

```
4  const projec  
5  t = new book  
6  ({title: 'Sm  
7  art vedligeh  
8  old', 'Droner  
9  , data og ku  
0  nstig intell  
1  igens'});
```

```
{00.0:  
  '_ Kolofon'  
};
```

Udgivet af Molio - Byggeriets Videnscenter, og skrevet på baggrund af projektet *Smart Vedligehold* der kørte i 2021 – 2023. Projektet der havde til formål at undersøge brugen af kunstig intelligens (AI) og droner i forbindelse med drift og vedligehold blev støttet af Grundejernes Investeringsfond og ledet af ConTech Lab –en del af Molio. HD Lab er hovedforfatter til denne scrapbog, med sparring fra deltagende parter.



```
{00.1:  
  '_ Smart Vedligehold'  
};
```

6 Projektet har blandt andet bevist muligheden for både at kunne effektivisere dataindsamlingen og præcisere de bygningsmæssige registreringer, som vedligeholdelsesplaner baseres på. Det er i høj grad formålstjenligt for både rådgiver og bygherre.

_ Kasper Bentzen-Bilkvist Rasmussen, Plan1



6 I projektet Smart Vedligehold har vi brugt kunstig intelligens til at løse en række forskellige problemstillinger inden for drift og vedligehold. Gennem arbejdet med de forskellige cases, har vi haft mulighed for praktisk at undersøge hvordan kunstig intelligens på forskellige måde kan styrke drift og vedligehold, og vi har gjort os erfaringer om det nødvendige datagrundlag, modenheden i branchen samt de udfordringer og potentialer som AI har.

_ Niels W. Falk, HD Lab

6 Projektets resultater har vist, at der er et stort potentiale i at udnytte kunstig intelligens og offentligt tilgængelige data til udarbejdelse af drift- og vedligeholdelsesplaner. Potentialet er især stort for boligselskaber og kommuner ift. at effektivisere deres arbejdsgange, spare penge samt forøge levetiden på deres bygninger og bidrage til den grønne omstilling.

_ Mayes Ali, ConTech Lab



6 Ved at kombinere droneinspektioner, byggeteknisk viden og AI kan vi komme et skridt tættere på digitalisering af ejendomsdrift og vedligehold. Projektet Smart Vedligehold har vist os, at der er et utal af muligheder for at få mere værdi ud af det data, vi indsamler med dronen. Det er kun begyndelsen på et nyt kapitel af muligheder med stort potentiale for optimering.

_ Peter Goldschmidt, DroneTjek

{00:
‘Indhold’
});

```
45
46
47 model.add(Conv2D(32, (3, 3), activation='relu', padding='same', kernel_initializer="he_normal", bias_initializer="ones"))
48 #model.add(UpSampling2D((2, 2)))
49
50 model.add(Conv2D(16, (4, 4), activation='relu', padding='same', kernel_initializer="he_normal", bias_initializer="ones"))
51 model.add(UpSampling2D((2, 2)))
52
53 model.add(Conv2D(4, (5, 5), activation='relu', padding='same', kernel_initializer="he_normal", bias_initializer="ones"))
54 model.add(UpSampling2D((2, 2)))
55
56 model.add(Conv2D(1, (4, 4), activation='sigmoid', padding='same', kernel_initializer="he_normal", bias_initializer="ones"))
57
58
59
60 for layer in model.layers:
61     print(layer.get_output_at(0).get_shape().as_list())
62
63 batch_size = 120
64 epochs = 150
65
66 model.compile(loss="binary_crossentropy", optimizer="adam", metrics=["accuracy"])
67
68 model.fit(input, output, batch_size=batch_size, epochs=epochs, validation_split=0.15)
69
```

01.0	Projektet: Smart Vedligehold
01.1	_ Projektpartnere
01.11	_ Plan1
01.12	_ DroneTjek
01.13	_ ConTech Lab
01.14	_ HD Lab
01.2	_ Proces
02.0	Teknologien: Kunstig intelligens
02.1	_ Hvad er kunstig intelligens?
02.2	_ Hvordan udvikler man kunstig intelligens?
02.3	_ Hvad er potentialet?

03.0	Cases: Droner, data og kunstig intelligens
03.1	_ Tagsten og tilstand
03.2	_ Tag og levetid
03.3	_ Tagflader
03.4	_ Autotekst
03.5	_ Stavekontrol
03.6	_ Reality capture
03.7	_ Offentlig data
03.8	_ Integration / Chatbot
04.0	Konsolidering: Erfaringer og fremtidsperspektiv
04.1	_ Hvad har vi lært?
04.2	_ Smartere drift og vedligehold i fremtiden
04.3	_ Idékatalog
04.4	_ Projektet i tal og billeder
04.5	_ Tak til deltagerene

{01.0: 'Projektet' });

Projektet **"Smart Vedligehold"** tager udgangspunkt i spørgsmålet om hvorvidt vi kan lave bedre **drifts- og vedligeholdelsesplaner** med **kunstig intelligens (AI)**. Bygningsdrift er under digitalisering samtidig med der er stigende fokus på **kvaliteten** af driftsplaner. Det kræver en masse **ressourcer** og **ekspertise** at lave gode driftsplaner – og der er steder, hvor vi er ved at nå en flaskehals. Så hvad nu hvis vi kunne **optimere og automatisere** udarbejdelsen af driftsplaner på ejendomme, ved at udnytte offentligt tilgængeligt data, en database af tidligere vedligeholdelsesplaner, AI og reality capture teknologier?

"Smart vedligehold" blev opstartet af et tværfagligt projektteam. Gennem workshops, interviews med stakeholders fra branchen og udvikling af konkrete prototyper på AI, undersøger projektet mulighederne og potentialet for AI-løsninger inden for området.

Projektet blev designet, så det samlet set kan give branchen inspiration og indsigt til at kaste sig over AI. I løbet af de indledende workshops blev det kortlagt, at det branchen ønskede for at gå i gang med AI og tage det første skridt var konkrete eksempler, god vejledning til hvor man kan starte og indsigt i hvad AI er og hvordan det virker.

Med start i maj 2021 blev der gennemført et forprojekt, der skulle give de første erfaringer og læring om brugen af AI til at lave driftsplaner. Efter forprojektet startede hovedprojektet i december 2021, som blev afsluttet i februar 2023 med udgivelsen af nærværende bog.

```
{01.1:  
'_ Projektpartnere'  
});
```

I Grundejerns Investeringsfond arbejdes der for løbende vedligeholdelse af private udlejningsejendomme. Dette skal sikre udvikling af boliger og bygninger, til formål for et bedre og sundere miljø.

GI støtter hvert år mange udviklingsprojekter i bygge- og boligbranchen, som skaber værdi for samfundets og dets borgere. Udviklingsprojekterne, som understøttes, relaterer sig til fire kategorier: Bedre byggekompetencer, klimavenlig renovering, sunde og funktionelle boliger og værdiskabende renovering. Hvoraf sidstnævnte støtter projektet "Smart Vedligehold".

Motivation for at støtte dette projekt var muligheden for at etablere en praksis for hvordan driftsherre og bygningsejere kan registrere bygninger ved brug af digitalisering og automatisering.

GI GRUNDEJERNES
INVESTERINGSFOND

Det er vigtigt for GI at etablere et bedst muligt samarbejde, og projektet Smart Vedligehold har derfor forsøgt at repræsentere så mange forskellige aktører og synspunkter som muligt. Denne involvering har været gennem både projektpartnerene, ConTech Lab -en del af Molio, HD Lab, Plan1 og DroneTjek, samt gennem en række workshops og møder med branchen.

CON
TECH
LAB_

 HDlab

 plan1
CORBLISTONE ARCHITECTS

 DRONETJEK


```
({01.1a:
  '_ Plan1'
});
```

Plan1 Cobblestone Architects er et team af arkitekter, bygningskonstruktører, og bygningsingeniører der tilbyder rådgivning til private og professionelle bygherrer indenfor renovering, transformation, bæredygtig fremtidssikring og byudvikling. Rådgivningen fokuserer på arkitektoniske, tekniske og økonomiske aspekter.

Plan1 prioriterer bæredygtighed, bevarelse af eksisterende arkitektur og digitalisering i deres arbejde. De har udviklet den digitale platform Driftsplaner.dk for at give overblik og gennemsigtighed inden for drift og vedligehold.

Plan1 deltager i projektet Smart Vedligehold grundet deres fokus på bæredygtighed og digitale løsninger, samt deres ønske om at bidrage til branchens fremskridt mod smartere drift og vedligeholdelse. Projektet arbejder i retning mod Plan1's mål om at kunne træffe de rigtige beslutninger på det rigtige tidspunkt og skabe værdi for deres kunder og fremtiden.



```
({01.1b:
  '_ DroneTjek'
});
```

DroneTjek hjælper private, virksomheder og det offentlige med at få fuldt overblik over deres ejendomme. Vi er specialister i ejendomsinspektioner og indsamler billeder og video med droner. Vi analyserer data og udarbejder en række produkter, såsom skadesrapporter, 2D-kort og 3D-modeller, for at opfylde individuelle behov hos alle aktører i bygge- og ejendomsbranchen.



DroneTjek giver grundlaget og viden for at optimere ejendomsdrift og -vedligehold. Med vores byggetekniske viden og erfaring arbejder vi sammen med kunden for at finde den bedste løsning – for økonomi, sikkerhed og miljø.

DroneTjek lægger vægt på bæredygtige løsninger, og ønsker at skabe det bedste beslutningsgrundlag. Vi prøver hele tiden at skubbe grænserne for, hvordan teknologi kan bidrage til at skabe værdi på tværs af branchen.



Smart Vedligehold

```
({01.1c:  
  '_ ConTech Lab'  
});
```

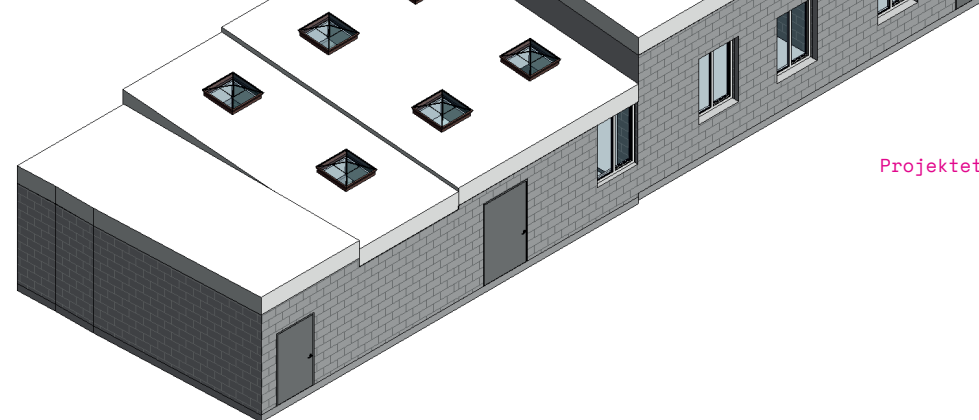
ConTech Lab er sat i verden for at samle en fælles udviklingsplatform for digitalisering og teknologi, hvor byggeriets virksomheder sammen kan skabe fremtidens byggeri. Hos ConTech Lab deles al viden, til gavn for hele branchen.

I ConTech Lab, arbejdes der med projekter ud fra en problembaseret tilgang. Dette betyder at alle projekterne er forankret i en reel praksis, som oplever nogle problematikker eller udfordringer. På den måde sikres værdi for projektets output. Hertil inddrager ConTech Lab byggebranchen bredt, så alle parter, i en ellers fragmenteret branche, sammen kan opnå en mere holistisk udvikling.

Disse ting spiller sammen i ConTech Labs ønske om at skabe øget produktivitet og udvikle løsninger til byggeriet, gennem teknologi og digitalisering.

ConTech Lab har deltaget i projektet Smart Vedligehold, grundet den klare mulighed for at skabe en forbedret praksis, gennem digitalisering. Det var ikke blot et spørgsmål om en hurtigere og mere effektiv proces, men også sikkerhed. Derfor var motivationen for at nå i mål med projektet stor.

