



Teknologirådet

TEKNO-TRENDER FOR STORTINGET

20 desember 2017

TEKNO-TRENDER

For 2018

- ▶ Kunstig intelligens
- ▶ Selvkjørende biler
- ▶ Solrevolusjonen
- ▶ Genredigering
- ▶ Blokkjeden

Kunstig intelligens

Selvkjørende biler

Solrevolusjonen

Genredigering

Blokkjeden

① KUNSTIG INTELLIGENS



Kunstig intelligens

Selvkjørende biler

Solrevolusjonen

Genredigering

Blokkjeden

Et gjennombrudd for kunstig intelligens

Vi kan snakke med digitale assistenter, maskiner gjenkjenner ansikter bedre enn mennesker, og selvkjørende biler har kjørt millioner av kilometer. Nøkkelen til dette er maskinlæring; en gruppe matematiske og statistiske teknikker som ved hjelp av data og regnekraft trener maskiner til å løse en oppgave.

Et eksempel er hvordan forskere ved Stanford-universitetet har trent et dataprogram til å gjenkjenne ondartede føflekker like godt som hudleger¹. En algoritme matet med bilder av føflekker ble testet mot hudleger i vurderingen av 2000 bilder. Algoritmen viste seg å være mer følsom og treffsikker enn spesialistene – den fanget opp flere tilfeller av føflekkreft, samtidig som den oppga færre falske positive.

Slike bildeanalyser er også overførbare til andre medisinske spesialiteter, som øre-nese-hals, øye, radiologi og patologi. I tillegg til at metoden er rask, er det mulig å bruke mobile enheter i diagnostiseringen.

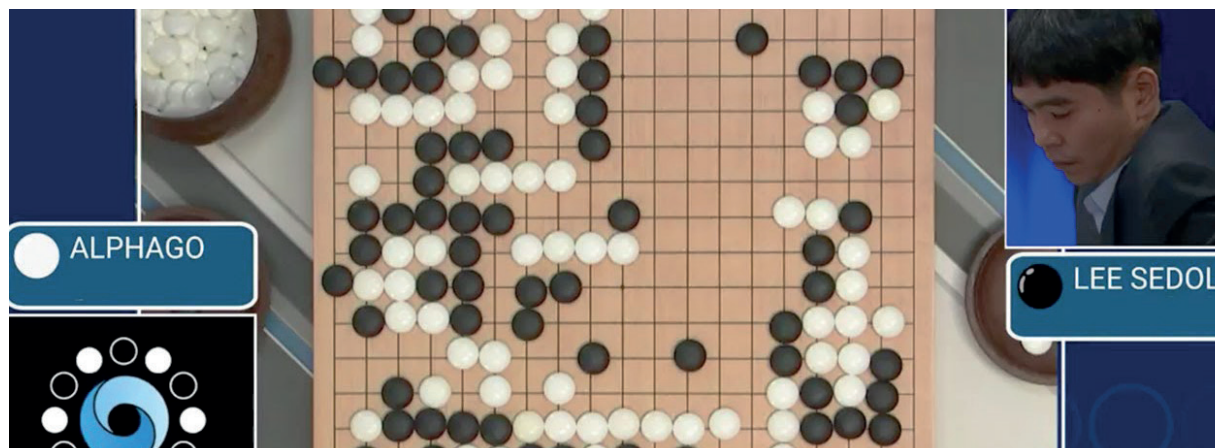


[Grafikk: Nature cover, Lesions learnt]

Hva driver utviklingen?

De siste årene har tre vesentlige endringer gjort det mulig å utvikle og ta i bruk maskinlæring enkelt, raskt og rimelig:

- **Store data:** For å trene opp maskinene er det nyttig med store mengder data. Med fremveksten av internett, mobil teknologi, og digitalisering av alt fra biler til kjøleskap, er det ikke lenger knapphet på data. De siste to årene har vi produsert mer data enn i alle foregående år i menneskehetens historie samlet. Dette er med på å gjøre maskinlæringen mer treffsikker.
- **Regnekraft** er viktig for å kunne behandle store datamengder, og justere algoritmene gjennom prøving og feiling. Kraftige prosesseringsbrikker utvikles jevnt og trutt, og kan leies, brukes, eller kjøpes ved behov fra nettskyen, slik at man slipper dyre investeringer.
- **Nye algoritmer:** Såkalte nevrale nett har de siste årene gjort det mulig å trene stadig mer nøyaktige maskinlæringsmodeller. Mens man tidligere gjorde maskinene intelligente ved å programmere regler for flest mulig utfall, kan nevrale nett bruke eksempler til å lære. Dette er mye brukt i bilde-, video-, lyd- og tekstforståelse.



[Grafikk hentet fra: https://i.ytimg.com/vi/_OV0Hlj8Fb8/maxresdefault.jpg]

Hva er mulighetene?

Overordnet kan maskinlæring gjøre to ting: ordne og sortere data, og forutsi fremtidige hendelser. Dette betyr at maskinene kan lære å høre, snakke, se og lese, samt gi prognoser.

Automatisering av prosesser: I Norge har DNB nå innvilget de første lånene uten en menneskelig rådgiver, noe de mener kan spare banken for milliarder². Kunstig intelligens kan også forbedre offentlige tjenester ved å forutse behov, tilpasse tjenester, avdekke svindel og feil. Enkelte typer saksbehandling kan dessuten automatiseres og gi umiddelbare svar på mange ulike språk.

