



NVE



RAPPORT

NR. 21 / 2024

På sporet av kunstig intelligens i kraftforsyningen

En forstudie

SKREVET AV Anette Guddal og Tancred Heyerdahl

NVE Rapport nr. 21/2024

På sporet av kunstig intelligens i kraftforsyningen. En forstudie

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat
Redaktører: Janne Hagen og Ingeborg Nedkvitne
Forfattere: Anette Guddal og Tancred Heyerdahl
Omslagsbilde: Generert ved hjelp av Dall-E genAI av Jon-Martin Storm/NVE

ISBN: 978-82-410-2421-4
ISSN: 2704-0305
Saksnummer: 202417887

Sammendrag: Rapporten forklarer begrepet kunstig intelligens og dokumenterer en spørreundersøkelse blant KBO-enhetene om deres bruk og forventnings til KI. KBO-enhetene etterspør mer veiledning fra NVE på KI.

Emneord: Kunstig intelligens, maskinlæring, kraftforsyning, sikkerhet

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthuns gate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

Telefon: 22 95 95 95
E-post: nve@nve.no
Internett: www.nve.no

Oktober 2024

Innhold

FORORD	5
SAMMENDRAG	6
1 INNLEDNING.....	7
1.1 Bakgrunn	7
1.2 Problemstillinger	7
1.3 Metode og data	8
2 HVA MENES MED KUNSTIG INTELLIGENS?	9
2.1 Entydig definisjon mangler	9
2.2 Hva er kunstig og intelligens?	9
2.3 Kunstig intelligens – begrep i utvikling	10
2.4 Fra maskinlæring til store språkmodeller	11
2.5 Kraftbransjens forståelse av KI	15
3 KI-BRUK I KRAFTFORSYNINGEN	18
3.1 Bruksområder og modenhet i dag	18
3.2 Vurdering av nytteverdien av KI	22
3.3 Framtidig bruk	25
4 UTFORDRINGER.....	28
4.1 Energibruk og bærekraft.....	28
4.2 Utfordringer	29
4.3 Risiko knyttet til modell og data	32
5 REGULERING OG VEILEDNING.....	36
5.1 EU AI Act og Data Act	36

5.2	Forventninger til NVE	37
6	KONKLUSJON.....	39
	REFERANSER	41
	VEDLEGG.....	44
	Totalt	44
	Store og små virksomheter	47
	Nett- og produksjonsselskap.....	50

Forord

Det har vært mye snakk om bruk av kunstig intelligens (KI) i Norge og i norsk kraftforsyning. NVE har hatt begrenset oversikt over kraftforsyningens anvendelser og holdninger til KI. Som følge av denne mangelen på oversikt har NVE gjennomført et utredningsprosjekt sommeren 2024.

Utredningen ble utført av to studenter med bakgrunn i kunstig intelligens og fornybar energi over en periode på seks uker denne sommeren. Arbeidet ble gjennomført i samarbeid med kollegaer i NVE.

Data ble samlet inn i perioden april-juni 2024 gjennom en spørreundersøkelse til KBO-enheter og personlige intervjuer med eksperter innen sektoren og akademien.

Rapporten viser at fagfeltet innen kunstig intelligens er omfattende og inkluderer mange forskjellige verktøy og teknologier, uten en entydig definisjon. Derfor blir utsagn om bruksområder som kun refererer til "KI" upresise. Forventninger til nytte og risiko må tolkes i lys av dette. Rapporten gir et første blikk inn i denne problemstillingen knyttet til tolkning av KI, kraftsektorens forventninger til nytte og mulig risiko ved bruk.

Utredningen gir inntrykk av at mange virksomheter er umodne i bruken av KI, selv om det også finnes virksomheter som er kommet langt i uttesting og har høstet erfaring. Det som treffer oss i NVE sterkest i denne studien er at mange etterlyser veiledning på hva som er forsvarlig bruk av KI i kraftforsyningen. Det er mange forventninger til fremtidig bruk av KI til mange fornuftige formål. Mange har klare ambisjoner på noen års sikt om økt bruk, selv om dagens tiltro til at man kan stole på KI er forbeholdt kun 2% av de som svarte på undersøkelsen. En utfordring som treffer mange, er manglende kompetanse på forsvarlig bruk av KI.

NVE vil ta med lærdommene fra denne utredningen i vårt videre arbeid med veiledning og regelutvikling. Vi vil takke KBO-enhetene for at de har bidratt i spørreundersøkelsen og intervjuer, og skapt et bedre kunnskapsgrunnlag på dette området.

Oslo, oktober 2024

Kristian Markegård
direktør
Tilsyn- og beredskapsavdelingen

Jon-Martin Storm
fungerende seksjonssjef
Seksjon for digital sikkerhet i kraftforsyningen

Dokumentet sendes uten underskrift. Det er godkjent i henhold til interne rutiner.

Sammendrag

Denne studien har reist flere spørsmål knyttet til bruk av kunstig intelligens (KI) i kraftforsyningen. Det finnes ikke en entydig og omforent definisjon av KI. Begrepet har eksistert i årtier og er fortsatt i utvikling. Det er vanskelig å lage et skille på hva som regnes som klassisk dataanalyse og hva som er KI. KI omtales som en teknikk, som et eget individ eller som en egenskap ved et system. I lovarbeid er det derimot viktigere med en definisjon slik at reguleringen blir korrekt og utvetydig.

I en spørreundersøkelse til 109 KBO-enheter i perioden 9.april-10.mai 2024 svarte 83 av KBO-enhetene på spørsmålene. De fleste i undersøkelsen (mer enn 60%) forstår KI som uttrekk og presentasjon av data, samt automatisering. Over halvparten av respondentene i undersøkelsen forstår KI som omdanning av tekst til bilde og video, noe som kan løse komplekse problemer, som statistikk, optimering og maskinlæring.

Majoriteten av de som har svart på spørsmålene (45%) bruker KI i dag til presentasjoner og foredrag, etterfulgt av 39% som bruker KI til problemløsning. De fleste (70%) av de som svarte, vurderer at de selv har lav modenhet i å bruke KI. Det er likevel mange (flere enn halvparten) som ser for seg å ta i bruk KI de nærmeste årene.

Majoriteten av de som svarte på spørsmålene (flere enn 85%) ser at KI kan gi nytteverdi innen tolkning av bilde og video fra droner, og når det gjelder effektivisering av vedlikehold. Over halvparten mener at KI kan være nyttig for å utvikle prognoser for marked og økonomi, samt prosess- og driftskontroll og IKT-sikkerhet. Disse svarene står i kontrast til svar på et annet spørsmål der bare 2% av respondentene mener at KI er til å stole på. Den lave tilliten kan kanskje ha sammenheng med at et flertall (67%) av respondentene peker på flere utfordringer med kontroll på datagrunnlaget og at man mangler tilstrekkelig kompetanse på forsvarlig og trygg bruk av KI. Mange (61%) peker på overdrevet tillit til nytten av KI og lite gjennomsiiktighet i beslutninger og logikk som utfordringer (58%).

Undersøkelsen tyder på at KI begrepet slik det er brukt de siste årene først og fremst har vært en «hype», med mye oppmerksomhet gjennom media og politikere. De som jobber direkte med KI sier det ikke har skjedd så mye nytt. De mener det er mer engasjementet for at KI skal tas i bruk, som har endret seg. Man har muligens fått for høye forventningee til hva KI kan gjøre i nærmeste fremtid. Svarene indikerer at det er de enkle algoritmene tilpasset spesifikke oppgaver som kommer til å gi mest nytte fremover, basert på flere utfordringer som sikkerhet, energibruk, forståelse og presisering.

Selv om det er ulik forståelse for hva KI er og at tilliten er lav, peker svarene på en positiv holdning til KI. Kunnskapen om energibruken og sikkerhet ved bruk av KI er fremdeles mangelfull. Det er ønsket at NVE kommer med retningslinjer for bruk av KI, spesielt når det kommer til sikkerhet og risiko.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Kunstig intelligens, forkortet som KI, er ofte i nyhetsbildet. KI blir gjerne framstilt som nytt og revolusjonerende og noe som er utviklet de siste årene. Det er også et tema i norsk kraftforsyning. Innenfor kraftforsyningen er diskusjonen rettet mot blant annet bedre beslutningstaking, effektivisering av drift og mer effektiv utnyttelse av nettet.

Ideen om kunstig intelligens kan spores tilbake til antikken med myter og historier. Den store endringen kom i 1940 da datamaskinen ble oppfunnet og i 1956 ble begrepet kunstig intelligens tatt i bruk for første gang på et arbeidsseminar på Dartmouth College, USA. Begrepet maskinlæring kom rundt 1990, og dyp-læring i 2012. Rundt 2020 kom generativ KI og investeringene i KI økte betydelig (Wikipedia, 2024).

Utviklingen av generativ KI med analyse av store datamengder er blitt mulig som følge av utviklingen av internettet, forbedringen av regnekapasiteten (prosessorkraften) i datamaskinene og elektrifiseringen, og her står vi nå: ChatGPT ble lansert i november 2022 og markerer gjennombruddet for generativ kunstig intelligens. Generativ KI er en fellesbetegnelse på en type kunstig intelligens som kan skape unikt innhold – alt fra tekst og lyd til bilder og videoer, basert på eksisterende data. Dermed kan maskiner skape innhold og delta i diskusjoner.

1.2 Problemstillinger

Den norske strategien for kunstig intelligens kom 14. januar 2020 (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2020). Strategien forklarer hva KI er og beskriver noen områder hvor det blir viktig for Norge å utnytte de mulighetene KI gir. Det er store forventninger til nytten av KI. I 2024 gikk digitaliseringsminister Karianne Tung ut med et mål om at 80% av offentlig sektor skal bruke KI innen 2025. Offentlige ansatte skal bruke mindre tid på rutinepregede oppgaver, slik at de kan bruke mer tid på oppgaver de er spesielt gode til. På spørsmål fra NRK om de som bare bruker ChatGPT skal telles i de 80 prosentene, svarte statsråden bekreftende (Muhaisen, 2024). Vi stiller spørsmålene:

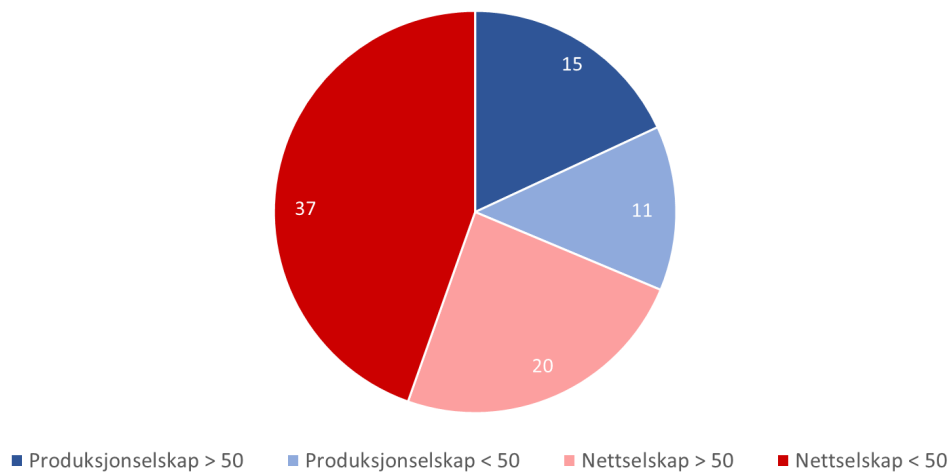
- Hva menes med *KI* når det brukes i politiske utspill som utspillet fra digitaliseringsministeren, og hva snakker ulike aktører egentlig om når begreper som *maskinlæring*, *generativ KI* og *nevralt nettverk* brukes i ulike sammenhenger?
- Hva er forståelsen av KI i kraftforsyningen?
- Hvilke anvendelser har KI i dag i kraftforsyningen og hva slags oppgaver vil KI kunne løse i fremtiden?
- Hvilken nytte vil KI kunne gi for kraftforsyningen, og hva slags utfordringer kan oppstå?

1.3 Metode og data

Rapporten svarer på spørsmålene som er reist i underkapittel 1.2 ved bruk av litteraturanalyse, beskrivende statistikk og kvalitativ analyse av personlige intervjuer:

1. litteraturanalyse av utvalgte offentlige rapporter og andre skriftlige kilder, se litteraturlisten.
2. beskrivende statistikk basert på en spørreundersøkelse sendt ut 9.april med svarfrist 10.mai 2024 til 109 virksomheter i kraftforsyningen der vi fikk 83 svar, se vedlegg til rapporten. Til disse svarene bruker vi begrepet «respondenter» om de som svarte på undersøkelsen.
3. kvalitative intervjuer med syv representanter fra nettselskap, produksjonsselskap, leverandører og akademia. Hvert intervju hadde en varighet på ca. 30 minutter. Vi bruker «informanter» om disse personene.

Fordelingen av respondenter på ulike kategorier er vist i Figur 1-1.



Figur 1-1 Antall respondenter i spørreundersøkelsen fordelt etter kategori, N= 83

I neste kapittel diskuterer vi begrepet kunstig intelligens med mål om å få en bedre forståelse av hva dette er.

2 Hva menes med kunstig intelligens?

2.1 Entydig definisjon mangler

Filosofar og science fiction-forfattere har lenge lekt seg med tanken på intelligente maskiner. Det er først i de senere årene at intelligente maskiner har blitt en realitet med begrepet *kunstig intelligens*, men hva betyr det egentlig?

I Norge brukes begrepet Kunstig Intelligens (KI) og det engelske Artificial Intelligence (AI) om hverandre. I våre nærmeste naboland er det begrepet *AI* som dominerer, men i Norge står det norske begrepet *KI* sterkest. Språkrådet anbefaler generelt å bruke norske begreper når man kan, og i 2023 kåret de *KI-generert* til årets ord. (Språkrådet, 2023).

Begrepet *KI* brukes på forskjellige måter. Det kan for eksempel bli sagt at “forskere vil bruke *KI* til å...”, hvor *KI* omtales som en teknikk eller et slags verktøy. I andre sammenhenger omtales *KI* som et eget individ, som når det blir sagt at noe er “skrevet av en *KI*”. Et system kan *ha* *KI*, som en egenskap, eller systemet kan *være* kunstig intelligent.

Det finnes ingen definisjon av kunstig intelligens som alle er enig om. Definisjoner strekker seg fra hvordan data behandles for å oppnå mål, til å lene seg på begrepene *kunstig* og *intelligens*, som igjen er vanskelige å definere.

2.2 Hva er kunstig og intelligens?

Hva som kreves for at noen eller noe kan kalles *intelligent*, kan fort bli en filosofisk diskusjon, og forståelsen av begrepet er kanskje ikke det samme i dag som for hundre år siden. Mange oppgaver vi tidligere trodde var forbeholdt mennesker, har blitt overtatt av maskiner. Samtidig føler vi at det er noe unikt med den menneskelige hjernen, og at menneskelige følelser, kreativitet og intelligens aldri helt vil kunne gjenskapes i et dataprogram. Etter hvert som maskiner blir i stand til å utføre nye intelligente oppgaver, flyttes forståelsen vår av hva det vil si å være intelligent. Vi skal ikke gå dypt inn i intelligens-begrepet, men nøyer oss foreløpig med denne formuleringen fra Store norske leksikon: *...menneskers evner til oppfattelse, tenkning og problemløsning* (Store norske leksikon, 2024).

Selv med en fornuftig definisjon av *intelligens*, står vi igjen med utfordringen å definere begrepet *kunstig*. Vi tar en snarvei også her, og bruker definisjonen fra Det norske akademis ordbok: *laget av mennesker eller maskiner som erstatning for eller etterligning av noe naturlig, et naturprodukt eller en naturlig prosess*. (NAOB, u.d.)

Som et utgangspunkt kan vi altså si at kunstig intelligens handler om å lage noe som etterligner menneskers evne til oppfattelse, tenkning og problemløsning.

Stuart Russell og Peter Norvig sin bok *Artificial intelligence: A Modern approach* (Russell & Norvig, 2022) er en av de mest brukte lærebøkene i *KI*. I boka skilles det mellom fire

forskjellige tilnærminger til KI, basert på to viktige skiller: Om man vurderer intelligens ut ifra *menneskelige* egenskaper, eller om man bruker intelligens-begrepet i betydningen *rasjonalitet*, hvor intelligens handler om å ta den riktige eller beste beslutningen. Det andre skillet går mellom *tanke* og *adferd*. Må prosessen til et system være intelligent, eller holder det at systemet oppfører seg intelligent? Ifølge Russell og Norvig har KI-fagfeltet hovedsakelig dreiet seg om å lage systemer som *gjør det som er riktig*. (Russell & Norvig, 2022, s. 22). Det har altså vært et hovedfokus på intelligens som *rasjonalitet* og intelligens som kommer til uttrykk gjennom *adferd*.

2.3 Kunstig intelligens – begrep i utvikling

Begrepet *kunstig intelligens* ble først brukt av John McCarthy i 1955, og har siden den gang vært et fagfelt innen datavitenskap. Det sentrale målet innen dette fagfeltet er å gjenskape menneskelig intelligens i maskiner. I tillegg har en del av KI-forskningen handlet om å bruke maskiner til bedre å forstå menneskelig intelligens. Dette kommer tydelig frem i Dr. Ashok Goel (Faggella, 2018) sin definisjon:

Artificial Intelligence is the science of building artificial minds by understanding how natural minds work and understanding how natural minds work by building artificial minds.