CON TECH LAB



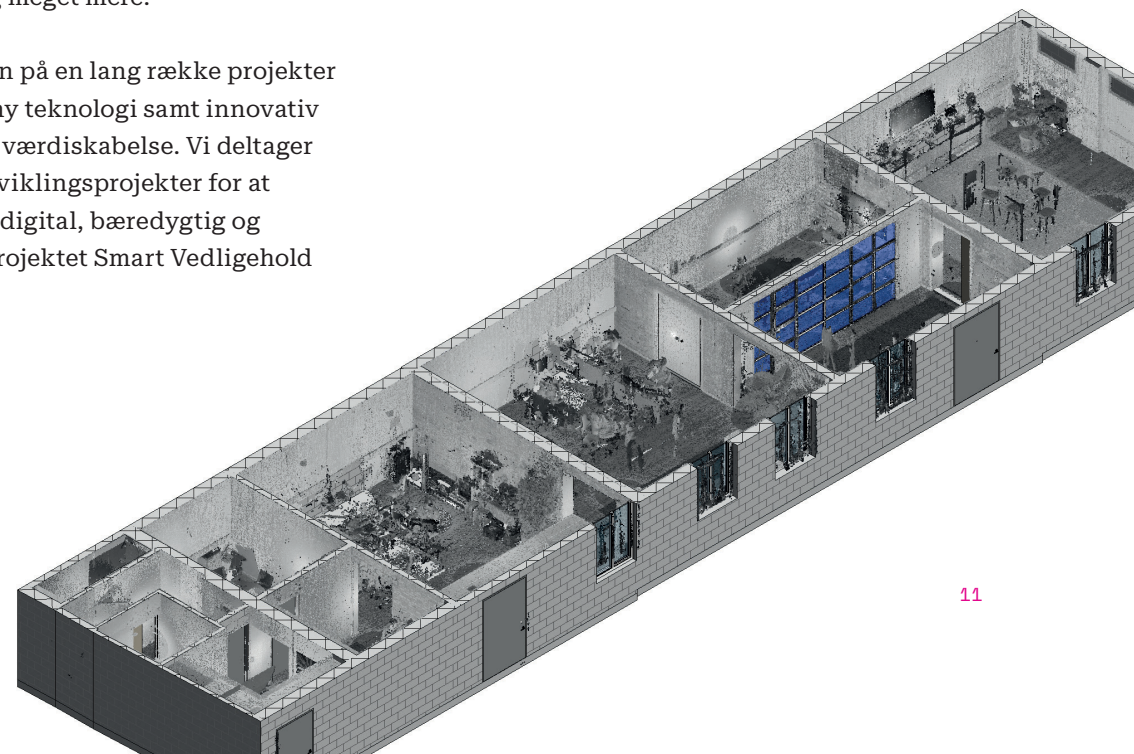
Projektet

```
({01.1d:  
  '_ HD Lab'  
});
```

HD Lab arbejder med teknologi til byggebranchen. Vi ønsker at skabe bedre resultater og et mere effektivt samarbejde på tværs af branchen og alle byggeriets faser. Vi benytter digitale løsninger inden for blandt andet IKT og har en bred vifte af kompetencer indenfor 3D-modellering, granskning af digitalt projektmateriale, laserscanning, 360°-registrering, automatisering af designprocesser og meget mere.

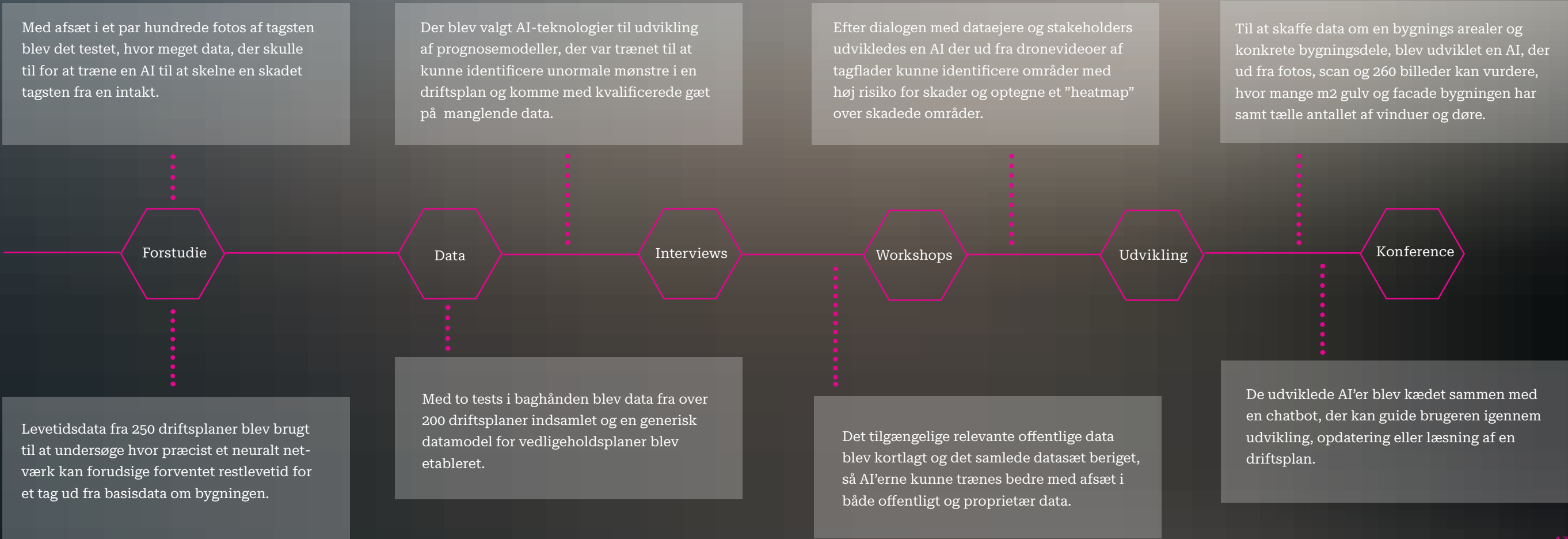
Mens vi er hands-on på en lang række projekter har vi også øje for ny teknologi samt innovativ problemløsning og værdiskabelse. Vi deltager i forsknings- og udviklingsprojekter for at bidrage til en mere digital, bæredygtig og effektiv branche. Projektet Smart Vedligehold

var en gylden mulighed for at holde fingeren på pulsen, og forsøge at rykke branchen i forhold til smartere drift og vedligehold ved hjælp af droner og kunstig intelligens, så vi kan løse nuværende så vel som fremtidige udfordringer.




```
{01.2:  
  '_ Proces'  
});
```

Projektet har fulgt en proces, designet til at udvikle AI og samtidig indsamle eksempler samt praktisk erfaring. De AI’er der blev designet i projektet, er blevet udviklet til et niveau, hvor de virker i test og konceptet er efterprøvet.



{02.0: 'Kunstig intelligens' });

Hvis du læser dette, så har du sikkert også låst din telefon op med Face ID, set en film som Netflix havde anbefalet til lige netop dig, brugt Google Translate fornyeligt eller benyttet en af de mange andre eksempler på kunstig intelligens (AI), som gør hverdagen nemmere eller sjovere. Men AI er meget mere end Siri og personlige anbefalinger, og i takt med at det bliver mere og mere udbredt i din hverdag, så er det også tilfældet i industrien.



Face ID



Netflix



Translate



OpenAI



Chatbot

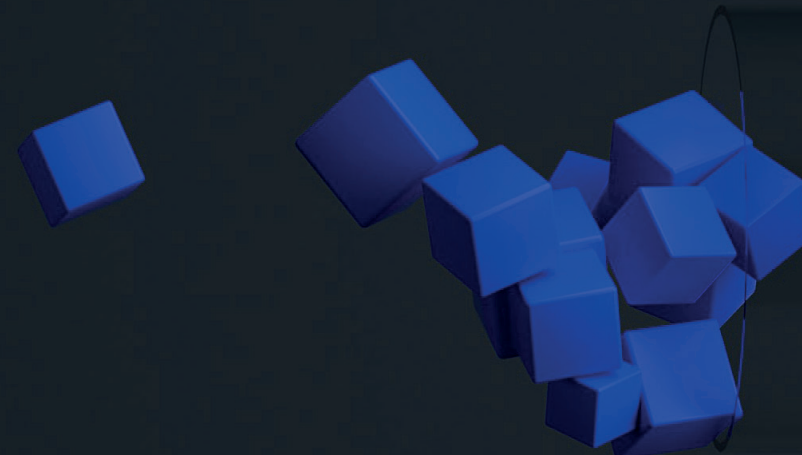
I industrien har AI potentialen til at revolutionere mange (flere) arbejdsgange og processer, herunder drift og vedligehold. Løsninger der benytter AI, kan både erstatte en række jobfunktioner, men også hjælpe til, at frigive eksperter tid, så mennesker med værdifuld viden og erfaring, kan fokusere på opgaver der kræver menneskelig indsigt og tilstedeværelse, fremfor f.eks. tidskrævende rutineopgaver eller fejlsøgning.

Uanset om vi vil forstå hvilke roller AI på sigt kan overtage, eller hvordan vi bedst muligt udnytter AI til at forbedre arbejdstid, -område og -kvalitet, så er det vigtigt at forstå hvad AI egentlig er, hvordan man arbejder med AI og hvad vi kan forvente af AI på sigt.


```
{02.1:  
  '_ Hvad er kunstig intelligens?'  
}];
```



AI refererer til computere, maskiner og robotters evne til at udføre opgaver, der typisk kræver menneskelig intelligens. Med menneskelig intelligens menes der blandt andet visuel perception, altså evnen til at se og forstå verden omkring sig, evner inden for sprog såsom forståelse af det talte og skrevne sprog samt oversættelse mellem forskellige sprog, evnen til at træffe beslutninger på baggrund af information og evnen til at lære af eksempler og erfaring.



Kort sagt så kan AI altså beskrives som en simulering af intelligens i maskiner, der er designet til at tænke og agere som mennesker. Dykker vi lidt længere ned i emnet, så er AI på mange punkter, lige præcis kun en simulering af intelligens, og ikke intelligent i sig selv. AI som koncept, står på skuldrene af menneskelige intelligens men også meninger og holdninger i form af de datasæt AI'en trænes på eller lærer af. I forståelsen af AI er der et utal af måder at

gruppere, hierarkisk strukturere eller på anden måde opdele områder inden for AI på. Måden hvorpå vi danner overblik over AI, handler om hvorvidt man kigger på niveauet af intelligens, læringsmetoder, anvendelsesområde eller noget helt fjerde.


```
{02.1:  
  '_Hvad er kunstig intelligens?'  
}];
```

Kigger vi på niveauet af intelligens for AI'er, så er der umiddelbart 4 niveauer hvoraf niveau 1 og 2 er dem vi allerede arbejder med. Niveau 3 og 4 er kun koncepter for hvad de næste skridt inden for innovation af AI kunne være, men heftigt debatteret hvad angår det etiske perspektiv:

1. Reactive machines:

Kan reagere på den aktuelle situation og ikke har nogen hukommelse om tidligere begivenheder.

2. Limited memory:

Kan gemme og bruge tidligere begivenheder til at træffe informerede beslutninger.

3. Theory of mind:

Kan forstå menneskelige følelser og overbevisninger.

4. Self-aware:

Har en følelse af selv og bevidsthed.

Kigger man på læringsmetoderne frem for niveauer af intelligens, så kunne man opstille følgende (semi)hierarkiske liste af læringsmetoder:

Symbolic Learning

Også kendt som GOFAI "Good Old-Fashioned Artificial Intelligence" (Ja, den er god nok) omfatter AI der benytter eksplicit definerede regler og repræsentationer til at træffe beslutninger og forudsigelser. Denne type er god til opgaver der kræver eksplicit begrundelse, men har lav fleksibilitet og er dårligere til håndtering af tvetydige, usikre og store datamængder.

Supervised Learning

AI'en trænes på datasæt med korrekte output, så AI'en lærer at lave forudsigelser baseret på input-output-relationerne. Denne type AI kan bruges til at lave forudsigelser med høj nøjagtighed, er forståelig og let at implementere på specifikke cases. Dog kræver den store mængder af sorterede input-output datasæt som kan være dyre og tidkrævende at anskaffe, og svære at benytte i den virkelige verden hvor der kan være både edge-cases og undtagelser.

Unsupervised Learning:

AI'en trænes på et datasæt og skal finde mønstre og relationer i dataene uden at vide hvad de repræsenterer eller hvad der er "korrekt". Målet med denne type AI er at afdække underlæggende strukturer i datasæt, og styrken er at den kan håndtere store mængder usorteret data uden input-output relation. Dog kan det være svært at fortolke AI'ens resultaterne, og at træffe beslutninger ud fra dem.

Reinforcement Learning

AI'en lærer ved at udføre handlinger eller at interagere med et miljø, og modtage belønninger eller straf baseret på dens resultater. Denne type er god til at håndtere komplekse og dynamiske miljøer, og kan lære af erfaring. Dog kan den være kompleks at designe og tidkrævende at træne.

Semi-supervised Learning

AI'en trænes på et datasæt, der indeholder data både med og uden korrekte output. Målet for læringsmetoden er at udnytte data med output til at forbedre forudsigelserne på data uden output, og derved opnå mere præcise resultater på færre dyre og tidskrævende data. Dog er denne selvsagt følsom overfor kvaliteten af de data der har output.

