

UTVIKLINGSREDEGJØRELSEN 2024

15.09.2024

Faglig råd for elektro og datateknologi



1.	Innledning.....	3
2.	Tematiske redegjørelser.....	4
2.1	Energi.....	4
	Utviklingstrekk og trender i bransjen.....	4
	Er utviklingstrekkene i bransjen dekket i utdanningsprogrammet?.....	6
	Er utviklingstrekkene dekket i etter- og videreutdanningstilbud for lærere?.....	7
	Anbefalte tiltak.....	7
2.2	Teknologi.....	9
	Utviklingstrekk og trender i bransjen.....	9
	Er utviklingstrekkene i bransjen dekket i utdanningsprogrammet?.....	12
	Er utviklingstrekkene dekket i etter- og videreutdanningstilbud for lærere?.....	13
	Grensesnitt fagopplæring/fagskolestudier.....	13
	Anbefalte tiltak.....	13
2.3	Sirkulær økonomi.....	15
	Utviklingstrekk og trender i bransjen.....	15
	Er utviklingstrekkene i bransjen dekket i utdanningsprogrammet?.....	18
	Er utviklingstrekkene dekket i etter- og videreutdanningstilbud for lærere?.....	19
	Anbefalte tiltak.....	20
2.4	Rekruttering, mangfold og kompetanseutvikling.....	21
	Utviklingstrekk og trender i bransjen og i utdanningsprogrammet.....	21
	Er utviklingstrekkene dekket i etter- og videreutdanningstilbud for lærere?.....	27
	Grensesnitt mellom fagopplæringen og fagskolestudier.....	29
	Anbefalte tiltak.....	30
2.5	Faggrenseutfordringer og organisering av fagprøven.....	32
	Utviklingstrekk og trender i bransjen.....	32
	Er utviklingstrekkene i bransjen dekket i utdanningsprogrammet?.....	33
	Grensesnitt fagopplæring/fagskolestudier.....	34
	Anbefalte tiltak - faggrenseutfordringer.....	34
	Organisering av fagprøven.....	34
	Anbefalte tiltak - organisering av fagprøven.....	35
3.	Oppsummering og anbefalte tiltak.....	36
3.1	Oppsummering.....	36
3.2	Anbefalte tiltak.....	37
	Utarbeiding av vg4 læreplaner.....	37
	Tiltak fra faglig råd for elektro og datateknologi – oppsummert.....	38
4.	Kunnskapsgrunnlag og referanseliste.....	42
4.1	Om kunnskapsgrunnlaget.....	42
4.2	Referanseliste.....	42

1. Innledning

Det er et overordnet politisk mål å gå fra fossil energi til fornybar energi. Teknologiutvikling og innovasjoner innenfor fornybar energi, som sol- og vindkraft, energieffektivisering og elektrifisering, kommer til å være avgjørende faktorer for det grønne skiftet. Det betyr at alle fagene under Faglig råd for elektro og datateknologi vil være forutsetninger for å lykkes med omstillinger og nødvendige endringer for å oppnå klimamålene.

Vi kommer til å se en betydelig teknologisk utvikling innenfor blant annet elektronisk kommunikasjon, databehandling, automatisering og kunstig intelligens. For å oppnå smarte byer, smart transport, smarte nett, smart industri, smarte bygg, digitale løsninger i helse- og omsorg (e-helse), sirkulærøkonomi, resirkuleringsteknologier med videre, kommer samfunnet til å være avhengig av fagene under elektro og datateknologi. Utdanningsprogrammet og lærefagene må hele tiden oppdateres slik at de følger den teknologiske utviklingen og er i samsvar med samfunnets behov for kompetanse. En av de store utfordringene vi står overfor er mangelen på fagarbeidere, noe som krever at man rekrutterer bredere og sikrer mangfold i fagene. Utdanningssystemet må prioritere utdanning av flere lærere, og gjennomføre kompetanseheving og videreutdanning i skole og arbeidsliv i takt med den teknologiske utviklingen. Videre blir elektro og elektronikk integrert på stadig flere fagområder, noe som utfordrer grensene mellom ulike fag.

Faglig råd for elektro og datateknologi har på denne bakgrunn utarbeidet utviklingsredegjørelsen for 2024 med utgangspunkt i fem overordnede tematiske områder:

1) Energi, 2) Teknologi, 3) Sirkulær økonomi, 4) Rekruttering, mangfold og kompetanseutvikling og 5) Faggrenseutfordringer og organisering av fagprøven.

Rådet har nedsatt fem arbeidsgrupper for arbeidet med utviklingsredegjørelsen; én for hvert av de tematiske områdene. Redegjørelsen er i hovedsak skrevet på bakgrunn av rådsmedlemmenes erfaring og kunnskap fra sektor og bransjen. På bakgrunn av denne kunnskapen har arbeidsgruppene vurdert hvordan utviklingstrekk og trender vil påvirke fremtidens kompetansebehov i bransjen, og hvilken betydning det vil ha for utdanningsprogrammet. Rådet har også hatt møter med relevante aktører i bransjen for å få innspill til redegjørelsen (se oversikt i kapittel 4.1), og har sett til relevant kunnskapsgrunnlag som går frem av referanselisten i kapittel 4.2.

Kapittel 2 er strukturert etter de fem tematiske områdene, med et underkapittel for hvert tema hvor det gjøres rede for utviklingstrekk og trender i bransjen, og hvordan disse utviklingstrekkene er ivaretatt i utdanningsprogrammet og i etter- og videreutdannings-tilbudet for lærere. For de temaene der det er relevant, er grensesnittet mellom fagopplæring og fagskole også vurdert. Rådet har skrevet anbefalte tiltak knyttet til hvert av de tematiske områdene. Kapittel 3 omfatter en kort oppsummering av hovedfunn i redegjørelsen (3.1), samt en oversikt over alle tiltakene rådet har anbefalt til Utdanningsdirektoratet (3.2 og 3.3). Kapittel 4 inneholder en beskrivelse av kunnskapsgrunnlaget (4.1) og en referanseliste (4.2).

2. Tematiske redegjørelser

2.1 Energi

Det grønne skiftet og krav om overgang til nullutslippssamfunnet forutsetter en stor grad av elektrifisering.¹ For å nå nullutslippsmålene må vi øke energiproduksjonen og kapasiteten på overføringsnettet, i tillegg til å iverksette energisparende tiltak. Det stiller store krav til utdanningssystemet, som må gi opplæring i tråd med den teknologiske utviklingen. Livslang læring vil bli stadig viktigere, da den teknologiske utviklingen forventes å gå raskere og raskere. Utdanningsprogrammer må være dynamiske for å holde tritt med den raske teknologiske utviklingen og endringer i bransjebehov. Kontinuerlig oppdatering av læreplaner og inkludering av praktisk erfaring og realistiske scenarier vil være avgjørende for å forberede elever og lærlinger på arbeidslivet.²

Utviklingstrekk og trender i bransjen

Elektrifisering

Elektrifisering av samfunnet som et ledd i det grønne skiftet ser ut til å bli en av de viktigste trendene i elektrobransjen i årene som kommer. Økt elektrifisering vil føre til behov for økt kraftproduksjon, utbygging av nett og lagring av elektrisk energi. Det vil øke behovet for kompetanse om alternative energikilder til produksjon, distribusjon og lagring av energi til for eksempel industri, bygg og anlegg, og transportsektor.

Helhetlig kompetanse

Behovet for økt samarbeid med andre yrkesgrupper øker kravet til helhetlig kompetanse i bransjen. Det innebærer innsikt i hvordan eget fag samspiller med tilstøtende faggrupper, og evne til samarbeid mellom fag også utenfor elektrofagene (se også kapittel 2.5 *Faggrenseutfordringer og organisering av fagprøven*).

Kunstig intelligens og datasikkerhet

Kunstig intelligens (KI) vil utgjøre en stadig større del av styrings- og kontrollfunksjoner i elektrobransjen. KI-teknologi kan brukes til å optimalisere energiforbruket, forutsi vedlikeholdsbehov og identifisere feil i systemet. Kunstig intelligens innebærer kompetanse om bruksområder for å løse tekniske problemstillinger, innhente informasjon og vurdere troverdigheten til informasjonen.³

Bruk av trådløs teknologi, Internet of Things (IoT) og sensorer vil gjøre det mulig å samle inn og analysere store mengder data fra forskjellige kilder, og dermed gi bedre innsikt i hvordan energisystemet fungerer som helhet. Det øker behovet for kompetanse om datasikkerhet, beskyttelse av data og trådløs kommunikasjon, for å ivareta sikker og bærekraftig drift av elektriske forsyningsanlegg og installasjoner.

¹ [NOU 2023: 3 – Mer av alt - raskere – Energikommisjonens rapport](#): kap. 1.1

² [NOU 2019:12 Lærekraftig utvikling – Livslang læring for omstilling og konkurranseevne](#).

³ [Nasjonal strategi for kunstig intelligens](#), Kommunal og moderniseringsdepartementet 2020.

Nettbygging og sensorteknologi

Det grønne skiftet med elektrifisering medfører økt etterspørsel etter elektrisk energi. Nettbygging vil være avgjørende for å sikre en stabil og pålitelig strømforsyning for å møte dette behovet. Sensorteknologi kan brukes til å overvåke strømnettet, og sensordata kan brukes til å identifisere feil før de oppstår. Det medfører et behov for kompetanse i bruk av sensordata og kunstig intelligens for å optimalisere utnyttelsen av nettet.

Lokal kraft og varmeproduksjon

Lokal produksjon av fornybar energi, som sol- og vindkraft, blir trolig en viktig trend i elektrobransjen fremover. Det vil kreve utvikling av nye teknologier for å lagre og distribuere energi, samt nye forretningsmodeller for å sikre lønnsomhet. Lokal kraft og varmeproduksjon krever kompetanse om lokal og desentralisert kraftproduksjon, og vil påvirke byggingen av nye, og vedlikehold av eksisterende, nett. Lokal energiproduksjon vil føre til at energiflyten går flere veier, noe som vil føre til utfordringer for sikkerheten til de som skal jobbe på nettet.

Last/effektutjevning

Lokal produksjon fører til et mer komplisert nett, som gjør at last- og effektutjevning blir viktigere for å optimalisere energiforbruket. Det fører til økt behov for kompetanse om bedre utnyttelse av nettkapasitet og energisystemet som helhet. Utvidet bruk av AMS-målerens funksjoner gir informasjon om forbruk i sanntid, slik at belastningen kan utjevnes og utnyttelse av nettet kan optimaliseres. Det øker behovet for kunnskap om målerteknologi og bruk av innsamlet informasjon for energistyring.

Energilagring

Det grønne skiftet innebærer økt behov for lagring av energi på en mer effektiv og bærekraftig måte. Det øker behovet for kompetanse om batteriteknologi, termodynamikk, hydrologi og andre former for lagring av energi.

Energieffektivisering

Energieffektivisering hos forbruker vil være en viktig faktor for å redusere energiforbruket, effekttopper og dermed også kostnadene. Det innebærer økt behov for kompetanse om effektiv og bærekraftig bruk av elektrisk energi.

Likestrøminstallasjoner

Likestrøminstallasjoner vil bli mer benyttet lokalt i forbindelse med solcelleanlegg, batterier med videre. Det vil føre til el-sikkerhetsmessige utfordringer, blant annet knyttet til lysbue, batterianlegg i private hjem, varmegang osv. Økt bruk av likestrøminstallasjoner øker behovet for kompetanse om bygging, terminering og el-sikkerhetsmessige faremomenter knyttet til denne typen elektriske anlegg. Økt produksjon av for eksempel solenergi vil føre til en vesentlig økning i denne type anlegg.

Er utviklingstrekkene i bransjen dekket i utdanningsprogrammet?

Helhetlig kompetanse

For å oppnå en helhetlig kompetanse er det behov for tverrfaglighet og samarbeid med andre faggrupper, både innenfor elektrofagene og med fag innenfor andre utdanningsprogrammer. Under «Grunnleggende ferdigheter» i læreplanene beskrives samarbeid med andre fagområder. Her nevnes fag generelt, men ikke samarbeid med faggrupper fra andre utdanningsprogrammer. Rådets vurdering er at samarbeid bør inngå i en grunnleggende ferdighet.

Vi foreslår at følgende formulering tas inn i læreplanen:

«Samarbeidsferdigheter i vg3 xxxx-faget innebærer å planlegge og utføre arbeidsoppgaver sammen med andre faggrupper, både innenfor elektrofagene og med fag innenfor andre utdanningsprogram.»

Kunstig intelligens

Kunstig intelligens innebærer kunnskaper om bruksområder for å løse tekniske problemstillinger, innhente informasjon og vurdere troverdigheten til informasjonen. Under «Grunnleggende ferdigheter» i læreplanene beskrives bruk av digitale verktøy samt å kunne innhente informasjon og være kritisk til og vurdere troverdigheten av informasjonen (kildekritisk). Formuleringen i læreplanen er ikke begrensende, så bruk av KI omfattes av dette. Bruk av denne type teknologi vil i stor grad forutsette faglig oppdatering og samarbeid mellom skole og bedrift.

Last- og effektutjevning

Last- og effektutjevning innebærer kunnskaper om bedre utnyttelse av nettkapasitet og elektrotekniske installasjoner. Under «Grunnleggende ferdigheter» i læreplanene omtales bruk av digitale verktøy. Formuleringen er ikke begrensende, og man kan derfor legge inn KI som verktøy for last- og effektutjevning. Bruk av denne type teknologi vil i stor grad forutsette faglig oppdatering og samarbeid mellom skole og bedrift.

I læreplanen for elektrikerfaget nevnes last og styringssystemer for lokal energiproduksjon med energilagring, laststyring og energileveranse spesielt. Flere andre fag, som for eksempel automatiseringsfaget, energimontørfaget, energioperatørfaget, telekommunikasjonsfaget og dataelektronikerfaget, inneholder elementer av overvåkings- og datakommunikasjonssystemer, styring og automatisering. Alle disse kompetansemålene kan benyttes for styring og regulering av kraftnettet. Det vil være behov for en tverrfaglig kompetanse mellom disse fagene for å utnytte potensialet, både for styring hos forbruker, produsent og i nettet. Bruk av fagene til denne type teknologi vil i stor grad forutsette faglig oppdatering og samarbeid mellom skole og bedrift.

Energilagring

Energilagring innebærer kunnskap om batteriteknologi, termodynamikk, hydrologi og andre former for lagring av energi. Energilagring er omtalt i læreplanene for energioperatør, elektriker og energimontørfaget, og nevnes også i togelektrikerfaget.

Energieffektivisering

Energieffektivisering innebærer kunnskap om effektiv og bærekraftig bruk av energi, energiøkonomisering og riktig materialvalg. Energieffektivisering er omtalt i læreplanene for de fleste fagene i elektro og datateknologi.

Likestrøminstallasjoner

Likestrøminstallasjoner innebærer kunnskap om bygging, terminering og el-sikkerhetsmessige faremomenter knyttet til denne typen elektriske anlegg. Økt produksjon av for eksempel solenergi vil føre til en drastisk økning i denne type anlegg. Likestrøminstallasjoner nevnes konkret i læreplanene for togelektriker, energimontør, tavlemontør og automatisering. Erfaring viser at kunnskapsnivået på likestrøminstallasjoner er mangelfullt og må prioriteres, både på fagarbeidernivå og i kunnskapsløft for lærerne.

Datasikkerhet

Datasikkerhet innebærer kunnskap om beskyttelse av data og trådløse kommunikasjonslinjer for sikker og bærekraftig drift av energiforsyningsanlegg og installasjoner. Datasikkerhet er nevnt i de fleste fagene innenfor elektro og datateknologi.

Omstillingsevne

Omstillingsevne innebærer fagarbeidernes kunnskap og evne til å omstille seg i takt med samfunnsutviklingen. Omstillingsevne og evne til livslang læring er nevnt i beskrivelsen av de fleste fagene innenfor elektro og datateknologi.

Er utviklingstrekkene dekket i etter- og videreutdanningstilbud for lærere?

Fagfornyelsen 2020 har ført til fremoverlente læreplaner som i stor grad ivaretar utviklingstrendene vi har beskrevet over. Det er stort behov for at lærere, instruktører og faglige ledere fortløpende oppdateres i utvikling av faget. Etter rådets mening kan det se ut til at det per i dag ikke er noen systematisk gjennomføring av denne typen oppdatering, hverken faglig eller finansielt. Det samme gjelder for oppdatering av prøvenemnder og innholdet i fagprøvene. Både den faglige og teknologiske utviklingen går raskere og raskere, noe som øker behovet for en systematisk oppdatering av kompetansen.

