Norsk
Elektroteknisk
Komite

Innsikt 2024/01

Vår elektriske fremtid

Perspektiv 2030

Utredning i samarbeid med:

Direktoratet for
samfunnssikkerhet og beredskap

Forord

Elektrisk energi er et vitalt gode i et moderne samfunn. Infrastrukturen til produksjon, overføring og distribusjon, er å anse som *kritisk infrastruktur*. Elektrisk energi understøtter også annen kritisk infrastruktur som kommunikasjon, vannforsyning og avløpssystemer. Videre er den en avgjørende innsatsfaktor for *samfunnskritiske tjenester* som f.eks. AMK-sentral, brann, redning, beredskap og helsehjelp.

Det er et politisk mål og en grunnleggende verdi at hver enkelt skal føle trygghet i hverdagen.[1] Arbeidet med elsikkerhet er et element i å skape denne tryggheten. Elsikkerhet er en del av arbeidet med samfunnssikkerhet og må kontinuerlig tilpasses endrede rammebetingelser, utfordringer og muligheter.

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) skal bidra til at sårbarheten i samfunnet reduseres gjennom kunnskapsbasert forebygging, tilsyn, styrket samhandling i beredskap og krisehåndtering. Som nasjonal elsikkerhetsmyndighet er DSB satt til å forvalte el-tilsynsloven[2] og gjennom det bidra til at bruk av elektrisitet skjer uten fare for liv, helse og materielle verdier.

Avhengigheten av elektrisk energi er så dyptgripende at feilfunksjon eller svikt i forsyningen kan ramme vitale funksjoner i samfunnet. Utover det representerer elektrisitet også en fare for brukerne i form av fare for elektrisk sjokk og brann ved feil.

I det 21. århundre er det særlig to makrotrender som sterkt påvirker alle sektorer: *Det grønne skiftet* og *den digitale transformasjon*. Digital transformasjon gir nye muligheter for effektivitet og innovasjon, men introduserer samtidig en sårbarhet om informasjonssikkerhet ikke er tilfredsstillende ivaretatt.

Informasjonssikkerhet inkluderer alt fra segregering og inndeling av kommunikasjonsveier, til utvikling av robuste sikkerhetssystemer- og prosedyrer. Det grønne skiftet handler om å skape et fremtidssamfunn tuftet på bærekraft. Det vil i mange tilfeller innebære at elektrisk energi introduseres som energibærer, til erstatning for fossile alternativ. *Vår elektriske fremtid - Perspektiv 2030* er resultatet av et samarbeidsprosjekt mellom DSB og Norsk elektroteknisk komite (NEK).

Avhengigheten av elektrisk energi er så dyptgripende at feilfunksjon eller svikt i forsyningen kan ramme vitale funksjoner i samfunnet.

Rapporten er en oppdatert versjon av tilsvarende rapport fra 2016.

Av naturlige og kjente årsaker har begrepet «Det grønne skiftet» fått større oppmerksomhet i denne utgaven.

(Red. anm.)

1: NOU 2023: 17.
2: Lovdata, 2015.

Målet er å belyse viktige utfordringer i arbeidet med å opprettholde en forsvarlig elsikkerhet frem mot 2030.

Analysen er strukturert i forhold til følgende sentrale drivere som vil påvirke arbeidet med å opprettholde en forsvarlig elsikkerhet over tid:

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

Med ønske om et bredt underlagsmateriale og å se utfordringene fra ulike ståsteder, er myndigheter, bransjeorganisasjoner, interesse-organisasjoner og enkeltpersoner invitert til å bidra med innspill. Det ble sendt ut invitasjon til 44 ulike eksterne interessenter om å delta i en referansegruppe. I tillegg har flere i NEKs virksomhet har vært viktige bidragsytere og fagressurser underveis i arbeidet med utredningen.

Det ble gjennomført en rekke dialogmøter som igjen dannet grunnlaget for kvalitative intervjuer med sentrale personer i forvaltning og næringslivet.[3] I tillegg har det blitt samlet inn en rekke dokumenter, artikler og rapporter, samt deltakelse på ulike fagsamlinger og konferanser som er relevante for emnet. Dette danner i sum et omfattende underlagsmateriale for rapporten og det videre arbeidet på området. I møter med interessenter, referansegruppen og i høringen som ble gjennomført, har det kommet en rekke innspill som er hensyntatt i den endelige utredningen.

Som i alle prosjekter, har også dette rammer, 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 det er viktig å være oppmerksom på fremover.

Det er viktig å utdype og komplettere beskrivelsene i denne rapporten. Det et ønske fra prosjekteierne om at denne rapporten skal være en i en rekke av flere utgaver som omhandler ulike tema med relevans for elsikkerhet, med ambisjon om å oppdateres jevnlig i tråd med den raske omstillingen knyttet til elektrifiseringen av samfunnet vi står ovenfor.

NOTE:

Rapporten går ikke nærmere inn i den pågående krigen i Europa og konsekvenser som følge av Russlands invasjon av Ukraina.

Selv om det har, og har hatt, store konsekvenser for kraft- og energispørsmålet, og har reist en rekke andre aktuelle problemstillinger relatert til ulike kritiske samfunnsfunksjoner, gir rapportens omfang lite rom for også å hensynta dette perspektivet.

Ekstremværet «Hans» (2023) nevnes kort. Konsekvensene er ikke fult ut belyst da utredninger foregår parallelt med utarbeidelsen av denne rapporten.

Ekstremværet «Ingunn» (2024) inkluderes ikke i utredningen.

3: Dialogsamtaler er ikke oppgitt i referanselisten.

Sammendrag

Elektrisitet og elektronisk kommunikasjon (ekom) er teknologier som eksisterer i symbiose. Elektrisitet er *«energibæreren»* som støtter all elektronisk kommunikasjon. Den er fleksibel, pålitelig og miljøvennlig. Samtidig kan det medføre fare hvis den ikke fungerer som tiltenkt. Farene kan inkludere feilfunksjon, bortfall av strømforsyning, strømgjennomgang og farlig varmeutvikling. Disse kan igjen føre til alvorlige hendelser og store kostnader.

Samfunnet blir stadig mer avhengig av elektrisitet som energikilde og som leverandør av sikker energi til kommunikasjonsbærere. Det øker vår sårbarhet dersom disse vitale og kritiske systemer ikke leverer nødvendig oppetid. Tilgjengeligheten påvirker samfunnssikkerheten, næringslivet og den enkelte borger. Manglende tilgang kan lamme samfunnskritisk infrastruktur- og tjenester.

DSB har/forvalter hovedansvaret for regelverket om elsikkerhet i elektriske installasjoner og elektrisk utstyr, mens Nasjonal kommunikasjonsmyndighet (Nkom) er ansvarlig for elsikkerhet i ekominstallasjoner og utstyr etter forskrift om EØS krav til radioutstyr.
Sektorregelverket påpeker samtidig at andre myndigheter som Noregs vassdrags- og energidirektorat (NVE), Havindustritilsynet, Sjøfartsdirektoratet, Arbeidstilsynet og Jernbanetilsynet m.m. også har forskrifter og retningslinjer relatert til el- og elsikkerhet.

Frem mot 2030, vil industriell elektro og automasjon utvikle seg ytterligere. En viktig oppgave vil være å sikre systemer mot cyberangrep, samtidig som vi utnytter de nye mulighetene som digital transformasjon gir. Det krever økt oppmerksomhet på sikkerhetssystemer- og prosedyrer da risikoen for cyberangrep mot kritiske infrastrukturer som elektrisitetsnett kan ha alvorlige konsekvenser for både sikkerhet og drift.

Utfordringene innen elsikkerhet fram mot 2030 omfatter klimapåkjenninger, elektrifisering av transportsektoren og behovet for styrket elektrokompetanse i samfunnet generelt. Med økt produksjon fra uregulerbare kilder som sol og vind, vil behovet for energilagring også øke. Digitalisering er nødvendig for optimal utnyttelse av produsert energi, og vil være avhengig av en trygg og pålitelig strømforsyning.

God forvaltning og drift av el-, ekom-anleggene og utstyr koblet til dette, er et viktig premiss. For å opprettholde forventet samfunnssikkerhet, må det tekniske kraftsystemet og tilhørende regelverk være tilpasset forventede klimapåkjenninger og forventet økt bruk. Kompetanse som bidrar til forsvarlig forvaltning og drift av de nevnte kritiske systemene vil være avgjørende. Det synes å være et økende behov for eksperter innen dette feltet både nasjonalt og internasjonalt.

"Det synes å være et økende behov for eksperter innen dette feltet både nasjonalt og internasjonalt".

Vann, vei, strøm, ekomnett, avløp osv. er samfunnskritiske infrastrukturer som krever nær full oppetid. Tilsvarende krav til oppetid vil også gjelde samfunnskritiske tjenester som nødetater, bank- og betalingssystemer, AMK sentraler og beredskapsaktører mv.
Hvis enten elektrisitet eller ekom faller ut, eller i verst fall begge, vil alle disse tjenestene bli alvorlig påvirket eller borte.

Sektormyndigheter som blant annet DSB, vil i løpet av 2024 levere en sårbarhetsevaluering som følge av ekstremværet Hans sommeren 2023. Spørsmål om demografi og bosettingsmønstre (hvor kan vi bygge og bo) antas å få økt oppmerksomhet.

Sammenfattet er overføring av elektrisk energi og ekom to gjensidig avhengige teknologier som er kritiske for funksjonen til et moderne samfunn. Avhengigheten av begge øker stadig, noe som øker vår sårbarhet og reduserer tålegrensen for svikt i vitale systemer.

Det er viktig å være bevisst denne avhengigheten og sårbarheten, og å ta nødvendige skritt for å styrke elsikkerheten, ekom, det tekniske kraftsystemet, elektrokompetansen og beredskapen for å sikre samfunnssikkerheten, næringslivet og den enkelte borger frem mot 2030, og videre.

Innholdsfortegnelse

Forord 2

Sammendrag 4

1. Bakgrunn og formål 10

2. Organisering, metode og datainnsamling 11
2.1. Organisering 11
2.2. Metode og drivere 11
2.2.1. Samspill av ulike faktorer 12
2.2.2. Kategorisering av drivere 13
2.3. Innsamling og strukturering av data 14

3. Samfunn og struktur 15
3.1. Økt bruk av elektrisitet 15
3.1.2. Elektrisitets- og effektbruk 16
3.1.3. Vekst og utvidelse 16
3.1.4. Samfunn og cybersikkerhet 17
3.2. Infrastrukturer i samfunnet 17
3.2.1. Samfunnskritiske infrastrukturer 18
3.2.2. Samfunnskritiske tjenester 20
3.2.3. Kort om avhengigheter, sårbarheter og teknologi 20
3.3. Spesielt om kraftforsyning 21
3.3.1. Sentralnettet 21
3.3.2. Distribusjonsnettet 21
3.3.3. Energisikkerhet 22
3.3.4. Effektsikkerhet 22
3.3.5. Balanserer forbruket 22
3.4. Demografi 24
3.4.1. Hjemmetjeneste 24
3.4.2. Urbanisering 25
3.4.3. Forbruker (ikke-sakkyndig) 25
3.4.4. Næringslivet (ikke samfunnskritisk) 26
3.4.5. Infrastrukturselskaper (samfunnskritiske) 27
3.5. Samferdsel 28
3.5.1. Transport - samfunnsutvikling 28
3.5.2. Transport - kapasitetsbehov 29

Innholdsfortegnelse

3.5.3. Transport - infrastruktur 29
3.5.4. Transport - ladestasjoner 30
3.5.5. Transport - godstrafikk 30
3.5.6. Transport - luftfart 31
3.5.6. Transport - eksempler 32
3.6. Maritim næring 33
3.6.1. Maritim utvikling 33
3.6.2. Maritim - elektriske anlegg 34
3.6.3. Maritim - autonomi 34
3.6.4. Maritim - landstrøm 35
3.6.5. Maritim - ladeinfrastruktur 36
3.7. Helse 37
3.7.1. Helse - hjemmesykehus 37
3.7.2. Helse - teknologiske produkter 37
3.7.3. Helse - elektromedisinsk utstyr 37
3.7.4. Helse - trygghet og sikkerhetssystemer 38
3.8. Samfunn og struktur - oppsummert 39

4. Politikk og policy 41
4.1. Retningsforandring 41
4.1.1. Klimamål 41
4.1.2. Politiske beslutninger 42
4.2. Risikovurdering og risikohåndtering 43
4.2.1. Beslutningsstøtte 43
4.3. Kompetanse 43
4.3.1. Kompetansebehov - eksempel 44
4.3.2. Kompetansebehov - teknisk og digital 44
4.4. Forordninger, direktiver og standarder 45
4.5. Markedstilsyn 46
4.5.1. Markedskanaler 46
4.6. Politikk og policy - oppsummert 47

5. Teknologi og trender 48
5.1. Teknologi - utvikling 48
5.1.1. Teknologi - digitale tvillinger 49
5.1.2. Teknologi - kunstig intelligens 50

Innholdsfortegnelse

5.1.3. Teknologi - KI teknologier 50
5.1.4. Teknologi - KI historie 51
5.1.6. Teknologi - informasjonsflate 52
5.1.7. Teknologi - programvare vs maskinvare 53
5.1.8. Teknologi - sensorteknologi 53
5.1.9. Teknologi - sensorer og trender 54
5.1.10. Teknologi - bioteknologi 55
5.1.11. Teknologi - diagnostikk 55
5.1.12. Teknologi - medisin og helse 56
5.1.13. Teknologi - helseomsorg 57
5.1.14. Datasentre 57
5.2. Tingenes internett (IoT) - Internett for tjenester (IoS) 58
5.2.1. IoT/IoS - pålitelighet 59
5.2.2. IoT/IoS – avhengigheter 59
5.2.3. IoT/IoS – utfordringer 60
5.2.4. IoT/IoS – sårbarhet 60
5.2.5. IoT/IoS – industrien 61
5.2.6. IoT/IoS – fremtidsutvikling 62
5.3. Solenergi 63
5.3.1. Solenergi - produksjon 63
5.3.2. Solenergi - infrastruktur og distribusjon 64
5.3.3. Solenergi - konkurransekraft 65
5.3.4. Solenergi - sikkerhet 65
5.4. Vindenergi 67
5.4.1. Vindenergi - havvind 67
5.4.2. Vindenergi - landbasert 69
5.4.3. Vindenergi - nærvind 70
5.5. Energilagring - batterier 70
5.5.1. Maritim næring og batterier 71
5.6. Teknologi og trender - oppsummert 72

6. Natur og klima 74
6.1. Natur og klima - ytre påvirkninger 74
6.1.1. Natur og klima - ekstremvær 74
6.1.2. Natur og klima - naturpåvirkning 75
6.1.3. Natur og klima - klimapåvirkning 76

Innholdsfortegnelse

6.1.4. Natur og klima - veisektoren 76
6.1.5. Natur og klima - alternative drivstoff, hydrogen 77
6.1.6. Natur og klima - kort om sirkulær økonomi 78
6.2. Natur og klima - oppsummert 79

7. Drøfting og konklusjon 80
7.1. Drøfting 80
7.2. Konklusjon 83

8. Vedlegg - Elsikkerhet 84
8.1. Elsikkerhetsbegrepet 84
8.1.1. Elsikkerhetsdefinisjon 84
8.1.2. Feilfunksjon 85
8.1.3. Bortfall 85
8.1.4. Strømgjennomgang 86
8.1.5. Temperatur 86
8.1.6. Atmosfæriske forhold 87
8.1.7. Kort om hendelser 87
8.2. Vedlegg - internasjonal handel og rammebetingelser 88
8.2.1. Internasjonal handel og rammebetingelser 88
8.2.2. Standarder 88
8.2.3. Produsentansvar 89
8.3. Vedlegg - Terminologi og symboler 90

Referanseliste 92

1. Bakgrunn og formål

Bruken av elektrisitet på nye områder og introduksjon av ny teknologi endrer samfunnet gradvis. Det vil kreve endringer i hvordan man tilnærmer seg utfordringene med elsikkerhet, tilgang til energi og bruken av denne i tiden fremover.

Prosjektets formål har vært å belyse hovedutfordringer knyttet til elsikkerhet fram mot 2030. Samtidig er det vanskelig å se på disse utfordringene isolert, uten å drøfte tilstøtende problemstillinger. Derfor berøres også problemstillinger som sokner til andre myndigheter enn DSB. Dette er viktig for NEK, siden virksomheten også forvalter standarder innen flere andre myndigheters område.

Det har vært et mål å få en felles forståelse blant prosjekteiere og øvrige interessenter om utfordringsbildet. Selv om prosjektet ser frem mot 2030, er også perspektiver, reguleringer og forventinger mot 2040 hensyntatt i noe grad.

Elsikkerhet som begrep beskrives mer i detalj senere i rapporten og som eget vedlegg[4]. Prosjektet har også hatt som mål å sette elsikkerhet inn i et samfunnssikkerhetsperspektiv.

Prosjekteierne ønsker videre at *Vår elektriske fremtid - Perspektiv 2030* og grunnlaget dette er bygget på, skal oppdateres jevnlig, og hensynta stadig skiftende endringer.

Første utgave av *Vår elektriske fremtid - veikart for elsikkerhet* (2016), benyttet DSB i sitt interne prosjekt *Strategisk gjennomgang av elsikkerhetsområdet* høsten 2016. NEK benyttet utfordringsbildet i sitt strategiarbeid rundt elektroteknisk standardisering.

Denne utgaven vi således også bli benyttet av prosjekteierne i sitt videre arbeid.

4: Vedlegg 1.

2. 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 våren 2024 og innspill vurdert og implementert i denne utgaven.

Det ble lagt vekt på å etablere uformelle kanaler til ulike kompetansemiljøer. Et av disse miljøene er NEKs nettverk av over 950 eksperter som til daglig arbeider innen sine spesialfelt, men som også deltar i en eller flere av NEKs standardiseringskomitéer med eksperter fra norsk næringsliv, forvaltning og myndigheter.

Utover det er det knyttet kontakt med andre kompetansemiljøer gjennom såkalte dialogmøter hvor man hadde samtaler med personer på ledernivå.

Det ble sendt invitasjon til 44 relevante interessenter om deltakelse i en referansegruppe. Flere av disse deltok på et eller flere møter i referansegruppen og ga skriftlige innspill innen høringsfristen 12. april 2024.

2.2. Metode og drivere

Prosjekteierne har benyttet tilnærmet lik metode som ble utviklet i første utgave av rapporten (2016) for å beskrive utfordringsbildet. Kunnskapsgrunnlaget er innhentet gjennom litteratur- og dokumentasjonssøk og innhenting, samt intervjuer med relevante aktører fra myndigheter, næringsliv og ekspertmiljøer. Kunnskapsgrunnlaget er strukturert og lagret i NEKs fagbank.

Klassifisering brukes i en rekke vitenskapelige fagområder for å sortere, gruppere og kategorisere. Gruppering er nyttig for å sortere og klassifisere drivere i samfunnet. Drivere er i denne sammenheng understrømmer i samfunnet vårt som påvirker totaliteten i den ene eller

andre retning. Begrepet *trender* benyttes i denne analysen til å beskrive en klar, vedvarende endring i en bestemt retning.

2.2.1. Samspill av ulike faktorer

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 klimaet. Politikken kan gå ut på å redusere uønskede konsekvenser av de menneskestyrte prosessene.

Sammenhengen kan på en forenklet måte illustreres på følgende vis:

- Mennesket forurenser.
- Forurensningen skaper uønskede klimaendringer.
- Vi 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. SoMe[5] er for eksempel mulig fordi et sett av teknologier som er en nødvendig forutsetning, er til stede:
Vi har et internett og 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.

Facebook eller andre SoMe plattformer ville neppe blitt en suksess om den hadde vært forsøkt på 1970-tallet. Selv om menneskene trolig var like opptatt av sosial interaksjon den gangen, var ikke forutsetningene for slik samhandling til stede.

Et annet eksempel på drivere er *disruptive teknologier*[6], som er en ny type teknologi som introduserer helt nye markeder og markedsplasser, og som på sikt utraderer eksisterende markeder.
Eksempel på dette er introduksjonen av mobiltelefonen som i praksis har utradert markedet for fasttelefoni samt de digitale kameraene som i praksis har utradert fremkallingsindustrien og papirbildet.
Kunstig intelligens er et annet eksempel på en disruptiv teknologi.

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

5: Sosiale Medier.
6: Kommer fra det engelske ordet disrupt som betyr forstyrre.

2.2.2. Kategorisering av drivere

Det er i denne rapporten valgt en kategorisering som består av fire hovedkategorier (drivere) fram mot 2030:

De fire kategoriene for driverne er definert som følger:

Samfunn og struktur
Denne driveren handler om hvordan endringer i samfunnet og samfunnets funksjoner kan påvirke elsikkerheten, bruk av elektrisitet og ekom i tiden fremover. Et eksempel kan være hvordan endringer i eierskap til sentral infrastruktur kan påvirke utviklingen i el og ekom-sektoren.

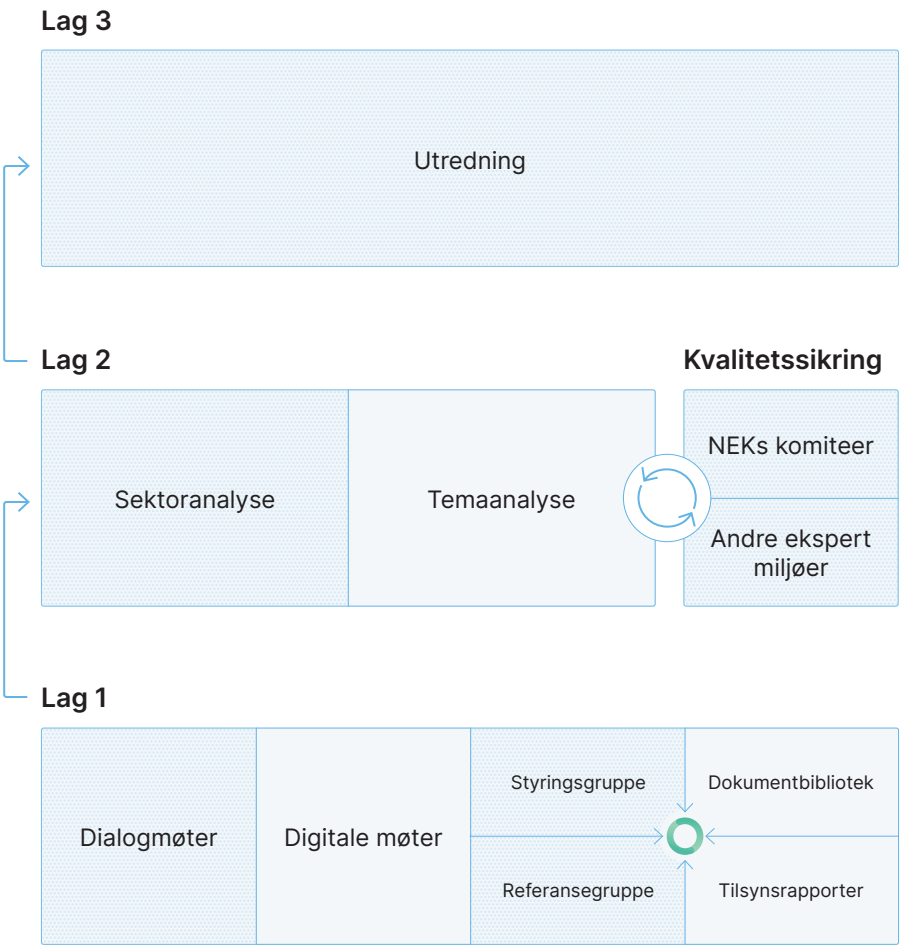
Politikk og policy
Denne driveren handler om hvordan forhold som kan knyttes til politisk styrte prosesser nasjonalt og internasjonalt kan påvirke elsikkerheten, og bruk av elektrisitet og ekom fremover. Eksempler kan være handelspolitikk (globalisering), det grønne skiftet, krav til velferd, krav til omsorg og helsetjenester, krav til miljø, krav til samfunnssikkerhet, krav til trygghet, krav til kommunikasjons-tjenester og energipolitikk.