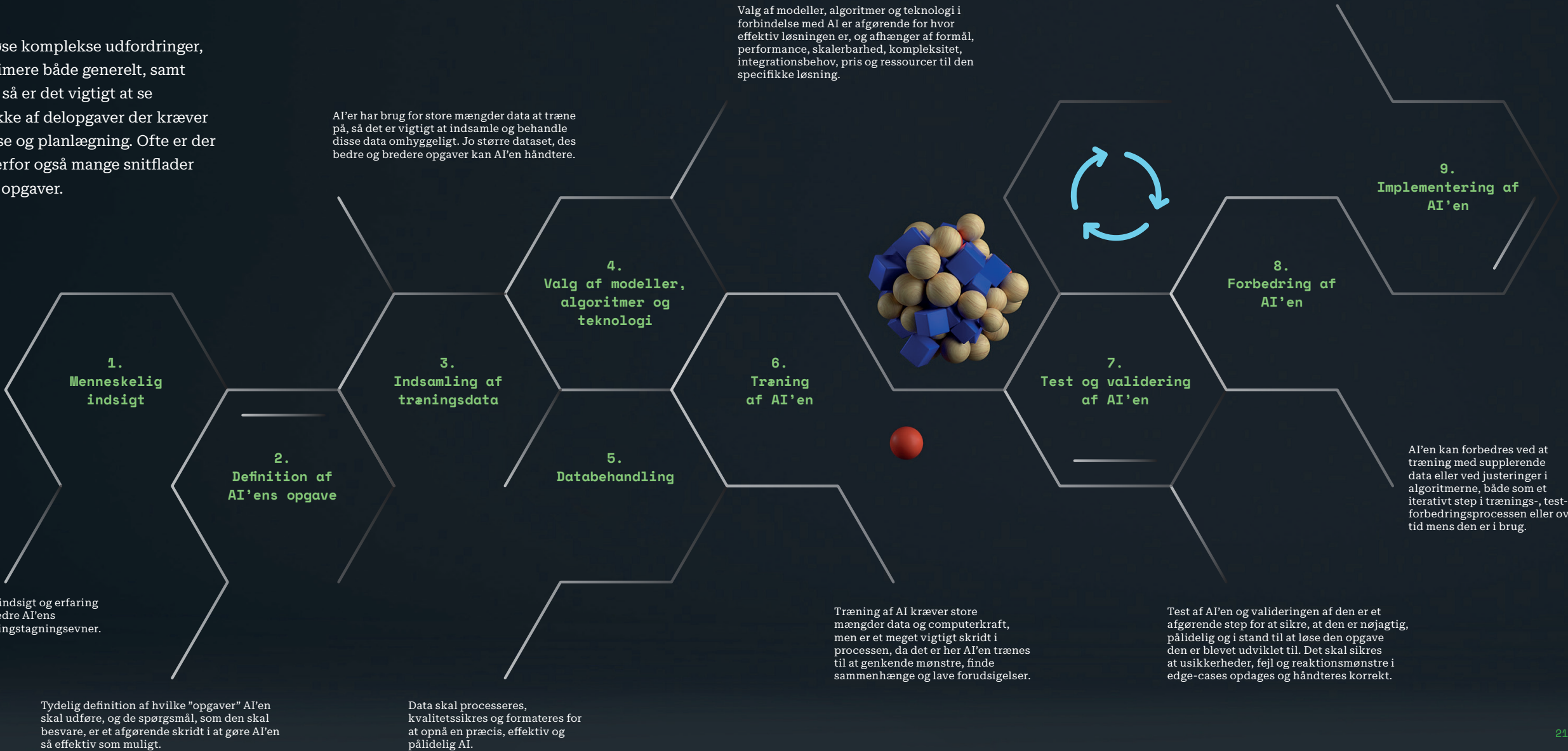
Deep Learning

AI'en trænes primært med det der kaldes neurale netværk der kan bruges til at modellere komplekse mønstre i data gennem forudsigelser i flere lag. Denne type kan håndtere store mængder data, lære hierarkiske repræsentationer, og den kan lave forudsigelser med høj nøjagtighed. Dog kræver det store mængder af data at træne, og det kan være svært at fortolke resultaterne og forstå hvordan beslutningerne træffes.

Ser man på anvendelsesområderne for AI frem for niveauer af intelligens eller læringsmetoder, så er der endnu en lang liste af muligheder på tværs af forskellige industrier og processer. Nogle af de mest almindelige anvendelsesområder for AI inkluderer opgaver indenfor de førnævnte visuel perception, sprogforståelse samt dataanalyse, beslutningsstøtte, automatisering og f.eks. robotteknologi. Læs mere om arbejdet med AI, anvendelsesområderne og potentialet for AI inden for drift og vedligehold på de kommende sider.

02.2:
'_ Hvordan udvikler man kunstig intelligens?'
});

For udnytte AI til at løse komplekse udfordringer, effektivisere eller optimere både generelt, samt i drift og vedligehold, så er det vigtigt at se processen som en række af delopgaver der kræver omhyggelig overvejelse og planlægning. Ofte er der flere iterationer, og derfor også mange snitflader mellem de forskellige opgaver.




```
{02.3:
  '_ Hvad er potentialet?'
}];
```

Hvis vi som branche forstår AI og hvordan man arbejder med teknologien, så er der potentiale for at revolutionere (eller i det mindste bare rykke) drift og vedligeholdelse på det digitale og teknologiske niveau. I potentialet for drift og vedligehold ligger primært muligheden for at optimere på langsomme og manuelle processer, samt at opnå større sikkerhed og præcision i planlægningen.

Mennesker er som udgangspunkt bedre til opgaver der kræver kreativitet, kritisk tænkning, etisk beslutningstagning og kompleks problemløsning mens AI er bedre til at analysere store data-mængder, forudsigelse af mønstre i data, præcis indsamling af data, automatisering af processer og datadrevne beslutninger. Denne fordeling af kompetencer hos henholdsvis mennesker og AI kan udnyttes i drift- og vedligehold ved at benytte AI til en række datafokuserede tidstunge opgaver, og derved frigive mere menneskelig eksperttid til at løse de komplekse problemer og bidrage med indsigter til strategier.

Implementeringen af AI i drift og vedligehold kræver i lige så stor grad implementeringen af en proces der står på menneskelig indsigt, har klare definitioner af områder der kan optimeres ved brug af AI, fokuserer på indsamling af træningsdata, løbende træning, test, validering, forbedring af AI. Økonomien, ressourcerne og de kvalifikationer, der kræves til en digital transformation af drift og vedligehold vil afhænge af det digitale udgangspunkt og ønsket om at innovere. Det er dog klart, at investering i AI for at være på forkant i branchen, giver gode muligheder for at tilbyde bedre og mere avancerede services og løsninger i dag. På sigt, er det nok kun et spørgsmål om tid, før AI kan blive et standardværktøj i branchen (i hvert fald hvis vi får styr på vores data – men mere om det senere).

Driftsplaner bliver i dag typisk udarbejdet på baggrund af visuelle inspektioner, mange års erfaring og subjektive vurderinger. Det er en langsom og manuel proces, der ikke er super præcis, men kræver at man:

- Indhenter data fra ejendomsejeren
- Interviewer ejendomsejeren
- Visuelt inspicerer alle bygningsdele
- Behandler alle data input
- Formidler input til en rapport

Med AI kan man med afsæt i eksisterende data og input fra fagspecialister opnå:

- At få mere repræsentativt data
- Bedre analyser og prognoser og etablering af mønstre i data
- Hurtigere og bredere indsamling af informationer – mindre risiko for menneskelige fejl
- Automatisering af processer – og dermed bedre udnyttelse af specialisternes tid
- Prognoser og forudsigelser, der afsøger flere scenarier
- Databaseret beslutningsprocesser



{03.0:

‘Cases: Droner,
data og kunstig
intelligens’
});

Projektet *Smart Vedligehold* har arbejdet med forskellige cases og udviklet en række *Proof of Concept* (PoC's) og prototyper med formålet at udforske mulighederne for at bruge droner, data og AI til at *optimere* konventionelle drift- og vedligeholdelsesprocesser ved at forbedre *effektiviteten* og kvaliteten gennem udnyttelse af *data*.


```
{03.1:  
  '- Tagsten og tilstand'  
};
```

Når der skal laves en driftsplan for et tag, så skal taget inspiceres for at undersøge tagets tilstand og restlevetid, så der kan lægges en plan og et budget for vedligehold.

Ved en droneinspektion af tagbelægningen på en ejendom, bliver ejendommen overfløjet med en drone og videooptagelser bliver efterfølgende manuelt gennemgået af en sagkyndig droneoperatør der klassificerer skaderne og udarbejder et registreringsdokument.

I forbindelse med forprojektet blev der indhentet træningsdata på skadet tegl. 358 billeder fra fire forskellige ejendomme er blevet analyseret med billedgenkendelse teknologi fra LOBE og en kunstig intelligens er blevet trænet til at identificerer revner/knæk og brud i teglsten med afsæt i tilstandsrapporterne udarbejdet i forbindelse med droneinspektionen.

Præcisionen i forudsigelserne kan opnås med begrænset data netop fordi billederne er beskåret og emnerne således er meget konsistente. Samtidig er træningsdataet struktureret og alle billederne har fået en label med ”intakt” eller ”skadet”, hvilket gør læringen meget hurtigere.

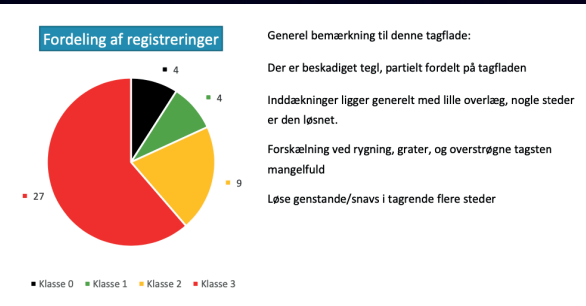
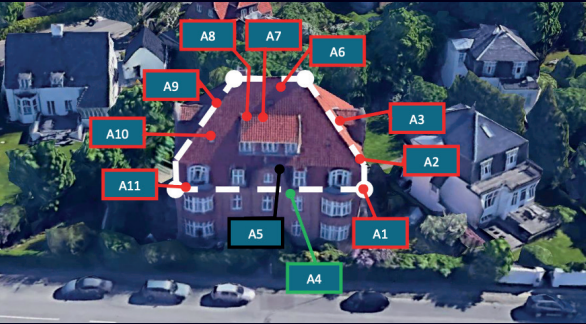


Foto info	DJI_0009. Tidspunkt 02:44
Områdekode	A3
Beskrivelse	Knækkede/revnede tagsten Forskælning ved grat



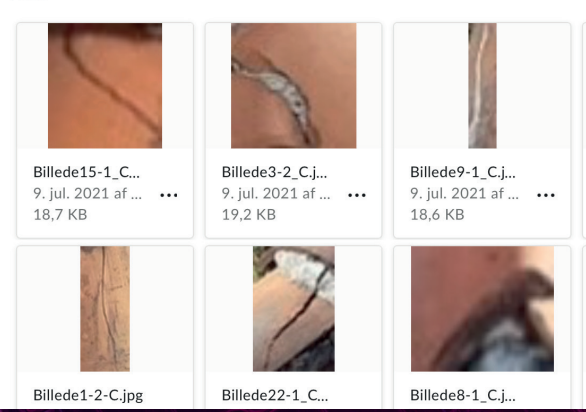
Droneinspektion



Intakte sten



Skadede sten



Den træned AI blev testet med 90 billeder og præcisionen på billedgenkendelsen af skadet tegl blev 94% på beskåret billeder og 61% på ubeskåret billeder. Så med relativt lidt træningsdata kan man lave en AI der kan identificere skadede tagsten. Brugeren vil kunne uploade et billede og den kunstige intelligens, vil kunne fortælle om teglen er intakt eller skadet.


```
{03.2:
  '- Tag og levetid'
});
```

Udover en visuel inspektion af bygningsdelene ifm. tilstandsvurderingen, består en driftsplan af en kort beskrivelse af ejendommen, anbefalet aktivitetsplan for drift og vedligeholdelse, nøgletal og konklusion på budget og fordelingsplanen.

Efter ejendomsejeren er blevet interviewet, data er indhentet fra ejendomsejeren og offentlige tilgængelige datakilder, alle relevante bygningsdele er blevet visuelt inspiceret, bliver data behandlet. Data bliver behandlet i tre spor:

- Alle relevante bygningsdele bliver oprettet
- Tilstand og levetid for hver bygningsdel bliver vurderet
- Frekvens, tid og omkostninger bliver vurderet pr. bygningsdel

På baggrund af alle vurderingerne bliver en rapport udarbejdet med en generel konklusion, budget og fordelingsplan for drift og vedligehold af ejendommen.

Som del af forprojektet blev der bygget en prototype på en kunstige intelligens der kan forudsige restlevetiden, tilstanden og samtidigt fortæller usikkerheden ved sin forudsigelse ud fra grunddata om ejendommen. På den måde kan man bruge AI'en til at komme med et bud på, hvad man kan forvente.

Træningsdata fra 100 ejendomme med hver 13 individuelle parametre er blevet analyseret med en predictive model og en kunstig intelligens er blevet trænet til at forudsige tilstand og levetid på tagbelægningen på en vilkårlig ejendom på baggrund af 9 variabler.

Præcisionen på forudsigelsen af tilstand og levetid blev 60% på tilstanden af tagbelægningen og ±54% på levetiden.

