Avinor, Jernbaneverket, Kystverket, Statens vegvesen</i>	2012
<i>NOU 2000:24 Et sårbart samfunn</i>	<i>Justis og politidepartementet</i>	2000
<i>NOU 2015:13 Digital sårbarhet – sikkert samfunn</i>	<i>Justis- og beredskapsdepartementet</i>	2014
<i>NOU 2006:6 Når sikkerheten er viktigst</i>	<i>Justis og politidepartementet</i>	2006
<i>NOU 2010:10 Tilpassing til et klima i endring</i>	<i>Miljøverndepartementet</i>	2010
<i>Sikker levering av elektrisk kraft – grensesnittet mellom DSB og NVE</i>	<i>Direktoratet for forvaltning og IKT</i>	2009
<i>Veileder i samfunnsøkonomiske analyser</i>	<i>Direktoratet for økonomistyring</i>	2014
<i>Nasjonal plan for neste generasjon kraftnett</i>	<i>Statnett</i>	2013
<i>Årsstatistikk 2014 – Driftsforstyrrelser, feil og planlagte utkoblinger i 1-22 kV nettet</i>	<i>Statnett</i>	2015
<i>Årsrapport 2015</i>	<i>Statnett</i>	2016
<i>Årsstatistikk 2014 – Driftsforstyrrelser og feil i 33-420 kV nettet</i>	<i>Statnett</i>	2015
<i>Samfunnsøkonomiske kostnader ved avbrudd og spenningsforstyrrelser</i>	<i>Energi Norge</i>	2012

## 14.2. Internett referanser

Nettsted	Tema	Årstall
<a href="http://www.ssb.no">www.ssb.no</a>	Statistikkmateriale, utviklingstrekk.	2016
<a href="http://www.mattilsynet.no">www.mattilsynet.no</a>	Informasjon om regelverk, policy og forvaltningspraksis.	2016
<a href="http://www.iec.ch">www.iec.ch</a>	Informasjon om standardisering, åpne kildedokumenter.	2016
<a href="http://www.lovdatab.no">www.lovdatab.no</a>	Oppslag på regelverk	2016
<a href="http://www.cenelec.eu">www.cenelec.eu</a>	Informasjon om standardisering, åpne kildedokumenter.	2016
<a href="http://www.nek.no">www.nek.no</a>	Informasjon om standardisering, åpne kildedokumenter.	2016
<a href="http://www.dsb.no">www.dsb.no</a>	Informasjon om regelverk, policy og forvaltningspraksis.	2016
<a href="http://www.wikipedia.org">www.wikipedia.org</a>	Oppslag på begreper, støtte til å lage definisjoner, forklaringsmodeller.	2016
<a href="http://www.nelfo.no">www.nelfo.no</a>	Informasjon om elektroinstallasjonsvirksomhet, omsetningstall.	2016
<a href="http://www.wired.com">www.wired.com</a>	Ulike fagartikler, spesielt tilknyttet IoT.	2016
<a href="http://www.theinternetofthings.eu">www.theinternetofthings.eu</a>	Ulike fagartikler, spesielt tilknyttet IoT.	2016
<a href="http://www.theguardian.com">www.theguardian.com</a>	Ulike fagartikler, spesielt knyttet til fremtidsscenarioer.	

## OM VÅR ELEKTRISKE FREMTID

Det er et politisk mål og en grunnleggende verdi at hver enkelt skal føle trygghet i hverdagen. Arbeidet med elsikkerhet er en viktig del av arbeidet med samfunnssikkerhet og må kontinuerlig tilpasses endrede rammebetingelser, utfordringer og muligheter.

DSB (Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap) skal bidra til at sårbarheten i samfunnet reduseres gjennom kunnskapsbasert forebygging, styrket samhandling i beredskap og krisehåndtering. Som nasjonal elsikkerhetsmyndighet er DSB satt til å forvalte el-tilsynsloven og gjennom det bidra til at bruk av elektrisitet skjer uten fare for liv, helse og materielle verdier.

Elektrisitet er en forutsetning for vårt velferdssamfunn. Samtidig utgjør elektriske produkter og anlegg en risiko for barn og voksne, husdyrhold og oppdrettsnæring, forretningsdrift og tjenesteyting, eiendom og kulturverdier. Feilfunksjon og svikt i strømforsyningen påvirker i ytterste forstand både folks trygghet og vår nasjonale samfunnssikkerhet.

“Vår elektriske fremtid – et veikart for elsikkerhet” er resultatet av et samarbeidsprosjekt mellom DSB og Norsk elektroteknisk komite (NEK) med mål å beskrive viktige utfordringer i arbeidet med å opprettholde en forsvarlig elsikkerhet frem mot 2030. NEK er en selvstendig og nøytral organisasjon med ansvar for den elektrotekniske standardiseringsvirksomheten i Norge. NEK er det norske medlemsorgan i de internasjonale standardiseringsorganisasjonene IEC og CENELEC. DSBs forskrifter henviser til anerkjente normer som akseptert metode for å oppfylle forskriftenes sikkerhetskrav og NEK er dermed en viktig bidragsyter til elsikkerhetsarbeidet.

Utredningen inngår som leveranse i «DSB/NEK elsikkerhetsprosjektet». Den støtter seg på omfattende kildestudier, sektor-/temaanalyser, dialogmøter med anerkjente kompetanse-miljø, sparring med NEKs komitestruktur og studie av annet relevant materiale.

DSB vil benytte rapporten som underlag i direktoratets gjennomgang av elsikkerhetsforvaltningen i Norge, høsten 2016. NEK vil tilsvarende benytte rapporten i sitt strategiarbeid for elektrostandardiseringen i Norge.



The Norwegian National Committee of  
The International Electrotechnical Commission, IEC  
The European Committee for Electrotechnical  
Standardization, CENELEC

[www.nek.no](http://www.nek.no)