Beslutningsstøtte for leger og pasienter: I en sektor med store mengder informasjon og ofte stort tidspress vil kunstig intelligens kunne bidra med beslutningsstøtte og diagnostisering. Dette betyr at alle innbyggere fra Kirkenes til Kristiansand på sikt kan få den samme kvaliteten på helsetjenestene. Britiske helsemyndigheter gjør nå forsøk med digitale assistenter som skal erstatte henvendelser til legevakten. Brukeren får vurdering og behandlingsråd fra algoritmen hjemmefra.

Beredskap for ekstreme vær-situasjoner:

I en tid med mye ekstremvær vil kunstig intelligens kunne gi bedre vær- og klimaprognoser, slik at vi kan være bedre forberedt. Meteorologer bruker kunstig intelligens for å hjelpe med prognoser for hvor lenge en storm kan vare, eller hvorvidt den vil lage skadelig hagl³.

Energieffektivisering: Energiforbruket kan reduseres hvis man lærer hvordan energien brukes gjennom døgnet, og hvordan eksterne faktorer som været påvirker. Eksempelvis har Google redusert energiforbruket på sine datasentre med 40 prosent ved å analysere tusenvis av sensorer i datasentrene⁴.



Politiske spørsmål

Hvordan skal verdiene i offentlige data komme folk flest til gode?

For å utvikle kunstig intelligens trengs det gode treningsdata. Norge har offentlige data i verdensklasse, som et resultat av en godt organisert velferdsstat med digitalt aktive innbyggere. Da globale selskaper fikk tilgang til oljeressursene 70-tallet, måtte de lære opp norske selskaper og støtte næringsutvikling gjennom krav til innkjøp. En nasjonal data-strategi bør derfor vurdere hvordan tilgang til offentlige data kan bidra til å bygge digital spisskompetanse og ny næring i Norge.

Hvem skal styre utviklingen?

Utviklingen av kunstig intelligens domineres i dag av Apple, Alphabet, IBM, Facebook og Amazon. I den digitale økonomien gjør nettverkseffekter ofte vinnerne enda sterkere: Jo flere som bruker tjenestene, jo mer data får selskapene, som igjen kan forbedre tjenestene ytterligere. Oppstartsbedrifter som likevel klarer å konkurrere, blir raskt kjøpt opp. Slik har gigantene skaffet seg tilnærmet monopol innen sine markeder. I hvor stor grad bør store globale selskaper kontrollere utviklingen av f.eks. helsetjenester?

Kan vi stole på algoritmene?

Skjevheter i algoritmenes treningsdata kan forplante seg. Når for eksempel smarte programmer for jobbsøknader trenes på data fra tidligere ansettelser, vil de kunne preges av eksisterende fordommer om kjønn og alder. EUs personvernforordning gir innbyggere rett til en forklaring av automatiserte beslutninger. Hvordan sikres denne rettigheten ved bruk av komplekse systemer som nevrale nett?

Behov for kompetanse

OECD forventer at kunstig intelligens vil føre til økt behov for ferdigheter langs disse tre linjene⁵:

- **Spesialisert kompetanse** for å kunne utvikle maskinlæring. Dette spenner fra grunnforskning til utvikling av nye algoritmer og applikasjoner.
- **Generelle ferdigheter** for å utvikle og ta i bruk maskinlæring på ulike bruksområder. For eksempel må noen leger kunne vurdere hva som skal til for at en algoritme kan bidra med diagnostisering på en forsvarlig måte.
- **Komplementære ferdigheter** som for eksempel å vurdere etiske implikasjoner eller gjøre risikovurderinger i eget arbeid.