I det konkrete træningseksempel, kan man se at den kunstige intelligens forudsiger en restlevetid på 22 år og en middel tilstand, med usikkerhed på 44,35%. Det passer med den menneskelige forudsigelse noteret på stamkortet på 20 år og middel tilstand. Dog kendes usikkerheden ikke på de menneskelige forudsigelser, men jo mere data der hældes på systemet, jo lavere bliver usikkerheden på den kunstige intelligens.

NUMMER 1 POSTNR.	NUMMER 2 OPFØRELSESÅR	NUMMER 3 AREAL	NUMMER 4 ERHVERVSAREAL	NUMMER 5 ETAGER	CATEGORY 1 BYGNINGSDEL	CATEGORY 2 MATERIALE	NUMMER 7 INDBYGGET ÅR	NUMMER 8 EFTERSET/OPRETTET	NUMMER 9 REST LEVETID	NUMMER 10 ANTAL (M2)	CATEGORY 11 TILSTAND
2200	1961	3852	0	4	Tagbelægning	Tagpap	1961	2018	10	750	Middel
2200	1906	3551	20	5	Tagbelægning	Skifer	2010	2018	50	130	God
2200	1906	3551	20	5	Tagbelægning	Tagpap	2010	2018	30	490	Middel
2950	1905	2429	0	4	Tagbelægning	Bølge-eternit	2019	2019	40	700	God
2300	1920	1655	0	5	Tagbelægning	Teglisten	2011	2018	25	480	God
2200	1885	1076	108	5	Tagbelægning	Skifer	1992	2020	30	117	Middel
2200	1885	1076	108	5	Tagbelægning	Tagpap	1992	2020	3	94	Under middel
1758	1928	22825	271	4	Tagbelægning	Teglisten	1928	2019	15	13172	Under middel
2000	1895	7070	3718	5	Tagbelægning	Skifer	1997	2020	35	2606	Middel
2000	1895	7070	3718	5	Tagbelægning	Bølge-eternit	1997	2020	35	2606	Middel
2200	1901	890	0	5	Tagbelægning	Tagpap	1901	2020	25	229	Under middel
2200	1901	890	0	5	Tagbelægning	Skifer	1901	2020	25	229	Under middel
1850	1894	1688	220	5	Tagbelægning	Skifer	1894	2021	20	350	Middel
1850	1894	1688	220	5	Tagbelægning	Tagpap	2021	2021	35	150	God
2720	1934	1290	0	3	Tagbelægning	Teglisten	1934	2017	5	600	Under middel
2300	1934	1310	0	5	Tagbelægning	Teglisten	1934	2019	10	416	Under middel
2200	1905	1267	0	5	Tagbelægning	Skifer	2007	2017	80	200	God
2200	1905	1267	0	5	Tagbelægning	Tagpap	2007	2017	25	200	God
2200	1898	2295	0	5	Tagbelægning	Skifer	1998	2018	20	250	Middel
2200	1898	2295	0	5	Tagbelægning	Tagpap	1996	2018	20	140	Middel
2000	1903	2669	0	4	Tagbelægning	Skifer	1999	2019	35	798	God
1749	1861	13282	381	5	Tagbelægning	Teglisten	1994	2018	30	3350	Middel
1827	1905	3637	208	5	Tagbelægning	Skifer	1992	2019	25	1220	Middel
1557	1894	2734	0	5	Tagbelægning	Skifer	1894	2017	20	580	Middel

Med den trænede prototype kan brugeren ved at indtaste følgende 9 variabler forudsige tilstanden og levetiden på bygningsdelen:

- Postnummer
- Opførelsesår
- Beboelsesareal
- Erhvervsareal
- Antal etager
- Ansvarlig for udførelse af driftsplanen
- Materiale af tagbelægningen
- Indbygningsår for tagbelægningen
- Sidst efterset

Summary

Prediction Quality

Tilstand

CATEGORY

ACCURACY

60.00 %

CLASS	COUNT	F ₁ SCORE	QUALITY
Middel	9	0.67	GOOD
God	6	0.60	GOOD
Under middel	5	0.33	EXCELLENT

Rest leve...

NUMBER

RMSE

12.58

Top Fields

Postnr.

22.3%

Indbygget år

21.3%

Opførelsesår

18.6%

Other Fields

37.9%

MODEL TYPE

Sparse Neural Network

TRAINED

09/22/2021

Data Stories

Here's what's going on in your data.

Rest levetid

Tilstand

80 - 3

Middel

God

Under middel

Tilstand is 2.8x more likely to be God with values like...

and very unlikely to be God with values like...

Postnr. 2610

Indbygget år 2019

Opførelsesår 2019

Postnr. 4571

Indbygget år 1984

Opførelsesår 1984

Etag. 1

Materiale Betonsten

Top Fields

These are the fields with the largest contribution to the prediction results.

Postnr.

22.3%

Indbygget år

21.3%

Opførelsesår

18.6%

Etag. 10.7%

Materiale 8.6%

Erhvervsareal 7.4%

Ansvarlig 5.9%

Efterset/oprettet (år) 3.4%

Areal 1.8%

Prediction Quality

How good your model is at predicting each outcome.

Tilstand

Accuracy

60.00%

click to expand

Middel

GOOD

8/9 predicted correctly

7 false positives

rows predicted Middel are 19% more likely to be Middel than average

PRECISION 0.533

RECALL 0.889

F1 0.667

There aren't many rows where Tilstand is Middel in your dataset, add more to improve performance.

God

GOOD

3/6 predicted correctly

1 false positive

rows predicted God are 150% more likely to be God than average

PRECISION 0.750

RECALL 0.500

F1 0.600

There aren't many rows where Tilstand is God in your dataset, add more to improve performance.

Under middel

EXCELLENT

1/5 predicted correctly

0 false positives

rows predicted Under middel are 300% more likely to be Under middel than average

PRECISION 1.000

RECALL 0.200

F1 0.333

There aren't many rows where Tilstand is Under middel in your dataset, you may need more before you can be sure of the prediction quality.

Rest levetid

Usually Within

±53,93%

click to expand

Backtest Evaluation

A sample of the data ranked in order of highest to lowest probability.

Rest levetid

Tilstand

80 - 3

Middel

God

Under middel

Probability that Tilstand is God

Number of rows Tilstand is God

Average probability Tilstand is God

Top Rows

Middle Rows

Bottom Rows

Top Rows

Middle Rows

Bottom Rows

Top Rows

Middle Rows

Bottom Rows

Plan-1: Tilstands- og Levetidsberegner

Postnr.

Opførelsesår

Areal

1967

1895

2250

Erhvervsareal

Etag. 4

Ansvarlig

0

Kasper Rasmussen

Materiale

Indbygget år

Efterset/oprettet (år)

Tagpap

2005

2018

Predict Fields

Upload Excel, CSV, Parquet or JSON

You can drag and drop a dataset (CSV, XL5X, XLS) anywhere on this page to upload.

What should my dataset look like?

13.58.43

PREDICTION

Rest levetid

Tilstand

Probability Tilstand is Middel

22

Middel

44.35%

Probability Tilstand is God

Probability Tilstand is Under middel

42.34%

13.30%

INPUT

Postnr.: 1967, Opførelsesår: 1895, Areal: 2250, Erhvervsareal: 0, Etag. 4, Ansvarlig: Kasper Rasmussen, Materiale: Tagpap, Indbygget år: 2005, Efterset/oprettet (år): 2018

The figure is a composite image illustrating the roof inspection system. It consists of three main parts:

- Top Left: Data Table**

Evnenhedsnavn	01. Tårnark	Inddækningens og taketets areal, m ²	Skadene og brændskader
01. Tårnark	Inddækningens og taketets areal, m ²	Skadene og brændskader	
- Top Right: Diagram**

A diagram showing the workflow of the roof inspection system. It starts with 'Drone' and 'Kamera', leading to 'Dataindsamling', 'Dataanalyse', 'Skaderegistrering', and 'Rapportering'. The diagram also shows a 'Kort' (map) and a '3D-model' of a roof.
- Bottom: Video Frame**

A video frame showing a roof with a grid overlay, indicating the inspection area. The frame is labeled '01. Tårnark' and 'Inddækningens og taketets areal, m²'.

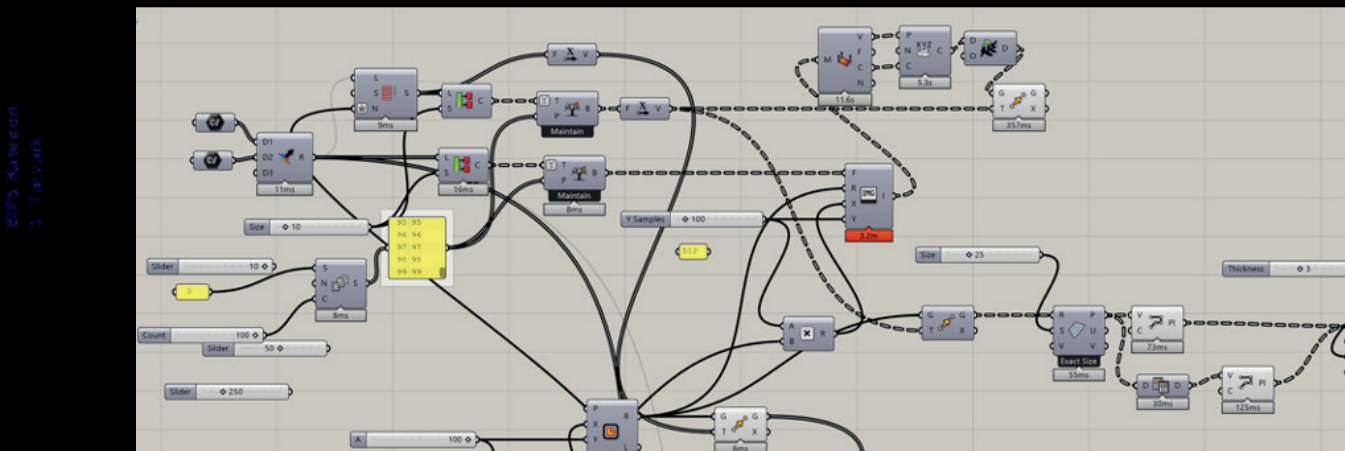
[illegible]

År	Antal	Restværdi	Skærm	Vedligehold
1	25	0 år	1 år	1 år
2	25	5 år	2 år	2 år
3	25	10 år	3 år	3 år
4	25	20 år	4 år	4 år
5	25	30 år	5 år	5 år
6	25	40 år	6 år	6 år
7	25	50 år	7 år	7 år
8	25	60 år	8 år	8 år
9	25	70 år	9 år	9 år
10	25	80 år	10 år	10 år

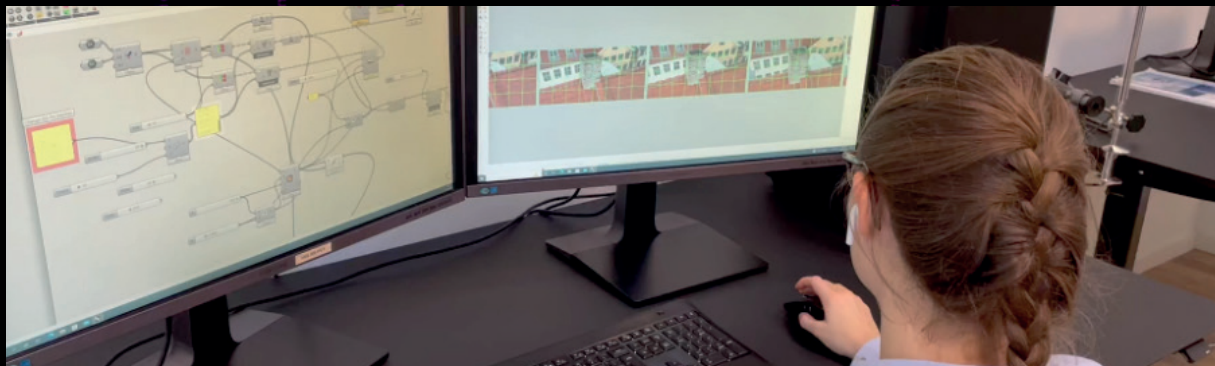
AI'en blev udviklet ved hjælp af supervised machine learning metoder, og benyttede blandt andet TensorFlow. Da AI'en var blevet trænet på billederne blev modellen valideret og forbedret ved at tilføje yderligere træningsdata og justere algoritmerne og modellerne.

Hvis prototypen skulle videreudvikles, kunne næste skridt være at inkludere yderligere træningsdata for tagflader til at forbedre forudsigelserne, og ved udvide dens muligheder for at identificere skader på andre typer af tag samt flere bygningskomponenter gennem træningsdata med bredere cases.

