

De inzet van AI in cost engineering: effectiviteit en risico's binnen industriële investeringsprojecten

Door de snelle ontwikkeling en brede beschikbaarheid van Artificial Intelligence (AI)-hulpmiddelen ontstaan talrijke mogelijkheden voor efficiëntieverbetering in werkprocessen. Dit geldt voor uiteenlopende sectoren: van de advocatuur en de bancaire sector tot en met de industriële productieomgeving.

Ook binnen de procesindustrie groeit de belangstelling voor de toepassing van AI binnen de discipline van cost engineering, in het bijzonder bij cost estimation. Kostenramingen vormen immers een cruciale basis voor investeringsbeslissingen, budgettering en risicobeheersing bij zowel nieuwbouw- als modificatieprojecten. De beschikbaarheid van omvangrijke historische projectdata en digitale documentatie doet vermoeden dat AI bij uitstek geschikt is om de nauwkeurigheid en efficiëntie van ramingen te vergroten.

Tegelijkertijd kent cost estimation in de procesindustrie inherente onzekerheden. Projecten verschillen sterk in technologische complexiteit, mate van maatwerk en project specifieke randvoorwaarden. Historische data zijn bovendien niet altijd representatief voor nieuwe technologische ontwikkelingen, terwijl gevoelige of bedrijfsgebonden informatie vaak slechts beperkt beschikbaar is. Dit roept de vraag op in hoeverre AI-toepassingen daadwerkelijk leiden tot betrouwbaardere kostenramingen, en onder welke omstandigheden het gebruik ervan juist nieuwe risico's kan introduceren.

Dit artikel analyseert de effectiviteit van AI-toepassingen binnen industriële investeringsprojecten en onderzoekt de factoren die deze effectiviteit beïnvloeden. Daarbij wordt expliciet aandacht besteed aan de beheersing van de bijbehorende risico's en aan de voorwaarden waaronder AI op verantwoorde wijze kan worden geïntegreerd in de praktijk van cost estimation.

Auteurs: Geert Henk Wijnants, Principal consultant bij Bilfinger Engineering & Consultancy
Job Danhof, Team lead estimating & validations, Cost Engineering Consultancy

Beiden lid van de Special Interest Group 'Cost Engineering in de Proces Industrie' (SIG CEPI) binnen DACE.

Inzet van cost estimation voor industriële doeleinden.

Cost estimation wordt ingezet voor diverse industriële sectoren en branches. De industrie is onderverdeeld in 4 deelbranches:

1. Levensmiddelenindustrie: bewerkt grondstoffen tot voedingsmiddelen.
2. Chemische industrie: produceren en bewerken van grondstoffen tot producten (aardgas, olie, verf, cosmetica, medicijnen).
3. Metaal- en technologische industrie: produceren en bewerken van metalen tot halffabricaten en/of eindproducten (machines, apparaten en vervoersmiddelen).
4. Overige industrie: textiel-, kleding- en leder-, hout- en meubelindustrie. Ook Pharma en Biotech vallen hieronder.

We beperken ons hier tot de chemische industrie, wat niet wil zeggen dat het navolgende ook niet voor de andere branches toepasbaar is.

In de chemische industrie wordt cost estimation ingezet voor verschillende doeleinden, namelijk het begroten van de benodigde investeringen voor:

Code:	Toepassing:	Nieuw / bestaand	Bijnaam:
A	Bouw van een installatie (CAPEX)	Nieuwbouw	“Greenfield”
Bc	Wijziging van een installatie (CAPEX)	Bestaande bouw	“Brownfield”
Bo	Onderhoud van een installatie (OPEX)	Bestaand	“Brownfield”
C	Ontmantelen van een installatie (CAPEX)	Bestaand	“Decommissioning”

Inzet van artificial intelligence bij cost estimation.

AI maakt gebruik van geautomatiseerde analyse processen die ingezet worden om de betekenis van zinnen te interpreteren (NLP; Natural Language processing) en analyse van gegevens voor voorspellings doeleinden (herkennen van datgene waarnaar gezocht wordt door te kunnen voorspellen op basis van eerder gestelde vergelijkbare vragen). Dit is toepasbaar voor (Ref. 1):

- a) Geautomatiseerde data-analyse – het verwerken en structureren van gegevens uit meerdere bronnen ten behoeve van statistische analyse.
- b) Voorspellende kostenmodellering – het ontwikkelen van modellen op basis van historische correlaties tussen ontwerpvariabelen en gerealiseerde kosten.
- c) Dynamisch begroten - het aanpassen van begrotingen op basis van prijsontwikkelingen, marktdynamiek en tijdsafhankelijke parameters.
- d) AI gebaseerde parametrische begroting – het begroten op basis van kosten modellen die ontwikkeld zijn op basis van inzicht in de belangrijkste kostenbepalende factoren
- e) Risicoanalyse – met toepassen van de spreiding in kostengegevens als onzekerheid in het risico van kostenvoorspelling
- f) Kosten parameter extractie – het toepassen van NLP om in documentatie de relevante gegevens te extraheren ten behoeve van kostenberekening.