Teknologi og trender
Denne driveren handler om hvordan vi påvirkes av innovasjon og skapervilje i samfunnet. Eksempler på dette er hvordan teknologi er en viktig driver i samfunnsutviklingen. I dag skjer dette i enda større grad- og i et annet tempo enn tidligere.
Trender handler om de store linjene i teknologiutviklingen og det er i denne kategorien rapporten i størst grad *ser* fremover.

Natur og klima
Denne driveren handler om hvordan endringer i natur og klima kan påvirke elsikkerheten og bruk av elektrisitet og ekom i tiden fremover. Hyppighet i ekstremvær kan påvirke el- og ekominstalla-sjoner innenfor en rekke sektorer.

2.3. Innsamling og strukturering av data

Materialet som er utarbeidet eller samlet inn, er strukturert som vist i figuren under:



Figur 1: Lagdeling. NEK 2024.

Lag 3:
Et dokument - versjon 1 av utredningen Vår elektriske fremtid - Perspektiv 2030.

Lag 2:
Tema og sektoranalyser (interne dokumenter), høringsinnspill (kvalitetssikring).

Lag 1:
Kildedokumenter (referanseliste), interne arbeidsdokumenter i NEKs fagbank, notater fra dialogsamtaler, intervjuer samt dialogmøter med referansegruppe og interessenter.

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. Prosjekteierne tar videre sikte på å publisere nye versjoner av utredningen Vår elektriske fremtid, eller tilsvarende tema og sektorrapporter.

3. Samfunn og struktur

Denne driveren handler om hvordan endringer i samfunnet og samfunnets viktige funksjoner kan påvirke elsikkerheten, bruk av elektrisitet og ekom i fremtiden. Det hentes frem eksempler på infrastrukturer i samfunnet, transport og demografisk utvikling.

Transport, logistikk og infrastruktur. Adobe Stock, 2023.

3.1. Økt bruk av elektrisitet

Elektrisitetens fleksibilitet gjør den anvendelig på alle samfunnsområder. EUs klimahandlingsplan for 2030 krever en betydelig økning i elektrifisering, spesielt i sektorer som transport og oppvarming. Norges fornybare energiressurser, spesielt vannkraft, kan brukes til å dekke noe av denne økte etterspørselen. Økt bruk av elektrisitet er et viktig budskap i stadig flere stortingsmeldinger og NOUer. Budskapet videreføres og forsterkes også i denne utredningen.

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, og sluttbrukerne introduserer nytt elektrisk utstyr eller nye systemer i et tempo vi ikke tidligere har sett maken til.

Elektriske anlegg er prosjektert og designet til forutsatt bruk, på den tiden den ble installert. Ifølge kilder til denne utredningen skjer det kraftige endringer innenfor husholdningene, og de rapporterer om økende salgstall for egen bransje.

Elektrisk utstyr er enheter eller apparater som benytter elektrisitet for å fungere. Det er ofte pluggbart utstyr, som kunden selv plugger inn i et elektrisk anlegg- som i sin tid ble bygget for et helt annet forbruk og utstyrskonsentrasjon. Ifølge Stiftelsen Elektronikkbransjen var salg av elektrisk utstyr over disk på over 40 milliarder kroner i 2022.[7]

Boligeiere foretar, i motsetning til eiere av næringsbygg, sjeldnere oppgradering av det elektriske anlegget. Det kan ha sammensatte forklaringer. Det kan handle om at man ikke har et bevisst forhold knyttet til eldre og utdaterte elektriske anlegg, eller at det er forbundet med store kostnader ved en oppgradering, eller at man som forbruker ikke er godt nok kjent med sitt ansvar som anleggseier. Føringer for dette er regulert gjennom *Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg - FEL* § 9.[8]

3.1.2. Elektrisitets- og effektbruk

I Langsiktig kraftmarkedsanalyse 2023[9] antar NVE et økt kraftforbruk til 163 TWh i 2030 og videre til 191 TWh i 2040. Estimatene er usikre, men forventet vekst i norsk økonomi (kraftkrevende industri), 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.

En del av de nye og energieffektive maskinene og apparatene bidrar til at energi hentes ut over et kortere tidsrom, noe som kan øke effektuttaket fra kraftsystemet. Nye elektriske produkter og utstyr er også ofte mobile (elbiler og ferger). Energimengden disse konsumerer stiller krav til infrastruktur og grensesnitt mot utstyret som tas i bruk. Det samme utstyret vil ofte kunne lagre energi (termisk eller i batterier) og vil kunne påvirke tilgjengeligheten av strøm hos forbruker. (eks. strømmen kan gå, men bilen har fortsatt 80 kWh på batteriet og er koblet opp mot mobilnettet).

Store energibanker, inkludert elbiler, gir dermed muligheter til å skape et fleksibilitetsmarked (midlertidig kjøp og salg) for energi.

3.1.3. Vekst og utvidelse

Vekst og utvidelser i eksisterende kraftintensive næringer og etablering av nye næringer med høy bruk av elektrisitet vil bidra til vekst i det norske elforbruket fram mot 2050.

I transportsektoren vil elektrisitet dekke en stadig økende del av energibruken, med anslag på mellom 44 og 60 TWh økt kraftforbruk

7: Dialogmøte Stiftelsen Elektronikkbransjen. Tallet representerer forbrukerelektronikk, og er ikke medberegnet samlet verdi av elektroarbeider.

8: Lovdata.

9: NVE Rapport nr. 25/2023.

fram mot 2050, for denne sektoren alene.[10]

Effektkrevende elektrisk utstyr og annen bruk av elektrisitet kan medføre at effektuttaket over døgnet og timer vil 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 til å optimalisere bruken av energinettet.

Vi vil få flere elektriske produkter og utstyr med ny funksjonalitet i hjemmene. Etter hvert blir vi mer avhengig av disse funksjonene og vi forventer at både strømforsyning og kommunikasjon skal fungere til enhver tid. Smarte hjem, AMS-HAN[11], velferdsteknologi, industrielle operasjoner, IoT-enheter- og tjenester blir stadig mer utbredt. Dette inkluderer alt fra biler som kommuniserer med hverandre for å forbedre trafikksikkerheten, til sensorer som samler data for å forbedre effektiviteten i industrielle prosesser.

AdobeStock, 2023.

3.1.4. Samfunn og cybersikkerhet

Totalberedskapskommisjonens rapport *Nå er det alvor - rustet for en usikker fremtid* (2023) belyser samfunnssikkerhet og ulike temaer knyttet til cybersikkerhet. Kritisk infrastruktur som strømnett, vannforsyningssystemer og kommunikasjonsnettverk- og tjenester, er selve livsnerven i et moderne samfunn. Cyberangrep mot disse systemene kan ha katastrofale følger, fra langvarige strømbrudd til forstyrrelser i nødkommunikasjon.

Det kreves en kombinert innsats og samarbeid fra myndigheter, industri og forbrukere for å bygge et robust forsvar mot cyberangrep, samt å dele ressurser og informasjon om trusler og beste praksiser.

Angriperne kan inkludere statlige aktører, kriminelle grupper eller enkeltpersoner med teknisk kunnskap. Derfor er cybersikkerhet ikke bare et teknisk anliggende, men en integrert del av en nasjonal sikkerhetsstrategi.

I Norge jobber Nasjonal sikkerhetsmyndighet (NSM) med forebygging av- og respons på alvorlige dataangrep mot kritisk infrastruktur.

3.2. Infrastrukturer i samfunnet

Etablert politikk har vært at de fleste infrastrukturer håndteres av én markedsaktør, gjennom et såkalt naturlig monopol.[12] Vannforsyning, avløp, strømforsyning, havner, vei og jernbane er eksempler som faller innenfor denne kategorien.

10: NOU 2023: 3.

11: Avanserte måle- og styrings-sytemer.

12: Et marked hvor det er samfunns-søkonomisk mest effektivt med én markedsaktør.

Et naturlig monopol innebærer at kunden ikke har alternativ, eller i beste fall mindre gode alternativ til monopolistens tilbudte løsninger.
Det stilles strenge krav til oppetid for monopolistenes systemer. Svikt i ett eller flere slike monopolsystemer 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 avhengige av tjenesten.

Ekom skiller seg fra dette bildet ved at det er etablert flere landsdekkende nett som tilbyr transport av tjenester, og at det finnes mange lokale fysiske nett som har monopol på tjenester, med unntak av tjenesteleverandører med sterk markedsstilling.
Disse er også i konkurranse med tilsvarende tjenester over mobilnettet. Ekom har fri konkurranse på både nett og tjenester, og det kreves ikke noen form for tillatelser.

AdobeStock, 2024.

3.2.1. Samfunnskritiske infrastrukturer

En rekke offentlige utredninger har drøftet spørsmålet om hva som bør betraktes som samfunnskritisk infrastruktur.

Problemstillingen drøftes blant annet i NOU 2023: 17[13], NOU 2000-24[14], NOU 2006-6[15], samt i DSBs nasjonale risikobilde. Videre er spørsmålet drøftet i flere sektorielle analyser blant annet fra Statens vegvesen, NVE og Nkom.

Infrastrukturene danner kjernen som er viktig for et velfungerende samfunn. Selv om det kan finnes alternativ, er avhengigheten stor og bortfall (av energi) har store konsekvenser.
En fellesnevner for de nevnte infrastrukturene er de betydelige investeringene som inngår og at de fleste inngår som naturlige monopoler.

Selv om man har landsdekkende eierskap og forvaltning til enkelte av infrastrukturene, er det også betydelig innslag av delt eierskap. Dette ser man f.eks. innen el- og ekom-området, veisystemer, samt vann- og avløp.

Infrastrukturene er avgjørende for et velfungerende samfunn og er derfor underlagt streng regulering. Selv om ansvar er fastsatt og ønsket nivå er angitt i relevant regelverk, er det ofte lagt opp til et betydelig rom for skjønn. Det kan skape utfordringer med hensyn til å få et konsistent nivå på f.eks. vedlikehold og utskifting av anleggsdeler når det

13: Nå er det alvor - Rustet for en usikker fremtid.

14: Et sårbart samfunn.

15: Når sikkerhet er viktigst.

er påkrevd. Det er krevende, både for eier og for aktuell myndighet, å fastslå når utskifting faktisk er nødvendig. Noen aktører kan utnytte denne iboende usikkerheten til å skyve på de betydelige investeringene utskiftinger av gamle anleggsdeler kan medføre.

En av utfordringene som er relevant ift. forvaltning av de kritiske infrastrukturene er altså etterslep i reinvestering og vedlikehold.

Hvis man tar utgangspunkt i normal forventet teknisk levetid til systemkomponentene, kreves det betydelige årlige bidrag for å opprettholde funksjon og driftssikkerhet på det nivået systemet har ved oppstart. Det er ulik tilnærming til hvordan man sikrer et tilfredsstillende nivå på drift og vedlikehold. I enkelte sektorer reguleres dette gjennom inntektsrammer, f.eks. nettselskapene, mens for andre infrastrukturer gis det overordnede føring i regelverk og hvor riktig nivå kommer frem gjennom forvaltningspraksis.

Basert på en rekke utredninger synes det å være en allmenn oppfatning om at følgende infrastrukturer er samfunnskritiske:

- Vann- og avløpssystemer
- Ekominstallasjoner
- Kraftforsyning (produksjon og distribusjon
- Transport (vei og jernbane)
- Havner og flyplasser (sivile og militære).

3.2.2. 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).
- Helse- beredskap og hjelp i primær og sekundærhelsetjenesten.
- Forsvar og sivilforsvar.
- Frivillige redningsmannskaper.

Slike tjenester inngår i en samarbeidsstruktur, Kraftforsyningens beredskapsorganisasjon (KBO), hvor NVE som beredskapsmyndighet har ansvaret for å samordne arbeidet med forebyggende sikkerhet og beredskap i kraftforsyningen.

> KBO skal: *«effektivt kunne forebygge og håndtere hendelser i kraftforsyningen, for å sikre god forsyningssikkerhet på elektrisk kraft»*. (NVE, 2022).

3.2.3. Kort om avhengigheter og sårbarheter

Selv korte bortfall av strømforsyningen kan medføre driftsforstyrrelser. Alvorlig feilfunksjon, strømbortfall eller kommunikasjonssvikt kan igjen medføre stor risiko for samfunnskritiske tjenester.

Beskyttelse av infrastrukturer mot cyberangrep, ekstremvær og andre trusler er nødvendig, da slike angrep og hendelser truer forsyningsstabiliteten, forsyningssikkerhet for elektrisitet og vannkvaliteten.

Integrering av moderne teknologi og sensorer i infrastruktursystemer kan gi fordeler som bedre overvåking, tidlig varsling av problemer og best mulig drift. Dette krever stabil strømforsyning, kompetanse og investeringer.

Temaet drøftes i DSBs rapport Nasjonalt risikobilde 2014 (DSB, 2014), som beskriver katastrofer det norske samfunnet kan rammes av. Her nevnes blant annet sårbarhet i vannforsyningen i flomutsatte områder.

De peker også på mulige sårbarheter i de såkalte SCADAsystemene hvor også vitale samfunnsstrukturer, som kraftproduksjon kan rammes.

AdobeStock, 2024.

NOTE:
Begrepet SCADA er mye brukt innen automasjon, som en betegnelse for systemer for styring og overvåking (automasjons-, eller kontrollsystemer).

(Red. anm.)

Det finnes god kunnskap om temaet i bransjen og hos relevante myndigheter (DSB, NVE, Mattilsynet mv.).

På bakgrunn av sårbarhetsperspektivet og det fremtidige kostnadsbilde kan det være fordelaktig med en nærmere studie av hvordan elsikkerheten er ivaretatt i dag- og hvordan den bør ivaretas fram mot 2030.

3.3. Spesielt om kraftforsyning

Norge har en lang historie innen produksjon av fornybar energi, og særlig vannkraft. Kraftforsyningen i Norge hadde ved inngangen til 2022 en samlet installert produksjonskapasitet på 38 744 MW og en samlet normalårsproduksjon på 154,8 TWh. I 2021 satt Norge ny produksjonsrekord med en samlet kraftproduksjon på 157,1 TWh, dette er 14 TWh mer enn gjennomsnittet de siste 5 årene.[16]

AdobeStock, 2023.

Med dagens- og fremtidens økende etterspørsel etter strøm og nye teknologier, sammen med en aldrende infrastruktur, står Norge som en av verdens ledende produsenter av fornybar energi, overfor en rekke utfordringer, men også muligheter de kommende årene.

3.3.1. Sentralnettet

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

Det er krevende å anslå de totale kostnadene som er knyttet til strømbrudd for de ulike sluttbrukerne. Dette gjelder spesielt alle de indirekte kostnadene som oppstår som følge av ringvirkningene av et strømbrudd, slik som stans i transportsystemer, IT-systemer, kommunikasjonsmidler og betalingssystemer (Meld. St. 14 2011-2012).

3.3.2. 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 og føre til alvorlige konsekvenser.

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

16: Energifakta Norge, 2023.

at risikovurderinger er en del av nettselskapets strategi og beslutningsgrunnlag. Et godt system for risikostyring lar selskapet identifisere, vurdere og rapportere risiko. Dette muliggjør strategiske, operasjonelle og finansielle responsmekanismer, inkludert kriseberedskap.
Målet med risikostyring er å *håndtere* risikoer, ikke å fjerne dem helt.

3.3.3. Energisikkerhet
Norge er et privilegert land når det 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 systemet til et netto energioverskudd som kan selges på det europeiske kraftmarkedet og i år med knapphet kan vi kjøpe kraft fra det europeiske kraftmarkedet. Stadig flere land- og sjøforbindelser til våre naboland og Europa gir en god energisikkerhet.

3.3.4. Effektsikkerhet
Effektsikkerhet handler om å få overført elektrisk energi i sanntid fra produksjonsstedene til sluttbrukerne. 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 energieffektivt – 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 på den andre gruppen er induksjonskomfyrtopper, vannvarmere og elbiler.

Disse utstyrsgruppene alene kan utløse lokale utfordringer for effektsikkerheten. Videre er det en utfordring at slike laster ofte skaper støy i nettet som kan påvirke annet elektrisk utstyr på en negativ måte.

3.3.5. Balanserer forbruket
Smarte energinett (Smart grid) handler om å styre i retning av en mer effektiv bruk av energien ved å balansere forbruk, overføring og produksjon av energi på en intelligent måte. For å få til dette, er det behov for store mengder sanntidsdata, prosessorkraft og muligheter til å styre laster og produksjonsenheter. Datamodellene som 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 nivåer 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 og 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.

3.4. Demografi

I 2030 vil det være flere eldre enn barn i Norge.[17] For å møte denne økningen må samfunnet legge til rette for at eldre som ønsker det, kan bo lenger i eget hjem.

AdobeStock, 2024.

Regjeringen (2023) la frem Stortingsmeldingen Fellesskap og meistring – Bu trygt heime (Meld. St. 24 (2022-2023)), hvor temaer som boligtilpasning og planlegging, samt trygghet for tjenester og støtte til pårørende trekkes frem.

Teknologi som elektroteknisk utstyr vil være en del av dette. Det er da viktig å ha ulike brukerperspektiver når det gjelder implementering av teknologi i helsevesenet, inkludert hjemmetjenester tilpasset varierte og komplekse miljøer i private hjem.

Samtidig er det viktig å være oppmerksom på at teknologi også vil kunne oppfattes som en risiko for personvernet og reduksjon av menneskelig kontakt.

3.4.1. Hjemmetjeneste

Det er et uttrykt politisk mål at eldre skal få bo (trygt) hjemme så lenge som mulig (Meld. St. 24 (2022-2023)). 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.

Det stilles ikke absolutte eller konkrete krav til når behov for nødstrømsforsyning utløses, men FEL[18] §31 beskriver at det skal vurderes nødstrømsforsyning dersom uventet avbrudd vil kunne medføre fare for personer, husdyr eller omgivelser (DSB, 2023).

I Folkehelsemeldinga – Nasjonal strategi for utjamning av sosiale helseforskjellar (Meld. St. 15, 2023) understrekes det at digitale ressurser er viktige for å ta vare på egen helse. Samtidig er trygge elektriske anlegg, elektrisk utstyr og elektromedisinsk utstyr viktige premisser for å yte- og motta god helsehjelp.

Hvilke endrede krav til elsikkerhet Folkehelsemeldinga (Meld. St. 15, 2023) kan utløse, fremstår ikke som helt avklart.

17: Nasjonale befolkningsframskrivinger, 2020-2100. SSB, 2020.

18: Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg.

3.4.2. Urbanisering

Ifølge SSB (2022) var 82.67 % av befolkningen bosatt i tettsteder, samtidig som det har vært en nedgang i antall bosatte i grisgrendte strøk. SSB viser til at det over lang tid har vært en urbaniseringstrend i Norge. Hva betyr denne økte urbaniseringen for el- og ekom sikkerheten? Det umiddelbare er at samtidig som landets innbyggere samles i byer og tettsteder, vil konsentrasjonen av elektrisk utstyr øke i omfang.

Økt konsentrasjon av utstyr, samt flere- og samtidige ladende enheter kan overbelaste systemer, føre til kortslutninger i elektriske anlegg og øke risikoen for brann og EMC-utfordringer.

Hvor kraftig ovennevnte utfordringer vil slå ut er vanskelig å vurdere. SINTEF Energi har i mer enn 30 år vært engasjert i og ledet studier knyttet til spenningskvalitet og støy på ulike steder i Norge, men det er uklart om det har vært gjennomført systematisk forskning på hvordan slik konsentrasjon påvirker det totale støybildet.

I nåværende forskningsinitiativer undersøker de blant annet hvordan nye elektriske enheter som elbilladere, kraftelektronikk-enheter, elektriske verktøy, varmepumper og apparater med asynkronmotorer påvirker spenningskvaliteten (Reigstad, 2023).

3.4.3. Forbruker (ikke-sakkyndig)

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

Forbruker skal derfor kjøpe sine tjenester hos profesjonelle aktører. Intervjuobjekter sier at prissettingen i elektroentreprenørmarkedet *kan* føre til at privatpersoner (ikke-sakkyndige) foretar elektroarbeider selv. Dette kan føre til utilsiktede hendelser, som igjen kan øke risikoen for brann.

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

3.4.4. Næringslivet (ikke samfunnskritisk)

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

En aktuell diskusjon i mange virksomheter er om man bør ha kompetanse i eget hus eller om dette heller kan kjøpes i det åpne markedet. Det er ikke identifisert rapporter som trekker entydige konklusjoner om hvordan innleid kontra eget personell påvirker elsikkerheten i virksomheten og tjenester den eventuelt skal ta hånd om, 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 til stede, bør forholdet følges tettere opp.

I høringsrunden til denne rapporten ble det påpekt at deler av elektrobransjen står ovenfor et generasjonsskifte i de kommende årene, men hvor tilflyt av ny kapasitet og kompetanse er utfordrende.
Dette fremholdes som en mulig utfordring i tiden frem mot 2030. Det har ligget utenfor rammene av dette utredningsarbeidet å gå nærmere inn i denne tematikken, men forholdet bør undersøkes nærmere.
For å analysere om denne bekymringen står seg, må man gjennomføre studier av det nevnte forhold innen prioriterte sektorer.

Problemstillingen bør være av interesse for myndigheter som overser at samfunnskritisk infrastruktur og tjenester har forutsetninger for å fungere som tiltenkt.

3.4.5. Infrastrukturselskaper (samfunnskritiske)

Infrastrukturselskaper som drifter elektriske installasjoner, håndterer og vedlikeholder viktige elektriske systemer og anlegg, representerer en samfunnskritisk funksjon.
Oppetid og drift av systemene er avgjørende og sørger for kontinuitet og stabilitet i grunnleggende tjenester som påvirker samfunnets sikkerhet, helse og økonomi.

Eksempler på infrastrukturselskaper:

- **Energiprodusenter- og distributører**
  produserer og distribuerer elektrisitet til både privat og offentlig bruk.

- **Nettselskaper**
  som eier og vedlikeholder strømnettet, inkludert transformator-stasjoner og kraftlinjer, for å sikre stabil strømforsyning.

- **Nød- og beredskapstjenester**
  som sikrer strømforsyning til kritisk infrastruktur som sykehus og beredskapsfasiliteter i nødsituasjoner.

Viktigheten av disse selskapene kan *ikke* understrekes nok, da de sørger for kontinuitet og stabilitet i grunnleggende tjenester som påvirker samfunnets sikkerhet, helse og økonomi.

3.5. Samferdsel

I Norge legger regjeringen normalt hvert fjerde år fram en melding til Stortinget om nasjonal transportplan. Denne beskriver utfordringer, trender og mål for transportpolitikken. Planen er sektorovergripende, men har fokus på tiltak innenfor individuelle sektorer.
Med økende elektrifisering av transportsektoren, står Norge overfor en rekke utfordringer og muligheter i det kommende tiåret. Innføring av elektriske transportmidler omfatter alt fra sparkesykler og elsykler til vogntog, ferjer og elektriske fly. Dette har tilført el- og ekom i samferdselssektoren en helt ny dimensjon. En av flere utfordringer er å samordne, utvikle og vedlikeholde en tilstrekkelig ladeinfrastruktur.

