

# Dataanalyse og kunstig intelligens

A. INDLEDENDE OPLYSNINGER	
<b>Aktivetsområde</b>	Digitale teknologier til datadrevet, bæredygtig vækst
<b>Institut</b>	Alexandra Institutet
<b>Titel</b> <i>Dækker indholdet af aktiviteterne</i>	Dataanalyse og kunstig intelligens
<b>Nummerering</b> <i>Af beskrivelsen</i>	3
<b>Version</b>	1
<b>Periode</b> <i>Forventet start og slut</i>	01.01-2022 – 31.12.2022
<b>Kontaktperson</b>	Laura Møller

B. ÆNDRINGER
<i>Angiv her, hvis en planlagt aktivitet er ændret i forhold til den forudgående version af beskrivelsen.</i>

C. BESKRIVELSE	
<b>1. Mål</b> <i>Hvorfor? Hvad er målet for aktiviteterne? Hvordan bidrager de til det overordnede mål for indsatsområdet?</i>	<p>Målet med denne aktivitet er på baggrund af erfaringer og aktiviteter i 2021 at udvikle teknologiske services og kompetencer inden for kunstig intelligens og maskinlæring, der adresserer samfunds- og forretningsmæssige udfordringer fra alle fire sektorer: logistik, fødevarer, produktion og energi. Dette skal ske gennem partnerskaber og projekter med relevante aktører fra den offentlige og private sektor og samarbejder med øvrige videninstitutioner.</p> <p>Slutmålet er at muliggøre anvendelsen af den nyeste forskning inden for AI og dataanalyse for at understøtte datadrevet, bæredygtig vækst for virksomheder, rådgivere og offentlige institutioner.</p> <p>Et særligt fokus vil være på emner relateret til grøn energiomstilling, hvor Alexandra Institutet forventer at samfinansiere med andre kommende forskningsprojekter, f.eks. projekter under Innomission-partnerskaber CCUS og PtX.</p> <p>Konkret bidrager aktiviteten til opfyldelsen af indsatsens indikatorer 2022 vedr. case- og demonstrationsprojekter, teknologiske services i TDU'en (test-, demonstrations- og udviklingsfacilitet), vidensspredning og samarbejde med videnpartnere.</p>
<b>2. Indhold</b> <i>Hvad skal der ske? Hvilke(n) konkret(e) aktiviteter udføres?</i>	<p>Vi understøtter datadrevet, bæredygtig vækst ved at fokusere på udvikling af dataanalyse og kunstig intelligens på graf- og 3D-baserede data. Dette inkluderer fokus på udvikling af maskinlæringsmodeller, der kombinerer grafstrukturerede- og 3D-data med eksisterende datakilder, såsom f.eks. sensoraflysninger eller vejrdato.</p> <p>At arbejde med grafer giver os mulighed for at inkorporere kendte eller udledte interaktioner i vores modeller, f.eks. mellem tekniske enheder eller socioøkonomiske aktører. Inkorporering af 3D-data gør det muligt for os at inkludere fysiske funktioner i vores modeller, såsom f.eks. form og placering af bygninger eller landskabernes topografi.</p>

## 1) **Kompetence- og videnopbygning**

Vi udbygger vores kompetencer og hands-on erfaring med den seneste SOTA inden for kunstig intelligens-metoder, algoritmer og værktøjer, herunder:

- 3D-datarepræsentationer og deep learning

3D-data kan f.eks. komme fra geografiske informationssystemer eller udvindes fra jordobservationer eller kamerabilleder. Vi vil se nærmere på metoder til at udtrække 3D-repræsentationer, herunder positioner og retninger af billedobjekter samt kompakte repræsentationer af punktskyer, som en del af denne aktivitet. Vi vil overveje forskellige datarepræsentationer, herunder punktskyer, net og neurale repræsentationer af 3D-information. Især i forbindelse med end-to-end deep learning bliver differentierbare gengivelsesmetoder til billedsyntese fra 3D-data yderst relevante. Vi forventer både at arbejde med metoder til datadrevet repræsentation af 3D-scener trænet ud fra billedmateriale såvel som metoder til filtrering og fortolkning af punktskyer og anden jordobservationsdata. Specifikt kan eksisterende scene-repræsentationer forbedres betydeligt, herunder datasæt bestående af store punktskyer eller få billeder. Således vil der bl.a. blive arbejdet med deep learning til:

