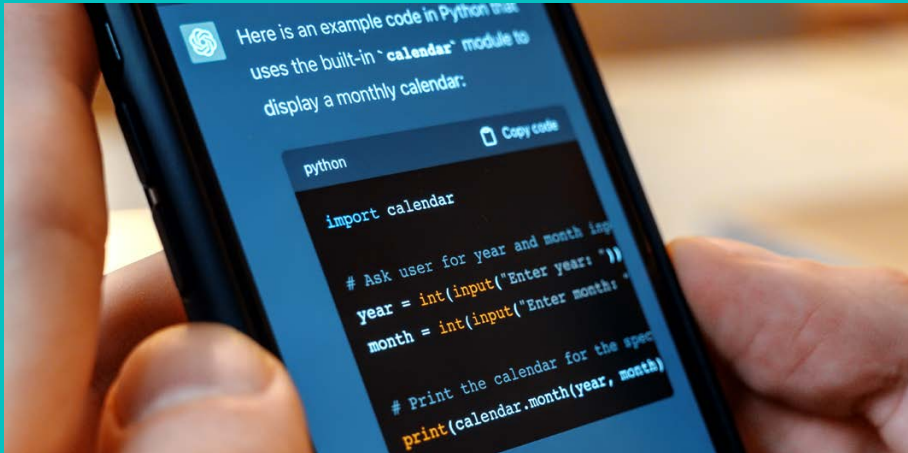




Logistiek algemeen

Large Language Models in de Logistiek

Large Language Models in de Logistieke Praktijk

Corné de Ruijt

Hogeschool Windesheim en SPRONG-groep Kansen met Data

Samenvatting

Steeds meer wordt duidelijk hoe Large Language Models hun weg vinden in de logistieke praktijk. Soms op de achtergrond in het verbeteren van dataketens, soms op de voorgrond, zoals bij het gebruik in kenniswerk. Toch is er nog veel onduidelijk, bijvoorbeeld over hun potentie in de logistieke praktijk. Ook zijn er verschillende mythen die onvoldoende worden ondersteund door onderzoek. Dit essay probeert inzicht te bieden in de huidige staat van Large Language Models (LLM's) in de logistieke praktijk, onder andere door te kijken naar beveiligingsrisico's, het gebruik van LLM's binnen kenniswerk, binnen IT-systemen en hoe LLM's geadopteerd kunnen worden binnen de organisatie.

Inleiding

ChatGPT is inmiddels alweer 5 jaar oud maar is nog steeds een belangrijke 'talk of the town', ook binnen de logistiek. Er wordt steeds meer duidelijk over waar de toepassingen van deze technologie liggen (Yan et al., 2025), maar ook is er veel onduidelijkheid, wat leidt tot mythevorming en onhaalbare verwachtingen (Prins, 2021, pp. 177-221). Onderzoek naar toepassingen van Large Language Models (LLM's) richten zich veel op algemene taken, zoals het extraheren van gegevens uit ongestructureerde tekst, het beantwoorden van kennisvragen, of het vertalen van teksten (Fui-Hoon Nah et al., 2023). Maar hoe vertaalt dit zich naar de logistieke praktijk? En wat is er voor nodig om slim van deze technologie gebruik te maken?

Dit essay gaat in op praktische zaken rondom het gebruik van LLM's. In plaats van de focus te leggen op de techniek achter LLM's, ligt de focus op het gebruik en impact binnen de (logistieke) organisatie. Dit doe ik aan de hand van de LLM-piramide, waarin naar LLM's in de praktijk wordt gekeken vanuit 4 niveau's:

1. Wat zijn LLM's (Paragraaf 1)?
2. Welke veiligheidsrisico's geven LLM's en hoe kun je je daartegen wapenen (Paragraaf 2)?
3. Welke toepassingen hebben LLM's voor logistieke organisaties, zowel op het efficiënt uitvoeren van kenniswerk als voor automatisering van digitale processen (Paragraaf 4 en 5)?
4. Hoe adopteer je het gebruik van LLM's binnen je organisatie (Paragraaf 6)?

Als onderzoeker bij SPRONG-groep Kansen met Data heb ik de luxe om met allerlei mensen in contact te komen op het snijpunt van AI-technologie en logistiek. Dit essay is dan ook het product van de gesprekken die daaruit voort zijn gekomen, literatuur over AI, LLM's en logistiek, en inzichten vanuit studentopdrachten die ik de afgelopen 2 jaar heb mogen begeleiden. In dit essay heb ik ChatGPT vaak als voorbeeld en tool gebruikt, maar de principes gelden net zozeer voor andere LLM's zoals Microsoft Copilot, Claude en Gemini.



