

DELRAPPORT

5

TEKNOLOGI- TRENDER

som vil endre norsk
matproduksjon

RETHINK
FOOD

INTRODUKSJON

Dette er en delrapport som danner deler av grunnlaget for en kartlegging av hvordan det norske matsystemet vil se ut i 2035.

I denne delrapporten tar vi for oss fem ulike teknologitrender som vil påvirke matproduksjonen i fremtiden. Vi forklarer hva de ulike teknologiene er, hvor langt utviklingen har kommet, hva som driver teknologitrenden og hva som kan bremse utviklingen.

- **FoodTech**
- **BioTech**
- **AgTech**
- **DigiTech**
- **Kunstig intelligens**

Prosjektet er støttet av
Stiftelsen Teknologiformidling



HVA ER ET MATSYSTEM?

Tradisjonelt har vi sett på matproduksjon som mange ulike aktiviteter langs en verdikjede.

Denne måten å forstå ei næring på er gammeldags og lite nyttig i dag.

Matproduksjon- og konsum skjer ikke i et vakuum. Det er mer som påvirker hvordan vi produserer og konsumerer mat enn aktører og aktiviteter langs en bestemt verdikjede eller verdisirkel.

Et matsystem inkluderer alle direkte og indirekte faktorer som påvirker maten vår.

Det kan være økosystemer, klima, folk, infrastruktur, energitilgang, institusjoner, markeder, politikk, maktkonstellasjoner, aktørkart og kultur.



FOODTECH

Hva er FoodTech?

FoodTech er teknologier som gjør det mulig å produsere alternative proteiner og andre næringsstoffer.

Alternative proteiner og næringsstoffer er alle former for ingredienser og produksjonsmetoder som erstatter tradisjonelle proteiner og næringsstoffer.

Den nye generasjonen av alternative proteiner ser ut som, kan tilberedes og smaker som de opprinnelige produktene de etterligner.

I dag er det mulig å bruke flere metoder for å lage matprodukter med alternative proteiner. Plantebaserte produkter har kommet lengst, men presisjonsfermentering og kultivering av celler er også på vei inn på markedet.

Her er noen eksempler:

- *Shear* celle-teknologi lager fiber-tekstur ved å legge plantebaserte proteiner mellom to roterende sylindere
- High moisture extrusion etterligner utseende og fiberstruktur til animalske produkter
- 3D-printing kan lage strukturer som minner om hele muskler i animalske produkter
- Presisjonsfermentering kan dyrke frem enzymer, smaksagenter, proteiner, vitaminer, naturlige pigmenter og fett
- Celledyrking dyrker frem celler av animalske- og fiskeceller.
- Enzymatisk hydrolyse

Teknologidrivere for FoodTech globalt

- Klima- og miljøproblemene vi står overfor gjør det viktig at økningen av matproduksjonen ikke øker klimabelastningen ytterligere og ikke går på bekostning av vill natur.
- Globalt står jordbruket for 14 prosent av klimagassutslippene hvorav mesteparten kommer fra animalsk produksjon. Alternative produksjonsmetoder av proteiner har potensial til å redusere utslippene fra matproduksjon.
- FoodTech vil være arealavhengig og dermed kunne redusere presset på biologisk mangfold. Miljøavtrykket vil også reduseres ved mindre forurensing av luft og vann.
- Med færre husdyr globalt vil vi også redusere risikoen for zoonotiske sykdommer og antibiotikaresistens.
- Globalt går det store mengder vannressurser til animalsk produksjon. Alternative proteiner kan redusere presset på en begrenset ressurs.

Teknologibremser for FoodTech globalt

- Fremdeles mangler vi en del kunnskap for å kunne konkludere om ressurseffektiviteten knyttet til produksjonen er god nok. Det krever mye energi for å produsere alternative proteiner.
- Det er også usikkerhet knyttet til prosesseringsgrad og helseeffekter.
- I mange land er det strenge reguleringer knyttet til mat og det er usikkerhet rundt hvordan dette vil bli regulert. I USA har de nå godkjent noen produksjonsmetoder, mens Italia forbyr lab-kjøtt.

