

Strategisk plan teknologi



Hensikt med strategisk plan teknologi

Statnett er et teknologiselskap. Vi må forstå hvilke muligheter som ligger i nye fysiske og digitale teknologier og styre selskapet så vi kan utnytte disse mulighetene. Strategisk plan teknologi skal hjelpe oss å se helheten og prioritere vår utviklingsinnsats. Planen skal synliggjøre strategiske føringer og prioriteringer, slik at vi kan ta de riktige teknologiske veivalgene. Strategisk plan teknologi skal sette en retning og gi et kunnskapsgrunnlag.

Strategiske føringer

For å gjennomføre Statnetts strategi må vi ta i bruk ny teknologi og digitale løsninger som gjør oss mer effektive. Innføring av nye løsninger kan innebære nye risikoer, men det er også store risikoer med å ikke ta i bruk nye løsninger.

Statnetts strategi gir tydelige føringer for hvordan vi skal utvikle kraftsystemet:

- Vi skal **planlegge og bygge nett og kraftsystem raskere og mer effektivt**
- Vi skal **øke kapasitet i eksisterende nett og kraftsystemet**
- Vi skal **øke robusthet og beredskap i drift og utvikling**
- Vi skal jobbe **bærekraftig** og sikre hensynet til folk, klima og natur gjennom våre leverandør- og materialvalg, og gjennom hvor og hvordan vi bygger nettet
- Vi skal jobbe systematisk for å ivareta **sikkerheten** til de som jobber hos og for Statnett
- Vi skal jobbe **kostnadseffektivt** gjennom å forenkle, standardisere, og automatisere våre prosesser, og hente ut gevinster og stordriftsfordeler

Endring legger premisser for teknisk utvikling

Økt andel variabel og fornybar kraft påvirker volatilitet og regulerbarhet i energisystemet og utfordrer stabilitet og leveringskvalitet da denne fornybare kraften blir knyttet til nettet via omformere.

Tilrettelegging for havvind: Forberede kraftsystemet på land til å ta imot den havvinden som potensielt skal bygges ut og planlegge for å kunne bygge ut eventuelle hybride nettløsninger i fremtiden.

Automatisert kraftsystem: Gjennom fysiske forbindelser, felles markeder og digitale systemer er det norske kraftsystemet tett integrert med både Norden og Nord-Europa. Endrede forhold i Europa vil påvirke det norske kraftsystemet og motsatt.

Elektrifisering og forbruksvekst krever høy utnyttelse av kraftsystemet: Det er behov for kontinuerlig og dynamisk overvåkning og styring for maksimal utnyttelse av kapasitet i nettet.

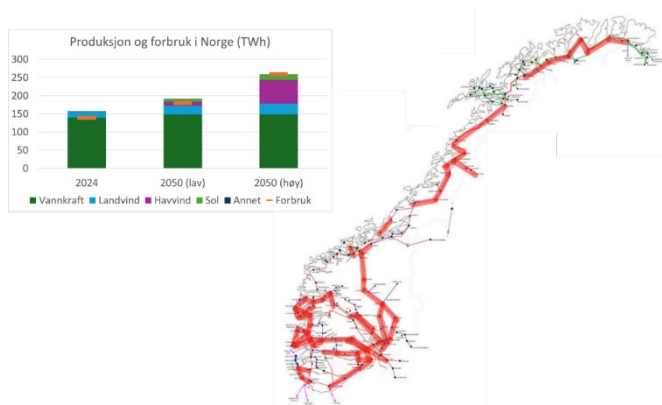
Krav til ansvarlig omstilling: Nye føringer stiller krav til bærekraftige løsninger, blant annet krav om nye/tilpassede materialer. Netto null utslipp i 2050 vil kreve en stor omstilling.

Klimaendringer: Vi må forberede nettet for endrede værforhold og hyppigere forekomst av ekstremvær som stiller krav til robuste anlegg.

Økende krav til digital og fysisk sikkerhet: Strømnettet er kritisk infrastruktur og derfor er digital og fysisk sikring, et robust nett og evne til gjenoppretting av systemer i tilfelle utfall, ekstra viktig.

Høy etterspørsel med tilhørende lange leveringstider, samt høyere priser: Vi må anskaffe kostnadseffektivt og bærekraftig med et porteføljeperspektiv basert på standardiserte løsninger.

Avhengighet av data øker i alle deler av virksomheten: Det digitale fundamentet er grunnlaget for en datadrevet organisasjon som maksimerer nytten av kunstig intelligens.



Figur 1: Det norske kraftsystemet skal gjennom en kraftig utvikling fram mot 2050, med en stortilt oppgradering av nettet til 420 kV (markert med rødt), og en vesentlig endring av driften med innpassing av store mengder vind og sol. Data fra Statnetts Langsiktig markedsanalyse (februar 2025).

Hvordan vi jobber med utvikling

For å gjennomføre Statnetts strategi må vi se forskning, innovasjon, samt teknologisk og digital utvikling i tett sammenheng, se figur 2. Forskingen skal utvikle ny kunnskap, løse problemer og fremme innovasjon av nye løsninger som Statnett trenger på kort og lang sikt. Den langsiktige forskningen gjennomføres typisk gjennom prosjekt med eksterne partnere (forskningsinstitutt, universitet og industri) som utførende, mens den mer kortsiktige i større grad utføres av interne ressurser i Statnett.

Teknologiutvikling handler om å kvalifisere, standardisere og ta i bruk mer moden teknologi. Digital utvikling er sentralt for å lykkes med mer effektiv systemdrift og anleggsforvaltning. For å realisere innovasjon raskere, skaper vi en kultur som kjenner på behovet for å handle raskt. Vi anvender metoder som er behov- og brukersentrert og vi tester og forbedrer for rask og verdiskapende implementering.