Anbefalte tiltak

Anbefalte tiltak på kort sikt

Det bør snarlig etableres et målrettet tiltak for faglig og teknologisk oppdatering av yrkesfaglærere, instruktører, faglige ledere og prøvenemndsmedlemmer. En slik oppdatering må blant annet inneholde

- likestrømkompetanse, både produksjon og lagring
- laststyringssystemer, både for effektutjevning og energieffektivisering
- datasikkerhet
- kunnskap om praktisk bruk av KI

Denne opplæringen må sees i sammenheng med hele opplæringskjeden fra skole til fagprøve. Det er behov for å se nærmere på instruksene om hva en fagprøve etter Kunnskapsløftet (LK20) skal inneholde, og i større grad kvalitetssikre at fagprøvens innhold gjenspeiler endringene i læreplanene kandidaten skal prøves etter.

Anbefalte tiltak på mellomlang sikt

I og med at den teknologiske utviklingen går stadig raskere, må de nevnte målrettede tiltakene justeres fortløpende. Etter rådets mening er det behov for en systematisk og regelmessig oppdatering av lærere, instruktører og faglige ledere. Det samme gjelder for oppdatering av prøvenemnder og innholdet i fagprøvene. Denne etterutdanningen må være sentralt finansiert og styrt. Tiltakene må kunne måles slik at opplæringen følger utviklingen kontinuerlig.

2.2 Teknologi

Teknologiutviklingen innenfor elektro og datateknologi skjer hurtig, men gradvis, og ble i stor grad forutsett i utviklingsredegjørelsen fra Faglig råd for elektro i 2016.⁴ Sirkulærøkonomi og datasikkerhet har fått økt fokus, men likevel er overgangen fra fossile energikilder til elektrisitet og batteriteknologi fremdeles i startfasen. Internet of Things, virtual reality, Big data, 3D printing, Industri 4.0 og Autonome kjøretøy har blitt dagligdagse begreper. Det som derimot har gått langt raskere enn forutsett, er utviklingen innenfor Kunstig intelligens (KI). Nevrale nettverk og maskinlæring har fått utviklingen innenfor KI til virkelig å skyte fart de siste årene. Dette vil påvirke vår fremtid sterkt. Gjennom å tilegne seg denne teknologien og ta den i bruk på sitt fagfelt vil de fleste fagarbeidere få en meget god hjelper i utøvelsen av sitt yrke. Et annet tema som er lite beskrevet i tidligere utviklingsredegjørelser, er hvordan fagarbeiderens kompetanse på lys og belysning blir stadig mer aktuelt. Det handler om at denne teknologien utvikles like raskt og i like stor grad som annen teknologi.

Utviklingstrekk og trender i bransjen

Kunstig intelligens (KI)

Noen viktige historiske milepæler innenfor teknologi er utviklingen av spinne- og vevemaskinen, dampmaskinen, forbrenningsmotoren, elektrisiteten med overføring av kraft og signal, og mikroprosessen som la grunnlaget for internett og datamaskinen. Nå kommer en ny teknologi: Kunstig Intelligens (KI). Med tilgjengelige data og maskinlæring åpnes det for nye muligheter til å effektivisere produksjon og tjenester. KI kan få stor betydning innenfor elektrobransjen de kommende årene. Elektrobransjen og industrien vil kunne bruke KI til å hjelpe fagarbeideren, spesielt med planlegging, prosjektering og dokumentasjon, og som et hjelpemiddel knyttet til standarder og regelverk. Bearbeiding av en stadig større mengde data fra sensorer vil danne et godt grunnlag for optimalisering av elektriske anlegg, og lette feilsøking. Kunstig intelligens kan føre til at man går fra utvikling av ekspertsystemer til maskinlæring, noe som kan akselerere utviklingen.

KI er basert på kjente data, og er ikke laget for å utføre uspesifiserte oppdrag og fysisk arbeid. KI vil derfor sannsynligvis aldri kunne erstatte fagarbeiderens håndverksmessige arbeid. Fagarbeideren vil imidlertid kunne bruke KI som et verktøy innenfor sitt fagfelt. Dette vil kreve opplæring i skole og arbeidsliv. Overgangen fra fossilt brennstoff til elektrisitet (det grønne skiftet) vil også prege teknologiutviklingen innenfor elektrofagene.

Prosjektering og forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling av elektriske anlegg kan effektiviseres mye ved bruk av KI. Et eksempel som ble presentert på NHO Elektro opplæringskonferanse 2024, er en teknisk prosjektering i et bygg hvor konsulenter brukte et årsverk med dagens dataverktøy. Den samme prosjekteringen ble gjort i løpet av tre dager ved hjelp av KI, og løsningen var i tillegg bedre. Dokumentasjon av elanlegg vil også kunne effektiviseres, og kostnader ved montasje og vedlikehold reduseres. På elektriske anlegg er det størst effektiviseringsgevinster i prosjekteringsfasen.

⁴ [Utviklingsredegjørelse 2016](#): Utdanningsprogram for elektro

Fagarbeideren vil få flere nyttige verktøy. Et eksempel er at fagarbeideren under montasje eller feilsøking kan bruke AR-briller, som kan gi nyttig informasjon om koblingsskjema, manualer på utstyr og lignende. Et annet eksempel er at fagarbeideren kan bruke en språkrobot, og ut fra en stor manual kan få en forkortet versjon om aktuelle tema, og eventuelt få manualen opplest. Manualen kan også ved behov oversettes. Språkrobot kan benyttes som hjelp til programmering, konfigurering og dokumentasjon.

Sett i sammenheng med utviklingen innenfor KI, er det viktig at utdanningsprogrammet elektro og datateknologi dekker kompetanse om hvordan KI påvirker planlegging, prosjektering, gjennomføring og feilsøking i en installasjon. Videre må utdanningsprogrammet dekke forståelse av hvordan KI fungerer, samt å kjenne til begrensninger og å kunne vurdere svaret.

Autonome kjøretøy/farkost/drone

En viktig trend i bransjen er knyttet til autonome kjøretøy. Flere aktører planlegger økt bruk av førerløse kjøretøy/farkost/droner, som kan være autonome eller styres fra kontrollsenter, for å øke sikkerheten og effektivisere transport og samferdsel. I lys av dette må utdanningsprogrammet dekke kompetanse knyttet til sikker kommunikasjon mellom fjernstyrte kjøretøy/droner/farkoster, samt virkemåte og oppbygging av fjernstyring, drift av enhet (motor, batteri, styresystem), sensorer og aktuatorer. I tillegg er det behov for opplæring i bruk av nye typer kjøretøy/farkost/drone.

Solceller og energilagring

Solcelleinstallasjoner og energilagring skaper nye muligheter og utfordringer, og prosjektering og installasjon krever oppdatert kompetanse hos fagarbeidere. Det øker behovet for kompetanse på fornybare energikilder og energilagring, og fokus på sikkerhet, dokumentasjon og installasjon, i relevant utdanningsprogram. I tillegg er det behov for kunnskap om hvordan endret energiflyt fra distribuert energiproduksjon påvirker dagens forsyningssystem.

Lys og belysning

Belysning har en betydelig innvirkning på trygghet, sikkerhet, helse og velvære. Feil belysning kan gjøre det utfordrende å lese, oppfatte omgivelsene, eller utføre arbeidsoppgaver korrekt. Derimot kan riktig og godt planlagt belysning skape behagelige rom og miljøer, som fremmer både prestasjon, helse og trivsel. For å sikre optimal belysning er det viktig å sørge for at den er korrekt plassert, i riktig mengde, og tilgjengelig når den trengs. Dette kan oppnås ved hjelp av standardiserte digitale styresystemer for belysning.⁵ Utendørs bør man unngå unødvendig lysbruk, spesielt i områder nær naturen, da kunstig belysning kan ha negative konsekvenser for både plante- og dyrelivet. Ved å optimalisere belysningen kan man oppnå god synskomfort og økt følelse av trygghet og velvære, samtidig som energiforbruket reduseres. I lys av dette er det viktig med kompetanse knyttet til lyskilder og styringsanlegg for belysning, samt et økt fokus lysets funksjon for både for mennesker og for plante- og dyreliv.⁶

⁵ Et eksempel er DALI (Digital Addressable Lighting Interface), en toveis åpen protokoll og et digitalt, internasjonalt vedtatt språk som brukes til å kontrollere belysning som LED-drivere. Dette gjør det mulig å overføre informasjon mellom enheter, som lyskommandoer, feildetaljer og diagnostikk.

⁶ Møte med Lyskultur AS, 21.08-2024.

Smarte hus og bygg

Et annet sentralt utviklingstrekk innenfor elektrobransjen er smarte hus og bygg hvor energiforbruk og utslipp skal reduseres. Stadig mer kompliserte systemer, og samhandling mellom disse, stiller høyere krav til kompetanse til den som skal prosjektere, installere, feilsøke og drifte bygg. Det øker behovet for at utdanningsprogrammet dekker kompetanse i systemer som skal kunne utveksle signal og kommunikasjon, og kunnskap om hvordan man energieffektiviserer prosesser og bygg.

Utstyr i dag kan ikke sees på som enkeltstående komponenter, men må sees som et helhetlig anlegg hvor for eksempel styringsanlegg, lokal energiproduksjon, elbillader, ventilasjon, belysning, varme, bygningssikkerhet og ekom-anlegg knyttes sammen. I lys av dette blir det viktig med kompetanse på hvordan flere ulike systemer kommuniserer.

AR (Augmented Reality) brukes i større grad for visualisering av bygg og planlegging av installasjoner. Bruken kan også gjøre det mulig å trene på prosedyrer, og slik forbedre sikkerheten og redusere uønskede hendelser. VR (Virtual Reality) kan gi bransjen større mulighet til å planlegge installasjoner og spare tid på byggeplassen i store prosjekter, og videre gi mulighet til å trene på ulike situasjoner og prosedyrer under kontrollerte forhold. I denne sammenheng blir det viktig med kompetanse i hvordan AR og VR kan brukes i større prosjekter, og at AR/VR kan brukes i trening eller kurs i forskrift om sikkerhet ved arbeid i og drift av elektriske anlegg (FSE), prosedyrer med mer.

Fjernstyring og sikkerhet

Andelen produkter man kan styre og programmere har økt de siste årene i private hjem, på grunn av økte strømpriser, samt økt fokus på strømforbruk og komfort. Det gjelder for eksempel hvitevarer, varme, lys, elbilladere, osv. De aller fleste produktene kan kobles til et trådløst nettverk og sende informasjon til en server plassert et sted i verden. Sikkerheten til forbindelsen og enheten som kunden kjøper kan variere, for eksempel knyttet til data-sikkerhet og elsikkerhet/personsikkerhet. Produktkunnskap og kompetanse om overvåking av installert produkt vil derfor være sentralt for fagarbeideren.

Økt fokus på optimalisering av tjenester levert til innbyggere, kunder eller bedriftseiere gjør at IoT-enheter også blir tatt mer i bruk av blant annet kommuner og bedrifter. Manuelle målinger som tidligere ble gjort sporadisk eller kalenderbasert av en person, kan nå selv fortløpende rapportere målinger. Tømming av nedgravde søppelcontainere ble tidligere utført basert på kalenderbasis, men flere kommuner går nå over til tømming basert på fyllingsgrad, som rapporteres trådløst. I dag kan man også innhente vannforbruk ved å samle inn data ved å kjøre gjennom gata eller å gå i nærheten av eiendommen. Velferdsteknologi for å øke livskvalitet eller forlenge tiden man kan bo hjemme er også et dagsaktuelt område. Bønder tar også i større grad i bruk teknologi i hverdagen, med blant annet melkerobot, beitedyr og vanning.

Utviklingen knyttet til IoT øker behovet for kompetanse knyttet til

- hvordan fagarbeideren kan rådggi kunden om potensielle muligheter og løsninger
- hvordan IoT kan brukes innenfor helse og velferd
- hvordan bruk av PoE (Power over Ethernet) -utstyr kan gjøre en installasjon mer fleksibel og fremtidsrettet

OT (operasjonell teknologi) og sikkerhet

Det kan være utfordrende med økt konektivitet av maskiner og systemer i industri og energi opp mot nettverk eller internett. Ved å bruke OT kan aktører og bedrifter skaffe seg bedre oversikt, utveksle signaler og optimalisere driften. Feil og status på installasjoner over store eller små geografiske områder kan lettere samles, og øke kvaliteten på tjenesten som skal leveres. Endringer i prosessen eller feilrettinger på fjerntliggende installasjoner gjennom nettverk gjør dette mulig. Gjennom fysiske eller virtuelle angrep mot den operasjonelle teknologien, kan det oppstå store økonomiske tap eller skade. Sikkerheten knyttet opp mot OT ses i sammenheng med kommunikasjonssikkerhet og datasikkerhet, som vi beskriver under. I lys av utviklingen knyttet til OT er det viktig at fagarbeideren har kompetanse til å hjelpe kunden med å forbedre og sikre eksisterende installasjoner, og unngå å levere en usikker løsning til kunden.

Cybersikkerhet (kommunikasjonssikkerhet og datasikkerhet)

Det integreres stadig mer elektronisk kommunikasjon i utstyr, installasjoner og systemer. Det fører til behov for styrking av Cybersikkerhet (kommunikasjonssikkerhet og datasikkerhet), som blant annet omfatter sikring av den fysiske delen av installasjonen/løsningen og gradering av sikkerhetsnivå, samt klassifisering og datasikkerhet med økt bruk av skytjenester og elektronisk kommunikasjon.

Elektro og ekom blir integrert på en rekke områder, som for eksempel

- smarthusteknologi
- automasjon (byggteknisk, jernbane/veianlegg mv.)
- leveringssikkerhet av kraftenergi og ekom på samme kabel (PoE osv.)
- elektriske apparater

Er utviklingstrekkene i bransjen dekket i utdanningsprogrammet?

Alle fag blir i større eller mindre grad påvirket av teknologiutviklingen som er beskrevet her. Trender og utviklingstrekk beskrives stort og generelt for utdanningsprogrammet elektro og datateknologi, og må konkretiseres i læreplanene.

Etter å ha vurdert læreplanene opp mot utviklingstrekkene i bransjen knyttet til teknologi, er rådets vurdering at

- tilbudsstrukturen dekker trendene.
- kompetanse om maskinlæring og kunstig intelligens bør inn i alle læreplanene på elektro og datateknologi.
- OT (operasjonell teknologi) og sikkerhet bør komme tydeligere frem og sees i direkte sammenheng med datasikkerhet både for industrielle og bedriftsrelaterte installasjoner. Det bør knyttes opp mot hovedelementer i fagene i utdanningstilbudet.
- ivaretagelse av sikkerhet i ulike typer installasjoner, og datasikkerhet med økt bruk av skytjenester og elektronisk kommunikasjon, må inn i flere læreplaner.
- man bør introdusere Internet of Things (IoT), kommunikasjonssikkerhet og datasikkerhet på vg1 i sammenheng med elektroniske kretser og nettverk, og se videre på dette i relevante fag senere i utdanningsløpet.
- kompetanse om lys og belysning, samt styring av disse anleggene, bør inn i læreplanene på elektro og datateknologi.

Er utviklingstrekkene dekket i etter- og videreutdanningstilbud for lærere?

Kompetansepakker fra Utdanningsdirektoratet kan favne for bredt for yrkesfaglærere. I studiekatalogen til "Kompetanse for kvalitet" er det få eller lite relevante fagrelaterte tilbud for yrkesfaglærere. Kostnader for skoleeier, og utfordringer med å få tak i vikarer, kan gjøre det utfordrende å sende lærere på etter- og videreutdanning. Det er viktig med samarbeid mellom bedrifter og skole, og at det sikres finansiering av etter- og videreutdanning for lærere.

Grensesnitt fagopplæring/fagskolestudier

Fagområdet er ofte det samme, men fagbrevet vektlegger praktisk utførelse av arbeidsoppgaver på fagområdet mens fagskolen vektlegger teoretisk forståelse. Fagarbeideren bruker de best tilgjengelige verktøy for å kunne utføre en fysisk arbeidsoppgave, dette inkluderer planlegging og dokumentasjon av eget arbeid. Fagskoleingeniøren har derimot teknisk planlegging og dokumentasjon som sin hovedoppgave. Styrken ligger i at fagskoleingeniøren har praktisk erfaring og kjenner fagarbeiderens arbeidsoppgaver godt.

