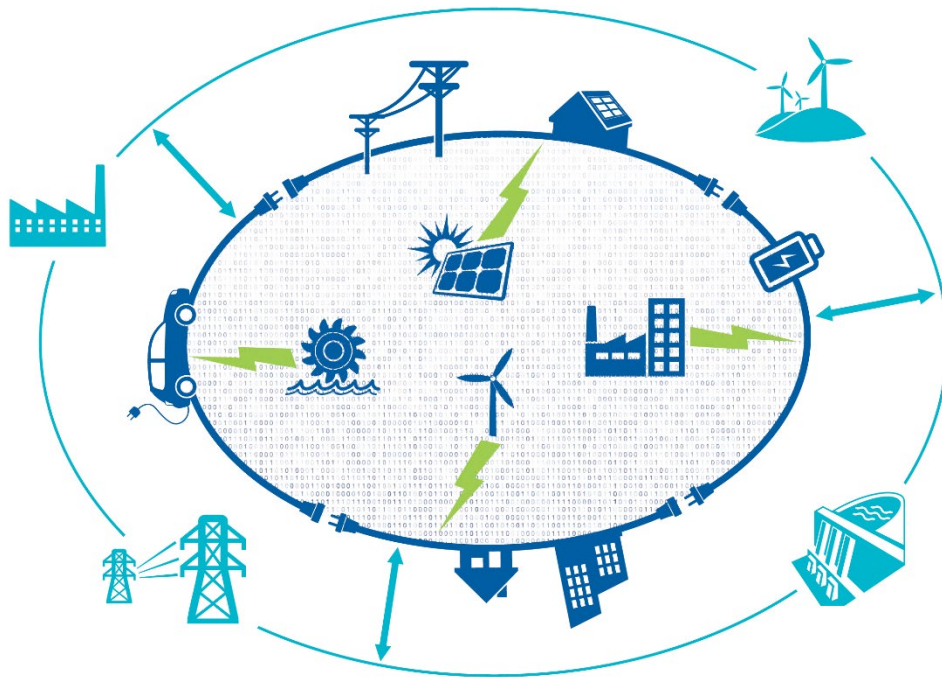


Drivkrefter og miniscenarier for fremtidens elektriske distribusjonsnett

Author: Gerd Kjølle




CINELDI - Centre for intelligent electricity distribution

SINTEF and NTNU are the main research partners, with grid operators, technology providers, public authorities and international R&D institutes and universities as partners.

The research centre is financed by the Research Council of Norway and the Norwegian partners through the Centre for Environment-friendly Energy Research (FME) scheme. The FME scheme consists of research centres of limited duration that conduct concentrated, focused and long-term research on a high international level to solve specific challenges related to energy and the environment.



Centres for
Environment-friendly
Energy Research

TITLE
Drivkrefter og miniscenarier for fremtidens elektriske distribusjonsnett
AUTHOR(S)
Gerd Kjølle

EXECUTIVE SUMMARY
<p>I CINELDI er det tidligere identifisert og beskrevet drivkrefter og utarbeidet miniscenarier for systeminnovasjon for fremtidens intelligente elektriske distribusjonsnett. Drivkrefter er oppdatert og det er laget nye miniscenarier i tråd med utviklingen i trender og drivkrefter siden oppstarten av CINELDI. I arbeidet med å etablere nye miniscenarier er det tatt utgangspunkt i det økte behovet for elektrifisering, og det er lagt vekt på å lage miniscenarier relatert til digitalisering, fleksibilitet og forsyningssikkerhet.</p> <p>Formålet med å oppdatere og identifisere nye drivkrefter og miniscenarier er å øke forståelsen for kravene i fremtidens elektriske distribusjonsnett, samt å utvikle gode strategier for transisjonen mot et fleksibelt og intelligent elektrisk distribusjonsnett som også er kostnadseffektivt og forsyningssikkert.</p> <p>Rapporten gir oversikt over drivkrefter inklusive oppdateringer i 2022, og alle de miniscenariene som er utarbeidet i CINELDI, totalt 133 stk.</p>

CINELDI REPORT NUMBER	01:2022
ISBN NUMBER	978-82-594-3794-5
WORK PACKAGE	WP6
CLASSIFICATION	Open

QUALITY ASSURANCE		
Main author	Gerd Kjølle	<i>Gerd Kjølle</i>
WP leader	Gerd Kjølle	
Centre director	Gerd Kjølle	
Scientific coordinator	Olav Bjarte Fosso	<i>Olav Bjarte Fosso</i>

VERSION NO	DATE	VERSION DESCRIPTION
1.0	2022-11-02	Hovedrapport som oppsummerer drivkrefter og miniscenarier etter oppdateringer i 2022

Table of Contents

1	Innledning	7
2	Definisjoner.....	8
3	Drivkrefter for fremtidens elektriske distribusjonsnett 2030-2040.....	9
4	Miniscenarier for fremtidens elektriske distribusjonsnett 2030-2040	13
	Referanser	34

1 Innledning

I CINELDI er det tidligere identifisert og beskrevet drivkrefter for systeminnovasjon mot fremtidens intelligente elektriske distribusjonsnett. Dette er nærmere beskrevet i rapporten "Driving forces for intelligent electricity distribution system innovation" [1]. Det er tidligere også utarbeidet og presentert en rekke miniscenarier, og det er etablert fire hovedscenarier [2]. Drivkrefter er tidligere beskrevet på engelsk, mens miniscenariene er beskrevet på norsk. Det er valgt å beholde begge språk i denne rapporten ettersom hensikten er å gi en samlet oversikt over drivkrefter og miniscenarier basert på [1, 2] og oppdateringer i 2021/2022. Det vises til disse referansene for mer utdypende beskrivelser.

Arbeidet med å identifisere drivkrefter og å utarbeide miniscenarier er utført i en foresight-prosess [1], gjennom gruppearbeid supplert med litteraturstudier og videre bearbeiding, strukturering og kvalitetssikring.

Formålet med å oppdatere og identifisere nye drivkrefter og miniscenarier, er å øke forståelsen for kravene i fremtidens elektriske distribusjonsnett, samt å utvikle gode strategier for transisjonen mot et fleksibelt og intelligent elektrisk distribusjonsnett som også er kostnadseffektivt og forsyningsikkert. Scenarier kan også brukes til å legge til rette for den utviklingen man ønsker seg og motvirke en utvikling som ikke er ønskelig [2].

Drivkrefter er oppdatert og det er laget nye miniscenarier i tråd med utviklingen i trender og drivkrefter siden oppstarten av CINELDI. I arbeidet med å etablere nye miniscenarier er det tatt utgangspunkt i det økte behovet for elektrifisering, med nye typer forbruk og behov for økt fornybar kraftproduksjon frem til 2040. Videre har arbeidet lagt vekt på å lage miniscenarier relatert til digitalisering, fleksibilitet, integrerte energisystemer/flere energibærere og forsyningsikkerhet, men også andre temaer er berørt.

Miniscenarier er *en tenkelig hendelse, utvikling eller handling som har betydning for utviklingen av nettet*. Et miniscenario inneholder en beskrivelse av hva som skjer, hvorfor det skjer og hvilke konsekvenser det har for nettet.

I kvalitetssikringen av miniscenarier har følgende blitt kontrollert:

- At miniscenariet virker plausibelt basert på den kunnskapen vi har i dag (2022),
- at miniscenariet har en beskrivende tittel,
- at miniscenariet består av en hendelse, utvikling eller handling og at det beskriver konsekvens(er) for nettet,
- at miniscenariet er innenfor det området CINELDI dekker,
- at lignende miniscenarier har blitt slått sammen,
- at noen miniscenarier har blitt splittet fordi de inneholdt flere hendelser, utviklinger eller handlinger.

2 Definisjoner

Her gis det en oversikt over de viktigste definisjonene benyttet i denne rapporten.

Tabell 2-1 Begreper og definisjoner, basert på [1, 2].

Begrep	Definisjon
Aktive kunder	Aktive kunder defineres her som nettkunder (med forbruk og/eller produksjon/energilagere), som bidrar med fleksibilitet i kraftsystemet [2].
Analogt nett	Med et analogt nett menes her et distribusjonsnett som i stor grad likner på dagens nett og nettvirkosomhet (anno 2020), et nett der det i begrenset grad er tatt i bruk ny teknologi for å digitalisere distribusjonsnettet ut over dagens nivå, og at arbeidsoppgaver (knyttet til drift, planlegging og vedlikehold) er i liten grad automatiserte [2].
Barriere	Interessent eller faktor som hindrer utviklingen mot systeminnovasjon for distribusjonsnettet, f.eks. cyberrisiko, mangel på kompetanse.
Digitalisert nett	Digitalisert nett defineres her som distribusjonsnett der ny teknologi er tatt i bruk i utstrakt grad for å digitalisere og automatisere nettet (både det fysiske distribusjonsnettet og oppgaver knyttet til planlegging, drift og vedlikehold av dette distribusjonsnettet) [2].
Driver	Interessent eller faktor som driver utviklingen mot systeminnovasjon for distribusjonsnettet, f.eks. elektrifisering, digitalisering.
Drivkraft	Et samlebegrep for drivere, barrierer og muliggjørere.
Fleksibilitet	Fleksibilitet er evne og vilje til modifisering av produksjons- og/eller forbruksmønster, på et individuelt eller aggregert nivå, ofte som en reaksjon på et eksternt signal, for å kunne tilby en tjeneste til kraftsystemet eller opprettholde stabil nettdrift.
Fleksible ressurser	Fleksible ressurser er produksjons-, og/eller forbruksressurser, og/eller energilagere, hvor injisert eller forbrukt effekt kan modifiseres på et individuelt eller aggregert nivå, etter avtale med nettselskapet og/eller en tredjepart (f.eks. en aggregator) slik at de inngår i og kan gjøre nytte i systemdriften.
Miniscenario	En tenkelig hendelse, utvikling eller handling som har betydning for utviklingen av fremtiden elektriske distribusjonsnett. Et miniscenario inneholder en beskrivelse av hva som skjer, hvorfor det skjer og hvilke konsekvenser det har for nettet.
Muliggjørere	Interessent eller faktor som muliggjør utviklingen mot systeminnovasjon for distribusjonsnettet, f.eks. dataanalyse/ maskinlæring, fleksibilitetsmarked.
Passive kunder	Passive kunder defineres her som nettkunder (med forbruk og/eller produksjon/energilagere) som IKKE bidrar med fleksibilitet i kraftsystemet [2].
Scenario	En beskrivelse av en fremtidig situasjon og forløpet av hendelser som gjør det mulig å bevege seg fra utgangssituasjonen til den fremtidige situasjonen.
Systeminnovasjon	En gjensidig utvikling av tekniske, økonomiske, samfunnsmessige og regulatoriske forhold (for fremtidens elektriske distribusjonsnett).