- 3D-neural rendering
- at uddrage geometri af f.eks. broer fra punktskyer til understøttelse af ortofotogenerering.
- at udvikle kompakte repræsentationer af punktskyer, som kan bruges til at udvikle meget effektive visuelle søge-algoritmer
- Pose estimation af 3D-objekter, både som inputfunktioner til modeller udviklet i denne aktivitet samt til at understøtte AR-aktiviteterne i spor 4 (Interaktion og datavisualisering)

- Grafdatarepræsentationer og maskinlæring

Mange af de grafer, man ser i applikationer, udvikler sig over tid, og det er derfor vigtigt at undersøge metoder til at analysere tidsafhængige grafer. Nogle gange kendes grafstrukturen ikke eksplicit og skal udledes fra data. Det forventes, at grafer, der repræsenterer virkelige systemer, som f.eks. energinettet, udviser flere rumlige og tidsmæssige skalaer, som vi gerne vil udnytte i vores modeller. Andre applikationer omfatter brugen af kendt eller udledt grafstruktur til at analysere et netværks modstandsdygtighed eller for at optimere placeringen af sensorer. Anvendelser af optimal sensorplacering omfatter f.eks. virtuelle sensorer, som også er yderst relevante for aktivitet 2 (Dataplatforme og digital tvilling).

- Kombination af 3D og graf

Endelig giver grafrepræsentationer en naturlig tilgang til behandlingen af 3D-data såsom net eller punktskyer. For eksempel kan en punktsky, som den der findes for hele Danmark på kortforsyningen.dk, behandles som en graf, hvor deep learning-baserede algoritmer kan bruges til segmentering af interessante objekter eller til at optræne en kompakt repræsentation af geometrien, som kan anvendes til at udvikle avancerede søgealgoritmer. I denne sammenhæng vil vi også afsøge muligheden for at integrere de AI-baserede algoritmer med mere konventionelle datarepræsentationer som f.eks. hierarkiske Gaussian Mixtures.

## 2) **Udvikling af teknologiske services til TDU'en gennem cases med virksomheder**

Igennem konkrete casesamarbejder med virksomheder opbygges dels teknologisk domænekendskab, dels udvikles, testes og kvalificeres teknologiske services i form af prototyper på software og relaterede rådgivningsydelser.

Konkret forventer vi at igangsætte et til flere casesamarbejder, f.eks. med *Bornholms Energi og Forsyning*, hvor der er startet en dialog omkring brug af intelligente målerdata til optimering af energiforbruget i fjernvarmenettet.

Lovende applikationsdomæner inden for energiområdet er:

- langsigtede prognoser og analyse af scenarier (år til årtier)
- kortsigtede prognoser (timer til måneder)
- overvågning af udstyr og netværk samt fejldetektion
- design og styring af decentrale energisystemer.