AdobeStock, 2024.

Sammen med dette har man utfordringer med samtidighet, nettkapasitet, tilknytningskø og EMC-utfordringer. I tillegg kommer utfordringer med arealbehov og grunnerverv. Dette vil kreve et tettere samarbeid mellom myndigheter som DSB, Nkom, NVE, Sjøfartsdirektoratet, Statens vegvesen og kommunale myndigheter med ansvar for arealplanlegging.

3.5.1. Transport - samfunnsutvikling

Transport og samfunnsutvikling henger tett sammen. Gode transporttilbud bidrar til å oppfylle sentrale samfunnsmål, utvikle næringslivet, øke menneskenes mulighet for deltakelse i samfunnslivet, og gir bedre livskvalitet. I Norge er det stipulert en befolkningsvekst på rundt halvannen million frem til 2040 (SSB, 2022). Dette vil i seg selv øke transportbehovet, og med en økende trend mot elektrifisering av transportsektoren står Norge overfor en rekke utfordringer og muligheter i det kommende tiåret.

Jernbanen transporterer mange mennesker effektivt og sikkert mellom, og innad i, bynære strøk. Den er også viktig for transport av store godsmengder over lange avstander.

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 uakseptabelt mange forsinkelser i togtrafikken med store konsekvenser for et stort antall mennesker.

Andre sårbarhetsfaktorer kan være relatert til klima- og naturhendelser.

3.5.2. Transport - kapasitetsbehov

Utslippstallene fra SSB (2023) viser at utslippene fra veitrafikken ikke går ned sammenliknet med året før. Det er flere som kjører elbil, men dette motvirkes av at vare- og tungtrafikken har hatt en økning.

Skal transportsektoren komme ned mot null utslipp av CO_2 innen 2050, må bruk av fossilt drivstoff erstattes med elektrisitet eller alternative drivstoff som avansert biodrivstoff, hydrogen, ammoniakk eller syntetisk drivstoff. Det innebærer bruk av betydelige mengder kraft for å fremstille alternative drivstoff, og det er foreløpig knyttet stor usikkerhet rundt *modenhetsnivået* for denne teknologien.

Ifølge Statnett (2023) bruker transportsektoren i Norge rundt 3,5 TWh strøm, og en av de mest forutsigbare trendene er at denne sektoren vil bruke mer strøm i løpet av de neste årene. Dette inkluderer elektrifisering av personbiler, busser, varebiler og lette lastebiler, ferger og kai-anlegg samt muligheter for noe kortdistanse flytrafikk.

Innen 2050 skal Norge være et lavutslipssamfunn, samtidig forventes en kraftig transportvekst. Dette vil kreve betydelige tiltak i alle sektorer, inkludert vei, bane, skips- og luftfart, og ikke-veigående maskiner.

Elektrifisering av transportsektoren er en nøkkelfaktor i denne transformasjonen, med direkte forbruk av elektrisitet i sektoren estimert til å øke fra 3,5 TWh til 12 TWh i 2030, og videre til 34 TWh i 2050. Dette representerer en enorm økning i energibehovet som krever omfattende planlegging og investeringer.

3.5.3. Transport - infrastruktur

Norge har en omfattende infrastruktur for samferdsel. Ved utgangen av 2022 målte det totale offentlige veinettet i Norge rundt 95 200 kilometer. Dette inkluderte omtrent 10 700 kilometer av riksveier og europaveier, 44 700 kilometer fylkesveier, og 39 700 kilometer kommunale veier. I tillegg var det rundt 100 000 kilometer med private veier (Nordahl & Hoff, 2024). Denne infrastrukturen forvaltes på forskjellige nivåer av staten, fylkene og kommunene.

Om lag 2 800 km av i alt 4 196 km med jernbane i Norge er elektrifisert (Jernbanestatistikk, 2020). Jernbanen er avhengig av elektrisk energi til fremdrift, signal og kontrollsystemer. Avhengigheten omfatter både el og ekom (nett og tjenester). Den er fullstendig avhengig av begge systemer og 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. Slike hendelser kan gi store samfunnsøkonomiske tap. Utfall av signal- og kommunikasjonsanlegg vil ramme samfunnet, spesielt om det skjer i eller nær knutepunkter.

Bane NOR har ansvar for å levere elektrisk energi som togselskapene benytter til togfremføring. Årlig dreier dette seg om rundt 690 GWh (Bane NOR, 2021).

Bane NOR har sitt grensesnitt mot netteiere på 11-132 kV nivå hvor det er en høy leveranse av energi. Kontaktledningene for jernbanen opererer på 16 kV og enkelte steder 30 kV.
Det pågår en gradvis oppgradering til nytt kontaktledningsanlegg der +15/-15 kV gjennomføres 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). Bane NOR har videre et internt styringsdokument som sammenstiller premisser som er gjeldende for både infrastruktureier, operatører og leverandører innen jernbanesektoren.

3.5.4. Transport - ladestasjoner

EU foreslo i 2021 at alle nye personbiler som selges etter 2035 skal være utslippsfrie (European Commission, 2021). Som følge av dette vil etterspørselen og behovet for offentlige ladestasjoner øke betraktelig. I dag er det kun 5 medlemsland som tilbyr offentlige ladestasjoner, og hvor kun 10 % er hurtigladere. For å utbedre sitasjonen har EU-kommisjonen derfor foreslått at alle medlemsland skal installere hurtigladere for hver 60 km på hovedfartsårer innen 2025.
Dette påvirker også Norge.

3.5.5. Transport - godstrafikk

Overgangen til et mer elektrifisert transportsystem vil også kreve endringer i hvordan gods transporteres (overgang fra vei til sjø og jernbane). Dette er et område hvor det fortsatt er stor usikkerhet og flere uløste spørsmål, f.eks. rundt infrastruktur, inkludert krysningspunkter og terminaler.
Ladeinfrastruktur er et kritisk område i denne sammenhengen, og det

Nasjonal ladestrategi (utdrag):

Nye personbiler og lette varebiler skal være nullutslippskjøretøy fra 2025.

Nye tunge varebiler skal være nullutslippskjøretøy fra 2030.

Nye bybusser skal benytte nullutslippsteknologi eller biogass fra 2025.

Innen 2030 skal 75 prosent av nye langdistansebusser og 50 prosent av nye lastebiler benytte nullutslippsteknologi.

(Regjeringen, 2022).

er behov for å utvikle og standardisere infrastrukturen for å møte den økende etterspørselen fra elektriske kjøretøy.

Sirkulær økonomi og resirkulering av batterier er også viktige områder som adresseres. Det er behov for reguleringer og systemer for å sikre at "gamle" batterier forblir en del av verdikjeden. Det vil kreve kompetanse, systemer og strukturer for håndtering, vedlikehold og transport av batterier på en sikker måte. Dette er et område hvor det er mye aktivitet på EU-nivå, med mange nye forordninger som vil implementeres også i Norge.

Samtidig er det behov for å se på alternative drivstoff som hydrogen, ammoniakk, syntetisk drivstoff og avansert biodrivstoff. Dette er spesielt relevant for sektorer som sjøfart og luftfart, hvor elektrifisering kan være mer utfordrende. Disse drivstoffene kan produseres i Norge, men det er også antatt større sannsynlighet for import fra andre land.

3.5.6. Transport - luftfart

Norges geografi og etablerte kortbanenett, gir oss en spesiell mulighet til å lede an i elektrifiseringen av luftfarten. Med erfaring fra andre transportsektorer er vi godt posisjonert for å prøve ut lav- og nullutslippsfly. Luftfarten møter utfordringer i den grønne omstillingen da det enda ikke finnes godkjente null- eller lavutslippsfly for kommersielle ruter globalt. Selv om prognoser antyder muligheten for slike fly på korte ruter innen ti år, er teknologiutviklingen usikker. Blant annet krever sikkerhetskrav omfattende utvikling, testing og sertifisering før slike fly kan frakte passasjerer.

Når teknologien er klar, kan lav- og nullutslippsfly gjøre luftfart til en av Norges mest miljøvennlige transportmetoder og behovet for infrastrukturutvikling vil trolig være begrenset, gitt et allerede etablert kortbanenett i Norge.

I Meld. St. 10 Bærekraftig og sikker luftfart - Nasjonal luftfartsstrategi (2022-2023), vurderes dagens virkemidler for å støtte teknologiutvikling og utslippskutt i luftfarten. Det vurderes også hvordan innfasing av null- og lavutslippsfly på kortbanenettet bør håndteres i fremtidige flyruteanskaffelser, såkalte FOT-ruter.

Selv om markedet for elektriske fly er begrenset med dagens teknologi, vises det til et potensial for elektrifisering av regionale ruter i Norden.

I 2018 presenterte daværende regjering Norges første dronestrategi (Norges dronestrategi, 2018). Siden har vi sett at droner utfører stadig nye og mer sammensatte oppgaver innenfor en rekke ulike sektorer og områder.

Lavere kostnader, reduserte klimautslipp, nye arbeidsområder og mindre støy er noen av argumentene for at nåværende regjering planlegger å støtte dette også gjennom nye systemer for trafikkstyring av droner. For å få til dette er det viktig at offentlige innkjøpere anerkjenner fordelene med droner, er åpne for ny teknologi og nye forretningsmodeller. Offentlige oppdragsgivere oppmuntres til å prioritere dronetjenester ved kontraktstildelinger.

Det finnes samtidig bekymringer om trygghet, støy og personvern ved økt dronebruk. Hendelser knyttet til uønsket og ulovlig droneaktivitet påvirker i ytterste konsekvens også nasjonal sikkerhet. Regjeringen vil derfor se på tiltak for å forebygge og bekjempe ulovlig droneflyging og å definere lufthavnoperatørenes ansvar i å nøytralisere ulovlige droner.[19]

3.5.7. Transport - eksempler
Økt bruk av elektrisitet i transportsektoren handler blant annet om:

Elbilsatsningen, inkludert vare- og tungtransport
For å oppnå regjeringens mål om nullutslippskjøretøy, er det nødvendig med tilgjengelig ladeinfrastruktur over hele landet. Regjeringens handlingsplan for infrastruktur for alternative drivstoff i transportsektoren legger opp til at utbyggingen av offentlig tilgjengelig ladeinfrastruktur skal være markedsbasert, men staten, gjennom Enova, skal bidra der det ikke er kommersielt lønnsomt å bygge ut.

Elektrifisering av fergetrafikken, nærskipstrafikken og fiskeflåten
Regjeringen har en spesiell prioritet for grønn omstilling av skipsfarten. I sin handlingsplan for grønn skipsfart (2019) bekrefter regjeringen ambisjonen om å halvere utslippene fra innenlandsk skipsfart innen 2030 sammenlignet med 2005. Videre vil regjeringen stimulere til lav- og nullutslippsløsninger i alle fartøyssegmenter.

Dette skaper også flere muligheter for norske leverandører og kan øke sysselsettingen i hele den maritime verdikjeden.

19: Meld. St. 10 (2022-2023) Bærekraftig og sikker luftfart, Nasjonal luftfartstrategi.

Hydrogen
I fremtiden vil drivlinjene i økende grad migrere mot elektrisk energi. For å lagre energien vil det bli en kombinasjon av batteriliknende systemer og lagring i gass, som for eksempel hydrogen.
Elektrisk energi kan tas direkte fra batterier, mens brenselceller er nødvendig ved bruk av gass.

Batteriteknologi
Elektrifisering av transportsektoren har drevet utviklingen av batteriteknologi. Europaparlaments- og rådsforordning (EU) 2023/1542 er utarbeidet for å regulere hele livssyklusen til batterier i EU, fra produksjon til avfallshåndtering.

«Formålet med regelverket er å gi høyere kvalitet på batterier, mer effektive og sikrere batterier, med lavere utslipp over livsløpet». (Miljødirektoratet, 2023).

3.6. Maritim næring

Maritim sektor inkluderer de ulike havnæringene som maritim transport, fiskeri, energi, olje- og gass, og maritim kraftproduksjon. Det er viktig å ha en forståelse for hvordan teknologi, sikkerhet og økonomi henger sammen. Dette er særlig relevant i høyrisikosektorer som maritim industri og installasjoner i eksplosjonsfarlige områder.
Av de betydeligste endringene i maritim sektor er overgangen til elektrifisering og nye drivstofftyper. Dette skyldes både krav om tilgjengelighet av landstrøm og sterke føringer mot nye typer drivstoff for å oppnå mål om utslippsreduksjon.

AdobeStock, 2024.

3.6.1. Maritim – utvikling

Den maritime næringen i Norge er verdensledende og i rivende utvikling. Det er en innovativ næring som ifølge Maritimt Forum (2023) står for over 150 000 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 bruk av for så vidt kjente teknologier, blant annet elektriske framdriftsløsninger og landtilkoplinger.

Energimiksen vil sannsynligvis bestå av en kombinasjon av batterier og nye drivstofftyper, som hydrogenforbindelser, ammoniakk og metanol, samtidig som det fortsatt er begrenset med erfaring rundt dette. Utfordringene med overgangen er mange. Det kan være økt risiko for brukerfeil, f.eks. når mannskap skal koble til båtladere/landstrøm. Det er sikkerhetsspørsmål knyttet til landstrøm i kombinasjon med nye drivstofftyper, det er risiko forbundet med tidsaspektet ved bruk av ny teknologi og at vi ønsker å oppnå resultater på kort tid.

3.6.2. Maritim – elektriske anlegg

Det elektriske anlegget om bord er helt sentralt for at et skip eller en flyttbar innretning[20] 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 dublert strømforsyning. I tillegg skal det være uavhengige nød-strømsystemer om bord. Havarier med ankerhåndteringsfartøyer/servicefartøyer har skapt bekymring for sikkerheten ved slike fartøy. Uventede strømbrudd og feil i posisjoneringssystemer har ført til uønskede hendelser og skipskollisjoner.[21]

Elektriske fritidsbåter og elektriske fartøy med total lengde opptil 24 meter er raskt på vei inn i markedet. Nelfo* er en av flere aktører som jobber med infrastruktur for elbåtlading hvor erfaringer fra elbillading tas inn, men hvor man samtidig møter andre og nye utfordringer knyttet til maritime miljøer, hvor blant annet galvanisk korrosjon og betongkonstruksjoner (brygger), sammen med batterier og ladestrøm er utfordringer som må løses (Hanstad, J.S.S. 2023).

3.6.3. Maritim – autonomi

Autonomi, eller selvstyring, er et spesielt viktig område som krever testing og standardisering. Eksempler på dette er autonome ferger og skip, som vil spille en stor rolle i den nye maritime næringen. I tillegg vil fjernstyrt eller autonom elektromekanisk robotikk spille en større rolle under drift og vedlikehold.
Maritim næring har en omfattende verdikjede, avhengig av el og ekomnett- og tjenester, med mange grenseflater mot land, noe som kan gi ytterligere besparelser i kostnader og utslipp.

* Nelfo endrer navn til NHO Elektro, 2024.

20: En flytende flyttbar offshore-enhet, uansett skrogtype, som blir brukt til aktiviteter innen undersjøisk petroleumsvirksomhet (Sjøfartsdirektoratet).

21: Høringsinnspill 12.04.2024. Sjøfartsdirektoratet.

Fartøyets planlegging av rute og fart i samråd med ønskede ankomsttider hos havn og havnevesen er en av flere faktorer som stiller krav til digitalisering.

Gitt den økende mengden av kommunikasjon mellom skip og land, vil også cybersikkerhet være en viktig faktor. Dette inkluderer f.eks. bruk av kunstig intelligens for å analysere data og forbedre operasjoner.

Akvakulturnæringen[22] er en næring som i likhet med skipsfarten er svært avhengig av en stabil strømforsyning.
En del av næringsaktiviteten foregår om bord på båter (eks. brønnbåter for transport av oppdrettsfisk mellom anlegg og slakteri m.m.), eller på faste og flytende installasjoner i sjøen, mens en annen del av virksomhetene er landfaste.
Akvakulturnæringen er uten sidestykke den husdyrnæringen som har hånd om flest individer og de største verdiene i norsk matproduksjon.

Felles for anleggene er stor avhengighet av en stabil strømforsyning.

3.6.4. Maritim - landstrøm
Skipsfarten har hatt fritak, men innlemmes nå i EUs klimapolitikk med «Fit for 55-pakken». Det ble innført kvoteplikt for skipsfarten 1. januar 2024. EU krever at havner i det transeuropeiske transportnettverket må tilby landstrøm innen 2030, og at store container- og passasjerskip kobler seg til landstrøm i disse havnene innen samme år.

Landstrøm er en betegnelse på strøm som kommer fra landbaserte kilder, og som brukes til å forsyne skip med elektrisitet når de ligger til kai. Landstrøm vil redusere utslippene fra skip som normalt bruker fossilt brensel mens de ligger i havn, og vil dermed bidra til å redusere den totale klimapåvirkningen fra sjøfarten. I et elektrifiseringsperspektiv er landstrøm et viktig verktøy for å redusere klimagassutslippene fra skip og havneaktiviteter.

For å elektrifisere sjøfartsnæringen trengs det en kombinasjon av teknologisk utvikling, politisk vilje og økonomisk støtte. Infrastrukturen for landstrøm må også utvides og tilpasses behovene til ulike skipstyper og størrelser. Samarbeid mellom ulike aktører i sjøfartsnæringen og mellom land er også viktig for å oppnå en effektiv og bærekraftig elektrifisering av sjøfartsnæringen. Felles internasjonale standarder vil være med å muliggjøre dette i et økonomisk, teknisk og bærekraftig perspektiv.

22: Akvakultur er produksjon av vannlevende organismer, inkludert dyr og planter.
Det omfatter blant annet fiskeoppdrett, skalldyroppdrett, dyrking av tang og tare (makroalger), samt havbeite.

(Regjeringen.no)

Norge som sjøfartsnasjon har allerede tatt et stort steg i den teknologiske utviklingen ved å elektrifisere ferger og installere landstrømsanlegg i norske havner. Norge har også etablert et omfattende støtteordningssystem for å stimulere til bruk av landstrøm, blant annet gjennom Enova og Klimasats. Skal landstrømsteknologien gjennomføres på en effektiv måte, må infrastrukturen for landstrøm være på plass og skipene være utstyrt med de nødvendige teknologiske løsningene for å kunne koble seg til landstrøm. Det må også tas hensyn til elsikkerhet og energimiksen av fossil og fornybar energi ombord i fartøyet.

Samarbeid med andre land vil være viktig for å utveksle kunnskap og erfaringer for å utvikle nye teknologier. Det kan være særlig interessant å samarbeide med land som har en stor skipsindustri og som har lignende ambisjoner om å redusere klimagassutslippene fra sjøfarten, som for eksempel Danmark, Tyskland, Nederland, Japan og Kina.

For større skip og fartøy kan landstrøm være en betydelig faktor i arbeidet med å redusere utslippene fra sjøtransportsektoren. Skip som bruker landstrøm mens de ligger til kai kan eliminere utslippene fra generatorer og dermed redusere sitt totale utslipp betydelig. Det er også mulig å koble skipene til en fornybar strømkilde, som sol- eller vindkraft, for å ytterligere redusere klimapåvirkningen fra sjøtransport.

Regjeringen har også satt seg ambisiøse mål for reduksjon av klimagassutslippene fra sjøfarten, og landstrøm spiller en viktig rolle i dette arbeidet. Videre planer inkluderer å utvide bruken av landstrøm til flere havner og skipstyper, og å utvikle teknologi som gjør det enklere og mer kostnadseffektivt å koble skipene til landstrømnettet.

3.6.5. Maritim – ladeinfrastruktur

Næringer i distriktene ivrer etter å bidra til det grønne skiftet, hvor utfordringen ligger i tilgangen på energi. Det være seg elektrisk, hydrogen og ammoniakk. Teknologien vil være høyst relevant for mindre båter som brukes hyppig i bynære områder, hvor utslippene kan ha en større innvirkning på lokalt miljøutslipp. Mulighetene for å utvikle ladeinfrastruktur avhenger av flere faktorer, inkludert geografisk beliggenhet, tilgjengelighet av strømnett og behov for infrastrukturinvesteringer.

3.7. Helse

3.7.1. Helse - hjemmesykehus

Hjemmesykehus innebærer behandling og oppfølging i hjemmet for sykdommer eller tilstander som vanligvis behandles i sykehus. Dette er spesialiserte helsetjenester for personer som trenger sykehusbehandling, men som kan motta forsvarlig behandling og oppfølging hjemme. Tjenestene kan inkludere regelmessige hjemmebesøk av kvalifisert helsepersonell, eventuelt supplert med video- eller telefonkontakt.

Hjemmesykehus utfordrer tradisjonell helsehjelp, elektriske anlegg i boliger som tilføres ny teknologi, og sikkerheten til brukere av ulike helsetjenester.

Elektromedisinsk utstyr og tilhørende teknologier fortsetter å utvikle seg i et raskt tempo. Med økende avhengighet av teknologi i helsevesenet, vil det også føre til en økende etterspørsel etter mer sofistikerte og sikre systemer. Cybersikkerhet bør prioriteres høyt, og det vil være et økende fokus på EMC for å sikre at alle enheter kan fungere effektivt og trygt sammen.

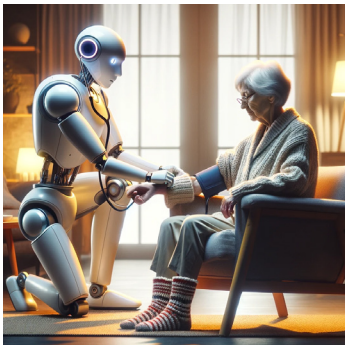
3.7.2. Helse – teknologiske produkter

Salg av produkter som understøtter helse og velferd vil øke. Trenden de siste årene har vært såkalt utstyr som har sensorer som måler søvnmønster, aktivitet, puls og i noen tilfeller blodtrykk.

Utstyrsprodusentene forsøker med ulik teknologi å hente ut stadig flere parametere for å gi et bilde av den allmenne helsetilstanden til brukeren. Det er grunn til å tro at innbyggernes vilje til å bruke økonomiske midler på helse og velferd vil øke (privat betalingsvilje) for tjenester som ikke inngår i det offentlige tilbudet. Dette vil også gi markedsmuligheter for tilbydere av tilpassede produkter og tjenester. Roboter, og såkalte Humanoide maskiner vil kunne overta en del av helsetjenestene vi i dag løser ved hjelp av menneskelige ressurser (eks. hjemmesykepleie).

3.7.3. Helse - elektromedisinsk utstyr

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



Illustrasjon generert ved bruk av KI; Dall-E3. NEK, 2024.

også pasienter som bruker såkalt livsopprettholdende utstyr. I slike tilfeller følger helseforetakene rutiner som i prinsippet skal likestille sikkerhetsnivået for hjemmeværende pasienter med pasienter som er ved en helseinstitusjon.

3.7.4. Helse – trygghet og sikkerhetssystemer

Trygghetsalarm 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 innbruddsalarm-systemer. Felles for dem er at de har høye krav til funksjon og pålitelighet og at de krever en kontinuerlig pålitelig strømforsyning for å kunne reagere effektivt på nødsituasjoner.

AdobeStock, 2024.