John McCarthy selv definerte begrepet slik:

It is the science and engineering of making intelligent machines, especially intelligent computer programs. It is related to the similar task of using computers to understand human intelligence, but AI does not have to confine itself to methods that are biologically observable. (Manning, 2020).

For de som utvikler og jobber med kunstig intelligens, er de konkrete oppgavene man forbinder med intelligens, som bildegjenkjenning eller naturlig språkprosessering, viktigere enn presise definisjoner. Når KI derimot skal inn i lovverk og handlingsplaner, bør man ha klart for seg hva det er snakk om.

I den norske regjeringens *Nasjonal strategi for kunstig intelligens* (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2020), ble definisjonen formulert av EUs ekspertgruppe innen kunstig intelligens (HLEG) fra 2019 lagt til grunn:

Kunstig intelligente systemer utfører handlinger, fysisk eller digitalt, basert på tolkning og behandling av strukturerte eller ustrukturerte data, i den hensikten å oppnå et gitt mål. Enkelte KI-systemer kan også tilpasse seg gjennom å analysere og ta hensyn til hvordan tidligere handlinger har påvirket omgivelsene.

Denne definisjonen inneholder ikke begrepet *intelligens*, og den spesifiserer heller ikke at det gjelder maskiner. Den omtaler systemer. Inga Strømke, Norges kanskje mest kjente KI-ekspert, er ikke fornøyd med EUs definisjon og mener at den blant annet dekker både mennesker og nettsider. I sin bok *Maskiner som tenker* (Strømke, 2023), skriver hun at man må ta utgangspunkt i sin egen forståelse av hva intelligens er, og kommer med denne definisjonen:

... kunstig intelligens er et fagfelt innen datavitenskap med formål å utvikle maskiner som evner å oppføre seg intelligent. (Strømke, 2023, s. 41).

Etter 2019 har EU kommet med en mer spisset definisjon i sitt nye regelverk AI Act som trer i kraft fra 2025. I AI Act (European Parliament, Council of the European Union, 2024), eller EUs forordning om kunstig intelligens på norsk, defineres KI slik:

‘AI system’ means a machine-based system that is designed to operate with varying levels of autonomy and that may exhibit adaptiveness after deployment, and that, for explicit or implicit objectives, infers, from the input it receives, how to generate outputs such as predictions, content, recommendations, or decisions that can influence physical or virtual environments. (European Parliament, Council of the European Union, 2024, s. 46)

Dette viser at KI som begrep er i utvikling. Tidlig KI-utvikling handlet ofte om å programmere nok «if-then»-betingelses-regler og ha nok data til at systemet fremstod som intelligent. Kunnskap og lærdom i programmet måtte altså skrives inn eksplisitt som regler av et menneske. Denne typen «tradisjonell» kunstig intelligens kalles gjerne *symbolsk KI*, eller *Good Old Fashioned AI (GOFAI)* på engelsk¹.

Stadige gjennombrudd i KI-teknologi, sammen med det økende behovet for tydelig regelverk gjør at begrepet har behov for nye definisjoner. Samme som med utviklingen av intelligens-begrepet, er KI-begrepet i bevegelse etter hvert som maskiner brukes til å løse nye oppgaver. Er en maskin som kan slå mennesker i sjakk *intelligent*? Man ville kanskje sagt det for noen tiår siden, mens man i dag kan hevde at intelligens er noe mer generelt. Sjakkroboten kan *bare* spille sjakk, mens en menneskelig sjakkspiller kan bruke sin intelligens på mange områder som ikke har noe med sjakk å gjøre.

2.4 Fra maskinlæring til store språkmodeller

Maskinlæring er en underkategori av KI, der maskiner lærer *på egen hånd* fra data. KI er til sammenligning den overordnede betegnelsen på et hvert system som oppfører seg intelligent (hvis vi bruker Strümkes enkle definisjon). Når det snakkes om kunstig intelligens i dag, er det som oftest maskinlæring det er snakk om. Et system kan oppføre seg intelligent selv om det ikke har lært noe på egen hånd.

Maskinlæring deles gjerne inn i tre kategorier: Ikke-veiledet læring (unsupervised learning), veiledet læring (supervised learning), og forsterkende læring (reinforcement learning).

¹ Et eksempel på KI som ikke er maskinlæring, er Deep Blue, IBMs sjakkcomputer som i 1997 ble den første datamaskinen til å slå en regjerende verdensmester i sjakk. Deep Blue var i stor grad hardkodet med et enormt bibliotek av tidligere sjakkpartier, men kunne ikke utvikle seg ved å lære fra egne partier. Et annet eksempel er en enkel chatbot som leverer forhåndsskrevne svar basert på nøkkelord i input fra brukeren. Dette er en form for kunstig intelligens, men den har ikke lært noe på egen hånd. Tidligere sjakkprogrammer som Deep Blue var utviklet i samarbeid med sjakkeksperter og krevde stor teoretisk kunnskap om tidligere sjakkpartier og strategier. De beste sjakkprogrammene i dag er utviklet ved hjelp av forsterkende læring. AlphaZero (Silver, et al., 2017) ble i 2017 den overlegent beste sjakkspilleren i verden ved å spille 44 millioner partier med seg selv i løpet av noen timer, uten noe annen forkunnskap enn spillereglene.

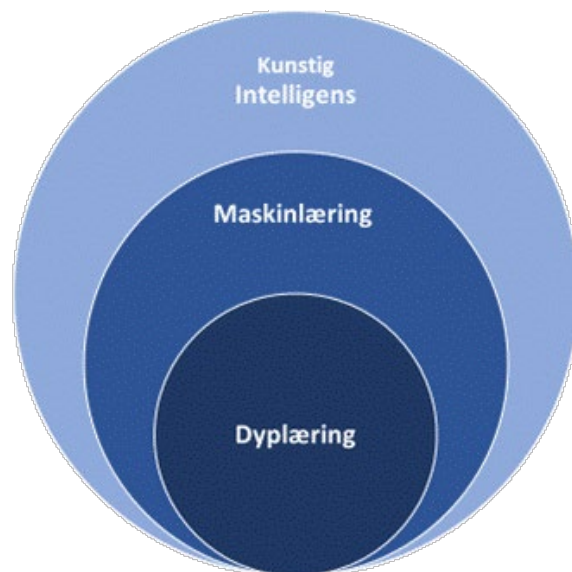
Ikke-veiledet læring bruker datasettet som ikke er merket, og maskinen må selv finne mønstre og sammenhenger i dataen. En typisk oppgave i denne typen maskinlæring er *clustering*, som går ut på å danne grupper av umerket data. Dette kan brukes til å finne kundesegmenter for å lage anbefalingssystemer, eller kategorisere strømkunder etter når på døgnet de bruker mest strøm. (Glitre Nett, 2024).

Veiledet læring bruker merket data til å lære et program. Hvert dataobjekt i et datasett er merket med "fasit", og programmets mål er å lage en funksjon som kan forutsi fasiten. Veiledet læring brukes til to typer oppgaver: **Regresjon** og **klassifisering**. Hvis programmets oppgave er å bestemme en tallverdi, for eksempel lufttemperatur eller nedbørsmengde, kalles oppgaven for regresjon. Hvis programmet skal bestemme en kategori, som elg/bjørn/hund, solskinn/overskyet/regnvær eller ja/nei, er oppgaven klassifisering. (Russell & Norvig, 2022, s. 670).

Veiledet læring krever mye forarbeid når det kommer til data. Data må samles inn, den må undersøkes og identifisere hva som er relevant ('feature engineering'). Hvert dataelement må merkes. Hvis man skal trene en modell, for eksempel oppdage feil i strømmettet ut ifra dronebilder (SINTEF, u.d.), trenger man noen tusen bilder av strømledninger og stolper, og hvert bilde må være merket med hva som kategoriseres som feil og ikke feil, for eksempel 'ok' eller 'feil'.

Når læring skjer ved at en modell interagerer med og utforsker et miljø, kalles dette **forsterkende læring**. Dette kan for eksempel være en fysisk robot som lærer seg å bevege seg i ukjent terreng, eller et program som lærer seg å spille sjakk. Tilbakemelding gis i form av belønning ut ifra et gitt mål. Målet for den fysiske roboten kan være å bevege seg uten å krasje eller velte, mens sjakkroboten har som mål å vinne sjakkpartier.

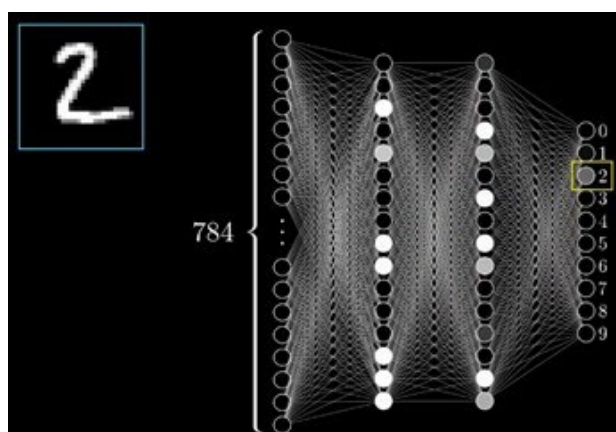
Dyplæring (deep learning) er en underkategori av maskinlæring, og handler om å lære en maskin til å løse oppgaver som er lette for oss mennesker, men veldig kompliserte for en datamaskin. Oppgaver som å oppfatte og forstå talespråk eller gjenkjenne gjenstander i bilder gjør vi mennesker intuitivt, men dette er svært krevende for en maskin. Dyplæring handler om å få maskinen til å lære gjennom å bygge på det den allerede vet, og danne kunnskap ved at nye konsepter defineres ved hjelp av enklere konsepter, slik mennesker lærer (Goodfellow, Bengio, & Courville, 2016). Figur 2-1 gir et enkelt bilde på sammenhengen mellom kunstig intelligens, maskinlæring og dyplæring.



Figur 2-1 Sammenhengen mellom Kunstig intelligens, maskinlæring og dyplæring

I kjernen av dyplæring er **nevrale nettverk**, en type teknikk eller modell som er inspirert av menneskehjernen. Målet med et nevral nettverk er at modellen skal lære ulike egenskaper ved dataen gjennom flere *lag* med nevroner. Nevronene, eller *nodene*, i et nevral nettverk består av matematiske funksjoner som tar imot data fra nodene i forrige lag og sender videre en ny verdi til neste lag. Nevrale nettverk brukes i klassisk maskinlæring, men det som er spesielt for dyplæring, er såkalte *dype* nevrale nettverk. Nevrale nettverk i tradisjonelle maskinlæringsmodeller har gjerne ett til to lag mellom inndata og utdata, mens dype nevrale nettverk kan ha alt fra tre til flere tusen lag (IBM, 2024).

Et vanlig eksempel på et nevral nettverk er en modell som er trent til å gjenkjenne håndskrevne tall. Når modellen får inn et bilde av et 2-tall som på figuren nedenfor, vil den kanskje i første lag gjenkjenne grove elementer, som kanter. I neste lag vil finere detaljer som buer og hjørner oppdages. Det siste laget består av ti noder som representerer tallene 0-9, og hver node inneholder en verdi som forteller sannsynligheten for at bildet viser det aktuelle tallet.



Figur 2-2 Nevral nettverk. Et bilde av et håndskrevet 2-tall sendes gjennom lagene med noder i nettverket. Det siste laget viser at det er størst sannsynlighet for at inndataen er '2'. (3Blue1Brown, 2017).

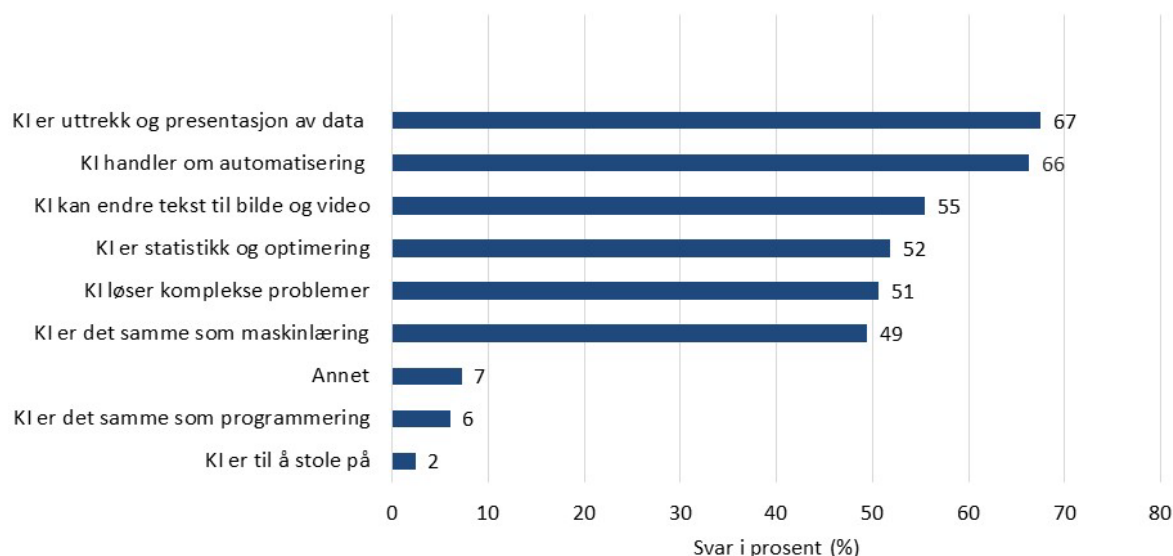
I dette relativt enkle eksempelet tar modellen inn gråskala-verdier som angir hvor på skalaen fra sort til hvitt hver piksel befinner seg. Dette bildet har 28x28 piksler, som gir totalt 784 inndata-verdier. Hvis en modell skal gjenkjenne en hund eller katt på et bilde, kreves langt større oppløsning. Hvis bildet er i farger, må modellen ta inn tre verdier for hver piksel. Eksempelet illustrerer hvor mye data som må til for å løse det som er en enkel problemstilling for oss mennesker.

For at modellen skal kunne oppføre seg som man ønsker, må den lære gjennom **trening**. Denne prosessen er essensiell i all maskinlæring og består i korte trekk av at man ved hjelp av en **tapsfunksjon** regner ut en verdi som forteller hvor godt modellen løser oppgaven, og bruker denne verdien til å justere modellens **parametere**. Dette gjentas i flere omganger, til man har oppnådd ønsket resultat. I et nevralt nettverk er parameterne de såkalte «vektene», som er tall som angir hvor sterk forbindelsen er mellom to noder. Hver node i et lag sender sin utdata-verdi til hver node i neste lag, men det er den unike vekten noden har til hver av de neste nodene som avgjør hvor mye denne verdien har å si for neste node. I et ferdig trent nettverk har alle parameterne (vektene) blitt justert til verdier som gjør at modellen predikerer riktig håndskrevet tall, hvis det er oppgaven. I nettverket ovenfor har man et inndatalag på 784 noder, to lag på 16 noder og et utdata-lag på 10 noder. Hver node i første lag har en vekt til hver node i neste lag, som gir $784 \times 16 = 12544$ vekter mellom første og andre lag. Totalt har dette enkle nettverket 12960 vekter, som alle må justeres gjennom trening.

Store språkmodeller som ChatGPT består av flere hundre milliarder parametere. (Chude, 2023). Denne typen KI går under det vi kaller **generativ KI**. Dette er modeller som har som mål å skape ny troverdig data basert på eksisterende data. Modellene kan altså produsere bilder, lyd, tekst etc. som *likner* eksisterende verker, uten at det er rene kopier. Det er innen generativ KI man har sett de største gjennombruddene de siste årene, og dette er en viktig del av grunnen til den økende oppmerksomheten rundt KI. Selv om det finnes enklere generative modeller, er de avanserte modellene vi ser i dag basert på dyplæring.

2.5 Kraftbransjens forståelse av KI

Begrepene KI og maskinlæring benyttes om hverandre, og i spørreundersøkelsen svarte i underkant av 50% at KI er det samme som maskinlæring. Figur 2-3 viser en oversikt over ulike tolkninger av KI.



Figur 2-3 Kraftbransjens forståelse av KI. Hvor enig er du i følgende påstander? N=83. Svar i prosent. Flere svar mulig

Svarene viser at 67% av respondentene oppfatter KI som noe som bidrar til å trekke ut og presentere data, og 66% mener at KI handler om automatisering. I noen av dybdeintervjuene ble det sagt at KI hovedsakelig handler om store datamengder, og at det er mengden data som skiller KI fra annen datateknologi. I kraftbransjen har det for eksempel vært brukt sensorer i kontrollsystemer lenge, men i dag er KI nødvendig «for ikke å drukne i data». Omtrent halvparten av respondentene ser på KI som statistikk og optimering.