Kunstig intelligens

Selvkjørende biler

Solrevolusjonen

Genredigering

Blokkjeden

② SELVKJØRENDE BILER



Bildeikk hentet fra <https://www.fox.com/>

Kunstig intelligens

Selvkjørende biler

Solrevolusjonen

Genredigering

Blokkjeden

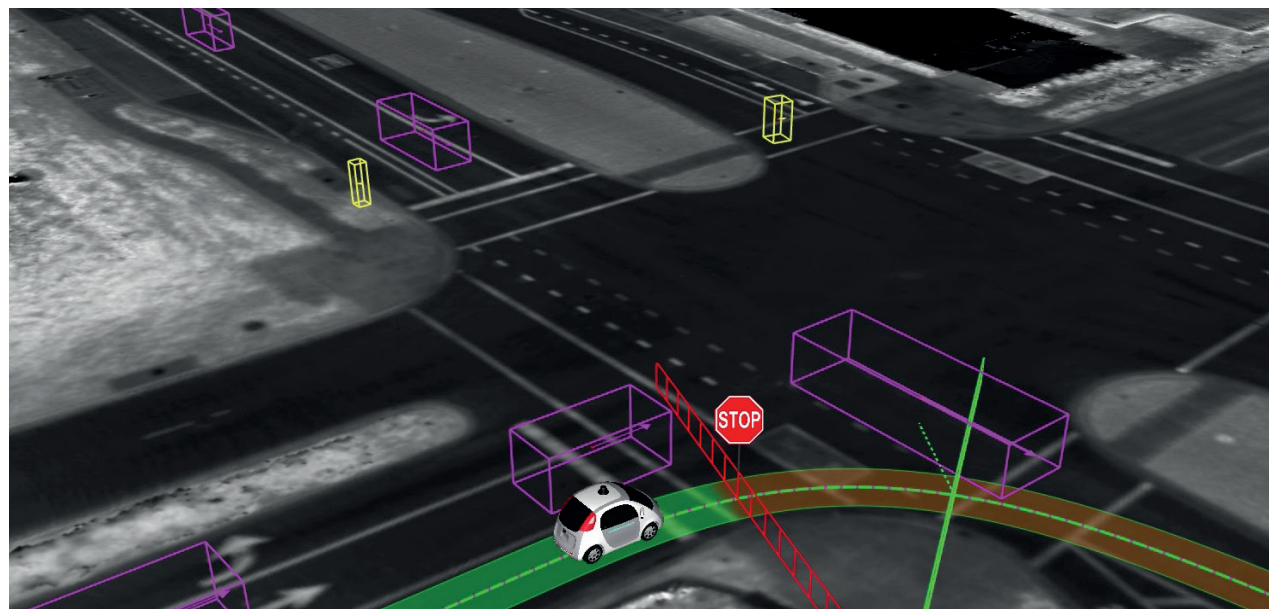
Allerede på vei

I 2004 utlyste det amerikanske forsvaret til The DARPA Grand Challenge: en konkurranse om å lage en selvkjørende bil som kunne kjøre en 240 kilometer lang løype i ørkenen. Vinneren kom bare 12 kilometer før den kjørte av veien. Året etter fullførte fem lag løypen, og vinneren brukte nye metoder for maskinlæring for å komme først.

Vinnerprosjektet ble videreført av Google, og skilt ut som selskapet Waymo. I november 2017 var Waymos biler gode nok til å fungere i vanlig

trafikk og uten sikkerhetssjåfør i Austin, Texas. Selskapet vil snart begynne å tilby taxitjenester i flere amerikanske byer⁶.

En rekke virksomheter sier de vil ha selvkjørende biler klare på markedet mellom 2021⁷ og 2025⁸. I tillegg til tradisjonelle bilmerker som Ford, BMW og Volvo, er også nyere taxiselskaper som Lyft og Uber med på å drive utviklingen. Det kinesiske søkemotorselskapet Baidu kan også bli en viktig aktør i fremtidens trafikk.



[[Grafikk hentet fra: https://storage.googleapis.com/sdc-prod/v1/press/waymo_minivan_5.jpg]]

Kunstig intelligens

Selvkjørende biler

Solrevolusjonen

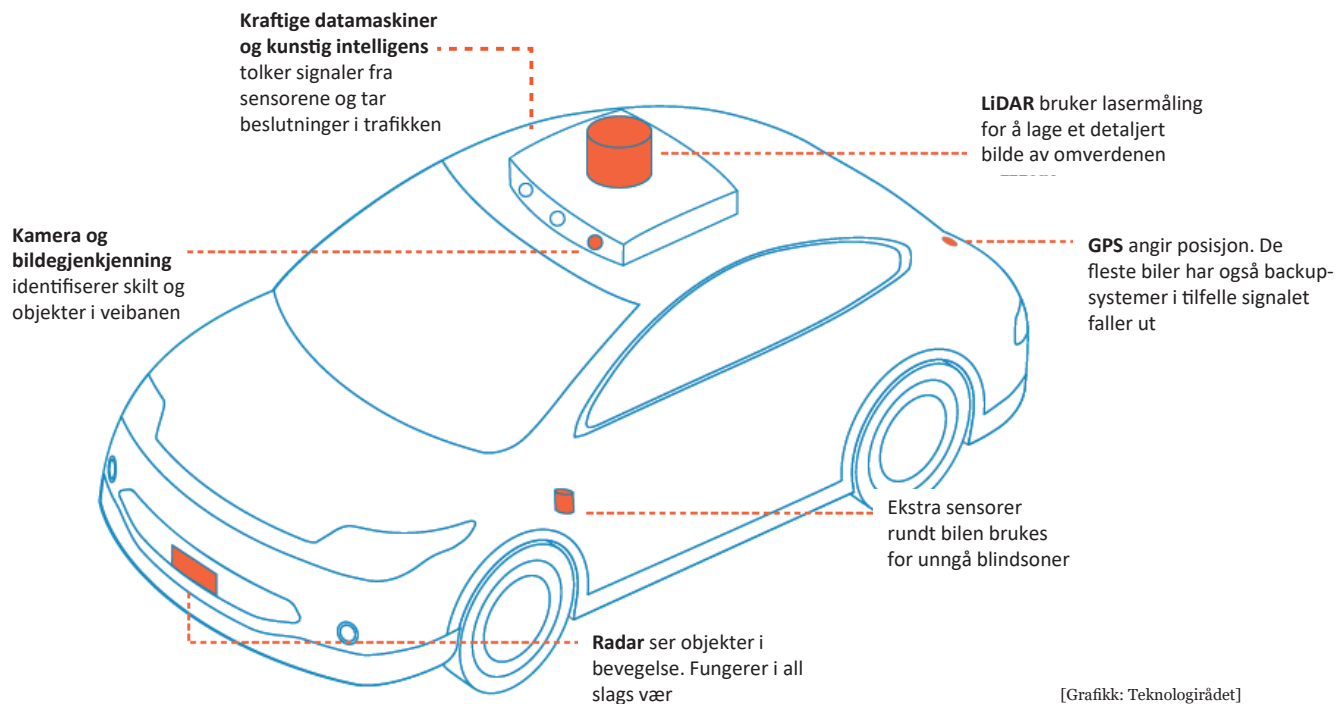
Genredigering

Blokkjeden

Hvordan virker det?