Fagskolen er viktig i elektrofagene for å kunne gå fra et fysisk krevende fagarbeid til ingeniørarbeid. Fagskolen må i tillegg til å gi større teoretisk forståelse på fagområdet vektlegge bruken av KI. Fagskolene må bli flinkere til å markedsføre sine tilbud. Når nye læreplaner i høyere yrkesfaglig utdanning skal utarbeides, kan det også være formålstjenlig å ha med representanter som har vært med på læreplanutvikling på videregående nivå og omvendt. Det kan gi en mer forståelse for oppbygging av utdanningen på de ulike nivåene.

Anbefalte tiltak

Anbefalte tiltak på kort sikt

Rådet mener at følgende temaer bør inn i aktuelle læreplaner i elektro og datateknologi:

- Bruk av maskinlæring og kunstig intelligens, og bruk av teknologiene på en sikker og forsvarlig måte.
- Viktigheten av gode treningsdata for maskinlæring og kunstig intelligens.
- Hvordan samfunnet påvirkes av teknologier som bruker maskinlæring og kunstig intelligens.

Rådet anbefaler videre følgende tiltak på kort sikt:

- Å gjøre etter- og videreutdanningstilbudet som allerede finnes i dag bedre kjent.
- Å forbedre samarbeidet mellom yrkesfag i vgo og fagskolene/ høyere yrkesfaglig utdanning.
- Å vurdere en egen læreplan i bedrift for automatiker (vg3/vg4), tilsvarende løsning som maritim elektriker (se anbefaling i kapittel 3.2).

Anbefalte tiltak på mellomlang sikt

På lengre sikt anbefaler rådet å gjennomgå alle læreplaner i utdanningsprogrammet med tanke på ny teknologi, spesielt praktisk bruk av kunstig intelligens. Kjerneelementer og kompetansemål som må forandres kan variere i de ulike læreplanene i utdanningsprogrammet. Rådet mener også at det må vurderes om læreplanene i tilstrekkelig grad omhandler temaer som robotteknologi, 3D-teknologi, virtuell og utvidet virkelighet og bruk

av kunstig intelligens, hvordan disse teknologiene kan utnyttes i yrkesutøvelsen, og hva smartteknologi og KI kan bety for samfunnsutviklingen.

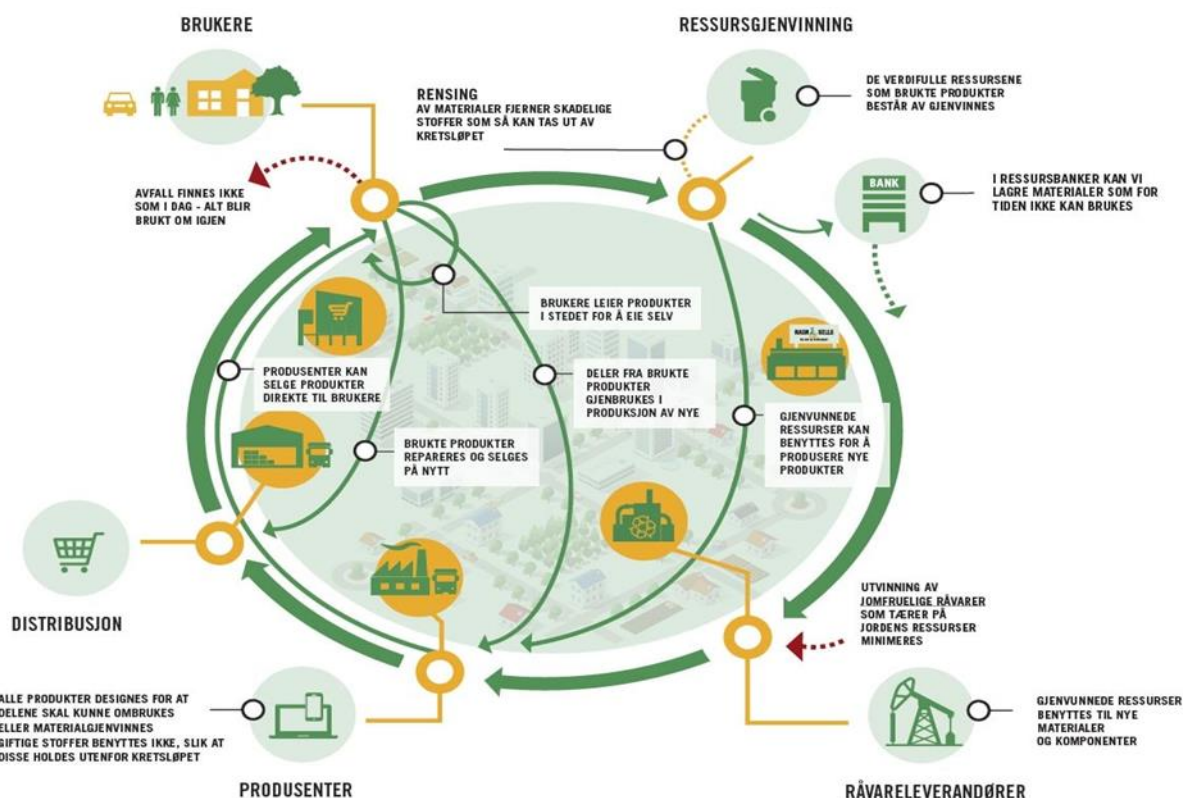
2.3 Sirkulær økonomi

Siden verdens naturressurser er under økt press, må vi bruke ressursene mye mer effektivt enn i dag for å redusere uttak av nye ressurser. Miljødirektoratet beskriver en sirkulærøkonomi som en økonomi hvor produktene varer "så lenge som mulig, repareres, oppgraderes og i større grad brukes om igjen."⁷ Gjennom programområder som utdanner fagarbeidere med kompetanse til å kontrollere, reparere og oppgradere elektrisk og elektronisk utstyr, spiller fagene innenfor elektro og datateknologi en viktig rolle i å utvikle løsninger som støtter en sirkulær økonomi.

Utviklingstrekk og trender i bransjen

Sirkulær økonomi har som utgangspunkt at avfall i dagens betydning ikke skal finnes:

- Forbruk skal reduseres gjennom leie/låne-ordninger
- Brukte produkter skal repareres og selges på nytt
- Deler fra brukte produkter skal gjenbrukes i reparasjon eller produksjon
- Råmaterialer fra brukte produkter skal gjenvinnes og brukes i produksjon
- Råmaterialer fra brukte produkter skal gjenvinnes og lagres for bruk i framtidig produksjon



Figur hentet fra ragnsells.no: (<https://www.ragnsells.no/om-oss/sirkular-okonomi/>)

⁷ Sirkulær økonomi - miljødirektoratet.no: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/avfall/sirkular-okonomi/>

Nasjonal strategi for ein grønn, sirkulær økonomi,⁸ som i stor grad bygger på EUs handlingsplan for sirkulær økonomi fra 2020,⁹ handler om økt bruk av avfalls-råstoffer eller sekundært materiale i nye produkter til erstatning for nytt råmateriale. I strategien går det frem at

“Det er avgjørende at tiltak og virkemidler blir rettet inn mot å fremme egenskaper ved produktet som kan bidra til å framskynde mer sirkulærer produksjons- og forbruksmønstre, slik som:

- *levetid*
- *material- og energieffektivitet*
- *potensiale for ombruk*
- *utforming som gjør det lettere å reparere, oppgradere, rehabilitere og demontere produkt*
- *fravær av kjemikalier og smittestoff i nivå som er skadelige for helse eller miljø, og som kan stå i veien for materialgjenvinning*
- *at materialene er egnet til gjenvinning*
- *innhold av gjenvunnet materialer i produktet*
- *samlet klima- og miljøfotavtrykk i livsløpet*
- *energi- og ressurseffektivitet ved produktet i bruk*
- *om produktet er til engangs eller flergangs bruk”*¹⁰

Det private forbruket har aldri vært større og utgjør i dag 41 prosent av BNP.¹¹ For å oppnå målsettingene for en grønn sirkulær økonomi, må forbruket endres i mer bærekraftig retning. I den forbindelse er faktorer som pris og kvalitet viktige. Produkter som er av god kvalitet, som holder lenger og kan repareres, kan bidra til en mer sirkulær økonomi. Sentrale faktorer for forbrukerne er tilgangen på reparasjonstjenester og egne kunnskaper om reparasjon, i tillegg til kost-nytte faktoren. Hvis det er for vanskelig og dyrt å reparere sammenlignet med å kjøpe et nytt produkt, blir valget ofte å kjøpe nytt.

I 2020 gjennomførte Sintef en Studie av potensialet for verdiskaping og sysselsetting av sirkulærøkonomiske tiltak.¹² Rapporten viser at en omlegging til en sirkulær økonomi vil skape nye arbeidsplasser og vekst i flere næringer. Samtidig ser vi at noen næringer vil tape, og arbeidsplasser forsvinne. Studien slår fast at tankesettet vårt må endres. Næringene og arbeidsplassene som taper på denne overgangen, må omstilles på en rettferdig måte.

Ifølge Sintef er elektronikk og elektronisk (EE) utstyr “en av de raskest voksende avfallsstrømmene i EU. Økodesigndirektivet¹³ står sentralt for å sikre at EE-produkter designes for lengre brukstid.”¹⁴

⁸ [Nasjonal strategi for ein grønn, sirkulær økonomi](#). Klima- og miljødepartementet 2021.

⁹ [A new Circular Economy Action Plan - For a cleaner and more competitive Europe](#): European Commission 2020

¹⁰ *Nasjonal strategi for ein grønn, sirkulær økonomi*. Klima- og miljødepartementet 2021: s. 29

¹¹ *Nasjonal strategi for ein grønn, sirkulær økonomi*. Klima- og miljødepartementet 2021: s. 63.

¹² [Studie av potensialet for verdiskaping og sysselsetting av sirkulærøkonomiske tiltak](#): Sintef Rapport nr. 2020:00958

¹³ Økodesigndirektivet vil bli erstattet av Økodesignforordningen. I mars vedtok EU-Parlamentet “Right to repair”, som får status som direktiv når rådet har godkjent det. Deretter har medlemslandene, og Norge som en del av EØS-avtalen, 24 måneder på å implementere direktivet som nasjonal lov.

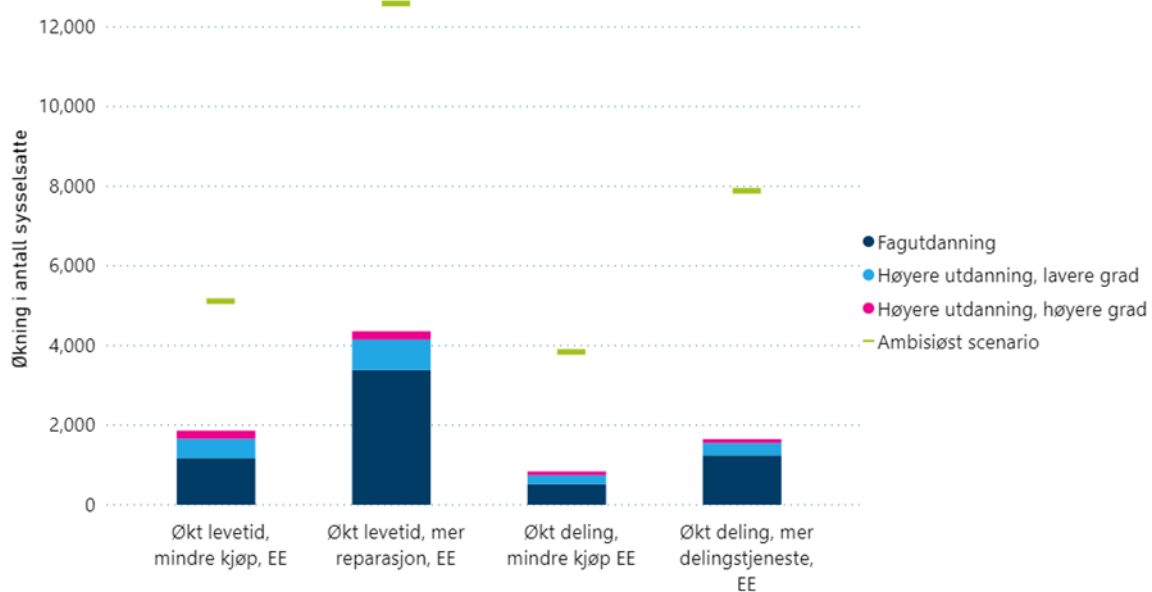
¹⁴ [Studie av potensialet for verdiskaping og sysselsetting av sirkulærøkonomiske tiltak](#): Sintef Rapport nr. 2020:00958: s. 18

Siden EE-materiell i all hovedsak produseres utenfor Norge, er sirkulærøkonomiske tiltak i produksjonsfasen vanskelige å gjennomføre fra et norsk perspektiv. I Sintefs rapport går det frem at

“Vi ser i dag en utvikling mot at mer og mer EE som er kassert, tas inn hos aktører som reparerer eller oppgraderer produktet og selger det videre. Dette er per i dag en liten næring i vekst, men med strengere reguleringer av avfall anser bransjen at denne næringen kan vokse mye. For at EE trygt skal kunne ombrukes, må det testes grundig av fagpersoner.”¹⁵

Sintef har modellert effekten på sysselsetning vist i figuren under, som viser at økningen i sysselsatte er størst for personer med fagbrev.

Effekt på sysselsetning EE-avfall:



Figur hentet fra: Studie av potensialet for verdiskaping og sysselsetting av sirkulærøkonomiske tiltak: Sintef Rapport nr. 2020:00958: s. 23

Reparasjon og ombruk av EE-utstyr

Ifølge Ombrukt AS¹⁶ er Norge det eneste landet i Europa som har en returordning for EE-materiell, herunder mottaksplikt i butikk. Som en del av Økodesigndirektivet må produsenter levere reservedeler i 7 år etter at et produkt er tatt ut av produksjon. Videre må produkter produseres på en slik måte at de kan demonteres for reparasjon. I de fleste tilfeller betyr direktivet at det må benyttes skruing og ikke liming i produksjonen. Som en konsekvens av dette mener Ombrukt AS at det ikke lenger vil være mulig å selge billigmerker i Europa. Ombruk av EE-utstyr vil ta over dette segmentet i markedet. Ombrukt AS ønsker momsfritak på reparasjon og ombruk. Statssekretæren i Klima- og miljødepartementet annonserte i 2023 at Regjeringen trolig ville starte utredning av momsfritak på reparasjon og brukthandel.¹⁷

¹⁵ Studie av potensialet for verdiskaping og sysselsetting av sirkulærøkonomiske tiltak: Sintef Rapport nr. 2020:00958: s. 20

¹⁶ OmBrukt AS er en virksomhet som er eid av Stiftelsen Elektronikkbransjen, og som administrerer en godkjenningsordning som omfatter hele verdikjeden rundt ombruk av produkter. Ombrukt AS godkjenner ombruk-sentre, verksteder og merkeordning.

¹⁷ Statssekretær i Klima- og miljødepartementet, Kjersti Bjørnstad, til NRK Sørlandet – Lokale nyheter, TV og radio, *Vil utrede momsfritak på gjenbruk*. 16. august 2023 kl. 07:10. [Vil utrede momsfritak på gjenbruk – NRK Sørlandet – Lokale nyheter, TV og radio](#)

Ombrukt AS oppgir videre at mobiler, nettbrett og PCer vil omfattes av "Right to repair" fra 2025. EE-utstyr vil bli merket med en "Label" som viser reparerbarhet i prosent. Det arbeides i EU for å finne en felles standard for dette. Ifølge en brukerundersøkelse Yougov gjennomførte i 2022 på vegne av Wanda og Circular Norway,¹⁸ ønsker 60-70 prosent mulighet for å reparere EE-utstyr. Ombrukt AS mener i lys av dette at det er et ekstremt behov for fagarbeidere til reparasjon av EE-utstyr. Aller helst ønsker de personer som kan reparere både elektro- og elektronikk-utstyr.¹⁹

Reparasjon og gjenbruk i flybransjen

Flybransjen har over tid hatt et godt system for gjenbruk og reparasjon av deler, og har kommet langt på sirkulærøkonomi. Hver del er godkjent av myndighetene for et visst antall flytimer og Take-off/Landinger. Alle enheter blir på grunn av kostnadsnivået reparert til de ikke lenger kan brukes. Prisen for en motor er ca. 100 millioner kr., og en ventil 2-3 millioner kr. Det er meget lite som kastes. Deler som ikke lenger kan brukes blir ødelagt, slik at de ikke skal komme inn i verdi-kjeden igjen. Deler fra kasserte fly kan brukes, men de må først re-sertifiseres på godkjente bedrifter.²⁰

Er utviklingstrekkene i bransjen dekket i utdanningsprogrammet?