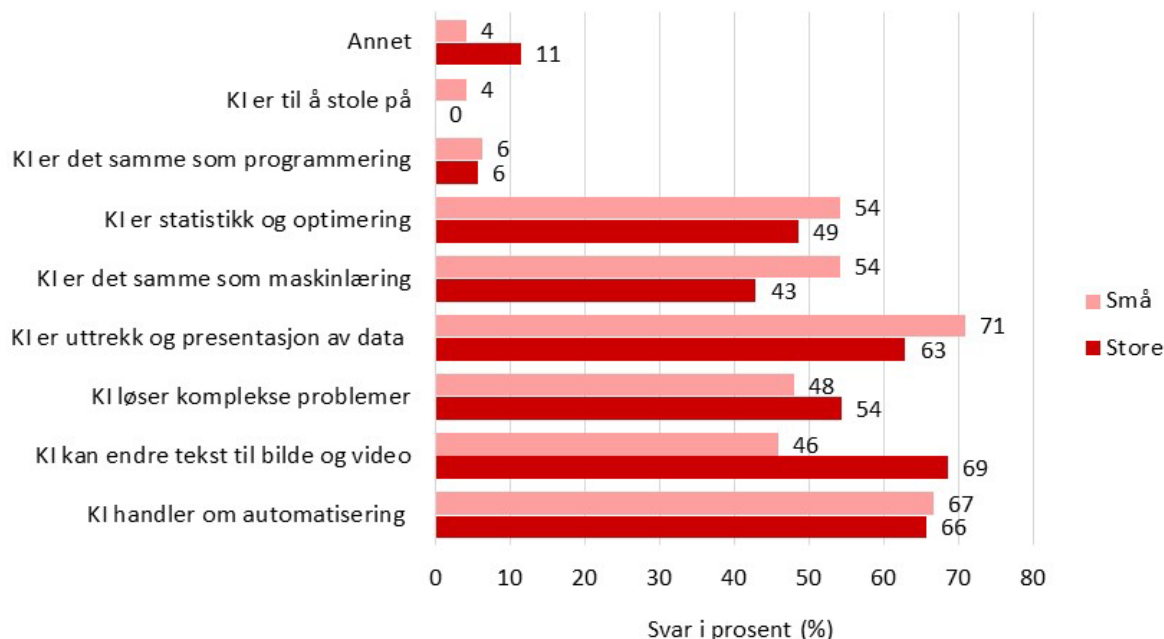
Dybdeintervjuene ga inntrykk av at informantene hadde en felles overordnet forståelse av hva KI er og hvordan KI kan brukes. Dette kan ha å gjøre med at vi stort sett intervjuet personer i eller med tilknytning til bedriftenes IT-avdeling. Det er likevel variasjon i hvilke begreper som brukes og hvordan ulike begreper tolkes og brukes.

Flere av informantene trakk fram et hovedskille mellom analytisk og generativ KI, der analytisk KI handler om prediksjon og beslutningsstøtte basert på data, mens generativ KI stort sett er chatbots og bildegenerering. Selv om analytisk KI ikke er et utbredt begrep i faglitteraturen, dukker begrepet opp i andre sammenhenger, blant annet hos Dragana Trifunovic i Digital Norway (Digital Norway, 2024), som mener dette skillet er nyttig for KI i arbeidslivet. Enkelte av informantene setter likhetstegn mellom analytisk KI og maskinlæring, og mener at «KI» bare refererer til den generative delen.

Noen informanter beskrev KI som et uklart begrep, og de hevdet at mange begreper innen KI er flytende og at betydningen endres med teknologien. Flere nevnte at KI er et «buzz-ord» eller en «hype», og noe som mange i industrien føler seg tvunget til å bruke,

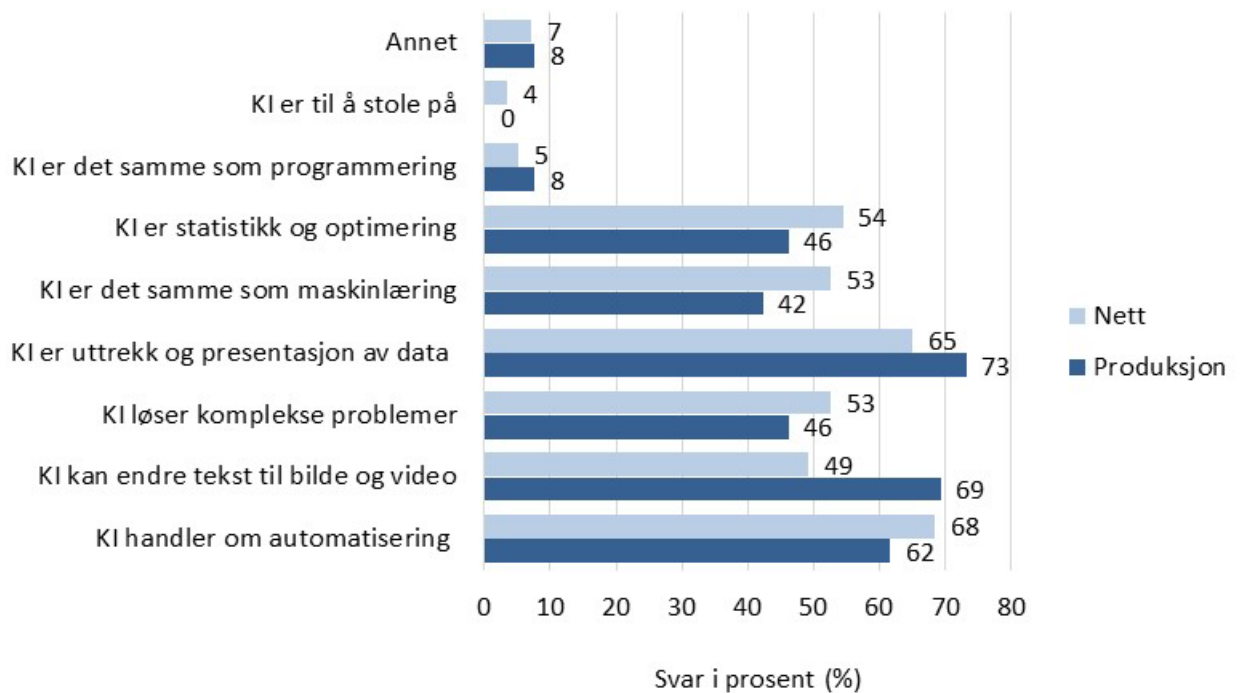
ofte uten å forstå hva det egentlig innebærer. Noen informanter hevdet at enklere maskinlæringsmodeller er mest relevante for kraftsektoren, og at man ikke kan forvente samme gjennombrudd i «analytisk KI» som i generativ KI.

Den ulike forståelsen av begrepet KI fordelt mellom store og små virksomheter er vist i Figur 2-4.



Figur 2-4 Kraftbransjens forståelse av KI. Hvor enig er du i følgende påstander? Delt i store virksomhet (N=35) og små virksomheter (M=48). Svar i prosent. Flere svar mulig

Forståelsen av begrepet KI er vist for nettselskap og produksjonsselskap i Figur 2-5. Figurene 2-4 og 2-5 viser at det er lite skille på forståelsen av hva KI er, både for store og små virksomheter, og for nettselskaper og produksjonsselskaper. Det er størst enighet om at KI handler om automatisering. Blant store virksomheter svarer flest (69%) at KI handler om å endre tekst til bilde og video. Blant små virksomheter svarer flest (71%) at KI handler om uttrekk og presentasjon av data.



Figur 2-5 Kraftbransjens forståelse av KI. Hvor enig er du i følgende påstander? Delt i produksjonsselskap (N=26) og nettselskap (M=57). Svar i prosent. Flere svar mulig

Det er få som sier at KI er til å stole på. Kun 4% av små virksomheter og 4% av nettselskap har svart at KI er til å stole på. Blant de andre gruppene har ingen svart at KI er til å stole på.

Totalt er det kun 2% av respondentene som mente at KI er til å stole på, noe som er en interessant observasjon. Dette leder oss inn på kraftbransjens bruk av KI. Når tilliten er så lav, hva brukes KI til og hva er nytten av KI? Dette diskuteres nærmere i neste kapittel.

3 KI-bruk i kraftforsyningen

3.1 Bruksområder og modenhet i dag

Med økende digitalisering av samfunnet står kraftsektor ovenfor en stor utfordring ved å produsere og levere nok strøm etter behov. Dette tvinger sektoren til å finne nye og moderne løsninger som kan effektivisere strømforsyningen. I dag samles det inn mye data fra kraftsystemene som ikke blir godt nok utnyttet på grunn av manglende systemer og kapasitet. En løsning på dette kan være KI, siden maskinlæring har muligheten til å analysere store mengder data på kort tid og generativ KI kan trenes til å ta egne beslutninger. Flere virksomheter i kraftforsyningen har begynt å utforske mulighetene til KI og funnet flere områder hvor KI kan være til nytte.

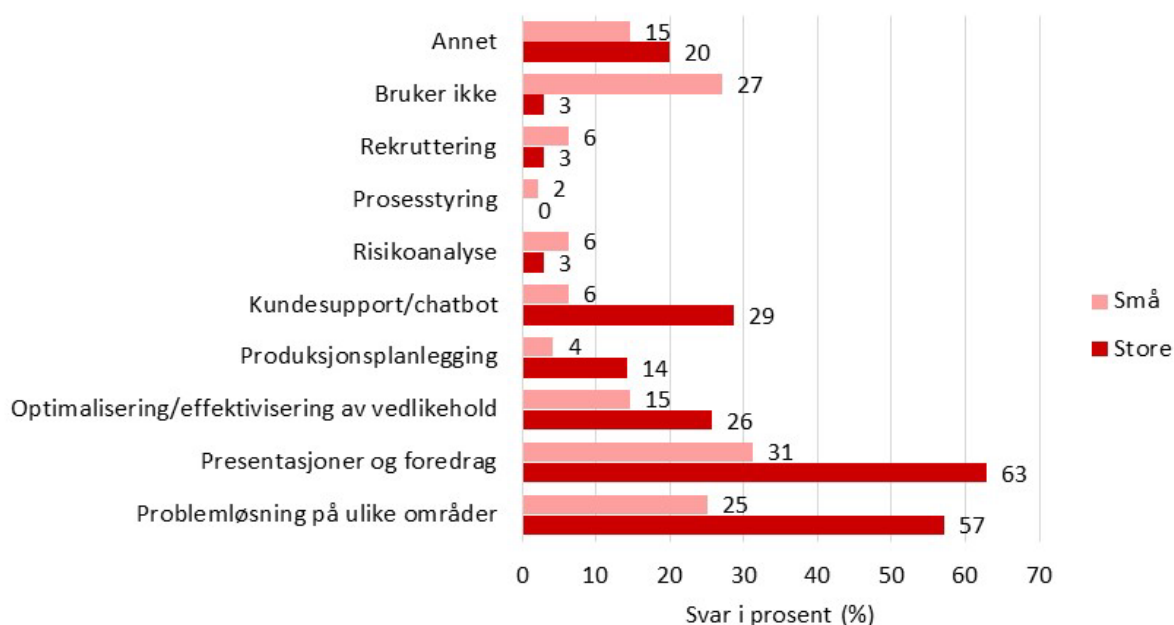


Figur 3-1 Bruksområder for KI, N=83, flere svar mulig

De samlede svarene fra spørreundersøkelsen er vist i Figur 3-1. Figur 3-1 viser at 45% virksomhetene benytter KI til presentasjoner og foredrag, mens 39% bruker det til problemløsning på ulike måter.

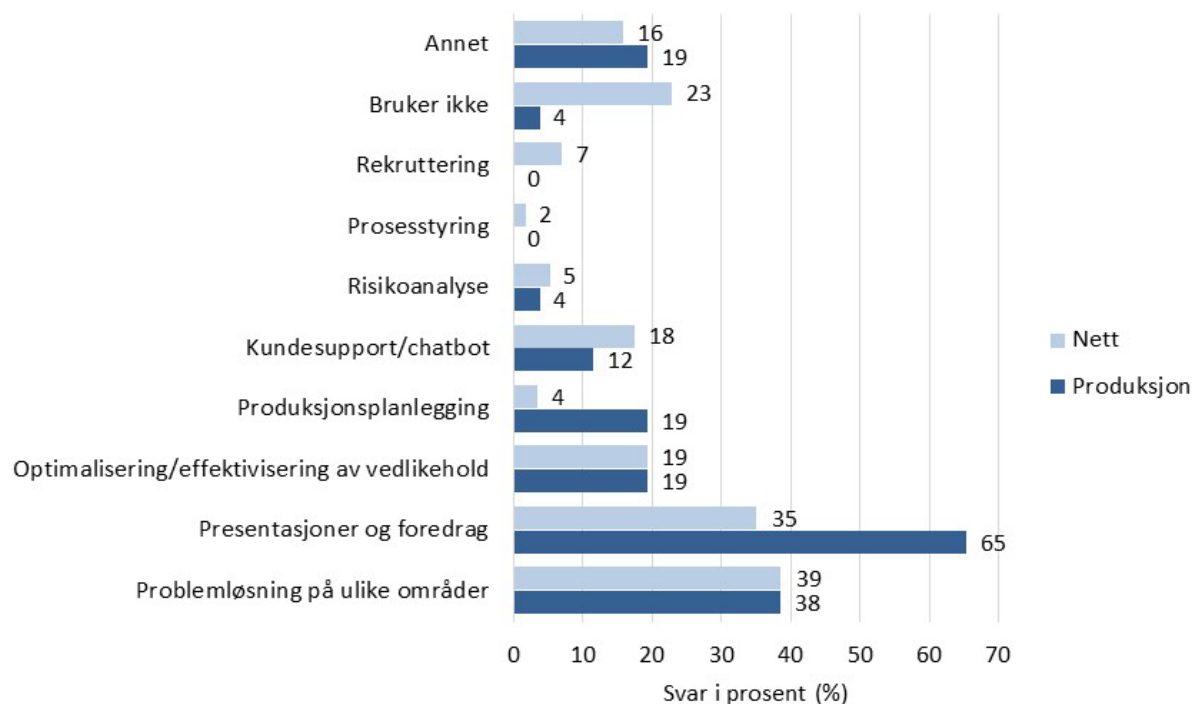
Bare 16% av respondentene i spørreundersøkelsen svarer at de faktisk bruker KI til kundesupport/chatbots i dag. I dybdeintervjuene bekreftet informantene at KI blir mye brukt til administrativ hjelp og kundestøtte. Flere av informantene brukte språkmodeller for kundesupport i form av chatbots. Hos ett nettselskap har bruk av chatbots redusert saksbehandlingstiden med 89%. Fra et annet nettselskap fortalte en informant at de bruker KI til å tilpasse kunde profiler ved å analysere forbruksmønstre og tariffpåvirkninger til kundene og for å identifisere kunder for fleksibilitetsregulering.

17% av virksomheten bruker KI på andre områder enn de foreslåtte svaralternativene. Dette inkluderer bruk til IKT-sikkerhet, nettverksdrift, tekstutdrag, sikkerhetsarbeid, ERP (ressurs-planlegging)-automatisering, tekstprosessering, siem-overvåkning (sikkerhetsovervåkning), feilsøking og IT-sikkerhetsopplæring av ansatte. En like stor andel (17%) bruker ikke KI.



Figur 3-2 Bruksområder for KI, delt i små virksomheter (N=48) og store virksomheter (N=35), flere svar mulig

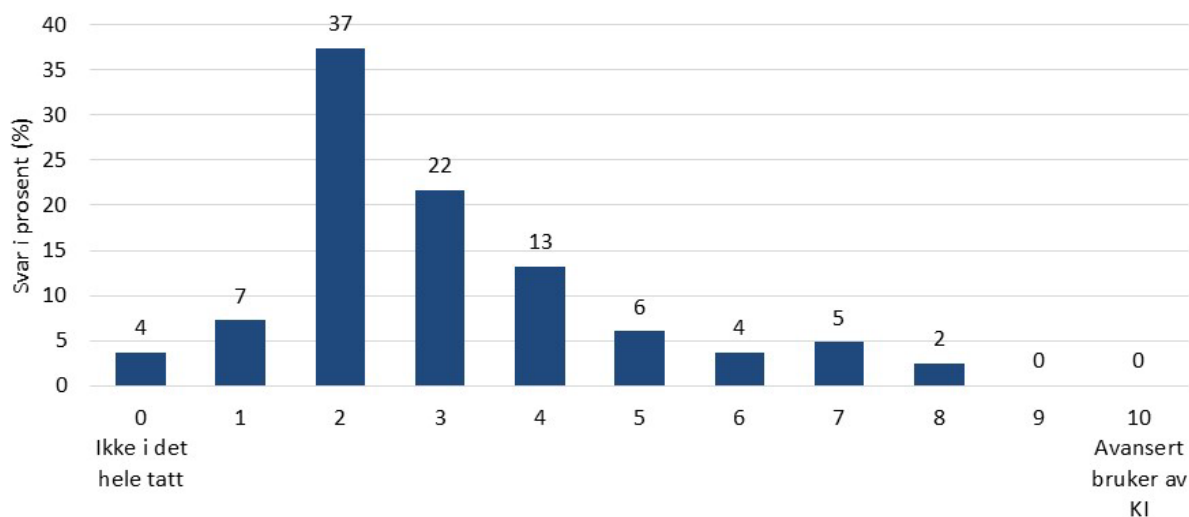
Figur 3-2 viser at det er merkbare forskjeller i hvordan store og små virksomheter bruker KI. Sammenlignet med små virksomheter, er det en større andel av store virksomheter bruker KI til problemløsning (57%), presentasjoner og foredrag (63%) og kundesupport (29%). Blant de store virksomhetene er det bare 3% som svarer at de ikke bruker KI, mot 27% blant de små virksomhetene.