For å kunne fungere trygt i trafikken må bilen utføre en rekke oppgaver som en sjåfør ellers ville gjort. For å kunne gjøre dette bruker den en kombinasjon av sensorer, kraftige datamaskiner og kunstig intelligens.

Waymo har tilbakelagt 6,4 millioner kilometer med testing på offentlige veier. I tillegg brukes simulering og virtuell kjøring i dataprogrammer for å lære bilen og håndtere vanskelige situasjoner.



[Grafikk: Teknologirådet]

Kunstig intelligens

Selvkjørende biler

Solrevolusjonen

Genredigering

Blokkjeden

... også i Norge

Lov i Norge fra 2018

I november 2017 vedtok Stortinget en lov om utprøving av selvkjørende kjøretøy i Norge⁹. Loven vil gjøre det mulig å teste fullstendig selvkjørende biler, i visse tilfeller uten at en person sitter i kjøretøyet. Dette åpner for individuelle unntak fra veitrafikkloven, som krever at det til enhver tid er en ansvarlig sjåfør bak rattet.

Selvkjørende kollektivtransport

Flere norske kollektivselskaper har dessuten etablert prosjekter om selvkjørende busser. Allerede i dag gjennomføres det forsøk i norske byer i avgrensede områder. Ruter planlegger i 2018 å teste en flåte på opptil 50 selvkjørende minibusser¹⁰ i Oslo. Dette kan i så fall bli et av verdens største testforsøk¹¹.



[Grafikk hentet fra: ruter.no/pressebilder]

Kunstig intelligens

Selvkjørende biler

Solrevolusjonen

Genredigering

Blokkjeden

Politiske spørsmål

Mer sikkerhet, men mindre personvern?

Over 90 prosent av bilulykker skyldes menneskelig svikt, blant annet alkohol, distraksjoner i trafikken, og mangel på søvn. Selvkjørende biler vil kunne være betraktelig tryggere, såfremt de ikke tas i bruk før det er teknologisk forsvarlig. Samtidig oppstår nye utfordringer: for å tilrettelegge best mulig for reiser, må tilbyderne og produsentene samle inn mye informasjon om omgivelser og passasjerer. Dette kan innskrenke muligheten til å ferdes anonymt.

Hvem skal beskyttes?

Hvis bilens reaksjon på ulike situasjoner skal forhåndsprogrammeres, må også etiske vurderinger tas med i utviklingen. I Tyskland har myndighetene vedtatt 20 etiske regler for selvkjørende trafikk. Reglene innebærer blant annet at mennesker alltid skal beskyttes fremfor dyr eller eiendeler. Hvis bilen kommer i en situasjon der mennesker vil kunne bli skadet, er det ikke lov for programvaren å forskjellsbehandle mennesker basert på karakteristika som alder, kjønn, fysisk eller mental tilstand.

Blir det mer trafikk?

Selvkjørende biler vil kunne gjøre individuell transport tilgjengelig for alle, uavhengig om de er i stand til å kjøre selv eller ikke. Dersom teknologien gjør taxi billigere, kan dette gjøre at flere velger å kjøre enn å ta buss, sykle eller gå. Økt fremkommelighet for flere kan være positivt for verdiskaping og rettferdighet, samtidig som det kan gi utfordringer for miljø og veikapasitet. Selvkjørende biler kan føre til en fordobling av energibruk i transportsektoren, eller en reduksjon på 90 prosent, avhengig av hvordan teknologien brukes.

Bildeling på bekostning av frihet?

En studie gjort for OECD i Helsingfors viser at syv prosent av dagens kjøretøypark kan dekke hele byens transportbehov. I denne modellen vil delte taxier og minibusser, i tillegg til skinnegående transport, erstatte all privat bilkjøring. Dette kan gi et mer miljøvennlig og effektivt transportsystem, og parkeringsarealer i byene vil kunne brukes til andre ting. Et slikt scenario vil kreve strenge restriksjoner på bilkjøring, økt reisetid for de fleste bilister og at trafikkavviklingen styres sentralt.