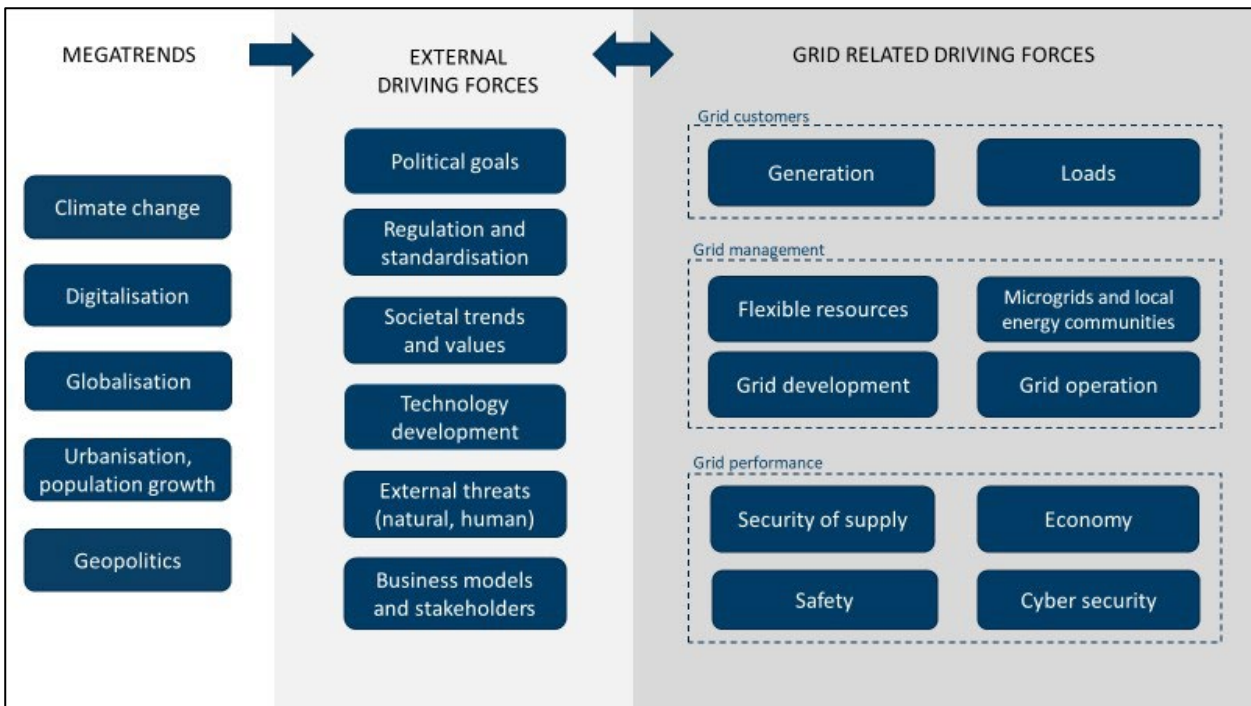
3 Drivkrefter for fremtidens elektriske distribusjonsnett 2030-2040

Dette kapitlet viser en oversikt over drivkrefter for systeminnovasjon for fremtidens elektriske distribusjonsnett slik de er identifisert og strukturert i CINELDI. Oversikten viser oppdaterte beskrivelser pr. 2022. Drivkrefter tidligere identifisert i CINELDI er nærmere beskrevet i rapporten "Driving forces for intelligent electricity distribution system innovation" [1].

Drivkrefter for fremtidens elektriske distribusjonsnett er gruppert som vist i Figur 3-1 og Figur 3-2 [1].



Figur 3-1 Relasjon mellom nivåer av drivkrefter [1].



Figur 3-2 Oversikt over grupper av drivkrefter (oppdatert 2022), basert på [1].

Tabell 3-1 Megatrender (oppdateringer 2022: endringer i kursiv).

Topic	Mega-trends
Climate change	<i>Increasing, accelerating, calls for more rapid actions (ref. UN Climate report¹ 4th April 2022: "It's 'now or never' to limit global warming to 1.5 degrees")</i>
Digitalisation	<i>Increasing, strengthening (post covid-19, etc.), stronger enabler</i>
Globalisation	<i>Digitalisation is an enabler, stronger need for international cooperation. Post covid-19 works against, in the opposite direction</i>
Urbanisation	<i>Increased digitalisation counteracts (due to home offices etc.), however stronger development towards Smart Cities</i>
Geopolitics	<i>E.g., energy security/-crisis (started before, but increased with the war in Ukraine)</i>

Tabell 3-2 Eksterne drivkrefter (oppdateringer 2022: endringer i kursiv).

Topic	External driving forces
Political goals	<i>International political goals, policies, and agreements, such as increased electrification, sustainability targets, circular economy (UN, EU, IEA etc.)</i>
	<i>National political goals and policies, such as stronger energy and industry policies, and increased electrification, integrated energy systems, and sector coupling, to reach the climate/sustainability goals</i>
	<i>Local policies, such as resistance towards wind power</i>
	<i>Interest organisations, such as resistance towards wind power</i>
Regulation and standardisation	<i>Authority regulation and frameworks for grid management and grid customers</i>
	<i>Public support schemes</i>
	<i>Standardisation and interoperability</i>
Societal trends and values	<i>Level of prosperity, economic growth, change in behaviour and use of the electricity grid, increasing social differences, social acceptance, sustainability goals/interests.</i>
	<i>Competence and growing education level, increasing interest in using new technologies</i>
	<i>Media influence, fake news, stronger polarization. E.g., stronger polarization/resistance towards wind power, and power-based grid tariffs, weakening reputation of the electricity sector, etc.</i>
	<i>Social acceptance regarding technologies such as AMR, 5G, home automation and flexibility etc.</i>
	<i>Evolution of consumer values and behaviour, increased acceptance of digitalisation, fear of cyber security threats, fear of energy crises/high electricity prices.</i>
	<i>Local energy communities (LEC). Stronger push e.g., from EU about customer involvement</i>

¹ <https://news.un.org/en/story/2022/04/1115452>

Topic	External driving forces
Technology development	Power electronics
	Sensors, IoT, UAVs, robots, <i>satellites, Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR)</i>
	Artificial intelligence (AI), big data analytics, machine learning
	Communication infrastructure (5G)
	Batteries and other energy storage <i>such as hydrogen, heat storage</i>
	<i>Multiple energy carriers (hydrogen, ammonia, natural gas, biomass, waste heat, ground heat, solar collector...), and their relationship to electricity.</i>
	Improved PV and wind power technologies
	Development of ICT tools, <i>including decision support tools</i>
	Smart home technologies and consumer electronics, <i>increased availability and acceptance</i>
	New and disruptive products and technologies
External threats (human, natural)	Natural threats, <i>increasing</i>
	Physical attacks, terror, sabotage
	Cyber attacks, hacking, <i>increasing</i>
	<i>Resourceful threat actors, including nation states.</i>
	Unintended incidents, human errors
	Epidemics/ <i>pandemics</i>
Business models and stakeholders	"Black swans", <i>High Impact Low Probability events (HILP)</i>
	Business models for solar cells
	Business models for energy storage (battery, hydrogen)
	Business models for demand response, <i>Vehicle to Grid (V2G) etc.</i>
	Market solutions for flexibility, <i>from consumers, power producers, and storage</i>
	<i>Innovative capabilities – will and ability to start using new technologies</i>
<i>Digitalisation capabilities – will and ability to digitalise and start using digital solutions</i>	

Tabell 3-3 Nettrelaterte drivkrefter (oppdateringer 2022: endringer i kursiv).

Topic	Grid related driving forces
Generation	Increased amount of distributed generation in MV and LV grid
	Increased share of intermittent electricity generation from renewables (<i>solar, wind</i>)
Loads	Increased electrification of transport and industry / new loads
	More power intensive loads and energy efficient appliances
<i>Electrification</i>	<i>Transport, new types of power intensive industry (data centres, battery factories, etc.), electrification of industry processes, agriculture, aquaculture, etc.</i>

Topic	Grid related driving forces
Flexible resources	Energy storage as a flexible resource (<i>incl. multiple energy carriers</i>)
	Flexible generation units (<i>hydro power and other</i>)
	Dispatchable loads as a flexible resource
Microgrids and Local Energy Communities	Microgrids, <i>Local Energy Communities (LEC)</i>
	<i>Geographical islands (supporting ageing sea cables)</i>
	<i>Restoration/ backup following a failure</i>
Grid operation	Automated operation, <i>e.g., self-healing</i>
	Real-time condition monitoring and control
	<i>Control room functionalities</i>
	Workforce / human in the loop
	Customer service
Grid development	Ageing grid
	Available no-grid solutions <i>and active grid measures</i>
	Access to and quality of data
	<i>Asset management, changes in components and tools</i>
	Changes in grid systems and topologies
	<i>High system complexity and high uncertainty in, e.g., generation and consumption</i>
Security of electricity supply	Energy availability (<i>sometimes termed as energy security; ability of the power system to supply the energy demand, related to the availability of primary energy resources (water, gas, coal, etc.)</i>)
	Power capacity (<i>sometimes termed as power security; the ability of the power system to supply the instantaneous demand, related to the availability of generation and/or transmission/distribution capacity.</i>)
	Reliability of supply (<i>the ability of the power system to supply electric energy to end-users. It is related to the frequency and duration of power supply interruptions to end-users due to failures and contingencies in the power system.</i>)
	Power quality (<i>the quality of the supply voltage according to given criteria, regarding its frequency, magnitude, and waveform.</i>)
	Emergency preparedness
	Safety
Economy	Grid tariffs, energy pricing
	Cost of energy not supplied (CENS, interruption costs)
	<i>Cost of electrical losses</i>
	Economic restraints at DSOs / revenue caps
Cyber security	ICT competence and organisational aspects, <i>including the ability to understand cyber-physical interdependencies and risks.</i>
	Privacy protection
	Remote access and control
	<i>The ICT architecture and its ability to offer the needed resilience.</i>
	<i>Robustness of the communication infrastructure, ability to offer the services needed for more digitalized and automated operation of the power system.</i>

4 Miniscenarier for fremtidens elektriske distribusjonsnett 2030-2040

Tabell 3-1 gir en oversikt over 133 miniscenarier, de første 95 er utarbeidet 2017-2020, mens de 33 siste er utarbeidet i perioden 2021-2022. Miniscenariene er kvalitetssikret i tråd med prosedyren beskrevet i kap. 1.

Alle miniscenarier er gitt et unikt nummer² og en beskrivende tittel. Selve beskrivelsen av miniscenariene inneholder en utvikling eller hendelse, hvorfor det skjer og hvilke konsekvenser det får for nettet. Videre er miniscenariene plassert langs henholdsvis nettaksen og kundeaksen [2]. *Nettaksen* beskriver i hvilken grad miniscenariet omhandler et digitalt eller analogt nett. For de miniscenariene hvor det ikke er angitt noen plassering på aksene, kan det være relevant for både digitalt og analogt nett. *Kundeaksen* beskriver i hvilken grad miniscenariet omhandler aktive/passive kunder. For de miniscenariene hvor det ikke er angitt noen plassering på aksene, kan det være relevant for både aktive og passive kunder.

² Det er beholdt opprinnelig nummerering fra første versjon, dermed finnes det a) og b) når et miniscenario er delt i to mindre scenarier, samt at alle numre ikke er i bruk.

Tabell 4-1 Miniscenarier for fremtidens elektriske distribusjonsnett 2030-2040.