Hvert år er det cirka 2500 elever på vg2 elenergi og ekom. Av disse søker mellom 14 og 20 elever læreplass i elektroreparatørfaget. I tillegg er det noen søkere med voksenrett, slik at totalt antall ligger mellom 20 og 25. Andelen som får læreplass har økt siden 2016 og ligger nå på over 85 prosent for søkere med ungdomsrett, og over 96 prosent for alle søkere.²¹ Ifølge Utdanning.no er det 58 godkjente lærebedrifter i faget.²² Det bør derfor være potensial for å øke antall læreplasser.

Antallet som består fagprøven i faget, har de siste årene ligget på cirka 12-14. Det er alt for lavt til å dekke behovet i bransjen hvis andelen reparasjoner skal øke, slik Sintef beskriver i sin rapport. Bransjen rapporterer allerede om et ekstremt behov for fagarbeidere. Flere elever på vg2 elenergi og ekom må derfor motiveres til å søke læreplass som elektroreparatør. Det kan utføres ved at skolen prioriterer aktuelle kompetansemål høyere. Rådet mener også at det bør undersøkes om skolene har nødvendige verktøy, måleinstrumenter, øvingsapparater og kompetanse i faget.

Arbeidsgruppa har hatt møte med lærere ved en videregående skole som har vg2 elenergi og ekom, for å få innspill på hvordan lærerne underviser i kompetansemålene som går på reparasjon av elektrisk utstyr. Det gjelder i hovedsak følgende kompetansemål:

- «utføre systematisk feilsøking og utbedre feil på elektriske anlegg og utstyr ved hjelp av egnede instrumenter og teknisk dokumentasjon»
- «utføre reparasjon og vedlikehold av elektrisk verktøy og utstyr og vurdere miljøkonsekvenser og lønnsomhet av reparasjonen»

¹⁸ Dataene i indeksen er basert på undersøkelser gjennomført av Yougov på vegne av Wanda og Circular Norway, og ble gjennomført i perioden 12-15 august 2022. 1000 personer fra hele Norge svarte på spørsmål om egen adferd og holdninger til sirkulært forbruk.

¹⁹ Møte med Pål Haugen i Ombrukt AS, 8. mars-2024.

²⁰ Møte med Adne Spetalen i SAS Teknisk, 24. januar 2024.

²¹ Statistikk | udir.no - [Elevtall i videregående skole – utdanningsprogram og trinn](#)

²² [Finn Lærebedrift | Utdanning.no](#)

Lærerne opplyste om at de må prioritere opplæring i de kompetansemålene som kvalifiserer elevene til læreplass innenfor elektriker og energimontør. Dette ble beskrevet som «å bringe eleven opp på et høyt nok nivå». Hvis elever hadde yrkesfaglig fordypning i bedrifter med elektroreparatør og ønsket læreplass der, fikk de opplæring i henhold til aktuelle kompetansemål. Tilbakemeldingen fra lærerne på vg2 elenergi og ekom kan tyde på at de opplever stofftrengsel i faget. Hvis dette er en gjeldende oppfatning blant lærere på vg2 elenergi og ekom, mener rådet at det bør vurderes om programområdet bør deles. En mulig løsning kan være å plassere anleggsfagene i et eget programområde.

Vg2 datateknologi og elektronikk rekrutterer til vg3 dataelektroniker, som er grunnlaget for å reparere elektronikk-utstyr. Elevtallet på vg2 datateknologi og elektronikk har gått kraftig ned de siste årene, i stor grad fordi fylkeskommunene har lagt ned klasser. Mens det har vært 5 prosent økning i elevtallet på vg2 elenergi og ekom de siste 6 årene, har det i samme periode vært en nedgang på 31 prosent på vg2 datateknologi og elektronikk. I tillegg er det bare rundt halvparten av elevene på vg2 datateknologi og elektronikk som søker læreplass som dataelektroniker eller produksjonselektroniker.

Dataelektronikerfaget er organisert som vg3 i skole. Læreplanen er delt i fagene *Installering og drift* og *Reparasjon og vedlikehold*, hvor *Reparasjon og vedlikehold* er det største faget med 505 årstimer. Rådet mener at det må vurderes om opplæringen har tilstrekkelig fokus på *Reparasjon og vedlikehold*. Tilbakemeldingen fra lærere i videregående skoler tyder på at det ikke er tilfelle. Det samme gjelder kompetansemålet i vg2 datateknologi og elektronikk om å utføre systematisk feilsøking, reparasjon og testing.

Reparasjonsbransjen på elektronikk var stor fram til slutten av 1990-tallet, da billig-merker i stor grad overtok markedet. Læreplanen i K06 fokuserte derfor mest på installasjon og drift. I læreplanen K20 ble derimot feilsøking og reparasjon igjen en stor del av læreplanen. Det kan imidlertid være vanskelig for skolene å skaffe lærerkompetanse innenfor feilsøking og reparasjon. Det kan også variere i hvilken grad skolene har tilgang på måleinstrumenter og øvingsapparater.

I april 2024 var det 343 godkjente lærebedrifter i dataelektronikerfaget.²³ Det varierer mye i hvilken grad lærebedriftene driver med feilsøking og reparasjon. I mange tilfeller får lærlingene i dataelektronikerfaget opplæring og arbeidsoppgaver som grenser mot IT-driftsfaget. Den teknologiske bredden innenfor elektronikk-utstyr er stor, og derfor kan det være vanskelig å sikre at elevene på vg3 dataelektroniker har relevant kompetanse ved overgangen til bedrift. Rådet mener derfor at det bør vurderes om 2 år opplæring i skole og 2,5 år i bedrift kan være bedre egnet for å dekke behovet i bransjen for fagarbeidere innenfor feilsøking og reparasjon.

Er utviklingstrekkene dekket i etter- og videreutdanningstilbud for lærere?

- Det finnes ikke etter- og videreutdanningstilbud for lærere på vg2 elenergi og ekom som gir kompetanse i elektroreparatørfaget.
- Det finnes ikke etter- og videreutdanningstilbud for lærere på vg2 datateknologi og elektronikk eller vg3 dataelektroniker som gir kompetanse i feilsøking og reparasjon av elektronikk-utstyr.

²³ <https://utdanning.no/finnlarebedrift>

Anbefalte tiltak

Anbefalte tiltak på kort sikt

- Det bør utarbeides veiledningsmateriell for vg2 elenergi og ekom, for å motivere elever til å søke læreplass som elektroreparatør.
- Det bør utarbeides veiledningsmateriell for vg2 datateknologi og elektronikk og vg3 dataelektroniker om opplæring i feilsøking og vedlikehold på elektronikk-utstyr.

Anbefalte tiltak på mellomlang sikt

- Antall klasser på vg2 datateknologi og elektronikk bør økes.
- Læreplanen for vg2 datateknologi og elektronikk bør endres slik at feilsøking og reparasjon får større fokus i opplæringen.
- Det bør settes inn tiltak for å sikre at skolene har tilgang på kompetanse om feilsøking og reparasjon av elektronisk utstyr.
- Opplæringsmodellen for dataelektroniker bør endres til 2 år i skole og 2,5 år i bedrift.
- Det må undersøkes om det er stofftrengsel på vg2 elenergi og ekom og om programområdet bør deles.
- Det bør vurderes en opplæringsmodell som gir kompetanse til å reparere både elektro- og elektronikk-utstyr.

2.4 Rekruttering, mangfold og kompetanseutvikling

Prognoser viser at det vil være stor etterspørsel etter flere fagarbeidere framover. Det økte behovet for arbeidskraft gjelder også elektrobransjen, og det grønne skiftet vil legge ekstra press på behovet for arbeidskraft i bransjen. Derfor er det en utfordring at elektro og datateknologi i hovedsak rekrutterer fra den ene halvdel av befolkningen, og at det er sterk underrepresentasjon av jenter i fagene og i bransjen. Hvis vi skal finne frem til tiltak som virker, trenger vi kunnskap om årsakene til at så få jenter søker seg til elektro og datateknologi, og årsakene til frafallet blant jenter i opplæringsløpet.

Hvis man skal sikre at teknologiutviklingen blir tilpasset alle, må utdanningen rekruttere fra alle kjønn, kulturer og legninger, og sikre at alle ivaretas i opplæringen. Det må derfor arbeides aktivt for å legge til rette for mangfold både i bransjen og i utdanningen. Mangfold handler om mer enn kjønn, og vi har også ønsket å se på hvordan minoritetsspråklige og LHBT-samfunnet er representert i bransjen. Dette har vi hverken funnet forskning eller statistikk på, noe som tyder på at dette er et område hvor det er behov for mer kunnskap.

Det er iverksatt flere tiltak for å øke rekrutteringen av jenter til fagene og bransjen, blant annet i form av jentennettverk og bransjeorganisasjonenes arbeid med å få flere jenter til å velge og bli i elektroyrkene. Det bør arbeides med mangfoldkompetanse på skolene og i bedriftene for å ivareta minoriteter. Kursing og opplæring av lærere og faglige ledere vil være en god start for å bidra til holdningsendring i bransjen. Flere tiltak og prosjekter for rekruttering og ivaretagelse av jenter og minoriteter har en begrenset tiltaksperiode, og mangel på et strukturert og samkjørt opplegg gjør at tiltakene har begrenset effekt.

En annen viktig utfordring i elektro og datateknologi er det å sikre tilstrekkelig rekruttering av kvalifiserte lærere. At skolene har vansker med å skaffe vikarer øker belastningen for lærerne som jobber i skolen, og gjør det vanskelig å frigjøre disse til kompetanseheving. Kunnskapsløftet setter krav til kompetanse innenfor ny teknologi, men setter også krav til at alle skal samarbeide uavhengig av kjønn og kultur. Når det ikke avsettes tid til dette, kan en endring i henhold til ny læreplan bli vanskelig å oppnå.

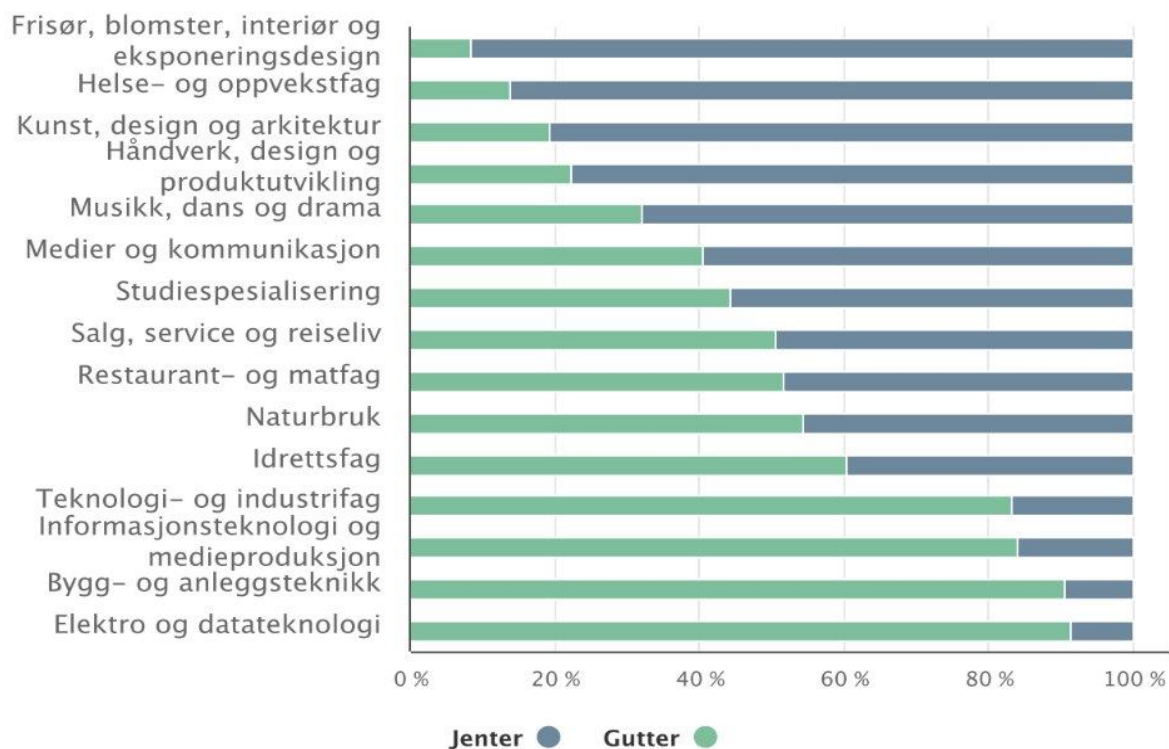
Utviklingstrekk og trender i bransjen og i utdanningsprogrammet

Jenteandel i elektro og datateknologi: rekruttering og progresjon

Søkningen til yrkesfagene følger tradisjonelle kjønnsmonstre, hvor mange av utdanningsprogrammene har en gutte- eller jentedominans på over 80 prosent. Elektro og datateknologi er blant de mest kjønnsdelte yrkesfaglige utdanningsprogrammene, med en andel på 8,5 prosent jenter og 91,5 prosent gutter blant søkerne til vg1 i 2024.²⁴ Overrepresentasjon av det ene kjønn har vært en utfordring i elektro og datateknologi over lengre tid, og er noe det må jobbes med i flere ledd i videregående skole, både med oppfølging av og tilrettelegging for jentene.

²⁴ Udir (2024): [Flere søker yrkesfag | Udir.no](https://udir.no/flere-soker-yrkesfag)

Kjønnsfordeling av søkerne til vg1 for skoleåret 2024-25



Kilde: Utdanningsdirektoratet

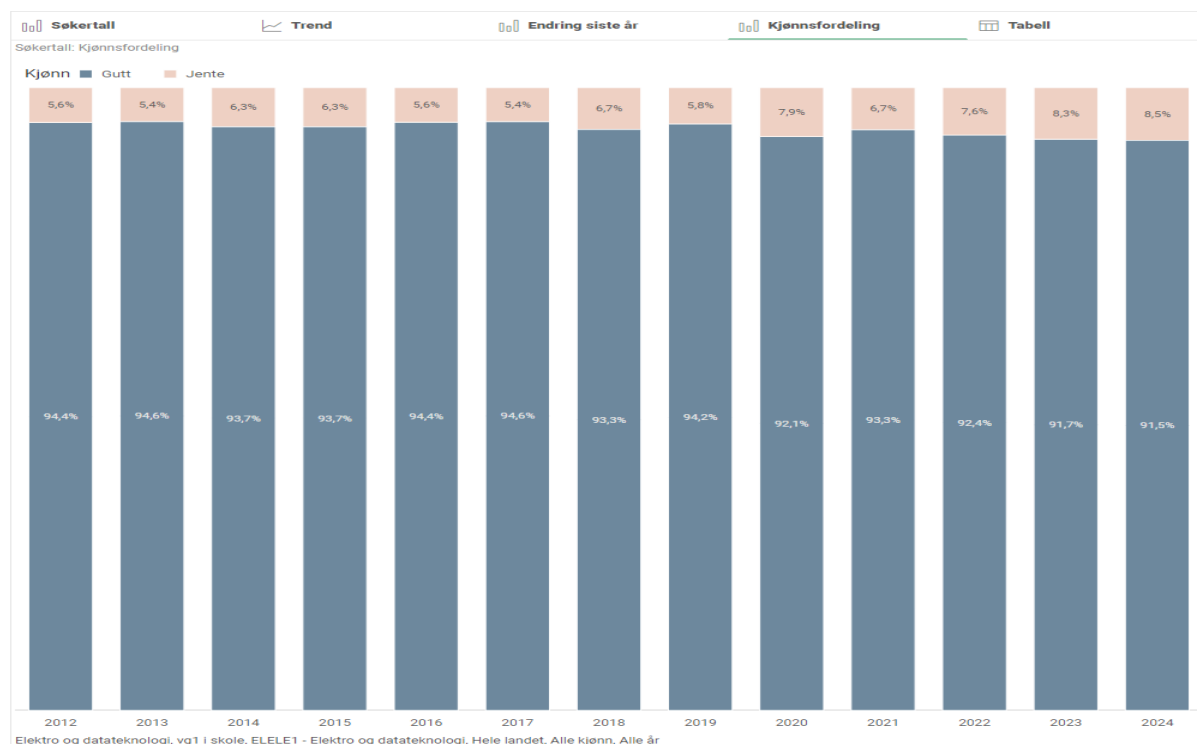
Kilde tabell: udir.no²⁵

Hvis vi ser søkertallene over tid, har det vært en økning i jenteandelen blant søkere til vg1 elektrofag siden 2012: Fra 5,6 prosent i 2012 til 8,5 prosent i 2024 (se tabell under). Det er en økning på kun 2,9 prosentpoeng på 12 år.²⁶ Dette til tross for at det de siste årene har vært stort fokus på å rekruttere jenter inn i forskjellige mannsdominerte yrker.