Teknologirådet

Kunstig intelligens

Selvkjørende biler

Solrevolusjonen

Genredigering

Blokkjeden

③ SOLREVOLUSJONEN

Kunstig intelligens

Selvkjørende biler

Solrevolusjonen

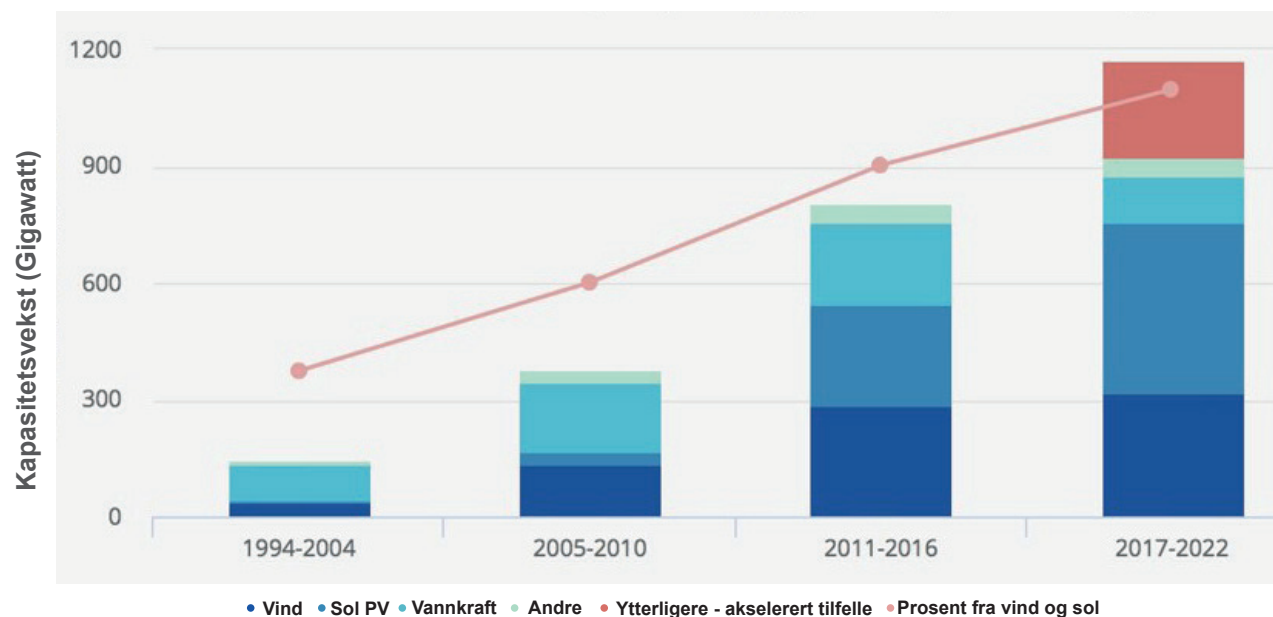
Genredigering

Blokkjeden

Ny tidsalder for solenergi

Solkraft er den hurtigst voksende formen for el-produksjon, og i 2016 ble det installert 50 prosent mer solkraft i verden enn året før. Investeringer i sol overgår nå både kull- og gasskraft. Det internasjonale energibyrået (IEA) forventer sterk vekst de neste årene. De har over tid undervurdert vekstraten for solkraft, og kritikere mener de fortsatt gjør dette.

Frem mot 2030 har EU-landene forpliktet seg til at fornybar energi skal stå for 27 prosent av totalt energikonsum, opp fra 16 prosent i tidligere avtaler. Norge er tett koblet til Europas energimarked. Uavhengig av vår egen satsing på solkraft, vil utviklingen i Europa og resten av verden gi konsekvenser her til lands.



[Grafikk: IEA, oktober 2017. Oversatt til norsk.]

Kunstig intelligens

Selvkjørende biler

Solrevolusjonen

Genredigering

Blokkjeden

Hva driver utviklingen?

Kraftig prisfall for solceller: Politisk satsing i særlig Kina og Tyskland har ført til at solceller produseres i stort volum. Dermed synker prisene.

Billigere energilagring: prisen for batterier har siden 2010 falt med om lag 80 prosent, og med fortsatt prisfall vil dette gi billig lagring.

Smartnett og digitalisering: de fleste norske hjem utstyres nå med smartmålere. Digitalisering av strømmettet gjør det lettere å koordinere lagring og forbruk, og lettere for plusskunder med egen produksjon å selge inn til nettet.

Nye forretningsmodeller: det blir enklere å anskaffe solcelleanlegg, for eksempel gjennom leasing. Digitaliserte kart gjør at kunden enkelt kan få anslag på lønnsomhet. Nye plattformer opprettes for deletjenester eller «virtuelle strømselskap»

Mange husholdninger ønsker å produsere strøm til eget forbruk, og satsingen på EL-biler drar med seg interessen for solceller.



[Grafikk: Shutterstock, 2017]

Kunstig intelligens

Selvkjørende biler

Solrevolusjonen

Genredigering

Blokkjeden

Politiske spørsmål

Hva skjer med verdien av norsk gass?

I motsetning til fossile energikilder som kull og olje har sol og vindkraft nærmest ingen marginalkostnad. Den økende bruken av slike kraftkilder driver derfor prisene ned. I Tyskland har dette allerede gjort kullkraft mindre lønnsomt, og utviklingen kan også påvirke verdien av norsk gass i fremtiden.

Fremtidsrettet infrastruktur

Norske nettselskap skal investere rundt 140 mrd. kroner i kraftnettet de neste 10 årene. Forventninger om økt strømforbruk er en viktig forutsetning. En slik økning har tradisjonelt krevd at kraftnett dimensjoneres opp for å håndtere få,

men høye etterspørselstopper. Mer lokal energiproduksjon og lagring, sammen med smarte målere og energinett kan redusere dette behovet. Mer av energibehovet i nettet kan da hentes ut fra husholdninger under forbrukstoppene.

Hvem skal betale for strømmettet?

Et kraftsystem preget av mer distribuert energiproduksjon- og lagring kan føre til mindre avhengighet av det sentrale strømmettet. Dette kan utfordre kostnadsfordelingen av nødvendig infrastruktur. Hvis alle nettkunder må dele likt på kostnadene uavhengig av egen produksjon kan dette bremse utviklingen og investeringsviljen i fornybar energi.