#	Tittel miniscenario	Beskrivelse miniscenario	Nettaksen (Digitalisert, Analogt)	Kundeaksen (Aktive, Passive)
1	Høy nettleie	Høy nettleie medfører at kundene kobler seg fra distribusjonsnettet og sørger for sin egen produksjon. Det blir færre å dele nettkostnadene på, og dermed ytterligere økning i nettleie for de som er tilknyttet nettet. Det fører til at flere blir misfornøyde og går "off-grid", og det blir liten eller ingen utvikling av nettet.	Analogt	Aktive
2	Lite effektivt fleksibilitetsmarked	Flere aktører ønsker å være en del av fleksibilitetsmarkedet; aggregatorer, nett-selskaper og private aktører. Uavklarte roller og manglende regulering fører til et lite effektivt marked for fleksibilitet. Nettselskapene får ikke utnyttet fleksibilitets-kapasiteten og må heller investere i nettkapasitet for å håndtere effekttopper.	Digitalisert	Aktive
3	DSO-ene svinner hen	En streng og rigid regulering av nettselskapene hindrer at de kan bevege seg inn i nye markeder og tilpasse forretningsmodellen sin til den digitale utviklingen. Nettselskapene sitter med infrastrukturen, mens andre tar seg av drift, systemansvar og tjenester. Øvrig teknologiutvikling og forbrukeradferd avanserer fort, og nettselskapene blir stående igjen uten påvirkningsmuligheter. Dette fører til økonomiske tap for nettselskapene og dårlig utviklet infrastruktur framover.	Analogt	Aktive
5	Ekstremvær utsetter digitaliseringen	Hyppigere og kraftigere ekstremvær bidrar til høye reparasjons- og KILE- kostnader etter ekstremvær. Nettselskapene investerer konservativt for å holde kostnadene nede. Dette medfører at investering i smarte løsninger utsettes, og at digitaliseringen tar tid.	Analogt	
6	Fusjonering av nettselskaper gir økt standardisering	De fleste nettselskapene slår seg sammen i større enheter. Integrasjon av selskapenes driftssystemer medfører store utfordringer for drift. Nettselskapene vektlegger i større grad standardisering og interoperabilitet for å kunne utnytte stordriftsfordelene. Dette muliggjør standardiserte operatørgrensesnitt for driftspersonell å forholde seg til, noe som gjør operatørens hverdag enklere med raskere feilretting og færre menneskelige feil.	Digitalisert	
7	DSO - fra energi til effekt	Nettkundene installerer mye lokal kraftproduksjon, men må likevel være tilkoblet distribusjonsnettet for å dekke dager med kraftunderskudd fra egenproduksjon, samt effekttopper. Nettselskapene får kostnadene med å vedlikeholde et aldrende nett med fallende utnyttelsesgrad.		Aktive
8	DSO som backup for mikronett	Nye markedsmuligheter for leverandører av installasjon, drift og vedlikehold av mikronett åpner seg. Dette innebærer leie eller leasing av nye lokale strømsystemer, og borettslag eller liknende går sammen og danner egne energifelleskap. Disse kjøper tjenester for å drive egne mikronett, og bruker distribusjonsnettet kun til back-up. Dette medfører utfordringer for nettselskapene relatert til leveringsforpliktelser, høy nettleie og krav til kapasitet på overføringen.	Analogt	Aktive

#	Tittel miniscenario	Beskrivelse miniscenario	Nettaksen (Digitalisert, Analogt)	Kundeaksen (Aktive, Passive)
9	DSO - fra netteier til systemoperatør	Investeringsbehovet for nettselskapene er høyt, men det er liten vilje til å ta risikoen ved langsiktige investeringer i selskapene på grunn av usikkerhet rundt behov for nett i fremtiden og for fremtidig inntjening. Store teknologiselskaper har økonomi og evne til å ta større risiko, og tilbyr leasing av utstyr til nettselskapene. Nettselskapene må betale en høyere årlig pris, men slipper risikoen ved langsiktig investering. På denne måten endrer nettselskapenes rolle seg langsomt fra å være netteier til å være driftsoperatør/ systemoperatør. Det legges stor vekt på reduksjon av driftskostnader og administrative kostnader.		
10	Batteri i alle hjem	Teknologiutvikling gjør batterier billigere og mer energieffektive over ladesyklusene. Mange sluttbrukere investerer i batterier i sitt hjem (ulike incentiver kan ligge bak, egeninteresse, økonomi, pålegg fra myndigheter, osv.). Batteriet lades gjerne opp i lavlastperioder for å dekke effektbehov i høylastperioder. Dette gir en utjevning av effekttoppene og mindre behov for nettførsterkninger. Batteriet kan også benyttes som reservekraftforsyning ved avbrudd.		Aktive
11	Batterier i nettet bidrar til jevnere effektuttak	Teknologiutviklingen på batteri gjør at det investeres i batterier hos kunder med stort effektuttak, f.eks. ved ladestasjoner for biler, tungtransport og ferjer. Batteriene bidrar til at det trekkes jevn effekt fra nettet og at elferjene kan booste ladingen mens de ligger til kai, uten at nettselskapene trenger å øke nettkapasiteten. Investeringskostnader i økt nettkapasitet kan utsettes.		Aktive
12	Batteri som trussel og redning	Batteriteknologien muliggjør mikronett (områder med autonom strømforsyning) i kvartaler og bydeler, med svakere eller ingen kobling til distribusjonsnettet. Systemansvar i mikronettene ivaretas av andre aktører enn nettselskapene. Bruk av bilbatteri som energilager er omfattende. Dette gjør at flere kunder/områder kobler seg fra distribusjonsnettet.		Aktive
14	Markedsplass for fleksibilitet gir mindre investeringsbehov	Det etableres et marked for fleksibilitet som omfatter ulike fleksible ressurser (produksjon, last, energilager med ulike energibærere (el, hydrogen, termisk)). En effektiv markedsplass for fleksibilitet gjør at det trengs mindre investeringer i oppgraderinger av nettet, da det gir mulighet til å benytte fleksibilitet som alternativ for nettinvesteringer.	Digitalisert	Aktive
15	Energilager (termisk lagring og hydrogen) gir fleksibelt nett	Ved store overskudd på fornybar elkraftproduksjon brukes termiske laster/energilager (hydrogen, batteri og fjernvarme) for å lagre overskuddsenergien. Dette gir et fleksibelt nett og bedrer effektsikkerheten.	Digitalisert	Aktive
16	Integrasjon av PV svekker spenningskvaliteten	Teknologi- og kostnadsutviklingen på solceller (PV) gjør at de installeres i utstrakt grad. Dette skaper spenningsproblemer i nettet.		

#	Tittel miniscenario	Beskrivelse miniscenario	Nettaksen (Digitalisert, Analogt)	Kundeaksen (Aktive, Passive)
17	Helelektrisk transport-system skaper nettutfordringer	Et helelektrisk transportsystem medfører høyere effekt- og energiuttak, som medfører behov for store investeringer i større nettkapasitet, som dels møtes ved alternativer til nett (fleksibilitet).	Digitalisert	Aktive
18	Aktive kunder blir viktige aktører gjennom aggregatorer	Aggregatorrollen er godt etablert som en rolle knyttet til et marked for fleksibilitet. Dette innebærer utstrakt bruk av batterier og avanserte styringsverktøy for å justere lasten etter kapasitet i nettet. Forbrukeren er en viktig aktør gjennom aggregatoren, og kan selge sin kapasitet i markedet når den er ledig. Nettselskapene er villige til å betale godt for dette for å dempe utfordringer med høye effekttopper.	Digitalisert	Aktive
19	DC nett innføres	Utviklingen innen kraftelektronikk muliggjør alternative kraftsystemer basert på DC-løsninger. Dette gir lavere tap, og mindre kabling. Åpner for Microgrid-systemer som kan kobles sammen og stå på egne bein.	Digitalisert	Aktive
20	Microgrid for alle	Flere og flere nabolag organiserer seg som mikronett og reduserer energi/effekt i tilknytningspunkt til distribusjonsnettet. Nabolagene har mye egenproduksjon gjennom PV og får varme fra "ikke-el"-kilder som fjernvarme. Flere mikronett velger å koble seg fra distribusjonsnettet.		Aktive
21	Nanogrid over alt	Teknologiutviklingen på PV og batteri gjør at PV og energikompakte batterier installeres for å forsyne LED-pærer i tunneler og lyktestolper, gjennom små nanonett. En kan derved slippe bygging og vedlikehold av lavspenningsnett til dette forbruket.		
22	Distribuerte produksjonsheter nært forbruk	Fornybare produksjonsheter (sol, vind, etc.) som er lette å montere bidrar til mer lokal produksjon. Mer produksjon av energi nær forbruket gjør at investeringer i nett reduseres.		
23	Robuste mikronett	Grunnet klimaendringer oppstår det hyppigere ekstremvær som medfører isolerte områder. Dette bidrar til rask utvikling av mikronettområder med muligheter for separat drift. Dette gir økt leveringspålitelighet.	Digitalisert	Aktive
24	Feil i komplekse systemer	Det oppstår mange utilsiktede feil pga. at driftspersonell mangler kompetanse på drift av kombinerte kraft- og IKT-systemer. Nøkkelferdige systemer med tett integrasjon mellom systemene gjør det vanskelig å skjønne hvordan ting henger sammen og bieffektene av tiltak i systemene. Dette bidrar til mange feil i systemene, som medfører langvarige avbrudd for sluttbrukerne.	Digitalisert	
25	Masket distribusjonsnett gir reduserte tap	Billigere teknologi gir god sanntidsovervåking av nettstasjoner, noe som muliggjør drift av masket distribusjonsnett. Dette fører til mindre tap i nettet, reduserer avbruddsvarigheten og minker avbruddskostnadene.	Digitalisert	

#	Tittel miniscenario	Beskrivelse miniscenario	Nettaksen (Digitalisert, Analogt)	Kundeaksen (Aktive, Passive)
27	God beslutningsstøtte for driftsoperatøren	Datatilfanget i nettvirksomheten har økt kraftig sammenlignet med 2020-nivået. Datagrunnlaget genereres, prosesseres og analyseres automatisk, og gir god situasjonsforståelse og beslutningsstøtte for driftsoperatøren. Dette bidrar til mer effektiv drift av nettet, lavere kostnader for nettselskapene og kortere avbruddsvarighet for forbrukerne.	Digitalisert	
28	Ny teknologi fører til nye feilkilder	Det innføres mye overvåkings- og kommunikasjonsteknologi uten å ha kontroll over nye sårbarheter og feilkilder. Dette fører til gjentatte hendelser pga av feil informasjon om driftstilstand, som medfører fravær av utkobling av nett med feil og utkobling av friske nett.	Digitalisert	
29	Komponenter fra forskjellige tidsepoker gir økte kostnader	Nettet består av komponenter (vern, brytere og IKT-utstyr) fra flere tidsepoker. IKT-utstyr har kortere levetid enn tradisjonelle nettanlegg. Dette fører til en krevende og dyrere beredskap (behov for flere reservekomponenter, kompetanse og hyppigere utskifting av komponenter), og bidrar til økte kostnader (drift, vedlikehold og investering).	Digitalisert	
30	Robotikk og kunstig intelligens gir bedre forsyningsikkerhet og personsikkerhet	Roboter og kunstig intelligens overvåker nettet og utfører beredskap. Roboter tar over jobben for leverandører, og kan ta seg av forebyggende arbeid som å fjerne trær som truer høyspentlinjene. Konsekvensene av denne teknologiutviklingen er store kostnadsbesparelser gjennom kortere utrykningstid og gjenoppretting, og generelt kortere feilrettingstid. Utviklingen medfører bedre leveringspålitelighet og høyere personsikkerhet.	Digitalisert	
31	Ny teknologi tas i bruk ved oppgradering	Nettet er aldrende med økende feilfrekvens, og påfølgende høye drifts- og vedlikeholdskostnader. Dette medfører en massiv utskifting av komponenter, og det bidrar til at ny teknologi (f.eks. smarte, selvovervåkende nettstasjoner) tas i bruk når nettet oppgraderes. Driftskostnadene går ned som følge av bedre overvåking og kontroll.	Digitalisert	
32	Behov for større nettkapasitet på grunn av økt hjemmelading av elbiler med høy effekt	Elektrifisering av transport fører til en stadig større andel husholdninger med hjemmelading av elbil, ofte med høy effekt. Det kreves store investeringer i større nettkapasitet pga. flaskehals- og spenningskvalitetsproblemer i distribusjonsnettet for å møte etterspørselen.		Passive
33	Hyppige avbrudd pga samtidighet i store laster	En voldsom økning i effektkrevende laster og deres samtidighet uten særlig grad av overvåking og styring, fører til hyppigere avbrudd pga. at nettet overbelastes.		Passive
34	Redusert behov for el til oppvarming	Flere varmepumper, solfangere, bedre isolasjon og energibrønner, bidrar til at behovet for elektrisitet til oppvarming av bygg går ned. Det gir redusert energiforbruk fra nettet og vil ofte gi lavere topplast.		