Figur 3-3 Bruksområder for KI, delt i nettselskap (N=57) og produksjonsselskap (M=26), flere svar mulig

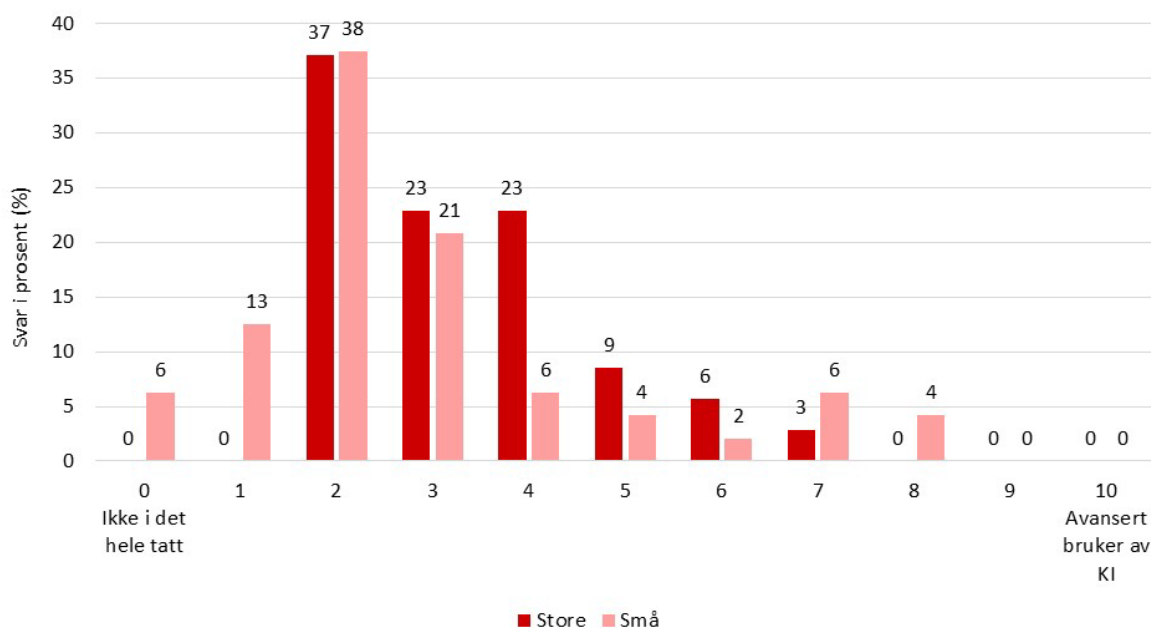
Figur 3-3 viser at en større andel produksjonsselskaper bruker KI til presentasjoner og foredrag (65%) og produksjonsplanlegging (19%), sammenlignet med nettselskap (35% og 4%). For de andre bruksområdene er det ganske lik bruksandel. Blant nettselskap svarer hele 23% at de ikke bruker KI, mot 4% blant produksjonsselskap.

Figur 3-4 Egenvurdering av modenhet i bruk av KI, N= 81



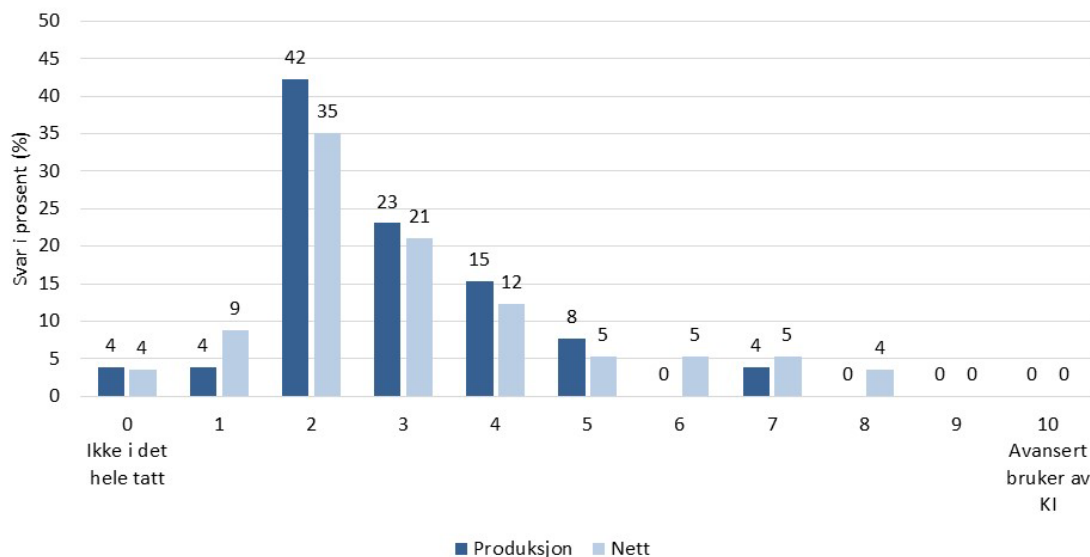
Figur 3-4 viser at majoriteten av respondentene vurderer at virksomhetene foreløpig er lite moden for bruk av KI. 37% av respondentene gir seg selv en 2-er på en

modenhetsskala fra 0-10, der 0 er betyr ikke moden i det hele tatt og 10 betyr avansert bruker.



Figur 3-5 Egenvurdering av modenhet i bruk av KI, delt i store virksomheter (N=35) og små virksomheter (M=48)

Selv om figuren viser liten modenhet for bruk av KI i virksomhetene er det større modenhet hos store virksomheter enn hos små, se Figur 3-5. De små virksomhetene har høyest svarprosent på modenhetsnivå 7 (6%) og 8 (4%), og det er alene om å svare at de ikke er modne i det hele tatt (6%) og har lav modenhet (13%).



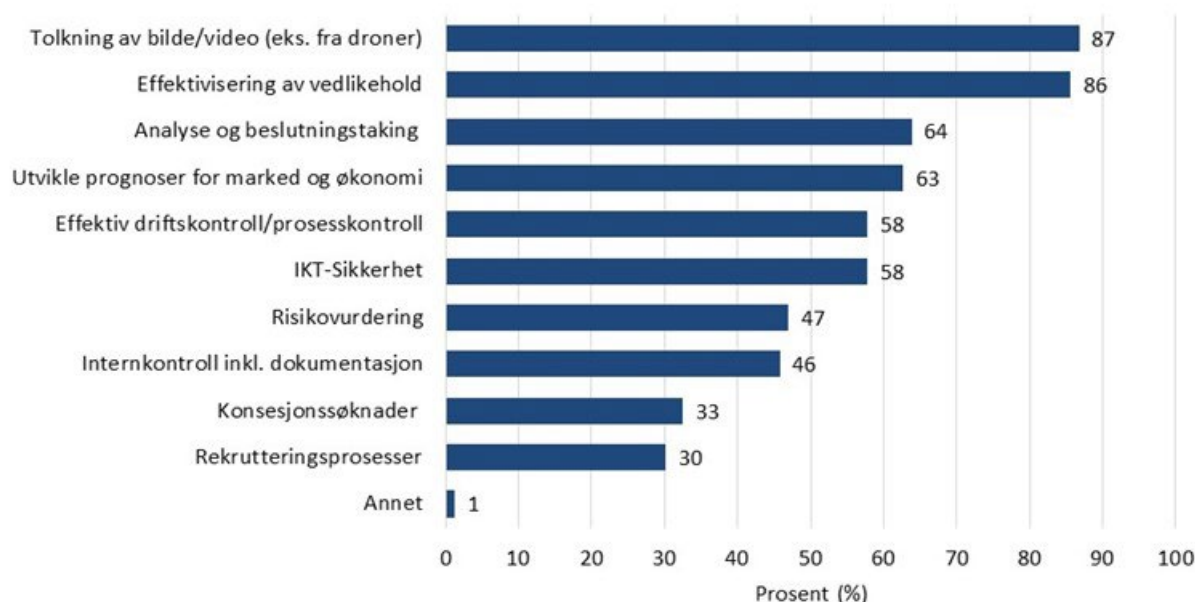
Figur 3-6 Egenvurdering av modenhet i bruk av KI, delt i produksjonsselskap (N=26) og nettselskap (M=57)

Figur 3-6 viser at det er ganske lik modenhet for produksjons- og nettselskap, med flest svar på modenhetsskalaen 2 og 3. Sammenlignet med produksjonsselskapene er det en større andel blant nettselskapene som vurderer sin modenhet til 6 eller høyere.

Fra dybdeintervjuene kom det frem at det er stor mangel på kompetanse innad i selskapene. Det jobbes med å ansette personer med riktig kompetanse og å gi generell opplæring innad i selskapet. Informantene sa også at nesten alt av KI er i er forskning- og utprøvingsstadium, og vi ligger langt bak resten av Europa. Vi hadde hatt mye nytte av å lære av EU. Det var også flere som sa de var usikre på riktig og forsvarlig bruk av KI, og hva som i det hele tatt kategoriseres som KI. Ingen av de vi snakket med sa at de brukte KI til å utføre oppgaver direkte i kraftsystemet. De eneste områdene hvor KI ble brukt var chatbots eller hjelpeprogram som ChatGPT og Microsoft Co-pilot.

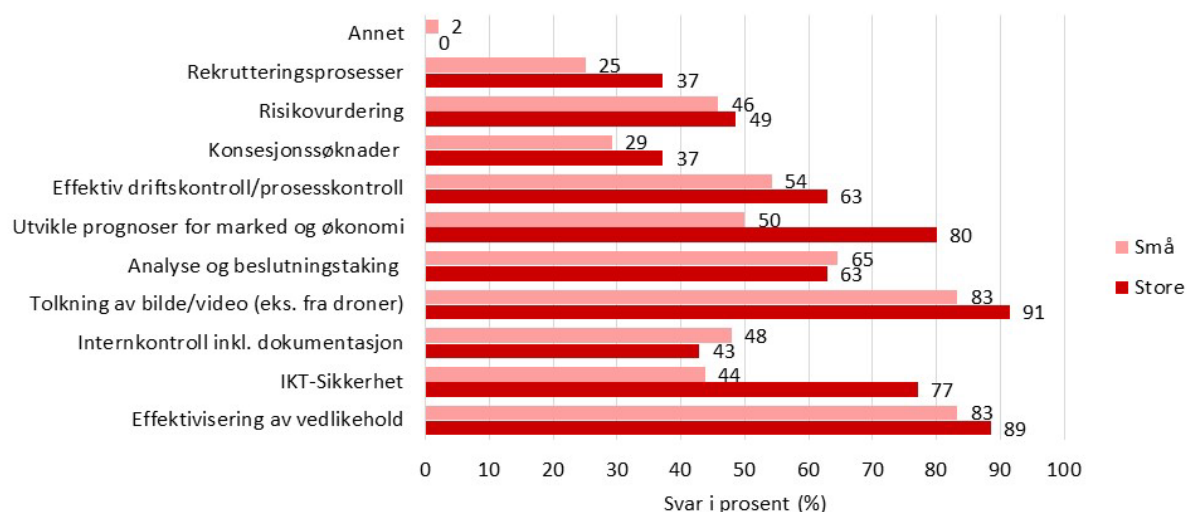
3.2 Vurdering av nytteverdien av KI

Respondentene svarte også på spørsmål om deres synspunkter på nytten av KI. Svarene er gitt i Figur 3-7.



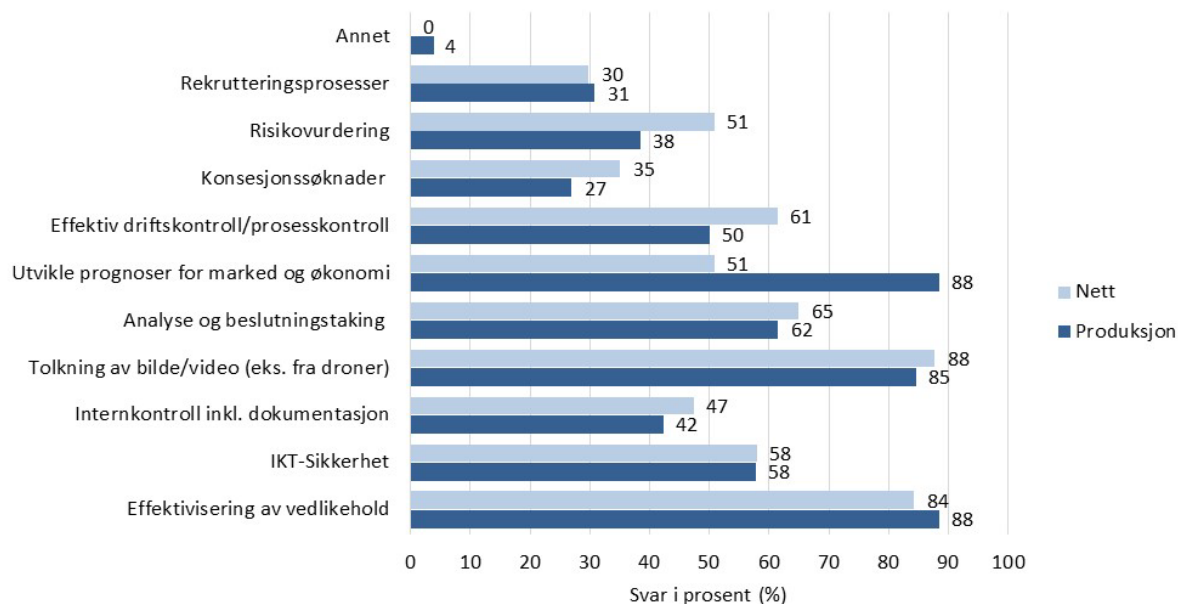
Figur 3-7 Vurdering av hvor KI kan gi nytte, delt i store (N=35) og små virksomheter (M=48), flere svar mulig

De fleste anser at tolkning av bilde/video fra droner og effektivisering av vedlikehold som områder der KI kan gi nytteverdi for kraftforsyningen.



Figur 3-8 FIGURTEKST Vurdering av hvor KI kan gi nytte, delt i store (N=35) og små virksomheter (M=48), flere svar mulig

Figur 3-8 viser at både små og store virksomheter ser nytteverdi av KI. Det største skillet mellom store og små virksomheter, som fortjener en kommentar, er vurderingen av nytteverdien av KI til IKT-sikkerhet og til å utvikle prognoser for marked og økonomi. En mye større andel store virksomheter (77%) ser nytteverdi av KI innenfor disse anvendelsene sammenlignet med små virksomheter (44%). Generelt sett, er det en større andel store virksomheter som ser nytteverdi av KI sammenlignet med små virksomheter.



Figur 3-9 Vurdering av hvor KI kan gi nytte, delt i nettselskap (N=57) og produksjonsselskap (M=26), flere svar mulig

Hos nett- og produksjonsselskap er det jevnt like svar på områder som effektivisering, IKT-sikkerhet, tolkning av bilde/video og analyse og beslutningstaking, se Figur 3-9. Det er større andel produksjonsselskaper (88%) som ser nytteverdi av å bruke KI til å

utvikle prognoser for marked og økonomi, sammenlignet med nettselskapene der 51% ser slik nytteverdi. Hos nettselskapene er det en større andel (61%) som ser nytteverdi for effektiv driftskontroll, enn det vi ser hos produksjonsselskapene (50%).

Majoriteten av respondentene (over 85%) svarer at KI kan være nyttig for effektivisering av vedlikehold, tolkning av bilder og videoer, samt utvikling prognoser for marked og økonomi i kraftforsyningen. Drøyt 60% av de spurte svarte at KI kan gi nytte innen analyse og beslutningstaking.

Ut ifra spørreundersøkelsen, litteraturen og dybdeintervjuene har vi identifisert at KI kan være nyttig innen følgende bruksområder:

Prediksjon, forutsigbarhet og pålitelighet. KI kan analysere store mengder data raskt og gi gode estimer. Det kan bidra til å optimalisere ressursbruken og redusere kostnader og sikre en pålitelig kraftforsyning. Innen fornybar energi som vind- og solkraft kan det være værmessig uforutsigbarhet som KI kan predikere. Google og DeepMind har utviklet et nevralt nettverk som øker nøyaktigheten av vindkraftprognoser, noe som gjør det mulig å selge kraft mer effektivt og øke verdien av fornybar energi (Rosite, Miller, & Oh, 2023). Basert på historiske data utviklet det nevrale nettverket en KI-modell for å forutsi fremtidig produksjon opptil 36 timer i forveien med mye større nøyaktighet enn det som tidligere var mulig. KI-modellen ville også føre til lavere driftskostnader. For eksempel kan KI-drevne vedlikeholdsprogrammer oppdage og håndtere utstyrssvikt før de oppstår, noe som reduserer nedetid og vedlikeholdskostnader. Selskaper som EDF (Électricité de France) og Shell har med suksess innført KI-drevet prediktivt vedlikehold (Redress Compliance, 2024). EDF har oppnådd en 20% reduksjon i vedlikeholdsrelatert nedetid, mens Shell har forbedret driftseffektiviteten og redusert kostnadene ved å bruke KI for å forutsi feil på boreutstyr. I vår studie har flere av intervjuobjektene sagt at de har pågående prosjekter der de skal bruke KI til å se på ubalanseprognoser, dynamisk lastovervåkning og regulering, temperaturstyring av transformatorer og linjeutfallprediksjon. Fra spørreundersøkelsen svarte hele 86% at KI kan være nyttig for effektivisering av vedlikehold og 63% svarte at det kan være nyttig for å utvikle prognoser for marked og økonomi.