Smart Vedligehold



nummer	År	m2	Antal	Restværdi	Skærm	Vedligehold
1	25	0 år	1 år	1 år	1 år	1 år
2	25	5 år	2 år	2 år	2 år	2 år
3	25	10 år	3 år	3 år	3 år	3 år
4	25	20 år	4 år	4 år	4 år	4 år
5	25	30 år	5 år	5 år	5 år	5 år
6	25	40 år	6 år	6 år	6 år	6 år
7	25	50 år	7 år	7 år	7 år	7 år
8	25	60 år	8 år	8 år	8 år	8 år
9	25	70 år	9 år	9 år	9 år	9 år
10	25	80 år	10 år	10 år	10 år	10 år




```
({03.4:  
    '_ Autotekst'  
});
```

Driftsplaner for ejendomme indeholder udover stamdata, bygningsdelsdata og registreringer samt en plan for periodisk vedligehold (PPV) med et periodiseret budget. Til at bistå med indsamling af data og kunne lappe huller i datasæt blev der trænet en AI, der ud fra adresse og BBR-data fylder huller ud i datasæt og fungerer som en slags autotekst for driftsplaner. Der blev bygget en generel datamodel for en driftsplan og vigtigheden af de forskellige data blev rangeret.

AI'en blev trænet og tjekket på 245 driftsplaner fra Plan1's database. Driftsplanerne dækkede relativt ensartede etagebygninger med boliger i Storkøbenhavn og har derfor et rimelig homogent datasæt med ensartet datastruktur. Derfor kan mønstre dannes rimelige konsistent og algoritmerne i AI'en kan se hvilke datasæt der passer ind i mønstrene. Det krævede en del manuel oprydning i det ellers velstrukturerede data for at få helt præcise værdier i træningssættet, da data ikke var indsamlet til at træne Aier på, men til at kommunikerer planer og registreringer.

Al'ernes træningsmotor kræver meget konsistente datamønstre, hvis de skal kunne trænes på et lille datasæt med mange parametre og give et rimelige præcist svar. Den virkede i praksis som en autotekst, der under udarbejdelse af driftsplanen kunne fylde et godt bud på data i det næste felt baseret på det indtastede.

AI'en blev bygget i Python med biblioteker fra Keras og data var samlet i Excel-ark. Den virkede ved at man uploadede basisdata og BBR-informationer samt det PPV data man har til rådighed, hvorefter AI'en kommer med et kvalificeret bud på, hvad de manglede data sandsynligvis ville være og fylder det ind i datasættet. Jo flere huller man har i sit datasæt, des sværere blev det for AI'en at give et præcist bud på det manglende data. Så selvom AI'en kunne generere det manglende data selv hvis der var mange huller i det indsamlede data, så blev det behæftet med stor usikkerhed. Men manglede man et par data, så kunne AI'en give nogen fornuftige bud.

prediction(30).xlsx - Skrivbeskyttet													
Hjem	Indsæt	Tegning	Sidelayout	Formler	Data	Gennemse	Vis	Acrobat	Fortæl mig det				
Sæt ind	Klip	Kopier	Formatér	Calibri (Tekst)	11	A ⁺	A ⁻	Ombyrd tekst	Standard				
				Fx	U			Flæt og center v	100%	0%	0%	0%	Betingelse formatør
O30	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Opførelsesår pr. ejenet m2 are				Adresse	Titel	Tilstand	Ibbygningskarakteristiske forhold førstehåndsinl. til drift og vedersyn					
2	1	1909	2700	Præstegade	Silbæne	1	1920	19	2020	1	35401	5	2017
3	1	1909	2700	Præstegade	Tænder og nedbøj	1	1951	23	2020	5	20800	1	2017
4	2	1909	2700	Præstegade	Stillaids	3	2017	50	2020	5	400000	5	2017
5	3	1909	2700	Præstegade	Tagbelægning	1	1990	10	2024	10	15000	1	2017
6	4	1909	2700	Præstegade	Vinduer	1	1990	30	2019	1	11226	1	2018
7	5	1909	2700	Præstegade	Tagbelægning	1	1990	20	2017	5	15006	2	2019
8	6	1909	2700	Præstegade	Howetdrage	2	1970	25	2022	5	16698	2	2020
9	7	1909	2700	Præstegade	Vedvæggene vægge og lof	1	2009	40	2017	7	30000	2	2017
10	8	1909	2700	Præstegade	Stillaids	3	2017	50	2020	5	15000	2	2017
11	9	1895	2250	Amerikavej	Vinduer	1	1985	20	2019	1	33703	1	2019
12	10	1895	2250	Amerikavej	Silbæne	1	1942	35	2024	10	27739	2	2019
13	11	1895	2250	Amerikavej	Belægninger	3	1954	27	2021	5	17660	2	2019
14	12	2006	1792	Iagtvej	Tænder og nedbøj	1	2006	1	2020	5	26641	3	2016
15	13	2006	1792	Iagtvej	LI-installationer	2	2006	40	2017	1	1000	1	2016
16	14	2006	1792	Iagtvej	Afslørsr i bygningen	2	1951	26	2021	2	18286	1	2020
17	15	2006	1792	Iagtvej	Ydevæggene	1	1951	26	2021	5	18286	2	2020
18	16	1916	10100	Halfandsgade	Løyskes	2	1916	40	2016	5	10000	2	2016
19	17	1916	10100	Halfandsgade	Fælles LI-installationer	2	1951	26	2021	1	18286	1	2020
20	18	1916	10100	Halfandsgade	Byggeslags og stillads	2	2010	1	2020	10	165000	1	2016
21	19	1916	10100	Halfandsgade	Kaffetringsfuger	1	1985	10	2016	5	1400	2	2016
22	20	1916	10100	Halfandsgade	Bagtrapper	2	1951	26	2021	5	18286	2	2020
23	21	1916	10100	Halfandsgade	Tagbelægning	1	1962	24	2019	5	18598	2	2017
24	22	1916	10100	Halfandsgade	Overflader bagtrapper	2	1916	60	2018	5	11510	2	2017
25	23	1916	10100	Halfandsgade	Silbæne	1	1928	26	2023	10	23525	5	2020
26	24	1863	1422	Vesterbrogade	Kiosk	2	1985	20	2021	1	59377	3	2019
27	25	1863	1422	Vesterbrogade	Skorsten	2	2011	40	2022	5	5000	5	2021
28	26	1863	1422	Vesterbrogade	Badeværelser	2	1951	26	2021	2	18286	1	2020
					Bløde fuger i vådrum	1	1934	19	2019	2	6554	1	2019
					Silbæne	2	2011	60	2024	10	19242	2	202

Dermed fik man trænet en AI, der ud fra et antal PPVer kan pege på hvilke dele af en ny PPV, der har et datamønster der er genkendeligt for AI'ens mønstre. Dette kan ses som en slags stavekontrol, der trækker fokus hen på udsædvanlige data. At indtastet data markeres som usædvanligt betyder blot at mønsteret ikke kan genkendes – og det kan betyde, at data der er indtastet er fejlbehæftet eller at det bare er udsædvanligt. F.eks. kan en meget kort restlevetid eller et meget højt budget være korrekt, men usædvanligt – men kan også være en fejlvurdering eller fejlindtastning. Begge dele er observationspunkter, som man bør dykke ned i og revurdere.

det bare er udsædvanligt. F.eks. kan en meget kort restlevetid eller et meget højt budget være korrekt, men usædvanligt – men kan også være en fejlvurdering eller fejlindtastning. Begge dele er observationspunkter, som man bør dykke ned i og revurdere.

2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077	2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086	2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095	2096	2097	2098	2099	2100	2101	2102	2103	2104	2105	2106	2107	2108	2109	2110	2111	2112	2113	2114	2115	2116	2117	2118	2119	2120	2121	2122	2123	2124	2125	2126	2127	2128	2129	2130	2131	2132	2133	2134	2135	2136	2137	2138	2139	2140	2141	2142	2143	2144	2145	2146	2147	2148	2149	2150	2151	2152	2153	2154	2155	2156	2157	2158	2159	2160	2161	2162	2163	2164	2165	2166	2167	2168	2169	2170	2171	2172	2173	2174	2175	2176	2177	2178	2179	2180	2181	2182	2183	2184	2185	2186	2187	2188	2189	2190	2191	2192	2193	2194	2195	2196	2197	2198	2199	2200	2201	2202	2203	2204	2205	2206	2207	2208	2209	2210	2211	2212	2213	2214	2215	2216	2217	2218	2219	2220	2221	2222	2223	2224	2225	2226	2227	2228	2229	2230	2231	2232	2233	2234	2235	2236	2237	2238	2239	2240	2241	2242	2243	2244	2245	2246	2247	2248	2249	2250	2251	2252	2253	2254	2255	2256	2257	2258	2259	2260	2261	2262	2263	2264	2265	2266	2267	2268	2269	2270	2271	2272	2273	2274	2275	2276	2277	2278	2279	2280	2281	2282	2283	2284	2285	2286	2287	2288	2289	2290	2291	2292	2293	2294	2295	2296	2297	2298	2299	2300	2301	2302	2303	2304	2305	2306	2307	2308	2309	2310	2311	2312	2313	2314	2315	2316	2317	2318	2319	2320	2321	2322	2323	2324	2325	2326	2327	2328	2329	2330	2331	2332	2333	2334	2335	2336	2337	2338	2339	2340	2341	2342	2343	2344	2345	2346	2347	2348	2349	2350	2351	2352	2353	2354	2355	2356	2357	2358	2359	2360	2361	2362	2363	2364	2365	2366	2367	2368	2369	2370	2371	2372	2373	2374	2375	2376	2377	2378	2379	2380	2381	2382	2383	2384	2385	2386	2387	2388	2389	2390	2391	2392	2393	2394	2395	2396	2397	2398	2399	2400	2401	2402	2403	2404	2405	2406	2407	2408	2409	2410	2411	2412	2413	2414	2415	2416	2417	2418	2419	2420	2421	2422	2423	2424	2425	2426	2427	2428	2429	2430	2431	2432	2433	2434	2435	2436	2437	2438	2439	2440	2441	2442	2443	2444	2445	2446	2447	2448	2449	2450	2451	2452	2453	2454	2455	2456	2457	2458	2459	2460	2461	2462	2463	2464	2465	2466	2467	2468	2469	
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	--

