

Auteur O.N. (Oscar) Meijerink

Van vraagspecificatie naar gestructureerde besluitvorming in minuten

AI als beslismaat in de installatietechniek

*In de gebouwgebonden installatietechniek ontstaat een substantieel deel van de faalkosten niet tijdens de montage, maar al in de interpretatie van vraagspecificaties en bestekken. Uit het rapport *Faalkosten in de bouw (ABN AMRO / USP Marketing Consultancy, 2018)* blijkt dat ontwerpfouten, onduidelijke specificaties en interpretatieverschillen structureel bijdragen aan budgetoverschrijdingen. Het totale faalkostenbedrag in de Nederlandse bouw werd daarin geschat op circa € 5 miljard per jaar. In de installatietechniek, waar discipline-overstijgende afhankelijkheden groot zijn, is dit effect extra merkbaar.*

Complexe documenten worden onder tijdsdruk gelezen, geïnterpreteerd en verdeeld over disciplines. Impliciete aannames sluipen het project binnen. Met de opkomst van AI ontstaat een nieuwe mogelijkheid: een digitale beslismaat tussen specificatie en uitvoering. Niet als vervanging van de engineer, maar als instrument om technische besluitvorming controleerbaar, herleidbaar en overdraagbaar te maken.

Kwetsbare fase van SO tot UO

De fase van Schetsontwerp (SO) tot en met Uitvoeringsontwerp (UO) is in veel projecten de meest onderschatte periode. Hier worden de fundamentele technische keuzes voorbereid: dimensionering, systeemconcepten, prestatie-eisen, interfaces tussen disciplines en contractuele randvoorwaarden.

Tegelijkertijd is dit de fase waarin informatie vaak:

- versnipperd is over meerdere documenten
- juridisch complex geformuleerd is
- discipline-overstijgende afhankelijkheden bevat
- impliciete aannames veronderstelt
- door opeenvolgende NVI-rondes en revisies van de opdrachtgever inconsistent is geworden, zonder dat alle betrokken partijen over dezelfde versie werken

Een UAV-GC vraagspecificatie van 300 pagina's, een technisch programma van eisen, aanvullende nota's van inlichtingen, referentiedetails, duurzaamheidscriteria en contractvoorwaarden vormen samen het uitgangspunt. Gedurende het aanbestedingsproces worden deze documenten meerdere malen herzien, aangevuld en gewijzigd via NVI-rondes. Antwoorden in een latere NVI kunnen eerder gestelde eisen nuanceren of tegenspreken, zonder dat het oorspronkelijke document wordt aangepast. Het gevolg is dat inconsistenties tussen documentversies ontstaan die niet altijd zichtbaar zijn voor de partij die de aanbidding voorbereidt.

Wanneer een ventilatie-eis wordt gelezen als 3.000 m³/h onder standaardcondities, terwijl elders een maximale geluidsnorm van 35 dB(A) is opgenomen en de schachtmaat is begrensd tot 600 x 400 mm, ontstaat een direct conflict tussen capaciteit, geluid en beschikbare ruimte. Een kanaal kan groter gedimensioneerd worden om geluid te reduceren, maar de schacht biedt die ruimte niet. Dit type tegenstrijdigheid wordt vaak pas zichtbaar wanneer ontwerp en uitvoering al gevorderd zijn.

De uitdaging is daarom om besluitvorming in deze fase gestructureerd en zichtbaar te maken.

Digitale paradox

De installatiesector heeft de afgelopen jaren grote stappen gezet in digitalisering. BIM-modellen zijn integraal onderdeel van ontwerp en coördinatie. Simulatiesoftware ondersteunt energie- en comfortanalyses. ERP-systemen structureren logistiek en financiële processen.

Maar juist de fase waarin technische documenten worden geïnterpreteerd, blijft grotendeels handmatig. Specificaties worden gelezen door engineers, doorgestuurd per e-mail, besproken in overleggen en samengevat in notities. De kansen- en risicobeoordeling bij aanbestedingen, het go/no-go moment, de scopeafbakening: het zijn stuk voor stuk processen die afhangen van individuele ervaring en tijdsinvestering.