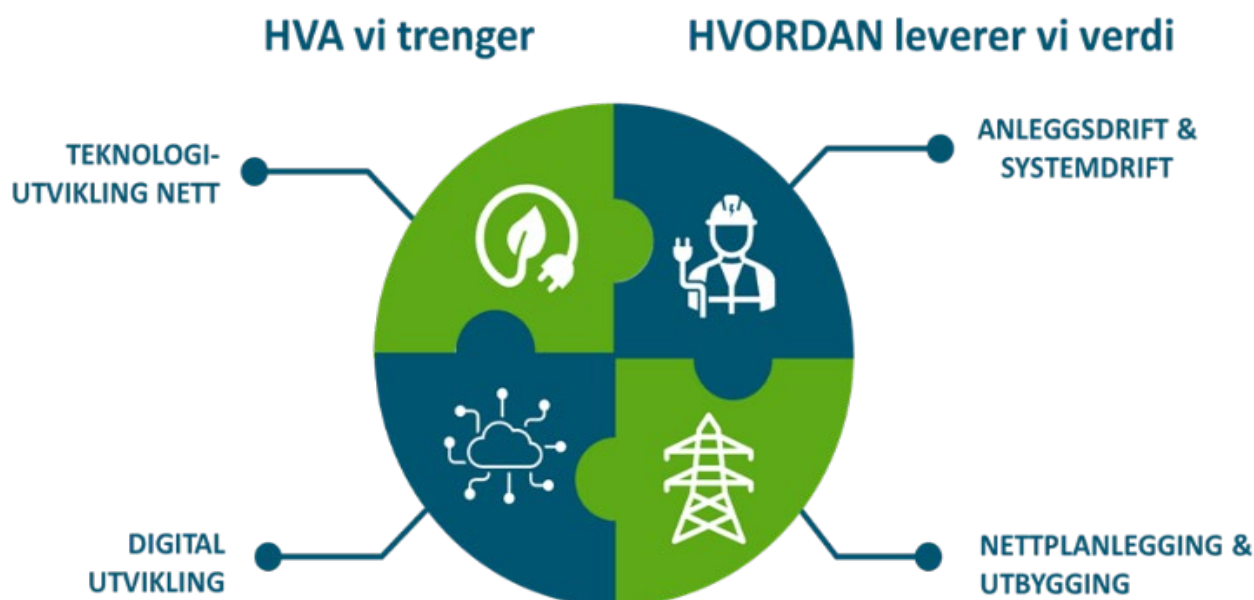
Figur 2: Illustrasjon av modning av teknologi og digitale løsninger fra ide til ferdig system karakterisert ved TRL-skala.

Vår agenda for innovasjon, forskning og utvikling underbygger Statnetts strategi:

- Øke kapasitet i eksisterende nett og i kraftsystemet; utvikling av avanserte metoder og teknologi for datadrevet drift tettere på grenseverdier, markedsløsninger for fleksibilitet, neste generasjon systemvern, dynamiske lastgrenser og avanserte nettmodeller.
- Planlegge og bygge nett og kraftsystem raskere og mer effektivt; utvikling av kostnadseffektive nettløsninger for land og hav, med fokus på bærekraft og nye metoder og verktøy for effektivisering av planlegging og bygging av nettet.
- Øke robusthet og beredskap i drift og utvikling; løsninger for å ivareta stabilitet og leveringskvalitet, utvikling av løsninger for øydrift, analyse av reserveløsninger, logistikk og beredskapslager, og løsninger for økt cybersikkerhet for pålitelig kraftsystemdrift.

De neste kapitlene beskriver nærmere våre behov og prioriteringer. En oppsummering av eksempler på relevante tema for utvikling og en oversikt over eksisterende og nye teknologier er vist i vedlegg 1.

Strategiske prioriteringer innenfor teknologi



Planen er delt inn i fire områder og viser teknologi- og digital utvikling, samt hvordan vi skal levere verdi gjennom kjerneprosessene våre (plan, utvikling og drift). Vi skiller mellom teknologi i form av komponenter (linjer, kabler, brytere, osv.) og løsninger for planlegging og drift av kraftsystemet (metoder, modeller, software, osv.). Vi skal implementere kostnadseffektive, bærekraftige og robuste løsninger med lang levetid.

Vi baserer vår utviklingsinnsats på følgende kriterier:

Vi skal standardisere

Teknologistandardisering legger til rette for kostnadseffektive løsninger som kan redusere tidsbruk i prosjektutviklingen og muliggjøre porteføljebaserte anskaffelser. Vi skal styrke vår leverandør- og markedsforståelse og forenkle våre krav mot leverandører for å bli mer attraktive kunder. Dette gjøres blant annet gjennom at vi forenkler standarder og benytter digitale modeller. I tillegg forutsetter utviklingen av havnettet standardisering på tvers av TSO-er.

Vi skal ta i bruk eksisterende teknologi fremfor å være drivende i utvikling av ny teknologi

Vi skal raskt ta i bruk moden teknologi som gir tydelige gevinster. Unntaksvis skal vi utvikle nye løsninger. Dette skal være basert på forretningsmessige prinsipper og forankret med ledelsen, og prioriteres fordi Norges topologi og nettstruktur krever løsninger som ikke andre trenger. Andre grunner kan være at det gir oss store fordeler i en strategisk viktig leverandørsituasjon eller at nye bærekraftsdirektiv krever løsninger som ikke er tilgjengelige.

Vi skal lage robuste og sikre løsninger

Et mer automatisert kraftsystem med høy forsyningssikkerhet stiller strenge krav til digital og fysisk sikkerhet og beredskap, samtidig som vi får en økt digital avhengighet i kritiske funksjoner. Vi skal ha et robust nett som tåler ekstremvær og andre forstyrrelser. Vi skal ta i bruk nye teknologier og løsninger for å forbedre nettets motstandskraft mot feil og andre forstyrrelser, herunder fysiske angrep, cyberangrep og sabotasje. Utvikling og utrulling av tjenester skal skje gjennom en moderne, effektiv, sikker og robust digital plattform med gode reserveløsninger og gjenopprettingssevne.