Styring av smarte nett. Andre områder hvor KI har stort potensiale er styring av strømmettet. Strømmettet blir stadig mer komplekst med mange distribuerte energikilder og en økende mengde data fra smarte målere og sensorer. Med KI sin evne til å analysere store mengder data kan dette forbedre driften av nettet ved å balansere energiforsyning og etterspørsel, og redusere energitap (Rosite, Miller, & Oh, 2023). En av virksomhetene som vi intervjuet sier de anvender KI til å balansere strømmettet i en skyggedriftmodus for å se hva modellen ville ha gjort, med håp om å iverksette dette i år. En annen virksomhet er i gang med et avansert prosjekt som involverer bildeanalyse ved hjelp av droner for å oppdage feil i strømmettet. Selv om denne teknologien ikke er fullt operativ ennå, brukes den som beslutningsstøtte, hvor operatøren tar den endelige avgjørelsen. Hele 87% av respondentene svarte i spørreundersøkelsen at KI kan være nyttig for tolkning av bilde/video. En av informantene sier at de i virksomheten anvender KI til å balansere strømmettet i en skyggedriftmodus for å se hva modellen ville ha gjort, med håp om å iverksette dette innen desember 2024. En annen informant fra et annet selskap er i gang med et

avansert prosjekt som involverer bildeanalyse ved hjelp av droner for å oppdage feil i strømmettet. Selv om denne teknologien ikke er fullt operativ ennå, brukes den som beslutningsstøtte, hvor operatøren tar den endelige avgjørelsen.

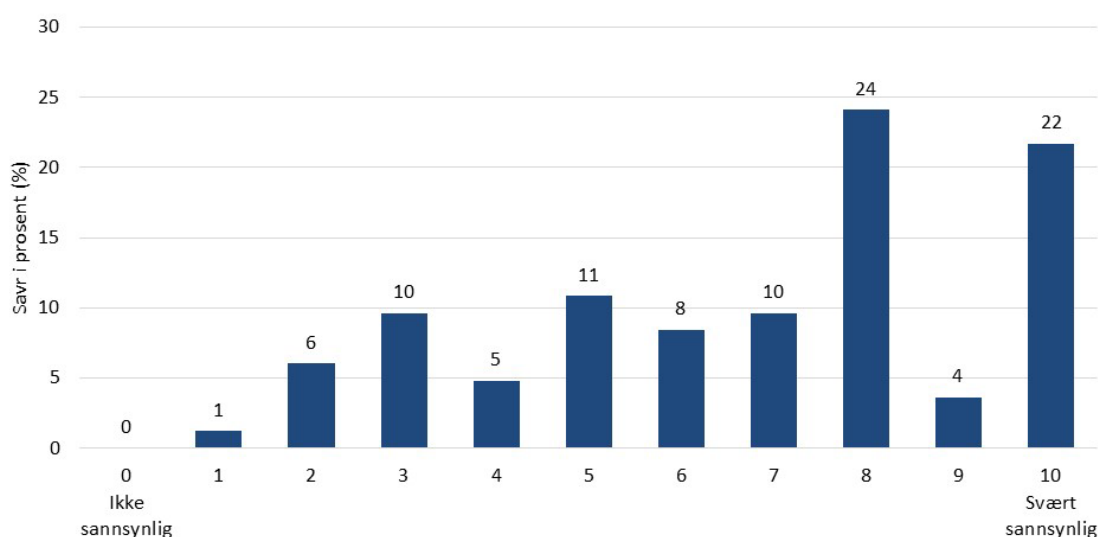
Optimalisering av energilagring og -bruk. KI kan være med på å løse mange av utfordringene vi står ovenfor, men KI i seg selv krever mye kraft for både trening og bruk av modeller, og er med på å øke etterspørselen av mer kraftproduksjon. Desto viktigere er det at å finne løsninger som optimaliserer energibruken og det er flere som mener KI er nødvendig for å klare akkurat dette. Med andre ord, KI er med på å løse utfordringer som KI selv må løse.

Ved å bruke avanserte dataanalyseteknikker kan KI hjelpe med å balansere forsyning og etterspørsel i sanntid, optimalisere bruken av energilagringssystemer, og redusere avhengigheten av fossile brensler. Blant annet kan KI brukes for å forutsi energibehov og optimalisere når og hvordan energien lagres og brukes. Det er spesielt viktig for å håndtere svingninger i fornybar energiproduksjon og for å sikre en stabil energiforsyning. Eksempler inkluderer ABBs KI-aktiverte energibehovsprognose for kommersielle bygninger (Rosite, Miller, & Oh, 2023).

Over 60% av respondentene i vår studie nevner analyse og beslutningstaking, prognostisering og økonomi som områder det KI kan være nyttig.

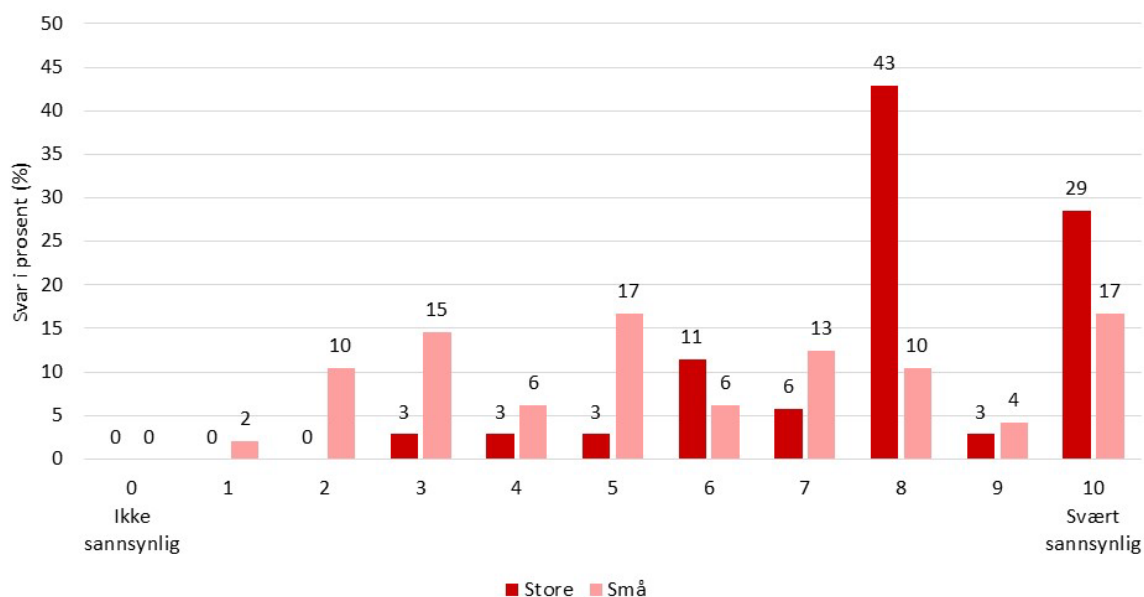
3.3 Framtidig bruk

Bruk av KI er i en startfase og under utvikling i kraftforsyningen. Foreløpig snakker vi om potensialet det kan ha for fremtiden, noe som gjenspeiles i spørreundersøkelsen. Svarene fra spørreundersøkelsen viser at ca. halvparten av virksomhetene anser det som sannsynlig at de vil bruke KI på et nytt område i løpet av de neste tre årene, se Figur 3-10.



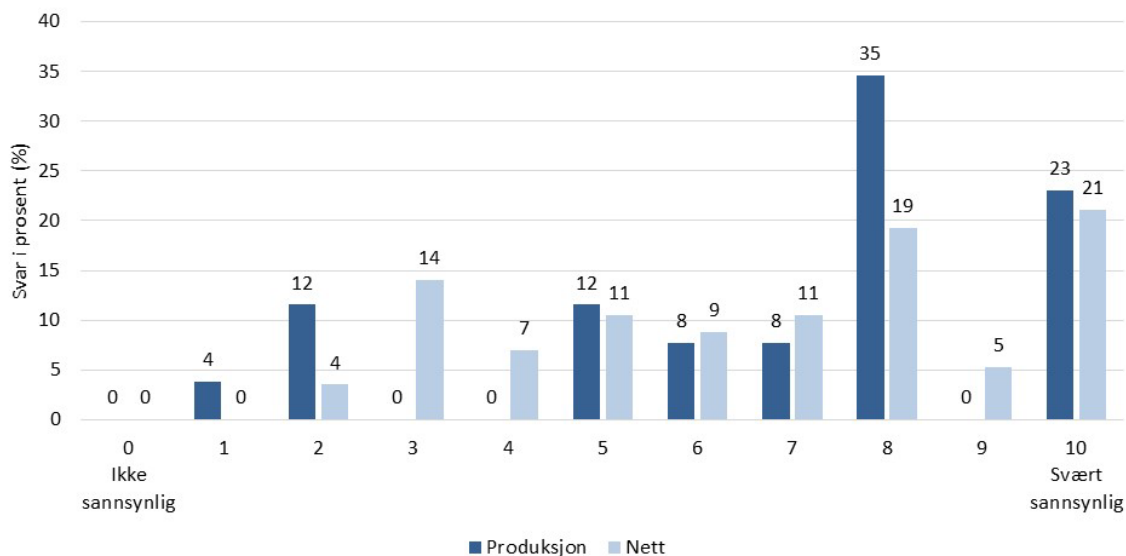
Figur 3-10 Hva er sannsynligheten for at din virksomhet vil investere/ta i bruk KI på et nytt område i løpet av de neste tre årene? N=83

Figur 3-11 viser at det er klart mer sannsynlig at store virksomheter vil ta i bruk KI på et nytt område de neste årene, sammenlignet med små virksomheter.



Figur 3-11 Hva er sannsynligheten for at din virksomhet vil investere/ta i bruk KI på et nytt område i løpet av de neste tre årene? Delt i virksomhet med mer enn 50 ansatte (N=35) og under 50 ansatte (M=48)

Forskjellen på nett- og produksjonsselskap vises i Figur 3-12, hvor produksjonsselskap har flest svar som tyder på høy (8) til svært høy (10) sannsynlighet for bruk av KI fremover.



Figur 3-12 Hva er sannsynligheten for at din virksomhet vil investere/ta i bruk KI på et nytt område i løpet av de neste tre årene? Delt i produksjon (N=26) og nettselskap (M=57)

Fra dybdeintervjuene sier de fleste informantene at virksomheten har samarbeidsprosjekter med akademia, hvor de forsker på ulike måter KI kan brukes i kraftforsyningen, men det er ikke satt i drift enda. Et interessant forskningsområde som kom opp i et av intervjuene var hybride modeller som kombinerer klassisk maskinlæring med fysikkens prinsipper. Informantene mener dette kan gi mer nøyaktige og anvendbare resultater, og vil muligens være en del av fremtiden.

I neste kapittel tar vi steget videre og undersøker nærmere hva som er utfordringer og risiko knyttet til bruk av KI. Det er ingenting som er gratis, alt kommer med en kostnad. Spørsmålet er hva regnestykket blir til slutt.

4 utfordringer

4.1 Energibruk og bærekraft

Bruk av KI i kraftforsyningen krever mye energi. Energibehovet avhenger av KI-modell og kompleksiteten i beregningene. KI krever mye energi som følge av bruken av store datamengder og beregningskraft. KI-modeller trenes i dag på milliarder av parametre. Det krever mye datakraft, og dataprosesseringen utvikler mye varme.

Dataprosesseringen krever derfor også kjøling. Det er særlig generativ KI som er energikrevende. Forskeren Raghavendra Selvan har regnet ut at å bruke ChatGPT én gang bruker 0,19 kWh, noe som tilsvarer å lade telefonen opptil 40 ganger. KI trenger også vann. Det er anslått at ChatGPT bruker en halv liter vann hver gang den sender ut en serie på 10-50 forespørsler (Knudsen, 2024). Å bruke KI til å øke effektivitet og oppnå høyere utnyttelse av kraftnettet har dermed en energikostnad. Så hva vet de som tar i bruk KI?

Ingen av intervjuobjektene hadde oversikt over strømbruken til KI-modellene som ble utviklet i deres virksomhet. Bevisstheten om dette er muligens også lav siden bare 34% av respondentene svarte at energibruk er en utfordring. Det som er visst er at jo bredere og mer komplekse og generative modellene er, jo mer energi vil de bruke. Det var flere av informantene som sa at mindre spesialiserte modeller kommer til å være mest lønnsomme og at man ikke burde bruke KI-modeller kun fordi det er KI, men se på nytten i forhold kapasitet og kostnad. Det finnes mange enklere løsninger som kan fungere like bra som KI. I spørreundersøkelsen svarte 30% at uvissheten rundt nytteverdien opp mot driftskostnadene for forsvarlig KI var en utfordring.

I en uttalelse i Energi Watch (Brenna, 2024) forteller forsker Jonas Kristiansen Nøland at KI har et teoretisk umettelig strømbehov. Økt tilgang til prosessorkraft og strøm forbereder effektiviteten til KI, noe som innebærer at investeringer i disse ressursene avgjør strømforbruket. Nøland påpeker at stabil tilgang på strøm er viktigere for datasentrenes lønnsomhet enn muligheten til å dra nytte av periodiske lave strømpriser. Artikkelen understreker at gratis strøm med 60% ytelse er likestilt med dyr strøm og 100% utnyttelse, ettersom datasentre er kapitalintensive og investering i maskinvare er kostbar. Driften må opprettholdes, og strømprisen blir dermed mindre relevant.

I DNVs nyeste rapport om kraftsystemer (DNV & Vandbakk, 2024) blir KI og energiforbruk diskutert. En mer omfattende analyse av dette teamet vil bli presentert i en rapport som publiseres i oktober 2024. I en uttalelse til EuroPower (Europower, 2024) understreker Sverre Alvik, forskningsleder for fornybar energi i DNV, at det ikke forventes en betydelig økning i strømbehovet. Han anslår at strømforbruket vil vokse moderat. Til tross for at datasentre vil øke i antall, forventes det ikke at de vil bli dominerende i det totale strømforbruket.

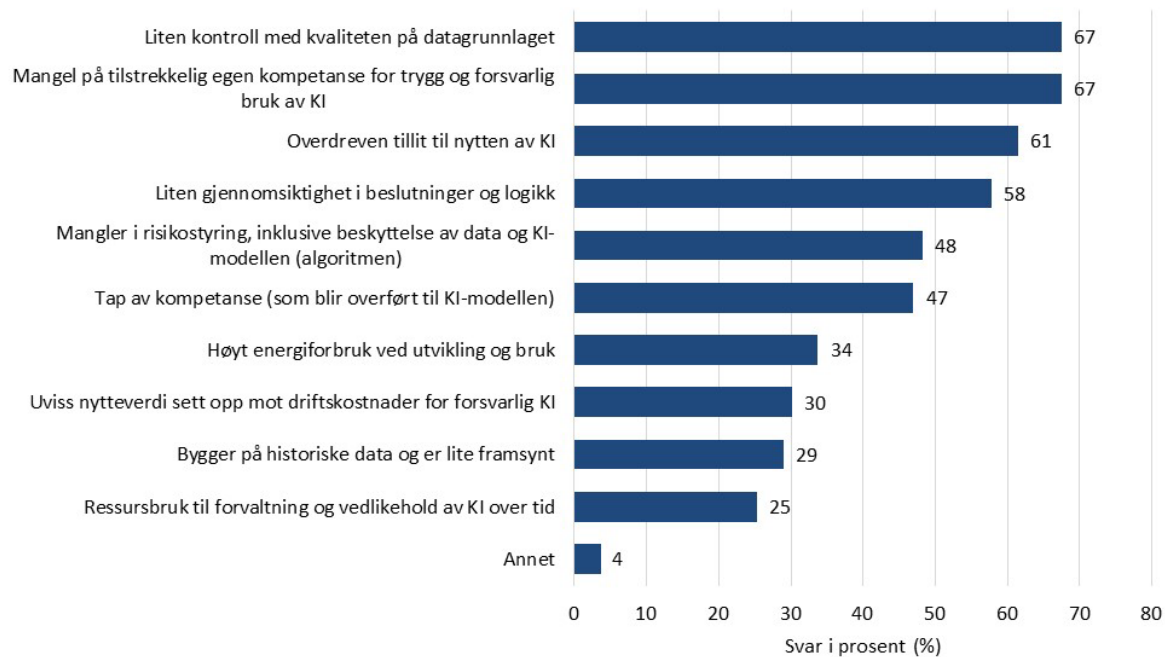
Informantene fra dybdeintervjuene var oppmerksomme på energiforbruket knyttet til KI. Mange synes det er utfordrende å få nøyaktige tall på energiforbruket til KI. De understreker behovet for å være bevisste på energiforbruket både i selve bruken og i

utviklingen av KI-modeller for å unngå at kostnadene for miljøet blir oversett eller undervurdert. Generative modeller er betydelig mer energikrevende enn klassifiserende modeller, både under trening og i bruk. Dette skyldes at generative modeller må håndtere mer kompleksitet ved å frembringe nye data som ligner på treningsdataene. Klassifiserende modeller, som for eksempel brukes til å oppdage feil eller mangler på bilder av kraftlinjer, kategoriserer derimot eksisterende data i ulike klasser basert på mønstre og grenser, uten å måtte forstå hvordan dataene er skapt. Det er derfor et økende behov for løsninger som er mer spesialiserte og energieffektive, i stedet for store, generelle modeller.

Selv om det er bekymringer rundt bærekraft og energiforbruk, mener informantene det ikke må være en hindring for teknologisk utvikling. Enkelte virksomheter er i en tidlig fase med KI og prioriterer eksperimentering fremfor detaljerte beregninger av energiforbruk. De planlegger imidlertid å vurdere energiforbruket nærmere etter hvert som bruken av KI øker. En informant opplyste at virksomheten har fra starten av hatt søkelyset på energiforbruket, men de har foreløpig ikke gjort egne beregninger. De ser også et potensiale for å optimalisere produksjon og energibruk ved hjelp av KI, noe som kan bidra til å redusere det totale energiforbruket. Det pågår også forskning på hvordan KI-systemer kan bli mer energieffektive. Dette inkluderer utvikling av teknikker for effektiv parametersetting, der kun nødvendige parametere aktiveres for en spesifikk input. Oppmerksomhet på datakvalitet fremfor datakvantitet kan videre redusere behovet for store modeller, noe som også kan bidra til å senke energiforbruket. Blant annet ble det nevnt i et av intervjuene i denne studien, hvor viktig det er å bruke mindre og mer spesifikke modeller, som kombinerer fysiske lover med maskinlæring. Slike modeller er forventet å være bedre både når det gjelder beslutningstaking og energieffektivitet.