Kilder:

1. FAO.no
2. Good Food Institute, State of the Industry report
3. Mckinsey & Company: The Next Normal; The Future of food: Meatless?



BIOTECH

Hva er BioTech?

Bioteknologi er teknologier der vi bruker mikroorganismer eller celler for å forbedre eller lage produkter, planter eller dyr.

Mennesker har brukt bioteknologi i tusenvis av år. Vi tilsetter mikrober i maten vår for å lage brød, øl og yoghurt. Vi har systematisk drevet avlsarbeid for å utvikle egenskaper hos husdyr som passer til vårt bruk.

I dag er bioteknologi under kraftig utvikling og verktøyene innen særlig genteknologi blir stadig bedre og mer presise.

Genteknologi

Genteknologi er teknologier som gjør det mulig å gjøre endringer i organismers gener. De moderne genteknologiene som er relevante for matproduksjonen er:

- Genspleising (rekombinant DNA-teknikk)
- Monoklonal antistoffteknikk (immunglobuliner)
- Genredigering med CRISPR
- Syntetisk biologi



Gensaksen CRISPR

CRISPR er en metode som gjør det mulig å redigere i genene våre ved å skru av og på gener. Det er en rimelig og presis teknologi som gjør den både effektiv og mulig å ta i bruk uten store ressurser.

Med CRISPR-teknologi er det mulig å skru av sykdomsgener slik at husdyr (eller mennesker) ikke blir syke. Det er også mulig å skru på gener slik at planter kan bli mer motstandsdyktige mot sykdom eller tåler mer hardfør vær.

Gjennombrudd globalt

- Forskere i USA har genmodifisert planter som omdanner vesentlig mer CO₂ til biomasse gjennom fotosyntesen.
- I enkelte land kan du kjøpe tomater som holder seg lenger på grunn av et tilsatt modningsenzym satt inn i motsatt retning i kromosomet. Dette betyr at tomaten produserer RNA som binder og inaktiverer enzymet m-RNA.
- Forskere ser nå på muligheten for å gjøre aminosyresammensetningen i korn mer balansert. Dette betyr at de tåler klimaendringer i større grad.
- Ved genteknologi kan man produsere planter som forbedrer biologisk bekjempelse av bakterier og sopp.
- I husdyravl og havbruk tror man det skal være mulig å få fortgang i seleksjonen av dyr med gener slik at vi kan unngå bestemte gener for sykdom, bedre førtynyttelse og sykdomsresistens.

Teknologidrivere for genteknologi

- Vi trenger mer mat til en voksende befolkning uten at matproduksjonen skal gå på bekostning av mer vill natur eller økte klimagassutslipp. Samtidig vil klimaendringer sette vår evne til å produsere mat under press ved økt erosjon, endrede klimatiske forhold og mer ekstremvær.
- Genteknologi er et kraftige verktøy for å øke matproduksjonen ettersom vi kan gjøre planter mer robuste mot klimaendringer, vi kan utrydde sykdommer hos husdyr og planter eller gjøre laksen steril for å hindre spredning til villaksen.
- Ved å ta i bruk CRISPR eller andre genteknologier er det mulig å utrydde sykdommer hos planter og fisk. Det vil øke dyrevelferden.