Ulike betraktninger gjør seg gjeldende avhengig av hvilke sikkerhets-funksjoner 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 et godt underlag for å gjøre helhetlige vurderinger innen denne tematikken. Det er også uklart hvilke myndighetskrav som bør komme til anvendelse for disse systemene og hvilken myndighet som i så fall bør regulere forholdet.

3.8. Samfunn og struktur – oppsummert

Elektrisitetens rolle i samfunnet blir stadig viktigere, og integreres i flere- og i ulike systemer, inkludert fiberoptiske systemer.

Økt bruk av elektrisitet betyr økt automatisering. Innføring av nytt elektrisk utstyr og systemer skjer i et høyt tempo. Elektriske anlegg er designet for en forutsatt bruk, men med rask teknologisk utvikling og endringer i forbruksmønstre, særlig i husholdninger, øker behovet for å oppgradere disse anleggene.

Smart grid (som optimerer energidistribusjonen), kan endre risikobildet ved at høyere strømlaster flyttes til natt. Energiforbruket og potensielle risikoer (fare for brann) kan øke mens beboere sover.
Økte sikkerhetstiltak og overvåking kan bidra til å håndtere de økte risikoene. Sammenliknet med næringsbygg oppgraderer boligeiere sjeldnere sitt elektriske anlegg. Årsakene kan flere, men manglende kunnskap, kompetanse rundt ansvarsforhold og økonomi ser ut til å være noen. Forskrifter som FEL § 9 regulerer forholdene, men det er usikkerhet rundt hvor «kjent dette er» hos forbruker.

I rapporten *Langsiktig kraftmarkedsanalyse 2023* fra NVE estimeres en økning i kraftforbruket i Norge til 163 TWh i 2030 og 191 TWh i 2040. Økonomisk vekst og teknologisk utvikling er drivere for denne etterspørselen.

Nyere, energieffektive maskiner og apparater, som ofte er mobile (for eksempel elbiler), stiller nye krav til infrastrukturen rundt oss, og utvidelser i kraftintensive næringer og transportsektoren er noen av «kravstillerne».

Norge har stort sett håndtert infrastruktur som naturlige monopoler, men det kan også være utfordringer knyttet til slike systemer, spesielt ved svikt. Samfunnskritisk infrastruktur og tjenester som nødetater, helseberedskap og forsyningssikkerhet, er alle avhengig av denne infrastrukturen. Andre sårbarheter kan relateres til strømforsyning og vann- og avløpssystemer, risikoer og utfordringer knyttet til cyberangrep og ekstremvær.

Norge, som en ledende produsent av fornybar energi, står overfor utfordringer knyttet til økende etterspørsel etter strøm og en aldrende infrastruktur. Det er fokus på sentralnettet, driftsforstyrrelser, nødstrøm og reservekraft, samt grensesnittet mot sluttbrukeren.

Med introduksjon av ikke regulerbar kraft kan man oppleve utfordringer med spenningsvariasjoner som igjen blir en større påkjenning på elektrisk anlegg- og utstyr. Dette gjelder spesielt for små og mellomstore installasjoner som er tilknyttet på distribusjonsnivå.
Avvik fra fastsatte toleransegrenser kan videre medføre at lokale produksjonsanlegg tidvis ikke kan mate overskuddsenergi inn på nettet.

Demografiske endringer med flere eldre, teknologiske fremskritt (spesielt innen transport og kommunikasjon) vil påvirke samfunnet og vårt behov for energi. Oppmerksomhet, systemer og strukturer knyttet til elsikkerhet og funksjonalitet bør følge samfunnsutviklingen.

Pålitelighet i utstyr, at varsler utløses korrekt og at tiltak kan iverksettes raskt er kritisk for å beskytte liv, helse og materielle verdier.

4. Politikk og policy

Denne driveren handler om hvordan forhold som kan knyttes til politisk styrte prosesser nasjonalt og internasjonalt kan påvirke elsikkerheten og bruk av elektrisitet og ekom fremover. Eksempler kan være det grønne skiftet, energipolititikk, krav til velferd, krav til miljø, krav til samfunnssikkerhet, krav til trygghet, krav til kommunikasjonstjenester og krav til omsorg og helsetjenester.

4.1. Retningsforandring

Det grønne skiftet og elektrifiseringen av samfunnet er et resultat av en villet politikk. Bruk av elektrisitet til erstatning for andre energibærere regnes som ønsket, spesielt dersom man erstatter fossil energi med fornybar energi. Andre momenter som trekkes frem er reduksjon av lokal forurensning, lokal støy og netto lavere energikonsum enn fossile løsninger.

Mot 2030 vil det grønne skiftet og digital transformasjon fortsette å påvirke alle sektorer. Elektrisk overføringsnett vil fortsatt være en vital infrastruktur, og elektronisk kommunikasjon vil være avgjørende for driften av det norske kraftsystemet. Overgangen krever støttende politiske og regulatoriske rammer. Norges nåværende- og tidligere regjering har generelt vært støttende til fornybar energi, men ytterligere tiltak er nødvendig for å akselerere overgangen.

Dette kan inkludere insentiver for utvikling av fornybar energi, konkrete forskrifter for å fase ut fossilt brensel, samt nye og målbare tiltak for å fremme energieffektivitet. Det grønne skiftet er styrt av internasjonale klimaavtaler, politiske beslutninger som binder Norge i kraft av EØS-avtalen og av politiske beslutninger i Norge.

4.1.1. Klimamål

EUs klimamål for 2030 er forpliktende og vil være de kraftigste enkeltfaktorene for hvordan miljøpolitikken utvikles i Europa.*
Det er liknende miljømål nasjonalt, jf. Energimeldingen (NOU 2023: 3), samt i en rekke stortingsmeldinger og NOUer. Det kreves omfattende endringer i det norske samfunnet om disse målene skal nås.

*
EUs klimamål for 2030 (utdrag):

- et kutt på 55 % i utslipp av drivhusgasser sammenlignet med nivåene fra 1990.
- minst 32 % andel av fornybart energiforbruk.
- minst 32,5 % energisparing sammenlignet med "business-as-usual-scenarioet".

(European Commission, 2023).

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.
Skal petroleumssektoren kutte utslipp frem mot 2030, er elektrifiseringen fra land det som ser ut til å være hovedgrepet bransjen selv ser som nødvendig. I 2023 brukes det 8-9 TWh strøm fra land til norsk sokkel. Ifølge Konkrafts rapport kan dette økes til 16-17 TWh i 2027-28 og, hvis alle planene realiseres kan forbruket økes opp mot 25 TWh i 2030 (KonKraft, 2023).

Vi har enda ikke sett tverrpolitisk enighet om dette og det er heller ikke sikkert det vil bli resultatet. Men at det er en krevende debatt, med mange- og ulike interessenter, oppfattes som mer og mer innlysende. Energieffektivisering av bygninger og økt søkelys på gjenvinning (sirkulær økonomi) vinner stadig terreng i en rekke bransjer.

Som en betydelig sjøfartsnasjon ser vi også et stadig økende fokus rundt fornybare energikilder innen maritim næring, som også inkluderer havneområder, batteriteknologi, hydrogen og landstrøm.

"Batterier er helt sentrale for det grønne skiftet. Det gjelder spesielt for å lykkes med elektrifisering av transportsektoren, men også til lagring av fornybar energi.."

(Miljødirektoratet.no/14.06.2023).

4.1.2. Politiske beslutninger
Summen av disse prosessene er av de viktigste driverne for at fremtiden skal bli «elektrisk». Politiske beslutninger som allerede foreligger, er under utvikling- og som vil komme, som følge av stadig mer global oppmerksomhet, vil påvirke en rekke sektorer i perioden frem til 2030 – og videre frem mot «netto-null» i 2050.

Interessen og den økende bekymringen temaet har i de politiske miljøer øker sannsynligheten for at det stadig, og i et raskere tempo, kommer vedtak fortløpende. En utfordring som naturlig får økt oppmerksomhet er tidsvinduet frem mot 2030. Tiden blir stadig knappere og store investeringer (privat/offentlig) ser ut til å ta lenger tid å gjennomføre, enn man så for seg for bare få år siden, eller i 2016, da første utgave av «Vår elektriske fremtid» ble publisert. Vi står ovenfor krevende beslutninger som trenger tverrpolitisk enighet, og i et raskere tempo enn slike prosesser tradisjonelt sett har foregått.

Innen transportsektoren satses det bredt i forbindelse med det grønne skiftet. Gjennom elektrifisering av transportsektoren får vi også en

rekke nye elsikkerhetsutfordringer. Utstrakt bruk av litium og litium-ion batteriteknologi kan gi utfordringer av brannteknisk karakter.

Innsamlingskrav for brukte batterier er blitt strengere. Miljødirektoratet har vedtatt innsamlingsplikt tilsvarende 65% for 2023. Det er ventet at EUs forordning vil bli gjennomført i en ny batteriforskrift for Norge i 2024.[23] Videre frem mot 2030 forventes en rekke nye krav og regelverk som supplerer disse.

4.2. Risikovurdering og risikohåndtering

Et bærende element i forskrifter som er relevante for el og ekom, 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.

4.2.1 Beslutningsstøtte

En viktig del av myndighetenes oppgave er å bidra til et konsistent nivå for innbyggernes helse, miljø og sikkerhet. Dette gjøres blant annet gjennom reguleringer, f.eks. forskrifter. Selv om mye av den offentlige reguleringen kommer som følge av EØS-avtalen, er det fortsatt et betydelig rom som fylles av nasjonale myndigheter.

Et viktig bidrag til å sikre konsistens i reguleringen og ikke minst forvaltningen av regelverket er at myndighetsapparatet har tilgang til relevante data. Det krever at man har systemer som samler inn, foredler, analyserer og tilgjengeliggjør relevante data for beslutningstakerne.

4.3. Kompetanse

Kompetanse er en viktig driver for samfunnsutviklingen.
For å lykkes med omstillingen og samtidig sikre leveranse av energi og fungerende ekomsystemer, er det avgjørende at bedriftene har tilgang til riktig kompetanse.
Det er en kompleks utfordring som krever en koordinert innsats fra myndighetene, utdanningsinstitusjonene, arbeids- givere og takere.

23: EU vedtar omfattende regelverk for batterier: Miljødirektoratet (miljodirektoratet.no)

Sentralt står behovet for å identifisere og tilfredsstille de stadig skiftende kompetansebehovene sektoren står ovenfor. Samtidig må det legges til rette for nødvendig opplæring og utvikling av arbeidskraften bransjen representerer i dag.

Å få dekket kompetansebehovene i energibransjen er ikke bare strategisk viktig for den enkelte virksomhet, men også en sentral driver for samfunnsutviklingen.

4.3.1. Kompetansebehov – eksempel
Juni 2023 mottok daværende forsknings- og høyere utdanningsminister Ola Borten Moe kompetansebehovsutvalgets temarapport; *Fremtidige kompetansebehov: Utfordringer for grønn omstilling i arbeidslivet*.[24]

Relevante eksempler på kompetansegap er også presentert i Menons rapport; *«Gigawatt krever megaløft. Kompetansebehov i havvindnæringen frem mot 2035»* (2023). Kompetansebehovet for havvindsnæringen vurderes her opp mot Regjeringens ambisjoner om 30GW havvindproduksjonskapasitet innen 2040.

Rapporten peker på et voksende behov for arbeidskraft på alle utdanningsnivåer, med særlig oppmerksomhet på de med mastergrad, bachelorgrad og høyere yrkesfaglig bakgrunn. Fra 2023 og fram mot 2035 antydes det at behovet for antallet ansatte med mastergrad, bachelorgrad og høyere yrkesfaglig utdanning vil stige med henholdsvis 6600, 5700 og 4000 årsverk.

4.3.2. Kompetansebehov – teknisk og digital
Mange virksomheter har god oversikt over egen kompetanse og fremtidige behov. Samtidig viser nevnte rapport at det er en klar nedgang i andelen bedrifter som mener de har den kompetansen de trenger, fra 95% i 2021 til 61% i 2022.

Rekruttering og kompetanseheving i energibransjen skal sikre tilstrekkelig arbeidskraft fremover. Samtidig er tilgangen på arbeidskraft med riktig kompetanse en økende utfordring. Dette er aktuelle problemstillinger som må løses i møtet med fremtidige utfordringer knyttet til en av samfunnets viktigste infrastrukturer: *leveranse av energi*.

Vi kommer ikke utenom et raskt økende behov for IKT-sikkerhet, da *leveranse av energi* i økende grad også anses som et sikkerhetsspørsmål.

24: Kompetansebehovsutvalget, 2023.

Det foreslås tiltak som:

- Etablering av samarbeidsforum.
- Videreutvikling av bransjeprogrammet for elektro-, automasjon, fornybar- og kraftnæringen.
- Samarbeid om kritisk kompetanse.

Det anbefales også å samarbeide med lokale eller regionale utdanningsinstitusjoner og å vurdere samarbeidsløsninger for å sikre tilgang til og finansiering av kritisk kompetanse.

Planmessig opplæring og utvikling av ansatte, samt samarbeid mellom arbeidsgivere, arbeidstakere og myndigheter er viktig for å sikre nødvendig kompetanseutvikling.

4.4. Forordninger, direktiver og standarder

Fri flyt av varer og arbeidskraft innen unionen utgjør to av de fire grunnpilarene i EØS-samarbeidet.
EU og tilsvarende handelssamarbeid har vært et lokomotiv for fjerning av nasjonale regelverk som kan være til hinder for disse målene.

AdobeStock, 2024.

Forordninger og direktiver er juridiske instrumenter i EU, men de fungerer forskjellig:

- **Forordninger** er bindende lovgivningsakter som må anvendes i sin helhet over hele EU.
- **Direktiver** setter mål som alle EU-land skal oppnå, men de gir nasjonale myndigheter friheten til å bestemme *hvordan* de skal oppnå målene.

I Europa viser EU vei med regulering gjennom direktiver - og i de senere årene i økende grad gjennom forordninger.
Produsenter kan i samsvar med disse reglene få reell fri markedsadgang til hele EØS-sonen. Obligatorisk prøving av elektrisk utstyr som man tidligere hadde med nasjonale tekniske kontrollorgan er i hovedsak erstattet med samsvarserklæring fra produsent om at kravene i alle relevante standarder er oppfylt (CE-merket).

Direktivene baseres i stor grad på at det finnes harmoniserte 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.

- **Standarder** setter minimumskrav til kvalitet og sikkerhet for produkter og tjenester, og bidrar til å harmonisere tekniske spesifikasjoner og praksiser på tvers av EU. Dette sikrer enhetlighet og interoperabilitet på tvers av ulike land og sektorer og støtter opp om prinsippet om *fri flyt av varer og tjenester*.

Norske myndigheter har påvirkningskraft både mot EU og gjennom EFTA. Norske næringslivsorganisasjoner kan fremme synspunkter gjennom nasjonale og internasjonale standardiseringskomiteer.

Når det gjelder påvirkningen på standarder, møter man ikke de samme formelle sperrene. Deltakelse på disse arenaene er mer et spørsmål om ressurser og prioritering. Norske myndigheters oppgave er her å ivareta sikkerheten til (norske) forbrukere av elektrisk utstyr.
For å representerer norske produsenters interesser er det samtidig viktig for næringslivet å være til stede på disse arenaene.

4.5. Markedstilsyn

Med fri flyt av varer avgrenses nasjonale myndigheters rolle til å drive effektivt markedstilsyn, hvor oppdraget er å oppdage og forfølge eventuelle brudd på tillitsforholdet regelverket
legger opp til. Ved påvist mangelfullt samsvar med aktuelt regelverk kan myndighetene kreve produktet tilbaketrukket fra markedet. Varslingssystemer på tvers av landegrensene skal sikre at vedtak følges opp i andre land.

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.

4.5.1. Markedskanaler

Markedskanaler som Temu, Ebay, Amazon og tilsvarende kan sette sluttbrukeren i direkte kontakt med produsent, eller en representant som er tett på produsenten. Vareflyten kan dermed 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. Ifølge høringsinnspill mottatt til denne utredningen, forventes nytt EU regelverk som delvis kompenserer for dette, implementert i Norge om kort tid.[25]

Konsekvensene av at varer finner stadig nye veier er at det kommer varer inn på det norske markedet som igjen kan øke risikoen for skade på liv, helse og materielle verdier.
Selv om kravspesifikasjonene er tydelige er det ikke alltid reelt samsvar mellom det utstyret som plasseres i markedet og det utstyret som har gjennomgått samsvarsprosedyrene i henhold til direktivet.

Eksempel fra et forbrukerperspektiv *kan* være, digitale markedsplasser som tilbyr brukte, komplette solcellepakker til private husholdninger, hvor forbruker selv legger inn bestilling basert på antagelser om kvalitet, type og kompatibilitet- og monterer dette som *ikke-sakkyndig* på egen hånd.

4.6. Politikk og policy – oppsummert

Økt oppmerksomhet rundt elektrifisering kommer som følge av politiske beslutninger, og er i tråd med Norges klima- og miljømål.
Politiske ambisjoner knyttes til reduksjon av forurensning, økt samlet energiforbruk og overgang fra fossile til fornybare energikilder.

Norske reguleringer, sammen med EU- forordninger og direktiver, samt internasjonale standarder er viktige verktøy i dette arbeidet.
Norske myndigheter, både nåværende og tidligere, har støttet utviklingen av fornybar energi gjennom insentiver for utvikling, regler for utfasing av fossilt brensel, og tiltak for energieffektivitet.

Med økt bruk av elektrisitet, er det viktig med kompetent personell i elektrobransjen. Det kreves strenge kvalifikasjoner og registreringer for å arbeide innen sektoren.

Fremtiden avhenger også av å dekke kompetansebehov.
Dette krever samarbeid mellom myndigheter, utdanningsinstitusjoner og næringslivet. Viktige aspekter av elsikkerhetsarbeidet inkluderer reguleringer og bredt informasjonsarbeid, kompetansekrav, risikovurdering- og håndtering, samt behovet for tverrpolitisk enighet og raskere prosesser for å håndtere utfordringene knyttet til elektrifisering og fornybar energi.

Fremtidens elsikkerhet er i hovedsak avhengig av at alle markedsaktører også tar ansvar for sikkerheten.

25: Høringsinnspill, DSB 12. april 2024.

5. Teknologi og trender

Disse driverne handler om hvordan vi påvirkes av innovasjon og skapervilje i samfunnet.
Eksempler på dette er hvordan teknologi er en viktig driver i samfunnsutviklingen. I dag skjer dette i enda større grad- og i et annet tempo enn tidligere. Det er viktig å se på hvordan man ivaretar elsikkerhet, forsyningssikkerhet og cybersikkerhet.

Få teknologiområder har påvirket det moderne samfunn i så stor grad som elektrofagene. Dersom man ser bort fra skillet man inntil nå har satt opp mellom elektriske anlegg og elektroniske kommunikasjonsnett forstår man raskt hvor gjennomgripende denne teknologien er.
Dette kapittelet trekker frem 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.

5.1. Teknologi - utvikling

Teknologiske fremskritt har alltid hatt en dyp innvirkning på samfunnet, og fremtidige disruptive teknologier vil fortsette å forme vår verden. Humanioder[26] og hologramteknologi[27] kan potensielt endre måten vi kommuniserer på, leverer helsetjenester og redusere behovet for fysiske møter.

Dette kan igjen ha store implikasjoner for hvordan vi organiserer arbeidsplasser og bruker fysiske rom. Økningen av strømdrevne innretninger i det offentlige rom kan også ha betydelige konsekvenser for infrastruktur, energiforbruk og miljø. Det er viktig at vi forstår og adresserer disse utfordringene.

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 for å ta i bruk ny teknologi. Et eksempel som nevnes 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 utbyggerne som foretar beslutning om standarden på anlegget og da velges ofte lav-teknologiløsninger for å unngå merkostnader.

26: Menneskeliknende roboter.

27: Eksempel: Visualisering i et fysisk rom.

En del av de 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 kan være svak. Det kan videre synes som om det er en barriere for å ta i bruk ny teknologi.

AdobeStock, 2023.

Nyhetsbildet og den generelle samfunnsdebatten peker ofte på økonomiske barrierer som årsak til at privathusholdningene er avventende til ettersyn og vedlikehold. Resultat av et mulig ettersyn, kan medføre *ikke* planlagte og relativt store investeringer det kan være vanskelig å prioritere.

5.1.1. Teknologi - digitale tvillinger

En digital tvilling er en virtuell modell av et fysisk objekt eller system, som gir muligheter for simulering, analyse og forutsigelse av ytelsen under ulike forhold. Den kan brukes til å forstå og forutsi vedlikeholdsbehov, optimalisere drift og teste nye ideer i en risikofri virtuell omgivelse.

Dette gir oss en mulighet til å ta mer informerte beslutninger, redusere driftskostnader og å forbedre produkt- eller systemytelsen. Dette kan være alt fra enkeltprodukter og mindre maskiner, til store systemer som f.eks. fartøy eller store bygninger.

Det skjer en betydelig økning rundt bruk- og utvikling av teknologien. Noen eksempler på områder for bruk av digitale tvillinger:

- **Produktutvikling:** Digitale tvillinger tillater bedrifter å simulere, forutsi og optimalisere ytelsen til et produkt før det bygges. Dette kan redusere utviklingstid og kostnader.

- **Drift og vedlikehold:** Ved å bruke en digital tvilling av en maskin eller et system, kan operatører overvåke tilstanden i sanntid og forutsi når vedlikehold er nødvendig. Dette kan redusere nedetid og forbedre effektiviteten. (Prediktivt vedlikehold).

- **Beslutningstaking:** Digitale tvillinger kan gi detaljert innsikt i hvordan et system fungerer. Dette kan hjelpe beslutningstakere med å ta mer informerte beslutninger.

- **Innovasjon:** Digitale tvillinger kan brukes til å teste nye ideer og innovasjoner i en risikofri virtuell verden før de implementeres i den virkelige verden.

AdobeStock, 2024.

Markedet for digital tvillingteknologi opplever en betydelig vekst og forventes å vokse videre fremover. Dette skyldes delvis den økende adopsjonen av IoT-teknologi, som gjør det mulig å samle inn data fra fysiske objekter i sanntid, noe som er nødvendig for å opprette og oppdatere digitale tvillinger.

I tillegg har utviklingen innen skyteknologi og KI gjort det enklere og mer kostnadseffektivt å opprette og bruke digitale tvillinger.

Markedet omfatter en rekke bransjer, inkludert produksjon, helsevesen, bilindustri, energi osv.

5.1.2. Teknologi - kunstig intelligens
Kunstig intelligens kan på spesifikke oppgaver overgå kapasiteten til den menneskelige hjernen og er i stand til å mestre en rekke oppgaver, samtidig kalles dagens KI både smal, svak og dum. Teknologien kan allikevel frigjøre oss fra rutinepregede og repeterende oppgaver som krever mye oppmerksomhet.

Illustrasjon generert ved bruk av KI; Dall-E3. NEK, 2024.

5.1.3. Teknologi – KI teknologier
ANI[28] og AGI[29] er to ulike grener av kunstig intelligens, med sine fordeler og utfordringer. ANI kan håndtere spesialiserte oppgaver svært effektivt, men mangler evnen til å forstå eller lære oppgaver som ikke er definert eller spesifisert på forhånd.

Fordeler vi kan se med ANI teknologien er at den passer særlig godt innenfor rutine- og gjentakende oppgaver. Dette kan bidra til å øke effektiviteten samtidig som «faren for» menneskelige feil minimeres. ANI benyttes blant annet i bildegjenkjenning (røntgen) hvor det på forhånd kan være definert avvik den skal reagere på.

ANI teknologien er presis og pålitelig til forhåndsdefinerte oppgaver.