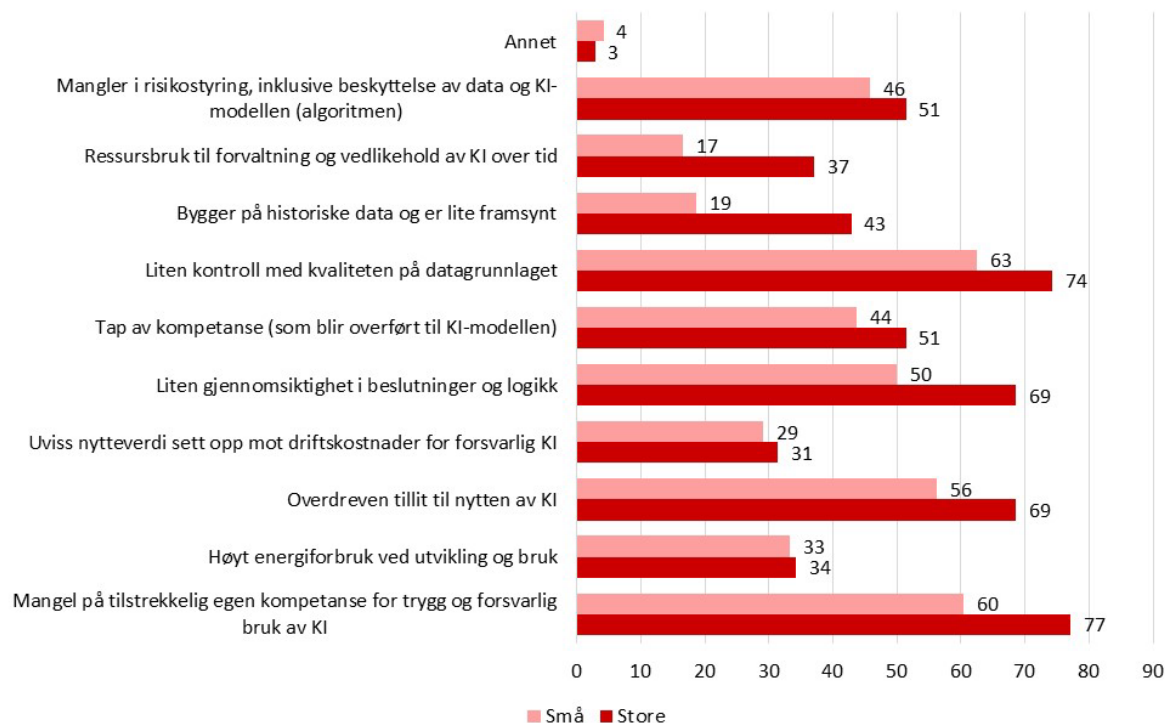
4.2 Utfordringer

Figur 4-1 viser at liten kontroll med kvalitet på datagrunnlaget og mangel på tilstrekkelig kompetanse og forsvarlig bruk av KI er de utfordringene som flest respondenter (67%) peker på. På andre plass kommer overdreven tillit til nytten av KI, lite gjennomsynlighet i beslutninger og logikk, og mangler i risikostyring, inklusive beskyttelse av data og KI-modellen. Nesten halvparten (47%) peker på utfordringen med at kompetansen går tapt når den blir overført til en KI-modell. Et mindretall (under en tredjedel av respondentene) peker på at KI-modellen bygger på historiske data og er lite framsynt, og på utfordringer knyttet til forvaltning og vedlikehold over tid.

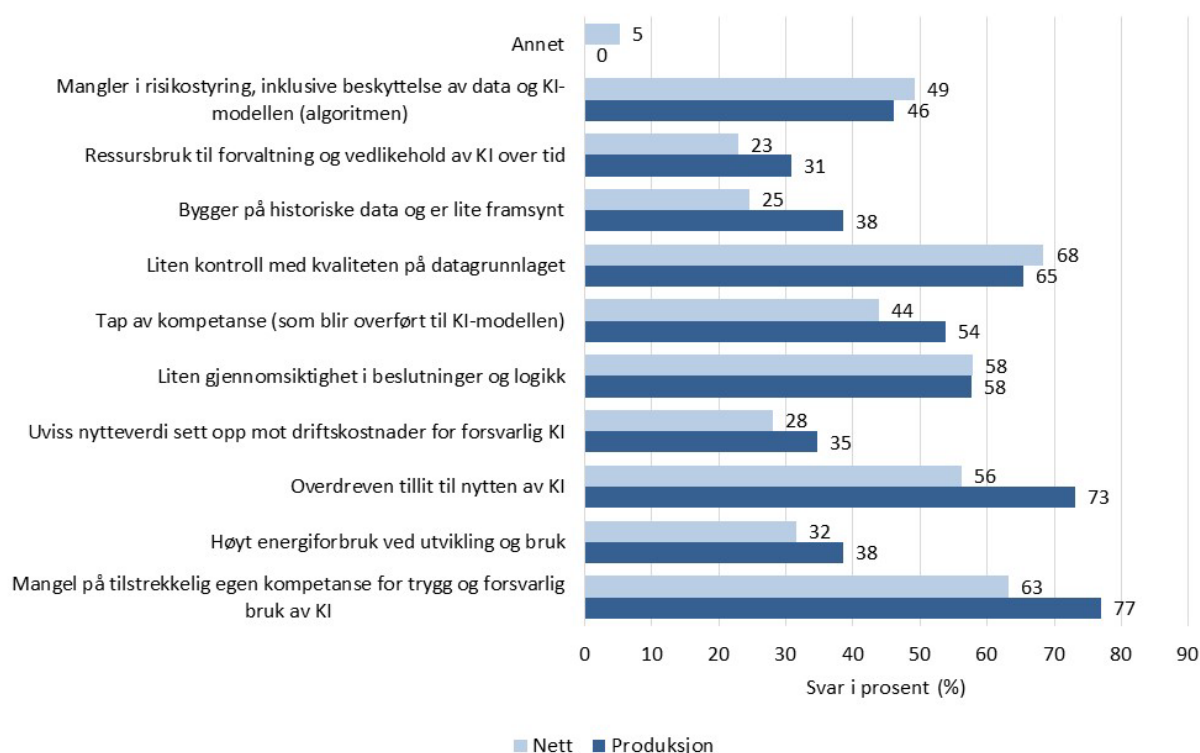


Figur 4-1 Hva er svakheter/utfordringer ved bruk av KI? Alle svar, N=83

Trenden er at for alle typer utfordringer, så er det en større andel store virksomheter som ser utfordringer ved bruk av KI enn små virksomheter, se Figur 4-2. Forskjellene er størst når det gjelder svaralternativene «bygger på historiske data og er lite framsynt» og «ressursbruk til forvaltning og vedlikehold av KI over tid».



Figur 4-2 Hva er svakheter/utfordringer ved bruk av KI? Svar delt mellom store virksomheter (N=35) og små virksomheter (N=48)



Figur 4-3 Hva er svakheter/utfordringer ved bruk av KI? Svar delt i produksjonsselskap (N=26) og nettselskap (N=57)

Det er lite forskjell på svar mellom nettselskap og produksjonsselskap, som Figur 4-3 viser. De største svarforskjellene er knyttet til mangel på kompetanse, overdreven tillit til KI og at modellene bygger på historiske data og er lite framsynt. Sammenlignet med nett, er det en større andel av produksjonsvirksomhetene som har påpekt disse utfordringene. De samme utfordringene ble også påpekt gjennom dybdeintervjuene.

Tilstrekkelig kompetanse og god datakvalitet er to faktorer som er avgjørende for utvikling av gode KI-modeller. Basert på en rapport fra NHO (NHO, 2023) mener over halvparten av medlemsbedriftene deres at KI vil være avgjørende for deres fremtidige vekst og konkurranseevne. Samtidig rapporterer 7 av 10 bedrifter at de mangler nødvendig KI-kompetanse. Denne situasjonen forverres av det begrensede antallet studieplasser innen IKT-utdanninger, noe som skaper en kamp om den tilgjengelige kompetansen. I tillegg kan manglende anvendelseskompetanse være en utfordring da KI-kompetanse ofte er utviklet innenfor ren IT, men i flere sektorer som i kraftforsyningen, kreves det spesialkompetanse i tillegg.

I likhet med mangel på kompetanse svarte 67% i spørreundersøkelsen at lite kontroll med kvaliteten på datagrunnlaget er en utfordring ved bruk av KI. Datakvalitet og tilstrekkelige mengde data er essensielt for at virksomheter skal kunne utnytte potensialet i KI. Mange virksomheter sliter imidlertid med utfordringer knyttet til datakvalitet. Dette kan skyldes dårlig struktur på data, duplikater og foreldede dokumenter. Feil i datagrunnlaget kan føre til at KI-modeller trenes på upålitelige

data, noe som resulterer i en modell av lav kvalitet eller med feilaktige resultater. Dette understreker viktigheten av å gjennomgå og rydde opp i data før man trener KI-modeller. Ifølge en rapport fra konsultentselskapet Gartner i 2023 (Myklebust & Sandbu, 2024), har bare 4% av virksomhetene data som er klare for KI. Dette viser at det er et stort behov for forbedring før KI kan utnyttes effektivt.

4.3 Risiko knyttet til modell og data

KI-modeller og data kan inneholde feil, bli manipulert, eller tilgang til data og KI-modell kan bli stanset slik at beslutninger uteblir eller blir tatt på feil grunnlag. Svindel over internett og datainnbrudd, kryptoskadevareangrep eller nektelsesangrep er angrepsmetoder som kan ramme KI-modeller eller skade datagrunnlag som skal brukes i beregningsmodellene. Bruk av KI-modeller forutsetter at det er tillit til både modell og data.

Det er fortsatt mye uvisshet rundt hvor mye man kan stole på KI, og bare 2% i undersøkelsen vår svarte at KI er til å stole på. Det er viktig å vite hvor dataene blir prosessert, lagret og sendt, som igjen betyr at man må vite hvem som eier KI-modellen, hva den gjør med dataene og hvor dataene lagres etterpå. Ved å bruke ChatGPT vet man for eksempel lite om hvem som kan lese og eie det du skriver inn til tjenesten. Hvis KI skal begynne å ta beslutninger i kritiske systemer er det avgjørende at løsningen er pålitelig og beskyttet mot cyberangrep og manipulasjon. Feil i datagrunnlag eller KI-modell kan føre til store konsekvenser. Derfor er det viktig med risikovurderinger, hvor det er tre områder ved bruk av KI som er særlig relevante å vurdere risikoen til. Disse er hvordan håndtering av sensitiv informasjon gjøres, gjennomsiktighet i modellen og datagrunnlaget, og avhengighet av modell og data for å ta beslutning eller gi korrekt beslutningsgrunnlag.

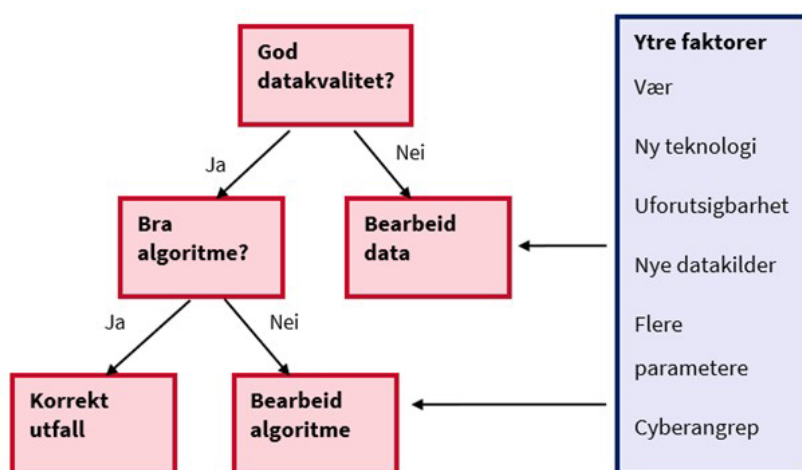
Hver gang det kommer ny teknologi som er ment å løse utfordringer i samfunnet, vil det være kriminelle aktører som også vil dra nytte av de samme mulighetene. Dette gjelder også for KI. Ifølge en artikkel fra Forskning (Wehus, 2024) kan kombinasjonen av åpne data og KI utgjøre en sikkerhetstrussel for Norge. Geografiske data kan virke uskyldige, men de utgjør betydelige sikkerhetsrisikoer når de gjelder kritisk infrastruktur som broer, tunneler og kraftnett. Tilgang til detaljerte kart kan gi angripere kritisk informasjon om infrastrukturen. For eksempel kan slike data avdekke sårbarheter i viktige systemer, noe som gjør det enklere for sabotører og cyberkriminelle å planlegge og utføre målrettet angrep. Det er også viktig at ansatte er oppmerksomme på ulike typer KI-cyberangrep. Ved innhenting av personopplysninger om ansatte kan KI tilpasse cyberangrep mot dem i form av phishing, spear phishing² og

² **Spear-phishing** en presis, høyt utviklet form for phishing som ofte tar sikte på bedrifter (Wehus, 2024). Før angrepet samler angriperen inn informasjon om for eksempel kunder, leverandører, avtaler, partnere og kontrakter. Denne informasjonen brukes til å skape troverdige eposter, som refererer til interne detaljer og kjente navn for mottakeren. [Slik kan KI gi for stor oversikt over samfunnet: – Åpne data truer Norges sikkerhet \(forskning.no\)](#)

økonomisk manipulasjon³. Regelmessig opplæring i sikkerhetspraksis kan bidra til å øke bevisstheten og redusere risikoen (Wehus, 2024).

Det er ikke bare informasjon som allerede ligger ute som kan være en risiko, men også informasjonen eller dataen man gir til KI-modellene. Hva er sikkerheten til chatbots? I en artikkel i Security Week advares det om betydelige sikkerhetsmangler i mange chatbots brukt til kundeservice. Selv om noen av disse botene benytter sikkerhetstiltak som DLP (Data Loss Prevention) for å beskytte mot tap eller lekkasje av sensitive data, klarer hele 88% av brukerne å omgå dem. For å unngå slike sikkerhetsproblemer anbefales det at virksomheter iverksetter strengere sikkerhetstiltak, gjennomfører regelmessige sikkerhetsvurderinger, og designer chatbots med et sterkt søkelys på personvern og databeskyttelse (Townsend, 2024).

Det kom frem både i dybdeintervjuene og spørreundersøkelsen at det er et ønske om at NVE kommer med retningslinjer om hvilke sensitive data som er greit eller ikke greit å dele med utviklere av maskinlæringsmodeller, og hvilke leverandører man kan bruke ved utvikling av modellene.



Figur 4-4 Hvordan kan man stole på en KI-modell? Viktig elementer og hvordan de henger sammen i en KI-modell

Et viktig spørsmål å stille seg når man bruker KI er, hvordan kan jeg stole på outputen modellen gir meg? Hvordan vet man at det er korrekt utfall? Man kan aldri være 100% sikker på at en KI-modell gir riktig output, samme som mennesker så kan den også gjøre feil, men ved å sikre seg godt nok datagrunnlag og en god algoritme er det stor

³ **Økonomisk manipulasjon.** Ved å analysere informasjon om eierskap, kjøpsmønstre og markedsbevegelser, som gjerne ligger offentlig tilgjengelig, kan angriperne skape falske dokumenter og gjennomføre manipulative økonomiske operasjoner som predikative konkurransebevegelse. Informasjon fra offentlige databaser som Doffin, som håndterer offentlige anskaffelser i Norge, kan misbrukes til å få innsikt i kontrakter. Kriminelle kan deretter lage falske fakturaer eller svindelskjemaer som er rettet mot både offentlige instanser og deres kontraktspartnere, og med dette påvirke kjøp og salgsprosesser.

sannsynlighet for at modellen gjør riktig. Risikoen her følger av utfordringene som mangel på kompetanse og dårlig datagrunnlag, som fører til mangel på gjennomsiktighet. Hvis selskapet ikke har nok egenkompetanse blir det vanskeligere å forstå KI-algoritmene og beslutningene de gjør, og leverandører blir brukt for utvikling av KI-modellene, som igjen gir lite kontroll over lagring og bruk av data og selve algoritmen. Dårlig eller manglende datagrunnlag fører til at modellene ikke blir trent riktig eller godt nok. Ved utvikling av KI-modeller kreves det store mengder data for å være sikker på at alle muligheter er tatt med i betraktning og det ikke oppstår skjevheter⁴. I tillegg er det viktig at disse dataene er informative og gir riktig informasjon. Hvis datagrunnlaget er dårlig kan det oppstå tilfeller av hallusinerings⁵, hvor modellen ikke vet hva som er riktig eller feil, og den må gjette seg frem til en beslutning. De valgene den da tar kan virke ulogiske. Fra spørreundersøkelsen svarte 58% at liten gjennomsiktighet i beslutning og logikk vil være en utfordring. Hvem som definerer problemstillingene, kan også påvirke resultatet av KI.