Vi skal utvikle en helhetlig plan for arkitektur og planlegging på tvers av OT/IT

Digitalisering driver automatisering og IT og OT vil smelte sammen for å muliggjøre datadrevne beslutninger gjennom tradisjonelle analyser og KI-baserte verktøy. Vi trenger økt datainnsikt for tilstandsbaserte beslutninger i operativ drift. Derfor skal vi utvikle helhetlige data- og sensorløsninger som tydeliggjør hvor vi trenger sensorer, hva dataene skal brukes til, samt sikre datakvalitet og robuste fysiske og digitale løsninger. Vi skal utvikle en helhetlig plan som skal tydeliggjøre ansvarsforhold innenfor et integrert IT/OT system.

spesialtilpassede verktøy, hvor vi vil ha en større og mer fremtredende rolle i forskning og utvikling.

Vi skal være åpne for løsninger som endrer nettstrukturen

Tekniske valg både på stasjon, ledning og kabel har konsekvenser for kraftsystemutviklingen. Vi skal være åpne for løsninger som kan endre nettstrukturen, inklusive løsninger som resulterer i at vi kan optimalisere grensesnitt mellom TSO/DSO og gi føringer for kraftsystemutvikling på lavere spenningsnivå.

Vi skal minimere materialbruk, redusere arealbeslag av uberørt natur, samt bli klimanøytrale

Vi skal øke bærekraft gjennom redusert areal- og materialbruk og å benytte resirkulerbare og resirkulerte materialer. I tillegg skal vi kreve utslippsfri installasjon (land og etter hvert sjø) og anleggsplasser.

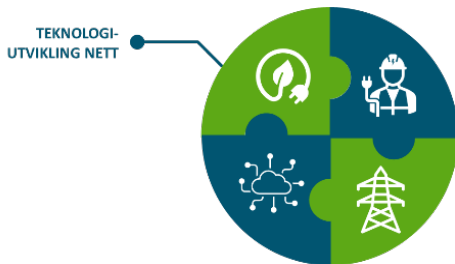
Vi skal forstå og utnytte mulighetene fra KI og edge computing

Vi skal aktivt høste erfaring med ansvarlig bruk av KI på konkrete bruksområder og utvikle et datagrunnlag og en organisasjon som kan ta i bruk KI. Vi skal forstå og utnytte mulighetene med edge computing slik at beregninger kan skje lengre ut i nettet for kortere forsinkelser og bedre autonomi.

Vi skal være pådriver for forskning, utvikling og innovasjon

Forskning, utvikling og innovasjon, herunder digital utvikling og teknologikvalifisering, skal støtte opp om Statnetts strategiske prioriteringer. I utvikling av komponenter forventes leverandørindustrien å ha en ledende rolle, og vi vil ha rolle som kunde og i noen grad premissgiver. Løsninger for planlegging og operativ drift omfatter i større grad Statnetts interne og

Teknologiutvikling Nett



Resirkulerbare og klimanøytrale materialer

Innen Statnetts nettanleggstyper inngår store mengder bygningsmaterialer som betong, samt metaller som stål, aluminium, kobber og bly. Vi skal ta ut potensialet for økt bærekraft gjennom at:

- Vi skal støtte forskning og utvikling av resirkulerte ledematerialer, resirkulerbare og bærekraftige isolasjonsmaterialer, inkludert isolasjonsoljer.
- Vi skal ta i bruk siste utvikling innen betongteknologi slik at utslippene fra produksjon av sement og betong reduseres.
- Vi skal oppfylle målene om SF₆-fri gass i både passive og aktive anleggskomponenter.
- Innen 2030 skal vi ha på plass EPD-sertifisering (Environmental Product Declaration) fra alle leverandører for å kunne velge de mest bærekraftige produsentene, som tilbyr lavutslippsproduksjon og resirkulerte materialer.

Redusert arealbeslag og uberørt natur. Klimanøytral og forbedret installasjon og anleggsvirksomhet

Vi skal i løpet av få år optimalisere arealbruk for ledning, kabel og stasjon. I tillegg skal vi kreve utslippsfri installasjon (land og hav) og anleggsplasser. Dette skal oppnås gjennom:

- Bruk av standardiserte og mest mulig ferdigprosjekterte digitale "byggeklosser" og bygningsinformasjonsmodeller som bidrar til optimalisert areal-, volum- og materialbruk.
- Digital stasjon og SF₆-frie GIS anlegg som kan erstatte luftisolerte koblingsanlegg (AIS) bidrar til å redusere areal- og materialbehovet.

- Utvidet bruk av droneteknologi vil bidra til utslippsreducerende, effektive og sikre observasjoner og tyngre operasjoner, samt utvide omfanget av arbeid under spenning (AUS). Autonome og mindre farkoster og undervannsdroner vil redusere utslipp, forbedre installasjon og forutse vedlikeholdstiltak samt styrke kabelbeskyttelse.
- Grøfte- og sprengningsfrie metoder for kabelinstallasjon, f.eks. mikrotunneler.
- Dobbelkursledning er kostnadseffektivt, og halverer antall traséer.
- Bruk av ikke konvensjonelle måletransformatorer gir mer personsikkerhet og benytter ikke isolasjonsmaterialer som olje eller gass.
- Ecodesign og LCA (life cycle assessment) brukes i utvikling av infrastrukturen over hele livssyklusen.
- Undervanns overvåkingssystemer som kan bruke akustiske systemer, menneske/maskin systemsamarbeid koblet med høyoppløselig bildeteknologi gjennom satellittkommunikasjon.

Økt kapasitet i våre anlegg og forbedret prediksjon av levetid

Forbedret ytelse vil oppnås gjennom flere og bedre observasjoner, nye materialer og nye komponenter med høyere driftstemperatur. Vi skal få ut økt kapasitet fra våre anlegg og en forbedret prediksjon av levetid gjennom å ta i bruk nye tekniske løsninger:

- Nye liner med lavere effekttap og høyere strømlast, for eksempel høytemperaturliner, samt nye master, kvalifisert for norske klimalaster og topografi.
- Autotransformator. Effektiviserer anskaffelse og drift, men krever endring i jordingssystem i underliggende nett.
- Sorterteknologiutvikling og -anvendelse. Dynamic Line Rating (DLR), som kombinerer sensorer og værdata, for ledning og Real Time Thermal Rating (RTTR) for kabel åpner for økt kapasitet gjennom optimalisering av drift og kontrollert overlastdrift. Registrering av driftsdata i komponenter som kan gi bedre vedlikeholds- og levetidsprediksjon, for eksempel ved partiell utladning i kabelisolasjon.
- Integrasjon mot Statnetts driftssystemer. Digitale tvillinger og bygningsinformasjonsmodell. Smart og interaktiv bruk av digitale tvillinger vil gi sikrere drift og

bedre håndtering av klimaendringer samt optimert levetidestimering av komponenter og system. Samtidig prosjektering og bruk av standardiserte byggeklosser forbedrer effektivitet i både prosjekterings-, bygge- og driftsfase og vil gi raskere oversikt over konsekvenser ved innføring av ny teknologi.