ANI kan ikke på egen hånd tilpasse seg nye oppgaver, er avhengig av store mengder data for opplæring, noe som gjør den uegnet hvis den mangler tilstrekkelig informasjon eller er utdatert.

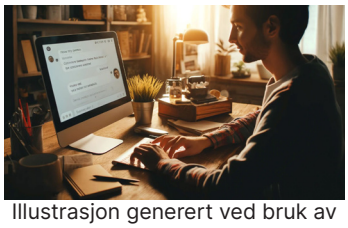
AGI, derimot er allsidig, tilpasningsdyktig og har en autonom intelligens. Teknologien er en type kunstig intelligens som gjennom læring kan utføre og tilpasse seg en rekke ulike oppgaver.
Den krever ikke spesifikk programmering av brukeren og kan håndtere komplekse bestillinger (inndata/*prompt)*, da den benytter seg

28: Artificial Narrow Intelligence.

29: Artificial General Intelligence.

av bred kunnskap og har evnen til å resonnere. AGI er teknologien som oftest sammenliknes med menneskelig intelligens da den har evnen til å forstå, lære og generalisere kunnskap. ChatGPT er et eksempel på AGI teknologi.

I takt med at teknologien utvikler seg vil forståelsen, av ulikhetene de to KI-kategoriene representerer, være avgjørende for om brukerne tar informerte valg og opptrer ansvarlig i det stadig skiftende KI-landskapet. Utvikling og bygging av AGI teknologien er ressurs-krevende og krever enorme mengder datakraft. AGI teknologien har evnen til å opptre autonomt og med det følger en rekke moralske, etiske og demokratiske problemstillinger knyttet til kontroll, ansvar, opphav og kildekritikk.


Illustrasjon generert ved bruk av KI; Dall-E3. NEK, 2024.

Dette omtales noe mer under de neste punktene.

5.1.4. Teknologi – KI historie

Interessen for KI eksploderte på slutten av 2022, da ChatGPT ble lansert. Applikasjonen ble den raskest voksende noensinne med over 100 millioner aktive brukere på et par måneder. Det er en enkel, men kraftig teknologi som har potensial til å brukes innenfor en rekke områder.

Store språkmodeller, opprinnelig utviklet for tekstgenerering og bilde-analyse, har nå på svært kort tid gått langt forbi forventede bruksområder. I dag brukes de i koding, de kan gi deg oppskriften til nervegass samt manipulere nyhetsbildet- og sannsynlig påvirke demo-kratiske valg.

iPhone gjorde internett tilgjengelig overalt- og til enhver tid.
ChatGPT representerer nå en ny æra av kunstig intelligens.
Dette reiser etiske, moralske og sikkerhetsmessige problemstillinger.
Teknologien er kraftig, nyskapende og tilgjengelig for *alle*, takket være dens grunnlag i Generativ Pretrained Transformer-modeller (GPT) - maskinlæring. Foreløpig er dens eneste begrensing, tilgang på nok datakraft.

Regjeringer, bedrifter og teknologiledere over hele verden følger med en viss skepsis den raske utviklingen innenfor KI. Som følge av blant annet utviklingstakten og tilgjengeligheten, vokser bekymringen rundt ansvarlig bruk og styring av teknologien.

Spørsmål som stilles er *hvordan*:

- kan vi bruke teknologien til å løse problemene vi har?
- unngår, eller håndterer vi nye problemer som kan oppstå?
- kontrollerer vi en teknologi som er så kraftig og hvor det også finnes usikkerhet rundt eierskapet til dataene som produseres?
- og hvem er ansvarlig for reguleringer?

Hva teknologien kommer til å bety for oss, kan ingen si med sikkerhet men vi vil møte en rekke nye problemstillinger som følge av den videre utviklingen.

5.1.6. Teknologi - informasjonsflate

Vi vil oppleve kraftige endringer på menneske/maskingrensesnittet mot 2030. Dette forsterkes ytterligere- og trolig med et enda raskere tempo frem mot 2050.
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. Skjermbaserte grensesnitt vil nok ikke forsvinne helt, men får svekket relevans, da 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.
Vi ser det allerede med løsninger som ChatGPT (OpenAI) og diskusjonen rundt kvaliteten i tjenesten med dertil økende søkelys på kildekritikk som en stadig viktigere kompetanse og egenskap, for menneskene som skal bruke slike tjenester/løsninger.

Kombinasjon av tale og interaksjon med hologramstruktur er også et eksempel på 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 brukes for å illustrere at det er et grensesnitt mellom biologi og teknologi som passeres.

(Red. anm.)

5.1.7. Teknologi – programvare vs maskinvare

Bruk av programvare 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 involverer «elektronikken» i et utstyr.

Programmet må naturligvis hente inn informasjon fra sensorer, ta i bruk komponenter, instruksjoner fra bruker, visualisere informasjon og 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 KI, 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 i, eller brukes i.

For eksempel kan et motorisert kjøretøy basert på GPS-koordinater, utetemperatur, kjente preferanser for eier av kjøretøy, trafikkflytdata og føreforhold tilpasse seg omgivelsene og transportbehovet på en best mulig måte. Dette øker sannsynligheten for økt brukertilfredshet, økt trafikksikkerhet og en stadig mer energieffektiv person- og varetransport. Implementering av digitale alkolåssystemer vil være tiltak relatert til økt trafikksikkerhet for *ikke* - selvkjørende kjøretøy.

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

5.1.8. Teknologi - sensorteknologi

Sensorteknologi, som er smart-teknologi som bæres direkte på kroppen eller er integrert i tøy som man har på, er inne i en eventyrlig vekst. Teknologien kan måle kroppslige funksjoner, bevegelse, fysiske forhold, være port mot annen teknologi eller formidle informasjon. Figuren til høyre illustrerer ulike grensesnitt mot en bruker.
Brukeren kan også ha sensorteknologi som styrer eller kontrollere annet utstyr, det være seg elektrisk utstyr vedkommende har i smarthuset, hytten eller den oppkoblede bilen. Flere slike enheter er ment å bæres av brukeren døgnet rundt: De måler aktivitet, gjøremål, puls, kaloriforbruk, søvnmønster, bruk av tjenester, kommunikasjon og underholdning.

Foreløpig er slike enheter koblet opp mot mobiltelefonen, hvor resultatene kan presenteres.*

Illustrasjon generert ved bruk av KI; Dall-E3. NEK, 2024.

*
Det kommer stadig flere funksjoner til slikt utstyr så avgrensningene som er satt her blir fort utdatert.

5.1.9. Teknologi – sensorer og trender

Elektrisk utstyr inneholder i økende grad sensorteknologi, prosessorkraft og ulike kommunikasjonsenheter. 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 for så å bestemme når og 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, nettbrett eller annen sensorteknologi, eks: Vaskemaskinen registrerer at du er i nærheten, eller roboten hilser- sier «*hei*» og ber om en kommando i det du kommer hjem.

Stiftelsen Elektronikkbransjen er en forening som organiserer detaljistleddet for elektrisk utstyr. De representerer en bransje sterkt preget av innovasjon og trender og hvor stadig nye produkter utvikles med det formål å forenkle- og forbedre alle aktiviteter nordmenn interesserer seg for, inkludert næringslivet.

Bransjen omsatte i 2021 for 43,6 milliarder kroner, noe som gjør den til en av de største bransjeforeningene med hovednedslagsfelt i privatmarkedet.[30]

Sensorteknologi ses som et av de store utviklingstrekkene for forbrukermarkedet. Alt av informasjon kan i prinsippet måles, vurderes, settes i system og lagres. Med fallende priser på sensor-teknologi og kommunikasjonsenheter kan det meste av utstyr knyttes sammen. Teknologien 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 til stede.
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.

30: Dialogmøte, Stiftelsen Elektronikkforeningen.

5.1.10. Teknologi - bioteknologi
Grensesnittet mellom teknologi og biologi vil gjennomgå kraftige endringer mot 2030. Det forventes stadig flere produkter på markedet som måler og overvåker biologiske prosesser i kroppen: Hjerte 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 og lagre, for så å gi 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- og produktutvikling 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 allment tilgjengelig for publikum.

5.1.11. Teknologi – diagnostikk
Bildediagnostikk (røntgen) er en viktig del i mange pasientbehandlingsprosesser. Ved å implementere KI-systemer kan man håndtere den økende etterspørselen og kompleksiteten i bildediagnostikk.

Ved å benytte KI-algoritmer kan radiologene akselerere prosessen med å tolke medisinske bilder, redusere risikoen for feil, og muligens identifisere tidlige tegn på sykdommer som ellers ikke ville blitt oppdaget. Dette gir helsepersonell mer tid til pasientomsorg- og kliniske beslutninger.

Høsten 2022 tok radiologene ved Vestre Viken (helseforetak) i bruk kunstig intelligens (KI) for å tolke røntgenbilder.*

*
Vestre Viken: *Kunstig intelligens i røntgenavdelingen.* (15.09.2022).

5.1.12. Teknologi - medisin og helse
World Economic Forum (2023) presenterte en «topp-10» liste over teknologier de forventer vil påvirke våre liv i stor grad frem mot 2030. De fleste av teknologiene er relatert til *medisin og helseteknologi*.

Eksempler som trekkes frem er:

- **Fleksible batterier:** Den raske utviklingen av bærbare enheter og fleksible skjermer krever nye «myke» strømkilder som kan lades opp trådløst mange ganger. Fleksible batterier vil bli mer utbredt i biomedisinske sensorer plassert i stoffer eller direkte på/i menneskekroppen. Disse sender data og måleverdier knyttet til pasientens helse videre til integrerte mobilapplikasjoner, som igjen vil gjøre fjernovervåkning av pasienter mer realistisk.

Som tradisjonelle batterier, vil noen av utfordringene være å sikre trygg avhending, resirkulering, ytelse og sikkerhet ved bruk i sensorer som bæres på kroppen.

- **Generativ kunstig intelligens:** Selv om generativ kunstig intelligens fortsatt fokuserer på tekst, dataprogrammering og bildegenerering, vil teknologien også benyttes innenfor vitenskapelig arbeid, som utvikling av nye medisiner.
  De første testene av å bruke teknologien til å generere elektroniske pasientjournaler er allerede i gang.

Slike applikasjoner bør overholde etiske standarder og operere iht. personvernstandarder for å skape tillit og troverdighet.

- **«Gode» bakterier:** Forskere vil kunne endre funksjonen til bakterier. Ved bruk av syntetisk biologi kan en genetisk kode bli omprogrammert slik at infiserte bakterier utfører spesifikke oppgaver i henhold til genetiske instruksjoner.

- **Metaverse for mental helse:** Metaverse er et virtuelt miljø hvor vi kan samhandle gjennom utvidet eller virtuell virkelighet (AR/VR) teknologi. Teknologien skaper nye muligheter ved å fullstendig endre pasientopplevelsen under en fjernkonsultasjon. Mangel på spesialister innen psykisk helse kan avhjelpes gjennom bruk av mobilteknologi, som vil bidra med «tidlig» diagnose og behandling av psykiske lidelser. Såkalte digitale terapeutiske spillplattformer blir allerede brukt for å behandle psykiske helseproblemer.

AdobeStock, 2024.

- **Ultrabilitering*:** Dagens rehabiliteringsmodeller legger vekt på behandling og terapi som forsøker å gjenopprette «normal- livet» til personer med nedsatt funksjonsevne, som følge av skade ell. Med ultrabilitering går man lenger, og hawr fokus på bedring utover «habilitering», ved bruk av eksempelvis robotteknologi. (National Library of Medicine, 2019).

5.1.13. Teknologi - helseomsorg
Grunnet beregnet mangel på personell (NAVs bedriftsundersøkelse, 2023), økte kostnader og demografiske endringer, er Helse- og omsorgssektoren (også globalt) under sterkt press. Sektoren gjøres mer effektiv gjennom bedre planlegging, bruk av menneskelige ressurser og ved å redusere administrative oppgaver for personalet. Et eksempel er teknologier for å tilpasse pasienters behandlingsbehov med tilgjengeligheten av fasiliteter (behandlingstilbud). Ventetiden for behandling kan reduseres kraftig, i noen tilfeller, fra mange måneder til så lite som noen uker.

5.1.14. Datasentre
Datasentre varierer i størrelse fra små rom til store haller med tusenvis av servere og krever pålitelig infrastruktur, spesielt stabil strømtilførsel og kapasitetssterke nettverkstilkoblinger.
Ifølge Meld. St. 28 (2020-2021) Vår felles digitale grunnmur, har energibruken i datasentre fått økt oppmerksomhet, og NVE forventer en jevn vekst i kraftforbruket i norske datasentre.

I dag leveres avgjørende tjenester fra datasentre, og vår avhengighet av disse sentrene kan utgjøre en betydelig samfunnsmessig risiko. Nedetid i den digitale infrastrukturen, har potensial til å påvirke viktige digitale tjenester negativt.

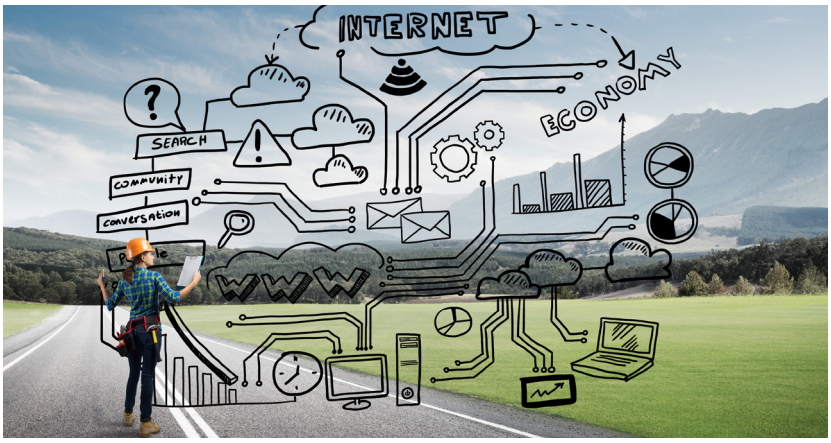
Tjenester som spiller en avgjørende rolle i samfunnet, er avhengige av infrastrukturen som datasentre tilbyr. Eksempler på slike tjenester er mobiltelefoni, betalingstjenester, helse- og velferdstjenester, kritisk kommunikasjon, TV- og radiodistribusjon via DAB, Forsvarets kommunikasjonstjenester, samt fremtidens nød- og beredskapskommunikasjon.

Regjeringen (2021) uttrykte et sterkt ønske om å etablere ny industrivirksomhet i Norge basert på industrielle datasentre. Kommunal- og distriktsdepartementet (2023) jobber med å følge opp høringen av ny ekomlov, i en egen prosess, samtidig som arbeidet med revidering av datasenterstrategien pågår.

5.2. Tingenes internett (IoT) – Internett for tjenester (IoS)

Internett utgjør en av de viktigste premissene 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 må kan se 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 (Product as a service) 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 at den vedvarende kundepleien – kundens brukerdata blir i seg selv mer verdt enn selve produktet.



AdobeStock, 2024.

Bildet illustrerer det som allerede er en realitet for mange produktgrupper:
De er koblet opp mot en tjenestestruktur som produktet drar veksler på gjennom hele sin levetid.

Enkelte produkter baserer hele sin funksjon på IoS-laget.
De må hele tiden være tilkoblet for å kunne fungere tilfredsstillende. Andre produkter fungerer som isolerte enheter, men må tidvis koble seg opp for å få relevante oppdateringer. Det er ikke gitt at produktleverandøren og tjeneste- leverandøren er den samme. Eksempler på det kan finnes innen strømmetjenester 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 profitterer på at systemet optimaliseres for den forutsatte bruk.

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

Utviklingen antas å fortsette i et økende tempo og innenfor en rekke tjeneste- og produktområder.

5.2.1. IoT/IoS - pålitelighet

Hele konseptet IoT/IoS støtter seg på oppetid for strømforsyning 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 en fare for liv, helse og materielle verdier i en slik grad at det bør være gjenstand for myndighetens oppmerksomhet.

Svaret på spørsmålet, er et 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 sektoren å trekke frem i denne sammenheng er helsesektoren.
Produsenter av elektromedisinsk utstyr er trolig blant de som vil være mest tilbakeholdne med 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 inn 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, som på sykehus, kan dette i praksis vise seg å være krevende. Samtidig vil økt bruk av digitale verktøy og bruk av velferdsteknologi i de kommunale helse- og omsorgstilbudene utfordre at personvernet ivaretas.

5.2.2. IoT/IoS – avhengigheter

Tekniske systemer hviler på hverandre. For eksempel er det offentlige kommunikasjonsnettet av økonomiske grunner, dimensjonert for å kunne håndtere de fleste normale trafikkbehov. Dersom trafikken skulle øke betydelig som følge av ekstraordinære situasjoner, kan nettet bli overbelastet. Kritisk informasjon og viktige beskjeder vil ikke bli formidlet eller forsinket. Det samme vil kunne skje om en av brikkene tas ut av funksjon, det kan lamme hele systemet.

AdobeStock, 2024.

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.

5.2.3. IoT/IoS – utfordringer

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 berøre både elektriske lavspenningsanlegg og ekomsystemer. En felles gjennomgang av denne tematikken av de berørte myndighetsorganene er nødvendig for å kunne møte disse utfordringene.

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

Med økende elektrifisering og søkelys på en mer «grønn energi», vil det også bli økte krav til ekom-infrastrukturen. Dette vil kreve høykvalitets infrastruktur som oppfyller kravene i Ekom-loven, EMC-krav og andre relevante standarder.

Cybersikkerhet er en stadig voksende bekymring, særlig med den økende avhengigheten av IoT-enheter i industrielle operasjoner, noe som krever kontinuerlig oppdatering og håndhevelse av relevante sikkerhetstiltak.

I lys av disse trendene, er det derfor viktig å merke seg at mens teknologiske fremskritt gir mange muligheter, kommer de også med utfordringer. 5G og IoT kan bidra til å forbedre effektiviteten og produktiviteten i mange sektorer, men de øker samtidig sårbarheten for cyberangrep. Derfor er det viktig å balansere innovasjon med sikkerhet og pålitelighet.

5.2.4. IoT/IoS – sårbarhet

12 norske departementer ble sommeren 2023 utsatt for alvorlige dataangrep.* Myndighetene jobbet intenst med å identifisere angriperne, skadebegrensning og styrking av datasikkerheten.

Det var lenge uvisst om alle trusselaktørene ble fjernet fra systemene. Hendelsen understreker viktigheten av robuste og proaktive

* (NRK, 24.07.2023).

sikkerhetssystemer samt tett samarbeid mellom offentlige- og private aktører for å beskytte nasjonens kritiske funksjoner.
Angrepet illustrerer utfordringene ved å opprettholde cybersikkerhet i en verden hvor truslene stadig blir mer sofistikerte.
I denne situasjonen ble det spesifikt avslørt en sårbarhet i programvaren, benyttet av departementene, noe som førte til en internasjonal alarm om sikkerhetshull.

AdobeStock, 2024.

Myndighetene, representert ved Nasjonal sikkerhetsmyndighet (NSM), håndterte informasjonen rundt hendelsen med varsomhet før de informerte offentligheten. De jobbet i skjul for å beskytte og reparere systemene og samarbeidet med programvareleverandøren for å tette sikkerhetshull.

Regjeringen besluttet å stenge den gamle e-postløsningen og å innføre en ny e-postløsning for de berørte departementene (NRK, 2023). Tiltaket ble gjennomført etter anbefaling fra ledende sikkerhetseksperter nasjonalt for å sikre viktige tjenester i departementene.

Kunngjøringen om dataangrepet ble gjort av Kommunal- og distriktsdepartementet, Departementenes sikkerhets- og serviceorganisasjon (DSS) og NSM den 24. juli 2023.

Konklusjonen viser foreløpig at teknologi gir enorme muligheter, men også betydelige risikoer. For å sikre nasjonens kritiske funksjoner, kreves det en samordnet innsats fra myndigheter, private aktører og bevisste sluttbrukere.

Myndighetene er sentrale i beskyttelsen av nasjonale datasystemer, samtidig som hendelsen også belyser viktigheten av sluttbrukerens (din og min) rolle knyttet til cyber-sikkerhet.

5.2.5. IoT/IoS - industrien
Industriell elektro og automasjon er et felt i rask utvikling, med stadig nye teknologier og standarder som endrer måten vi jobber på.
Fra husholdningsutstyr og belysningsutstyr til maskinsikkerhet og cybersikkerhet, er det mange områder som berøres av utviklingen.

En av de største utfordringene er sikkerheten i OT og IT systemer.*
Med stadig mer utstyr som kobles til nettet, blir grensene mellom OT og IT stadig mer utydelige. Dette gir nye muligheter for effektivitet og integrasjon, men også nye utfordringer når det gjelder sikkerhet.
Alt fra industrielle PC'er og Gateways til smarthus og belysningsutstyr kan nå være koblet til nettet, noe som igjen øker risikoen for cyberangrep.

*
OT:
Operational Technology.

IT:
Information Technology.

En av de viktigste oppgavene vil være å sikre OT og IT systemene mot cyberangrep, samtidig som vi utnytter de nye mulighetene som digital transformasjon gir. Dette vil kreve økt oppmerksomhet på cybersikkerhet, sikkerhetssystemer- og prosedyrer.

I tillegg vil det være viktig å holde tritt med stadig endrede standarder og regelverk. Det vil kreve kontinuerlig innsats for å oppdatere den kunnskapen og de ferdighetene vi har i dag og fremover.

AdobeStock, 2024.

5.2.6. IoT/IoS - fremtidsutvikling

Elektronisk kommunikasjon og IoT har hatt en betydelig innvirkning på hvordan vi lever og arbeider. Med utviklingen av teknologier som 5G og fiberoptikk, har vi sett en økning i dataforbruk og etterspørsel etter datatilgang. Samtidig har IoT-enheter blitt stadig mer utbredt, noe som igjen har ført til en økning i edge computing*.

*
Data prosesseres nærmere kilden, i stedet for å sende den til en sentral server.

Dette kan bidra til å redusere latens og forbedre ytelsen til IoT-enheter.

Ser vi fremover mot 2030, er det klart at disse trendene vil fortsette. Med økende elektrifisering og grønn energi, vil det være større krav til ekom-infrastrukturen. Samtidig vil utviklingen av smarte nett være avhengig av at ekom fungerer effektivt.

For å gi et bilde av omfanget av ekomtjenester kan omsetningstall for bransjen være relevant:

- Samlet omsetning for elektroniske kommunikasjonsnett- og tjenester var i underkant av 14 milliarder kroner i 2022. (ca. 780 millioner mer enn året før).

- Investeringene i mobilnettet totalt var på nærmere 4,8 milliarder i 2022. Av dette knyttes mer enn 4,1 milliarder til 5G (Nkom, *Ekomstatistikken* 2023).

På sikkerhetssiden vil det være viktig å oppdatere- og å håndheve relevante standarder og forskrifter, kontinuerlig. Dette er spesielt viktig med den økende avhengigheten av IoT-enheter i industrielle operasjoner. Teknologiske fremskritt gir oss altså mange muligheter, samtidig som de kommer med nye- og mer kjente utfordringer.

I Meld. St. 28 (2020-2021) Vår felles digitale grunnmur, knyttes den raske veksten i antallet IoT-enheter opp mot betydelige utfordringer knyttet til datasikkerhet og personvern. Mange slike enheter lider av

manglende sikkerhet mot misbruk, inkludert hacking, deltakelse i digitale angrep og svindel, samt mangelfull beskyttelse av personlige data. Ansvar for sikkerhet og personvern blir i stor grad overlatt til forbrukerne, som ofte mangler nødvendig kunnskap og kompetanse for å beskytte seg mot potensielt misbruk.