²⁵ Udir.no – Elevar og fagval i vidaregåande opplæring 2023-24. [Elevar og fagval i vidaregåande opplæring 2023-24 | udir.no](https://udir.no)

²⁶ Udir (2024). *Analysebrettet – nøkkeltall for fag- og yrkesopplæring. Søkere til elektro og datateknologi, kjønnsfordeling.* Utdanningsdirektoratet. [Analysebrettet - Nøkkeltall for fag- og yrkesopplæring \(udir.no\)](https://udir.no)

Oversikt over jenteandel blant søkere til vg1 elektro og datateknologi: 2012-2024



kilde: Udir.no²⁷

Denne overrepresentasjon av menn gjenspeiler seg også i bransjen. Eksempelvis i elektrikerbransjen, hvor det kun er 3,2 prosent kvinnelige elektrikere på landsbasis:

13352: Lønnstakere og jobber, etter kjønn og kvartal. Elektrikere mv., Antall lønnstakere.



Kilde: Statistisk sentralbyrå

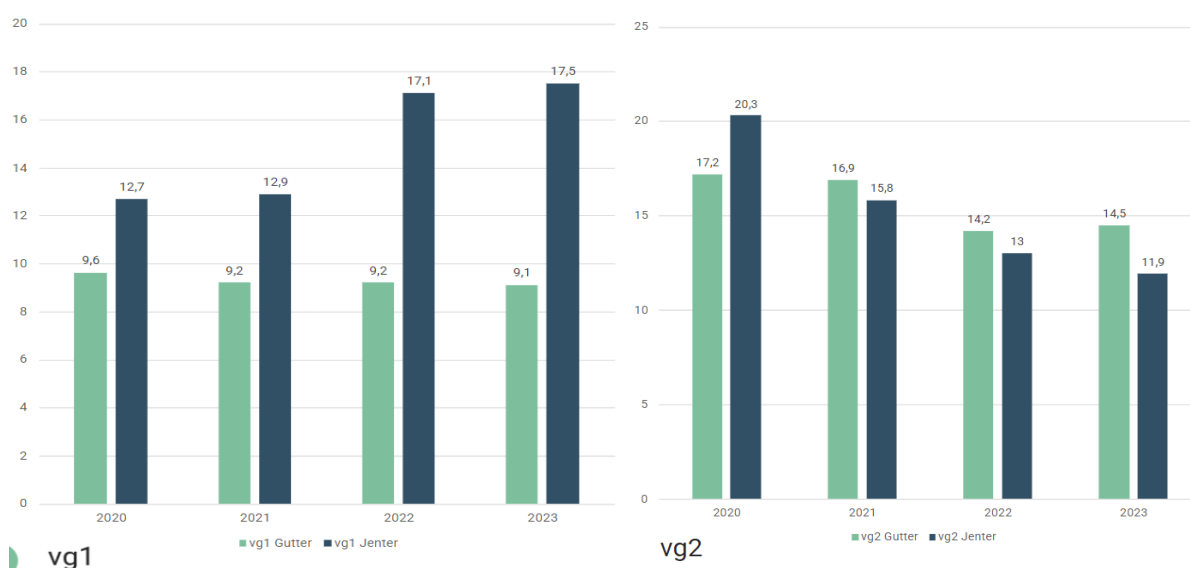
kilde tabell: SSB²⁸

²⁷ Analysebrettet.udir.no/fag-og-yrkesopplæringen/søkere: [Analysebrettet - Nøkkeltall for fag- og yrkesopplæring \(udir.no\)](https://analysebrettet.no/nokkeltall-for-fag-og-yrkesopplering)

²⁸ SSB (2024) Statistikk 13352: Lønnstakere og jobber, etter kjønn og kvartal. Elektrikere mv., Antall lønnstakere

I tillegg til utfordringen med å få nok jenter til å søke seg til elektro og datateknologi, er det en utfordring å få jentene til å fullføre løpet frem til fagbrev. På vg1 er det en klart større andel jenter enn gutter som ikke har progresjon fra et skoleår til et annet, enten på grunn av omvalg, repetisjon eller fordi eleven er ute av videregående opplæring. I 2023 var det 17,5 prosent av jentene som ikke hadde progresjon fra vg1 til vg2, mot 9,1 prosent av guttene. Mens det har vært en sterk økning i andelen jenter uten progresjon på vg1 de siste to årene, har andelen gutter uten progresjon på vg1 vært ganske stabil. På vg2 har derimot andelen elever uten progresjon vært synkende for både gutter og jenter de siste årene, og de siste tre årene har det vært større andel gutter enn jenter uten progresjon på vg2 fra et skoleår til det neste.²⁹

Andel elever uten progresjon i elektro og datateknologi: 2020-2023



kilde: Udir.no³⁰

Rådet mener at det må utarbeides en tiltakspakke for å hindre frafall for alle elever på vg1 og vg2. En forutsetning for en god tiltakspakke er at vi får et bedre kunnskapsgrunnlag om hvorfor ungdom avbryter videregående utdanning. Det gjelder både årsakene til at elevene forsvinner ut av videregående skole, og hva som skjer med elevene som ikke har progresjon etter at de har avbrutt opplæringsløpet. Vi trenger mer kunnskap om hva som er årsakene til at så stor andel av jentene ikke har progresjon. Siden det også er en utfordring med frafall blant gutter på elektro og datateknologi, er det også behov for kunnskap om frafall blant elevene på vg1 og vg2 uavhengig av kjønn. Årsaker til frafall må imidlertid også sees på for gutter og jenter separat, fordi det kan være ulike årsaker til gutters og jenters frafall i opplæringsløpet.

Mens vi har statistikk på rekruttering og frafall blant jenter til elektro og datateknologi over tid, mangler vi tilsvarende statistikk om representasjonen av kulturelle minoriteter og LHBT-personer i utdanningsprogrammet og i bransjen.

²⁹ Udir (2024). *Analysebrettet – Andel elever uten progresjon – utdanningsprogram*. Utdanningsdirektoratet.

³⁰ Udir.no/tall-og-forskning/statistikk - [Overganger i videregående skole - utdanningsprogram | udir.no](https://udir.no/tall-og-forskning/statistikk)

Mobbing og trakassering

Elevundersøkelsen for skoleåret 2023-24 viser at det er en økende tendens med mobbing i skolen i dag. En markant høyere andel elever svarer at de blir mobbet, på alle trinn i alle utdanningsprogrammer, inkludert på yrkesfag. Også innenfor elektro og datateknologi er det en økende andel elever som opplever seg mobbet: I skoleåret 2023-24 var det 6,6 prosent av elevene som opplevde seg mobbet 2-3 ganger i måneden eller oftere på vg1 (mot 2,9 prosent i 2021-22), mens tilsvarende tall for vg2 i skoleåret 2023-24 var 6,1 prosent (mot 3,8 prosent i 2021-22). Det er en høyere andel av jentene på elektro og datateknologi som rapporterer om opplevd mobbing enn blant guttene,³¹ og jenter som kjønnsminoritet er ekstra sårbare for minoritetsstress.³²

Lærlingundersøkelsen 2023 viser at tallet for lærlinger i elektrofagene som rapporterer om at de har blitt mobbet 2-3 ganger i måneden eller oftere er 2,8 prosent. De publiserte mobbetallene fra Lærlingundersøkelsen for 2023 er ikke brutt ned på kjønn. NTNUs analyse av Lærlingundersøkelsen 2020 viste imidlertid at blant lærlinger som hadde valgt utradisjonelle lærefag, var det en større andel av jentene (5,8 prosent) enn guttene (1,4 prosent) som oppga at de hadde blitt mobbet på arbeidsplassen «minst to-tre ganger per måned».³³

I Lærlingundersøkelsen for 2023 oppgir 6,6 prosent av lærlingene på tvers av alle de yrkesfaglige utdanningsprogrammene at de har blitt utsatt for uønsket seksuell oppmerksomhet på arbeidsplassen "en sjelden gang eller oftere", mens en mye lavere andel (1,5 prosent) oppgir at de har blitt utsatt for uønsket seksuell oppmerksomhet "2-3 ganger i måneden eller oftere." De publiserte tallene om opplevd seksuell trakassering er ikke brutt ned på kjønn, og vi har ikke funnet tall for opplevd seksuell trakassering som gjelder særskilt for elektrofagene. NTNUs analyse av Lærlingundersøkelsen 2020 viste imidlertid at 28 prosent av jentene som hadde valgt utradisjonelle lærefag svarte at de "en sjelden gang eller oftere" hadde blitt utsatt for uønsket seksuell oppmerksomhet, mot 4 prosent av guttene som svarte det samme.³⁴

Rapporter fra Bufdir viser at LHBT+ -personer oftere utsettes for trakassering og diskriminering i arbeidslivet.³⁵ Vår erfaring fra bransjen tilsier at dette også gjelder for minoriteter i elektrobransjen.

Institutt for yrkesfaglærerutdanning ved OsloMet har startet et senter som skal formidle forskning innenfor fag- og yrkesopplæringen: [Senter for kunnskap om yrkesfag - OsloMet](#). Her er fins det en samledatabase med forskning knyttet til fag- og yrkesopplæring, som også inkluderer forskning på mangfold i yrkesfagene.

³¹ Elevundersøkelsen 2023 ([Elevundersøkelsen | udir.no](#))

³² NOU 2019: 19 *Jenterom, gutterom og mulighetsrom – Likestillingsutfordringer blant barn og unge*: kapittel 12.1, Kulturdepartementet. [NOU 2019: 19 - regjeringen.no](#)

³³ Udir (2024). *Lærlingundersøkelsen 2023 - De aller fleste lærlinger trives på arbeidsplassen*. Tilgjengelig her: [De aller fleste lærlinger trives på arbeidsplassen | udir.no](#)

³⁴ Udir (2024). *Lærlingundersøkelsen 2023 - De aller fleste lærlinger trives på arbeidsplassen*. Tilgjengelig her: [De aller fleste lærlinger trives på arbeidsplassen | udir.no](#)

³⁵ Statistikk og analyse | Bufdir: [bufdir.no/statistikk-og-analyse/LHBT/Arbeidsliv](#)

Ivaretagelse av jenter i elektro og datateknologi

Hvis man vil beholde flest mulig jenter igjennom skolegang og læretid i fag der jenter er kjønnsminoritet, må det tilrettelegges for det kjønn som er i mindretall.³⁶ Det er iverksatt flere lokale tiltak for å ivareta kjønnsminoriteter, og jentenettverk har oppstått mange steder. Det er ikke lagt noen sentrale føringer for å ivareta jenter som har valgt elektrofag, men organisasjonene har lagt til rette for at det kan søkes midler gjennom Elbus. Lokale initiativ fra fylkeskommuner og samarbeidsorgan for lærebedrifter (opplæringskontor) er også er initiert, men med ulike grader av intensitet.

Fylkeskommunene som skoleeier har ansvar for elevenes trivsel, og har et overordnet ansvar for jenter som har valgt et utradisjonelt yrke og som dermed blir en minoritet i et utdanningsløp. Trøndelag fylkeskommune har arbeidet aktivt for å øke jenteandelen i mannsdominerte yrkesfag, og gutteandelen på jentedominerte yrkesfag. I *Yrke – Fagblad om yrkesopplæring* (nr. 1, 2024) er Trøndermodellen for likestilling beskrevet, og her vises det til elevtall i yrkesfag med dominans av ett kjønn i fylket for 2017 og 2022. Tallene viser at jenteandelen har økt på Bygg og anleggsteknikk (fra 68 jenter i 2017, til 130 jenter i 2022) og i Teknologi og industrifag (fra 115 jenter i 2017 til 179 jenter i 2022), mens det har vært en svak nedgang i jenteandelen i elektrofagene i samme periode (59 jenter i 2017, 53 jenter i 2022).³⁷

Jentenettverk

Montørjentene og *Kvinner i teknikk og håndverk* er noen av nettverkene som har vært i drift en stund. Det finnes også flere digitale og fysiske jentenettverk av ulik størrelse og struktur. Flere små nettverk oppstår der jenter søker mot andre jenter. *Osloskolen – avdeling for fagopplæring* opprettet et jentenettverk i 2019.

Bedriftsnettverk

Enkelte større bedrifter har på eget initiativ begynt å samle jenter til sosiale hendelser for å bidra til bedre trivsel.

Skolenettverk

Trøndelag fylke har en pilot med tre skoler der det arrangeres skolenettverk. Det finnes også ildsjeler ved enkelte skoler som driver jentenettverk. Her er eksempler på noen ulike nettverk og tiltak:

- *Jenter i Elektro SF* er et nettverk som inkluderer elever og faglærere, samt ingeniører, fagarbeidere og daglige ledere, med et aldersspenn fra 16 år til pensjonsalder.
- *Eliaden (Elektroforum)* arrangerte i 2024 en jentedag med jentekonferanse.
- NHO og Eliaden kan dekke reise til Eliaden for jenter i videregående skole.
- *Elektrokvinnen* er en pris fra Elektroforeningen (EFO) til kvinner i elektrobransjen som har arbeidet for mangfold og likestilling.
- Kurs i mangfoldledelse er et samarbeid mellom NHO Elektro og OsloMet, som skal rettes mot bedrifter. Dette er ikke igangsatt ennå.
- EL og IT Forbundet har utarbeidet retningslinjer mot seksuell trakassering.

³⁶ Møller, E. og Vagle, I., *En av gutta? skole- og bedriftsutvikling for å gjøre guttedominerte håndverksfag attraktive for jenter*, Gyldendal akademisk 2003; Amble, N., Møller, E., & Vagle, I. (2023) [Friere yrkesvalg i det yrkesfaglige feltet. Forskning og forandring](#), 5 (2).

³⁷ Kløvstad, Kari, *Trøndermodellen sørger for bedre likestilling på yrkesfag*: *Yrke – Fagblad om yrkesopplæring*, 1/2024: s. 17

Tiltak for økt rekruttering av jenter

Behovet for økt rekruttering av jenter til elektrofagene har fått noe økt fokus i bransjen de siste årene. Her er noen eksempler på tiltak som er gjennomført i bransjen:

- *Bevisste utdanningsvalg*, et kurs for rådgivere, karriereveiledere og lærere, og tre mikrokurs for elever i ungdomsskolen.
- Stipendordninger til de som velger utradisjonelt: Mesta (statlig) satser på jenter og gir 50.000 kr. i stipend til de som søker vg1 bygg og anleggsteknikk, teknologi- og industrifag og elektro eller datateknologi.
- Elbus-midler til arbeid for jentennettverk og rekruttering.
- *Jenter i teknologi* er et nasjonalt prosjekt fra 2003, hvor NHO har prosjektansvaret. NHO har samarbeidsavtale med Nito og Nasjonalt senter for realfagsrekruttering. 7000 jenter i året deltar på landsbasis. Det er tilfeldig hvilket yrkesfag jentepollemodellene kommer fra, og rekrutteringen har vært mest mot høyere realfagsutdanning.
- I NHO Elektro sin opplæringskonferanse 2024 var et av temaene mangfold og rekruttering.
- Osloskolen holder *Kurs i utdanning (KiU)* over to dager for jenter i 9. og 10. trinn, «teknikk for jenter», i regi av Kuben og Etterstad vgs.
- Noen fylkeskommuner arbeider politisk med likestilling på yrkesfag. Et eksempel er Trøndelagsmodellen hvor tre skoler i fylket gjør utviklingsarbeid for å ivareta jenter på mannsdominerte yrkesfag.

Er utviklingstrekkene dekket i etter- og videreutdanningstilbud for lærere?