De bovenstaande analyses zijn op zichzelf toe te passen op ieder van de investeringssoorten zoals hiervoor geschetst (a/Ba/Bo/C). Dit maakt dat het aantal mogelijke toepassingen van AI groot is. Publicaties zoals Ref. 2 laten zien dat de toepassing van AI voor cost estimation doeleinden van strategisch belang is. De vraag is dan vanzelf in welke situaties dat effectief is.

Inherente onzekerheden voor de inzet van AI

De effectiviteit van AI binnen cost estimation wordt in belangrijke mate bepaald door de kwaliteit, beschikbaarheid en representativiteit van de onderliggende data. AI-systemen zijn afhankelijk van digitaal vastgelegde en toegankelijke datasets. In de praktijk blijken de meest kritische projectgegevens niet altijd systematisch beschikbaar of volledig gedocumenteerd.

Een eerste beperking betreft gevoelige informatie over falingen, afwijkingen en claims. Gegevens over technische problemen, contractuele discussies of kostenoverschrijdingen worden om commerciële en juridische redenen vaak beperkt gedeeld. Hierdoor kan een dataset een vertekend beeld geven van gerealiseerde projectkosten en risicoprofielen. Een tweede onzekerheidsfactor betreft nieuwe technologische ontwikkelingen. De kosten van innovatieve procestechnologieën zijn sterk afhankelijk van schaalgrootte, leercurves en marktomstandigheden. Historische referentieprojecten bieden in dergelijke situaties

slechts beperkte voorspellende waarde. Naarmate het innovatiegehalte toeneemt, neemt de betrouwbaarheid van datagedreven modellen af.

Een derde factor betreft projectspecificiteit en ontwerpkeuzes. Materiaalkeuze, veiligheidsfilosofie, configuratie, redundantie en kwaliteitsniveau hebben een directe invloed op investeringskosten en levensduurprestaties. Deze keuzes zijn vaak contextafhankelijk en niet volledig te reduceren tot generieke parameters. AI-modellen kunnen dergelijke nuances slechts beperkt meenemen als zij expliciet in de dataset zijn vastgelegd.

Deze onzekerheden maken duidelijk dat AI-toepassingen binnen cost estimation niet los kunnen worden gezien van hun toepassingscontext.

Gebieden voor de effectieve inzet van artificiële intelligentie (AI).

Op basis van bovenstaande onzekerheidsfactoren kan een onderscheid worden gemaakt in situaties waarin AI naar verwachting meer of minder effectief kan worden ingezet.

AI blijkt met name effectief in projecten met:

- een *hoge mate van* herhaalbaarheid,
- *stabiele* procestechnologie,
- *voldoende* historische referentiegegevens (oftewel de bron is herleidbaar),
- *relatief consistente* kostenstructuren.

In dergelijke situaties kunnen data-analyse, parametrische modellering en dynamische actualisatie van begrotingen een significante bijdrage leveren aan efficiëntie en consistentie van ramingen. Merk op dat *de cursief gedrukte termen* allemaal concreet gemaakt moeten worden om de effectiviteit te kunnen kwantificeren.

De effectiviteit neemt daarentegen af naarmate:

- nieuwe procestechnologie wordt toegepast,
- het project sterk maatwerk gedreven is,
- de contextuele randvoorwaarden sterk variëren,
- of de historische dataset beperkt representatief is.

De in Tabel 1 opgenomen matrix geeft een kwalitatieve beoordeling van de verwachte effectiviteit van verschillende AI-toepassingen per projecttype.