Å balansere innovasjon med sikkerhet og pålitelighet, for at vi skal kunne dra nytte av disse teknologiene på en trygg og effektiv måte, vil være helt avgjørende.

5.3. Solenergi

AdobeStock, 2024.

Det skjer store og raske endringer hos sluttbrukere som utfordrer dagens system for produksjon- og distribusjon av energi.

Solenergi er en slik utfordrer.

Solenergi har et stort potensial og kan gi et viktig bidrag til kraftproduksjonen, selv i Norge (NOU 2023:3).
Det er skalerbart, kan bygges raskt og installeres både på boliger, næringsbygg og i form av store kraftverk. Overflater som tak og fasader kan brukes til å installere solcellepaneler uten å gjøre inngrep i naturen.

5.3.1. Solenergi – produksjon

Med produksjonen utenom høylasttimene, og i samspill med vannmagasinene, blir solkraft viktig også i Norge. Med denne teknologien blir små og store bedrifter, samt private husholdninger, omgjort til energiprodusenter i stedet for bare å være forbrukere. Dette er en betydelig endring fra det tradisjonelle energisystemet, hvor energi hovedsakelig produseres av store, sentraliserte kraftverk og deretter distribueres til forbrukerne.

Enkeltpersoner og bedrifter som produserer sin egen strøm, får en mulighet til å redusere sitt uttak av energi fra nettstrøm, spare energikostnader og å bidra til å redusere klimagassutslipp.

Overskuddsenergi selges tilbake til nettet, noe som gir ytterligere økonomiske fordeler. Denne desentraliserte modellen for energiproduksjon, kan også gi muligheter for større energisikkerhet, da avhengigheten av store kraftverk og overføringsnett, reduseres.

5.3.2. Solenergi – infrastruktur og distribusjon

Det er imidlertid også utfordringer knyttet til denne teknologien, som vil gi mange flere nye produksjonssteder. Det blir også stort behov for å oppgradere energiinfrastrukturen for å håndtere den økte distribusjonen av energiproduksjonen og samtidig utvikle løsninger for energilagring.

AdobeStock, 2024.

Et alternativ er at man kan få mer distribuert produksjon av energi hvor for eksempel større borettslag, næringsklynger eller liknende går sammen om å opprette produksjonsenheter.
Et annet alternativ er at en enkelt boligeier eller nabolag oppretter et felles anlegg.

Prisene som ulike aktører «ser», og som egne produksjonsanlegg konkurrer mot, er ulike. Profesjonelle kraftprodusenter selger på kraftbørsen eller til faste kontrakter. De får betalt den til enhver tid gjeldende energipris. Private produsenter derimot «ser» en helt annen pris. For dem vil det være alternativkostnaden 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 har de siste årene (av ulike årsaker) vært svært volatile- også med store variasjoner innenfor de ulike geografiske strømområdene i Norge.

I høringsprosessen til denne rapporten ble det påpekt at man ser et økende innslag av at solenergianlegg kombineres med batteriinstallasjoner. Sistnevnte er gjerne basert på Litium-Ion batterier som er i sekundær bruk. Selv om slike anlegg har høy innbygd sikkerhet, påpekes det at eventuelle branner i slike batteripakker er utfordrende å slukke.

Dette må tas med i den samlede vurderingen av hvordan risikobildet endrer seg for denne type installasjoner.

5.3.3. Solenergi - konkurransekraft

Solkraft kan øke sin konkurransekraft. De viktigste årsakene nevnes her med fire forhold:

- Prisen på egenprodusert energi, f.eks. ved bruk av bygningsintegrert eller panelbasert solkraft er fallende.
- Solcellenes virkningsgrad øker.
- Enhetsprisen for lagring av energi lokalt er fallende.
- Elektrisk utstyr som er en del av IoT/IoS -konseptet kan enklere styres via internett (TCP/IP).

Dersom trenden fortsetter, kan det bli en vesentlig økning i antall små lokale kraftprodusenter. Spesielt forbrukere med store sydvendte eller flate takarealer, vil ha interesse av å vurdere slike alternativer.

Styring og kontroll av elektrisk utstyr er helt annerledes enn for få år siden. Dette vil bli integrert i utstyret og automatiserte prosesser kan styre utstyret i tråd med brukerens føringer. For eksempel kan utstyret 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 vil samtidig bli mer relevante teknologier for lagring av energi.

Sikre, stabile og gode (brukervennlige) ekom-løsninger vil være en avgjørende faktor for økt integrering av solenergi hos forbruker.

Begrunnelsen for at lokal lagring er interessant, er i tillegg til miljø- og energieffektivisering, 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 strømnettet.

5.3.4. Solenergi – sikkerhet

I EBOBs rapport* (2022) viser spørreundersøkelsen at det kan være noe uklart for brannvesenene hvordan de ivaretar egen sikkerhet- og hvordan innsats skal gjennomføres ved brann i solcelleinstallasjoner.

> 4 av 66 respondenter svarer JA på at de har eget utstyr som brukes ved brann i solcelleinstallasjoner. De er samtidig usikre på om annet utstyr de har kan benyttes ved brann i solcelleinstallasjoner.
>
> 6 av 66 respondenter svarer JA på spørsmål om de har egne prosedyrer for hendelser som inkluderer brann i solcelle installasjoner.

* Hentet fra: Del 1: Hovedrapport EBOB – Solcelleinstallasjoner på bygg, brannspredning og sikkerhet for brannvesen. (2022).

3 av 40 som hadde utført ROS analyse siste 2 år oppgir at brann i solcelleinstallasjoner er risikovurdert.

4 av 40 oppgir at det ikke er risikovurdert fordi slike anlegg ikke er utbredt i deres region.

Rapporten beskriver videre følgende 10 punkter om hva som er viktig i et sikkerhetsperspektiv for brann i solcelleanlegg:

1. **Opplæring og kompetanse:** Brannmannskaper må ha tilstrekkelig opplæring og kunnskap om håndtering av branner i solcelleanlegg, inkludert hvordan de slukker brannen effektivt og sikkert.

2. **Forebyggende tiltak:** Installatører bør sørge for korrekt montering og integrasjon av solcelleanlegget i bygningsstrukturen for å minimere risikoen for brannspredning. Dette kan inkludere å ha tilstrekkelig avstand og brannsikre barrierer mellom solcellepaneler og bygningsmaterialer.

3. **Lysbuevakter:** Installasjon av lysbuevakter som automatisk kobler fra strømmen hvis en lysbue oppstår i kabelen, kan bidra til å forhindre branner.

4. **Brannmur:** Vurdering av brannmur mellom solcelleanlegget og bygningsstrukturen kan bidra til å begrense brannspredning.

5. **Tidlig varsling:** Implementering av brannalarmer eller overvåkningssystemer som raskt oppdager brannen og varsler eiere og brannvesenet.

6. **Sikker håndtering:** Brannmannskapene bør håndtere solcellepaneler med forsiktighet for å unngå strømsjokk, selv når strømmen er slått av.

7. **Brannsikker kabelføring:** Sikker og hensiktsmessig kabelføring som beskytter kabelen mot skader og gir begrensninger for brannspredning.

8. **Nødprosedyrer:** Etablerte nødprosedyrer for eiere av solcelleanlegg for å minimere risikoen ved en brann og effektivt samarbeide med brannvesenet.

NOTE:
Rapporten det vises til omhandler ikke konkret *utslipp av miljøgifter* som problemstilling.

Selv om dette også kan være relevant i et sikkerhetsperspektiv, tas det ikke inn i denne utredningen.

(Red. anm.)

9. **Inspeksjon og vedlikehold:** Regelmessig inspeksjon og vedlikehold av solcelleanlegget for å oppdage eventuelle feil, slitasje eller mulige brannkilder.

10. **Forskning og utvikling:** Fortsatt forskning på brannsikkerhet i solcelleanlegg for å identifisere og implementere beste praksis og ny teknologi som kan redusere risikoen for branner og skader.

Dette er perspektiver som bør tas med i det videre myndighetsarbeidet.

5.4. Vindenergi

AdobeStock, 2024.

Norge har betydelig potensial for både landbasert og offshore vindenergi.

Vår lange kystlinje og høye vindhastigheter gjør det til et ideelt sted for offshore vindparker. Utviklingen av flytende vindturbiner muliggjør også installasjoner i dypere farvann. Landbasert vindenergi, selv om det møter lokal motstand, vil også være en betydelig kilde til fornybar energi.

5.4.1. Vindenergi - havvind

Havvind er energiproduksjon fra vindturbiner på havet, som utnytter kraftige vinder. Turbinene kan være forankret i grunne områder eller som flytende installasjoner på dypere vann.
Havvindparker kan produsere store mengder fornybar energi, bidra til mindre bruk av fossile energikilder og dermed redusere klimagassutslipp.

Langs Norges kystlinje finnes det betydelige vindkraftressurser som ennå ikke er tatt i bruk, og myndighetene har bestemt seg for en betydelig innsats innen havvind.I de allerede tildelte områdene, Utsira Nord og Sørlige Nordsjø II, forventes det at energiproduksjonen vil ha kapasitet til å levere fornybar vindenergi til en million hjem.

I april 2023 presenterte NVE- utført på oppdrag av Energi-departementet*, nye områder for fornybar energiproduksjon til havs. Totalt har de pekt ut 18 områder langs kysten samt foreslått utvidelser og justeringer av Sørlige Nordsjø II og Utsira Nord.
Disse områdene er mellom 6 og 13 ganger større enn det som trengs for en utbygging på 30 GW havvind, noe som bekrefter store mulihets-områder (Statnett, 2023).

Planlegging av havvind i Norge involverer flere trinn og aktører. Her er en forenklet oversikt over hvordan planleggingen foregår:

- **Strategisk vurdering:** Norske myndigheter, spesielt Energi-departementet, vurderer potensialet for havvind i ulike områder av norsk kontinentalsokkel. Dette inkluderer vurdering av vindressurser, havdybder og avstand fra kysten.

- **Miljøvurderinger:** Før områder kan åpnes for havvind, må det gjennomføres konsekvensutredninger. Disse vurderer mulige effekter på marine økosystemer, fiskeri, skipsfart og andre maritime aktiviteter.

- **Tildeling av lisenser:** Etter at et område er vurdert som egnet, kan myndighetene utlyse konsesjonsrunder hvor selskaper kan søke om rettigheter til å bygge og drive havvindparker.
  Dette kan være basert på flere kriterier, inkludert teknisk kompetanse, økonomisk soliditet og planlagt infrastruktur.

- **Planlegging og godkjenning:** Når en aktør har fått tildelt en lisens, må de utarbeide detaljerte planer for design, bygging og drift. Disse planene må godkjennes av relevante myndigheter, som Sokkeldirektoratet eller
  Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE).

- **Samfunnsengasjement – interessekonflikter:** Det er viktig med dialog med lokale samfunn, fiskerisektoren, urfolk og andre interessenter. Dette sikrer at prosjektene tar hensyn til lokale interesser og minimerer mulige konflikter.

Norge har en lang historie med offshore olje- og gassutvinning, noe som gir oss verdifull erfaring og kompetanse som igjen kan overføres til havvindsektoren.

*
Tidligere olje- og energidepartementet.

5.4.2. Vindenergi - landbasert

Vindkraft på land i Norge er en voksende- og tidvis kontroversiell, energikilde. Den skal balansere mellom behovet for fornybar energi og hensynet til natur og lokalsamfunn. Sommeren 2022 gjenopptok NVE konsesjonsbehandlingen av vindkraft på land, etter at denne av ulike årsaker var satt på pause i tre år.

Noen problemstillinger knyttet til vindkraft på land:

- **Topografi:** Norge har et kupert landskap med mange fjell og daler, noe som kan gi gode forhold for vindkraft, men også utfordringer med hensyn til plassering og infrastruktur.

- **Klima:** Med et variert klima, spesielt i nordlige deler, kan vindforholdene være svært gunstige for vindkraftproduksjon. Samtidig kan vinterforholdene med isdannelse på turbinbladene by på utfordringer.

- **Miljøhensyn:** Det har vært betydelige diskusjoner og konflikter rundt plassering av vindturbiner på land i Norge, spesielt med tanke på inngrep i urørt natur, effekter på fugleliv og reindrift

- **Energimiks:** Selv om Norge hovedsakelig og historisk er basert på sin avhengighet av vannkraft, ses vindkraft på som en viktig tilleggsressurs for å diversifisere energikildene og øke den totale produksjonen av fornybar energi.

- **Lokalsamfunn og interessekonflikter:** Vindkraftprosjekter kan bidra til lokale inntekter og jobbskaping, men har også møtt motstand fra lokale samfunn på grunn av estetiske, miljømessige, kulturelle og menneskerettslige hensyn.

NVE antyder* at Norge vil ha et kraftoverskudd i de kommende årene. Likevel er det norske strømnettet påvirket av værforhold, noe som fører til svingninger i kraftbalansen gjennom året. Med planer om grønn industri og økt elektrifisering for å redusere utslipp, ser vi en rask vekst i etterspørselen etter fornybar energi.

*
Kortsiktig kraftbalanse 2023 (2023)

Gitt forventet høyere energiforbruk i fremtiden, trenger vi mer strøm. Landbasert vindkraft kan spille en viktig rolle.

5.4.3. Vindenergi - nærvind

Nærvind er vindmøller plassert tett på veier, industriområder eller andre områder/arealer som allerede er etablert og utbygd.
Energikommisjonens rapport*, peker på nærvind som en løsning for produksjon av mer fornybar kraft i Norge.
Dette kan være med å bidra til mindre utbygging av urørt natur.

En nærvindpark i Porsgrunn kan bli et av de første nærvindprosjektene. Norsk vind ønsker å bruke et område tett på E18, som i dag brukes som massedeponi i forbindelse med utbyggingen av ny Europavei i Telemark (Torstveit, 2023). Konseptet ser for seg 7 vindmøller som skal kunne produsere strøm til mer enn 7000 husstander i området.

Det avgjørende vil være behovet for mer lokal kraftproduksjon, om effekten blir stor nok sammenliknet med arealinngrep og konsekvenser for dyrelivet- og menneskene som bor i området.

5.5. Energilagring - batterier

Med økningen i produksjonen av fornybar energi, vil energilagring bli stadig viktigere for å balansere tilbud og etterspørsel.

Regjeringen har sett nærmere på hvordan lokal energiproduksjon- tilknyttet lokalt forbruk i industri og næringseiendom sammen med batteri og annen lagring, kan bidra til å unngå behov for nye nettinvesteringer (Meld. St. 11. 2021-2022).

I 2022 la de frem Norges batteristrategi med 10 grep for hvordan Norge skal bli en ledende batterinasjon.*

*
Mer av alt-raskere (NOU 2023:3)

*
Norges batteristrategi (utdrag):

1. Lederskap innen bærekraft i hele batteriverdikjeden.
2. Fremme Norge som et attraktivt vertskapsland for grønne investeringer.
3. Inngå industrielt partnerskap med sentrale land.
4. Stille opp med kapital, lån og garantier som utløser privat kapital.
5. Fremme kompetansetilgang.
6. Legge til rette for mer fornybar krafttilgang.
7. Bidra til tomter og annen sentral infrastruktur.
8. Sørge for forutsigbare, effektive og koordinerte offentlige prosesser.
9. Støtte opp under pilotkommuner i vekst.
10. Lederskap om morgendagens batteriløsninger og utnyttelse av digitale teknologimuligheter.

(Regjeringen, 2022).

5.5.1. Maritim næring og batterier

Batterier representerer muligheter for maritim sektor (elektrifisering og reduksjon av utslipp). Samtidig finnes en rekke utfordringer knyttet til bruk av batterier i sektoren:

- **Energilagring:** Batterier har begrenset energilagringskapasitet sammenlignet med andre energilagringsformer og særlig fossile brensler. For skip på lengre reiser eller reiser som krever store mengder energi, er dette en utfordring.
- **Ladetid** kan føre til lengre stopp ved havner og dermed påvirke effektiviteten og tidsplanene til skipene. Ved overføring av store mengder elektrisk energi kan dette også skape problemer for det elektriske nettet på land.
- **Vekt og plass:** Batterier er tunge og tar mye plass, noe som kan være en utfordring på skip hvor vekt og plass er kritiske faktorer. Dette gjelder spesielt hurtigbåter og lettbygde fartøy.
- **Sikkerhet:** Batterier, spesielt litium-ion batterier, utgjør en risiko med tanke på brann, eksplosjon og giftig røyk. Det kreves derfor spesielle sikkerhetstiltak som kan være en utfordring i maritim sektor hvor risikoen ofte er høyere enn på land.
- **Levetid og vedlikehold:** Batterier har en begrenset levetid og krever regelmessig vedlikehold. Dette kan føre til høyere driftskostnader over tid.
- **Miljøpåvirkning:** Selv om batterier kan bidra til å redusere utslipp fra skip, er det også miljøutfordringer knyttet til produksjon og resirkulering av batterier. Verdikjederegnskap blir imidlertid viktig for alle produkter, inkludert batterier.
- **Kostnad:** Batteriteknologi er foreløpig kostbart og er avhengig av å kunne konkurrere med andre energilagringsformer.
- **Teknologisk utvikling:** Teknologien utvikler seg raskt. Et skip kan ha en levetid på 20 til 40 år. Det kan være vanskelig å velge teknologi for en såpass lang periode og samtidig unngå kostbare om-bygginger i skipets levetid.
- **Standarder og reguleringer:** Det er et behov for klare standarder og reguleringer for bruk av batterier i maritim sektor for å sikre sikker-het og interoperabilitet.

5.6. Teknologi og trender – oppsummert

Elektrofagene har hatt, og vil fortsatt ha en enorm innflytelse på samfunnsutviklingen og det moderne samfunnet. Dette inkluderer alt fra store elektriske anlegg til elektroniske kommunikasjonssystemer og sensorteknologi.

ChatGPT ble lansert i 2022 og markerte en betydelig (disruptiv) milepæl. Teknologien, har sammen med andre KI-utviklinger, gitt oss etiske, sikkerhetsmessige og regulatoriske bekymringer.

EU-parlamentet har foreslått grunnleggende prinsipper for KI-systemer, som krever at de er trygge, transparente, sporbare, ikke- diskriminerende og miljøvennlige.

Det er fokus på at det skal være *mennesker, ikke maskiner* som fører tilsyn med systemene.

Humanoider og hologramteknologi kan endre måten vi kommuniserer på, avlaste helsevesenet og redusere behovet for fysiske møter og reiser. Dette kan påvirke hvordan vi organiserer arbeidsplasser og bruker fysiske rom.

I Norge er det en oppfatning om rask adopsjon av teknologi, men noen leverandører mener det er treghet i markedet, spesielt i elektriske anlegg, hvor utdatert teknologi ofte brukes for å spare kostnader. Økonomiske barrierer pekes på som en mulig årsak til at private husholdninger ikke gjennomfører nødvendig vedlikehold og oppgradering.

Digitale tvillinger brukes i produktutvikling, drift og vedlikehold, beslutningstaking og innovasjon. De bidrar til mer informerte beslutninger og reduserte driftskostnader. Bruk av KI, spesielt AGI (Artificial General Intelligence) som ChatGPT, er en annen viktig teknologi som påvirker samfunnsutviklingen.

Nye grensesnitt mellom mennesker og maskiner* kan revolusjonere måter vi jobber- og forholder oss til hverandre på. Autonomi og sensorteknologi i elektrisk utstyr tilpasser seg og handler i tråd med brukernes ønsker, noe som vil ha betydelige konsekvenser for **elsikkerhet**.

* Hologramteknologi, roboter og KI.

Bioteknologi som overvåker biologiske prosesser integreres i hverdagen, og vil også bli brukt i medisinsk behandling og *helseovervåkning*. Kunstig intelligens spiller en økende rolle i medisinsk diagnostikk og behandling.*
Teknologier som fleksible batterier og generativ KI vil også påvirke medisinsk forskning og utvikling. KI-støttet helseomsorg er viktig for å håndtere økende kostnader, mangel på personell og demografiske endringer. Dette inkluderer teknologier for å tilpasse pasientbehandling og redusere ventetider for behandling.

* Spesielt i bildediagnostikk og helsetjenester.

”Wi-Fi HaLow” er en standard for trådløs oppkobling designet for IoT-enheter, og tilbyr lang rekkevidde og energieffektivitet. Dette er spesielt relevant for smarthus, oppkoblede biler og helsevesenet. IoT og Internett for tjenester (IoS) er avhengige av pålitelig strømforsyning og kommunikasjon. Dette krever myndighetenes oppmerksomhet, spesielt med tanke på sårbarheter i ekstraordinære situasjoner.

Hydrogen som energibærer er en annen viktig teknologi. Grønt hydrogen, produsert fra fornybar energi, og blått hydrogen, fra naturgass med CO_2 lagring, er begge viktige i overgangen til renere energikilder.

Batteri- og energilagringsteknologi vil balansere produksjon og forbruk av fornybar energi. Gjennom direktiver og reguleringer vil sikkerhet knyttet til brannrisiko få økt oppmerksomhet. Fra et sikkerhetsmessig perspektiv medfører bruk av batterier, inkludert ombruk av gamle batterier også faremomenter. Manglende overholdelse av nødvendige sikkerhetsstandarder og vedlikeholdsrutiner kan føre til alvorlige risikoer, inkludert elektriske feil og branner, som ikke bare truer eiendom, men også liv.

Montering av solcelleanlegg er ofte en tverrfaglig prosess hvor ulike fagområder møtes. Elektro, taktekkere og tømrere er eksempler på ulike fagdisipliner involvert. Dette er også bransjer hvor ufaglærte opererer. I høringsinnspill til denne utredningen utrykkes det bekymring for om vi klarer å dekke kompetansebehovet knyttet til sikker installasjon av solcelleanlegg, og om teknisk kvalitet på anleggene alltid vil være i henhold til gjeldende krav og forskrifter knyttet til elsikkerhet.

Antagelser om mulige økte negative hendelser grunnet feil montering eller feil på slike anlegg, gjør at bransjen anbefaler økt oppmerksomhet rundt problematikken.

Samferdsel, med veitrafikksystemer og teknologi, møter utfordringer fra natur- og klimaendringer, med behov for robuste veisystemer og økt avhengighet av pålitelig strømforsyning

Alle disse utfordringene sørger for at det pågår aktiv forskning og utvikling, og vi ser stadig forbedringer på alle disse områdene.

Samtidig er det viktig at alle bidrar til å utvikle tekniske krav etter hvert som teknologien utvikler seg.

6. Natur og klima

Denne driveren handler om hvordan endringer i natur og klima kan påvirke elsikkerheten og bruk av elektrisitet og ekom i tiden fremover.

6.1. Natur og klima - ytre påvirkninger

Brorparten av den norske kraftproduksjonen skjer langt fra forbruks-stedene. Det krever langstrakte systemer for overføring av energien. Overføringssystemene strekker seg over fjell, i daler, over og under vann. Dette medfører at det norske overførings- og distribusjonsnettet er i en spesielt utsatt posisjon for ytre påvirkninger.

Det store spørsmålet er om tilstanden til det samlede norske kraftnettet er tilstrekkelig robust til å møte fremtiden. Alderen på deler av kraft-nettet er høy, og man tok i mindre grad høyde for ekstremvær da det ble bygget. Linjer som har fungert uten feil i mange år, kan oppleve flere utkoblinger på kort tid. For å redusere antallet utkoblinger og havari på nye linjer, foretas risikoanalyser i samråd med blant annet meteorologer før linjebygging iverksettes. Dette kan føre til endrede konstruksjoner eller andre trasévalg.