Læremangel og faglig kompetansebehov

Det er utfordrende å rekruttere nok og kvalifiserte lærere til elektrofagene i videregående skole. Ved lavt rekrutteringsgrunnlag og læremangel over tid kan man senke kompetansenivået i skolen, noe som kan påvirke fagkompetansen til fagarbeiderne som utdannes. Det er dermed avgjørende at læreryrkets status og vilkår bedres. Rapporten *Fram i lyset! En kartlegging av status* (OsloMet) fra 2014 viste at det er flere lærere som kun har fagbrev, men som ikke har pedagogikk eller fagskoleutdanning. På den andre siden er det en utfordring at mange lærere har ingeniøruddanning, men ikke har fagbrev, og derfor befinner seg langt fra den praktiske yrkesutøvelsen.³⁸ Det er behov for oppdatert kunnskap om aldersfordeling og utdanningsbakgrunn til lærere på programfagene i elektro og datateknologi. Det må legges til rette for at de som ønsker å begynne på en lærerutdanning kan studere. Det kan også vurderes å dele lærere mellom skoler, eller å bruke lærere fra næringslivet.

Yrkesretting av fellesfagene kan være en utfordring fordi de som underviser i fellesfagene ikke har nok tilknytning til programfagene, og at i mange av fellesfagene blir klassene sammenslått på tvers av utdanningsprogram. En del fag blir også borte i undervisninga i dag fordi lærerne i hovedsak er elektrikere. Det er helt sentralt at det avsettes ressurser til å sikre et godt samarbeid mellom fellesfaglærere og programfaglærere.

Det grønne skiftet og ny teknologi stiller store krav til oppdatert lærerkompetanse i elektrofagene. Det er behov for å etterutdanne og kurse lærere i teknologiutvikling.

³⁸ Grande, Sidsel Øiestad; Lyckander, Rønnaug; Landro, Jarle; Rokkones, Klara. (2014) [Fram i lyset! En kartlegging av status og behov for lærerutdanning på yrkesfag](#). OsloMet - storbyuniversitetet

Teknologiutviklingen beveger seg fort, og det er avgjørende at lærerne holder seg faglig oppdatert for å kunne tilby en god opplæring knyttet til de utfordringene samfunnet står overfor med det grønne skiftet og elektrifiseringen. I kapittel 2.1, 2.2, 2.3 og 2.5 er det redegjort for hvordan denne utviklingen påvirker fagene framover. Det er også avgjørende at skolene har utstyr til å kunne drive opplæring, slik at de som blir utdannet har den kompetansen samfunnet trenger. Rådet anbefaler på denne bakgrunn at det gjennomføres en kartlegging av lærerkompetansen, og at kursing tilbys for at opplæringen til elevene skal kunne holde tritt med den teknologiske utviklingen. Se kapittel 2.2 *Teknologi*.

Fylkeskommunene som arbeidsgiver har en stor oppgave i å skolere lærerne til å få relevant og oppdatert kompetanse. Det er lite tilbud til yrkesfaglærerne for faglig oppdatering både for lærere på vg1 og vg2. Fylkene har fått midler til dette, men det er for få tilbud som er teknologisk rettet. Det er også behov for flere teknologisk rettede tilbud på høyskole og universitet, som er utformet som videreutdanning med yrkesfaglærere som målgruppe.

Det finnes relevante tilbud i høyere yrkesfaglig utdanning, men studiepoeng fra høyere yrkesfaglig utdanning teller ikke i tariffen, i motsetning til studiepoeng fra høyere utdanning. Hvis man skal få lærere til å ta relevant videreutdanning i høyere yrkesfaglig utdanning, må det gi karrieremessig uttelling. Selv om det finnes støtteordninger og frikjøpingsmidler, er det en utfordring for skolene å få tak i vikarer. Det gjør det vanskelig for lærere å delta på kompetansehevende tilbud.

Fagfornyelsen har gitt bredere og mer generelle læreplaner som er mer fleksible, også med hensyn til lærebedrifter og deres unike produksjon. Kompetansemålene i de nye læreplanene er formulert ganske åpent, slik at de skal være enkle å tilpasse til ny teknologi.

Mangfoldkompetanse i læreplanene

De fleste læreplaner i elektro og datateknologi er bygget opp på samme måte, med økt vektlegging av samarbeid uavhengig av kjønn og kultur. Se utdrag fra relevante kompetansemål i læreplanene i eksemplene nedenfor.

Utdrag fra læreplan vg3 elektriker:

«Verdigrunnlaget:

Faget skal bidra til samarbeid med andre, uavhengig av kjønn og kultur, og til mangfold i bransjen.

Folkehelse og livsmestring

/...Det handler også om verdien av å oppleve tilhørighet og trygghet i et arbeidsmiljø preget av samarbeid med andre, uavhengig av kjønn og kultur.../

Demokrati og medborgerskap

Videre handler det om hvordan et regulert arbeidsliv bidrar til å motvirke arbeidslivskriminalitet, diskriminering og forskjellbehandling.

Kompetansemål

Mål for opplæringen er at lærlingen skal kunne

- diskutere verdien av å oppleve mestring og stolthet over eget arbeid og av å oppleve tilhørighet og trygghet i et arbeidsmiljø uavhengig av kjønn og kultur*

- *reflektere over bedriftsdemokratiets og det organiserte arbeidslivets forutsetninger, verdier og regler og hvordan et regulert arbeidsliv kan bidra til å motvirke arbeidslivskriminalitet, diskriminering og forskjellsbehandling»*³⁹

I læreplanen for vg3 maritim elektriker er det spesifisert i et kompetansemål at det skal arbeides mot seksuell trakassering:

*«...reflektere over bedriftsdemokratiets og det organiserte arbeidslivets forutsetninger, verdier og regler og hvordan et regulert arbeidsliv kan bidra til å motvirke arbeidslivskriminalitet, diskriminering, seksuell trakassering og forskjellsbehandling»*⁴⁰

Det er positivt at læreplanene i elektrofag dekker arbeid mot «diskriminering, seksuell trakassering og forskjellsbehandling». Det må imidlertid også arbeides for at dette etterlevs i praksis, ikke bare som del av et fag, men at det praktiseres daglig i klasserommet og på arbeidsplassen. Det betyr at det systematisk må arbeides med holdningsskapende arbeid både i skole og bedrift.

Mangfoldkompetanse hos yrkesfaglærere, instruktører og faglige ledere

Lærere trenger mer kompetanse for å kunne ivareta kjønnsminoritetene på en god måte. Forskning viser at lærerutdanningene legger for liten vekt på kompetanse om minoriteter og kjønn.⁴¹ Rådet mener derfor at mangfoldkompetanse i større grad bør inn i fagplanene til lærerutdanningene. Det bør også gjennomføres obligatoriske kurs om mangfold, likestilling og psykisk helse for instruktører og faglige ledere i alle fylker. Et eksempel er FRI - Foreningen for kjønns- og seksualitetsmangfold, som har utviklet en kompetansepakke for barnehage og skole, og tilbyr kurs om kjønn og utfordringer i arbeidslivet.

Det har også blitt større behov for at lærere og instruktører har nødvendig kunnskap om psykisk helse, særlig etter Covid. Samarbeidsorgan for lærebedrifter (tidligere opplæringskontorene) har hatt et fokus på psykisk helse i flere år, og i 2024 var psykisk helse og selvmord hos unge menn et stort tema på årskonferanse i Elektrofagenes arbeidsutvalg (EAU), på bakgrunn av et ønske fra faglige ansvarlige i bedrift.

Grensesnitt mellom fagopplæringen og fagskolestudier

Rådet anbefaler at det etableres hospiteringsordning eller et felles samarbeidsforum for lærere på fagskoler og lærere på videregående skoler, som et tiltak for å styrke og samkjøre sammenhengen mellom de to utdanningsnivåene. Rådet anbefaler også at det tilbys forkurs for studier i høyere yrkesfaglig utdanning for de som ønsker det, og at fagskolene tilegner seg mer kunnskap om læreplanverket i videregående skole, for å sikre at undervisningsopplegget bygger på videregående skole.

³⁹ Udir.no – [Læreplan Vg3 elektrikerfaget](#)

⁴⁰ Udir.no – [Læreplan vg3 maritim elektrikerfaget](#)

⁴¹ Hansen, K. H., Haaland, G., Møller, E. & Vagle, I. (2020). [Kjønn på dagsordenen: Et ikketema i yrkesfaglærerutdanningene? Skandinavisk tidsskrift for yrker og profesjoner i utvikling](#), 5(1), 145–166.

Anbefalte tiltak

Å få flere jenter og minoriteter inn i elektrofagene, og å sikre at flere jenter og minoriteter fullfører løpet frem til fagbrev, er et langsiktig arbeid. Anbefalingen på mellomlang sikt er derfor i stor grad de samme som på kort sikt. Det må arbeides for å rekruttere bredt til faget, med et spesielt trykk på minoriteter. Skolene og bedriftene innenfor elektro og datateknologi må bli bedre på å ivareta jenter og andre minoriteter i opplæringsløpet. I tillegg må det arbeides aktivt for å få på plass strukturer i arbeidslivet som ivaretar minoriteter.

Arbeidet med å rekruttere flere jenter til elektrofagene handler mye om hvordan fagområdet kommuniseres i samfunnet. I faget "utdanningsvalg" på ungdomskolen bør man i større grad motivere jenter til å søke fag på elektro og data-teknologi. Lærere og rådgivere har stor innvirkning på elevenes fagvalg og kan dermed påvirke rekrutteringen inn til elektrofagene. Hvordan ungdomsskolen arbeider med utdanningsvalg og utradisjonelle yrkesvalg bør derfor kartlegges bedre.

I videregående skoler er det viktig at kompetanse om likestilling og minoriteter tas inn i undervisningen. Bedriftene må også legge til rette slik at jenter og minoriteter kan trives i arbeidsmiljøet. Da er det behov for kursing av bedriftene og yrkesfaglærerne, som kan bidra til bevissthet og holdningsendring i bransjen og i skolen. "[Tilskuddsordning for kompetanseutvikling i fag- og yrkesopplæring](#)" kan brukes til kompetanseheving for lærebedrifter.

Trakassering og mobbing henger ofte sammen med dårlig klassemiljø, der ikke alle blir inkludert. Det er beskrevet i læreplanene at elevene skal samarbeide uavhengig av kjønn og kultur, men det bør settes sterkere søkelys på dette for å bedre skolehverdagen for mangfoldet av elever på elektrofag. Rådet anbefaler at det utarbeides støtteordninger, kurs og pakker slik at bedriftene, instruktører og faglige ledere får bedre kompetanse i hvordan de skal ta imot og ivareta mangfoldet av lærlinger. Hvordan bedriftene skal håndtere saker med seksuell trakassering og mobbing kan være en av støtteordningene.

Opplæringslova stiller krav til at bedriften skal kunne gi faglig opplæring for å bli lærebedrift (§ 7-6) og at lærebedriften skal skape et godt arbeids og læringsmiljø (§ 7-10). Arbeidsmiljøloven peker gjennom aktivitets- og redegjørelsesplikten på at arbeidsgiver skal jobbe for å hindre trakassering, seksuell trakassering og kjønnsbalansert vold. Rådet mener det er viktig at bedriftene følger arbeidsgivers aktivitets- og redegjørelsesplikt for å ivareta alle sine ansatte.

Innenfor flere fagorganisasjoner er det opprettet jentenettverk, men disse har ikke vært forankret nasjonalt. Det er viktig at dette arbeidet fortsetter og at det forankres på nasjonalt nivå. I NOU 2024: 8 *Likestillingens neste steg – Mannsutvalgets rapport* foreslår Mannsutvalget å gjennomføre en nasjonal satsing for at flere unge skal velge og gjennomføre kjønnsutradisjonelle utdanningsprogram på yrkesfag.⁴² Faglig råd for elektro og datateknologi støtter utvalgets forslag om et langsiktig arbeid over en tiårsperiode hvor de sentrale utdanningsmyndighetene har det overordnede ansvaret, og viser for øvrig til rådets høringssvar til NOU 2024: 8.⁴³

⁴² NOU 2024: 8 *Likestillingens neste steg – Mannsutvalgets rapport*, Kultur- og likestillingsdepartementet. [NOU 2024: 8 - regjeringen.no](#)

⁴³ [Høring - NOU 2024: 8 Likestillingens neste steg - regjeringen.no](#)

Rådet mener at det må arbeides målrettet både med å utdanne og rekruttere flere lærere til elektro og datateknologi. Det må også satses på videreutdanning av eksisterende lærere.

- Studier i høyere yrkesfaglig utdanning må gi karrieremessig uttelling.
- Ordningen for økonomisk støtte for videreutdanning er enten en stipendordning eller en vikarordning, og rådet anbefaler at begge disse ordningene utvides for å skape bedre rom for etter- og videreutdanning for yrkesfaglærere.

Rådet mener at følgende områder bør vektlegges i videreutdanning av lærere:

- Videreutdanning i teknologi og løsninger som brukes i bransjen.
- Mangfoldkompetanse med spesielt fokus på jenter som har valgt elektrofag.
- Økt hospiteringsgrad mellom skole og arbeidsliv.

Rådet anbefaler at det nedsettes en koordineringsgruppe for de faglige rådene for elektro og datateknologi (FRED), teknologi og industrifag (FRTEK) og bygg og anlegg (FRBA), som kan arbeide med mangfold i fagopplæringen i videregående skole, samt i bedrifter og i yrkesfaglærerutdanningen. Noen saker som bør drøftes her er opplistet under:

- Arbeid for å rekruttere jenter må satses på nasjonalt gjennom opplysning og bruk av rollemodeller. Partene i arbeidslivet bør legge føringer her.
- Arbeid med opplysning og rådgivning på barne- og ungdomsskoletrinn om tekniske yrkesfag rettet mot jenter.
- Mangfoldkompetanse bør inn på lærerutdanningene for å øke gjennomføringsgrad for minoriteter av kjønn, kultur og seksuell legning på yrkesfag.

2.5 Faggrenseutfordringer og organisering av fagprøven

Hvis man skal klare å nå målene for det grønne skiftet, er det behov for mye elektro inn i andre fagområder. Da blir det stadig viktigere med samarbeid på tvers av ulike fagområder, både på tvers av elektrofagene og på tvers av utdanningsprogrammer. Grenselinjene mellom de ulike utdanningsprogrammene kan bli mer flytende, noe som kan gjøre det nødvendig for de faglige rådene å arbeide mer på tvers. Det er streng lovregulering av elektrofag i Norge, og selv om det blir stadig mer flytende grenser mellom fag, må denne utviklingen håndteres slik at regelverket holder tritt med teknologiutviklingen.

I FAFO-rapport 2023:27 *"Vurdering og kvalitet i fag- og svenneprøver"*⁴⁴ påpekes det at både organiseringen og gjennomføringen av fagprøver i prøvestasjoner ikke har endret seg vesentlig siden 1994. Gjennomføringen av fagprøvene ser ut til å ha blitt standardisert til å foregå i en prøvestasjon og kun i løpet av det antallet dager som er minstekravet i læreplanene. Rådet mener det er behov for å se på om dagens gjennomføring av fagprøver virkelig utgjør den kvalitetssikringen og har det faglige omfanget en fagprøve bør ha.