Teknologibremser for genteknologi

- Rent teknologisk er det ikke noe som bremser utviklingen av eksisterende og nye produkter ved å ta i bruk genteknologi. Det er først og fremst frykten for utilsiktede konsekvenser, forbrukerholdninger og lover og regler.
- Genteknologi har alltid stått overfor etiske vurderinger. I hvilken grad har vi mennesker rett til å endre på arvemateriale til planter og dyr?
- Vi har ikke, og kommer aldri til å få, nok kunnskap om konsekvensene av feil bruk av genredigering. Samtidig er presisjonsgraden i de nye genteknologiene av en helt annen kaliber og det er langt bedre muligheter til å avdekke eventuelle feil.
- Likevel, ved feil bruk kan konsekvensene bli store. Økosystemer er sårbare og selv små inngrep kan få store konsekvenser.
- I dag er genredigering regulert under bioteknologiloven og er ikke tillatt i matproduksjonen i Norge. Det kan endre seg når en Norsk Offentlig Utredning (NOU) legger frem sine anbefalinger til endringer i bioteknologiloven før sommeren.



AGTECH

Hva er AgTech?

AgTech inkluderer all teknologi som hjelper bonden og forbedrer agronomien. "Ag" er en forkortelse av ordet agronomi som betyr vitenskapen om forvaltning av jorda.

AgTech vil erstatte tradisjonelle verktøy som bonden bruker for å produsere mat som menneskelig arbeidskraft, traktorer og andre mekaniske redskaper.

Melkeroboten er et godt og velkjent eksempel på hvordan AgTech kan automatisere og effektivisere bondens jobb.

AgTech består av mange av mange ulike teknologier:

- robotikk
- droner
- autonome traktorer
- GPS- og satellitt-teknologi



PRESISJONSJORDBRUK

AgTech er et viktig verktøy for å lykkes med et presisjonsjordbruk. I et presisjonsjordbruk bruker vi kun innsatsfaktorer eller behandler jord, planter og dyr som trenger behandling.

I dag bruker vi mange ressurser på å sprøyte en hel åker selv om kanskje bare noen planter er blitt infisert av sopp eller er angrepet av skadegjørere. En sprøyte-robot eller drone kan identifisere den infiserte planten og behandle bare det infiserte området. Alle de andre plantene lar den være i fred. Det vil redusere bruken av plantevernmidler dramatisk.