#	Tittel miniscenario	Beskrivelse miniscenario	Nettaksen (Digitalisert, Analogt)	Kundeaksen (Aktive, Passive)
35	Desentralisering av næringsvirksomhet og økt effektuttak i svake nett	Nye bedrifter som ikke har sentral geografisk forankring legges der hvor ressursene er (aquakultur, trelast, steinbrudd, etc.). Dette kan føre til økt effektuttak ytterst på svake radialer --> behov for kapasitetsforbedringer. Fører til høye investeringskostnader.		
36	Utdatert regulering av nettvirksomheten	Regelverket er for detaljrettet og henger ikke med i teknologiutviklingen og markedsutviklingen fordi det er basert på gammel teknologi og historie. Regelverket hemmer derfor ny utvikling og bidrar til at nettselskapene ikke har incentiv for å investere i ny teknologi. De fortsetter å investere i tradisjonelt utstyr, slik som i dagens (2020) praksis.	Analogt	
37	Smart Grid-standardisering gir bedre sikkerhet	Omfattende Smart Grid-standardisering gjør at prisene på anlegg og utstyr blir lavere, noe som kommer kundene til gode. Lettere tilpasning av komponenter. I tillegg skjer et kommunikasjons- og kompetanseløft i bransjen. Dette gir samfunnsøkonomisk gunstige løsninger og bedre personvern, elsikkerhet og forsyningsikkerhet.	Digitalisert	
38	Nettinvesteringer i distriktene avtar	Nettselskapene prioriterer utviklingen av nettinfrastrukturen i sentrale strøk der det er enklere å oppnå samfunnsøkonomisk lønnsomhet. Lønnsomheten for (re)investeringer i distriktene avtar og det er krevende å få etablert ny infrastruktur til elektrifisering/nye laster som smoltanlegg, drivhus, batteriferjer osv. Det medfører at kunder investerer i lokale løsninger og kobler seg fra distribusjonsnettet.		Aktive
40	Raskere grønt skifte gir kostnadsreduksjon	Stor oppmerksomhet mot klima og miljø både internasjonalt og nasjonalt fører til at det blir mer satsing på forskning og innovasjon og det innføres nasjonale insentiver for å installere lokal fornybar kraftproduksjon. Det blir mye produksjon nært forbruket og mindre behov for å overføre store energimengder over store avstander. Investeringskostnader i nettet reduseres, og tapskostnadene går ned.		
42	Nye løsninger gir nye sårbarheter	Nettselskapene investerer i smarte løsninger som sensorer, indikatorer, selvhelende nett, droner og roboter for å kunne reparere feil raskere ved ekstremvær. Dette introduserer nye sårbarheter som utnyttes under cyberangrep ved at uvedkommende skaffer seg adgang til det smarte nettet og videre til andre kritiske infrastrukturer.	Digitalisert	
43	Robuste distribuerte nett	Mikronett er tatt i bruk i stor skala, og kan driftes både separat og i tilknytning til distribusjonsnettet. Feil i nettet blir mindre kritiske på grunn av distribuert kraftproduksjon og kontroll, samt selvhelende funksjonalitet.	Digitalisert	Aktive

#	Tittel miniscenario	Beskrivelse miniscenario	Nettaksen (Digitalisert, Analogt)	Kundeaksen (Aktive, Passive)
44	Sårbar bemanning	Nettet er automatisert gjennom selvhelende nett i stor grad. Nettselskapet har effektivisert slik at den nødvendige bemanningen er redusert til et minimum. En epidemi rammer mannskapet i nettselskapet. Det oppstår en feil i nettet som det automatiserte nettet ikke håndterer, og det er ikke nok bemanning eller kompetanse tilgjengelig til å gjennomføre feilretting manuelt. Dette medfører større konsekvenser av feilhendelsen i form av lengre avbruddsvarighet.	Digitalisert	
46	Viktig informasjon overses fordi beslutningsstøtte mangler	Teknologiutviklingen går strålende. Prisene på sensorer og indikatorer stuper, og investeringsviljen er høy. Mange sensorer ute i nettet fører til massiv innsamling av tilstandsdata. Driftsoperatørene blir overlesset med store mengder data. I mangel på metoder som kan analysere de store mengdene med data med tilstrekkelig kvalitet, tar det lang tid før driftsoperatøren får analysert dataene og dette medfører at det ofte tas "feil" beslutning, da beslutningsstøtte mangler og viktig informasjon overses.	Digitalisert	
47	IKT-beredskap styrkes	Kombinasjonen av komplekse IKT-systemer og tradisjonelle elkraftsystemer bidrar til større behov for nye beredskapsmetoder, blant annet beredskap for uautorisert adgang til systemene (hacking). Økt vektlegging av IKT-sikkerhet gjør at det settes inn tiltak som begrenser muligheten til å komme inn i systemet.	Digitalisert	
49	Økning i arbeidsulykker som følge av økt integrasjon av distribuert produksjon	Distribuert produksjon (f.eks. solceller) gjør det mye vanskeligere å sikre at nettet er strømløst ved arbeid på nettet f.eks. under vedlikehold eller ved feilretting, både ved oppstart av arbeid og under arbeidet. Personikkerheten svekkes.	Analogt	
51	Hackere skaffer seg adgang	Det oppstår en ekstraordinær driftssituasjon (som følge av f.eks. ekstremvær), og nettselskapene prioriterer å rette feilen og minimere skadene. Denne situasjonen utnyttes av hackere, og gjør at de skaffer seg adgang til systemer og passord. Informasjonen brukes videre til å eskalere den pågående hendelsen.	Digitalisert	
52	Forbrukermakt hemmer effektiviteten	EU og GDPR gir store begrensninger på hva som kan samles inn av persondata, og hvordan disse skal lagres. Dette legger begrensninger på hvordan data kan utnyttes til drift, vedlikehold og planlegging, og digitaliseringen av distribusjonsnettet hemmes.		
53	Effektprising gir lavere effekttopper	For å få ned effekttoppene gjennomføres effektprising på husholdningsnivå, basert på AMS-målinger. Kundene får store muligheter og incitament til å styre eget effektforbruk. Effekttopptariff vil føre til lavere effekttopper, jevnere forbruk, lavere nettleie for kunden, lavere installasjonskostnader osv.		Aktive
54	Liten interesse for å bidra med fleksibilitet	Lave energipriser eller mangel på et marked for fleksibilitet reduserer interessen for å bidra med fleksibilitet. Dette medfører økte effekttopper og økte investeringskostnader for nettselskapene.		Passive

#	Tittel miniscenario	Beskrivelse miniscenario	Nettaksen (Digitalisert, Analogt)	Kundeaksen (Aktive, Passive)
55	Nye tariffer for enhver smak	Kundespektret er stort, fra de som ikke har egenproduksjon og må kjøpe alt fra nettet, til de som i stor grad er selvforsynt og bruker nettet som backup. Det utvikles tariffmodeller som er samfunnsøkonomisk riktige, og som fanger opp denne kundevariasjonen. Mange kunder forstår ikke det kompliserte tariffsystemet, og anklager nettselskapene for å sko seg på nettleien. Dette gjør at folk ikke ønsker å være tilknyttet nettet, og kobler seg fra om de kan.		Aktive
57	Helelektrisk transport	All transport (buss, varebil, personbil, båter, ...) elektrifiseres, og den generelle miljøbevissthet i landet er stor. Behov for ladeinfrastruktur er stort, behovet for ladepunkter sentralt øker, og det blir mindre lading hjemme. Dette bidrar til at lastfordelingen i nettet endres. Det er dyrt å skulle bygge nytt nett til nye lastpunkt, og det velges derfor lokale løsninger med distribuert produksjon og energilager lokalt. Medfører at dyre nettkapasitetsøkninger ikke behøves for å forsyne nye lastpunkter.		Aktive
59	Akselererende nettproblemer	En storstilt elektrifisering av transportsektoren, inkludert tungtransport og anleggsmaskiner, fører til økt etterspørsel etter energi og enorme effektuttak på kort tid. Ladingen skjer overalt i nettet, og det er krav om tilgjengelighet der man er til enhver tid. Nettselskapene får store utfordringer med høye effektuttak, uforutsigbare laster og behov for forsterkninger. Gir høye investeringskostnader.		
60	Alle er kraftleverandører (prosumers)	På grunn av ytterligere reduserte kostnader for lokal kraftproduksjon får man en dramatisk økning i distribuert produksjon både hos husholdninger, nabolag og næringsbygg. Dette gir store utfordringer for driften av nettet og spenningskvaliteten, og krever store nettinvesteringer om dagens krav til leveringskvalitet skal opprettholdes. I tillegg stilles større krav til styringssystemer for å balansere produksjon og last. Det blir mye kraftproduksjon når den ikke trengs, f.eks. mye solkraft på sommeren når forbruket er lite.		Passive
61	Streng restriksjoner hemmer utvikling	Som følge av redsel etter flere hackerangrep mot viktige interesser i Norge innføres strenge restriksjoner på tilgang og bruk av data. Dette medfører at nettselskapene ikke kan ta i bruk nye sammenkoblede verktøy, og får ikke nyttiggjort seg av dataene som samles inn på en optimal måte. Digitaliseringen av nettet hemmes.	Analogt	
62	Behov for mikronett som kan driftes i øydrift ved feilhendelser i d-nettet	Ved feil og avbrudd i distribusjonsnettet, blir tradisjonelt sett distribuert produksjon frakoblet, og området blir mørklagt. Ved å ta i bruk lokal intelligens og kontrollenheter, kan distribuerte produksjonsheter bidra til at områder går over i "mikronett-modus"/øydrift, og forsyningen til disse områdene opprettholdes, selv ved feil i distribusjonsnettet.	Digitalisert	Aktive