Antallet af bolte/anker	Kiste	Skruer og skruemasker	Tæglængder, cementgjedde	Tæglængder, stål	Tæglængder, tegl	Tæglængder, teglsten	Tæglkonstruktion	Tæglrør, tau/tau	Tæglrør og nedløb, PVC	Tæglrør og nedløb, jern
2.55305525	1.6562486	4.27970045	2.86051607	1.31886020	7.10354087	1.51340730		2.51561808	2.26727723	3.52818338
99.796723	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
0	0.56623453	1.67769924	1.06810235	0	6.73468875	10.97176647		0.19841002	9.76404773	
49.40900676	0.145016747	0.30480888	1.97502573	30.0678515	27.5714072	40.0802814	40.08079147		0.73474311	12.367881
99.796723	0.17130134	0.00000000	0.00000000	36.1263134	70.1881045	10.97176647	10.97176647		94.1811348	
99.8662924	77.7370001	0.06031386	0	70.0493167	21.0681284	70.0493167	70.0493167	0.61458234	70.0495041	52.818251
0	0	0.16024805	0	0.16024805	0.7514506	0	0.51101285		0.73121271	
0	75.6245008	7.56977012	1.81759311	7.78813708	0.00000000	0.00000000	0.00000000	1.81841070		17.9188541
48.1584277	1.27208845	35.3571781	0.59761619	5.11687741	18.14879637	10.77354737	39.7656363	11.42168364	2.9534350	4.8951010
0	0.00000000	11.24091766	0.00000000	5.45489715	0.00000000	5.11687741	5.11687741	17.1713885	0.00000000	0.00000000
43.137055	0.31360453	0.64842763	0.6440053	43.233302	9.4347335	52.0473184	52.0473184	0.0164587	0.00000000	0.00000000
30.876013	70.45301138	21.2166448	18.1302741	18.1302741	48.1991178	68.9903784	68.9903784	0.41400778	0.00000000	0.00000000
38.8181255	0.00000000	42.26027318	36.4008246	36.4008246	48.1991178	68.9903784	68.9903784	0.41400778	0.00000000	0.00000000
43.137055	0.31360453	0.64842763	0.6440053	43.233302	9.4347335	52.0473184	52.0473184	0.0164587	0.00000000	0.00000000
33.9330118	71.8780676	18.0066648	15.5690226	15.5247007	11.5737893	47.8316145	57.7006972		0.00000000	0.00000000
38.8181255	0.00000000	42.26027318	36.4008246	36.4008246	48.1991178	68.9903784	68.9903784	0.41400778	0.00000000	0.00000000
3.88480133	0.24213576	3.99777608	0	46.7415219	33.8624603	39.6507103		13.3826781	17.1544266	
0	71.46701719	71.69811719	0	71.69811719	19.2801706	19.2801706	19.2801706	0.00000000	0.00000000	0.00000000
23.1446495	13.3103184	24.681912	4.33457704	0.46971328	0	36.16624788		27.049648	2.69393464	
19.3173138	18.4387352	84.848313		43.8333336	83.2188788	23.5714200		0.48848744	0.00000000	0.00000000
19.3173138	13.10311318	13.10311318	6.47017388	17.3217393	17.3217393	17.3217393	17.3217393	0.48848744	0.00000000	0.00000000
70.9001668	13.1074843	0.54181134	0	0	0.90880847	0.23262129	0.31579474	0.31579474	23.2841448	
0	48.94200482	0.00000000	0	48.94200482	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
48.94200482	28.40246583	48.9018047	0.44671255	0	5.52372469	0.32356504	0.31579474	0.75604504	0.31579474	0.00000000
0.07263446	0.781338057	83.2119663	0	0.64340313	88.9602695			0.768754913		0.00000000
0	1.43301345	0	0	0	3.37058108			0.414666		0.00000000
77.05212402	8.46148171	2.27070054	13.59264117	10.3770394	81.1870069	23.3512686	2.0070814	13.23116885		68.73316885
0	4.77892844	0	46.369092	0	3.39806068	4.46010028		14.3824021		0.00000000
0	0.00000000	21.52756911	48.71598907	15.18120047	6.08201265	36.0019579		13.26113658		0.00000000
0.56676544	40.7254747	0.07709112	0.58893704	6.82839269	42.55839247	42.55839247	37.01212881	17.8887672	0.53110055	0.031370709
0	21.60123337	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
98.123397	44.3115181	98.7950034	0	87.0460122	97.3813862	0.82067272	48.8681077	12.781818	18.5508614	86.0660777
23.1849097	99.9314697	99.9478308	0	11.2317315	40.3773315	40.3773315	84.1801376		88.4899995	
23.1849097	74.04313814	0.73767184	0	7.98715013	1.98715013	1.98715013	4.13713787	77.767656	77.767656	77.767656
96.1613118	72.667132	36.6187496	0	16.7640971	5.4504872	9.01502243	14.2501919	40.1309701	98.0687223	26.6566005
96.0840096	0.86822008	0	1.1257764	0.00000000	15.382135	4.34848753	0.33047493	0.00000000	11.4308067	
90.0135138	0.00000000	0.77784516	0.48008155	54.48008155	54.48008155	57.1448106	57.1448106	0.86822008	0.00000000	0.00000000
99.8662924	11.945931	6.78245759	0.88488128	11.8817187	98.974968	12.7642124	8.11537933	94.867868	0.34219973	0.00000000
0	11.35012053	0.00000000	0.00000000	12.87281253	12.87281253	12.87281253	12.87281253	0.00000000	0.00000000	0.00000000
12.6095951	13.1587981	0.69207515	1.93366209	15.7322166	13.7817192	10.7486389	20.2506413		23.2545052	
11.2402132	96.8514684	99.7386648	0	9.8935496	0.8935496	0.8935496	87.3714071		97.8847874	
0	0.00000000	25.99214345	61.4144455	1.469191746	1.469191746	1.469191746	1.24314816	0.410129375	0.410129375	0.00000000
13.3359555	0.79686622	10.21977814	0.13081445	10.13081445	10.01740025	7.315411588		11.40429417	8.79599188	
17.7684689	5.60153998	2.14898784	0.78110719	0.84547105	0.84547105	14.67210835	14.67210835	0.00000000	0.00000000	0.00000000
0	0.00000000	16.8979279	0	15.8763313	26.2513745	12.1253580	11.5253580	0.00000000	0.00000000	0.00000000
97.884688	98.2806418	0	0	9.51262842	35.262842		17.7568482		0.00000000	0.00000000
0	65.7831236	0	2.30770731	17.4406068	17.4406068	17.2075720	18.7030814	18.7030814	0.00000000	0.00000000
99.8662924	40.1424398	99.8662924	0	6.73256021	40.0530811	47.5088157	87.5828023	0.00000000	0.00000000	0.00000000
23.5637238	0	0.23074498	0	2.33074498	0.23307449	0.70677973	0.70677973	1.81525062		4.96024004
0	18.4206861	0.82968442	0	0.82968442	0.82968442	0.82968442	0.82968442	0.00000000	0.00000000	0.00000000
7.86092149	7.85410993	6.00606133	0.13157417	0.10479107	0.50161274	48.7367167	4.90330783		45.7900041	
0	0.00000000	98.8617276	0.00000000	25.16779018	25.16779018	25.16779018	25.16779018	0.00000000	0.00000000	0.00000000
45.1526647	53.5054763	0.03227067	0.00000000	15.05270939	30.0526326	16.15757108	5.42820018	0.00000000	0.00000000	0.00000000
0	0.00000000	0	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000		71.0612947		0.00000000
99.796723	0.17130134	0	0.17130134	0.17130134	0.17130134	0.17130134	0.17130134	0.00000000	0.00000000	0.00000000
27.7282788	70.24913706	24.2911765	20.1601813	14.7319315	2.55413985	41.1821881	68.96002731	0	70.7627542	14.9457384


```
{03.6:  
  '_ Reality capture'  
});
```

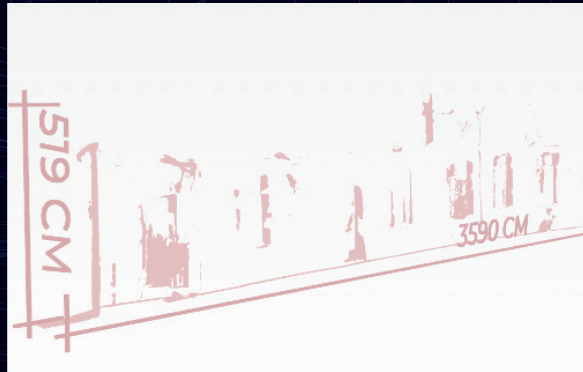
Under udarbejdelse af driftsplanerne indsamles informationer om bygningsdele. Blandt de vigtige informationer er antallet af vinduer og døre samt arealer af facader og etager. I stedet for den traditionelle opmåling af tegninger og registrering af bygningen, så udvikledes en AI, der ud fra scans, 360-graders registreringer og fotos kan identificere bygningsdelene og fastslå omfanget.

I praksis blev der udviklet et antal scripts i Python, der med tensor-flows trænede en kunstig intelligens til at genkende døre og vinduer i punktskyer og fotos. Til træningsdata blev indsamlet billeder af døre og vinduer gennem Google-søgninger. AI'en blev trænet på 360-graders registrering, der består af flere hundrede billeder optaget med Matterport-kamera. Tensorflowet kunne identificere døre og vinduer med rimelig stor sikkerhed, men havde svært ved at sortere spejle, whiteboards og blanke bord-overflader fra. Med mere træningsdata ville dette kunne fikses, men der kom en del fejlidentifikation med over.

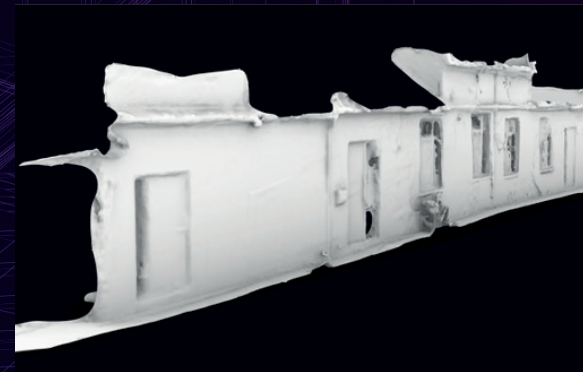
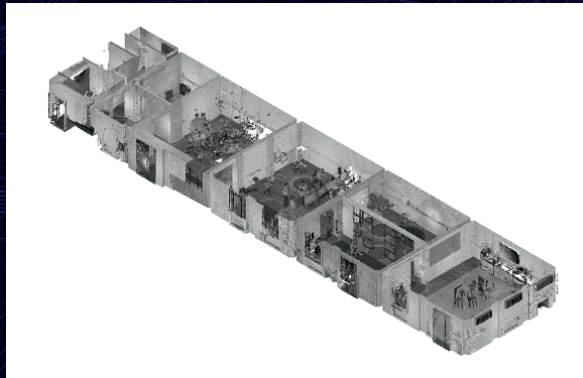



```
{03.6:  
  '_ Reality capture'  
});
```

Et andet tensorflow blev trænet til at se på de interne og eksterne lidar-scans. Ved at lave scripts i Python, der etablerer grundplan og opstalt af facade ud fra scans'ene, så kunne et lille robotsript beregne grundarealet og facadearealet i m2. Således kunne AI'en ud fra visuelt data indsamlet med reality capture (scans, fotos og 360-graders registreringer) komme med præcist skud på hvor mange viduer, døre, m2 facade og gulve, som bygningen har.



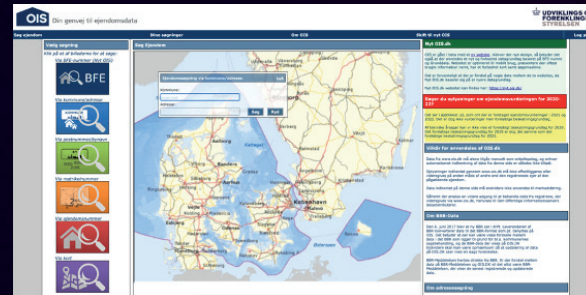
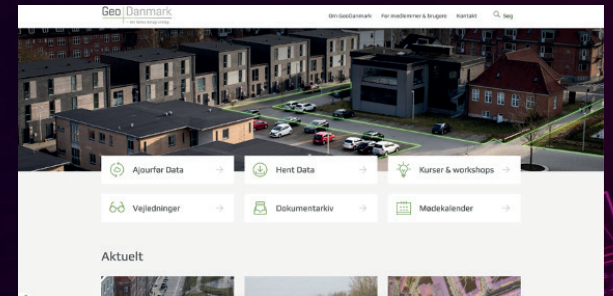
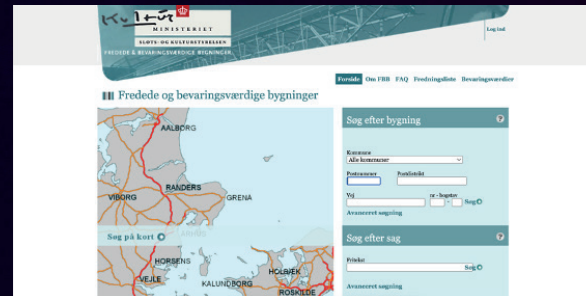
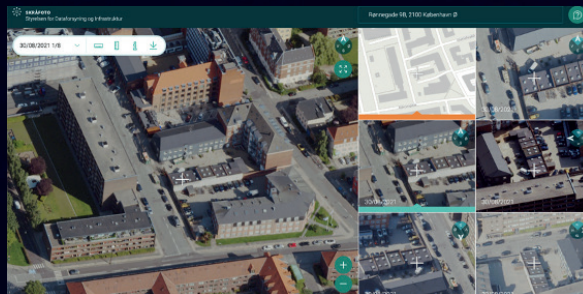
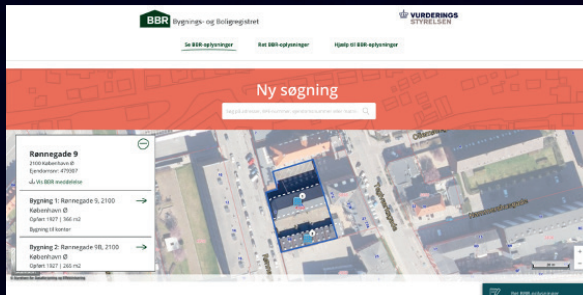
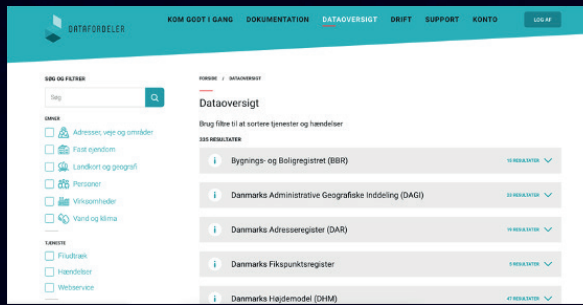
Som del af forsøget, så blev AI'en trænet på baggrund af mange døre, vinduer og scans, men kun valideret med en bygning. Så AI'en var bedst i den bygning den var trænet i. Men med f.eks. 40-50 scans af lidt mere forskellige bygninger ville AI'en kunne arbejde med sikkerhed i mange bygninger. Hvis man ønsker en AI, der kan arbejde i mange forskelligartede situationer og medier, så skal mængden af træningsdata skrues betragteligt op.




```
{03.7:
  '_ Offentlig data'
});
```

Casen med indsamling af offentligt tilgængeligt data har fungeret som fundament for flere af de allerede beskrevne AI'er, som blev udviklet i projektet. Det offentligt tilgængelige data har været brugt som supplement til andet træningsdata for prototyperne, og denne case omhandlede mulighederne inden for anskaffelsen og brugen af lige netop dette data. Grunden til at denne type data blev set som en vigtig del af projektet er, at Danmark har en af de mest digitaliserede offentlige sektorer i verden, og deraf også en stor mængde af offentlige data tilgængeligt. En af de største hindringer for brugen af AI i drift og vedligehold er manglen på data, og derfor var udnyttelsen af det offentlige data en gylden mulighed for at berige projekterne på data-fronten.