Anvendelse av ny teknologi og økt standardisering

- Vi skal utnytte teknologiutviklingen som skjer hos leverandørene gjennom å bruke åpne spesifikasjoner og kontrakter som fremmer innovasjon og leder til raskere implementering. Samarbeid søkes aktivt med andre TSO-er for å teste ut nye løsninger og teknologier, spesielt gjennom dedikerte arbeidsgrupper i ENTSO-E og Cigré.
- Vi skal gå fra prosjektfokus til porteføljefokus, fra skreddersøm til standardiserte løsninger. Standardisering ved bruk av digitale modeller skal bidra til at vi bygger på samme måte hver gang ved at nettutbyggingsprosjektene kan plukke ferdigprosjekterte byggeklosser.
- Måltrettet og raskere innføring av ny teknologi og teknologistandardisering vil øke gjennomføringsevnen og samtidig sikre høy kvalitet i Statnetts anlegg, samt bidra til økt bærekraft.
- Innkjøp skal sees i et helhetlig porteføljeperspektiv for å sikre optimalisering, og tekniske løsninger skal utvikles i tett samarbeid med leverandørene.

Tilrettelegging for havvind

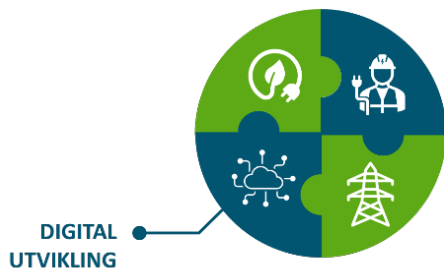
Med utgangspunkt i eksisterende teknologi fra offshore- og havvindbransjen, samt fra andre TSO-er som har kommet lenger i utvikling og standardisering av nett til havs, skal vi videreutvikle og kostnadsoptimalisere tekniske løsninger til Statnetts behov. For bunnfast havvind finnes det i stor grad tilgjengelige teknologier som må tilpasses norske forhold (dybde, plassering og klima), mens flytende havvind krever i større grad tilrettelegging for nye løsninger.

- Plattform for bunnfast HVDC hybrid tilpasset Statnetts behov. Videreutvikle og optimalisere HVDC-system (omformer, kabler og plattformløsninger) mht. spenning og konfigurasjon (320kV, 400kV, 525kV, bipol med metallisk retur, rigid bipol, symmetrisk monopole) og andre plattform hjelpesystemer.
- Systemfunksjonalitet for HVDC hybridforbindelser inkludert HVDC-omformer med Grid forming funksjonalitet.
- På lengre sikt (utover hybrid) vil interoperabilitet mellom HVDC-omformere inkludert DC-brytere bli nødvendig for utvikling mot maskede havnett.

- Nettløsninger for flytende havvind på dypt vann, først radielle og etter hvert maskede nett. Optimaliserte flytende plattformløsninger og subsea transformatorløsninger samt dynamiske kabler for ≥ 132 kV AC samt HVDC kabler. Det kreves teknologiutvikling for dynamiske anvendelser på dypt vann som tar hensyn til LCA og ecodesign.
- På lengre sikt, flytende HVDC-plattformer/-omformere, eller eventuelt subsea, tilpasset løsninger for havvind på dypt vann. Dette er en forutsetning for havvindparker langt fra land samt for et masket nett av flytende plattformer med tilknytning til andre land.

I første omgang prioriteres utvikling av løsninger og teknologier for radiell eller hybrid tilkobling av havvindparker. Analyser og utvikling av masket nett og flytende HVDC er av mer langsiktig og utforskende karakter.

Digital utvikling



Innenfor IT skal brukernær utvikling og en robust og moderne digital plattform som gir raskere endringer prioriteres. Dette muliggjør automatisering av arbeidsprosesser og en enklere hverdag for våre ansatte. Løsningene skal gjennomgående være sikre fra infrastruktur til sluttbruker. Vi utvikler løsninger tilrettelagt for å fortløpende ta ut verdi av data. Syv innsatsområder understøtter den digitale utviklingen.

Rask utvikling og utrulling av nye tjenester gjennom tilgjengeliggjøring av **en effektiv, sikker og robust digital plattform** basert på moderne teknologi.

Sikker, automatisert og selvbetjent infrastruktur bygget for endring er tilgjengelig gjennom plattformutvikling. Plattformen er til for brukerne og dens tjenester formes gradvis etter brukernes behov.

Digitale byggeklosser som gjør det raskt og sikkert å utvikle nye løsninger. Modulære systemer som gjør det enklere å sy sammen løsninger fra ulike leverandører og egenutviklet programvare.

En god utvikleropplevelse hvor vi optimaliserer hvordan utviklere opplever verktøy, prosesser og miljøer for å øke effektivitet, produktivitet og kvalitet. Automatisering vil eliminere repetitive oppgaver, strømlinjeforme bygg- og deploy-prosesser og sikre en raskere og mer pålitelig utviklingsflyt.

Alle systemer er tilstrekkelig integrert og utveksler nødvendig data for å ta ut verdi fortløpende, både operasjonelt og analytisk.

Tilgang på regneressurser og effektiv forvaltning av **datadrevne modeller** (MLOps).

Hybrid tilnærming med **kombinasjon av lokal og allmenn sky** for å sikre at vi ikke blir avhengig av

enkeltleverandører eller kritiske løsninger i allmenn sky. Kritiske løsninger skal kunne gjenopprettes raskt og flyttes mellom infrastruktur i datahaller og i sky for å redusere konsekvensene ved angrep eller store feil.