Figuur 1 De LLM-piramide

Over Large Language Models (LLM's)

Wanneer ik begin over Large Language Models (LLM's) gaan er nog wel eens verwarde blikken mijn kant op. ChatGPT, AI of GenAI (Generatieve AI) worden regelmatig door elkaar gebruikt, wat ook niet verwonderlijk is. AI heeft namelijk geen duidelijke definitie. De betekenis lijkt mee te schuiven met welke nieuwe (intelligente) technologie er op dat moment ontwikkeld wordt (Prins, 2021, p. 7).

Large Language Models zijn wel concreter te duiden, het zijn AI-modellen rondom tekst, die iteratief voorspellen hoe waarschijnlijk elk volgend woord (formeel token) in hun vocabulair is gegeven een aantal voorgaande woorden. Hier kiest het model vervolgens een woord uit, waarna het proces zich herhaalt. Dus wanneer je het de vraag stelt:

“De kat krapt de krullen van de [...]”,

berekent het van alle woorden in haar vocabulair de kans dat dit het volgende woord is. Daaruit kiest het een volgend woord.

“Trap”

Door dit iteratief te herhalen genereert een LLM volledige zinnen. De eerste vraag die je stelt aan de LLM wordt ook wel de *prompt* genoemd. LLM's zijn daarmee een specifieke vorm van (generatieve) AI. Het omvat bijvoorbeeld niet het genereren van plaatjes of video's, maar gaat specifiek om het genereren van tekst.

Safety first

LLM's en AI in bredere zin bieden tal van kansen, maar er zijn ook serieuze risico's. Een deel hiervan ligt in het eigen gebruik, maar een deel is ook extern. Cybercriminelen maken namelijk in toenemende mate gebruik van LLM, wat de kans op beveiligingsincidenten vergroot. Dit maakt dat het voor organisaties geen keuze meer is of er maatregelen genomen moeten worden, veel bedrijven in de transportsector worden daartoe zelfs verplicht via de cyberbeveiligingswet (NCSC, 2024).

Externe risico's – Cybercriminaliteit

Criminelen gebruiken vaker LLM's. Zo maken LLM's het gemakkelijk om op grote schaal realistische phishingmails te genereren. Zeker binnen logistieke processen is dit problematisch: phishingmails relateren regelmatig aan (fraudulente) orders en zendingen met bijbehorende facturen en deze hebben relatief ook een grote slagingskans (Jampen et al., 2020). Phishing gaat niet altijd om grote inbraken, een substantieel deel van de cybercriminelen kiest voor kleine aanvallen die minder snel worden opgemerkt.

Een andere ontwikkeling is dat, waar voorheen phishingmails werden verstuurd naar een groot aantal mogelijke slachtoffers, criminelen zich nu vaker richten op *spearphishing*. Daarbij wordt (met behulp van LLM's) phishingmails voor een kleinere groep individuen geschreven, om daarmee de slagingskans verder te vergroten. Spearphishing relateert ook aan groeiende risico's van identiteitsfraude, waarbij LLM's worden gebruikt zodat criminelen zich voor kunnen doen als iemand die zij niet zijn (Nederland Digitaal, 2025). Naast phishing worden LLM's gebruikt om wachtwoorden te achterhalen. In het bijzonder wachtwoorden die gebaseerd zijn op publiekelijk vindbare informatie, zoals wat je deelt op social media, zijn daarmee risicovol.

Hoe goed de informatiebeveiliging ook technisch in orde is, per definitie moeten mensen toegang hebben tot informatiesystemen. Cybercriminelen spelen hier met LLM's op in. De komst van LLM's benadrukt daarmee het belang van menselijke aandacht bij cyberbeveiliging en dat cyberbeveiliging absoluut niet alleen IT betreft. Zo geeft de cybersecuritywet een expliciete rol aan bestuurders voor goedkeuring en toezicht op cyberbeveiliging, waarvoor zij ook een opleiding gevolgd moeten hebben. Ook gaan de zorgplichtmaatregelen voor een belangrijk deel over gedrag, zoals het formaliseren van procedures en het opleiden van medewerkers (NCSC, 2023).

Interne risico's

Ook wanneer de organisatie zelf gebruik maakt van LLM's zijn er verschillende risico's.

Delen van bedrijfsgevoelige en/of privacygevoelige informatie.

Wanneer gebruik wordt gemaakt van ChatGPT, of een andere LLM-aanbieder, deel je de informatie die in de prompt staat met het platform waarop het model draait. Sommige organisaties hebben LLM's ingericht binnen een beveiligde (cloud) omgeving waarin het mogelijk is om met vertrouwelijke en/of privacygevoelige informatie te werken, maar desalniettemin is het opletten met welk platform en in welke omgeving data wordt gedeeld.