Kwalitatieve beoordeling van de effectiviteit van inzet van AI voor costs-engineering.
Op basis van fact-finding is de tabel te detaileren en de kwantificeren.
Gerelateerde acceptatie criteria voor de effectiviteit zijn daarbij te ontwikkelen

Kwalitatieve beoordeling van de effectiviteit van inzet van AI voor costs-engineering. Op basis van fact-finding is de tabel te detaileren en de kwantificeren. Gerelateerde acceptatie criteria voor de effectiviteit zijn daarbij te ontwikkelen					a) Geautomatiseerde data-analyse b) Voorspellende kosten modellering c) Dynamische begroting d) AI gebaseerde parametrische begroting e) Risico analyse f) Kosten parameter extractie						
Code:	Toepassing:	Toepassing:	J/N:	Effectiviteits score:							Opmerking:
A	Bouw van een installatie (CAPEX)	"Greenfield"	N	3	3	3	3	3	3		
			J	3	1	2	1	1	3		
Bc	Wijziging van een installatie (CAPEX)	"Brownfield"	N	2	2	2	2	2	2		
			J	2	1	2	1	1	3		
Bo	Onderhoud van een installatie (OPEX)	"Brownfield"	N	2	2	2	2	2	2		
			J	3	1	2	1	1	3		
C	Ontmantelen van een installatie (CAPEX)	"Decommissioning"	*	3	3	3	3	3	3		
			Ja/ Nee / * (maakt niet uit)							3 / 2 / 1 = Effectiviteit Hoog / Matig / Gering	

Tabel 1: Beoordeling effectiviteit van de inzet van AI voor de genoemde doeleinden.

De scores dienen als indicatieve richtlijn en kunnen op projectniveau worden verfijnd via een gevoeligheidsanalyse.

Specifieke risico's bij toepassing

Naast bovengenoemde beperkingen introduceert de inzet van AI binnen cost estimation ook specifieke risico's.

Een belangrijk risico is het ontstaan van schijnzekerheid. AI-modellen kunnen zeer precieze uitkomsten genereren, wat de indruk kan wekken van hoge betrouwbaarheid.

Wanneer de onderliggende aannames of datasets echter onvolledig of niet representatief zijn, kan deze schijnbare precisie misleidend zijn.

Daarnaast speelt de beperkte uitlegbaarheid van complexe modellen een rol. Indien niet transparant is welke variabelen bepalend zijn voor de uitkomst en binnen welke grenzen het model geldig is, wordt kritische toetsing bemoeilijkt.

Ook kan sprake zijn van structurele bias in historische data. Wanneer eerdere projecten systematisch bepaalde kostenpatronen vertonen zoals gebruik van relatief goedkope onderdelen, kunnen deze onbedoeld worden gereproduceerd in het model.

Ten slotte bestaat een organisatorisch risico. Overmatige afhankelijkheid van AI-systemen kan leiden tot afnemende nadruk op professioneel oordeel en vakinhoudelijke reflectie. Inzet van AI dient daarom te worden beschouwd als ondersteunend instrument binnen een breder besluitvormingskader.

Conclusies.

De inzet van AI binnen cost estimation biedt duidelijke kansen voor verbetering van dataverwerking, consistentie en efficiëntie van kostenramingen binnen industriële investeringsprojecten.

De effectiviteit van AI is echter sterk afhankelijk van projecttype, technologische stabiliteit en datakwaliteit. Bij repeterende projecten met stabiele technologie kan AI een substantiële bijdrage leveren. Naarmate het innovatiegehalte en de projectspecificiteit toenemen, verschuift de rol van AI van voorspellend instrument naar ondersteunend analysemiddel.

Het belangrijkste risico ligt niet in de technologie zelf, maar in het overschatten van haar voorspellende vermogen en het onvoldoende expliciet maken van aannames en onzekerheden.

Een verantwoorde integratie van AI binnen cost engineering vereist daarom transparantie, modelvalidatie, expert review en blijvende aandacht voor context specifieke factoren.

Verdere praktijkervaring en empirisch onderzoek zijn noodzakelijk om de kwalitatieve inschattingen uit dit artikel nader te onderbouwen en te kwantificeren.

Aanbevelingen.

- In geval van toepassing van AI binnen Costs-engineering, draag dan zorg voor het kunnen traceren van de gehanteerde databronnen om de betrouwbaarheid te kunnen valideren.
- Mijdt de toepassing van AI in geval van de inzet bij nieuwe technologie, gegeven de hoge volatiliteit in de kosten die inherent zijn voor in dat soort gevallen.
- Implementeer een risico-afweging bij het gebruik van AI gegenereerde kosten kentallen, om risico's als misinterpretatie van kostendragers door NLP te kunnen ondervangen. Zo kan een industriële brander als boiler worden geïnterpreteerd wat een ander soort asset is.
- Pas het geschetste beoordelingskader voor de effectieve inzet van AI toe als basis voor validatie door de costs-engineering discipline, gebruikmakend van empirisch onderzoek.

Referenties:

Ref. 1 AI-driven cost estimation in the process industry. 7 April 2025, [Blog Sem de Peinder](#).

Ref. 2 AI-Driven Cost Estimation Models for Complex Manufacturing Systems (April 2025)