Leverer raskere på Statnetts samfunnsoppdrag samtidig som nødvendig sikkerhet ivaretas:

- Operasjonell modell som sikrer riktig balanse i hva vi kjøper og hva vi utvikler selv.
- Organisering av interne ressurser med en effektiv leveransemodell. Arbeid i smidige team med tydelige rammer.
- Digital representasjon av den fysiske virkeligheten basert på høy datakvalitet.
- IT og OT vil smelte sammen basert på helhetlig arkitektur og datamodellering for bedre datautveksling, sikkerhet og forvaltning.
- En tydelig sensorstrategi som tydeliggjør hvor vi trenger sensorer, hvordan de forvaltes og hva dataene skal brukes til, samt sikre kvalitet.
- Digitalt datafundament gir kvalitet og integritet av data.

Kunstig intelligens basert på et **solid digitalt fundament** effektiviserer organisasjonen og gir raskere datadrevne beslutninger.

Aktiv informasjonsforvaltning og dataeierskap sikrer at kvalitet, sikkerhet, integritet og tilgjengelighet av alle digitale evner er på et nivå som muliggjør trygg bruk av KI.

Videreutvikle KI i automatisering av systemdriften.

Anvende industriell KI i flere av Statnetts kjerneprosesser ved å bruke interne data til å forutsi feil på komponenter i anlegg, lage prognoser, forbedre risikovurderinger i nettvikling, system- og anleggsdrift m.m.

Effektivisere kontorarbeid med generativ KI (hverdagseffektivisering) gjennom bruk av hyllevareløsninger til eksempelvis programvareutvikling, digitale assistenter og innholdsproduksjon.

Styrke analysearbeid gjennom bruk av KI for å **identifisere avanserte sammenhenger og mønstre i data**, samt ta i

bruk modne teknologier som bildegjenkjenning (computer vision) og tekstgjenkjenning.

Ansvarlig bruk av KI gjennom en risikobasert tilnærming med klare retningslinjer, opplæring og medvirkning fra ansatte, samt effektive godkjenningsprosesser.

Standardisering av digitale teknologier for å sikre tilgang til teknisk kompetanse, økt kompatibilitet, kostnadsbesparelser, forbedret sikkerhet, økt innovasjon og bedre kvalitet. Vi velger standardiserte filformater og kommunikasjonsprotokoller fremfor lukkede leverandørløsninger for å unngå innlåsing og for å bygge kompetanse. Dette betyr også å kunne velge løsninger som ikke alltid er foretrukket av leverandør, men som bidrar til Statnetts standardisering av digital teknologi. Eksempler er:

- Utnytte allmenn tilgjengelig sky
- Java og Python som programmeringsspråk
- CIM og Kafka for utveksling av informasjon

Innebygget sikkerhet i alt vi gjør:

- Operasjonalisert ny sikkerhetsmodell basert på Zero Trust-prinsipper med god innsikt og kontroll.
- Vi er tilstrekkelig rustet til å ivareta forsynings sikkerheten når vi blir angrepet eller har en utilsiktet hendelse gjennom å ha reserveløsninger for driftskritiske tjenester.
- Vi benytter KI-verktøy for analyse av trusler og risiko i realtid.
- Sikkert og redundant nettverk tilgjengelig alle steder Statnett har sitt virke og til aktører i bransjen.
- Fysisk sikring av datahaller og digitale anlegg som er tilpasset endret trusselbilde.
- Prosesser, planer og teknologi for å sikre at dersom kritiske tjenester går ned har vi reserveløsninger på plass.

Støtte for mer **distribuerte digitale løsninger** for økt robusthet/digital redundans slik at deler av kraftsystemstyringen skjer lenger ute i nettet på en autonom måte. Dataprosessering nær kilden (Edge computing) for raskere analyser og beslutninger, økt sikkerhet og redundans.

Fremtidsrettet og strukturert **utforskning av nye teknologier** som gir gevinster på lengre sikt, for eksempel:

- Kvantedatamaskiner for raskere prosessering av komplekse algoritmer og store datamengder, og kryptering av data.

- Virtuell virkelighet (VR) for bruk/interaksjon inn mot digitale tvillinger.
- Utvidet virkelighet (AR) kombinerer data fra den fysiske verden med virtuelle data.
- Robotiserte løsninger som reduserer HMS-risiko og behov for folk ute i felt.
- Ulike typer nettverk for å sikre tilstrekkelig tilkobling i alle situasjoner (fiber, satellittbasert og mobilnett).
- Ha en god prosess fra utforskning til sikker stabil drift og forvaltning for teknologier vi skal satse på.

Anleggsdrift og systemdrift



Digitalisering i anleggs- og systemdriften

Økt væravhengig produksjon, økt forbruk, økt bruk av omformere (vind, sol, batteri, datasentre, elektrolyse og HVDC), økt kabling, samt økt utnyttelse av kraftsystemet, er førende for hvilke data, systemer og verktøy vi trenger for å kunne drifte anleggene og kraftsystemet kostnadseffektivt og med høy forsyningssikkerhet.

- Vi skal bruke digitalisering til å utvikle løsninger som er nødvendige for å ta imot ny fornybar energiproduksjon.
- Vi skal utnytte samspillet mellom menneske og maskin ved å kombinere kritisk tenkning og tilpasningsevne med kapasitet, presisjon og repeterbarhet.
- Vi skal styrke evnen til å bruke digital teknologi effektivt og hensiktsmessig gjennom å utvikle positive holdninger og prioritere riktige metoder og verktøy.

Anleggsdrift

Digitaliseringen vil øke bedriftens evne til å ta beslutninger og effektivisere anleggsforvaltningen. Dette krever en målrettet utvikling for å oppnå en effektiv og rask digital utvikling. Nye metoder og verktøy for overvåking, analyse og risikostyring vil muliggjøre økt utnyttelse av kapasiteten i eksisterende nett. Samtidig gjør et stadig mer dynamisk, automatisert og integrert kraftsystem oss mer sårbare og utfordrer vår evne til å opprettholde normaldrift.