#	Tittel miniscenario	Beskrivelse miniscenario	Nettaksen (Digitalisert, Analogt)	Kundeaksen (Aktive, Passive)
63	Google sitter med all informasjon	Google tilbyr gode apper med fint brukergrensesnitt som kan lastes ned gratis og benyttes til å styre forbruket etter prissignaler. Som "betaling" av appen aksepterer brukere at Google gis tilgang til innsamling og lagring av alle AMS-dataene fra HAN-porten. Nettselskapene sitter med lite informasjon om nettkundene, mens Google har skaffet seg detaljert informasjon om forbruk og vaner om nettkundene. Dette gjør at nettselskapene drifter infrastruktur, men blir akterutseilt når det gjelder å tilby nye tjenester.		Aktive
64	Økt leverandør-avhengighet	Overvåking og fjernstyring fører til flere IKT-komponenter i nettet, og avhengigheten av leverandører av IKT-utstyr øker. Informasjonsflyten mellom utstyr er ikke standardisert, og man kan ikke uten videre bytte IKT-leverandør. Dette fører til økte kostnader og bytte av hele systemet, om f.eks. leverandøren går konkurs.	Digitalisert	
65	Fjernstyring fører til økt sikkerhetstrussel	Behov for enkel tilgang til systemer og komponenter fører til at uautoriserte aktører også kan skaffe seg tilgang. Dette brukes til å legge inn bakdører og "kill-switcher" som kan stenge ned systemer og f.eks. kreve løsepenge for å starte opp igjen.	Digitalisert	
66	Bedre datasikkerhet gjennom bedre oversikt og tilgjengelighet	Alle komponenter er tilgjengelig fra et kontrollsentert. En operatør kan derfor skaffe seg bedre oversikt over komponentene, f.eks. hva slags software komponenter kjører med og om det finnes komponenter som kjører med utdatert software. Oppdateringer kan sendes ut fra kontrollsentret og tette sikkerhetshull. Dette vil bedre sikkerheten til systemet.	Digitalisert	
67	Cybersikkerhet blir sentralt fag i alle ingeniørutdanninger	Cyberfysiske systemer fører til økt kompetansebehov for IKT-systemer hos nettselskapene. Cybersikkerhet tas derfor inn i alle ingeniørutdanninger. Dette letter kommunikasjon og fører til bedre samarbeid mellom elkraftingeniører og IKT-spesialister. Nettselskapene får ansatte med riktig kompetanse, og bidrar til hensiktsmessig utvikling i nettselskapene.	Digitalisert	
68	Avhengig av utenlandske aktører	Cyberfysiske systemer fører til økt kompetansebehov for IKT-systemer hos nettselskapene. Det utdannes ikke nok folk innenfor IKT og sikkerhet til å dekke behovet i bransjen. Nettselskapene blir nødt til å rekruttere fra utlandet eller velge mindre kvalifisert personell nasjonalt. Dette medfører at utviklingen i nettselskapene med å ta i bruk ny teknologi går saktere. I tillegg medfører det en økt risiko og mindre kontroll over kritisk infrastruktur.	Digitalisert	
69	Aggregatører bidrar til å utsette investeringer i nettet	Aggregatorrollen fester grep og tilbyr løsninger for fleksibilitet som kan bidra til å løse noen av utfordringene for nettet. Nettselskapene sparer penger på å utsette nettinvesteringer, men får økte kostnader knyttet til kjøp av tjenester fra en aggregator.	Digitalisert	Aktive
73	Økte KILE-satser - økt pålitelighet	KILE-satser øker betydelig på grunn av at samfunnet blir mer og mer avhengig av et leveringspålitelig nett. Dette fører til økt lønnsomhet for investeringer i nettet, også til self-healing løsninger. Vi får et pålitelig og teknologirikt kraftsystem.	Digitalisert	

#	Tittel miniscenario	Beskrivelse miniscenario	Nettaksen (Digitalisert, Analogt)	Kundeaksen (Aktive, Passive)
74	Driftsoperatør mangler opplæring	Driftsoperatører mangler opplæring i nye driftskontrollsystemer, og slår av varslinger ved et uhell. En feil ute i nettet inntreffer, men ingen på driftssentralen reagerer. Dette medfører at avbruddsvarigheten og KILE-kostnaden øker, samt at det er fare for personsikkerheten.		
75	Feil fra driftsoperatør får begrenset konsekvens	Drift av nettet blir i stor grad automatisert, men mennesker (driftsoperatør) er fortsatt en del av prosessen. Så lenge mennesket er en del av prosessen kommer det til å skje menneskelige feil. F.eks. en uheldig driftsoperatør kan trykke på feil knapp ved et uhell.		
76	Flere feil i nettet som følge av været	Været blir våtere, varmere og villere. Dette fører til flere feil i nettet som følge av vær. Kostnadene for å opprettholde påliteligheten i nettet øker.		
77	Fra effekttopp til stabil last	Økt elektrifisering av ferger (eller elbil-ladestasjoner) gir effektutfordringer for nettet når ferga lader raskt med høy effekt. Fergeselskapene investerer stort i batterier på land. Dette gir mer stabil last i nettet, og muligheter for at fergeselskapene kan tilby fleksibilitet/nettstøtte til nettet i høylastperioder og feilsituasjoner.	Digitalisert	Aktive
78	Nettselskapene får styre forbruk	Nettselskapene får tilgang til å styre forbruk bak måleren til kundene. Enten ved at kunden eier teknologi som gir styringsmuligheter, men gir nettselskapet tilgang, eller ved at nettselskapet investerer i styringsteknologi hos kunden (ulike kundetilbud, reguleres gjennom avtaler) og kan styre direkte etter avtale med nettkunden. Nettselskapene utnytter fleksibilitet til det beste for nettet. Nettselskapene kan utsette dyre nettinvesteringer.	Digitalisert	Aktive
79	Ny kraftelektronikk muliggjør mer fleksibilitet.	Smart/elastisk gjeninnkobling (f.eks. termostatstyrte laster styres ved kraftelektronikk, ikke bare på og av) løser problemer med rebound-effekten. Dette muliggjør bruk av fleksibilitet uten at man lager nye belastningstopper. Kan utsette investeringer i nettet.	Digitalisert	Aktive
80	Velfungerende aggregatormarked	Aggregatortjenester tas i bruk i større grad, og utnytter fleksibilitet hos kunder (f.eks. gjennom styring av varmtvannstanker o.l.) Aktive kunder bidrar som en fleksibel ressurs for nettet i et velfungerende fleksibilitetsmarked. Nettselskapet kan utsette reinvesteringer i nettet.	Digitalisert	Aktive
81	Prosumers investerer kraftig i solceller og kobler seg fra nettet	Mange kunder installerer solceller, f.eks. på gårdstak. Inntjeningen til DSO vil gå kraftig ned med prosumers i nettet, må øke nettarriffen til de som leverer solenergi til nettet. Konsekvens: De som har installert solceller for å kunne mate inn på nettet sitter igjen med store kostnader. For å løse dette investerer kundene i lager, og kobler seg fra nettet.		Aktive
82	Nettariffen øker som følge av at flere kunder kobler seg fra nettet	Flere kunder har ikke lenger behov for nett-tjenester grunnet storstilt utbygging av distribuerte energiresurser. Det blir færre kunder å fordele nettkostnadene på. Samtidig blir nettet eldre, og nettselskapene trenger kapital for å gjøre nødvendige reinvesteringer og opprettholde kvaliteten. Dette resulterer i økt nettarriff for gjenværende kunder.		Aktive

#	Tittel miniscenario	Beskrivelse miniscenario	Nettaksen (Digitalisert, Analogt)	Kundeaksen (Aktive, Passive)
83	Lokal back-up	Alle hus/nabolag vil ha en lokal back-up (produksjon og lager) som kan benyttes ved krisesituasjoner, f.eks. ved ekstremvær. F.eks. kan elbil-batteri brukes som strømforsyning til huset. Konsekvens: Mer sikker og robust forsyning.		Aktive
84 a	Barriere for distribuert produksjon	Mange forbrukere vil ha enkle løsninger, og vil ikke ha ansvaret for distribuert produksjon på sin egen eiendom. Dette blir en barriere for å investere i DG. Det blir mindre distribuert produksjon å integrere i nettet.		
84 b	Profesjonelle aktører bidrar til mer distribuert produksjon	Profesjonelle aktører som stiller med en felles løsning i nabolag, tar seg av alle aspekter inkludert installasjon av solceller, salg av strøm, styring, vedlikehold etc. Kundene leier ut hustakene sine. Konsekvens: Mer distribuert produksjon som kan forsyne mye av lasten lokalt.		Aktive
86	LS-nettet blir TN-nett	Norge går fra IT til TN-nett på LS-nettet. Det medfører mer kapasitet i 400 V nett, og reduserte tap. Kundene kan bruke apparater fra Europa, f.eks. 400 V motorer.		
87	Høyere belastning gir økt risiko for degradering av komponenter	Utjevning av forbruk gjør at nettet utnyttes i større grad, og investeringer kan utsettes. Nettet vil da ligge med høy belastning i større deler av året. Øker forbruket opp mot grensen. Nedside: Belaster komponentene termisk. Utsetter investeringen, men får økt risiko for degradering av tilstand. F.eks. klemmer og skjøter ut i nettet utsettes for overoppheting. Konsekvens: Flere feil på utsatte punkt og redusert teknisk tilstand	Digitalisert	Aktive
88	Økt styring og optimalt vedlikehold	Kostnaden på sensorer er lave i 2040, og det har blitt en betydelig økning i antall sensorer i nettet, noe som bidrar til bedre sanntids-overvåking av tilstanden i nettet. Konsekvens: Økt tilgang på tilstandsdata som kan benyttes i beslutningsstøttesystemer for styring/kontroll av nettdriften, og som grunnlag for mer optimalt vedlikehold.	Digitalisert	
90	Overproduksjon i distribusjonsnettet	Overproduksjon i distribusjonsnettet gir kraftflyt til høyere nettnivåer. Behov for informasjonsflyt og utveksling med TSO. Toveis effektflyt løses ved bruk av flere sensorer og økt bruk av kraftelektronikk til styring og kontroll.	Digitalisert	
91	Full observerbarhet og maskinlæring	Nye sensorer kombinert med kunstig intelligens-baserte metoder gir mye mer informasjon om oppdatert status i nettet og hos nettkundene. Tilgang på egne data og data fra andre DSO-er, og TSO gir større muligheter til å forutse hendelser/ feilsituasjoner under utvikling i eget og tilknyttede nett. God kommunikasjon mellom DSO/DSO og TSO/DSO gjør at de ulike aktørene kan avhjelpe hverandre ved potensielle feilsituasjoner.	Digitalisert	

#	Tittel miniscenario	Beskrivelse miniscenario	Nettaksen (Digitalisert, Analogt)	Kundeaksen (Aktive, Passive)
92	Risikobasert nettdrift	Store mengder tilgjengelige tilstandsdata åpner for nye muligheter. Ulike data kan tas i bruk for risikobasert drift av nettet hvor økt risiko for driftsforstyrrelser kan identifiseres og tiltak som omkoblinger, øke/reducere produksjon, og inn-/utkobling av laster kan gjennomføres automatisk for å redusere konsekvensen av en mulig driftsforstyrrelse. Dette vil føre til økt stabilitet og leveringspålitelighet i kraftsystemet.	Digitalisert	Aktive
94	Utjevnet forbruksmønster hos husholdningskunder	Vha. batterier og ny teknologi jevnes husholdningskunders forbruk seg ut over døgnet. Skjer som følge av økonomiske insentiver: F.eks. avgifter, tariffer, eller insentiver fra ENOVA. Konsekvens: Utjevningen hos husholdninger reduserer effekttoppene i distribusjonsnettet.		Aktive
95	DC mikronett	Vi får en standardisering av DC forsyningsnett og apparater. Dette vil føre til at mikronett vil bli bygd som DC nett. Siden de fleste apparater i dag bruker likestrøm reduseres antall omformere i systemet, og investeringskostnadene og tapskostnader reduseres.		Aktive
96	KILE -kostnaden vil avta.	Betalingsviljen til kundene vil minke da det ikke er like kritisk å miste strøm som tidligere, grunnet tilgang på egne produksjonsenheter og batterier. Konsekvens: KILE vil avta.		Aktive
98	Alle boliger skal ha solceller	Det er krav i boligforskriftene om at alle nye hus, og evt. eldre ved ombygging, skal ha solceller. Enova bidrar med en betydelig del av investeringskostnadene. Ny regulering, sterkt politisk press for å få endret boligmassen og energisystemet. Konsekvens: Mer distribuert produksjon, kunder blir i større grad selvforsynte og kopler seg fra nettet.		Aktive
100	Spesialisert kompetanse	Det rekrutteres kun folk med spesialisert kompetanse til nettselskapene. Det betyr at enkeltpersoner enten jobber med IT eller med elkraft. Dette gir skille mellom ulike fagdisipliner, og det velges løsninger som er gode hver for seg. Konsekvensen er at det skapes løsninger som ikke fungerer godt sammen, og lite kunnskap om gjensidige avhengigheter.	Digitalisert	
101	Sterk og integrert IT-kompetanse "in-house"	Det bygges opp en sterk IT-avdeling i organisasjonen. Når den har fått bygd opp god kompetanse så spres de rundt om i organisasjonen. Dette bidrar til at de ulike avdelingene får den IT-kompetansen de har bruk for "in-house". Det utvikles hensiktsmessige løsninger som fungerer godt sammen. Nettet blir digitalisert og intelligent, og forsyningsikkerhet og cybersikkerhet ivaretas.	Digitalisert	
102	Tverrfaglig kompetanse gir god sikkerhet	Det rekrutteres mange personer med ulik bakgrunn og kompetanse til nett-selskapene, med kompetanse i å jobbe tverrfaglig. De evner å se samspillet mellom flere fagdisipliner og det utvikles løsninger som nyttiggjør seg det siste innenfor hver fagdisiplin, samtidig som det gir gode totalløsninger. Nettet blir digitalisert og intelligent, og forsyningsikkerhet, cybersikkerhet og personsikkerhet ivaretas.	Digitalisert	