AdobeStock, 2024.

6.1.1. Natur og klima - ekstremvær

Naturfenomener som kan medføre et varsel om ekstremvær er:

- Sterk vind (storm)
- Store nedbørmengder
- Stor snøskredfare over store områder
- Stormflo og bølger
- Leire- og jordras
- Kombinasjon av elementene ovenfor som her for seg ikke oppfyller varslingskriterier.

Ifølge Meteorologisk Institutt har de varslet ekstremvær 11 ganger siden 2016.* Instituttet skriver at vi er i en periode med en tendens til høyere temperaturer, økte nedbørsmengder og sannsynligvis også en 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 beredskapslaner.

* *Ekstremvær og andre farevarsel (2023).*

Norge har nylig introdusert et nytt varslingssystem, nødvarsel på mobil, for å styrke kommunikasjonen i krisesituasjoner.* Det er politiet og Sivilforsvaret som avgjør hvilke områder som skal varsles – og som er avsender av varselet.
DSB er ansvarlig for drift av nettsiden (nodvarsel.no).

*
Nødvarsel skal brukes til å varsle befolkningen om akutte og alvorlige hendelser som truer liv og helse. Et nødvarsel inneholder informasjon om hva som skjer, og hva du bør gjøre for å beskytte deg selv.

Systemet er designet for raskt å informere befolkningen om potensielle trusler eller hendelser lokalt, regionalt og nasjonalt. Teknologien bidrar til at viktig informasjon når ut til alle berørte parter raskt, og representerer et viktig skritt i Norges kontinuerlige arbeid med å forbedre nasjonal sikkerhet og beredskap.

For sluttbrukerne av elektrisk energi og elektronisk kommunikasjon, 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.

Eksempler på dette kunne vi sist se under ekstremværet Hans i august 2023, hvor campingvogner som ble dratt med gjennom elveløp også tok med seg kritisk infrastruktur som fiberkabler, som igjen medførte utfall av ekom.

Konsekvensene av dette jobbes det løpende med å analysere, men det kan antas at dette vil få innvirkning på hvordan vi fremover skal innrette oss for i større grad sikre oss mot utfall av kritisk infrastruktur.

6.1.2. Natur og klima – naturpåvirkning
Ifølge Miljødirektoratet (2023) belyser den sjette hovedrapporten fra FNs klimapanel (2021-2023), hvordan pågående klimaendringer fører til et våtere og villere klima, og vi kan forvente hyppigere og kraftigere ekstremværhendelser, som styrtregn, flom, stormer og jordras.

DSBs risikoanalyse* gir en helhetlig tilnærming til og vurdering av risiko knyttet til naturgitte forhold, som et av 16 ulike risiko-områder.
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.

*
Risikoanalyse på samfunnsnivå, 2019.

Lokalt kan spesielle ekstreme værsituasjoner oppstå. Enkelte steder kreves det derfor lokalkunnskap og gode analyseteknikker for å dimensjonere kraftledninger riktig.

6.1.3. Natur og klima – klimapåvirkning

I likhet med flere offentlige utredninger trekker AKS* 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. Nasjonalt mener man at sannsynligheten ligger mellom 0,01-0,1 %, mens den øker om man vurderer dette innen en begrenset region.

*
Analyser av krisescenarioer (DSB).

Dette scenarioet var tett opp til realiteten da regjeringen ved energiminister Terje Aasland ikke kunne love at husholdningene ville bli spart ved en rasjonering i forbindelse med *strømkrisa* i 2022. Rasjonering av strøm ville kunne skje for å sikre strøm til viktige kunder som helsevesen, politi, brann, forsvar, kommunikasjon og forsyning (NRK, 2022).

Adobe Stock, 2023.

Det er ikke bare ekstremværsituasjoner 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.

Ulike hensyn må veies når vi skal ta hensyn til miljø, klima og sikkerhet. Miljøkrav inngår nå i alle standarder for elektriske produkter og skal hindre oss i å tilsette uønskede stoffer.

6.1.4. Natur og klima – veisektoren

Forventede klimaendringer kan bli utfordrende for veisektoren. Ekstremvær med sterk vind, store nedbørsmengder og tempeparaturvekslinger er allerede krevende for dagens veisystem.
Deler av dagens veier og infrastruktur er ikke tilstrekkelig robuste 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 foreligge konkrete føringer om prioritering av forbindelsene E6, E10, E16, E18, E39 og E134. Disse veiene tar en stor del av

trafikken mellom landsdelene og har avgjørende betydning for bosetting og næringsliv.

For veisystemer generelt er det forskjellige krav til riksveier, fylkesveier og kommunale veier hvor sikkerheten i ulik grad påvirkes av om elektriske anlegg, styringssystemer og kommunikasjons-systemer fungere etter sitt formål.

Nye EU krav til tunnel-sikkerhet, føringer i Nasjonal transportplan og ny teknologi vil fram mot 2030 kunne gi mer avanserte veitrafikksystemer i Norge.

Ny nasjonal transportplan (NTP) 2025-2036 behandles juni 2024.

6.1.5. Natur og klima - alternative drivstoff, hydrogen
Alternativt drivstoff er bl.a. elektrisitet, hydrogen og naturgass.
Her gjøres kort rede for Hydrogen.

Hydrogen er en energi*bærer*, ikke en energikilde, og produseres fra fornybar energi og vann (grønt hydrogen), eller fra naturgass med CO_2 lagring (blått hydrogen).

Ifølge rapporten Hydrogen som klimaløsning (Norsk Klimastiftelse, 2021), avhenger virkningsgraden av teknologien som benyttes ved produksjon, og den kan være rundt 70%.

Hydrogen klassifiseres etter hvordan det er produsert:

- Grønt hydrogen, der fornybar elektrisitet brukes for å ta hydrogen ut fra vann.
- Blått hydrogen fra naturgass, der CO2 fra prosessen er fanget og lagret. Foreløpig produseres det svært lite blått hydrogen.
- Grått hydrogen fra naturgass slipper ut klimagasser, og står for hoveddelen av dagens hydrogenproduksjon.

6.1.6. Natur og klima – kort om sirkulær økonomi

Vår elektriske fremtid innebærer også nye forretningsmodeller. Sirkulær økonomi knytter sammen økonomisk vekst og ansvarlig ressursforvaltning gjennom endringer i produksjonsmetoder, forbruksmønstre og politiske reguleringer.

Målet er å redusere utvinning av nye råmaterialer, beskytte naturlige habitater og minimere miljøpåvirkningen fra ressursutvinning.

Gjenbruk og resirkulering krever mindre energi enn ny produksjon, samtidig reduseres karbonutslipp. Sirkulær økonomi handler også om globalt samarbeid og nye forretningsområder. Sentralt står design av produkter for maksimal gjenbruk og langvarig materialomløp.

I regjeringens handlingsplan (2024) presenteres målrettede tiltak for en raskere overgang til en sirkulær økonomi, som skal minimere avfall, men øke verdiskapningen i norsk økonomi.

En ny lov om bærekraftige produkter og verdikjeder forventes foreslått for Stortinget inneværende år. Med loven innføres krav til bærekraft i utvalgte verdikjeder som kjøretøy, batterier, plast og tekstiler gjennom hele produktets livsløp (Regjeringen, 2024).

I høringsprosessen ble det påpekt viktigheten av at man vurderer det totale miljøregnskapet for et system som ledd i beslutningsprosessen. Et tiltak som i utgangspunktet bidrar til bedre miljø, men som i produksjon og terminering skaper utfordringer i samme tema, bør underlegges spesielt grundige vurderinger.

Regjeringen har utarbeidet *Handlingsplan for en sirkulær økonomi.*

Denne skal vise retning for omstilling og veilede i overgangen til en sirkulær økonomi.

(Regjeringen, 2024).

6.2. Natur og klima - oppsummert

Norges kraftproduksjon foregår ofte langt unna forbruksstedene, noe som nødvendiggjør omfattende overføringssystemer som også strekker seg gjennom variert terreng (topografi). Dette gjør nettverket sårbart for ytre påvirkninger, som f.eks. ekstremvær. Med økende alder på deler av nettet og hyppigere ekstremvær-risikoer, kan risikoanalyser bidra til mer robuste linjekonstruksjoner og trasévalg, for å redusere utkoblinger og havari.

Ekstremvær kan innebære sterk vind, store nedbørsmengder, snøskredfare, stormflo, leire- og jordras, eller en kombinasjon av disse. Lynnedslag i elanlegg representerer en annen fare, og alt dette øker risikoen for skader på kraftnettet.

Ekstremvær kan også føre til lokale skader på elektriske systemer, som sett under ekstremværet Hans i 2023. DSBs risikoanalyse gir en helhetlig vurdering av risiko knyttet til naturgitte forhold. Lokal ekspertise og analyseteknikker er nødvendige for å riktig dimensjonere kraftledninger i særskilte områder.

Norge har også vurdert scenarioer som langvarig strømrasjonering. Rasjonering ble diskutert under "*strømkrisen*" i 2022, med fokus på å sikre strøm til essensielle tjenester. Norske myndigheter har samtidig innført et nytt nødvarselssystem på mobil for bedre krisekommunikasjon.

Miljøhensyn inngår i standarder for elektriske produkter, som i transportsektorens overgang til elektrifisering.
Bruk av litium-ion batterier medfører branntekniske utfordringer.
EUs nye reguleringer rundt batterihåndtering kan bidra til økt sikkerhet og samtidig skape nye muligheter.

For å tilpasse seg klimaendringene, må Norge sikre at elektriske anlegg er egnet for fremtidens klima, opprettholde elsikkerheten i ekstremvær, og velge utstyr som er tilpasset norske forhold.

Kvalifisert personell er avgjørende for å vedlikeholde, bygge og raskt gjenopprette *elsikkerhet* etter hendelser.

Eksisterende anlegg må også vurderes i lys av klimaendringenes innvirkning på elsikkerheten og energileveransen.

Sikkerhet og tilpasning til klimaendringer er viktige hensyn for fremtidens energiforsyning.

7. Drøfting og konklusjon

I slutten av hver av kapitlene er det skrevet en oppsummering som er ment å trekke ut essensen innenfor de fire «knaggene» rapporten er bygd omkring. I dette kapittelet er målet å trekke trådene sammen i en overordnet drøfting.

7.1 Drøfting

I kapittelet «Samfunn og struktur» presenteres problemstillinger knyttet til innretninger som gjør oss til et moderne samfunn. Allerede tidlig slås det fast at elektrisitet er en avgjørende innsatsfaktor innen de fleste samfunnsområdene.

Samfunnskritisk infrastruktur og samfunnskritiske tjenester trekkes frem som viktige elementer i å opprettholde samfunnssikkerheten. NEK trekker frem avhengigheten av fungerende el og ekom (inkludert nett og tjenester), samt sårbarheten i samfunnet ved feilfunksjon eller bortfall av elektrisk energi.

En av de samfunnskritiske infrastrukturene, kraftforsyningen, trekkes spesielt frem og analyseres. Introduksjonen av smarte energinett trekkes frem som viktige mekanismer for å sikre en mer effektiv bruk av energi og tilgang på effekt.

I kapittelet kommer NEK også inn på hvordan utviklingen i demografien påvirker samfunnsutviklingen og presset på mange av de tjenestene vi har gjort oss avhengig av. Transportsektoren trekkes spesielt frem i dette kapittelet, både innen maritim, landbasert og luftbåren del. Felles for de alle er migreringen man ser mot elektrisk drivlinje. Tempoet i denne transformasjonen vil naturligvis variere, men vil etter hvert komme med full styrke innen alle transportsektorene.

I kapittelet «Politikk og policy» identifiseres prosesser som er politisk styrte. Her starter man med de kraftige målsetningene som ligger i det grønne skiftet. Dette reflekterer politisk vilje og kraft til å foreta valg som påvirker teknologi og teknologiutviklingen. Det grønne skiftet handler i stor grad om hvordan samfunnet skal skifte fra en fossil til elektrifisert profil. Elektrifisering er dermed et stikkord man ikke kommer utenom om man reelt sett skal levere resultater.

*"Det grønne skiftet handler i stor grad om **hvordan** samfunnet skal skifte fra en fossil til elektrifisert profil".*

I praksis innebærer det at elektrifisering kommer inn med full tyngde innen alle samfunnsområder. Det politiske miljøet har også stadfestet sine forpliktelser gjennom bindende klimaavtaler.

Norge påvirkes av forpliktelser som følger av EØS-medlemskapet.

Videre så påvirkes Norge sterkt av forpliktelser som følger av EØS-medlemskapet. Direktiver og forordninger trekkes frem som viktige instrumenter i å få til en felleseuropeisk tilnærming til bærekraft. I rapporten trekkes kompetanse frem som en nødvendig forutsetning for å kunne levere på disse politiske ambisjonene.
I kapittelet kommer man også inn på internasjonale handelssystemer og alternative markedskanalene som utfordrer *sikkerhetsnettet* samfunnet har bygd opp.

I kapittelet «Teknologi og trender» fremheves nordmenns iboende trang til å ta i bruk ny teknologi, både i hjemmet og på arbeidsplassen. Vårt nordiske samfunn og lynne gjør at vi raskt tar i bruk ny teknologi. Nordmenn er vel skolerte, vi har infrastruktur som legger til rette og det synes å være høy tillitt til at ny teknologi forbedrer samfunnet. Sentrale teknologier som kunstig intelligens, digitale tvillinger, den ekstremt raske spredningen av nye plattformer, utviklingen i avanserte informasjonsflater drøftes. Tendensen til at stadig mer flyttes fra maskinvare til programvare forsterkes ytterlig i årets rapport.

Teknologien kryper tettere inn på oss mennesker, i økende grad på og inn i kroppene våre. Det fremholdes at vi vil oppleve en villet utvikling, hvor hver enkelt av oss opplever de mange fordelene med å være tett på teknologien. Medaljen har definitivt sin bakside, men det synes å være en entusiasme og oppslutning om teknologi og nyvinninger som i hvert fall inntil videre har senket garden.

Teknologien kryper tettere inn på oss mennesker, i økende grad på og inn i kroppene våre.

NEK tror at det blir kraftig økning i helserelatert teknologi og at denne vil være drevet av andre enn de tradisjonelle aktørene. Kombinasjonen av ny medisinsk teknologi, sensorteknologi, robotteknologi og kunstig intelligens gir muligheter for de som selv føler for å ta ansvar for egen helse og velferd. NEK trekker også frem at tingenes internett vil bidra til kobling mellom kraftige sentrale dataressurser og lokalt utstyr. Gjennom å støtte seg på en sentral ressurs, vil lokalt utstyr kunne tilby konsepter som for få år siden var umulig.

"NEK tror at det blir kraftig økning i helserelatert teknologi".

NEK trekker frem en "bakside av medaljen", nemlig den økte avhengigheten dette skaper mot teknologien og forventingen om at den alltid er tilgjengelig.

Oppetid og fravær av funksjon er stikkord i denne sammenhengen. NEK trekker også frem sårbarheten: «Det digitale korthus» som en metafor for gjensidig avhengigheter mellom ulike systemer. *Sårbarheten mot dataangrep* trekkes også frem som sentrale trusler ift. avhengigheten vi får. I dette kapittelet drøftes også den forventede kraftig veksten innen lokal produksjon av elektrisk energi, samt hvilke utfordringer dette skaper.

I kapittelet «Natur og klima» presenteres virkningene av klimaendringene og ekstremvær. Det fremholdes at mye av vår eksisterende infrastruktur er bygd over et langt tidsspenn og at mye av denne kanskje ikke lever opp til utfordringer som forventes i de nærmeste årene. Samfunnet beveger seg inn i en kritisk fase hvor teknologisk innovasjon, økt energibehov og miljøhensyn skal balanseres. Landskapet det skal manøvreres i er preget av utfordringer, herunder også samfunnets forventninger om tilfredsstillende elsikkerhet, beredskap og generell sikkerhet.

"Landskapet det skal manøvreres i er preget av utfordringer, herunder også samfunnets forventninger om tilfredsstillende elsikkerhet, beredskap og generell sikkerhet".

Sentralt i rapporten finner man problemstillinger rundt kraftproduksjon, de omfattende overføringssystemene og den iboende sårbarhet ovenfor ekstremvær og egen alder. Ekstremvær, som stormer, snøskred, og ras, har økt i hyppighet, og påvirker kraftnettet. Hendelser som ekstremværet Hans i 2023 har understreket viktigheten av lokal beredskap og kompetanse. Det grønne skiftet løftes også opp som en sentral problemstilling. Skiftet påvirker flere forhold i samfunnet, herunder Norges energi-politikk. Det er økt fokus på fornybare kilder og tiltak som bidrar til reduksjon i klimaavtrykket.

"Hendelser som ekstremværet Hans i 2023 har understreket viktigheten av lokal beredskap og kompetanse".

Rapporten bringer også inn samfunnskritisk infrastruktur og samfunnskritiske tjenester. Felles for begge er avhengigheten av pålitelig strømforsyning, herunder behovet for tilfredsstillende bestandighet mot ekstremvær og cyberangrep. Tilpasninger til klimaendringer er viktige for fremtidens energiforsyning. Elektrofagene spiller en nøkkelrolle, med utvikling innen kommunikasjonssystemer og sensorteknologi. Teknologier som KI og digitale tvillinger bidrar til samfunnsutviklingen og effektivisering av energisektoren. Autonomi og sensorteknologi i elektrisk utstyr, samt integrering av bioteknologi og KI i helsevesenet, krever høy grad av elsikkerhet, samtidig forventer vi *trygg og sikker* behandling av personlige data. Batterier og energilagringssystemer er sentrale i overgangen til mer fornybare energikilder. Samferdsel og infrastruktur står overfor utfordringer fra klimaendringer, med behov for robuste systemer og pålitelig strømforsyning.

"Autonomi og sensorteknologi i elektrisk utstyr, samt integrering av bioteknologi og KI i helsevesenet, krever høy grad av elsikkerhet.."

7.2 konklusjon

Elektrisitet som energibærer, som vital innsatsfaktor og som kommunikasjonsbærer setter den i en samfunnsmessig særstilling. Den skiller oss fra et primitivt, underutviklet samfunn og har bragt oss inn i et høyteknologisk samfunn. Dette underbygges i enda større grad når man ikke bare betrakter elektrisitet som energibærer, men også som selve drivkraften i den digitale revolusjon.

Det store skillet går på om elektrisiteten brukes til energikrevende operasjoner eller for å drive prosessorkraft. Elektrisiteten har hele tiden vært en grunnleggende forutsetning for den digitale revolusjon, men er også i ferd med å erstatte andre energibærer på områder hvor fossil drivlinje har vært hovedregelen.

Det er viktig at sentrale beslutningstakere er klar over hvor gjennomgripende elektrisitet er på alle samfunnsområdene, ikke minst for å være klar over sårbarheten samfunnet står ovenfor ved bortfall.
Mister vi «strømmen» faller det moderne samfunn som et korthus; det påvirker all sentral infrastruktur og alle samfunnskritiske tjenester. Det betyr at samfunnets evne til å levere borgerne grunnleggende trygghet kan kompromitteres.

Heldigvis er det kraftige mekanismer og sterke myndigheter som forebygger uønskede hendelser. Det er likevel viktig å kontinuerlig lete etter svakheter eller problemstillinger som faller mellom to stoler.

Samarbeid mellom myndigheter, industri og samfunnet er stadig viktigere mot en mer elektrisk fremtid.

Illustrasjon generert ved bruk av KI; Dall-E3. NEK, 2024.

"Det er viktig at sentrale beslutningstakere er klar over hvor gjennomgripende elektrisitet er på alle samfunnsområdene, ikke minst for å være klar over sårbarheten samfunnet står ovenfor ved bortfall."

8. Vedlegg – Elsikkerhet

Dette vedlegget tar sikte på å forklare 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, analyser av ulykker og hendelser har god nok kvalitet med hensyn på det forebyggende arbeidet.

8.1. Elsikkerhetsbegrepet

Elsikkerhetsbegrepet handler om sikkerhet knyttet til elektrisitet ved elektriske anlegg og elektrisk utstyr. DSB har ansvar for å regulere og fremme elsikkerhet i Norge. NEK forvalter sammen med det internasjonale standardiseringsmiljøet både standarder som understøtter myndighetenes regulering, behov innen kontraktsretten og næringslivets behov for effektive løsninger.

Forskjellen kan forklares slik:

- Forhold som reguleres i lov/forskrift: Forhold som er nødvendig for å oppnå tilfredsstillende helse, miljø og sikkerhet for både virksomheter og forbrukere.

- Behov offentlig og privat virksomhet har, som samfunnet ikke ser nødvendig å regulere, men som tilfredsstiller tilleggskrav produsentene eller brukerne setter til trygg bruk av elektrisitet. Det kan også inkludere forhold som er viktig for et velfungerende samfunns- og næringsliv, inkludert markedstilgang.

8.1.1. Elsikkerhetsdefinisjon

Det er i denne rapporten tatt utgangspunkt i følgende definisjon av begrepet elsikkerhet:

- 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.

Definisjon av begrepet, utover å forklare innholdet, er også med på å definere rammen om elsikkerhetsarbeidet. Samtidig følger ikke nødvendigvis definisjonen de grenser som er definert i forvaltningen. Enkelte myndigheter kan ha regulering av forhold som strengt tatt omfattes av ovennevnte definisjon, men hvor de bruker andre begreper.

Følgende fenomener og konsekvenser som relateres til elsikkerhet:

- Feilfunksjon eller feilkobling i elektrisk utstyr eller anlegg
- Bortfall av strømforsyning
- Strømgjennomgang, (elektrisk sjokk)
- Lysbuer, farlig temperaturstigning, brann eller
- Atmosfæriske overspenninger og koblingsoverspenninger

8.1.2. Feilfunksjon
Flere mekanismer kan føre til feilfunksjon i elektriske anlegg. Elektromagnetisk kompatibilitet (EMC) er eksempel på et område, hvor hendelser kan få store konsekvenser dersom produsentene og senere de som skal prosjektere og installere elektriske installasjoner ikke følger regler og standarder innen området. Med økende avhengighet av teknologi i eksempelvis helsevesenet, vil det også føre til en økende etterspørsel etter mer sofistikerte og sikre systemer.
For at en feilfunksjon skal inngå i elsikkerhetsbegrepet, forutsettes at minst følgende kriterier er oppfylt:

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

8.1.3. Bortfall
Elsikkerhet og energiproduksjon er kritiske aspekter i et moderne samfunn, med direkte innvirkning på individuelle liv og samfunnets mange ulike funksjoner.
Strømnettet er en kritisk infrastruktur som må være i kontinuerlig drift gjennom hele året. Strøm skiller seg fra andre produkter fordi produksjon og forbruk av strøm må skje samtidig.
Derfor må planleggingen av nettet sikre drift 24/7, også under vanskelige forhold (NOU 2022: 6).

Sluttbrukere 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 løsning med pålitelig nødstrømsforsyning eller reserve-kraftforsyning være nødvendig for å forebygge følgeskader av bortfall.

8.1.4. Strømgjennomgang

Mange års forskning og forsøk har resultert i en internasjonal standard som beskriver farene forbundet med at strøm går gjennom kroppen. Strømulykker har ulik karakter og konsekvens avhengig av eksponering og spenningsnivå. I dagens regelverk skal en ny elektrisk installasjon eller et elektrisk utstyr generelt være godt nok beskyttet for en for-bruker av et slikt produkt, både i en normal situasjon og hvis det inntreffer en feil.