Anleggsmodeller, digital tvilling, automatisering.

Strukturere og sikre datakvalitet på anlegg og jobbe mot en digital tvilling både i utbygging og drift. Sensordata, observasjoner samt kunnskap og ekspertise om

kraftsystemkomponenter skal integreres i modeller for beslutningstøtte og risikostyring.

Utvidet bruk og integrasjon av sensorer, kunstig intelligens og maskinlæring legger til rette for automatisk analyse og anbefaling om maksimal og dynamisk utnyttelse av komponenter.

Overvåkings- og analyseverktøy bidrar til oversikt over anleggenes tilstand og predikerer forventet vedlikeholdsbehov.

Utvikle **analysekompetanse** for å få bedre innsikt i anleggenes tilstand og forstå hvordan anleggenes tilstand påvirker risiko i systemdriften.

Utvikle **analysekompetanse** for å gradvis ta i bruk mer data og nye metoder for å bedre forstå anleggenes tilstand og hvordan anleggenes utilgjengelighet påvirker forsyningssikkerhet.

Drone-/robotteknologi for inspeksjoner utvider spekteret av metoder for overvåking og feiloppdagelse.

Samspill mellom anleggs- og systemdrift

Kraftsystemet må driftes mer probabilistisk på kort og mellomlang sikt for å oppnå høyere kapasitetsutnyttelse i eksisterende nett samtidig som vi har kontroll på risiko. Høyere kapasitetsutnyttelse reduserer muligheter til utkobling som er nødvendig for ombygging og vedlikehold.

Det vil være større variasjon i produksjon og forbruk – fra sekunder til dager. Det vil være behov for å ta risikobaserte beslutninger i alle ledd, med et kontrollsystem som bearbeider og løfter risikoinformasjon fra laveste nivå (komponenter) til riktig informasjons- og beslutningsnivå.

Utvikle og tilpasse verktøy, metoder og modeller som bruker tilstandsinformasjon fra anleggene for å simulere og estimere risiko og forsyningssikkerhet. Dette gjelder både i stasjonær drift og under hendelser med dynamiske påkjenninger. Nye verktøy kan bidra til å optimalisere utkoblingsvinduer opp mot forsyningssikkerhet og øke utnyttelsen i kraftsystemet.

Utvikling av systemsimulatorer og øvelser på uønskede hendelser (sandkasse) vil bidra til økt motstandskraft i vanskelige driftssituasjoner.

Vi skal ta i bruk nye **digitale løsninger for driftsplanlegging og overvåkning** i sanntidsdrift.

Systemdrift

Planlegging av den operative systemdriften blir mer kompleks med mer handel tett opp mot driften og stort behov for fleksibilitet for å håndtere store og raske endringer i produksjon og forbruk.

For å sikre stabilitet og forsyningssikkerhet er det nødvendig å fortsette automatiseringen av systemdriften ved å ta i bruk nye sensorer (PMU, WMU) og innføre nye metoder for overvåkning og kontroll. Vi trenger mer digital informasjon i beslutningsprosessene og bygger løsninger for å hente inn og dele data av høy kvalitet. Våre analyser sikrer at vi ligger i forkant, klare til å iverksette effektive tiltak for å redusere risiko og maksimere stabilitet og sikkerhet i det nordiske og europeiske kraftsystemet.

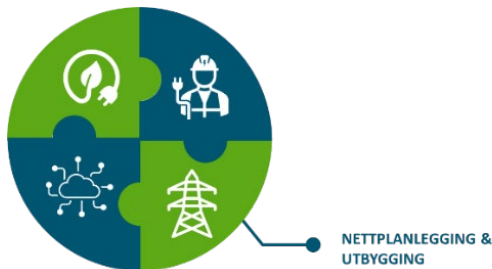
Vi utvikler hensiktsmessige løsninger for å få tilgang til systemtjenester og fleksibilitet for balansering både på produksjons- og forbrukssiden. Utviklingsarbeid innenfor systemdrift og markedsdesign koordineres med nasjonalt og internasjonalt regelverk og samarbeid.

Nye, avanserte nett- og markedsmodeller er nødvendige fordi Statnetts rolle og oppgaver som systemansvarlig blir mer krevende og vil endres i samspill med andre aktører på nasjonalt (DSOer), nordisk (RCC) og europeisk nivå.

Vi skal **utvikle nye markedsløsninger** for kraftomsetning, kraftutveksling og systemtjenester som bidrar til balansering, stabilitet og forsyningssikkerhet.

Kunstig intelligens (KI) og maskinlæring (ML) forventes å være viktig i automatisering av systemdriften i takt med behovet for overvåking og hurtige automatiske responser i ordinær drift og under feilhendelser.

Nettplanlegging og utbygging



Nettplanlegging

De raske og betydelige endringene i kraftsystemet skaper behov for mer helhetlig planlegging. Utbygging av nettet, utvikling i produksjon og forbruk, markeds- og driftsløsninger samt samfunnets langsiktige behov må sees i sammenheng. Økte sikkerhetspolitiske spenninger og mer ekstremvær er eksempler på faktorer som på ulike måter øker behovet for en robust energiforsyning som tar hensyn til fornybare energikilder.

Automatisering og optimalisering av planfasen for å spare kostnader. I 2050 vil store deler av transmisjonsnettet være oppgradert til 420 kV.

Sikkert og robust nett som kan tåle ekstremvær og andre forstyrrelser. Statnett skal ta i bruk nye teknologier og løsninger for å forbedre nettets motstandskraft mot feil og andre forstyrrelser i form av fysiske angrep og cyberangrep.

Smart og fleksibel styring av nett for å kunne håndtere varierende kraftproduksjon og forbruk, inkludert økt bruk av fornybar energi. Statnett skal investere i smart teknologi for bedre styring og optimalisering av nettet, samt sikre at det er nok roterende masse eller annen dynamisk kompensering tilgjengelig.

All design og materialbruk skal støtte opp om bærekraftsmålene: Statnett skal ta i bruk nytt design og nye materialer for å øke kapasitet, levetid og motstandskraft mot ekstremvær og andre forhold.

