

Auteur Drs. ing. A. (Arjan) Schrauwen

# De opkomst van kunstmatige intelligentie en machine learning in de bouw- en installatiesector: kansen, uitdagingen en implementatieperspectieven

*In de huidige dynamische wereld volgen technologieën elkaar erg snel op, wat veel aanpassingsvermogen vraagt van organisaties en hun werknemers. Een van de meest opvallende ontwikkelingen die de wereld op dit moment transformeert, is kunstmatige intelligentie (AI) en machine learning (ML). Deze technologieën bieden niet alleen nieuwe mogelijkheden, maar stellen ook organisaties in staat om op een andere manier problemen aan te pakken en innovatieve oplossingen te vinden. Dit geldt ook voor de bouw- en installatiesector [1]. Bouw- en installatiebedrijven beschikken, vaak onbewust, over grote hoeveelheden data. Deze data omvat bijvoorbeeld plannings, materialisatie uit BIM modellen, meer- en minderwerklijsten. Vooral onderhoudsbedrijven hebben schat aan data in de vorm van storingen, klachten, gegevens uit gebouwbeheersystemen enzovoorts. Door deze data slim te gebruiken kunnen voordelen behaald worden zoals in het kader van predictive maintenance, wat weer positieve effecten heeft voor capaciteitsplanningen en materiaalverspilling.*

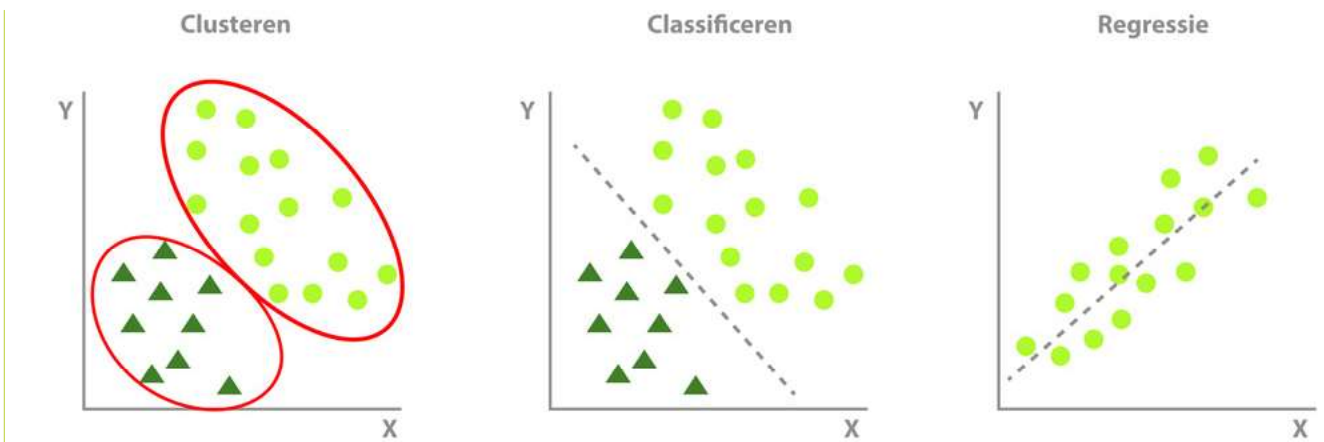
*Door deze potentie ontstaan hoge verwachtingen ten aanzien van AI en ML [2]. Maar wat is dit nu precies? En wat kun je ermee als organisatie? AI omvat een breed scala aan technieken die computers in staat stellen taken uit te voeren die normaal gesproken menselijke intelligentie vereisen, terwijl machine learning zich richt op het vermogen van computersystemen om te leren en zichzelf te verbeteren aan de hand van ervaringen. In dit artikel verkennen we de begrippen AI en ML en wat we als bouw- en installatiesector hiermee kunnen.*

## Wat is AI/ML?

AI is de mogelijkheid van een machine om mensachtige vaardigheden te vertonen - zoals redeneren, leren, plannen en creativiteit [3]. AI maakt het voor hardware mogelijk om een waarneming te doen van hun omgeving en hierop te anticiperen. Een computer ontvangt data via bijvoorbeeld sensoren, verwerkt en analyseert deze en reageert hierop. Omdat AI systemen leren van hun uitgevoerde acties zijn ze in staat om hun gedrag aan te passen. Hierdoor kunnen deze systemen voor een groot deel autonoom werken. ML gaat meer over de technieken waarmee een AI kan leren. Er bestaan veel definities over ML, maar in het algemeen kan ML gezien worden als een verzameling van algoritmen die kunnen clusteren, classificeren of voorspellingen doen middels regressie.