Teknologirådet

Kunstig intelligens

Selvkjørende biler

Solrevolusjonen

Genredigering

Blokkjeden

④ GENREDIGERING

Kunstig intelligens

Selvkjørende biler

Solrevolusjonen

Genredigering

Blokkjeden

Gensaksen CRISPR

CRISPR er en ny metode for å gjøre målrettede endringer i arvestoffet DNA. Metoden er hentet fra bakteriens immunforsvar og fungerer som en «gensaks» som kan klippe ut, bytte og legge til arvestoffet DNA i mennesker, dyr, planter og mikroorganismer.

I tradisjonell genmodifisering settes genet fra en fremmed art inn helt tilfeldig, og man har liten kontroll på hva som skjer. Med CRISPR kan man gjøre genetiske endringer mer presist, effektivt og billig. Samt, man kan bruke gen fra egen art. For eksempel kan man tilpasse de genetiske egenskapene til immunceller, slik at de blir bedre til å angripe kreftceller.

Denne utviklingen utfordrer det eksisterende lovverket, fordi genteknologiloven fra 1993 er laget eksplisitt med tanke på innføring av DNA fra fremmede arter. Når dette ikke lenger er nødvendig, endres flere viktige debatter om bioteknologi og samfunn.



[Grafikk: Science Magazine Cover, 2015]



Teknologirådet

Kunstig intelligens

Selvkjørende biler

Solrevolusjonen

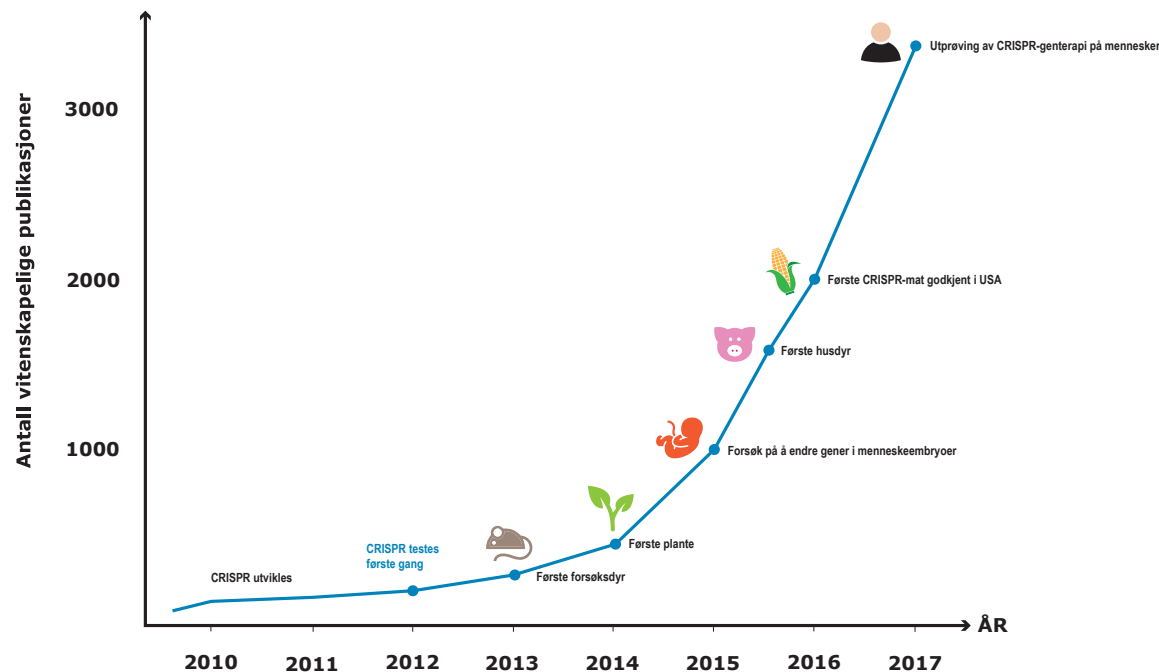
Genredigering

Blokkjeden

Utvikles i rekordfart

Genetiske endringer som før tok måneder, eller år å lage, kan nå gjøres i løpet av uker og til en brøkdel av prisen. Teknologien kan brukes i alle levende organismer, og dermed deles nyoppdagelser raskt på tvers av fagfelt. Den samme metoden kan gi nye muligheter innen alt fra kreftbehandling og medisinproduksjon, til lakseoppdrett og biodrivstoff.

Metoden ble først tatt i bruk i 2012¹², og det er allerede utviklet virusresistente griser, planter med endret næringsinnhold, og hunder med økt muskelvekst¹³. I USA har CRISPR-redigert sopp og mais blitt godkjent for salg. I 2015 gjorde kinesiske forskere historiens første forsøk med å modifisere menneskeembryoer¹⁴, og flere studier har fulgt siden.



[Grafikk: Teknologirådet]

Kunstig intelligens

Selvkjørende biler

Solrevolusjonen

Genredigering

Blokkjeden

Politiske spørsmål

Skal CRISPR reguleres som GMO?

Motstand mot GMO har ofte vært forbundet med at det settes inn fremmede gener i planter. Med CRISPR kan man lage endringer som ligner på tradisjonell avl og foredling av dyr og planter. I desember 2017 foreslo flertallet i Bioteknologirådet å myke opp regelverket for genmodifiserte organismer, slik det bl.a. er gjort i Sverige. Forslaget innebærer en nivådeling i genteknologi-loven, slik at enkelte typer GMO-er utløser en meldeplikt istedenfor krav om full godkjenningssprosess¹⁵.