Utviklingstrekk og trender i bransjen

Elektrifisering av flere arbeidsoppgaver og fagområder

Mange av elektrofagene er lovregulerte yrker hvor tilsynsmyndigheten Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) krever et elektrofagbrev for at arbeidet skal utføres lovlig. Elektrifiseringen og teknologiutviklingen fører til at elektro og datateknologi tas i bruk innenfor flere fagområder hvor det ikke er naturlig at det er elektrofagarbeidere som utfører arbeidet. Eksempler på det er tak, vinduer og bygningsfasader som er sol-paneler, og dermed er elektrisk utstyr. Det betyr at tømrere, glassmestere og taktekkere vil jobbe med elektrisk anlegg og elektrisk utstyr, noe som krever elektrofagbrev. Det er også andre fag som jobber med elektrisitet, men som i dag ikke er elektrofag, for eksempel banemontør. Vi ser at det er bransjer hvor det jobbes med elektriske anlegg og elektrisk utstyr som kommer inn under elsikkerhetsregelverket til DSB, uten at det brukes elektrofagarbeidere til å utføre arbeidet. I flere av disse fagene er det lite om elektro og elsikkerhet i læreplanen, samtidig som regelverket stiller krav til elektrofagbrev for å utføre arbeidsoppgaver disse fagarbeiderne jobber med. Det gjelder for eksempel i caravan-/ bobilbransjen og båtbyggerbransjen, og for sceneteknikere og sceneriggere.⁴⁵

Når arbeidsoppgaver og fagområder endres teknologisk og faglig til å omfatte mer elektro, elektronikk og ekom, vil disse omfattes av regelverk som krever elektrofagarbeider med fagbrev og en faglig ansvarlig for å kunne utføre lovlig arbeid. Arbeidsoppgaver og fagområder kan også omfatte store spenninger og strømnivåer som dagens læreplaner ikke dekker. Denne problemstillingen berører flere faglige råd, og gjelder områder som for eksempel:

- Caravan/ bobil
- Fritidsbåt-bygging og vedlikehold
- Bilfagene

⁴⁴ Mogstad Aspøy, T., Skålholt, A., Haaland, G., Drange, C. og Gran, L., *Vurdering og kvalitet i fag- og svenneprøver*, Fafo-rapport 2023:27. [Vurdering og kvalitet i fag- og svenneprøver | Fafo-rapport 2023:27](#)

⁴⁵ Møte med Norges caravanbransjeforbund og Båtbransjeforbundet i Norge NorBoat (04.06-2024), og møte med representant fra Bransjeforeningen for sceneteknisk produksjon (BFSP) (29.08-2024)

- Signalanlegg
- Baneanlegg
- Data og elektronikk
- I dataelektronikerfaget kan det bli grenseutfordringer mot elektroreparatørfaget

Endringer politisk og på direktoratnivå fører til endringer i regelverksomfang. Det gjør også at ansvarsområdet endrer seg på det samme produktet eller installasjonen ut fra hvilken fase det er i. Det kan blant annet gjelde innenfor elektromedisinsk utstyr; Havindustritilsynet; Nkom og Arbeidstilsynet.

Økning i sol- og vindkraft

Det er stor økning i antall sol- og vindkraftinstallasjoner. Solceller er særlig aktuelt på både nye og eksisterende bygg, noe som vil medføre økt behov for installasjoner med lagring av energi i batteribanker. Rådet ser også at bygg blir mer automatiserte og fjernstyrte, og at det er behov for mer kunnskap om idriftsetting av automatiserte bygg. Dette vil påvirke elektro, automasjon, ventilasjon, bygg, rør med mer. Det fører til faggrenseutfordringer, for eksempel spørsmål om elektrikerer skal montere takstein, vinduer og bygningsfasader som er strømproduserende, eller hvilken elektrokompetanse de som monterer dette må ha.

Elektrifisering av samferdselssektoren

Samferdselssektoren blir elektrifisert, og en stadig større del av bilparken er elektrisk. Det øker behovet for elektrokompetanse i flere fag utenfor utdanningsprogrammet elektro og datateknologi for å vedlikeholde og drifte bilparken. Samtidig åpner ikke elsikkerhetsregelverket for at disse yrkesgruppene skal jobbe med et slikt spenningsnivå. I dataelektronikerfaget kan det bli grenseutfordringer mot bilfagene.

Er utviklingstrekkene i bransjen dekket i utdanningsprogrammet?

I lys av utviklingen knyttet til faggrenseutfordringer mener rådet at det er flere områder som bør dekkes bedre i læreplanene:

- Solcelleinstallasjoner krever mer elektrokunnskap i flere læreplaner, både i elektro og datateknologi og innenfor andre utdanningsprogrammer.
- Det er behov for mer kunnskap om likestrøm/likespenning, og solcelleinstallasjoner i eksisterende læreplaner i flere av elektrofagene.
- Når det gjelder lette kjøretøy, tunge kjøretøy, anleggsmaskiner og fartøy som blir elektrisk driftet, er læreplanene mangelfulle på elektriske anlegg.
- Byggautomatisering er mangelfullt dekket i læreplanene for elektriker og automatiker.
- Med [European Rail Traffic Management System \(ERTMS\)](#) (nytt digitalt signalsystem) må det vurderes om læreplanen for togelektriker og signalmontør er omfattende nok på ekom.
- Banemontørfaget må ha mer innhold om elektro og elsikkerhetsregelverket i læreplanen.
- Det kan være aktuelt å utvide omfanget/læreplanen i elektroreparatørfaget til å dekke caravan og fritidsbåt gjennom fordypninger. Det kan eventuelt vurderes et nytt fag i "elektroreparatør for båt og caravan".

Grensesnitt fagopplæring/fagskolestudier

Rådet ser en sammenheng mellom automatiker, elektriker, ventilasjonstekniker og fagskoletilbud i Byggautomasjon, slik at alle disse fagene fra vgo bør rekruttere til et eventuelt nytt fagskoletilbud innenfor Byggautomasjon.

Anbefalte tiltak - faggrenseutfordringer

Rådet mener at det må tas en gjennomgang av flere læreplaner for å se om de er tilstrekkelig omfattende i lys av utviklingstrekkene vi har beskrevet, og at det kan vurderes fordypninger i enkelte lærefag. Vi viser til tiltakene som er beskrevet over i dette kapittelet.

Organisering av fagprøven

Faglig råd for elektro og datateknologi erfarer at prøvestasjoner overtar som prøvingsarena i mange fylker slik at disse ikke brukes som tillegg til en fagprøve, men hvor hele prøven avholdes i en simulert situasjon. I 2018 utarbeidet Faglig råd for elektro og datateknologi rapporten *Fag og svenneprøven «sluttvurdering det bør investeres i?»*, hvor spørsmålet om bruk av prøvestasjoner ble belyst.⁴⁶ I innspill til Udir fra Faglig råd for elektro og datateknologi om oppfølgingspunkter til FAFO-rapport 2023:27 *Vurdering og kvalitet i fag- og svenneprøver*, skriver rådet følgende:

“I elektrikerfaget ser prøvestasjonene like ut i dag som da de ble etablert som en midlertidig løsning i 1994. Det er en utfordring at prøvestasjonene i praksis har blitt en hovedmodell for gjennomføring av fagprøven. Formuleringen i forskrift til opplæringsloven § 3-46 femte ledd, om at hele eller deler av fagprøven kan holdes på et annet sted, er problematisk. Dette fordi kravet brukes som argument for at hele fagprøven kan gjennomføres i en simulert situasjon (kravet er videreført i ny forskrift til ny opplæringslov). Fagprøven slik den gjennomføres ved prøvestasjoner har lite relevans for det fagarbeideren møter av oppgaver i det ordinære arbeidslivet. Rådet mener derfor som hovedregel at det ikke burde være mulig å avgi fagprøve i elektrofag ved en prøvestasjon. Rådet mener videre at det ikke bør være mulig å ta en fagprøve uten praksis i bedrift.

I mange tilfeller kan det virke som innholdet i fagprøven ikke har endret seg mye siden 1994, til tross for to store reformer, ny teknologi og endrede kompetansemål. Det kan se ut som effektiv gjennomføring og økonomi i mange tilfeller er styrende for organisering av fagprøven. Fagprøven skal være en kvalitetssikring av fagarbeiderens kompetanse. Slik fagprøvene mange steder gjennomføres i dag, stiller imidlertid rådet spørsmål ved i hvilken grad man kan si at fagprøven fungerer som en kvalitetssikring. Det henger blant annet sammen med noen sentrale utfordringer ved gjennomføring av fagprøven:

- *prøvestasjon har blitt en hovedmodell for gjennomføring av fagprøven i flere fag*
- *standarden for hva som er en bestått fagprøve varierer mellom ulike fylker*
- *man tester ikke alle kompetansemålene gjennom fagprøven*
- *fagprøven er for lite omfattende*

⁴⁶ Faglig råd for elektro og datateknologi (2018), [Fag og svenneprøven «Sluttvurdering det bør investeres i?»](#) Fagprøvegruppas rapport til Faglig råd Elektro.

- *fagprøven er for forutsigbar*⁴⁷

Rådet mener at utviklingen knyttet til organisering av fagprøven er alvorlig, fordi det bidrar til å fjerne prøven fra arbeidsplassen der alle lærlinger har praktisert og fått opplæring. Det er en risiko for at kvaliteten i prøven kan svekkes når prøven isoleres i en prøvestasjon. Hvis prøven gjennomføres i bedrift vil prøveoppgaven forventes å ha samme kvalitet som kunder vil forvente av et fagarbeid. Samlet sett mener rådet at både status til fagprøven og kvalitet i prøvearbeidet vil styrkes hvis prøven gjennomføres i bedrift.

Anbefalte tiltak - organisering av fagprøven

Rådet anbefaler at fagprøven i fag innenfor elektro og datateknologi gjennomføres i bedrift og ikke ved prøvestasjon.

⁴⁷ Faglig råd for elektro og datateknologi, *Innspill til oppfølging av FAFO-rapport 2023:27 – Vurdering og kvalitet i fag- og svenneprøver – innspill fra FRED. 2024/6059-2: Faglig råd for elektro og datateknologi - Korrespondanse 2024*

3. Oppsummering og anbefalte tiltak

3.1 Oppsummering

Utviklingsredegjørelsen fra Faglig råd for elektro og datateknologi for 2024 har som mål å gi en helhetlig oversikt over sentrale utviklingstrekk innenfor elektro- og datateknologifagene, samt å identifisere viktige utfordringer og foreslå tiltak for å sikre at utdanningen holder tritt med bransjens behov. Redegjørelsen understreker viktigheten av en dynamisk og fleksibel utdanning innenfor elektro- og datateknologi, som kan møte fremtidens krav. Gjennom tiltak som oppdatering av læreplaner, styrking av lærerkompetanse og økt rekruttering, kan vi sikre at fagarbeidere i denne sektoren er godt rustet til å bidra til et bærekraftig og teknologisk avansert samfunn.

Rådet har redegjort for utviklingstrekk innenfor fem tematiske områder: 1) Energi, 2) Teknologi, 3) Sirkulær økonomi, 4) Rekruttering og kompetanseutvikling, samt 5) Faggrenseutfordringer og organisering av fagprøven.

Energi

Elektrifisering og overgangen til fornybar energi er sentrale drivere for utviklingen innenfor elektro og datateknologi. Vi ser en økende etterspørsel etter energieffektive løsninger, energilagringsteknologier og smarte strømnnett. Utdanningssystemet må tilby kompetanse på områder som energilagring, kunstig intelligens og energieffektivisering, som kan levere kompetente fagarbeidere i tråd med behovene innenfor elektro, elektronikk- og energinæringene. Læreplanene i elektro og datateknologi ivaretar i stor grad disse utviklingstrekken. Det er imidlertid behov for målrettede tiltak for faglig og teknologisk kompetanseutvikling av lærere, instruktører, faglige ledere og prøvenemnder.

Teknologi

Den raske utviklingen innenfor digital teknologi, automatisering og kunstig intelligens gir muligheter for effektivisering av produksjon og tjenester, og gir fagarbeideren nye verktøy i utøvelsen av sitt yrke. Utviklingen skaper imidlertid også nye behov for kompetanse hos fagarbeideren, som må innarbeides i læreplanene i elektro- og datateknologi. Kompetanse om maskinlæring og kunstig intelligens må inn i alle læreplanene. Andre sentrale kompetanseområder som trekkes frem er sensorteknologi, trådløs kommunikasjon, lys og belysning, og cybersikkerhet (kommunikasjonssikkerhet og datasikkerhet).

Sirkulær økonomi

Økt fokus på bærekraft og resirkulering krever nye ferdigheter knyttet til materialvalg, avfallshåndtering og design for gjenbruk. Elektro- og datateknologi spiller en viktig rolle i å utvikle løsninger som støtter en sirkulær økonomi, ved å utdanne fagarbeidere med kompetanse til å kontrollere, reparere og oppgradere elektrisk og elektronisk utstyr. For å dekke behovet i bransjen for fagarbeidere innenfor feilsøking og reparasjon bør læreplanene for vg2 datateknologi og elektronikk justeres. I tillegg foreslår rådet å endre opplæringsmodellen for dataelektronikerfaget.

Rekruttering, mangfold og kompetanseutvikling

Elektrobransjen står overfor en betydelig utfordring med å rekruttere nok fagarbeidere i årene som kommer. For å sikre økt mangfold i fagene i elektro og datateknologi er det nødvendig

med bredere rekrutteringsstrategier og målrettede tiltak for å ivareta jenter og andre minoriteter i opplæringsløpet. Vi trenger også mer kunnskap om årsakene til frafall i elektrofagene, hvis vi skal finne egnede tiltak for å få ned frafallet. Det er en stor utfordring å rekruttere lærere til fag i elektro- og datateknologi, og behov for å styrke kompetanseutvikling og videreutdanningstilbud for skole og arbeidsliv, både for å holde tritt med den teknologiske utviklingen og for å sikre nødvendig mangfoldkompetanse.

Faggrenseutfordringer og organisering av fagprøven

Integrasjonen av elektro- og datateknologi inn i andre fagområder utfordrer tradisjonelle faggrenser. Det krever en mer tverrfaglig tilnærming i utdanningen, både på tvers av elektrofagene og på tvers av utdanningsprogrammer. Elektrifisering av flere arbeidsoppgaver og fagområder skaper også utfordringer knyttet til elsikkerhetsregelverket, som må håndteres. Når det gjelder organisering av fagprøven, anser rådet det som en stor utfordring at prøvestasjoner overtar som prøvingsarena i mange fylker, og mener at status til fagprøven og kvalitet i prøvearbeidet vil styrkes hvis prøven gjennomføres i bedrift.

3.2 Anbefalte tiltak

Læreplaner for vg3 opplæring i bedrift (vg4)

Faglig råd elektro og datateknologi mottar tilbakemeldinger om at det er utfordrende for lærebedrifter å oppfylle alle kompetansemål i brede læreplaner. Enkelte lærefag har i dag så stor bredde at det kan være vanskelig for lærebedriftene å dekke hele bredden i faget. Det gjelder for eksempel i fag som automatikerfaget og dataelektronikerfaget, hvor læreplanene er skrevet for vg3 i skole siden dette er 3+1,5 års fag. Det vil også kunne bli en utfordring hvis caravan og båt skal omfattes i elektroreparatørfaget. I slike fag mener rådet derfor at det vil være fornuftig å gi rom for større grad av spesialisering med en konkret læreplan som er spesialisert innenfor et fagområde.

Rådet har mottatt forslag om å endre tilbudsstrukturen ved å etablere byggautomatiker fra vg2 automasjon. Rådet er også i prosess med å vurdere hvordan caravan og båt kan ivaretas i eksisterende lærefag, eller eventuelt som et nytt lærefag. Under læreplanutviklingen på vg3 elektroreparatør observerte rådet at det var ønske om å bruke elektroreparatørfaget i flere bransjer, for eksempel i storkjøkken. Elektroreparatørfaget og dataelektronikerfaget vil også bli meget aktuelle fag for å imøtekomme det nye direktivet for reparasjon og gjenvinning (se også kapittel 2.3 *Sirkulærøkonomi*).

I kapittel 2.2. *Teknologi* foreslår rådet at det utvikles læreplaner for vg3 opplæring i bedrift (vg4) i automatikerfaget. Etter ny opplæringslov og forskrift til opplæringsloven er det ikke lenger noen begrensning på tre år videregående opplæring. I henhold til den nye opplæringsloven skal kandidaten ha to år eller mer med læretid i bedrift, og kandidaten har rett til å fullføre med en yrkeskompetanse. Rådet mener dette gir en åpning for å lage læreplaner ut over vg3, slik det allerede er på maritim elektriker og flyfag. Vi foreslår også at elektroreparatør endres til et 3+ fag med læreplan for vg3 opplæring i bedrift (vg4).