- Clusteren is hierbij het inventariseren van datapunten die bij elkaar horen. Dit kun je bijvoorbeeld terugvinden bij zoeken naar marktsegmenten.
- Bij classificeren zijn deze clusters al bekend, maar is het de kunst om nieuwe datapunten toe te kennen aan een cluster.
- Regressie is waarschijnlijk het meest bekend doordat een verband wordt gezocht tussen datapunten.

Hieronder zijn deze drie soorten methoden visueel weergegeven. Hierbij stellen de groene stippen en driehoeken datapunten voor, de stippellijn bij classificatie de grens tussen de twee groepen datapunten en de stippellijn bij regressie de trend van de datapunten.



Figuur 1: Clusteren, classificeren en regressie.

In afbeelding 2 zijn voor begripsvorming per methode maar twee dimensies gebruikt, X en Y. Een ML algoritme is in staat veel meer dimensies te gebruiken. Dit is dan ook de kracht van een ML algoritme. Een mens kan geen verbanden zien tussen datapunten als er meer dan 2 of 3 dimensies worden gebruikt.

Verder kom je vaak ook de term deep learning tegen. Deep learning is een ML techniek gebaseerd op het menselijk brein. Kenmerkend aan het deep learning is het werken met een neurale netwerk [4]. (Figuur 2).

Inputvariabelen leiden tot bepaalde berekende outputs, welke worden vergeleken met de daadwerkelijke outputs uit de trainset. De verschillen tussen de berekende output en de daadwerkelijke output leiden tot het aanpassen van de 'nodes' in de verborgen laag. Dit aanpassen gebeurt door specifieke gewichten toe te kennen aan deze nodes. Het doel van het aanpassen van deze gewichten is om de berekende output zo nauwkeurig mogelijk te laten overeenkomen met de daadwerkelijke output uit de trainset. Nadat het model is

getraind, worden de gewichten geëvalueerd met behulp van de testset. Op basis hiervan wordt de nauwkeurigheid van het model/algoritme bepaald.

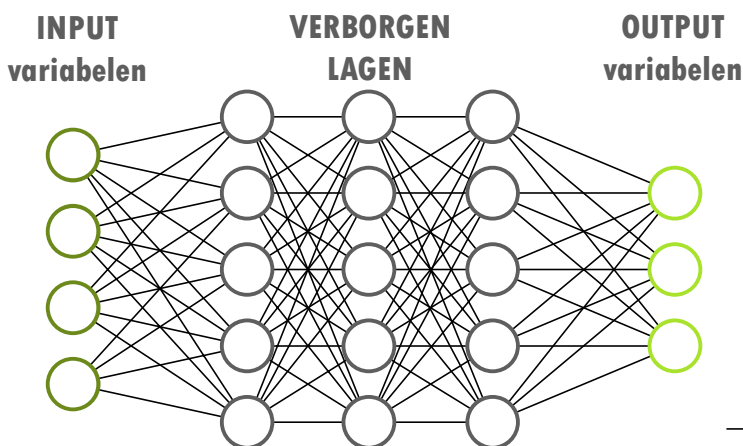
Relatie AI, ML en deep learning

AI, ML en deep learning zijn subsets van elkaar zoals gevisualiseerd in het Venn diagram in Figuur 3.