Må vi genredigere dyr for å henge med?

I Norge har vi gode avlsprogrammer for gris, laks og storfe som bidrar til verdifull eksport. Konkurrenter i andre land satser nå stort på CRISPR-teknologi. I USA har man for eksempel skrudd av et gen og dermed gjort griser resistente mot en virussykdom. Samtidig kan det stilles spørsmål ved om genredigering er en teknologisk fiks på problemer som skyldes lite bærekraftig matproduksjon.

Skal vi endre den menneskelige arverekken?

I august 2017 publiserte amerikanske forskere en studie der de hadde brukt CRISPR til å redigere bort en arvelig hjertesykdom i befruktede egg¹⁶. Alle endringer som gjøres i kjønnsceller eller befruktede egg er arvelige. Dette betyr at vellykkede inngrep vil kunne forhindre mye fremtidig lidelse. Samtidig vil feiltrinn få konsekvenser for kommende generasjoner.

Behandling eller forbedring?

Genterapi kan brukes til å reparere genfeil på pasienter, uten at det medfører arvelige endringer. Forsøk som har skapt alvorlige bivirkninger og dødsfall har ført til streng regulering av genterapi i Norge. Med genredigering kan det nå bli mulig å kurere for eksempel blindhet¹⁷, muskelsvinn¹⁸ og HIV¹⁹, og Bioteknologimeldingen åpner for å lempe på kravet om at genterapi bare kan brukes til «alvorlig sykdom».²⁰ Hvor går i tilfelle grensene mellom behandling og forbedring? Hvorfor stoppe ved astma hvis man også kan forbedre O2-opptaket?



Kunstig intelligens

Selvkjørende biler

Solrevolusjonen

Genredigering

Blokkjeden

⑤ BLOKKJEDEN

Kunstig intelligens

Selvkjørende biler

Solrevolusjonen

Genredigering

Blokkjeden

Hva er blokkjeden?

Bitcoin er en digital valuta og betalingssystem som har fått en eksplosiv vekst både i kurs og omsetning den siste tiden. Valutaen ble introdusert av pseudonymet «Satoshi Nakamoto» i 2009, og har i dag flere millioner unike brukere over hele verden. Bitcoin er desentralisert, og transaksjonene skjer direkte mellom brukerne uten mellomledd.

Den underliggende teknologien kalles blokkjeden (blockchain), og kan sees på som en digitalisert hovedbok for transaksjoner. Dette kan være betalinger, eiendomsforhold, sertifikater eller kontrakter. Blokkjeden holder oversikt over transaksjoner på en desentralisert, permanent og gjennomiktig måte, noe som gjør det mulig å etablere tillit uten å måtte involvere tredjeparter som Brønnøysundregistrene.



- **Sikker:** Hver transaksjon krypteres, lagres fortløpende og samles i blokker som danner en kjede.
- **Permanent:** Nye blokker lagres sammen med et «regnestykke» med informasjon fra den forrige blokken. Hvis noen prøver å endre innholdet, vil det oppdages av de neste blokkene fordi «regnestykket» da ikke går opp. Det er dermed ikke mulig å forandre informasjon som allerede er lagret.
- **Desentralisert:** Kopier av blokkjeden lagres på mange maskiner. Et slikt distribuert nettverk bidrar til å sikre at informasjonen ikke kan forandres av enkeltpersoner – da informasjonen alltid må være lik på alle kopiene.
- **Transparent:** Full åpenhet gjør at transaksjonene er synlige for alle i systemet. Brukerne kan imidlertid være anonyme.



Kunstig intelligens

Selvkjørende biler

Solrevolusjonen

Genredigering

Blokkjeden

Blokkjedens mange muligheter

Smarte kontrakter

Med blokkjeden kan man lage såkalte smarte kontrakter, og fjerne behovet for mellomledd. Når visse kriterier oppfylles, utføres en handling. Ved kjøp og salg av eiendom kan man for eksempel forhåndsprogrammere at eierskapet til eiendommen overføres og registreres på blokkjeden så snart betalingen av kjøpesummen er registrert. Dette, sammen med banklån og registrering i Lantmäteriet²¹, prøves nå ut i Sverige.

Informasjonsdeling over grensene

Datautveksling mellom offentlige etater i samme land, og mellom land, har med hensyn til personvern blitt regulert strengt. Estland og Finland har inngått avtale om å bruke blokkjeden til å gjøre helsedata tilgjengelig for helsepersonell og innbyggere i begge land. Dette vil gjøre det mulig å tilby helsetjenester på tvers av land, og for innbyggerne å bruke helsetjenester når de er på reise²².

Sporing i industri og handel

Informasjon om opprinnelsessted, kvalitet og bærekraft, er viktige egenskaper for en vare. Det kan være mange aktører involvert og vanskelig å få full oversikt. Blokkjeden gjør det mulig å etablere et gjennomsliktig bilde av alle ledd i produksjonen av en vare. Selskapet *Everledger* bruker for eksempel blokkjeden til å spore og dokumentere diamanter, slik at kundene kan være sikre på opphavet²³.