Dat is de digitale paradox: we modelleren het gebouw tot op millimerniveau, maar de interpretatie van de oorspronkelijke eisen, het fundament onder dat model, wordt nauwelijks systematisch gedocumenteerd. Er bestaat zelden een integraal overzicht van alle gestelde eisen, alle impliciete aannames, alle geïdentificeerde risico's en alle vastgelegde afwijkingen.

AI als structurele lezer van technische documentatie

Large Language Models (LLM's) maken het mogelijk om omvangrijke technische documentatie in minuten te analyseren en te structureren. Deze modellen werken met neurale netwerken die bestaan uit miljarden parameters. Op basis daarvan berekent het model voor ieder volgend woord de statistisch meest waarschijnlijke voortzetting. De werking is probabilistisch: het model voorspelt stap voor stap welk woord het meest logisch volgt.

De interne redeneerketen is niet direct zichtbaar. Voor de gebruiker is alleen de relatie tussen invoer en uitvoer waarneembaar. Om die reden worden LLM's vaak aangeduid als black box-modellen. Dat onderscheid is cruciaal: AI herkent patronen en interpreteert context, maar begrijpt de inhoud niet op de manier waarop een engineer dat doet. Het systeem kan niet redeneren vanuit fysisch inzicht of bouwpraktijkervaring. Dat heeft directe consequenties voor hoe de output moet worden gevalideerd.

Waar traditionele zoekfunctionaliteit alleen trefwoorden herkent, kan AI semantische verbanden leggen. Voor de installatietechniek betekent dit concreet dat een systeem:

- technische prestatie-eisen kan extraheren uit SO-, VO-, DO- en UO-documentatie
- randvoorwaarden per discipline kan structureren
- tegenstrijdigheden tussen documenten en NVI-rondes kan signaleren
- ontbrekende informatie kan markeren
- uitzonderingen en afwijkingen kan categoriseren



Foto 1: Specscaan. De installatiesector heeft de afgelopen jaren grote stappen gezet in digitalisering. BIM-modellen zijn integraal onderdeel van ontwerp en coördinatie

Belangrijk is dat AI hier niet optreedt als ontwerper. Het systeem neemt geen technische beslissingen. Het maakt informatie inzichtelijk door requirement extraction, document classification en cross-document comparison. De engineer blijft verantwoordelijk voor interpretatie en ontwerpkeuzes. AI ondersteunt door de informatiepositie te verbeteren.

Van specificatie naar gestructureerd bid management

Het is technisch mogelijk geworden om binnen minuten van een volledige vraagspecificatie naar een gestructureerde set van bid-verzoeken te gaan. Dit is geen marketingbelofte, maar het resultaat van geautomatiseerde documentanalyse, classificatie en structurering. De vertaalslag van technische specificatie naar gestructureerde uitvraag, die traditioneel dagen of weken in beslag neemt, kan hierdoor drastisch worden verkort.

Dat betekent concreet:

- alle relevante eisen per discipline automatisch gebundeld
- beslispunten helder benoemd
- risico's geclassificeerd
- afwijkingen traceerbaar vastgelegd
- uitvragen direct gereed voor distributie

Juist in de aanbestedingsfase, wanneer via Nota's van Inlichtingen de tijd ontbreekt om alle stukken grondig door te nemen, biedt dit een directe meerwaarde. Het stelt teams in staat om binnen minuten onduidelijkheden en risico's boven tafel te krijgen, zodat de kansen- en risicobeoordeling niet afhankelijk is van wie toevallig welk document heeft gelezen.

Van specificatie naar gestructureerd bid management

Wat hier feitelijk ontstaat, is een digitale beslisslaag tussen document en uitvoering. Deze laag heeft drie functies:

1. **Transparantie:** alle eisen en randvoorwaarden zijn inzichtelijk.
2. **Risicostructurering:** afwijkingen en onzekerheden worden gecategoriseerd.
3. **Besluitvastlegging:** gemaakte keuzes worden gedocumenteerd en herleidbaar gemaakt.