#	Tittel miniscenario	Beskrivelse miniscenario	Nettaksen (Digitalisert, Analogt)	Kundeaksen (Aktive, Passive)
103	Mangler praktisk erfaring med nye teknologier og feilsituasjoner	Det utdannes mange med høy teoretisk kompetanse, men som mangler praktisk erfaring. Dette medfører at nettselskapene mangler folk som kan utføre praktiske oppgaver knyttet til nye teknologier, nye feilsituasjoner, økt kompleksitet mm. Når det er behov for å rette feil og gjenopprette forsyning er det få personer som har lokalkunnskap, kjenner utstyret og systemdriften for å kunne utføre oppgavene. Konsekvens for nettet: Svekket forsyningssikkerhet		
104	Solsatsning gir netttutfordringer og økt nettleie	Solcelle-produksjon promoteres i media som utelukkende positivt for kundene, men viser seg at det ikke gir reell nettnytte. For å bøte på utfordringene med mye solkraft må nettselskapene øke investeringene sine i skadebegrensende tiltak, noe som øker nettleien til kundene. Resultatet blir at kundene gjør investeringer de tror er smarte, men som i realiteten skaper problemer for nettselskapene, og reduserer samfunnsnyttens, mens større selskap tjener gode penger på produktene de selger.		
105	God velstand gir økt betalingsevne og kundene går "off-grid"	God velstand gir høy betalingsevne. Dette medfører at kundene er villige til å investere og ta i bruk ny teknologi. Kundene tar bevisste valg og investerer i solceller på taket og batteriløsninger i huset sitt, tar i bruk styring og regulering av forbruk, og blir selvforsynte. De har dermed ikke behov for nettet, og ønsker ikke å betale nettleie. De kobler seg fra nettet.		Aktive
106	Digital tvilling gir optimal drift av nettet	Nettselskapene får en digital tvilling; en digital modell av det fysiske nettet. Alle data samles på en plass på et bestemt format. Dette gir nettselskapene bedre kontroll og oversikt over nettet. Nettet driftes mer optimalt og tettere opp til grensen. Dette bidrar til lavere drifts-, vedlikeholds- og investeringskostnader.	Digitalisert	
107	Låst til en programvareleverandør	Programvareleverandører utvikler nye integrerte smarte løsninger, men stiller krav om at alle programmer må være fra samme leverandør. Dette medfører at det blir en stor investering å bytte leverandør, og de fleste nettselskapene velger derfor å beholde den programvareleverandøren de har. Dette gjør at utviklingen innenfor verktøy tar tid, og at nettselskapene bruker lang tid på å få tatt i bruk de nyeste funksjonalitetene. Nettselskapene velger derfor å drifte og planlegge basert på de verktøyene de har, og det skjer lite eller ingen utvikling mht. bedre beslutningsstøtte for planlegging og drift.	Analogt	
108	Mye data, men mangel på data med tilstrekkelig kvalitet	Sensorer samler inn informasjon fra nettet, og algoritmer brukes til å optimalisere drift og vedlikehold i kraftsystemet. Da data har dårlig kvalitet, kan ikke slike algoritmer utnyttes fullt ut. Beslutninger tas på bakgrunn av resultater fra disse verktøyene uten å ta hensyn til dårlig kvalitet i inndata. Dette fører til feilinvesteringer og risiko for svekket forsyningssikkerhet, cybersikkerhet og personsikkerhet.	Digitalisert	

#	Tittel miniscenario	Beskrivelse miniscenario	Nettaksen (Digitalisert, Analogt)	Kundeaksen (Aktive, Passive)
109	Nanoteknologi gir bedre batterier og omformere	Nanoteknologi gir mer effektive batterier og omformere med bedre ytelse. Tapene i nettet reduseres, og fleksibiliteten i nettet øker. Batterier brukes både lokalt hos kunder og i nettet. Dette bidrar til et fleksibelt og intelligent nett og bedrer leveringspåliteligheten.	Digitalisert	Aktive
110	Fleksible ressurser ikke tilgjengelige når det trengs	Distribusjonsnettet planlegges i stor grad for å ta i bruk tjenester fra fleksible ressurser for å ivareta forsyningsikkerheten. Det viser seg at de fleksible ressursene ikke er så pålitelige som forutsatt i den forstand at de ikke alltid er tilgjengelige for å yte tjenestene når de trengs (f.eks. reservekraft (når det har skjedd en feil i nettet), for eksempel på grunn av energilager som er tomme, solceller som ikke produserer, eller forbrukerfleksibilitet som ikke responderer.	Digitalisert	Aktive
111	Kunden vil være selvforsynt, men fremdeles tilknyttet nettet	Kunden produserer det meste selv, men har nettet som back-up. Nettleia øker fordi det blir færre kunder eller mindre forbruk å fordele nettkostnadene på. Nettet blir en reserve, backup for hjem og for elbil. Det blir lite utvikling av nettet, pga. behov for kostnadsreduksjoner og for å unngå nye investeringer.	Analogt	Aktive
112	Selvhelende nett	Investeringene i fjernstyrte brytere og sensorer har vært store i perioden siden 2020, som medfører at i 2040 har hele distribusjonsnettet automatisk respons i feilsituasjoner. Når det f.eks. skjer feil som gir avbrudd, isoleres feilen automatisk og forsyningen gjenopprettes raskt gjennom automatisk omkonfigurering av nettet. Avbruddsvarigheten og KILE-kostnadene reduseres.	Digitalisert	
115	Lufttransporten elektrifiseres	Lufttransporten elektrifiseres fordi Avinor skal oppnå sitt mål om elektrifisering av all innenlands luftfart innen 2040. Kortbanenettet elektrifiseres først og krever store effektuttak i korte perioder på små flyplasser i grisgrendte strøk. Også bilparken på flyplassene elektrifiseres. Dette krever store nettforsterkninger/-investeringer.		
116	Datasentre – ny kraftkrevende industri	Norge er attraktivt for nyetablering av datasentre pga. muligheter for kjøling, høy forsyningsikkerhet og lav elektrisitetspris. Datasentre kommer inn som en ny type forbruk i regionalt/ høyspennings distribusjonsnett. De er effektkrevende og stiller høye krav til nettselskapene om oppetid. Behov for nettforsterkning i regionalt og/eller høyspennings distribusjonsnett blir stort der datasentre tilknyttes. Økt elavgift kan hindre at slike datasentre kommer. Usikkerheten mht. etableringer øker, og nettselskapene risikerer å planlegge nettinvesteringer som det ikke er behov for dersom datasentrene velger å etablere seg et annet sted.		
117	Fleksible datasentre	Fleksible datasentre (f.eks. kryptovalutautgraving) kommer inn som ny type forbruk tilknyttet høyspennings distribusjonsnett. Datasentrene er fleksible ved at de bruker nett i lavt belastede timer på døgnet og tilbyr spenningsregulering. De har også backup-løsninger som kan brukes til å tilby fleksibilitet i høylast-perioder. Det er lite behov for nettforsterkning og de fleksible datasentrene fører til økt brukstid i nettet og økt spenningskvalitet.	Digitalisert	Aktive

#	Tittel miniscenario	Beskrivelse miniscenario	Nettaksen (Digitalisert, Analogt)	Kundeaksen (Aktive, Passive)
118	Norge blir hydrogeneksportør	Hydrogen blir etterspurt i Europa som en del av en storstilt elektrifisering og blir en komplementær energibærer. På grunn av lave kraftpriser bygges flere store produksjonsanlegg for hydrogen i Norge. Det oppstår dermed sentraliserte og store hydrogenproduksjonsanlegg som benytter vannelektrolyse tilknyttet regionalt/høyspennings distribusjonsnett. Hydrogenproduksjonsanlegg krever høy effekt og stabil drift gjennom hele året for å være lønnsom og kan ikke tilby mye fleksibilitet. Dette fører til økt behov for nettførsterkning i det regionale og/eller høyspennings distribusjonsnettet og økte krav til forsyningssikkerhet.		Passive
119	Elektrifisering av industri	Elektrifiseringen av industri skyter fart, og effekt- og energibehovet øker i regionalt/høyspennings distribusjonsnett. Termiske prosesser på anlegget gir fleksibilitetsmuligheter etter fullført elektrifisering. Termisk treghet utnyttes til å kutte effekttopper. På grunn av utnyttelse av fleksibilitet og lavere effekttopper enn forventet, utløses det lite investeringsbehov i nettet.	Digitalisert	Aktive
120	Elektrifisering uten fleksibilitet	En rask og storstilt elektrifisering av samfunnet frem mot 2030-2040 fører til at de nye lastene bidrar til å øke makseffekten kraftig. Planlegging og utbygging på lavspennings og høyspennings distribusjonsnett skjer uten hensyn til fleksible ressurser på grunn av manglende verktøy og kompetanse. Det store nettinvesterings-behovet fører til overinvestering, lav brukstid og økt nettleie.		Passive
121	Grønne byggeplasser	Anleggsmaskiner elektrifiseres og fører til store effektbehov på byggeplasser under bygging. Byggeplassen trenger mer strøm enn hva det ferdigstilte bygget gjør og på grunn av dyre energilagringssystemer kreves det nettførsterkninger ved alle nybygg. Det fører til overinvestering i nettet ved nye bygg og nettselskapene vurderer om det er mer kostnadseffektivt å legge til rette for mobile løsninger for "byggestrøm".		
122	Elektrifisering av landbruk og havbruk med fleksibilitet	Store deler av landbruket elektrifiseres, som drivhus, gartneri og dyrehold, og det blir landbaserte oppdrettsanlegg med effektkrevende forbruk. Behovet for nettinvesteringer øker i grisgrendte strøk. Det investeres også i egenproduksjon (solkraft, vindkraft, elvekraft) og stor grad av automatisering/digitalisering. Forbrukerne kan dermed tilby fleksibilitet til nettet og bidra til å redusere behovet for økte nettinvesteringer.	Digitalisert	Aktive
123	Elektrifisering av langtransport	Det skjer en økt elektrifisering av langtransport og busstransport. Dette gir et behov for mange hurtigladepunkter, spesielt på steder som passer med traseen til rutegående busser, og for å kunne betjene langtransport med hviletidskrav. Det gir høyt effektbehov og stort behov for nettinvesteringer. (miniscenariet er et supplement til #17, 57 og 59)		
124	Smarte hus og aktive forbrukere	Teknologi- og samfunnsutviklingen gir bedre insentiver og mer aksept for å bruke strømmen smart. Dette medfører økt utbredelse av styringssystemer og automatisering hos husholdningskunder og gir økt tilgang på fleksibilitet for nettselskap og distribusjonsnettet.		Aktive