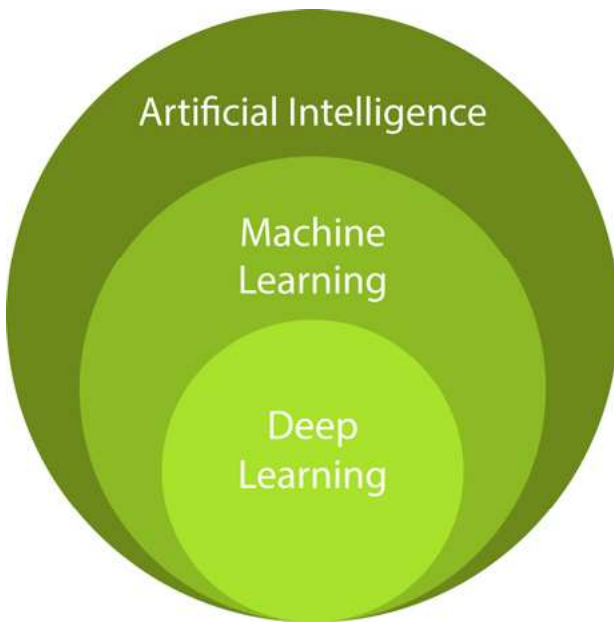
Waarom heb je AI en ML nodig?

De groei van het aanbod van data in de wereld verloopt exponentieel [5] (zie Figuur 4, groene lijn) waardoor systemen steeds complexer worden (zie Figuur 4, rode lijn).

Vanwege die toenemende hoeveelheid data en de toenemende complexiteit is het steeds lastiger om de data op een adequate manier te analyseren. Daarnaast biedt het nemen van beslissingen op basis van daadwerkelijke data voordelen ten opzichte van aannames of berekeningen. Dit is bijvoorbeeld het geval van het berekenen van



Figuur 2: Neuraal netwerk.



Figuur 3: Venn diagram AI, ML en deep learning.

de warmtebehoefte op basis van een warmteverliesberekening bij soortgelijke gebouwen versus het meten van de warmtebehoefte van deze gebouwen en deze informatie gebruiken bij het selecteren van de verwarmingseenheid. Nu is het een niet een vervanger van de ander, maar de methoden kunnen wel in elkaars verlengde gebruikt worden. Door deze hoeveelheid data en complexiteit neemt het toepassen van ML en AI in populariteit toe. Daarnaast verzamelen organisaties in de bouw- en installatiesector al heel veel informatie. Dit is niet alleen data uit gebouwbeheersystemen, maar ook uit personeelsplanningen, meer- en minderwerklijsten, storingsmeldingen enzovoorts.

**Uitdagingen AI/ML in de bouw- en installatiesector.**

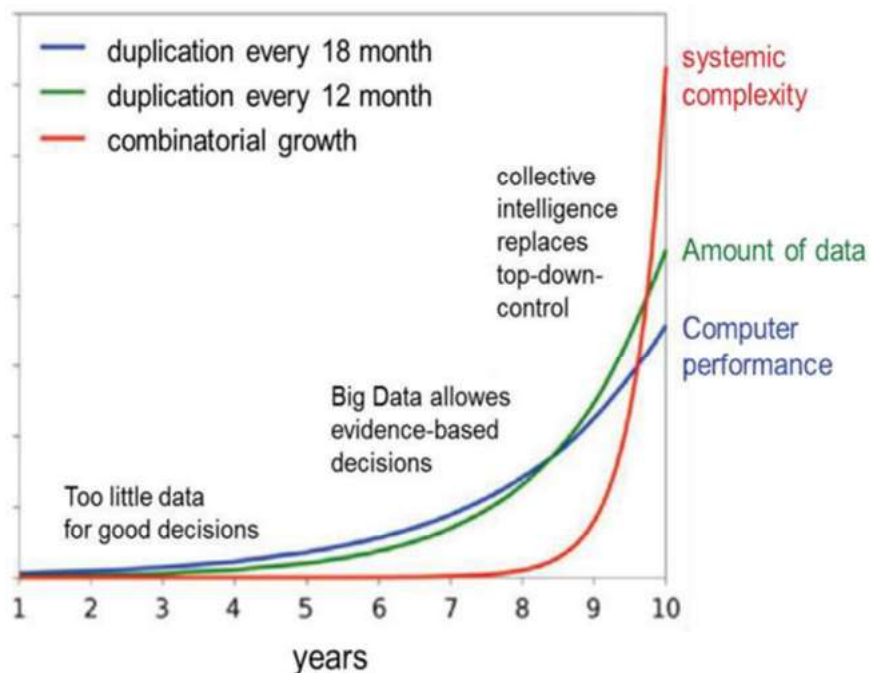
In de bouw- en installatiesector wordt AI en ML nauwelijks toegepast [6]. Er zijn wel kansen te onderkennen, zoals het optimaliseren van werkstromen op een bouwplaats, het optimaliseren van materiaalgebruik in een project en het inschatten van risico's omtrent bouwplanningen. Daaraan toe te

voegen is predictive maintenance. Een voorbeeld hiervan is het voorspellen van het vervangingsmoment van luchtfilters in luchtbehandelingskasten middels  $\Delta p$  metingen over het filter.