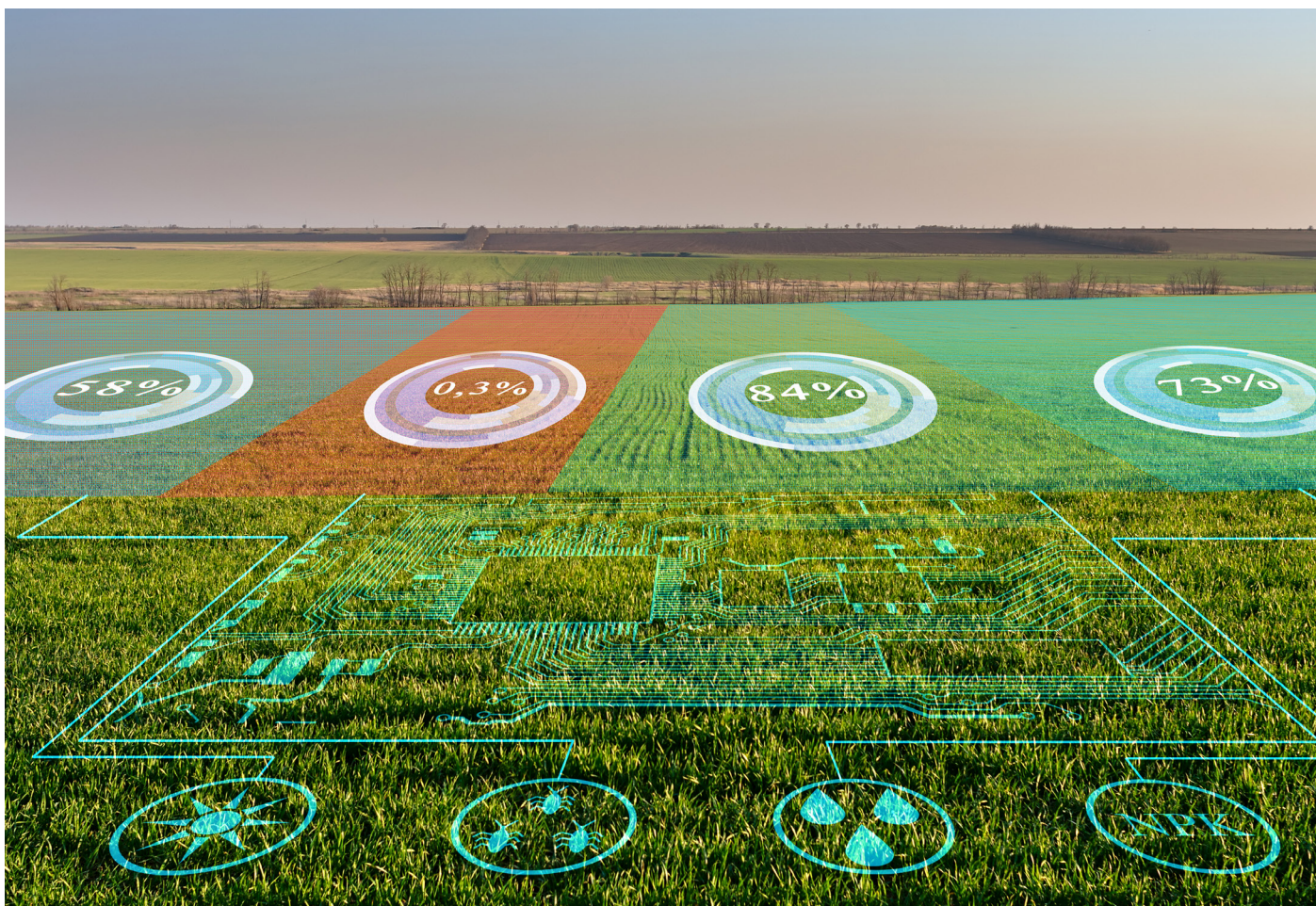
På samme måte er det også mulig å redusere bruken av gjødsel. Roboter eller droner kan identifisere områder som har behov for gjødsling, men lar resten av åkeren være. Det vil redusere avrenning fra jordbruket.

Teknologidrivere for AgTech

- I fremtiden vil vi trenge mer mat uten at det går på bekostning av vill natur. Presisjonsjordbruket vil gjøre det mulig å utnytte eksisterende landbruksareal bedre og mer effektivt.
- Mange forbrukere er opptatt av helse og av å minimere bruken av plantevernmidler i matproduksjon.
- Bonden er opptatt av å redusere kostnader til innsatsfaktorer. Bruken av AgTech vil dramatisk redusere bruken av plantevernmidler og gjødsel.
- Den største driveren for AgTech er mangel på kompetent arbeidskraft. Roboter, droner og autonome traktorer vil ta over jobber som for mennesker er helsefarlige og monotone.

Teknologibremser for AgTech

- Ny teknologi krever kompetanse til å ta den i bruk. Bønder i Norge har en gjennomsnittsalder på 54 år og den øker år for år. Høy alder kan være et insentiv til å ta teknologi i bruk for å redusere tungt, tungvint og mengde arbeid, men det kan også være en barriere for eldre bønder har i snitt mindre kompetanse om ny teknologi enn den yngre generasjon.
- I hvilken grad de ulike teknologiene møter motstand i tolkninger av eksisterende regelverk og atutviklingen av nytt og tilpasset regelverk går for sakte.



DIGITECH

Hva er DigiTech?

DigiTech er et begrep som er lite brukt, men som omfatter ulike teknologier og innovasjoner som fremmer digitalisering. Digitalisering betyr å konvertere analoge data, prosesser og tjenester til digitale data, prosesser og tjenester.

Å sende en epost fremfor et klassisk brev via post, er et eksempel på digitalisering.

Innenfor digitalisering finner vi alle mulige teknologier som bidrar til å digitalisere mat-systemet vårt. I det legger vi teknologier som

gjør det mulig å samle inn og analysere store mengder data i sanntid.