In de huidige praktijk voeren betere adviseurs en installateurs bij aanbestedingen een formele risico-inventarisatie uit. Bij grotere projecten kijkt een jurist mee bij de scopeafbakening en contractbeoordeling. Maar uit evaluaties van projecten die zijn ontspoord, blijkt dat dit lang niet overal even grondig gebeurt. AI kan hier ondersteunen: niet door de risico-inventarisatie over te nemen, maar door ervoor te zorgen dat geen relevante passage over het hoofd wordt gezien.

De beslisslaag maakt zichtbaar:

- welke passages potentieel interpretatiegevoelig zijn
- welke keuzes bewust zijn gemaakt
- welke risico's zijn geaccepteerd
- welke informatie ontbrak bij besluitvorming

Dit is niet alleen technisch relevant, maar ook juridisch. Wanneer bij geschillen of meerwerkclaims moet worden aangetoond welke informatie beschikbaar was op het moment van besluitvorming, biedt een gestructureerde beslisslaag een controleerbare vastlegging. Dat versterkt de positie van alle betrokken partijen.

Impact op verschillende rollen in de keten

Voor technisch adviseurs

Adviseurs kunnen sneller toetsen of vraagspecificaties intern consistent zijn. Dit werkt via zogenaamde contextprompts: de AI ontvangt niet alleen het document, maar ook een gestructureerde instructie over welke eisen, normen en risico's relevant zijn. Op basis daarvan analyseert het systeem de documenten gericht, in plaats van een generieke samenvatting te maken. Interpretatieverschillen tussen disciplines worden zo eerder zichtbaar.

Voor installateurs

Installateurs ontvangen gestructureerde uitvragen in plaats van fragmentarische documenten. De AI structureert de eisen uit het oorspronkelijke documentpakket per discipline, waarna de installateur een helder overzicht krijgt van wat er gevraagd wordt. Dit verkleint de kans op scope-discussies tijdens uitvoering.

Voor fabrikanten en leveranciers

Heldere en volledige uitvragen leiden tot beter vergelijkbare aanbiedingen en minder iteraties.

Voor gebouweigenaren en opdrachtgevers

Transparantie over risico's en keuzes vóór contractering versterkt de bestuurbaarheid van projecten.

Faalkosten en besluitvorming

Faalkosten in de installatietechniek worden vaak toegeschreven aan uitvoeringsfouten. Uit het eerdergenoemde ABN AMRO/USP-rapport (2018) blijkt echter dat een aanzienlijk deel van de kosten voortkomt uit ontwerpfouten, onduidelijke specificaties en interpretatieverschillen. De Bouwagenda en TNO bevestigen dit beeld in hun analyses van faalkosten in de sector.

Door de fase van SO tot UO te structureren, verschuift de aandacht van correctie naar preventie. Wanneer risico's en onduidelijkheden al vóór de calculatiefase zichtbaar zijn gemaakt, wordt voorkomen dat ze ongemerkt doorwerken in ontwerp en uitvoering.

Belangrijk hierbij is dat snelheid niet ten koste mag gaan van inhoudelijke diepgang, zowel bij de AI-analyse als bij de menselijke beoordeling. Binnen minuten een compleet overzicht van beslispunten genereren betekent niet dat de besluitvorming zelf in minuten plaatsvindt. Het betekent dat de informatiepositie snel op orde is, waarna de engineer gericht kan beoordelen en besluiten.

Dat verschil is essentieel.

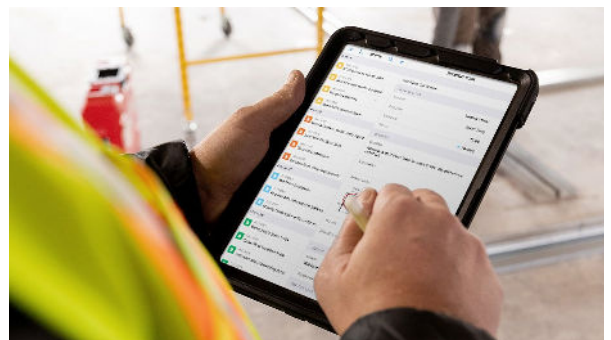


Foto 2: Als een document niet volledig of verkeerd wordt aangeleverd, bouwt de AI-analyse verder op een incompleet uitgangspunt. De kwaliteit van de output is direct gekoppeld aan de kwaliteit en volledigheid van de input.