I gruppen strømgjennomgang 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 ut-slynging av partikler. Det kan være store krefter forbundet med lys-buer. Strøm gjennom kroppen kan gi kramper, forstyrrelser av hjerte- og lungefunksjoner, ulike former for senskader og i verste fall medføre død.

Det er stor risiko for skade eller dødsfall ved slike hendelser.
Lysbuer kan også være utløsende faktor til å starte en brann.

8.1.5. Temperatur

Kraftsystem og elektriske installasjoner skal iht. regelverket blant annet beskyttes mot overbelastning og kortslutning. Vern skal hindre for høye temperaturer som kan føre til brann. Med farlig temperaturstigning betraktes også faren for brannspredning via elektriske installasjoner. Kabeltyper, kapslinger etc. er viktig for å hindre spredning av brann og ikke minst for å opprettholde strømforsyningen under en brann.

Elektrisitet som tennkilde i forbindelse med eksplosjonsfarlige områder som maritim industri, petroleumsindustri og mineralindustrien en viktig farekilde det må tas høyde for i begrepet *farlig temperaturstigning*.

Dette er et område med høy risiko og er detaljert regulert i forskrifter, direktiver og standarder.

8.1.6. Atmosfæriske forhold
Overspenninger kan skyldes flere typer hendelser eller mekanismer og kan forårsake utkobling og ødeleggelse av komponenter i kraftsystemet, installasjoner og utstyr. Lynoverspenninger er et resultat av direkte treff, overslag til eller nær kraftsystemet, bygninger eller til jorden. Koblingsoverspenninger kan opptre ved kobling av last- og feilstrømmer, men også som følge av feil. Midlertidige (temporære) overspenninger forekommer i kraftsystemet som et resultat av en mengde systemforhold. I tillegg kan det oppstå overspenninger pga. gjensidig påvirkning 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.

8.1.7. Kort om hendelser
Tilsynsmyndigheten gjennomgår og kategoriserer ulykkene innen elsikkerhetsområdet for å se etter trender og utvikling. Det lokale elektrisitetstilsyn (DLE) bistår politiet i etterforskning av branner med mulig elektrisk årsak og gjennom statistikk har man relativt god oversikt over utviklingen.
Når det gjelder å redusere antall ulykker med strømgjennomgang har man kommet langt i Norge. Antall dødsulykker som skyldes strømgjennomgang og lysbuer har ligget på et gjennomsnitt like i underkant av 1 gjennom flere år.
Antall branner med elektrisk årsak er generelt sett nedadgående, men varierer imidlertid mellom sektorene. Ressurser som gjennomfører elkontroll, og som har bidratt i denne utredningen, forteller om landbrukssektoren som særlig utsatt for branner med elektrisk årsak og kan oppleve at store antall husdyr omkommer ved brann.

De siste åtte årene har det ifølge DSBs brannsikkerhetsavdeling omkommet 2-5 personer årlig som følge av feil i elektriske installasjoner, i elektrisk utstyr eller ved feil bruk av elektrisk utstyr.

Forsikringsutbetalingene 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.*

* (Brannskadestatistikk, 2023).

I tillegg til ulykkene med dødelig utgang ble det ifølge DSB i løpet av 2022 meldt inn 660 ulykker hvorav 134 med skadeomfang hvor elektrisitet oppgis som årsak.*
De fleste skadede og omkomne i elulykker er elektromontører, og de fleste ulykker er knyttet til utførelse av arbeid. Ved uhell med elektromedisinsk utstyr er det pasienter som oftest kommer til skade.

Statistikk om strømulykker baseres også på selvrapportering fra eksempelvis elektrovirksomheter. Personskader eller skader på anlegg eller eiendom som er forårsaket av elektrisitet er gjennom forskrifter pålagt innmeldt til DSB.*

*
Dialogmøte, DSB 06.11.2023.

*
Melding av ulykker er pålagt i henhold til følgende forskrifter: Forskrift om sikkerhet ved arbeid i og drift av elektriske anlegg § 8, Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg § 15, Forskrift om elektriske forsyningsanlegg § 3-4 og Forskrift om maritime elektriske anlegg § 9.

8.2. Vedlegg - internasjonal handel og rammebetingelser

Her nevnes kort hvordan internasjonal handel og rammebetingelser kan påvirke elsikkerhet, hvordan standarder er en forutsetning for global handel og hvilket ansvar en produsent av et elektrisk produkt har.

8.2.1. Internasjonal handel og rammebetingelser

Elektrisk utstyr og elektriske systemer produseres ofte i andre land enn der det brukes. Selv om det er en sannhet med modifikasjoner i de store industrilandene, er global og regional handel hovedregelen innen sektoren.

Forutsetningene for at dette skal fungere er at det foreligger gjensidig anerkjennelse av krav til kvalitet, helse, miljø og sikkerhet. I økende grad blir det gjennom lovverk og internasjonale reguleringer, satt krav til sirkulær økonomi, sporbarhet og identifisering av opprinnelsesland for de enkelte råvarene. Som følge av krav og forventinger om sporbarhet følger også behov for standarder og nye digitale løsninger på tvers av landegrenser. Relevante risikovurderinger rundt skylagring og datasikkerhet, følger også naturlig av dette.

8.2.2. Standarder

Standarder utgjør et bærende element i den globale handelen og er et verktøy myndighetene kan støtte seg på ved inngåelse av handelsavtaler. Mens handelsavtalene stadfester politiske mål, prinsipper og overordnede rammer vil standardene bidra til å sikre at helse, miljø

og sikkerhet er ivaretatt. For produsentene gir det forutsigbarhet 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 leder til at nasjonale myndigheter aksepterer ovennevnte rammer.

Den globale handelen påvirker 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 ovennevnte parameterne skjer derfor primært gjennom påvirkning av standarder. Her har Norge 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. Teknologisk utvikling, spesielt innen elektronikk og (fornybar) energi, kan utfordre eksisterende standarder og krever kontinuerlig revisjon, oppdatering og utarbeidelse av nye standarder.

*
Fri bevegelse av varer, tjenester, kapital og personer innenfor Den europeiske union.

8.2.3. Produsentansvar

Det er tusenvis av produkter i markedet, og i praksis er det ikke mulig å kontrollere alle produkter. Det er produsentenes ansvar å utstede en samsvarserklæring som sier at det aktuelle produktet tilfredsstiller myndighetenes krav til for eksempel elsikkerhet, eller EMC-krav. Det hviler også et ansvar og en plikt for resten av omsetningskjeden å påse at produsentene har gjennomført sine forpliktelser.

Den som utsteder samsvarserklæringen, sitter med ansvaret. Harmoniserte standarder kommer inn som frivillige instrumenter myndighetene har pekt på som en mulig måte å tilfredsstille myndighetskrav på.

Dersom en produsent velger å ikke følge aktuelle standarder, må det kunne dokumenteres at benyttet metode er minst like god som metoden i standarden. Dette krever som regel grundig dokumentasjon, risikoanalyser og evt. tredjepartskontroll (utført av testhus).

8.3. Vedlegg - Terminologi og symboler

Definisjoner er viktig for å ha en felle referanseramme. Begreper og symboler som er benyttet i denne utredningen er definert i dette vedlegget. 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. Symboler brukt i denne utredningen er utarbeidet av- og for NEK til bruk i ulike publikasjoner.

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.

Elektriske installasjoner
(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, RED-direktivet – Nkom, Forskrift om elektromagnetisk kompatibilitet (EMC) for elektronisk kommunikasjon.) 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 forårsake uakseptabel elektromagnetisk forstyrrelser for annet elektrisk utstyr i dette miljøet.

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 kommunikasjon (Ekom)
(Ekomloven)
Kommunikasjon ved bruk av et elektronisk kommunikasjonsnett.

Energisikkerhet
(NOU 2023:3 – Mer av alt - raskere)
Energisikkerhet er evnen til å dekke strømbruk over lengre tid, for eksempel gjennom en kald vinter eller et tørt år.

Effektsikkerhet
(NOU 2023:3 – Mer av alt- raskere)
Effektsikkerhet er kraftsystemets evne til å dekke den momentane strømbruken, det vil si på ethvert tidspunkt

Forsyningssikkerhet
(NOU 2022:6 – Nett i tide)
Forsyningssikkerhet er et samlebegrep som omfatter energisikkerhet, effektsikkerhet og driftssikkerhet.

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.

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.

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
Overflødige systemer som gjør at funksjon opprettholdes selv om ett av systemene svikter. Brukes ofte som tillegg til systemer som krever høy pålitelighet.

Risiko
(NS 3901)
Utrykk 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)
Infrastrukturer som er vital for opprettholdelse av normale samfunnsstrukturer og hvor svikt eller bortfall av disse kan frembringe fare for liv, helse og materielle verdier.

Samfunnskritisk tjeneste
(Prosjektspesifikt)
Tjenester som er vital for opprettholdelse av normale samfunns-strukturer og hvor svikt eller bortfall av disse kan frembringe fare for liv, helse og materielle verdier.

Samfunnssikkerhet
(Meld. St. 17 (2001-2002), Meld. St. 6 (2022-2023)
Evnen samfunnet har til å opprettholde viktige samfunnsfunk-sjoner og ivareta borgernes liv, helse og grunnleggende behov under ulike former for påkjenninger. Regulering er det primære virkemiddelet for å ivareta hensyn knyttet til nasjonal sikkerhet, samfunnssikkerhet og beredskap.

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

Tingenes internett (IoT)
(Prosjektspesifikt)
Utstyr som er koblet opp til en skybasert tjeneste for å formidle eller hente informasjon, prosessere data og eller på annen måte baserer sin funksjon på skybaserte tjenester.

Uakseptabel risiko
(Prosjektspesifikt)
Risiko som i en gitt sammenheng ligger utenfor det aksepterte av dagens samfunn.

Symboler

Nullutslipp/elektrifisering/retningsforandring

Bakgrunn/formål/refleksjoner/drøfting

Elektrifisering transport

Elektrifisering av transport/varebil/tungtransport

Elsikkerhet/sikkerhet

Elektrifisering transport/maritim sektor/landstrøm

Batteri/energilagring

Fornybar energi/solenergi

Teknologi/robotteknologi

Teknologi/sensorteknologi/husholdning

Teknologi/sensorteknologi/medisin/helse

Fornybar energi/vind

Sikkerhet/beredskap

Hydrogen/alternativt drivstoff

Referanseliste

Adobe. (2023). Adobe Stock. Hentet fra Photos: https://stock.adobe.com/photos

Adobe. (2024). Adobe Stock. Hentet fra Photos: https://stock.adobe.com/photos

Bane NOR. (2021). Årsrapport 2021. Bane NOR.

Bjartnes, A., Larsen Hirth, M., Michelsen, L.-H. P., Skaugen, H., & Ursin, L. (2021). Hydrogen som klimaløsning.
Norsk klimastiftelse.

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap. (2014). Nasjonalt risikobilde 2014 Katastrofer som kan ramme det norske samfunnet. Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB).

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap. (2019). Risikoanalyse på samfunnsnivå -
Metode og prosess ved utarbeidelse av "Analyser av krisescenarioer (AKS)".

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap. (2023). nodvarsel.no. Hentet fra Nødvarsel på mobil:
https://www.nodvarsel.no/

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap; Norsk Elektroteknisk Komite;. (2016).Vår elektriske fremtid Et veikart for elsikkerhet - utfordringsbildet. DSB og NEK.

Energifakta Norge. (2023). energifaktanorge.no. Hentet fra Kraftproduksjon:
https://energifaktanorge.no/norsk-energiforsyning/kraftforsyningen/

Energikommisjonen. (2023). NOU 2023: 3 - Mer av alt – raskere Energikommisjonens rapport. Olje- og energidepartementet.

European Commission. (2023). climate.ec.europa.eu. Hentet fra Climate Action - 2030 climate & energy framework:
https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/2030-climate-energy-framework_en#documentation

European Parliament. (2023, 06 14). europarl.europa.eu.
Hentet fra EU AI Act: first regulation on artificial intelligence:
https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20230601STO93804/eu-ai-act-first-regulation-on-artificial-intelligence

European Commission. (2021). commission.europa.eu. Hentet fra Fit for 55: Delivering on the proposals: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal/fit-55-delivering-proposals_en

Finans Norge. (2023). BRASK. Hentet fra Brannskadestatistikk:
https://brask.finansnorge.no/default.aspx

Hanstad, J.-S. S. (2023). NEK 400:2022.825 Elbåtlading. NEKs Elsikkerhetskonferanse 2023. Oslo: Nelfo

Helse- og omsorgsdepartementet. (2023). regjeringen.no.
Hentet fra Meld. St. 15 (2022–2023)
Folkehelsemeldinga - Nasjonal strategi for utjamning av sosiale helseforskjellar: https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-15-20222023/id2969572/?ch=6

Holm, R. C. (2022, 08 11). NRK.no. Hentet fra Vestfold og Telemark: https://www.nrk.no/vestfoldogtelemark/klar-til-a-rasjonere-strom-om-nodvendig_-_-et-stort-ansvar-1.16057661

Jernbanedirektoratet. (2020). Jernbanestatistikk.
Jernbanedirektoratet.

Justis- og beredskapsdepartementet. (1998 , 11 06). Lovdata.
Hentet fra Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg: https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1998-11-06-1060/KAPITTEL_3

Justis- og beredskapsdepartementet. (2006, 07 01). Lovdata. Hentet fra Forskrift om sikkerhet ved arbeid i og drift av elektriskeanlegg: https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-04-28-458

Justis- og beredskapsdepartementet. (2013 , 07 01). Lovdata.
Hentet fra Forskrift om elektroforetak og kvalifikasjonskrav for arbeidknyttet til elektriske anlegg og elektrisk utstyr : https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2013-06-19-739

Justis- og beredskapsdepartementet. (2015, 01 10). Lovdata.
Hentet fra Lov om tilsyn med elektriske anlegg og elektrisk utstyr (el-tilsynsloven): https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1929-05-24-4

Kommunal- og distriktsdepartementet. (2021, 08 11). regjeringen.no. Hentet fra Norske datasenter - berekraftige, digitale kraftsenter: https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/norske-datasenter/id2867155/

Referanseliste

Kommunal- og moderniseringsdepartementet. (2021). Meld. St. 28 (2020–2021) Vår felles digitale grunnmur — Mobil-, bredbåndsoginternettjenester. Oslo: Regjeringen

Kompetansebehovsutvalget. (2023). Temarapport 1/2023 Fremtidige kompetansebehov: Utfordringer for grønn omstilling i arbeidslivet. Kompetansebehovsutvalget.

KonKraft. (2023). offshorenorge.no. Hentet fra FRAMTIDENS ENERGINÆRING PÅ NORSK SOKKEL - KLIMASTRATEGI MOT 2030 OG 2050 STATUSRAPPORT 2023.

Maritimt Forum. (2023). maritimt-forum.no. Hentet fra Rapporter - Ringvirkningsanalyse maritim næring 2023: https://issuu.com/mfhs/docs/ringvirkningsanalyse_maritim_n_ring_2023?fr=xKAE9_zU1NQ

Menon Economics. (2023). Gigawatt krever megaløft. Kompetansebehov frem mot 2035.

Meteoroligisk institutt. (2023). Vær og klima. Hentet fra Ekstremværvarsel og andre farevarsel: https://www.met.no/vaer-og-klima/ekstremvaervarsler-og-andre-farevarsler

Mikalsen, R. F., Fjærestad, J. S., Stølen, R., & Holmvaag, O. A. (2022). DEL 1: HOVEDRAPPORT EBOB – Solcelleinstallasjoner på bygg, Brannspredning og sikkerhet for brannvesen. RISE Research Institutes of Sweden.

Miljødirektoratet. (2023). miljodirektoratet.no. Hentet fra Om sjette hovedrapport fra FNs klimapanel (2021-2023): https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/fns-klimapanel-ipcc/dette-sier-fns-klimapanel/om-sjette-hovedrapport/

Miljødirektoratet. (2023, 06 14). miljodirektoratet.no. Hentet fra EU vedtar omfattende regelverk for batterier: https://www.miljodirektoratet.no/aktuelt/nyheter/2023/juni-2023/eu-vedtar-omfattende-regelverk-for-batterier/

Miljødirektoratet. (2023). Miljøstatus. Hentet fra Klimagassutslipp fra transport: https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/klima/norske-utslipp-av-klimagasser/klimagassutslipp-fra-transport/

Nasjonal kommunikasjonsmyndighet (Nkom). (2022, 09 29). Ekomstatistikken. Hentet fra Ekommarkedet 1. halvår 2022: https://ekomstatistikken.nkom.no/#/article/ekom1h2022

Nasjonal kommunikasjonsmyndighet. (2020, 04 01). nkom.no. Hentet fra Tekniske krav til ekomnett: https://nkom.no/fysiske-nett-og-infrastruktur/tekniske-krav-til-ekomnett

NAV. (2023, 05 09). nav.no. Hentet fra Bedriftsundersøkelsen 2023: https://www.nav.no/no/nav-og-samfunn/kunnskap/analyser-fra-nav/nyheter/bedriftsundersokelsen-2023-fortsatt-stor-mangel-pa-arbeidskraft

Nordahl, R. S., & Hoff, I. (2024, 04 17). snl.no. Hentet fra vei i Store norske leksikon: https://snl.no/vei

Norsk Elektroteknisk Komite. (2023). NEK 405-2-3:2023 Kompetanse for kontrollforetak og personell Norsk elektroteknisk standard.

Norsk Elektroteknisk Komite. (2023). NEK 420 serien. Hentet fra Elektriske installasjoner i eksplosjonsfarlige områder: https://www.nek.no/produkter/nek-420

NRK. (2023, 08 12). nrk.no. Hentet fra Nyheter: https://www.nrk.no/nyheter/regjeringen-stenger-epost-losning-etter-dataangrep-mot-tolv-departementer-1.16514059

NVE. (2022, 03 18). nve.no. Hentet fra Kraftforsyningens beredskapsorganisasjon (KBO): https://www.nve.no/energi/tilsyn/kraftforsyningsberedskap-og-kbo/organisering-av-kraftforsyningsberedskap/kraftforsyningens-beredskapsorganisasjon-kbo/

NVE. (2023). Kortsiktig kraftbalanse 2023. Forventer kraftoverskudd i Norge fram mot 2028.

NVE. (2023). NVE Rapport nr. 25/2023 Langsiktig kraftmarkedsanalyse 2023 Energimstilling - en balansegang. Oslo: Norges vassdrags-og energidirektorat.
Hentet fra Langsiktig kraftmarkedsanalyse 2023

Nærings- og fiskeridepartementet. (2022). Norges batteristrategi. Regjeringen, Nærings- og fiskeridepartementet

Nærings- og fiskeridepartementet. (2023, 09 28). regjeringen.no. Hentet fra NOU 2023: 23 Helhetlig forvaltning av akvakultur forbærekraftig verdiskaping.

Olje- og energidepartementet. (2022, 04 08). regjeringen.no. Hentet fra Meld. St. 11 (2021–2022) Tilleggsmelding til Meld. St. 36 (2020 – 2021) Energi til arbeid – langsiktig verdiskaping fra norske energiressurser.

Regjeringen. (2023, 06 16). regjeringen.no. Hentet fra Meld. St. 24 (2022–2023) Fellesskap og meistring - Bu trygt heime: https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-24-20222023/id2984417/

Referanseliste

Regjeringen. (2023, 12 12). regjeringen.no. Hentet fra Batteriforordningen: https://www.regjeringen.no/no/sub/eos-notatbasen/notatene/2021/jan/batteriforordningen/id2828700/

Regjeringen. (2024, 03 14). regjeringen.no. Hentet fra Regjeringen lanserer handlingsplan for sirkulær økonomi: https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/regjeringen-lanserer-ny-handlingsplan-for-sirkular-okonomi/id3029545/

Regjeringen, Olje- og energidepartementet. (2016). Meld. St. 25 (2015-2016) Kraft til endring - Energipolitikken mot 2030. Oslo: Regjeringen.

Reigstad, T. I. (2023). sintef.no. Hentet fra Ekspertise Spenningskvalitet: https://www.sintef.no/ekspertise/sintef-energi/spenningskvalitet2/

Samferdselsdepartementet. (2018). Norges dronestrategi. Oslo: Regjeringen.

Samferdselsdepartementet. (2022, 12 08). regjeringen.no. Hentet fra Nasjonal ladestrategi: https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nasjonal-ladestrategi/id2950371/

Samferdselsdepartementet. (2023, 01 27). regjeringen.no. Hentet fra Meld. St. 10 (2022–2023) Bærekraftig og sikker luftfart — Nasjonalluftfartsstrategi: https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-10-20222023/id2960568/

Sjøfartsdirektoratet. (2023). sjøfartsdirektoratet.no. Hentet fra Flyttbare innretningar: https://www.sdir.no/sjofart/fartoy/fartoystyper/flyttbare-innretninger/

Statistisk sentralbyrå. (2020, 06 03). ssb.no. Hentet fra Et historisk skifte: Snart flere eldre enn barn og unge: https://www.ssb.no/befolkning/artikler-og-publikasjoner/et-historisk-skifte-flere-eldre-enn

Statistisk sentralbyrå. (2020). ssb.no. Hentet fra Nasjonale befolkningsframskrivinger 2020: https://www.ssb.no/befolkning/artikler-og-publikasjoner/nasjonale-befolkningsframskrivinger-2020

Statistisk sentralbyrå. (2022, 12 14). ssb.no. Hentet fra Tettsteders befolkning og areal: https://www.ssb.no/befolkning/folketall/statistikk/tettsteders-befolkning-og-areal

Statistisk sentralbyrå. (2023, 03 24). ssb.no. Hentet fra Bilparken: https://www.ssb.no/transport-og-reiseliv/landtransport/statistikk/bilparken

Statsministerens kontor, Olje- og energidepartementet. (2023, 03 28). Pressekonferanse om utlysing av havvindområde. Oslo, Norge.

Stephen A. Buetow, P. M.-M. (2019, 03). National Library of Medicine. Hentet fra Ultrabilitation: beyond recovery-oriented rehabilitation: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29179594/

Stiftelsen Elektronikkbransjen. (2023). elektronikkbransjen.no. Hentet fra Stiftelsen Elektronikkbransjen: https://www.elektronikkbransjen.no/stiftelsen-elektronikkbransjen/178789

Strømnettutvalget. (2022, 06 14). Olje- og energidepartementet. Hentet fra NOU 2022: 6 Nett i tide - om utvikling av strømnettet: https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2022-6/id2918464/?ch=1

Torstveit, M. (2023, 06 27). nrk.no. Hentet fra Nyheter Vestfold og Telemark Vil bygge «konfliktdempande» vindmøller i Noreg: https://www.nrk.no/vestfoldogtelemark/planar-om-noregs-forste-naervindpark-1.16452745

Totalberedskapskommisjonen. (2023). NOU 2023: 17 Nå er det alvor— Rustet for en usikker fremtid. Oslo: Justis- og beredskapsdepartementet

Vestre Viken - kommunikasjonsavdelingen. (2022, 09 15). vestreviken.no. Hentet fra Kunstig intelligens i røntgenavdelingen: https://vestreviken.no/om-oss/nyheter/kunstig-intelligens-i-rontgenavdelingen

World Economic Forum and Frontiers Science News. (2023, 06 26). weforum.org. Hentet fra Top 10 Emerging Technologies of 2023:https://www.weforum.org/reports/top-10-emerging-technologies-of-2023