I følge EU vil den digitale transformasjonen av landbruket legge til rette for mer samarbeid på kryss og tvers av hele mat-systemet, effektivisere arbeidet til bøndene og gi nye muligheter for innovative bedrifter.

Teknologier som AI, robotikk, IoT, edge computing, 5G, blockchain og super-computing har alle potensial til å gjøre landbruket mer effektivt, bærekraftig og konkurransedyktig.

Men, digitalisering kan også ha en negativ effekt for de som ikke henger med i utviklingen. Vi kan se et delt landbruk der noen bruker tradisjonelle driftsmetoder og vil oppleve å henge etter.



Teknologier som vil digitalisere landbruket kan være:

- stordataanalyse
- maskinlæring
- dyplæring
- blockchain
- 5G
- supercomputing
- edge computing
- kunstig intelligens



HVA SKAL VI BRUKE SENSORER OG INTERNET OF THINGS TIL?

Sensorer, kamera og satellitter samler inn data i sanntid som kan utnyttes av bøndene for å ta bedre avgjørelser.

Bedre data vil gi bøndene et bedre beslutningsgrunnlag og dermed en vesentlig forbedring av produksjonen, både i åkeren og i fjøset.

Sensorer i melkeroboten kan gi beskjed om kua begynner å utvikle jurbetennelse. Videoovervåking kan gi bonden signaler om noen av dyra er syke eller viser tegn til brunst. Sensorer i jorda kan gi bonden beskjed om det er på tide å vanne, gjødsle eller om avlingen er klar for å høstes.

Klimaendringer vil gjøre det vanskeligere for bonden å produsere mat uten et godt beslutningsgrunnlag. Når du kombinerer sanntidsdata med nøyaktige vær- og lokasjonsdata, kan vi virkelig snakke om presisjonslandbruk.

Teknologidrivere for DigiTech

- Hele samfunnet digitaliseres og det vil være katastrofalt for landbruket å stå utenfor digitaliseringsprosessen.
- Bonden kan oppleve økt økonomisk fremgang ved å bruke ressursene på gården riktigere og mer effektivt.
- Trolig vil dyrevelferden bli bedre etter som bonden kan få bedre oversikt over hver enkelt individ.
- Datainnsamlingen betyr også bedre dokumentasjon. Det betyr at matprodusenter kan vise til hvor og hvordan maten har blitt produsert og bruke det i ulike merkeordninger og markedsføring.
- Datainnsamling og muligheter til å dele data vil også gi økt transparens langs hele verdikjeden.

Teknologibremser for DigiTech

- Med mange ulike og nye systemer, vil det være en fordel om disse systemene snakker sammen. I hvilken grad vil utstyrsleverandørene åpne opp for dataflyt i de ulike applikasjonene?
- Selv om norske bønder i stor grad deler data med hverandre, er det også verdt å stille spørsmål ved om dette er noe de vil gjøre i fremtiden når verdien på data kanskje øker?
- Fremdeles mangler vi kunnskap om hvilke teknologier som vil lønne seg på sikt. EU har opprettet noen piloter for å regne på hva fordeler og ulemper vil være i mer realistiske scenarier.

Kilder:

1. The Future of Agriculture, Aidan Connolly, 2022
2. EU-kommisjonen: The Digitalisation of the European Agricultural Sector | Shaping Europe's digital future (europa.eu)



KUNSTIG INTELLIGENS

Hva er kunstig intelligens (KI)?

I følge KI-systemet ChatGPT er kunstig intelligens datamaskiner og maskinlæringsystemer som kan utføre oppgaver som normalt krever menneskelig intelligens. Det betyr at systemene tilsynelatende kan lære, tenke, forstå, resonnere, planlegge og kommunisere.

Vi skriver her tilsynelatende, for det er knyttet usikkerhet til om systemene kan tenke og forstå som oss mennesker, men det kan fremstå slik i dialogen med dem.