For å møte utfordringene med faggrenseproblematikk, arbeidslivets behov og mulighetene for å øke antallet lærebedrifter og antallet lærlinger, foreslår rådet å etablere læreplaner for vg3 opplæring i bedrift (vg4) i fag som ikke har det i dag. Det gjelder i følgende fag:

- vg3 opplæring i bedrift (vg4) automatiker (industri)

- vg3 opplæring i bedrift (vg4) automatiker (bygg)
- vg3 opplæring i bedrift (vg4) dataelektroniker (tjener og klientsystemer)
- vg3 opplæring i bedrift (vg4) dataelektroniker (brunevarer)

På sikt vil det også gjelde i følgende fag:

- vg3 opplæring i bedrift (vg4) elektroreparatør (hvitvarer)
- vg3 opplæring i bedrift (vg4) elektroreparatør (storkjøkken)
- vg3 opplæring i bedrift (vg4) elektroreparatør (caravan og båt)

Anbefaling 1: Forsøk om læreplaner vg3 opplæring i bedrift (vg4) i automatikerfaget og datatelektronikerfaget

Faglig råd for elektro og datateknologi ønsker å gjennomføre et forsøk innenfor byggautomatiker/industriautomatiker og dataelektroniker, med utvikling av læreplaner for vg3 opplæring i bedrift (vg4) som møter næringslivets behov. Rådet ønsker ikke å etablere nye lærefag, men mener samtidig at fordypning i eksisterende læreplaner blir for snevert. Rådets forslag innebærer derfor at man eksempelvis i automatikerfaget blir automatiker uavhengig av om man følger læreplanen for vg3 opplæring i bedrift for industri eller for bygg, men at det blir dokumentert hvilken læreplan man har hatt læretiden etter. Dette vil være spesialisering innenfor ett fag, og ikke overgang mellom fag. Prøvenemnder kan da utarbeide fagprøver som er tilpasset læreplanen og lærebedriften der lærlingen har hatt sin læretid. Rådet mener en slik modell også vil øke antall lærebedrifter og antall lærlinger, siden flere bedrifter vil dekke omfanget i læreplan for vg3 opplæring i bedrift (vg4).

Anbefaling 2: Flytting av telekomfaget til vg2 datateknologi og elektronikk

Rådet har mottatt tilbakemeldinger om stofftrengsel på vg2 elenergi og ekom (se kapittel 2.3 *Sirkulærøkonomi*). Samtidig ser vi at flytting av telekomfaget til elenergi og ekom ikke har gitt den økningen og interessen for telekomfaget som var målet med endringen. Rådet mener derfor at det må undersøkes om det er stofftrengsel på vg2 elenergi og ekom, og om flytting av telekomfaget tilbake til vg2 datateknologi og elektronikk kan minske eventuell stofftrengsel i faget.

Tiltak fra Faglig råd for elektro og datateknologi – oppsummert

Nedenfor er en oversikt over de konkrete tiltakene rådet har anbefalt i de ulike kapitlene i utviklingsredegjørelsen. Tiltak som står flere steder, er kun tatt med én gang. For utdypning av tiltakene se redegjørelsene i kapittel 2.

Energi

Anbefalte tiltak på kort og mellomlang sikt:

Sikre systematisk og regelmessig faglig og teknologisk oppdatering av yrkesfaglærere, instruktører, faglige ledere og prøvenemndsmedlemmer, som blant annet må inneholde

- likestrømkompetanse, både produksjon og lagring
- laststyringssystemer, både for effektutjevning og energieffektivisering
- datasikkerhet
- kunnskap om praktisk bruk av KI

Teknologi

Anbefalte tiltak på kort sikt:

- Ta inn følgende temaer i aktuelle læreplaner i elektro og datateknologi:
 - Bruk av maskinlæring og kunstig intelligens, og bruk av disse teknologiene på en sikker og forsvarlig måte.
 - Viktigheten av gode treningsdata for maskinlæring og kunstig intelligens.
 - Hvordan samfunnet påvirkes av teknologier som bruker maskinlæring og kunstig intelligens.
 - Hvordan lys og belysning påvirker mennesker, natur og miljø.
- Gjøre etter- og videreutdanningstilbudet som allerede finnes i dag bedre kjent.
- Forbedre samarbeidet mellom yrkesfag i vgo og fagskolene/ høyere yrkesfaglig utdanning.

Anbefalte tiltak på mellomlang sikt:

- Gjennomgå alle læreplaner i utdanningsprogrammet med tanke på ny teknologi, spesielt praktisk bruk av kunstig intelligens.
- Vurdere om læreplanene i tilstrekkelig grad omhandler temaer som robotteknologi, 3D-teknologi, virtuell og utvidet virkelighet og bruk av kunstig intelligens, hvordan disse teknologiene kan utnyttes i yrkesutøvelsen og hva smartteknologi og KI kan bety for samfunnsutviklingen.

Sirkulær økonomi

Anbefalte tiltak på kort sikt:

- Utarbeide veiledningsmateriell for vg2 elenergi og ekom for å motivere elever til å søke læreplass som elektroreparatør.
- Utarbeide veiledningsmateriell for vg2 datateknologi og elektronikk og vg3 dataelektroniker om opplæring i feilsøking og vedlikehold på elektronikk-utstyr.

Anbefalte tiltak på mellomlang sikt:

- Øke antall klasser på vg2 datateknologi og elektronikk.
- Endre læreplanen for vg2 datateknologi og elektronikk slik at feilsøking og reparasjon får større fokus i opplæringen.
- Sette inn tiltak for å sikre at skolene har tilgang på kompetanse om feilsøking og reparasjon av elektronisk utstyr.
- Endre opplæringsmodellen for dataelektroniker til 2 år i skole og 2,5 år i bedrift.
- Undersøke om det er stofftrengsel på vg2 elenergi og ekom og om programområdet bør deles.
- Vurdere en opplæringsmodell som gir kompetanse til å reparere både elektro- og elektronikk-utstyr.

Rekruttering, mangfold og kompetanseutvikling

Anbefalte tiltak på kort og mellomlang sikt:

- Kartlegge hvordan ungdomsskolen arbeider med utdanningsvalg og utradisjonelle yrkesvalg.
- Utarbeide støtteordninger, kurs og pakker for bedrifter, instruktører og faglige ledere i mangfoldkompetanse, inkludert om håndtering av seksuell trakassering og mobbing

- Arbeide målrettet for å utdanne og rekruttere flere lærere til elektro og datateknologi, blant annet ved å
 - sikre at studier i høyere yrkesfaglig utdanning gir karrieremessig uttelling.
 - utvide stipendordning og vikarordning for videreutdanning av yrkesfaglærere for å skape bedre rom for etter- og videreutdanning.
- Legge til rette for mer videreutdanning av lærere i teknologi og løsninger som brukes i bransjen, og videreutdanning i mangfoldkompetanse med spesielt fokus på jenter som har valgt elektrofag.
- Legge til rette for økt hospiteringsgrad mellom skole og arbeidsliv.
- Nedsette en koordineringsgruppe for de faglige rådene for elektro og datateknologi (FRED), teknologi og industrifag (FRTEK) og bygg og anlegg (FRBA), som kan arbeide med mangfold i fagopplæringen i videregående skole, samt i bedrifter og i yrkesfaglærerutdanningen.

Faggreanseutfordringer

Det må vurderes om læreplanene på elektro og datateknologi er tilstrekkelig omfattende sett i sammenheng med elektrifiseringen og teknologiutviklingen i bransjen. Rådet mener følgende justeringer må gjøres i læreplanene:

- Mer elektrokunnskap inn i flere læreplaner, både i elektro og datateknologi og innenfor andre utdanningsprogrammer.
- Mer kunnskap om likestrøm/likespenning, og solcelleinstallasjoner i eksisterende læreplaner i flere av elektrofagene.
- Mer kunnskap om byggautomatisering i læreplanene for elektriker og automatiker.
- Mer innhold om elektro og elsikkerhetsregelverket i læreplanen i banemontørfaget.

Følgende justeringer må vurderes i aktuelle læreplaner:

- Vurdere om læreplanen for togelektriker og signalmontør er omfattende nok på ekom, i lys av nytt digitalt signalsystem.
- Vurdere om det er behov for mer kunnskap om elektriske anlegg i læreplaner knyttet til lette kjøretøy, tunge kjøretøy, anleggsmaskiner og fartøy som blir elektrisk driftet.
- Vurdere å utvide elektroreparatørfaget til å dekke caravan og fritidsbåt gjennom fordypninger, eller eventuelt vurdere et nytt fag i "elektroreparatør for båt og caravan".

Organisering av fagprøven

Rådet mener fagprøven i fag innenfor elektro og datateknologi bør gjennomføres i bedrift og ikke ved prøvestasjon.

Læreplaner for vg3 opplæring i bedrift (vg4)

Faglig råd elektro og datateknologi ønsker å gjennomføre et pilotprosjekt på byggautomatiker/ industriautomatiker og dataelektroniker med utvikling av læreplaner for vg3 opplæring i bedrift (vg4).

Rådet anbefaler å etablere læreplaner for vg3 opplæring i bedrift (vg4) i følgende fag:

- vg3 opplæring i bedrift (vg4) automatiker (industri)
- vg3 opplæring i bedrift (vg4) automatiker (bygg)
- vg3 opplæring i bedrift (vg4) dataelektroniker (tjener og klientsystemer)
- vg3 opplæring i bedrift (vg4) dataelektroniker (brunevarer)

På sikt vil det også gjelde i følgende fag:

- vg3 opplæring i bedrift (vg4) elektroreparatør (hvitevarer)
- vg3 opplæring i bedrift (vg4) elektroreparatør (storkjøkken)
- vg3 opplæring i bedrift (vg4) elektroreparatør (caravan og båt)

Rådet anbefaler på kort sikt å undersøke om det er stofftrenghet på vg2 elenergi og ekom. Rådet anbefaler å vurdere om flytting av telekomfaget tilbake til vg2 datateknologi og elektronikk kan minske eventuell stofftrenghet på vg2 elenergi og ekom.

4. Kunnskapsgrunnlag og referanseliste

4.1 Om kunnskapsgrunnlaget

Vurderingene i utviklingsredegjørelsen er i hovedsak basert på rådsmedlemmenes erfaring og kunnskap fra sektor og bransjen, og deres vurdering av læreplaner i lærefag på utdanningsprogrammet for elektro og datateknologi på bakgrunn av denne kunnskapen. Rådet har også sett til kunnskapsgrunnlaget som går frem av referanselisten under.

Arbeidsgruppene har i arbeidet med redegjørelsen hatt møter med følgende aktører fra bransjen: SAS Teknisk (24.01-2024), OmBrukt AS (08.03-2024), representanter for Norges caravanbransjeforbund og Båtbransjeforbundet i Norge NorBoat (04.06-2024), Lyskultur AS (21.08-2024) og en representant fra Bransjeforeningen for sceneteknisk produksjon (BFSP) (29.08-2024), i tillegg til lærere fra videregående skoler som tilbyr vg2 elenergi og ekom. Faglig råd for elektro og datateknologi har også fått presentasjoner i rådsmøter fra aktører i bransjen, som har fortalt om utviklingstrekk i sin bransje sett i sammenheng med grønn omstilling og teknologisk utvikling (CTO Solkraft og Ekom i rådsmøte 12.12-2023, Elektronikkbransjen og Ombrukt AS i rådsmøte 04.09-2024).

4.2 Referanseliste

Amble, N., Møller, E., & Vagle, I. (2023) Friere yrkesvalg i det yrkesfaglige feltet. *Forskning og forandring*.

European Commission (2020b) [Circular Economy Action Plan - For a cleaner and more competitive Europe](#)

European Parliament (2009) *Directive (EU) 2009/125/EC of the European Parliament and the Council of 21 October 2009 establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for energy-related products*

Elevundersøkelsen 2023, udir.no: [Elevundersøkelsen | udir.no](#)

Faglig råd for elektro og datateknologi (2018), [Fag og svenneprøven «Sluttvurdering det bør investeres i»?](#) Fagprøvegruppas rapport til Faglig råd Elektro.

Faglig råd for elektro og datateknologi (2023), *Innspill til oppfølging av FAFO-rapport 2023:27 – Vurdering og kvalitet i fag- og svenneprøver – innspill fra FRED. 2024/6059-2: Faglig råd for elektro og datateknologi - Korrespondanse 2024*

Faglig råd for elektro (2016), [Utviklingsredegjørelse 2016: Utdanningsprogram for elektro](#).

Grande, Sidsel Øiestad; Lyckander, Rønnaug; Landro, Jarle; Rokkones, Klara. (2014) [Fram i lyset! En kartlegging av status og behov for lærerutdanning på yrkesfag. OsloMet - storbyuniversitetet](#) OsloMet - storbyuniversitetet – Rapport

Hansen, K. H., Haaland, G., Møller, E. & Vagle, I. (2020). Kjønn på dagsordenen: Et ikketema i yrkesfaglærerutdanningene? *Skandinavisk tidsskrift for yrker og profesjoner i utvikling*, 5 (1), <https://doi.org/10.7577/sjvd.3715>

Klima- og miljødepartementet (2021). *Nasjonal strategi for ein grøn, sirkulær økonomi*.
[Nasjonal strategi for ein grøn, sirkulær økonomi - regjeringen.no](https://www.regjeringen.no)

Kløvstad, Kari (2024), Trøndermodellen sørger for bedre likestilling på yrkesfag. *Yrke – Fagblad om yrkesopplæring*, 1/2024.

Kommunal og moderniseringsdepartementet (2020). *Nasjonal strategi for kunstig intelligens*.
[Nasjonal strategi for kunstig intelligens - regjeringen.no](https://www.regjeringen.no)

Lærlingundersøkelsen 2023, Udir.no: [Funn fra Lærlingundersøkelsen | udir.no](https://www.udir.no)

[Miljødirektoratet.no: Sirkulær økonomi - miljodirektoratet.no](https://www.miljodirektoratet.no)

Mogstad Aspøy, T., Skålholt, A., Haaland, G., Drange, C. og Gran, L., *Vurdering og kvalitet i fag- og svenneprøver*, Fafo-rapport 2023:27. [Vurdering og kvalitet i fag- og svenneprøver | Fafo-rapport 2023:27](https://www.fafosenteret.no)

Møller, E. og Vagle, I., *En av gutta? skole- og bedriftsutvikling for å gjøre guttedominerte håndverksfag attraktive for jenter*, Gyldendal akademisk 2003.

NOU 2019: 19 *Jenterom, gutterom og mulighetsrom – Likestillingsutfordringer blant barn og unge*: kapittel 12.1, Kulturdepartementet. [NOU 2019: 19 - regjeringen.no](https://www.regjeringen.no)

NOU 2019: 12 *Lærekraftig utvikling – Livslang læring for omstilling og konkurransevne*, Kunnskapsdepartementet. [NOU 2019: 12 - regjeringen.no](https://www.regjeringen.no)

NOU 2024: 8 *Likestillingens neste steg – Mannsutvalgets rapport*, Kultur- og likestillingsdepartementet. [NOU 2024: 8 - regjeringen.no](https://www.regjeringen.no)

NRK (2023), Statssekretær i Klima- og miljødepartementet, Kjersti Bjørnstad, til NRK Sørlandet, 16. august 2023 kl. 07:10. [Vil utrede momsfrist på gjenbruk – NRK Sørlandet - Lokale nyheter, TV og radio.](https://www.nrk.no)

SINTEF (2020) [Studie av potensialet for verdiskaping og sysselsetting av sirkulærøkonomiske tiltak](https://www.sintef.no), Sintef Rapport nr. 2020:00958

Strømke, Inga, *Maskiner som tenker - algoritmenes hemmeligheter og veien til kunstig intelligens*. Kagge forlag: 2023.

SSB (2024) Statistikk 13352: Lønnstakere og jobber, etter kjønn og kvartal. Elektrikere mv., Antall lønnstakere

Bufdir (2024) [Statistikk og analyse | Bufdir: LHBT/Arbeidsliv](https://www.bufdir.no)

Udir (2024). *Analysebrettet – Andel elever uten progresjon – utdanningsprogram*. Utdanningsdirektoratet.

Udir (2024). *Analysebrettet – nøkkeltall for fag- og yrkesopplæring. Søkere til elektro og datateknologi, kjønnsfordeling*. Utdanningsdirektoratet. [Analysebrettet - Nøkkeltall for fag- og yrkesopplæring \(udir.no\)](https://www.udir.no)

Udir (2024). *Flere søker yrkesfag*. [Flere søker yrkesfag | udir.no](https://www.udir.no)

Udir (2024). *Søkere til videregående opplæring – utdanningsprogram*. Utdanningsdirektoratet. [Søkere til videregående opplæring – utdanningsprogram | udir.no](https://www.udir.no)

Udir (2024). *Lærlingundersøkelsen 2023 - De aller fleste lærlinger trives på arbeidsplassen*. [De aller fleste lærlinger trives på arbeidsplassen | udir.no](https://udir.no)

Utdanning.no/finn lærebedrift: [Finn Lærebedrift | Utdanning.no](https://finnlarebedrift.no)