Nettutbygging

Vi skal øke tempo, bærekraft og kostnadseffektivitet i nettutbyggingen. Vi skal bygge **kostnadseffektivt** i et

livsløpsperspektiv. Vi skal standardisere hvordan vi jobber internt og eksternt.

Standardisering i modeller gjennom digitale representasjoner av anleggskomponenter, bygg og konstruksjon. Standardiserte spesifikasjoner bidrar til å sikre kompatibilitet og samspill mellom ulike komponenter i nettet, og dermed redusere kostnader og øke effektiviteten.

Portefølje innebærer å gruppere prosjekter og investeringer slik at vi maksimerer synergier og effektivitet på tvers av prosjektene.

Hensynta miljøpåvirkning i utforming av infrastrukturen gjennom hvert trinn i beslutningsprosessen. Nettutbyggingen må planlegge for minimal arealbruk, særlig av uberørt natur, samt fremme en bærekraftig utvikling. Anleggsarbeidene skal utføres med mindre utslipp og avtrykk i naturen.

Norske værforhold: På grunn av store klimalaster (spesielt is på line), vanskelig topografi med helikoptermonterte ledningsanlegg og mange lange fjordspenn, har vi utviklet egne styrkeklasser og metoder for å prosjektere og bygge ledninger. Standardisering og nye sensorer vil være viktig fremover for å optimalisere utviklingen og utnyttelsen av nettet.

Nettutbyggingen skal utføres på en **sikker** måte som minimerer risikoen for ulykker og skader, samtidig som vi utvikler sikre AUS-metoder (arbeid under spenning). Dette vil kreve utnyttelse av droner og robotteknologi i større grad enn det vi gjør i dag. Dette kan innebære utstyr som utfører ulike former for inspeksjon, overvåking, feilretting og montasje på spenningssatte anlegg/anleggskomponenter.

Utvikling av nett til havs skal gjøres så kostnadseffektivt og skånsomt mot natur og klima som praktisk mulig. Vi skal være en pådriver for flytende og undervannsteknologier for elektriske anlegg og transformering, inkludert autonome undervannsdroner og -farkoster.

Agenda for innovasjon, forskning og utvikling

Vår agenda for innovasjon, forskning og utvikling underbygger Statnetts strategiske prioriteringer. Kulepunktene gir eksempler på tema som skal adresseres.

1: Øke kapasitet i eksisterende nett og i kraftsystemet	2: Planlegge og bygge nett og kraftsystem raskere og mer effektivt	3: Øke robusthet og beredskap i drift og utvikling
▪ Datadrevet og tilstandsbasert anleggsforvaltning ▪ Komponenter med høyere kapasitetsgrense ▪ Probabilistiske metoder og avansert KI for modellering for dynamisk styring og kontroll ▪ Sensorer og teknologi som gir innsikt i sanntid over fysisk tilstand og driftsbilde ▪ Markedsbaserte løsninger for fleksibilitet og produksjon, på tvers av nettnivå og aktører ▪ Virtuelle sensorer for utvidet DLR-funksjon ▪ Neste generasjon systemvern ▪ Arbeidsmetoder og teknologier som reduserer behovet for utkoblinger.	▪ Utvikle/standardisere neste generasjon kontrollanlegg ▪ Tekniske, digitale og interoperable løsninger ▪ Metoder, verktøy og materialer for sirkulær økonomi og økt samfunnsaksept ▪ Arbeidsmetoder og teknologier som reduserer behovet for utkoblinger, for eksempel arbeid under spenning ▪ KI-verktøy for effektivisering av planprosesser ▪ Miljødesign og livssyklusanalyse ▪ Kostnadseffektive nettløsninger for havvind	▪ Utforske mulighetsrommet for øydrift ▪ Dynamiske modeller og simuleringsverktøy for effektiv analyse av integrerte AC/DC kraftsystem ▪ Analysemetoder, modeller og digitale systemer for overvåking, kontroll og vern ▪ Overvåking/kontroll av dynamiske forhold i systemdriften inklusive automatisk respons ▪ Sikker og rask informasjonsutveksling for det nordiske synkrone kraftsystemet ▪ Cybersikkerhet ▪ Logistikk og beredskapslager

Eksisterende og nye teknologier

En oversikt over eksisterende og nye teknologier er vist på de neste sidene. Dette er teknologier som i stor grad vil utvikles av eksterne, men hvor Statnett vil bidra som premissgiver, og i teknologikvalifiseringsløp.

	Tilgjengelig teknologi i bruk i Statnett	Fremtidens teknologi (Piloter)	Planlagt implementert (år)
HVDC			
HVDC omformer	HVDC konverter	HVDC-omformer med nettformingsfunksjonalitet (gridforming)	2030
Dynamisk kompensering	SVC, 6 and 12 puls	Oppgradering og optimalisering av kontroll inkl. Automatisk styring av passive komponenter	2026
	Fasekompensator	Mulighet for drift kun i perioder ved behov, utfasing eller nødvendig reinvestering skal vurderes i evt. kombinasjon med andre løsninger.	2027
	Statcom	Statcom med 'Grid forming' regulering med evt. mulig syntetisk treghet moment	2030
Kabel			
AC	SF6 terminations 420 kV	Tørr type Erstatt SF6 med olje Overvåking termineringer	2030 2030 2030
	Oljefyllt terminering 420 kV	Biologisk nedbrytbar olje	
	Dry-type terminering (til 170 kV)	Eksisterer, må bare tas i bruk	
	SCFF kabel (oljefyllt)	Teknologi fases ut	
	XLPE 145 – 420 kV	XLPE ->PE, PP etc	2040
	XLPE 145 – 420 kV	Superledende kabler og termineringer for høy overføringskapasitet (AC og DC)	2050
DC	HVDC Mass impregneted 300 – 420 – 520 kV	Extrude cable – XLPE - Thermo-plastic	2025 2040
DC	Outdoor termination (oil filled)	SF6-fri terminering	2040
		Tørr type terminering	2040
Materials	Conductor material	Resirkulert Kobber og Aluminium	2030