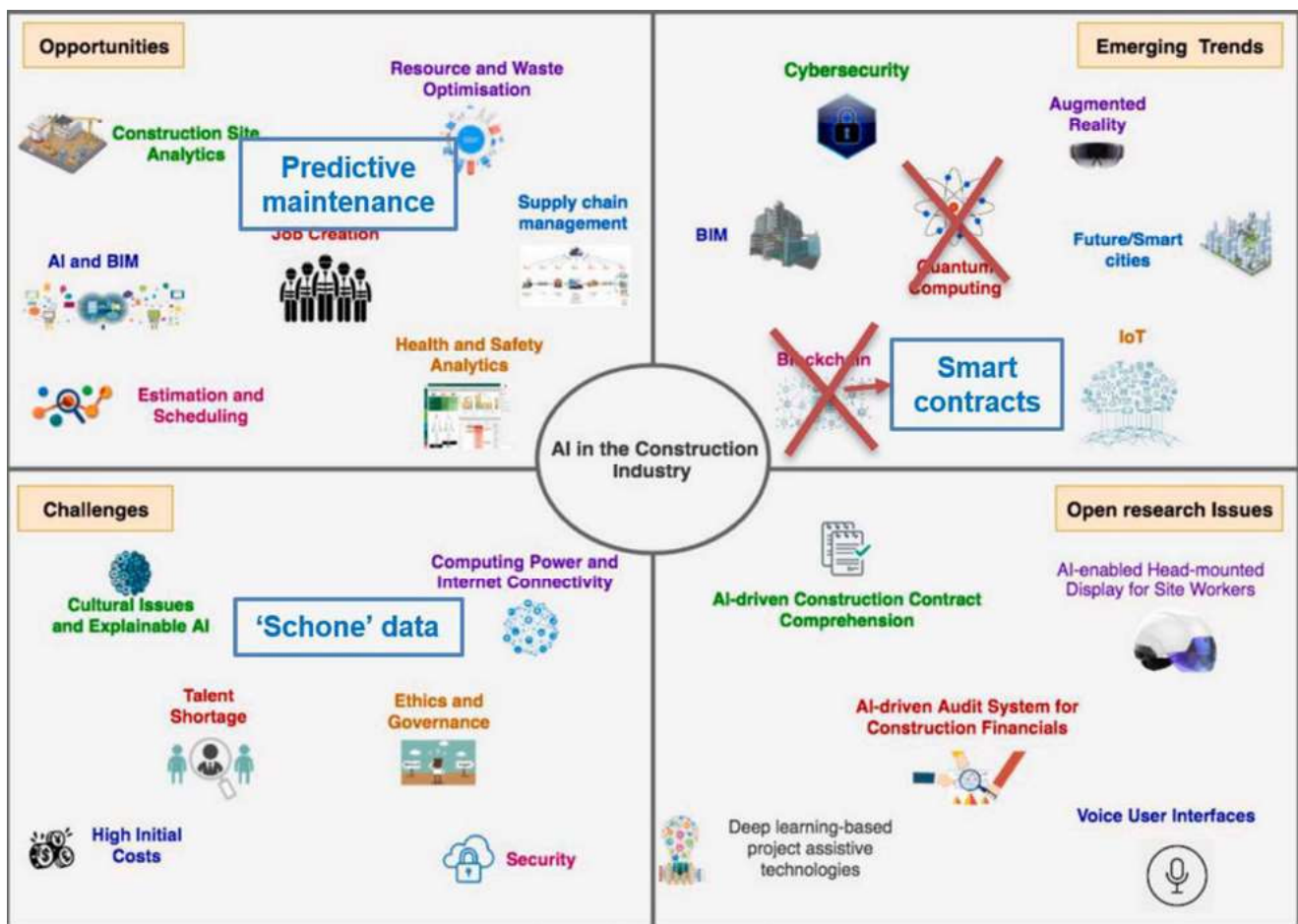
Uitdagingen zitten vooral in het feit om data op een goede manier te verzamelen, te structureren en op te schonen. Hier gaat vaak ook de meeste tijd in zitten bij het analyseren van data met een ML algoritme. Daarnaast spelen privacy issues steeds meer een rol bij het verzamelen van data. Het komt voor dat door het koppelen van verzamelde data dit onbedoeld herleid kan worden naar personen. Dit is bijvoorbeeld door het meten van CO<sub>2</sub> in ruimten ten behoeve van ventilatiesturing, waardoor personen onbedoeld gelokaliseerd worden in gebouwen. Verder kunnen algoritmen gevoelig zijn voor 'gekleurde' data (bias), waardoor verkeerde conclusies getrokken kunnen worden. Dit is bijvoorbeeld het geval bij klachtenregistraties over het klimaat in de zomer en wintersituatie, waarbij het aantal klachten in de winter veel hoger ligt dan in de zomer. Kun je dan stellen dat de klimaatinstallatie voor verwarming beter functioneert dan de koelinstallatie in de zomer? Of komt dit doordat er in de zomerperiode minder mensen aanwezig zijn in het gebouw waardoor het aantal klachten automatisch afneemt?