Risico's van AI-inzet en hoe daarop te sturen

AI-analyse in de pre-constructiefase brengt eigen risico's met zich mee. Het is essentieel om die te onderkennen en te borgen in het werkproces.

1. Interpretatiefouten

AI kan eisen net anders lezen dan bedoeld. Vooral bij juridisch geformuleerde teksten of impliciete randvoorwaarden ontstaat afwijking zonder dat dit direct zichtbaar is. Een eis die in contractuele context een andere betekenis heeft dan in technische context, kan door het model verkeerd worden geclassificeerd.

2. Te graag verbanden leggen

Het model probeert samenhang te creëren tussen eisen uit verschillende documenten. Dat kan leiden tot verbanden die logisch lijken, maar contractueel of technisch niet kloppen. Bijvoorbeeld: een duurzaamheidseis koppelen aan een prestatie-eis terwijl die in het bestek bewust los van elkaar zijn geformuleerd.

3. Subtiele hallucinaties

Het grootste risico is niet complete onzin, maar kleine verschuivingen in betekenis: ontbrekende nuances, verkeerd geïnterpreteerde uitzonderingen of weggelaten randvoorwaarden. Juist omdat de output gestructureerd en overtuigend oogt, ontstaat confidence bias: de gebruiker neemt aan dat de analyse volledig is. Het risico zit vaak in wat ontbreekt, niet in wat zichtbaar is.

4. Contextverlies bij grote documentsets

Bij honderden pagina's wordt informatie samengevat en gecomprimeerd. Details, uitzonderingen en randvoorwaarden kunnen verdwijnen. Wanneer een analyse in iteratieve stappen verloopt (bijvoorbeeld via chat-sessies), ontstaat daarnaast contextvervuiling: eerdere aannames blijven impliciet aanwezig en beïnvloeden latere analyses zonder dat de gebruiker dit ziet.

5. Onvolledige of verkeerde input

Als een document niet volledig of verkeerd wordt aangeleverd, bouwt de AI-analyse verder op een incompleet uitgangspunt. De kwaliteit van de output is direct gekoppeld aan de kwaliteit en volledigheid van de input.

6. Procesborging en verantwoordelijkheid

Naast de technische risico's speelt een breder vraagstuk: hoe past AI-gebruik in bestaande kwaliteitsprocessen en verantwoordelijkheidsstructuren?

7. Verzekering en zorgvuldig handelen

Bedrijfsverzekeringen dekken beroepsfouten, maar stellen eisen aan zorgvuldig handelen. Wanneer AI-analyse onderdeel wordt van het

besluitvormingsproces, wordt de vraag relevant: is de AI-output gecontroleerd? Is het proces navolgbaar? Bij onvoldoende borging kan discussie ontstaan over dekking. Dit is geen theoretisch scenario, maar een punt dat nu al speelt bij de eerste organisaties die AI structureel inzetten.

8. Aansluiting op kwaliteitshandboeken

Veel organisaties werken met kwaliteitshandboeken en vaste procedures voor scopeafbakening, risicobeoordeling en go/no-go beslissingen. AI-gebruik past daar vaak nog niet in. Het risico is dat engineers buiten vastgestelde processen werken, dat beslissingen onvoldoende worden vastgelegd, of dat AI-gebruik inconsistent is binnen teams. Wie gebruikt welk model? Met welke instructies? Hoe wordt de output gearchiveerd?

9. Noodzaak tot formele inbedding

AI moet onderdeel worden van het formele werkproces. Dat betekent concreet: een validatiestap door een engineer na iedere AI-analyse, vastlegging van gemaakte keuzes en aannames, en herleidbaarheid van conclusies naar bronpassages in het oorspronkelijke document. Pas wanneer deze stappen zijn geborgd, kan AI-analyse verantwoord worden ingezet als onderdeel van de kansen- en risicobeoordeling.