Samtykke i helsesektoren

I dag håndterer hvert system fullmakter forskjellig. Blokkjeden egner seg til å håndtere samtykke, fullmakter, sperringer og reservasjoner på tvers av ulike registre. *MyHealthMyData* tilbyr mulighet for dynamisk samtykke, dvs. å gi, nekte, eller trekke tilbake, tilgang til data fra ulike tilbydere²⁴. Det betyr at innbyggerne enklere kan kontrollere hvem de deler hvilke data med, og at offentlig sektor kan samhandle på tvers av etater.



Kunstig intelligens

Selvkjørende biler

Solrevolusjonen

Genredigering

Blokkjeden

Politiske spørsmål

Blokkjede-teknologien kan brukes på mange ulike måter. Den kan være både privat og offentlig, og systemene kan være mer eller mindre åpne og desentraliserte. Myndighetene kan dermed følge ulike strategier for å håndtere blokkjeden²⁵:

Oppmuntre private aktører til å utvikle løsninger basert på blokkjeden ved å gi deres produkter legitimitet. Myndighetene kan for eksempel legge til rette for lovlig bruk gjennom såkalte regulatoriske sandkasser, der virksomheter kan prøve ut blokkjede-teknologi på en kontrollert måte. Dette har de blant annet gjort i Storbritannia²⁶. Fordelen med en slik strategi kan være å stimulere innovasjon, og bidra til mer oversikt.

Motarbeide. I åpne og desentraliserte blokkjeder kan brukerne opptre anonymt og dermed bruke teknologien til hvitvasking, skatteunndragelse, eller finansiering av terror. Enkelte har derfor tatt til orde for å nekte å bruke valuta basert på blokkjeden, og tilsidesette og reversere bestemmelser i automatiserte kontrakter som ikke følger lokal lov.

Selv ta i bruk elementer av teknologien i eksisterende tjenester. Myndighetene kan etablere en såkalt lukket blokkjede, uten full desentralisering og transparens, og dermed beholde rollen som ansvarlig tredjepart. Det er denne modellen som er tatt i bruk av helsesektoren i Estland og Finland.



Sluttnoter

- 1 <https://www.nature.com/articles/nature21056>
- 2 Avisoppslag i avisen Grannar, 23. novemeber 2017
- 3 <https://www.technologyreview.com/the-download/608726/climate-change-research-is-getting-a-big-dose-of-ai/> og
https://www.nature.com/polopoly_fs/1.22503!/menu/main/topColumns/topLeftColumn/pdf/548379a.pdf
- 4 <https://deepmind.com/blog/deepmind-ai-reduces-google-data-centre-cooling-bill-40/>
- 5 [http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/science-and-technology/oecd-digital-economy-outlook-2017_9789264276284-en#pa
ge306](http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/science-and-technology/oecd-digital-economy-outlook-2017_9789264276284-en#page306)
- 6 <https://medium.com/waymo/with-waymo-in-the-drivers-seat-fully-self-driving-vehicles-can-transform-the-way-we-get-around-75e9622e829a>
- 7 <https://www.technologyreview.com/s/602196/2021-may-be-the-year-of-the-fully-autonomous-car/>
- 8 <http://nordic.businessinsider.com/the-18-driverless-car-breakthroughs-2030-2016-12?r=US&IR=T>
- 9 <https://www.stortinget.no/no/Saker-og-publikasjoner/Saker/Sak/?p=69172>
- 10 <https://www.aftenposten.no/osloby/i/mq00g/Oslo-far-utslippsfrie-selvkjorende-busser-i-2018>
- 11 <https://avsincities.bloomberg.org/global-atlas/europe/no/oslo-no>
- 12 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22745249>
- 13 <http://www.nature.com/news/welcome-to-the-crispr-zoo-1.19537>
- 14 <http://www.nature.com/news/chinese-scientists-genetically-modify-human-embryos-1.17378>
- 15 <http://www.bioteknologiradet.no/2017/12/foreslar-a-myke-opp-gmo-regelverket/>
- 16 <https://www.nature.com/news/crispr-fixes-disease-gene-in-viable-human-embryos-1.22382>
- 17 <http://www.forbes.com/sites/emilymullin/2016/01/29/crispr-used-to-repair-blindness-causing-gene-defect/#2e081ef867b6>
- 18 <http://www.sciencemag.org/news/2015/12/crispr-helps-heal-mice-muscular-dystrophy>
- 19 <http://www.nature.com/news/hiv-overcomes-crispr-gene-editing-attack-1.19712>
- 20 <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-39-20162017/id2557037/>
- 21 <http://www.coindesk.com/sweden-moves-next-stage-blockchain-land-registry/>
- 22 <https://e-estonia.com/estonia-and-finland-to-start-sharing-patient-data-and-thats-just-the-start/>
- 23 <https://www.forbes.com/sites/pamelaambler/2017/09/10/how-blockchain-is-fixing-the-diamond-industrys-rampant-ethical-issues/#4610f62425bc>
- 24 http://www.maltatoday.com.mt/business/technology/76459/malta_set_for_revolutionary_national_blockchain_strategy_#.WPjGeFPyuNa
- 25 [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2017/581948/EPRS_IDA\(2017\)581948_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2017/581948/EPRS_IDA(2017)581948_EN.pdf)
- 26 <https://www.coindesk.com/uk-finance-watchdog-adds-blockchain-startups-regulatory-sandbox/>



Teknologirådet