Denne case begyndte med en kortlægning af datakilder og undersøgte blandt andet Datafordeleren der er distributør af data fra diverse registre blandt andet BBR (Bygnings- og Boligregisteret) som er det landsdækkende register med data om samtlige bygninger i Danmark og som både anvendes af statslige, regionale og kommunale myndigheder, samt af forsyningsselskaber og en række private virksomheder. Desuden blev Skråfoto, Kulturarv, Geo Danmark og OIS kortlagt.



I forbindelse med anskaffelse af det kortlagte data blev muligheder inden for dataudtræk fra Datafordeleren, API'er og web-scrape undersøgt. Det blev besluttet at arbejde videre med en automatiseret web scraper der i første omgang blev testet på BBR, og senere hen ville kunne udvides til de andre datakilder.


```
{03.7:  
'_ Offentlig data'  
}];
```

Scraperen blev bygget i Python og benyttede pakkerne Pandas der er et bibliotek for datamanipulation og analyse samt BeautifulSoup der er et bibliotek for web scraping.

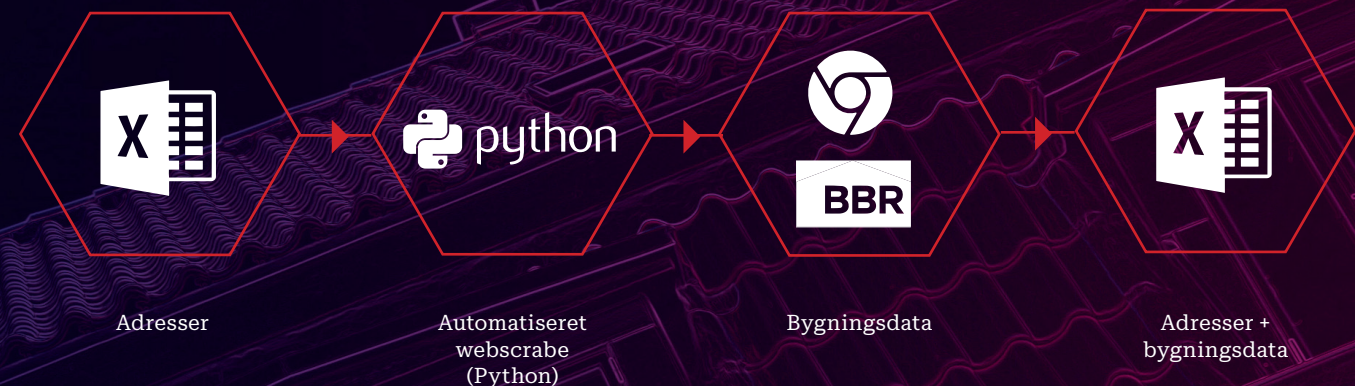
Scraperens data-flow bestod af adresser fra en Excel-fil. For hver adresse blev der foretaget en automatisk søgning på BBR, og relevant data blev tilføjet til Excel-filen med adresser. Den berigede adresseliste kunne således bruges som udgangspunkt for de andre prototyper der benyttede BBR-data.

Udfordringen ved at benytte offentligt data såsom BBR-data i forbindelse med AI er, at vi ikke kender kvaliteten af det, men ved at der er en del fejl og mangler fordi opdateringen af data i høj grad afhænger af ejerens indberetninger og kommunernes kontrol. Tager man dette i mente, kan man dog sagtens få værdi ved brugen af BBR, da man må antage at data med risici for fejl vil give gennemsnitligt bedre resultater end direkte gæt.

En del af projektet gik således også ud på at undersøge datakvaliteten inden for forskellige områder, og gennem sparring med eksperter indenfor BBR, blev det klart, at der er tale om en relativt begrænset mængde alvorlige fejl, når det gælder de vurderingsmæssigt meget afgørende forhold vedrørende bygningens ydre karakteristika, f.eks. arealangivelser, mur, tagtype og lignende. Der er dog større usikkerhed omkring bygningens indre forhold, f.eks. oplysninger om toilet, badeforhold og rumfordeling mv.

```
import requests  
import pandas as pd  
from bs4 import BeautifulSoup  
  
# Load excel-fil med adresser  
df = pd.read_excel("addresses.xlsx")  
  
# Loop gennem alle adresserne i excel-filen  
for index, row in df.iterrows():  
    address = row['Address']  
  
    # BBR-søgning for hver adresse  
    search_url = "https://bbr.dk/søg?q=" + address  
    search_response = requests.get(search_url)  
    search_soup = BeautifulSoup(search_response.content, "html.parser")  
    search_result = search_soup.find("a", class_="property__link")  
  
    if search_result:  
        # Hvis adressen eksisterer, få link til bygningsinformation  
        property_url = "https://bbr.dk" + search_result["href"]  
        property_response = requests.get(property_url)  
        property_soup = BeautifulSoup(property_response.content, "html.parser")  
  
        # Få relevant bygningsdata  
        type_html = property_soup.find("dd", class_="property__type")  
        type = type_html.text.strip() if type_html else None  
        year_html = property_soup.find("dd", class_="property__year")  
        year = year_html.text.strip() if year_html else None  
        use_html = property_soup.find("dd", class_="property__use")  
        use = use_html.text.strip() if use_html else None  
        area_html = property_soup.find("dd", class_="property__area")  
        area = area_html.text.strip() if area_html else None  
  
        # Føj relevant bygningsdata til excel-filen  
        df.at[index, "Address"] = address  
        df.at[index, "Type"] = type  
        df.at[index, "Year"] = year  
        df.at[index, "Use"] = use  
        df.at[index, "Area"] = area  
  
    else:
```

Hvis denne case skulle udvikles videre, så ville de være ideelt at tilføje flere datakilder til scraperen, samtidig med at der kunne laves yderligere og mere dybdegående analyser af datakvaliteten inden for de forskellige datakilder. Som en del af projektet Smart Vedligehold indgik scraperen som data-fundament i en integration mellem de forskellige prototyper i form af en chatbot.




```
{03.8:  
  '_ Integration/Chatbot'  
};
```

Som en del af projektet blev der designet en integration af alle prototyperne i form af en chatbot der skulle samle funktioner fra de respektive AI'er fra projektet. Formålet var at designe en chatbot der kunne hjælpe med drift- og vedligeholdelsesplaner og opgaver og ude support til de involverede aktører.

Chatbotten integrerer således flere funktioner inden for inspektion, tilstand- og skadesregistrering, levetidsvurdering, data og automatisering af elementer i driftsplaner herunder oprettelse, anskaffelse af basisdata, ændring/opdatering af driftsplaner, beslutningsstøtte og informationssøgning på flere niveauer. Chatbotten kunne altså fungere som en form for en virtuel assistent eller sparringspartner i forbindelse med opgaver relateret til drift og vedligehold.

Målet med denne case var således at integrere AI-løsningerne fra projektet, i en chatbot med en brugergrænseflade der var nem at bruge og intuitiv, så ideen på sigt ville kunne lette eksisterende arbejdsgange og integrere med nuværende systemer og platforme.



Tagsten og tilstand:
identifikation af skade på tagsten



Tag og levetid:
vurdering af restlevetid på tag ud fra basisdata



Tagflader:
tilstandsvurdering fra droneinspektion



Autotekst:
automatiserede driftsplaner ud fra basisdata og offentligt tilgængeligt data



Stavekontrol:
check af driftsplaner ud fra basisdata og offentligt tilgængeligt data



#Reality capture:
mængdeudtræk fra scans, billeder og tegninger



Offentlig data:
automatiseret datagrundlag for bygninger


```
{03.8:  
  '_ Integration/Chatbot'  
});
```

En stor del af projektet blev brugt på kortlægning af arbejdsgange og brugerrejser for at forstå processen og krav fra forskellige aktører, med indsigter fra Plan1 og dronetjeks arbejde med driftsplaner og droneinspektioner. Projektet bestod også af en dybdegående skitsering af konceptet, design af integration for protyperne samt databasestruktur, modeller samt overvejelser i forhold til brugergrænseflade.

Chatbots som denne benytter sig af Natural Language Processing (NLP), som er et felt inden AI der har med sprogforståelse at gøre, og det er dette der gør chatbotten i stand til at forstå brugerens spørgsmål og at give relevante svar. Igennem de andre prototyper vil chatbotten også have input fra områder herunder computer vision til droneoptagelserne, predictive analytics i forbindelser estimerer af levetid samt vidensgrafer til at lagre og finde information om bygninger og bygningsdele.

Anskaffelsen af træningsdata til chatbots, inklusiv denne, er en ekstremt tidskrævende proces, hvis ikke man kan genbruge eksisterende samtaler om emnet, da modellen lærer af tidligere spørgsmål og hvordan de er blevet besvaret (hvis ikke der er tale om regel-baserede svar). Desuden består en del af arbejdet i at teste og validere chatbotten gennem flere iterationer, for at forfine svarene og forbedre nøjagtigheden. Det største potentiale for en løsning som denne ville dog også være læring og erfaringer ved interaktionen med brugere på virkelige drift- og vedligeholdelsesprojekter, så træningsdataet ville blive endnu mere repræsentativt i forhold til bygningsdata, arbejdsgange og planer vs. budgetter.

```
> Hey bot  
[] Hello Person; Input your id  
> MP#123  
[] You have 3 projects available  
> Open Project#123  
[] Project#123 opened. Update Information?>Yes  
> >Yes  
[] Choose element >>walls>>roof>>windows  
> >>windows  
[] Windows selected  
> Look for information on BBR  
[] Found data from 01.2023  
> Update  
[] Completed!  
> >>roof  
[] Roof selected  
> Look for information on BBR  
[] Found data from 01.2023  
> Update  
[] Completed!  
>
```

```
from chatterbot import ChatBot  
from chatterbot.trainers import ListTrainer  
from cleaner import clean_corpus  
  
CORPUS_FILE = "Chatbot Data2.txt"  
  
chatbot = ChatBot("Chatpot")  
  
trainer = ListTrainer(chatbot)  
  
trainer.train([...])  
trainer.train([...])  
  
trainer.train([...])  
  
trainer.train([...])  
trainer.train([...])  
trainer.train([...])  
  
cleaned_corpus = clean_corpus(CORPUS_FILE)  
trainer.train(cleaned_corpus)  
  
exit_conditions = (":q", "quit", "exit")  
while True:  
    query = input("> ")  
    if query in exit_conditions:  
        break  
    else:  
        print(f"[] {chatbot.get_response(query)}")  
}
```


{04.0:

Konsolidering

}];

Projektet **Smart Vedligehold** har foruden et antal af cases også genereret en lang række **erfaringer** om AI, data, drift og vedligehold samt potentialer og udfordringer i **krydsfeltet** mellem disse. Projektet giver derfor anledning til at dele erfaringer som **branchen** kan lære sig op ad, men også idéer og **inspiration** til projekter, som vi håber, at branchen vil kaste sig over.

{04.1:
'Hvad har vi lært?'
}];

Branchen

Branchen er ikke så langt med digitalisering og data - samt anvendelse af AI som værktøj - der sker meget, men branchen er nok kun godt fra start.

I Danmark er der meget homogenitet i forventningerne til acceptable kvalitetsniveauer og genkendelige vurdering af levetider og tilstand - hvilket er fordrene for at bygge AI'er til vedligehold.

Fokus på asset management og den globale bæredygtighedsagenda skubber på for at vi benytter flere eksisterende bygninger i længere tid og gør vedligehold mere effektivt.

Det er et stort potentiale i at bruge AI til at automatisere processer inden for informationsindsamling, databehandling og forudsigeligt arbejde.

Inden for vedligehold kan AI med fordel anvendes til at komplementere og berige mangelfuldt data - samt komplementere eksperter og specialisters analyser



Kunstig intelligens

AI er en meget bred teknologi – og det er ikke helt så sexet som det ser ud hvis man googler det, og i virkeligheden dækker begrebet over virkelig mange koncepter. Skal man købe eller udvikle AI, så kræver det man sætter sig ind i det eller allierer sig med nogen der er kompetente på området.

Kunstig Intelligens er ikke særlig intelligent ”out of the box”. De er en teknologi, der er stærk til at genkende mønstre i data og finde selv meget komplekse relationer, som får AI til at virke meget smart og hurtig. Men AI er ikke bedre end det den er designet til eller de træningsdata den er trænet på.

AI er en moden teknologi. Der er et utal af open-source værktøjer og biblioteker til at bygge AI’er. Der er løsninger der er rimelig lettilgængelige og brugervenlige, men hurtigt bliver det kompliceret og kræver indsigt.

AI spiller sammen med andre systemer, databaser og landskaber – så det skal kunne indgå eller integreres i eksisterende platforme – så er man langt med sine digitale platforme, så er det nemmere at udløse potentialet.