**Is mijn organisatie er al klaar voor?**

Organisaties zich als eerste afvragen wat het doel is van het verzamelen van data. Vooral bij gebouwbeheersystemen is dit het geval. Elk meetpunt wat gevraagd wordt kost geld in termen van aanschaf en beheer. Om te bepalen wat nodig is, biedt het



Figuur 4: Exponentiële groei data (groene lijn).[5]



Figuur 5: Ontwikkelingen en uitdagingen AI in de bouw- en installatiesector [6].

CRISP-DM model [7] een handig hulpmiddel. Zie ook Figuur 6. CRISP DM staat voor:

**C**Ross **I**ndustry **S**tandard **P**rocess for **D**ata **M**ining.

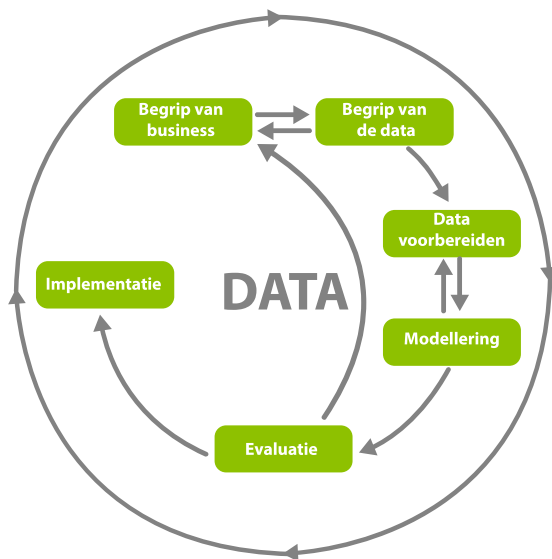
Het is een gestandaardiseerde methodologie die doorgaans wordt gebruikt voor het plannen en uitvoeren van data mining projecten. Het model bestaat uit zes fasen:

1. Business Understanding (Begrip van de Business): In deze fase wordt het probleem gedefinieerd vanuit het perspectief van de zakelijke doelstellingen. Het gaat om het begrijpen van de eisen, doelstellingen en beperkingen van het project. Hierbij is de focus op het bepalen van wat de organisatie wil bereiken met data.
2. Data Understanding (Begrip van de Data): In deze fase wordt de data verzameld en onderzocht om een beter begrip te krijgen van de beschikbare informatie. Het omvat het identificeren van de relevante datasets, het begrijpen van hun kwaliteit, structuur en inhoud, en het identificeren van eventuele problemen of uitdagingen met de data.
3. Data Preparation (Data Voorbereiding): Hier worden de data voorbereid voor analyse. Dit omvat het selecteren van de relevante

data, het opschonen van de data (bijvoorbeeld het verwijderen van dubbele records of het invullen van ontbrekende waarden), en het transformeren van de data naar een geschikt formaat voor analyse.