Van experiment naar implementatie

AI-systemen moeten voldoen aan een aantal voorwaarden om in technische omgevingen inzetbaar te zijn.

1. Dataveiligheid

Technische specificaties en bestekken zijn vertrouwelijke documenten. AI-systemen moeten garanderen dat data niet wordt opgeslagen of gebruikt voor modeltraining.

2. Gestructureerde analyse in stappen

Omdat LLM's functioneren als black box-modellen, is het essentieel dat de analyse in vaste, controleerbare stappen verloopt. Eerst eisen extraheren, dan rubriceren, dan risico's en tegenstrijdigheden benoemen. Door die stappen inzichtelijk te maken, wordt zichtbaar hoe de uitkomst is opgebouwd en waar eventuele fouten zitten.

3. Herleidbaarheid naar bron

Om hallucinaties en ongewenste aannames te voorkomen, moet de analyse strikt worden begrensd tot de aangeleverde documenten. Elke conclusie wordt gekoppeld aan een concrete bronpassage. Daarnaast kunnen rule layers worden ingezet: vaste regelsets die bepalen welke normen, eisen of criteria altijd moeten worden getoetst. Dit voorkomt dat de analyse afhankelijk is van de formulering van een enkele prompt.

4. Investering in opzet en AI-kennis

Het is belangrijk om hier onderscheid te maken tussen twee fasen. Het opzetten van een effectieve contextprompt met bijbehorende rule layers is geen kwestie van minuten. Het vereist kennis van hoe LLM's werken, iteratief testen, valideren van output en bijsturen. Organisaties die deze stap willen zetten, hebben iemand nodig die begrijpt hoe je een analyse-instructie ontwerpt, hoe je fouten opspoorst in de output en hoe je het systeem bijstuurt wanneer het afwijkt.

Die investering is echter eenmalig per documenttype of projectcategorie. Wanneer de contextprompt en rule layers staan, kan iedere volgende analyse binnen minuten worden uitgevoerd. Het verschil is vergelijkbaar met het inrichten van een kwaliteitshandboek: de opzet kost weken, het gebruik ervan bespaart structureel tijd.

Daarnaast vereist implementatie een cultuurverandering. Engineers moeten bereid zijn om impliciete kennis te formaliseren en vast te leggen. Veel expertise in de sector is ervaringsgedreven. Het documenteren van beslissingen vraagt discipline, maar versterkt de overdraagbaarheid van kennis.

Over de auteur: Oscar Meijerink
is CEO en oprichter van Specscan
(www.specscan.nl).



Conclusie

De installatiesector staat voor een nieuwe digitaliseringsfase. Waar eerdere innovaties zich richtten op modellering en uitvoering, ontstaat nu de mogelijkheid om ook de besluitvormingsfase te structureren. Dat is niet de enige richting waarin AI impact zal hebben: ook modelleren, berekenen, rapporteren, optimalisatie en onderhoud zullen ingrijpend veranderen. Maar juist in de fase van SO tot UO, waar interpretatierisico's het grootst zijn en de financiële gevolgen het verst doorwerken, ligt een directe toepassingsmogelijkheid.

AI maakt het mogelijk om technische documentatie in minuten te structureren en bid management fundamenteel te versnellen. Mits de risico's worden onderkend en de inzet wordt geborgd in bestaande kwaliteitsprocessen, creëert dit een digitale beslisselaag die transparantie vergroot, risico's zichtbaar maakt en samenwerking versterkt. De engineer blijft centraal staan. Maar zijn informatiepositie verandert. En daarmee verandert de kwaliteit van het project vanaf dag één.



Foto 3: De engineer blijft centraal staan. Maar zijn informatiepositie verandert. En daarmee verandert de kwaliteit van het project vanaf dag één. output is direct gekoppeld aan de kwaliteit en volledigheid van de input.