Het delen van informatie met andere AI-applicaties, zoals Google Translate of Google search, is overigens al langer problematisch. Ook daar geldt dat strategische bedrijfsplannen vertalen naar het Engels via Google Translate misschien niet zo'n goed idee is, omdat er geen concrete afspraken zijn wat Google vervolgens met die data mag doen. Bij LLM's is dit risico misschien nog wat groter, gezien sneller meer en diversere data met deze platformen wordt gedeeld.

Aan de andere kant biedt het gebruik van LLM's in een beveiligde omgeving juist de mogelijkheid om taken (zoals vertalen) óók in een beveiligde omgeving uit te voeren, waar voorheen hiervoor met publieke diensten (zoals Google Translate) data werd gedeeld. LLM's zijn in dit opzicht dus niet per definitie onveiliger, maar bieden ook kansen om veilig(er) met AI om te gaan.

LLM's geven geen garanties op een goed antwoord.

De accuratie van LLM's is de afgelopen jaren vaak het onderwerp van gesprek geweest. Aan de ene kant zijn zeker de bekende LLM's onderzocht op talloze taken die relateren aan verschillende cognitieve taken, zoals werken met taal, logica en kennis, waarop de modellen hoog scoren (Chang et al., 2024). Met de komst van de AI-act zijn leveranciers van AI-modellen ook wettelijk verplicht om publiekelijk te rapporteren hoe zij hun modellen valideren en welke scores daar uitkomen (EU, 2025).

Aan de andere kant zijn er verschillende voorbeelden van hoe het model fouten – “*hallucinaties*” genoemd – maakt op schijnbaar eenvoudige vragen (Huang et al., 2025). Naast bewustwording dat niet alle antwoorden van een LLM kloppen, kan ook de manier van prompts helpen om te controleren of een antwoord klopt. Zo kun je de LLM de rol van “onderzoeker” aan laten nemen en de LLM vragen om bronnen en tegenbewijs. Desalniettemin blijft het belangrijk ook handmatig antwoorden te controleren.

Toegang tot informatie.

Een ander risico ontstaat wanneer bedrijven een LLM toegang geven tot bepaalde informatie, bijvoorbeeld zodat klanten via een chatbot op de website vragen kunnen stellen over een product. Het blijkt in dit soort gevallen relatief gemakkelijk om de beveiliging van de LLM te omzeilen en de LLM opdracht te geven om informatie op te halen waar het niet voor bedoeld is (Debenedetti et al., 2024). Ook wanneer een LLM alleen intern in het bedrijf wordt gebruikt voor interactie met een database – bijvoorbeeld om via menselijke taal ordergegevens op te halen – is er een risico dat (per ongeluk) toegang wordt verkregen tot data waartoe iemand niet gemachtigd is.

LLM's voor efficiënt kenniswerk

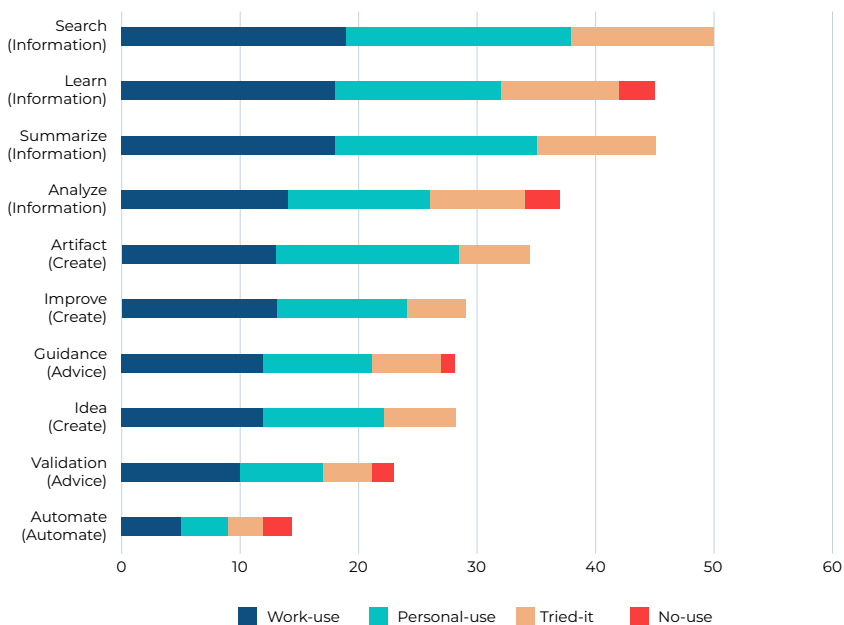
De logistieke sector bestaat voor 30% uit personen met een “hoger logistiek beroep”, die voor een belangrijk deel de afstemming in de logistieke keten(s) managen. Veel van de toepassingen van LLM's liggen rondom het type werk wat deze groep uitvoert, namelijk kenniswerk. Ondanks dat er regelmatig wordt geclaimd dat LLM's betrouwbaarder en efficiënter zijn dan mensen in het uitvoeren van kenniswerk, suggereren studies uit sectoren die voorlopen op de logistiek in de adoptie van LLM's – zoals IT – dat de werkelijkheid toch genuanceerder ligt.