#	Tittel miniscenario	Beskrivelse miniscenario	Nettaksen (Digitalisert, Analogt)	Kundeaksen (Aktive, Passive)
125	Elektrifisering offshore	Økende klimaendringer og behovet for å redusere klimagassutslipp raskere, presser frem elektrifisering av offshoreplattformer med sjøkabel fra land. Dette beslaglegger kraftproduksjon og gir behov for nettinvesteringer ved tilknytningspunkt til land. Behovet for elektrifisering av landbasert forbruk fortsetter, men mulighetene svekkes ved at det er mindre tilgjengelig kraftproduksjon og mindre penger til å bygge nytt nett på land. Nettet presses hardere (økt nettutnyttelse), noe som gir svekket forsyningssikkerhet (spenningskvalitet, leveringspålitelighet).		
126	Hydrogen som komplementær energibærer og energilager	Hydrogen produseres og lagres ved kraftoverskudd fra f.eks. vindkraft og når det er ledig kapasitet i nettet, og tas i bruk som energilager. Dette gir høy fleksibilitet og god nettutnyttelse. Fleksibiliteten i hydrogen utnyttes til å produsere elektrisitet når vinden ikke blåser, og hydrogen blir i stor grad utnyttet som fleksibel ressurs i kraftsystemet. Investeringsbehovet i distribusjonsnettet er begrenset.		Aktive
127	Selvforsynte kunder ved strømbrudd	Teknologiutvikling, store og billige batterier, og store endringer i forretningsmodeller/nett-tariffer fører til at elbilbatteri brukes som nødstrøm i egen bolig (V2Home) ved strømbrudd. Kunder er i større grad selvforsynte ved strømbrudd og forsyningssikkerheten øker. Nettselskaper vil ha store investeringskostnader og nettet må være der, men elbilbatteriene utnyttes som en fleksibel ressurs for nettet i en normalsituasjon slik at behovet for nettførsterkninger ikke er like stort som det ellers ville vært.	Digitalisert	Aktive
128	Integrerte energisystemer og samspill mellom flere energibærere gir fortsatt effektutfordringer (Flere energibærere og sektorkobling)	Behovet for bedre utnyttelse av energiressursene og av strømmettet medfører økt behov for integrerte energisystemer, og for at sektorer kobles sammen. Kompleksiteten i nettdriften øker. Det blir behov for omfattende overvåking av de ulike energibærerne og for koordinering av energibruken. Økende energibehov dekkes av samspill mellom energibærere, men det elektriske effektbehovet reduseres ikke. Alle har elbil som skal lades og alle sektorer trenger elektrisitet og gjerne samtidig. Forbrukerne ønsker tilgang på flere energibærere og vil bestemme når de skal bruke hva. Det har ikke latt seg løse å legge til rette for å bruke fleksibilitetsmulighetene som ligger i samspill mellom energibærerne til å redusere det elektriske effektbehovet. Behovet for nettinvesteringer øker.	Digitalisert	Passive
129	Integrerte nettdriftsfunksjoner	Bedre interoperabilitet og muligheter for systemintegrasjon medfører integrering av målinger og funksjoner på tvers av leverandører/utstyr/systemer. Dette gir bedre overvåking og styring av nettet: bedre bruk av målinger for nettdrift, bedre tilstandsestimering og oversikt over ulike typer fleksibelt forbruk (som varmtvannsberedere). Nettdriften optimaliseres. Samtidig øker cyber-sårbarheten ved at utstyr, systemer, målinger og funksjoner kobles sammen.	Digitalisert	

#	Tittel miniscenario	Beskrivelse miniscenario	Nettaksen (Digitalisert, Analogt)	Kundeaksen (Aktive, Passive)
130	Feilinformasjon om nettleie	Feilinformasjon gjennom sosiale medier (fake news, konspirasjonsteorier mm.). påvirker folks holdninger til strøm, nett og nettselskaper. Skepsis og mistillit øker, og betalingsviljen reduseres. Dette medfører at effektbasert nettleie motarbeides og sosial aksept for å spre forbruk eller å bidra med fleksibilitet reduseres. Dette medfører at behovet for nettinvesteringer øker.		Passive
131	Autonom elektrisk transport og delingsøkonomi	En stor andel av befolkningen i store byer eier ikke egne biler. Delingsøkonomien har fått fotfeste, ved at fullstendig autonome elbiler med sentralisert ladesystem for best mulig utnyttelse av nettet blir en realitet. Delingsøkonomien har ført til mindre behov for hjemmelading av elbiler. Viljen til å bidra til bærekraftig utvikling er stor. El-taxier, elbusser og elektrisk varetransport blir utbredt, med depotlading og mer automatisert flåtestyring. Dette gir utjevning av last og større brukstid på sentrale punkt der nettet allerede er sterkt. Teknologiutvikling og reduserte kostnader muliggjør dette, og et sentralisert kontrollsystem fører til lite behov for nettførsterkning i sentrale områder.	Digitalisert	Aktive
132	Stor teknologisk motstand	Styringssystemer og annen teknologi blir lite utbredt. Grunnen til det er stor motstand mot de teknologiske utbyggingene og personvern knyttet til det. Kundene får ikke utnyttet tilgjengelig teknologi for å gå over til å bli aktive kunder og forblir dermed passive. På tross av dette fortsetter elektrifiseringen, og investeringskostnadene i nettet er store.		Passive
133	Elektrifisering av havner og landstrøm	Storskala elektrifisering av maritim transport langs kysten gir større behov for ladeinfrastruktur og økt effektbehov ved havner. Dette har store konsekvenser for kystnett, som til dels er langt fra transmisjonsnett (og/eller regionalt distribusjonsnett). Behovet for nettinvesteringer øker.		
134	Norge opplever stort cyber-angrep på kraftsystemet	Et stort cyber-angrep utført av en statlig aktør slår ut kraftsystemet i deler av Norge i flere dager. Det oppleves ikke som noe alternativ å stoppe digitaliseringen. Imidlertid gjør de store kostnadene dette angrepet har for samfunnet og for nettselskapene at alle blir mer bevisste på behovene for å satse på cybersikkerhet. Det kommer også sterkere krav og disse blir strengere fulgt opp av tilsyn. Nettselskapene ser seg nødt til å gjøre store investeringer for å sikre systemene og bygge opp tillit. Angrepet har imidlertid økt investeringsviljen på cybersikkerhet i hele samfunnet, og det er stor knapphet på kompetanse. Nettselskapene investerer mye i å sikre seg mot cyberangrep, men er usikre på hvilke investeringer som er de mest riktige og om investeringene som gjøres reduserer risikoen tilstrekkelig. Dette gir store ekstra kostnader for nettselskapene.	Digitalisert	

#	Tittel miniscenario	Beskrivelse miniscenario	Nettaksen (Digitalisert, Analogt)	Kundeaksen (Aktive, Passive)
135	Teknisk feil/hacking av markedsplass for fleksibilitet	Digitalisering har bidratt til en effektiv og automatisert markedsplass for fleksibilitet, hvor nettselskaper er aktive kjøpere av fleksibilitet. På grunn av brudd i kommunikasjon eller manglende datatilgang er ikke fleksibilitet tilgjengelig i perioder. Dette kan både forårsakes av hacking av markedsplassløsningen eller utfordringer med kommunikasjonslinjene. Det blir flere kortvarige utfall, overbelastninger og KILE-kostnader for DSO-er. Dersom fleksibiliteten også er planlagt å være tilgjengelig for systemoperatøren (TSO) kan det i tillegg føre til ubalanse i transmisjonsnettet. På lengre sikt leder dette til mindre tillit til å kunne benytte slike markedsplasser.	Digitalisert	Aktive
136	Digitalisering gir økt fleksibilitet lokalt	Digitalisering muliggjør lokal koordinering av fornybare ressurser og fleksibilitet i et nabolag. Dette gir økt tilbud av fleksibilitet til kraftsystemet og dermed bedre tilgang på fleksibilitet i distribusjonsnettet. Koordinering gir bedre utnyttelse av de fleksible ressursene og legger dermed til rette for mer elektrifisering.	Digitalisert	Aktive
137	Deling av data tilrettelegger for innovasjon	Grunnet økt behov for innovasjonstakt både på nett- og kundesiden tilgjengeliggjøres nett og forbruksdata (innenfor regler av bl.a. GDPR og Beredskapsforskriften). Dette gir økt utvikling av innovativ og kostnadseffektiv teknologi til nytte for nettselskap for bedre nettutvikling og -drift og for aktive forbrukere.	Digitalisert	Aktive
138	Flere sensorer gir bedre leveringskvalitet	Vi får flere sensorer i nettet og kan kjenne tilstand og belastning, og bedre utnytte nettkapasiteten. Det vil gi bedre ressursutnyttelse fordi kunnskap om faktisk tilstand gir mulighet for at komponenter som ellers ville vært bedømt til å ha utgått levetid kan brukes enda noen år til. Vi kan også bedre utnytte den faktiske nettkapasiteten. Dette reduserer avbrudd, gir bedre spenningskvalitet og frekvensbalanse.	Digitalisert	
139	Drift med små marginer	Manglende insentiver gjør at nettselskapene ikke bygger ut nett i stor nok grad. Nettet driftes heller med små sikkerhetsmarginer, der man bruker fleksibilitet som et alternativ til nettforsterkning. Man blir ekstremt avhengig av sensorer for å drifte nettet. Dersom sensorene feiler, for eksempel på grunn av ekstremvær eller teknisk feil, vil man få store problemer med å drifte nettet. Dette fører til hyppigere og lengre avbrudd, og dermed dårligere forsyningsikkerhet.	Digitalisert	
140	Kommunikasjonskampanjer gir lavere effektopper	Det er en stor økning i elbiler, og dette gir store utfordringer særlig i lavspenningsnett med lange radialer. Nettselskapene tar en større rolle i å kommunisere utfordringene med elbillading på grunn av mangel på tilgjengelig kapasitet. Kunder endrer ladevaner og effektoppene blir lavere.		Aktive