	Isolasjonsmateriale (se AC og DC)		
	Vanntetting	Alternativ til bly	2035
	Beskyttelselag/bedding er	PE, Stål, Kobber, Karbon	2035
	Armering	Galvanisert stål	2035
	Korrosjonsbeskyttelse	Bitumen	
Tjenester	Sjøkabelinstallasjon	Hybridfartøy, landstrøm	2030
		AUV basert	2030
	Rør/kanaler (innstøpt i betong)	Lavutslippsbetong Nullutslippsbetong	2025 ?
	Rør/kanaler (materialer; PVC, PE)	Rør/kanaler (materialer; PVC, PE) må bli resirkulerbart	2030
	Kulvert for forlegning i luft (betong)	Lavutslippsbetong	2040
	Stiger og klammere (stål)	Lavutslippstål	2035?
Stasjon			
AIS	AIS 145 kV, 31,5 kA, - 30/40 C SF6 circuit-breaker	SF6 fri effektbryter, 40 kA, -50C	2028
	AIS 420 kV, 31,5 kA, - 30/-40 eller -50 C SF6 effektbryter	SF6-fri effektbryter -50C 63 kA (Vågåmo/Dagali 420 kV stasjon) (Horizon EU project)	2032
GIS	GIS 145 kV, 31,5 kA – SF6 utstyr	SF6 fri utstyr (Lødingen stasjon, Kanstadbotn stasjon)	2023
	GIS 420 kV 50 kA, - 30/40 C SF6 utstyr	GIS 420kV 63 kA SF6fri utstyr Pakke 1 (Hamang 420 kV, Liåsen, Hyggevatn, Skaidi), Pakke 2 (Krossberg, Krossdalen, Vik, Øygarden, Karmøy)	2026
Instrument Transformer	Instrument transformator 145 kV GIS konvensjonell	Instrument transformator 145 kV GIS ikke konvensjonell LPIT – Liåsen GIS 145 kV (Skaidi eller Hyggevatn 420 kV)	2030
		Miljøvennlig isolasjonsmedium (Ester isolert, ...) Ikke konvensjonell LPIT – Liåsen 132 kV, Stemmen 420 og 132 kV	2030

	Instrument transformator 145 kV	Instrument transformator 145 kV	
	Instrument transformer 420 kV AIS konvensjonell	Instrument transformer 420 kV GIS/AIS Ikke konvensjonell	2035
DC		GIS DC 525 kV SF6- Free (Horizon prosjekt)	2035
		Circuit-Breaker DC 320 kV	2030
		Circuit-Breaker DC 525 kV	2035
Power Trafo	Oljefyllt kraft transformator	Miljøvennlig isolasjonsmedium Solid State Transformer	2035 2045
Kontrollanlegg			
Digital transformatorstasjon	Elektrisk kabling mellom primærkomponenter og kontrollanleggskomponenter i kontrollrom	Digitalisert kontrollanlegg – prosessbuss på fiber mellom primærkomponenter og kontrollanleggskomponenter i kontrollrom	2026
	Kontroll- og vernfunksjoner realisert i mange fysiske, dedikerte enheter	Kontroll- og vernfunksjoner samles som applikasjoner på et fåtall servere i kontrollrommene. Applikasjoner med interoperabilitet mellom leverandører	2030
	Elektriske grensesnitt mellom primærkomponenter og kontrollanlegg	Alle primærkomponenter, inkludert transformatorer, har innebygd digitalt grensesnitt mot kontrollanlegg	2040
	Testing av programvare i vern og kontroll foregår manuelt og på anlegg. Ressurskrevende.	Automatisert testing. Raskere og mindre behov for å være på anlegg	2027
	Mye manuelt arbeid knyttet til design, spesifisering og funksjonsbeskrivelser	Digitaliserte engineeringsprosesser ved bruk av standarden IEC61850	2027
Overvåking, feilanalyse og vedlikehold	PMU og feilskriver	Tilgang til et større utvalg av nøyaktige sanntidsmålinger for bruk både til passiv overvåking og analyse, men også til automatisert kontroll av kraftsystemet	2027
	Avstand til feil beregnes i vernene	Vandrebelgeteknologi vil bidra til mer presise beregninger av avstand til feil	2028

	Manuell engineering og testing. Behov for fysiske komponenter for å gjennomføre tester	Digital tvilling for kontrollsystemet muliggjør digital engineering og testing	2026
	Kommunikasjon mellom kontrollanlegg og driftssentral ved bruk av standarden IEC104	Kommunikasjon mellom kontrollanlegg og driftssentral ved bruk av standarden IEC61850	2030
Hjelpekaft	Hjelpekaft fra selve stasjonen (diesel)	Hjelpekaft fra selve stasjonen basert på grønn teknologi, f.eks. brenselceller basert på hydrogen	2030
Ledning, liner, master og fundamenter			
Master	Skredmast 420 kV	Dobbelkursmast, flerkursmaster både transmisjonsnett og regionalnett sammen om optimalt	2027
	Selvbærende master i stål 420 kV	Limtremast 420 kV	2030
	Trestolper 132 kV	Ny design av master – optimal bruk av materialer og nye/eksisterende isolerende materialer med mindre materialer/vekt som krever mindre energi og er mer bærekraftige	2030
	Selvbærende alumast 420 kV	Knutepunkt i limtremast uten stål	2030
	Utv bardunerte master 420 kV		2030
	Komposittmast 132 kV		
		Gjenbruk av komponenter og redesignet for nytt bruk	
		Gaffelmaster (60 – 160 meter høye master)	2028
		Master for høyere spenning AC > 420 kV	2040?
Liner		HTLS liner for norske forhold	2026
		Høyere spenning AC > 420 kV	2040?
		Isolerte liner	2030
		DC liner med høyere spenning (>525 kV) for lange avstander	2040?
Fundament	Betongfundament og stålfundament i jord Fjellfundament	Null-/lavutslippsbetong i fundamenter	2030

Statnett

Statnett SF

Nydalen allé 33, Oslo

PB 4904 Nydalen, 0423 Oslo

Telefon: 23 90 30 00

E-post: firmapost@statnett.no

www.statnett.no