	<p>Andre eksempler på anvendelser: Vedligehold og inspektion, effektiv repræsentation af LiDAR scanninger o.l. (herunder tagflader, broer, vegetation), f.eks. til anvendelse i visualiseringer i forbindelse med klimatilpasningsprojekter eller formidling af naturbevarende/rekreative projekter. Estimering af potentiale for etablering af solceller og havvindmøller. Anvendelser i forbindelse med lokalisering og estimering af objekters orientering i produktions- eller genanvendelses anlæg, således at objekterne kan håndteres af en robot eller i forbindelse med fjernsupport.</p> <p>Aktiviteterne inden for vidnehjemtagning i denne aktivitet forventes derudover at understøtte caseaktiviteterne i de andre aktiviteter under indsatsen. Således vil de hjemtagne kompetencer vedrørende deep learning-baserede grafalgoritmer kunne anvendes i forbindelse med aktivitet 2 (Dataplatforme og digitale tvillinger), der omhandler prædiktiv vedligeholdelse og afsløring af anomalier på produktionsanlæg såvel som virtuelle målere. Aktiviteterne i dette spor kan også potentielt bidrage til generering af syntetiske data i sporet "Dataplatforme og digitale tvillinger" gennem brug af maskinlæring og statistiske metoder samt bruge syntetiske data genereret i dette spor til træning af modeller. En igangværende case vedr. kørselsoptimering i samarbejde med Kørselskonotoret vil samtidig blive videreført i samarbejde med aktivitet 2 (Dataplatforme og digitale tvillinger).</p> <p>Aktiviteterne vedrørende estimering af position og orientering af objekter kan desuden bruges til at understøtte AR-demonstratorer. Herudover er der mange potentielle synergievinster med aktivitetsplan 4 (Interaktion og datavisualisering), hvor de hjemtagne kompetencer inden for uddragning af 3D-information fra jordobservationsdata vil kunne anvendes til forbedret visualisering af store geografiske modeller. Viden inden for AI-baseret billedsyntese vil kunne fremme den visuelle og formidlingsmæssige kvalitet af visualiseringsdemonstratorer. Output fra de udviklede maskinlæringsmodeller i denne aktivitet kan endvidere kommunikeres til interessenter og den bredere offentlighed ved at bruge interaktions- og visualiseringskomponenter, der er udviklet inden for aktiviteten "Interaktion og datavisualisering".</p> <p>Konkret vil der blive udviklet nye rådgivningsydelser og teknologikomponenter inden for både 3D- og grafdatarepræsentationer, maskinlæringsalgoritmer og værktøjer. Samtidig planlægges videreudvikling af software pipeline til understøttelse af automatisk generering af ortofotos.</p> <p><b>3) Samarbejde og videnudveksling</b></p> <p>Fortsat samarbejde og videnudveksling med relevante aktører i aktivitetens domæner, bl.a. f.eks. AU, MADE, Energy Cluster Denmark, DAMRC og ITD. Aktiviteten vil medvirke til nye FoU-ansøgninger med andre videninstitutioner og virksomheder.</p> <p>Vi vil identificere relevante danske og internationale aktører med aktiviteter inden for relevante emner, f.eks. grøn energiomstilling og de øvrige domæner, som indsatsen dækker over, og række ud til dem om samarbejde. Dette omfatter både private virksomheder og relevante offentlige-/forskningsinstitutioner. Samarbejdet kan dels ske inden for rammerne af RK ("caseforløb") eller fælles ansøgninger om eksterne forskningsmidler.</p> <p>Vi vil også deltage i netværksarrangementer og konferencer inden for emnerne i denne aktivitet med det formål at opbygge et stærkt netværk af mulige fremtidige samarbejdspartnere og kunder.</p>
<p><b>3. Aktører</b>  Hvem udfører aktiviteterne?  Hvilken afdeling af instituttet?  Evt. hvilke eksterne parter er med (videninstitutioner, virksomheder, erhvervsorganisationer, myndigheder, klyngeorganisationer eller andre.)</p>	<p>Medarbejdere fra Alexandra Instituttets AI and Data Analytics Lab (ADA) og Visual Computing Lab (VC) vil være de primære kræfter i samarbejde med medarbejdere fra fx Human Insights Lab og det tværgående team Research &amp; Innovation.</p> <p>Under hele aktiviteten vil vi aktivt samarbejde med casevirksomheder for at udvikle og afprøve teknologien inden for de fire domæner. Følgegruppen vil i samarbejde med relevante branche- og klyngeorganisationer være centrale i virksomhedssamarbejder. Vi vil også koordinere med aktiviteter i DIREC og Pioneer AI Centre samt CLEAN, Food &amp; Bio Cluster, Energy Cluster Denmark og DigitalLead i de relevante domæner.</p>