#	Tittel miniscenario	Beskrivelse miniscenario	Nettaksen (Digitalisert, Analogt)	Kundeaksen (Aktive, Passive)
141	Stor økning i fornybar produksjon hos kunder i et nett som ikke har tilstrekkelig kapasitet	Økning i fornybar produksjon overskrider behov langt ut i nettet. Dette påvirker spenningskvalitet i et svakt nett med manglende regulering. Nettselskap eller kunden investerer i lokal lagringskapasitet og muliggjør koordinering av lokal produksjon og forbruk. Dette gjør det mulig å holde spenningen innenfor grenseverdiene og gir en bedre økonomisk utnyttelse av nettet.	Digitalisert	Aktive
142	Drift basert på nye typer av kontrakter med vilkår – også med eksisterende kunder	Nettselskapene klarer ikke å bygge nett fort nok. Dette resulterer i flaskehals og manglende kapasitet for forbruket. Det er likevel ønsket om å tilknytte nytt forbruk. Dermed tas kontrakter for tilknytning med vilkår flittig i bruk. Ansvaret for forsyningssikkerhet flyttes mer over til kunden. Dette åpner opp for nye måter å drifte nettet på og gjør det mulig å bedre utnytte tilgjengelig kapasitet inntil nye investeringer er på plass.	Digitalisert	Aktive
143	Automatisk reaksjon på prissignaler gir problemer for nettet	Automatisk reaksjon på prissignaler (strømpris-/nettleie) gjør at mange reagerer (kobler av/på) samtidig. Problemet gjelder vanlige prisendringer. Dette gir problemer når det skjer automatisk og ukoordinert og prissignaler har høy oppløsning (for eksempel timesoppløsning). Det medfører at effekttoppene både flyttes og blir høyere, og man får dermed dårligere nettutnyttelse. De store variasjonene medfører variasjoner i spenning, frekvens og gir overbelastninger.		Aktive
144	Insentiv til lokal produksjon	Spenningskvalitet blir en utfordring i distribusjonsnettet på grunn av økt forbruk og elbiler. Nettselskap gir insentiver til sluttbrukere for å installere lokal produksjon og opprettholde akseptabel spenningskvalitet. Nettselskap kan også tilby rådgivning for at sluttbrukere både kan håndtere sin egen spenningskvalitet og holde seg innenfor grenseverdiene for nettet. Dette gir bedre spenningskvalitet, men også en mer komplisert ansvarsfordeling mellom nettselskap og kunde.		Aktive
145	Dårlig datasikkerhet fører til redusert tillit til nettselskap	Datasikkerheten i systemer som behandler kundedata er utilstrekkelig. Datahåndteringsplaner som regulerer hva informasjonen kan brukes til blir enten ikke utformet eller praktisert som tilsiktet. Dette fører til at informasjon om sluttbrukere kommer på avveie. Kunder får redusert tillit til nettselskap og misnøyen med nettleien øker. Flere sluttbrukere kobler seg av nettet.		
146	Cyberangrep fører til redusert tillit mellom aktører	Manglende datasikkerhet i systemer for DSO-TSO-interaksjon gjør systemene mer sårbare for cyberangrep. Angripere lykkes i å komme seg inn i systemer som knytter transmisjonsnett og distribusjonsnett sammen gjennom "person-i-midten-angrep" som modifierer data som overføres mellom DSO og TSO. Dette fører til feil informasjon om tilgjengelig fleksibilitet for systemtjenester og gir ubalanse eller spenningsproblemer med påfølgende utfall og strømbrudd. Tilliten mellom TSO og DSO og samarbeidet om fleksibilitet svekkes. Dette vanskeliggjør samarbeidet mellom DSO og TSO. Det er uenighet om hvem som har hovedansvaret for at slike angrep kan skje, og hvem som skal rydde opp.	Digitalisert	

#	Tittel miniscenario	Beskrivelse miniscenario	Nettaksen (Digitalisert, Analogt)	Kundeaksen (Aktive, Passive)
147	Nettselskap gjør avtaler med sluttbruker om forsyningsikkerhet	Det vedtas nye regelverk som gjør det mulig for nettselskap å inngå avtaler med sluttbruker om forsyningsikkerhet. Nettselskap kan dermed bygge et nett som er dimensjonert for mindre forbruk/effekt. For eksempel kan et nettselskap dimensjonere for halvparten av forbruket til en prosument som selv er ansvarlig for 50% av sin forsyningsikkerhet.	Digitalisert	Aktive
148	Flere leverandører av digitale løsninger gir bedre leveringspålitelighet	Det vedtas nye regelverk som gjør det mulig for nettselskap å inngå avtaler med sluttbruker om forsyningsikkerhet. Som følge av dette er det flere nabolag som organiserer seg som mikronett. På grunn av etterspørselen vil flere leverandører utvikle og levere digitale løsninger. Siden man får et mangfold av digitale løsninger som bruker ulike underliggende digitale teknologier vil en eventuell sårbarhet i en løsning ikke påvirke andre løsninger. Dermed blir konsekvensen av cyber-angrep som utnytter programvarefeil i en av disse løsningene være mindre. Dette gir økt leveringspålitelighet.		Aktive
149	Nettselskap bygger mer kabel som følge av mer ekstremvær	Klimaforandringer fører til variasjon i nedbør og mer ekstremvær. Stadig mer ekstreme værforhold gjør systemet svært sårbart for værrelaterte feil på kraftledninger. Dette fører til at nettselskapene bygger ut mer kabelnett for å redusere påvirkning fra været. Dette gir bedre forsyningsikkerhet totalt sett, men høyere investeringskostnader. Når det først skjer en feil i nettet vil det imidlertid gi lengre avbruddsvarighet ettersom det tar lengre tid å reparere kabler enn kraftledninger.		
150	Kompromittert leverandørkjede	Datautstyr som blir kjøpt inn og installert i sentrale deler av nettet viser seg å inneholde en bakdør inn i systemet. Denne blir senere utnyttet i angrep mot et sentralt punkt i nettet. Dette fører til strømbrydd i et større område, og man oppdager at det skjedde via en bakdør. I oppryddingen etter dette angrepet blir det behov for å investere i nye komponenter som erstatter komponentene man ikke lenger stoler på. Bakdøren var imidlertid lagt inn av en underleverandør langt nede i leverandørkjeden. Både nettselskaper og leverandører blir usikre på hvordan man skal ha kontroll med leverandørkjeder fremover. Dette hemmer investering i ny digital teknologi, og gjør at det blir lite innovasjon i nettet og drift og vedlikehold av nettet blir dyrere.	Digitalisert	
151	Angrep via IoT og forbrukerutstyr	Nettselskapene har jobbet godt med å sikre systemene mot cyberangrep. Angripere går derfor i stedet mot IT-utstyr som kan brukes til å styre forbruk, og lykkes i å manipulere mye slikt utstyr i et område. Dette bruker de til å slå forbruk av og på, på en slik måte at det går ut over stabiliteten i nettet. Dette starter en diskusjon om hvem som har ansvaret i slike situasjoner. Forbrukere blir mer oppmerksomme på risiko for å ha smart utstyr som kan interagere med strømnettet, og fleksibiliteten hos sluttbrukere minker.	Digitalisert	Aktive

#	Tittel miniscenario	Beskrivelse miniscenario	Nettaksen (Digitalisert, Analogt)	Kundeaksen (Aktive, Passive)
152	Digitaliseringen reverseres etter cyberangrep	Norge har nå et modernisert og digitalisert nett, med god utnyttelse av fleksibilitet og gode digitale løsninger for selvhelende nett. Så blir nettet rammet av et større angrep hvor man lykkes i å gjøre store deler av disse digitale løsningene utilgjengelige. Man står i en situasjon der man plutselig må gjenopprette og drifte nettet analogt, men kompetansen til å gjøre dette har forvitret. I tillegg har man basert seg på en situasjon der fleksibilitet er tilgjengelig via digitale løsninger, noe det ikke lenger er. Denne opplevelsen gjør at bransjen ikke tør å fortsette i digitaliseringssporet. Selskapene besitter mye digital kompetanse som ikke lengre trengs, men mangler kompetanse til å drifte nettet manuelt. Kostnadene øker, og leveringspåliteligheten avtar (lengre avbruddsvarigheter).	Digitalisert	

Referanser

- [1] Hermansen, T. S., Vefsnmo, H., Kjølle, G. H., & Sand, K. (2019). Driving forces for intelligent distribution system innovation. CINELDI-report 01:2019. SINTEF Rapport; 01:2019. <https://hdl.handle.net/11250/2681947>
- [2] Vefsnmo, H., Hermansen, T. S., Kjølle, G. H. & Sand, K. (2020). Scenarier for fremtidens elektriske distribusjonsnett anno 2030-2040. CINELDI-rapport 01:2020. SINTEF Rapport; 01:2020. <https://hdl.handle.net/11250/2681944>
- [3] Alvik, S. (2022). The Ukraine war will not derail Europe's energy transition. DNV. <https://www.dnv.com/feature/the-ukraine-war-will-not-derail-europes-energy-transition.html>
- [4] IEA A 10-Point Plan to Reduce the European Union's Reliance on Russian Natural Gas, March 2022, <https://www.iea.org/reports/a-10-point-plan-to-reduce-the-european-unions-reliance-on-russian-natural-gas>
- [5] UN climate report: It's 'now or never' to limit global warming to 1.5 degrees. UN News. 4 April 2022. <https://news.un.org/en/story/2022/04/1115452>
- [6] Sperstad, I. B., Degefa, M. Z., Kjølle, G. H.: The impact of flexible resources in distribution systems on the security of electricity supply: a literature review, Electric Power Systems Research, Vol. 188, November 2020, <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2020.106532>

I tillegg til referansene er blant annet følgende rapporter benyttet som underlag:

- Net Zero by 2050 – A Roadmap for the Global Energy Sector. IEA. <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>
- TYNDP 2022. ENTSO-E. <https://tyndp.entsoe.eu/>
- Lazo, J., Aguirre, G., & Watts, D. (2022). An impact study of COVID-19 on the electricity sector: A comprehensive literature review and Ibero-American survey. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 112135. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112135>
- Global Risk Report 2022. World Economic Forum (WEF). <https://www.weforum.org/reports/global-risks-report-2022/>
- Statnett Systemdrifts- og markedsutviklingsplan 2022-2030. <https://www.statnett.no/globalassets/for-aktorer-i-kraftsystemet/utvikling-av-kraftsystemet/smup/systemdrifts--og-markedsutviklingsplan-2022-2030.pdf>
- ETIP SNET Vision 2050. <https://www.etip-snet.eu/etip-snet-vision-2050/>
- Statnett Nettutviklingsplan 2021. <https://www.statnett.no/globalassets/for-aktorer-i-kraftsystemet/planer-og-analyser/nup-2021/nettutviklingsplan-2021.pdf>
- NVE Langsiktig Kraftmarkedsanalyse 2021-2040 – Forsterket klimapolitikk påvirker kraftprisene. https://publikasjoner.nve.no/rapport/2021/rapport2021_29.pdf
- Smartgridsenterets omverdensanalyse. Thema Consulting Group. https://smartgrids.no/wp-content/uploads/sites/4/2022/03/21_06_11_Oppsummering-av-omverdensanalyse.pdf
- Energy Perspectives 2021 – Long term macro and market outlook. Equinor. <https://cdn.sanity.io/files/h61q9gi9/global/015217b3593428c0bfaf7ad641dffb43a1a92249.pdf?energy-perspectives-report-2021.pdf>
- Energy Transition Norway 2021. DNV. <https://www.dnv.com/Publications/energy-transition-norway-2021-212201>
- The 17 Sustainability goals. UN. <https://sdgs.un.org/goals>
- Fit for 55, The EU's plan for a green transition. <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/>
- REPowerEU: A plan to rapidly reduce dependence on Russian fossil fuels and fast forward the green transition, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_22_3131

FME CINELDI

Host: SINTEF Energy Research in cooperation with NTNU
Visiting address: Sem Sælands vei 11, N-7034 Trondheim
Post address: P.O.Box 4761 Torgarden, N-7465 Trondheim
Telephone: +47 454 56 000*
E-mail: cineldi@sintef.no
Enterprise/VAT No: NO 939 350 675 MVA
<http://www.cineldi.no>