4. Modeling (Modellering): In deze fase worden verschillende modellen ontwikkeld en getest om het probleem op te lossen. Dit omvat het selecteren van de juiste technieken, het bouwen van de modellen, en het evalueren van hun prestaties aan de hand van de vooraf bepaalde criteria.
5. Evaluation (Evaluatie): Na het bouwen van de modellen worden ze geëvalueerd om te bepalen hoe goed ze presteren in het oplossen van het probleem. Dit omvat het testen van de modellen op onafhankelijke datasets en het beoordelen van hun nauwkeurigheid en robuustheid.
6. Deployment (Implementatie): Ten slotte worden de beste modellen geïmplementeerd in de operationele omgeving van de organisatie. Dit omvat het integreren van de modellen in bestaande systemen, het trainen van medewerkers om ze te gebruiken, en het monitoren van de prestaties van de modellen in de praktijk.





Figuur 6: CRISP-DM model.

## Post-HBO opleiding Datagedreven Duurzaam Beheer en Onderhoud

TVVL benadrukt het groeiende belang van data en digitalisering in de wereld van beheer en onderhoud. Daarvoor is kennis nodig hoe met deze data omgegaan moet worden met bijvoorbeeld machine learning en kunstmatige intelligentie. Om die reden ontwikkelt TVVL momenteel de post HBO opleiding: 'Datagedreven Duurzaam Beheer en Onderhoud', die in september dit jaar zal gaan lopen. Meer informatie over deze opleiding wordt in de komende maanden op de website van TVVL geplaatst. Nieuwsgierig? Neem dan contact op met TVVL via: [info@tvvl.nl](mailto:info@tvvl.nl)

## Highlights

- Wat is AI en ML: AI simuleert menselijke vaardigheden zoals redeneren, leren en creativiteit, terwijl ML systemen in staat stelt te leren van ervaringen (data), cruciaal voor taken als clustering, classificatie en regressie.
- Voordelen: AI en ML bieden kansen in de bouw- en installatiesector, zoals voor predictive maintenance, het verminderen van materiaalverspilling.
- Uitdagingen en kansen: Ondanks het enorme potentieel is de adoptie van AI/ML laag in de sector. Uitdagingen zijn onder meer gegevensverzameling, structurering en privacykwesties, maar er bestaan ook kansen op het gebied van optimalisatie processen, risicobeoordeling en predictive maintenance.
- Experimenteren: Organisaties worden aangemoedigd om te experimenteren met bestaande gegevens, waarmee de basis wordt gelegd voor de adoptie van ML.

Het model is een iteratief proces, wat betekent dat het vaak nodig is om terug te keren naar eerdere fasen en aanpassingen aan te brengen naarmate het project vordert. Dit zorgt ervoor dat het project flexibel blijft en kan reageren op veranderende behoeften en inzichten

### Experimenteerruimte

Hoe nu verder? Interessant voor een organisatie is om na te gaan welke data het al verzamelt en hiermee te gaan experimenteren. Daarmee doe je als organisatie ervaring op met het verzamelen, structureren en opschonen van data. Daarnaast kan de organisatie ook voorzichtige stappen maken richting ML. Door te experimenteren met al beschikbare data kunnen organisaties een basis leggen voor een eventuele formele toepassing van het CRISP-DM model, waardoor ze goed voorbereid zijn om de volgende stappen te zetten in het analyseren en benutten van hun data voor hun organisatie.

### Referenties

1. <https://www.cobouw.nl/314233/ai-gaat-cruciale-rol-spelen-bij-verduurzaming-van-bouwsector>
2. <https://www.gartner.com/en/articles/what-s-new-in-artificial-intelligence-from-the-2023-gartner-hype-cycle>
3. <https://www.europarl.europa.eu/topics/nl/article/20200827STO85804/wat-is-artificiele-intelligentie-en-hoe-wordt-het-gebruikt#:~:text=AI%20is%20de%20mogelijkheid%20van,een%20specifiek%20doel%20te%20bereiken>
4. <https://www.nature.com/articles/nature14539>
5. Spektrum der Wissenschaft, Sonderausgabe Das Digitale Manifest, 2016
6. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710221011578>
7. <https://www.datascience-pm.com/crisp-dm-2/>