I store dyplæringsmodeller vil lite gjennomsiktighet spesielt være en risiko, da disse modellene lærer og tar beslutninger gjennom mange lag i dype nevralt nettverk. Dette har ført til økt fokus på *forklarbar KI (XAI)*, da det har blitt mer og mer bruk av dyplæringsmodeller de siste årene. Forklarbar KI er viktig for feilsøking og kontroll av KI-modeller. I Digitaliseringsdirektoratets *Veiledning for ansvarlig bruk og utvikling av kunstig intelligens* (Digitaliseringsdirektoratet, u.d.) trekkes det frem viktigheten av forklarbar KI for å gi åpenhet. Dette gjelder særlig i offentlig sektor, hvor det er nødvendig å begrunne beslutninger som påvirker rettigheter og plikter for enkeltindivider.

Som en direkte konsekvens av lite gjennomsiktighet og forståelse av KI-modeller øker risikoen for at systemer og individer blir avhengige av KI for beslutningstaking. Dette kan føre til en svekkelse av menneskelig overvåkning, beredskap og redusert situasjonsforståelse, som for eksempel at operatøren mister evne til å forstå og håndtere situasjoner manuelt hvis KI-modellen svikter. I spørreundersøkelsen svarte 47% at tap av kompetanse som overføres til KI-modellene er en av risikoene ved bruk av KI. Dette kan særlig være kritisk i kraftforsyningen dersom KI brukes til sanntidsstyring og overvåkning av kraftnett for å opprettholde balanse mellom tilbud og etterspørsel. Feil i KI-systemer kan da føre til strømbrydd eller overbelastning av nettverket.

Fra dybdeintervju var det variert tilnærming til risiko- og sikkerhetsaspektet rundt bruk av KI. Det var få som hadde tydelige svar på hva slags risikoer bruk av KI kan medføre og det var kun en av virksomhetene som snakket om oppdatering av

⁴ Utvalgsskjevhet (bias). Kan oppstå av menneskelige feilvurderinger eller historiske skjevheter i datagrunnlaget. For eksempel, hvis treningsdata for ansettelser inneholder at flest menn er ansatt i visse stillinger, vil KI-algoritmen kunne favorisere menn. Eller hvis en algoritme for ansiktsgjenkjenning trenes på bilder fra kun én etnisk gruppe, vil den fungere dårligere på andre grupper. Tilsvarende, om en KI-algoritme for hundegjenkjenning kun trenes med bilder av hunder som leker med ball, kan den feilaktig konkludere at et bilde uten en ball ikke inneholder en hund.

⁵ Hallusinerings. Svar som kan virke av høy kvalitet kan være av liten verdi for sluttbrukerne. For eksempel trenger en vedlikeholdstekniker svært spesifikke og nøyaktige råd ved utskifting av en motorkomponent. Kravet til nøyaktighet er mye høyere ved spesifikke arbeidsinstruksjoner enn ved for eksempel feilsøkningsråd.

sikkerhetsinstruksjoner. De sa de hadde søkelys på godkjente tjenester og kritisk vurdering av data. De nevnte også at de hadde utfordringer med sensitiv data i flere av FoU-prosjektene, noe som hindret full implementering. Det var flere som nevnte at lanseringen av ChatGPT har endret holdningen og forståelsen til hva KI er. Noen har fått økt interesse og overdreven optimisme, mens andre er mer bekymret for feil, phishing-angrep og erstatning av arbeidsplasser.

Selv om det er mye optimisme og snakk om bruk av KI, tyder det på at utviklingen går saktere i områder hvor konsekvensene av feil er store, og at sikkerhetsrisikoer blir tatt på alvor. Et godt eksempel på dette er selvkjørende biler, som det lenge har vært snakk om, men etter mange års testing er det fortsatt usikkert når dette vil skje. For å ta i bruk ny teknologi må man ha innsikt i datakildene, algoritmene som brukes, og mulige feil og risikoer.

5 Regulering og veiledning

5.1 EU AI Act og Data Act

I mai 2024 vedtok EU-landene verdens første lovgivning for KI, kjent som EUs AI Act eller KI-forordningen på norsk. Loven er utformet for å fremme vekst og innføring av KI-systemer som både er sikre og pålitelige. Den vil ha størst innvirkning på leverandører av KI-systemer, men gjelder også for importører, distributører og brukere. Regelverket kan betraktes som en produktsikkerhetslov for KI, med søkelys på utvikling, tekniske standarder og opplæring av systemene. I motsetning til GDPR, som gir individer spesifikke rettigheter, er AI Act mer rettet mot sikker og rettferdig utvikling og bruk av KI. Regelverket trer i kraft fra 2025 (EU, 2024).

I henhold til AI Act benyttes en risikobasert tilnærming for regulering av KI-systemer, som inndeles i fire risikokategorier: lav, begrenset, høy og uakseptabel risiko. Kravene som stilles til KI-systemene blir strengere i takt med at risikoen øker. For lavrisikogrupper kreves det blant annet transparens, som å informere brukerne når de kommuniserer med en KI-chatbot og ikke et menneske. EU AI Act stiller de strengeste kravene til høyrisiko-KI, som inkluderer sikkerhetskomponenter for kritisk infrastruktur som vannforsyning, elektrisitet og transport. For slike systemer vil CE-merking være nødvendig. Systemer med uakseptabel risiko, som sosial poengberegning, er forbudt. Brudd på AI Act kan føre til tilbaketrekking av produkter, salgsforbud og store bøter.

Det er verdt å merke seg at vedlegg 3 (Annex III) for høyrisiko-KI-systemer har en dynamisk klassifisering, noe som gir AI Office i EU myndighet til å justere klassifiseringen etter behov. Ettersom utviklingen skjer raskt, er det nødvendig å kontinuerlig vurdere risiko og justere klassifiseringen deretter.

I tillegg til AI Act, introduserer EU Data Act (EU, 2022), et lovforslag som regulerer deling og bruk av data. Data Act vil fastsette rettigheter og tilgang til data frembrakt av IoT-produkter, forby urimelige avtalevilkår i datadelingskontrakter og innføre tiltak mot leverandør-innlåsing hos skytjeneste-leverandører. Lovforslaget sin intensjon er å sikre at brukere har kontroll over sine egne data og hindre leverandøravhengighet. Data Act trer i kraft fra september 2025.

Høyrisiko-systemer omfatter KI-baserte sikkerhetsfunksjoner der feil kan få alvorlige konsekvenser for mennesker, som forsyning av vann, varme eller elektrisitet. Spesielt i kraftbransjen kan dette omfatte KI for å balansere strømmettet og forhindre overspenning og overbelastning. AI Act krever at leverandører må oppfylle krav til datakvalitet, forklarbarhet, treffsikkerhet, risikohåndtering, kvalitetsstyring, dokumentasjon, cybersikkerhet, overvåking og CE-merking. Innkjøperne av løsningene, som virksomheter i kraftforsyningen, må bruke relevante data, følge instruksjer, overvåke systemene, sikre transparens og varsle om risiko. Det antas at mange KI-bruksområder i kraftbransjen, som etterspørselsprognoser og kundebehandling, faller inn under minimal risiko. Aktørene må selv vurdere sin

plassering i risikopyramiden, og faktorer som HMS eller kritisk infrastruktur kan lede over til høyrisikokategorien.

5.2 Forventninger til NVE

Figur 5-1 sammenstiller en del synspunkter på områder som respondentene i undersøkelsen mener at NVE bør jobbe videre med. Her fikk respondentene gi fritekst svar. Vi har sammenstilt svarene som bobler i figuren under. Det gir liten mening å sammenligne små og store virksomheter, eller type virksomhet her. En gjenganger er veiledning, som er så bra formulert som en «veileder på KI i grumsete farvann».



Figur 5-1 Hva NVE bør arbeide videre med (N=83)

Respondentene i undersøkelsen ble stilt spørsmål om hva NVE bør jobbe med på området KI. Tilbakemeldinger fra spørreundersøkelsene og intervjuene viser at respondentene fra spørreundersøkelsen og informantene fra virksomhetene i kraftforsyningen ønsker at NVE utvikler tydelige retningslinjer og veiledere for ansvarlig bruk av KI. Som tilsynsmyndighet er det naturlig at NVE utarbeider forskrifter og veiledninger som holder tritt med den teknologiske utviklingen innen KI. NVE kan spille en viktig rolle ved å etablere retningslinjer for bruk og deling av data knyttet til KI, og sikre at disse oppfyller bransjens behov og krav. I tillegg er det ønsket at NVE har ansvar for å overvåke sikkerhet og beredskap, og at NVE sørger for at kraftforsyningen er godt forberedt på risiko relatert til KI-teknologi.

Bedriftene som deltok i dybdeintervjuene, fremhever behovet for veiledning fra NVE når det gjelder reguleringer av KI. De ønsker en balansegang som tillater ansvarlig fremgang uten å bremse utviklingen. Teknologien beveger seg raskt, og det kan være utfordrende å lage passende retningslinjer. Et forum for diskusjon og utveksling av erfaringer ville vært svært nyttig, spesielt for mindre selskaper som ofte mangler ressurser. Dette vil bidra til å dele kunnskap og veiledning innen KI, slik at ikke hvert selskap må "finne opp hjulet på nytt". Videre foreslås det at NVE utarbeider en tolkning av AI Act spesifikt for kraftforsyningen, for eksempel ved å klargjøre hva som faller inn under kritisk informasjon.

Det er viktig at NVE sørger for at KI brukes på en riktig måte, spesielt med bruk av egne data til for eksempel å forutsi nedbør. I tillegg har NVE et ansvar for å styre publikums forventninger slik at de har en realistisk forståelse av hva KI kan og ikke kan gjøre. Respondentene ønsker at NVE regulerer personvern og sikkerhet, setter klare føringer og krav, og fungerer som en diskusjonspartner underveis i utviklingen. Det påpekes at overforsiktighet kan bremse utviklingen i bransjen, og derfor er det ønskelig med NVE som en aktiv deltaker i diskusjonene.

Til slutt understrekes behovet for kontroll og tilsyn ved bruk av KI for å sikre at teknologien er pålitelig og at man identifisere blindsoner. Eksempelvis har sensorsystemer i nettet mange digitale sikkerhetsmekanismer, men mangler fysisk beskyttelse mot droner. Mer tilsyn er etterspurt, sammen med tydelig veiledning for hvordan man trener KI for hva som er trygt, og hvor mange internrevisjoner som kreves for KI-algoritmene.

6 Konklusjon

Denne studien har reist flere spørsmål knyttet til bruk av KI i kraftforsyningen.

Hva menes med KI når det brukes i politiske utspill som utspillet fra digitaliseringsministeren, og hva snakker ulike aktører egentlig om når begreper som maskinlæring, generativ KI og nevralt nettverk brukes i ulike sammenhenger? Rapporten viser at det ikke finnes en entydig definisjon av KI.

Begrepet har eksistert i årtier og er fortsatt i utvikling. Det er *tydelig at det er utydelig* hva som menes med KI. Det er vanskelig å lage et skille på hva som regnes som klassisk dataanalyse og hva som er KI. KI omtales også som en teknikk og som et eget individ, eller som en egenskap ved et system.

For de som jobber med utvikling av KI er det ikke så viktig å ha en felles definisjon, men heller finne algoritmer som kan løse utfordringer man står ovenfor. Det snakkes mest om maskinlæring. I lovarbeid er det derimot viktigere med en definisjon slik at reguleringen blir korrekt og utvetydig.

Hva er forståelsen av KI i kraftforsyningen? Spørreundersøkelsen viser at KI forstås på mange måter i kraftforsyningen: For de fleste i kraftforsyningen (mer enn 60%) forstås KI som uttrekk og presentasjon av data, samt automatisering. For over halvparten av respondentene i undersøkelsen forstås KI som omdanning av tekst til bilde og video, noe som kan løse komplekse problemer, statistikk, optimering og maskinlæring.

Hvilke anvendelser har KI i dag i kraftforsyningen og hva slags oppgaver vil KI kunne løse i fremtiden? Majoriteten (45%) bruker KI i dag til presentasjoner og foredrag, etterfulgt av 39% som bruker KI til problemløsning. De fleste (70%) av de som svarte ga seg selv en modenhetsvurdering på 3, på en skala fra 0 (ikke bruker) til 10 (avansert bruker). Det er likevel mange (flere enn halvparten) som ser for seg å ta i bruk KI de nærmeste årene.

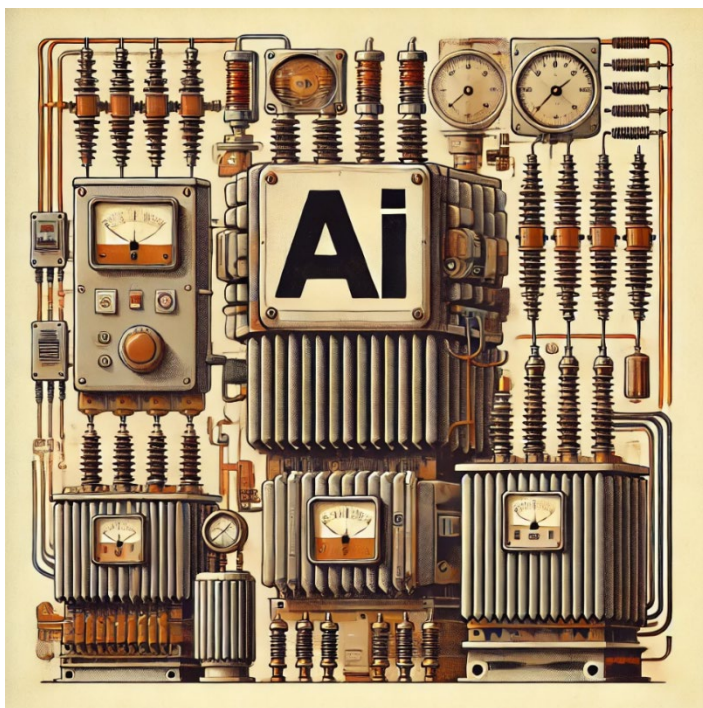
Hvilken nytte vil KI kunne gi for kraftforsyningen, og hva slags utfordringer kan oppstå? Majoriteten (flere enn 85%) av respondentene ser at KI kan gi nytteverdi innen tolkning av bilde og video fra droner og når det gjelder effektivisering av vedlikehold. Over halvparten mener at KI kan være nyttig for å utvikle prognoser for marked og økonomi, samt prosess- og driftskontroll og IKT-sikkerhet. Disse svarene står i kontrast til svar på et annet spørsmål der bare 2% av respondentene mener at KI er til å stole på. Den lave tilliten kan kanskje ha sammenheng med at et flertall (67%) av respondentene peker på utfordringer med kontroll på datagrunnlaget og at man mangler tilstrekkelig kompetanse på forsvarlig og trygg bruk av KI. Mange (61%) av respondentene peker på overdrevet tillit til nytten av KI og lite gjennomslagskraft i beslutninger og logikk som utfordringer (58%).

Undersøkelsen tyder på at KI-begrepet har blitt en «hype», med mye oppmerksomhet gjennom media og politikere. De som jobber direkte med KI sier det ikke har skjedd så mye nytt, det er mer engasjementet for at det skal tas i bruk som har endret seg og det har muligens fått for høye forventningene til hva det kan gjøre i nærmeste fremtid. Det

kommer også frem at det er de enkle algoritmene tilpasset spesifikke oppgaver som kommer til å gi mest nytte fremover, basert på flere utfordringer som varierende forståelse av hva KI er, sikkerhet og framtidig energiforbruk knyttet til KI. I de syv dybdeintervjuene som ble gjennomført, var det ingen som hadde tenkt på eller vurdert energibruk knyttet til KI.

Selv om det er ulik forståelse på hva KI er og tilliten er lav, peker svarene på en positiv holdning til KI. Flere mener KI er nødvendig for å nå målene som er satt. Foreløpig er KI-modellene for kraftbransjen i en forskning eller utprøvningsfase, og det vil ta tid å utvikle modellene siden det angår kritiske systemer. Mange mener det er viktig å gi utviklingen tid og ikke lage for strenge regler slik at det hemmer utviklingen. På andre siden er det mye uvisshet rundt hvor mye man kan stole på KI siden det er såpass nytt i kraftbransjen, og bruken medfører flere utfordringer og økt risiko. Foreløpig er det først og fremst de større selskapene som har muligheten til å utvikle og ta i bruk KI, noe som gjenspeiler seg i spørreundersøkelsen og dybdeintervjuene. Det er uttrykt et ønske om at NVE kommer med retningslinjer for bruk av KI, spesielt på områder som sikkerhet og risiko.

Til slutt, KI kan brukes til bildegenerering, se Figur 6-1 og forsiden av denne rapporten der vi ba AI Dall-E genAI om å lage illustrasjon av AI og kraftforsyning. Enn så lenge gir disse bildene en liten grad av realisme og er kanskje best egnet til underholdning? Men, framtiden kan bringe andre muligheter.