KI-systemene bruker ulike teknologier for å behandle data, lære, analysere, trekke konklusjoner og foreslå anbefalinger og beslutninger.

Maskinene vil overgå menneskers kognitive evner

Allerede nå er roboter og droner i sving i åkre og veksthus verden over, men de er langt fra et vanlig syn. Utviklingen går fort, men samtidig tregt. Det som vil bli game changeren er hvordan kunstig intelligens vil drive utviklingen.

I dag kan roboter, droner og autonome traktorer gjøre oppgaver som også mennesker kan gjøre. Kombinert med kunstig intelligens, maskinlæring og datainnhenting i sanntid vil teknologien sannsynligvis på ett eller annet tidspunkt overgå menneskers kognitive evner.

Med maskinlæring og kunstig intelligens kan traktorer, roboter og droner gjøre dataanalyser i sanntid og finne løsninger på problemer vi ikke visste fantes. Trolig vil teknologien finne nye måter å effektivisere og forbedre matproduksjonen på som bonden selv ikke visste var mulig.



HVA GJØR ROBOTER SOM «TENKER» SELV?

Kanskje finner roboten ut at plukketidspunktet på jordbær bør være et annet tidspunkt enn det mennesker har trodd.

Kanskje finner dronene ut at høstetids- punktet er tidligere enn først antatt fordi de kan gjøre analyser av avlingen samtidig som de kan forutse værmeldingen.

Kanskje vil ikke traktoren kjøre på jordet, fordi den har analysert seg frem til at jorda ikke bør pakkes mer ned.

Robotene lærer ikke bare av seg selv, men kan også lære av hverandre. Svermteknologi betyr at ulike roboter eller droner jobber og kommuniserer sammen. De etterligner arbeidsmetodikken til insekter ved å utføre oppgaver sammen i en gruppe.

ChatGPT har tatt verden med storm

Utviklingen i kunstig intelligens går fort. OpenAI lanserte språk- og tekst-systemet ChatGPT i 2018. Da kunne den fullføre enkle setninger.

Høsten 2022 ble ChatGPT 3.5 lansert. Da kunne den skrive ok tekster. Under et halvt år etter kom ChatGPT 4 som kan skrive fullgode tekster som blir godkjent som eksamensbesvarelser og søknader.

Chatboten kan i tillegg til å skrive tekster også skrive kode, noe den ikke er blitt trent til.

Teknologidrivere for kunstig intelligens?

- Ved hjelp av kunstig intelligens kan bønder og matprodusenter få bedre beslutningsstøtte til å utnytte jorda og arealene på gården. Det vil øke produktiviteten og redusere kostnader for bonden.
- Kunstig intelligens kan også effektivisere avlsarbeid eller andre prosesser som krever bearbeiding av store mengder data. Eksempelvis kan kunstig intelligens trolig predikere svingninger i markedet bedre enn det mennesker kan.
- Kunstig intelligens vil trolig forbedre mange ulike systemer og prosesser på svært kort tid ved å eksponentielt forbedre og lære. Et stort og viktig spørsmål er blant annet i hvilken grad kunstig intelligens vil speede opp utviklingen innen FoodTech og BioTech, og ikke minst koblingen dem imellom.

Teknologibremser for kunstig intelligens?

- Mange forskere mener vi er naive i vårt møte med kunstig intelligens. 1000 forskere har nå skrevet under på et opprop som ønsker en pause i utviklingen av KI på 6 måneder.
- Flere forskere peker på at utviklingen av kunstig intelligens kan få store konsekvenser. Noen tror det kan føre til selve utsettelsen av menneskeheten. En årsak kan være at KI-systemene ønsker kontroll over menneskene selv eller at det er en utilsiktet hendelse som fører til dramatiske konsekvenser.
- Trolig vil ikke konsekvensene av kunstig intelligens bli så dramatiske, men frykten for utilsiktede konsekvenser er stor.