AI arbejder med menneskelig indsigt og står på vores viden og læring udtrykt i data og strukturer. Så der hvor der er meget data og arbejdsmetoden kan konkretiseres, så kan AI trænes til at blive meget hurtig og præcis i sine forudsigelser. Når der er mange edge cases og des mindre konkret processen er, des mere er der brug for trænings- og kontroldata med høj repræsentation og præcision.

Der er etiske og forretningsmæssige implikationer, som man skal være meget opmærksom på, når man bygger AI (jobsubstitution, grænsesnit og ansvar for konklusioner).

Data

Langt de fleste udfordringer med anvendelsen af AI handler om (mangel) på data og gode usecases (spørgsmål).

Er der for lidt repræsentativt data, så få man AI’er der har stor usikkerhed eller som svarer meget gennemsnitligt og forudsigeligt – så de kan bygges men giver ikke så interessante svar.

Snævre og proprietærer AI’er kan bygges med mindre data og acceptable usikkerheder, da afgrænsninger skærper forudsigelsernes præcision.

Med det data vi har nu, er det svært at bygge et branchesystem, da det kræver bredt data og ensartethed i spørgsmål.

Vi har primært indsamlet information, der er forklædt som data – så det er ikke bredt og repræsentativt – og mangler ofte kontekst – men det er også indsamlet til at være information, som skal deles mellem mennesker med indsigt og ikke som data til analyse og prognosemodeller.

Vi kender ikke kvaliteten og usikkerheden af indsamlet data – facts, observeret, målt, gættet, estimeret.

Der er et utal af systemer, standarder (bips, sfb etc.) og strukturer som data og AI skal passe ind i – som også kun er delvist respekteret i branchen.

Data og AI skal understøtte de praktiske processer der vedrører registrering og kommunikation i forbindelse med drift og vedligehold for at være relevant .

Vi har ofte meget mere input end output data – hvilket gør træning af AI svær. Vi har f.eks. brug for både planer, budgetter og opfølgning på disse samt skiftet i kvalitetsniveauer for at kunne lave avanceret scenarie analyse.

Data i dag er ikke indsamlet og gjort tilgængeligt med AI for øje. Men udvikling af AI og indsamling af mere og bedre data kan med fordel gå hånd i hånd.

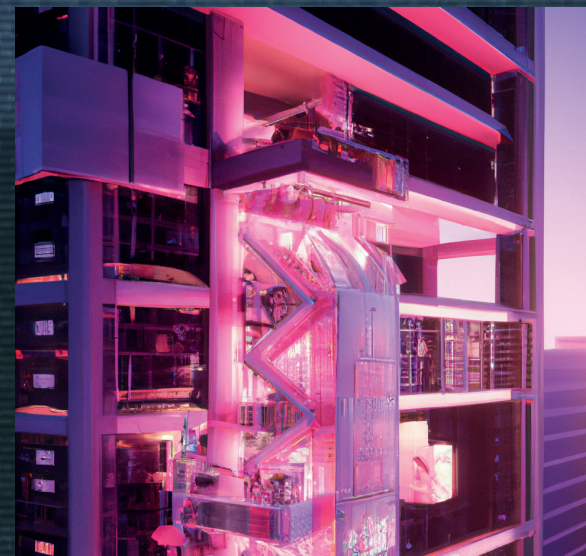
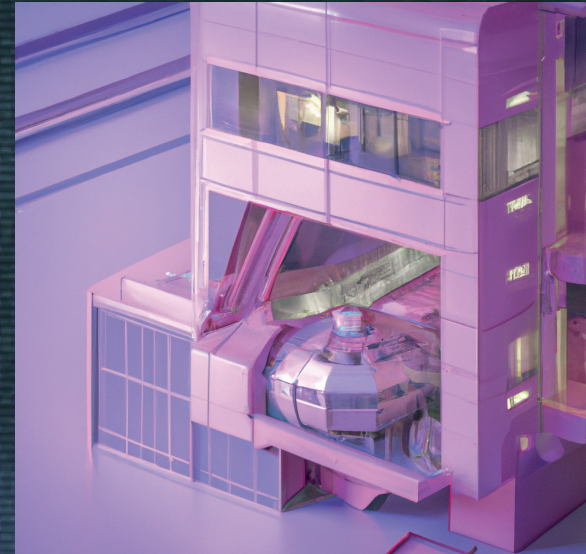



```
{04.2:  
'Smartere drift og vedligehold i fremtiden'  
});
```

Forestil dig at bo i en lejlighed i et boligbyggeri i København – det gør du måske allerede, og det du forestiller dig, ser måske ikke så anderledes ud på overfladen end det du er vant til eller kender fra gadebilledet. Og på ydersiden, der er det måske ikke til at se, men den bygning du forestiller dig, er fuldkommen autonom og benytter sig af AI til at styre alle handlinger lige fra energiforbrug og opvarmning, køling og ventilation til vedligeholdelse og reparation af sine systemer på den mest effektive og bæredygtige måde. Bygningen er udstyret med sensorer, kameraer og andre teknologier, der konstant overvåger dens systemer og drift, opdager eventuelle problemer og udfører den nødvendige vedligeholdelse og reparationer for at holde bygningen kørende. Den benytter sig af predictive analytics, deep reinforcement learning og et utal af andre områder inden for AI som endnu ikke er opfundet eller udviklet. Bygningen kan lære af sit miljø, tilpasse sig skiftende omstændigheder og træffe beslutninger baseret på en kombination af dets egne erfaringer og mål. Den benytter sig artificial general intelligence til at lære, at forstå dine behov afhængigt af dine planer og dit humør og den... eller hvad – måske lidt for langt ude i fremtiden?

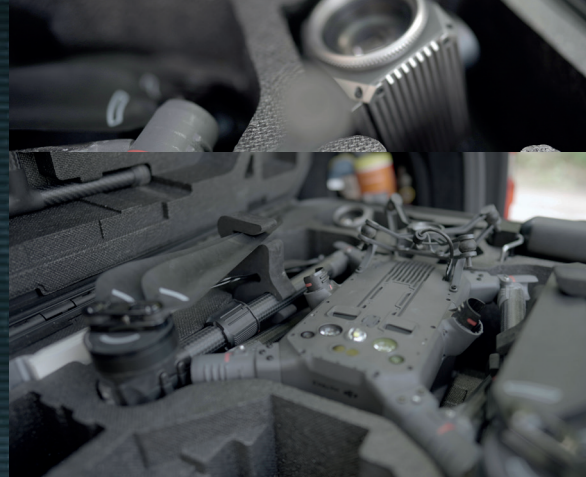
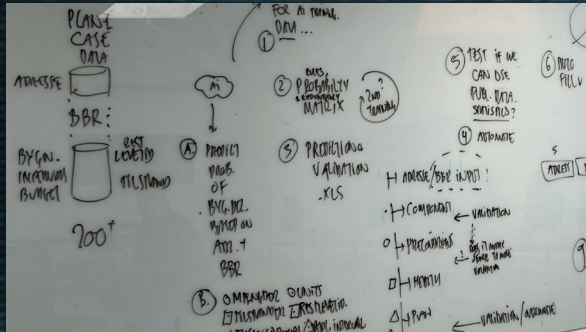
Okay, hvis vi kigger på den nærmeste fremtid inden for brugen af AI i forbindelse med drift og vedligehold, så kan vi i den nærmeste fremtid forvente, at AI vil modnes og blive en mere udbredt teknologi i branchen med øget anvendelse blandt aktører på tværs af branchen. En af de vigtigste drivkræfter for dette kan lade sig gøre, er de store mængder af kvalitetsdata, der skal indsamles, så der kan opnås en mere effektiv brug af AI, især inden for planlægning og forudsigelser af levetid, vedligehold og udgifter relateret til bygningsdrift. Med AI kan der opnås en mere proaktiv og præcis tilgang til drift og vedligehold med stor datadrevet beslutningsstøtte.

I takt med at industrien fortsat modnes på de digitale plan og kompetencer udvikles, er det vigtigt, at overvejelser om datakvalitet og etiske spørgsmål tages i betragtning for at sikre, at AI's fulde potentiale realiseres på en ansvarlig og bæredygtig måde. Lykkedes dette kan AI fremadrettet automatisere rutineprægede opgaver, benytte data i realtid, og analysere data for at identificere mønstre og lave forudsigelser på mange områder, inklusiv dem der er arbejdet med i projektet Smart Vedligehold.



Open AI - Dall E: En billedegenererings-AI's bud på en fuldt automatiseret futuristisk bygning


```
{04.4:
  'Projektet i tal og billeder'
});
```



I gennem projektet har vi internt arbejdet med cases og eksperimenter indenfor droner, data og kunstig intelligens, og har tilsammen lavet 8 proof of concept (PoC) på konkrete løsninger. Projektarbejdet har involveret samtlige projektpartnere, og har primært bestået af en række sideløbende sprints inden for hver PoC samt faste månedlige koordineringsmøder. I løbet af projektet er der holdt mere end 20 eksterne events i form af møder med branchen, workshops og afslutningskonferencen for projektet d. 21. februar 2023.

Involvering af branchen har været et vigtigt succeskriterie gennem hele projektet. Både for at validere cases og udvikle ideer i projektet, men også for at dele vores læring og erfaring

med branchen løbende gennem projektet. På den måde håber vi, at projektet har været med til at klæde branchen på, til at se nye muligheder inden for drift og vedligehold og at arbejde mere struktureret med data og teknologi såsom droner og kunstig intelligens.

```
import requests
import pandas as pd
from bs4 import BeautifulSoup

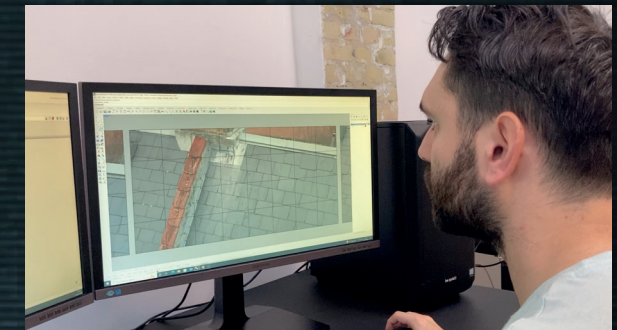
# Load excel-fil med adresser
df = pd.read_excel("addresses.xlsx")

# Loop gennem alle adresserne i excel-filen
for index, row in df.iterrows():
    address = row['Address']

    # BBR-segning for hver adresse
    search_url = "https://bbr.dk/soefac?u=address"
    search_response = requests.get(search_url)
    search_soup = BeautifulSoup(search_response.content, "html.parser")
    search_result = search_soup.find("a", class_="property_link")

    if search_result:
        # Hvis adressen eksisterer, få link til bygninginformation
        property_url = "https://bbr.dk" + search_result["href"]
        property_response = requests.get(property_url)
        property_soup = BeautifulSoup(property_response.content, "html.parser")

        # Få relevant bygningstype
        type_html = property_soup.find("dd", class_="property_type")
```




```
({04.5:  
'Tak til deltagerne'  
});
```

Erfaringer, resultater og konklusioner fra projektet er opnået i tæt sammenspil med branchen, der gennem hele projektperiode har udvist stor interesse og opbakning. Derfor skal der lyde en stor tak til virksomheder, organisationer og institutioner der på den ene eller den anden måde har deltaget i projektet eller på anden møde bidraget. Her er et lille udpluk af alle dem der har givet indblik, sparring eller feedback og deltaget i workshops gennem hele projektet.

```
var contributors = [  
  "Aalborg Kommune",  
  "Aarhus Kommunes Ejendomme",  
  "Ajour",  
  "ATP",  
  "Boligforeningen AAB",  
  "By & Havn",  
  "Bygnings- og Boligregisteret (BBR)",  
  "CEA Administration",  
  "CirBu",  
  "DAB",  
  "DANBAN",  
  "Dansk Industri",  
  "DEAS",  
  "Ejendom.com",  
  "Eseebase",  
  "FFB Frederiksberg  
Forenede Boligselskaber",  
  "Forenede Service Ejendomsdrift",  
  "FSB",  
  "Hillerød Kommune",  
  "Hørsholm Kommune",  
  "IBM Maximo",  
  "ISS",  
  "Jeudan",  
  "K-Jacobsen",
```

```
  "KAB",  
  "Københavns Ejendomme & Indkøb",  
  "Københavns Kommune",  
  "Københavns Universitet",  
  "Kommunernes Landforening",  
  "Landsbyggefonden",  
  "LB Forsikring",  
  "LIVSVÆRK",  
  "Moe",  
  "Molio",  
  "Noun",  
  "NTI",  
  "PensionDanmark",  
  "Peter Jahn & Partnere",  
  "Proper",  
  "SCHØDT",  
  "Siemens",  
  "Sund & Bælt",  
  "Sweco",  
  "Teknologisk Institut",  
  "Unit4",  
  "Videnscenter for Håndværk  
og Bæredygtighed",  
  "Witrics",  
  "Woodsense"  
];
```


094
095
096
097
098
099
100
101