Figur 6-1 Illustrasjonsbilde skapt med AI Dall-E genAI, om AI i kraftforsyningen

Referanser

- 3Blue1Brown. (2017, oktober 5). *But what is a neural network? | Chapter 1, Deep learning*. Hentet fra YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=aircAruvnKk>
- Barbosa, P. (2024, februar). *Beyond the hype: New opportunities for gen AI in energy and materials*. Hentet fra McKinsey.com: <https://www.mckinsey.com/industries/metals-and-mining/our-insights/beyond-the-hype-new-opportunities-for-gen-ai-in-energy-and-materials>
- Brenna, A. L. (2024, mai 15). *NTNU-forsker: – Kraftbehovet fra kunstig intelligens og datasentre er umettelig, og stabil kraft er viktigere enn billig strøm*. Hentet fra EneriWatch.no: <https://energiwatch.no/nyheter/fornybar/article17100465.ece>
- Chude, E. (2023, august 4). *GPT-3.5 and GPT-4 Comparison: Exploring the Developments in AI-Language Models*. Hentet fra Medium.com: <https://medium.com/@chudeemmanuel3/gpt-3-5-and-gpt-4-comparison-47d837de2226>
- Digital Norway. (2024, mai 20). *KI-ekspertens kræsjkurs: – 5 ting du må vite*. Hentet fra Digital Norway: <https://digitalnorway.com/ki-ekspertens-kraesjkurs-5-ting-du-ma-vite/>
- Digitaliseringsdirektoratet. (u.d.). *Veiledning for ansvarlig bruk og utvikling av kunstig intelligens*. Hentet fra digdir: <https://www.digdir.no/kunstig-intelligens/apenhet-og-kunstig-intelligens/4581>
- DNV. (2024). *Artificial intelligence*. Hentet fra DNV: <https://www.dnv.no/karriere/artificial-intelligence/>
- DNV, & Vandbakk, A. (2024, juni 18). *Ny DNV-rapport om kraftsystemet: Kraftnettet under sterkt press når forbruket doubles frem mot 2050*. Hentet fra DNV: <https://www.dnv.no/news/ny-dnv-rapport-om-kraftsystemet/>
- EU. (2022). *Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on harmonised rules on fair access to and use of data (Data Act), com/2022/68 final*. Hentet fra eur-lex.europa.eu: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2022%3A68%3AFIN>
- EU. (2024, juni 13). *REGULATION (EU) 2024/1689 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL*. Hentet fra Eur-lex.europa.eu: REGULATION (EU) 2024/1689 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL
- European Parliament, Council of the European Union. (2024, juni 13). *EU Artificial Intelligence Act*. Hentet august 6, 2024 fra https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202401689
- Europower. (2024, juli). Hentet fra Europower: <https://www.europower.no/digitalisering/dnv-slik-kan-kunstig-intelligens-forbedre-nettet/2-1-1662473>

- Faggella, D. (2018, desember 21). *What is Artificial Intelligence? An Informed Definition*. Hentet fra Emerj.com: <https://emerj.com/ai-glossary-terms/what-is-artificial-intelligence-an-informed-definition/>
- Glitre Nett. (2024, april 24). *Erfaring med bruk av KI i nettbansjen*. Hentet august 5, 2024 fra The Norwegian Smartgrid Centre: <https://smartgrids.no/app/uploads/2024/05/Glitre-nett.pdf>
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press. Hentet fra <http://www.deeplearningbook.org>
- Knudsen, T. M. (2024, mai 8). *KI kan bruke like mye energi som hele Sverige. Nå har danske forskere en løsning*. Hentet fra forskning.no: <https://www.forskning.no/energi-informasjontechnologi-klima/ki-kan-bruke-like-mye-energi-som-hele-sverige-na-har-danske-forskere-en-losning/2362832>
- Kommunal- og moderniseringsdepartementet. (2020, januar). *Nasjonal strategi for kunstig intelligens*. Hentet fra regjeringen.no: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nasjonal-strategi-for-kunstig-intelligens/id2685594/?ch=1>
- Manning, C. (2020). *WHAT IS ARTIFICIAL INTELLIGENCE?* Hentet fra hai.stanford.edu: <https://hai.stanford.edu/sites/default/files/2020-09/AI-Definitions-HAI.pdf>
- Muhaisen, S. (2024, april 16). *Regjeringen ber 80 prosent av offentlig sektor bruke KI innen 2025*. Hentet fra NRK: <https://www.nrk.no/norge/regjeringen-vil-at-80-prosent-av-offentlig-sektor-bruker-ki--urealistisk-mener-ki-forsker-1.16843972>
- Myklebust, V., & Sandbu, M. (2024, april 20). *Tre hindre mot kunstig intelligens – høy gevinst for de som lykkes*. Hentet fra Digi.no: <https://www.digi.no/artikler/debatt-tre-hindre-mot-kunstig-intelligens-hoy-gevinst-for-de-som-lykkes/545980>
- NAOB. (u.d.). *kunstig*. Hentet august 5, 2024 fra naob.no: <https://naob.no/ordbok/kunstig>
- NHO. (2023). *Kompetansebarometeret og kunstig intelligens*. Hentet fra NHO: <https://www.nho.no/tema/digitalisering/artikler/kompetansebarometeret-og-kunstig-intelligens/>
- Pasquini, N. (2024, mars 20). *harvardmagazine.com*. Hentet fra Should AI Be Scaled Down?: <https://www.harvardmagazine.com/2024/03/scaling-artificial-intelligence>
- Redress Compliance. (2024, August 4). *AI for predictive maintenance*. Hentet fra Redress Compliance: <https://redresscompliance.com/ai-predictive-maintenance/>
- Rosite, V., Miller, J., & Oh, S. (2023, november). *Why AI and energy are the new power couple*. Hentet fra [iea.org](https://www.iea.org): <https://www.iea.org/commentaries/why-ai-and-energy-are-the-new-power-couple>

- Russell, S., & Norvig, P. (2022). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (4. utg.). Harlow, Essex, UK: Pearson Education Limited.
- Silver, D., Hubert, T., Schrittwieser, J., Antonoglou, I., Lai, M., Guez, A., . . . Hassabis, D. (2017, desember 5). Mastering Chess and Shogi by Self-Play with a General Reinforcement Learning Algorithm. *arXiv.org*. London, UK: Cornell University. Hentet fra <https://arxiv.org/pdf/1712.01815>
- SINTEF. (u.d.). *Machine learning in grid inspection*. Hentet august 2, 2024 fra SINTEF: <https://www.sintef.no/projectweb/cineldi/pilot-projects-in-cineldi/machine-learning-in-grid-inspection/>
- Språkrådet. (2023, desember 12). *Årets ord er KI-generert*. Hentet fra [sprakradet.no](https://sprakradet.no/aktuelt/arets-ord-er-ki-generert/): <https://sprakradet.no/aktuelt/arets-ord-er-ki-generert/>
- Store norske leksikon. (2024, februar 28). *intelligens*. Hentet august 5, 2024 fra [snl.no](https://snl.no/intelligens): <https://snl.no/intelligens>
- Strümke, I. (2023). *Maskiner som tenker: Algoritmenes hemmeligheter og veien til kunstig intelligens*. Oslo: Kagge Forlag AS.
- Townsend, K. (2024, mai 22). *Beware – Your Customer Chatbot is Almost Certainly Insecure: Report*. Hentet fra Security Week: <https://www.securityweek.com/beware-your-customer-chatbot-is-almost-certainly-insecure-report/>
- Wehus, W. N. (2024, Juli 10). *Slik kan KI gi for stor oversikt over samfunnet: – Åpne data truer Norges sikkerhet*. Hentet fra [forskning.no](https://www.forskning.no/data-informasjonsteknologi-kunstig-intelligens/slik-kan-ki-gi-for-stor-oversikt-over-samfunnet-apne-data-truer-norges-sikkerhet/2384271): <https://www.forskning.no/data-informasjonsteknologi-kunstig-intelligens/slik-kan-ki-gi-for-stor-oversikt-over-samfunnet-apne-data-truer-norges-sikkerhet/2384271>
- Wikipedia. (2024, Oktober 12). *History of Artificial Intelligence*. Hentet fra [Wikipedia.org](https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_artificial_intelligence): [History of artificial intelligence - Wikipedia](https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_artificial_intelligence)

Vedlegg

Totalt

Spørsmål: Hvor enig er du i følgende påstander om KI?		Svar i prosent (%)
Svaralternativer	KI er til å stole på	2
	KI er det samme som programmering	6
	Annet	7
	KI er det samme som maskinlæring	49
	KI løser komplekse problemer	51
	KI er statistikk og optimering	52
	KI kan endre tekst til bilde og video	55
	KI handler om automatisering	66
	KI er uttrekk og presentasjon av data	67

Spørsmål: Hva bruker dere KI til i dag?		Svar i prosent (%)
Svaralternativer	Prosesstyring	1
	Risikoanalyse	5
	Rekruttering	5
	Produksjonsplanlegging	8
	Kundesupport/chatbot	16
	Bruker ikke	17
	Annet	17
	Optimalisering/effektivisering av vedlikehold	19
	Problemløsning på ulike områder	39
	Presentasjoner og foredrag	45

Spørsmål: Hvor kan KI være til nytte i kraftforsyningen?		Svar i prosent (%)
Svaralternativer	Annet	1
	Rekrutteringsprosesser	30
	Konsesjonssøknader	33
	Internkontroll inkl. dokumentasjon	46
	Risikovurdering	47
	IKT-Sikkerhet	58
	Effektiv driftskontroll/prosesskontroll	58
	Utvikle prognoser for marked og økonomi	63
	Analyse og beslutningstaking	64
	Effektivisering av vedlikehold	86
	Tolkning av bilde/video (eks. fra droner)	87

Spørsmål: Hva er svakheter/utfordringer ved bruk av KI?		Svar i prosent (%)
Svaralternativer	Annet	4
	Ressursbruk til forvaltning og vedlikehold av KI over tid	25
	Bygger på historiske data og er lite framsynt	29
	Uviss nytteverdi sett opp mot driftskostnader for forsvarlig KI	30
	Høyt energiforbruk ved utvikling og bruk	34
	Tap av kompetanse (som blir overført til KI-modellen)	47
	Mangler i risikostyring, inklusive beskyttelse av data og KI-modellen (algoritmen)	48
	Liten gjennomsiktighet i beslutninger og logikk	58
	Overdreven tillit til nytten av KI	61
	Mangel på tilstrekkelig egen kompetanse for trygg og forsvarlig bruk av KI	67

	Liten kontroll med kvaliteten på datagrunnlaget	67
--	---	----

Spørsmål: Hvor moden er din virksomhets bruk av KI? (Gi din beste vurdering)		Svar i prosent (%)
Svaralternativer	0 Ikke i det hele tatt	4
	1	7
	2	37
	3	22
	4	13
	5	6
	6	4
	7	5
	8	2
	9	0
	10 Avansert bruker av KI	0

Spørsmål: Hva er sannsynligheten for at din virksomhet vil investere/ta i bruk KI på et nytt område i løpet av de neste tre årene? (Gi din beste vurdering)		Svar i prosent (%)
Svaralternativer	0 Ikke sannsynlig	0
	1	1
	2	6
	3	10
	4	5
	5	11
	6	8
	7	10
	8	24
	9	4
	10 Svært sannsynlig	22

Store og små virksomheter

Spørsmål: Hvor enig er du i følgende påstander om KI?		Svar i prosent (%)	
		Store	Små
Svaralternativer	KI handler om automatisering	66	67
	KI kan endre tekst til bilde og video	69	46
	KI løser komplekse problemer	54	48
	KI er uttrekk og presentasjon av data	63	71
	KI er det samme som maskinlæring	43	54
	KI er statistikk og optimering	49	54
	KI er det samme som programmering	6	6
	KI er til å stole på	0	4
	Annet	11	4

Spørsmål: Hva bruker dere KI til i dag?		Svar i prosent (%)	
		Store	Små
Svaralternativer	Problemløsning på ulike områder	57	25
	Presentasjoner og foredrag	63	31
	Optimalisering/effektivisering av vedlikehold	26	15
	Produksjonsplanlegging	14	4
	Kundesupport/chatbot	29	6
	Risikoanalyse	3	6
	Prosesstyring	0	2
	Rekruttering	3	6
	Bruker ikke	3	27
	Annet	20	15

Spørsmål: Hvor kan KI være til nytte i kraftforsyningen?		Svar i prosent (%)	
		Store	Små
Svaralternativer	Effektivisering av vedlikehold	89	83
	IKT-Sikkerhet	77	44
	Internkontroll inkl. dokumentasjon	43	48
	Tolkning av bilde/video (eks. fra droner)	91	83
	Analyse og beslutningstaking	63	65
	Utvikle prognoser for marked og økonomi	80	50
	Effektiv driftskontroll/prosesskontroll	63	54
	Konsesjonssøknader	37	29
	Risikovurdering	49	46
	Rekrutteringsprosesser	37	25
	Annet	0	2

Spørsmål: Hva er svakheter/utfordringer ved bruk av KI?		Svar i prosent (%)	
		Store	Små
Svaralternativer	Mangel på tilstrekkelig egen kompetanse for trygg og forsvarlig bruk av KI	77	60
	Høyt energiforbruk ved utvikling og bruk	34	33
	Overdreven tillit til nytten av KI	69	56
	Uviss nytteverdi sett opp mot driftskostnader for forsvarlig KI	31	29
	Liten gjennomskiktighet i beslutninger og logikk	69	50
	Tap av kompetanse (som blir overført til KI-modellen)	51	44
	Liten kontroll med kvaliteten på datagrunnlaget	74	63
	Bygger på historiske data og er lite framsynt	43	19
	Ressursbruk til forvaltning og vedlikehold av KI over tid	37	17
	Mangler i risikostyring, inklusive beskyttelse av data og KI-modellen (algoritmen)	51	46
	Annet	3	4

Spørsmål: Hvor moden er din virksomhets bruk av KI? (Gi din beste vurdering)		Svar i prosent (%)	
		Store	Små
Svaralternativer	0 Ikke i det hele tatt	0	0
	1	0	2
	2	0	10
	3	3	15
	4	3	6
	5	3	17
	6	11	6
	7	6	13
	8	43	10
	9	3	4
	10 Avansert bruker av KI	29	17

Spørsmål: Hva er sannsynligheten for at din virksomhet vil investere/ta i bruk KI på et nytt område i løpet av de neste tre årene? (Gi din beste vurdering)		Svar i prosent (%)	
		Store	Små
Svaralternativer	0 Ikke sannsynlig	0	0
	1	0	2
	2	0	10
	3	3	15
	4	3	6
	5	3	17
	6	11	6
	7	6	13
	8	43	10
	9	3	4
	10 Svært sannsynlig	29	17

Nett- og produksjonsselskap

Spørsmål: Hvor enig er du i følgende påstander om KI?		Svar i prosent (%)	
		Produksjon	Nett
Svaralternativer	KI handler om automatisering	62	68
	KI kan endre tekst til bilde og video	69	49
	KI løser komplekse problemer	46	53
	KI er uttrekk og presentasjon av data	73	65
	KI er det samme som maskinlæring	42	53
	KI er statistikk og optimering	46	54
	KI er det samme som programmering	8	5
	KI er til å stole på	0	4
	Annet	8	7

Spørsmål: Hva bruker dere KI til i dag?		Svar i prosent (%)	
		Produksjon	Nett
Svaralternativer	Problemløsning på ulike områder	38	39
	Presentasjoner og foredrag	65	35
	Optimalisering/effektivisering av vedlikehold	19	19
	Produksjonsplanlegging	19	4
	Kundesupport/chatbot	12	18
	Risikoanalyse	4	5
	Prosesstyring	0	2
	Rekruttering	0	7
	Bruker ikke	4	23
	Annet	19	16

Spørsmål: Hvor kan KI være til nytte i kraftforsyningen?		Svar i prosent (%)	
		Produksjon	Nett
Svaralternativer	Effektivisering av vedlikehold	88	84
	IKT-Sikkerhet	58	58
	Internkontroll inkl. dokumentasjon	42	47
	Tolkning av bilde/video (eks. fra droner)	85	88
	Analyse og beslutningstaking	62	65
	Utvikle prognoser for marked og økonomi	88	51
	Effektiv driftskontroll/prosesskontroll	50	61
	Konsesjonssøknader	27	35
	Risikovurdering	38	51
	Rekrutteringsprosesser	31	30
	Annet	4	0

Spørsmål: Hva er svakheter/utfordringer ved bruk av KI?		Svar i prosent (%)	
		Produksjon	Nett
Svaralternativer	Mangel på tilstrekkelig egen kompetanse for trygg og forsvarlig bruk av KI	77	63
	Høyt energiforbruk ved utvikling og bruk	38	32
	Overdreven tillit til nytten av KI	73	56
	Uviss nytteverdi sett opp mot driftskostnader for forsvarlig KI	35	28
	Liten gjennomsiktighet i beslutninger og logikk	58	58
	Tap av kompetanse (som blir overført til KI-modellen)	54	44
	Liten kontroll med kvaliteten på datagrunnlaget	65	68
	Bygger på historiske data og er lite framsynt	38	25
	Ressursbruk til forvaltning og vedlikehold av KI over tid	31	23
	Mangler i risikostyring, inklusive beskyttelse av data og KI-modellen (algoritmen)	46	49
	Annet	0	5

Spørsmål: Hvor moden er din virksomhets bruk av KI? (Gi din beste vurdering)		Svar i prosent (%)	
		Produksjon	Nett
Svaralternativer	0 Ikke i det hele tatt	4	4
	1	4	9
	2	42	35
	3	23	21
	4	15	12
	5	8	5
	6	0	5
	7	4	5
	8	0	4
	9	0	0
	10 Avansert bruker av KI	0	0

Spørsmål: Hva er sannsynligheten for at din virksomhet vil investere/ta i bruk KI på et nytt område i løpet av de neste tre årene? (Gi din beste vurdering)		Svar i prosent (%)	
		Produksjon	Nett
Svaralternativer	0 Ikke sannsynlig	0	0
	1	4	0
	2	12	4
	3	0	14
	4	0	7
	5	12	11
	6	8	9
	7	8	11
	8	35	19
	9	0	5
	10 Svært sannsynlig	23	21



NVE

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthuns gate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo
Telefon: (+47) 22 95 95 95