<p><b>4. Sammenhæng med andre projekter</b> Indgår aktiviteten i andre eksisterende finansierede projekter?</p>	<p>Der er et overlap med RK "Sikkerhed, tillid og dataetik", hvor relevante data- og modelstyringsprocesser udvikles og evalueres, og med RK "Digital sundhed og velfærd", der også har fokus på anvendelsen af forskellige aspekter af AI.</p> <p>Ressourcerne i dette spor forventes at blive delt med aktiviteter indenfor Innomission CCUS og PtX.</p> <p>Vi forventer synergi med eksisterende aktiviteter inden for it-værktøjer til dronebaseret inspektion af infrastruktur i samarbejde med Sund og Bælt. Der er synergi med eksisterende indsatser i forbindelse med tælling af dyrearter fra dronebilleder (støttet af Naturfonden) samt automatiseret produktion af flyfoto-datasæt, ligesom der forventes synergi med Eurostar-projektet Luxor, hvor der udvikles en undervands-laserscanner, der f.eks. kan anvendes i forbindelse med etablering og inspektion af havvindmøller. RK-aktiviteten anvendes som medfinansiering til Luxor projektet. Såfremt aktiviteter foretaget i samarbejde med Jammerbugt Kommune udvides, er der mulighed for synergi med eksisterende data-drevne metoder, der har som formål at estimere risikoen for oversvømmelse.</p>
<p><b>5. Følgegruppe</b> Har følgegruppen forholdt sig til aktiviteten? I så fald hvordan?</p>	<p>Der er en overordnet følgegruppe for hele RK-indsatsen som også favner dette teknologi-område. Følgegruppen har konkret forholdt sig til det overordnede indhold i denne aktivitetsbeskrivelse d. 18.11.2021 på et følgegruppemøde.</p>
<p><b>6. Vidensspredning</b> Hvordan/hvor kan interesse-rede virksomheder m.fl. få viden om resultaterne af aktiviteterne? Anføres/tilføjes hvis det ikke allerede fremgår af beskrivelsen ovenfor, f.eks. ved links til konferencer, hjemmeside, publikationer etc.</p>	<p>Vidensspredning koordineres i den tværgående aktivitet i indsatsområde "TDU, vidensspredning, bæredygtighed og governance". Viden opnået gennem aktiviteterne formidles i f.eks. skriftlige indlæg i fagligt relevante fora og oplæg i samarbejde med brancheorganisationer, klynger, netværk samt via følgegrupper. Resultater fra casesamarbejder vil blive dokumenteret gennem publikationer og video, som formidles gennem foredrag og oplæg på konferencer.</p> <p>Softwarekomponenter, der udvikles til den tekniske værktøjskasse, vil samtidig indgå i ydelser i den digitale TDU og vil kunne formidles og tilbydes i nyskabende forløb for danske virksomheder gennem TDU'en.</p>
<p><b>7. Resultater for året</b></p>	<p>Aktiviteterne i 2022 bestod af to cases med eksterne interessenter samt to kompetenceudviklingsaktiviteter. Casene bestod af Kolding Kørselskontor, hvor vi udviklede en PoC til ruteplanlægning med Optaplanner, hvor vi tilføjede og visualiserede data fra vores partner og havde en dialog omkring mulige opfølgende aktiviteter. Den anden case var sammen med Bornholms Energi og Forsyning, hvor vi udforskede forskellige analytics use cases på smart meter data, og præsenterede dem på en workshop, der også inkluderede deltagere fra de danske SMV'er Neogrid og Utiligize samt forskere fra DTU. Kompetenceudviklingsaktiviteterne var graph machine learning &amp; forecasting og Neural Rendering and Pose Estimation. I aktiviteten "Graph Machine Learning and Forecasting" udforskede vi anvendelser af neurale kontrollerede differentiaalligninger til smartmeter-data og evaluerede spektralgrafmetoder til analyse af energinet. Inden for aktiviteten neural rendering og postimation implementerede vi en række eksisterende modeller, testede dem på eksisterende og egne datasæt og opstillede en pipeline til at skabe syntetiske billeder ved hjælp af NeRF-modellen.</p>