Tijdwinst op eenduidige taken.

Zorgen LLM's dat je kenniswerk efficiënter uitvoert? Een deel van de huidige studies suggereren van wel. Zo laat een onderzoek vanuit Harvard Business School zien dat voor taken waar LLM's goed in zijn, de participanten in dit onderzoek deze taken 25% sneller wisten uit te voeren dan participanten die geen toegang hadden tot LLM's. Daarnaast was het resultaat van deze taken regelmatig met betere kwaliteit (Dell'Acqua et al., 2023).

Ook onderzoeken naar het gebruik van LLM's door programmeurs – waar de adoptie groot is en het makkelijker is om onderzoeksresultaten te vergelijken – laten tijdwinst zien. Bij deze laatste groep is wel een voorwaarde dat de programmeur de output van de LLM goed op waarde kan schatten (Etsenake & Nagappan, 2024). Onderzoeken zijn

echter niet volledig consistent over de tijdswinst en of het gebruik van LLM's überhaupt tijdswinst oplevert. Een recent onderzoek van onderzoeksbureau METR liet zien dat wanneer ervaren programmeurs een complexe taak moesten uitvoeren, deze taak met LLM's zelf 20% langer duurde dan zonder het gebruik van LLM's, ondanks dat deelnemers aan het onderzoek verwachtte juist 20% sneller te zijn (Becker et al., 2025).



Figuur 2 Gebruik LLM's binnen kenniswerk op basis van Brachman et al. (2025).

Uitdagingen bij LLM's in kenniswerk.

Ondanks de focus op tijdswinst is het direct automatiseren van kenniswerktaken via LLM's in de praktijk beperkt. Een studie van Brachman et al. (2025) naar het gebruik van LLM's door diverse medewerkers (niet alleen technici) van IBM laat zien dat slechts rond de 5% van de ondervraagden LLM's gebruikt om taken te automatiseren. Dit tegenover ongeveer 20% die het gebruikt voor het zoeken naar informatie of het uitvoeren van andere informatietaken. Naast het *automatiseren* van taken en het *omgaan met informatie* (zoeken, analyseren, samenvatten en leren) worden LLM's binnen kenniswerk gebruikt voor *creatie* (het maken van artefacten zoals e-mails of het genereren van nieuwe ideeën) en *advies* (voor het verbeteren, begeleiden of valideren van werk).

De kosten voor het effectief gebruiken maken van LLM's zijn sterk verbonden met de uitdagingen die bedrijven ondervinden bij het werken met LLM's. Brachman et al.(2025) geven in hun onderzoek vier voornaamste uitdagingen voor het werken met LLM's binnen kenniswerk.

1. **Het ondersteunen van medewerkers in specifieke taken.** Dit is enerzijds dat LLM's te generieke antwoorden geven, terwijl medewerkers zoeken naar antwoorden die passen bij de eigen specifieke werkcontext. Anderzijds is het valideren van het resultaat van LLM's een uitdaging: als je als medewerker geen expert bent in hetgene waar je de LLM over vraagt, hoe voorkom je dan dat je foute informatie toebedeeld krijgt? De respons van de LLM moet op het goede niveau zitten: niet te algemeen, maar ook niet te complex.
2. **Integratie met IT-systemen, processen en data.** LLM's hebben potentie om barrières in datadeling in de keten te doorbreken en datadeling te verbeteren. Van het verbeteren van datadeling in de keten worden ze tot dusver vooral gebruikt voor kleinere subtaken, waarbij de medewerker het overzicht houdt over de volledige taak. Bredere integratie met IT-systemen is ingewikkeld en brengt zowel technische uitdagingen als risico's op het gebied van databeveiliging.
3. **Organisatie-afspraken over het effectief en verantwoordelijk gebruik van LLM's.** Dit gaat enerzijds om wederzijds vertrouwen in het gebruik van LLMs. Zo kan het gebruik van LLM's ervoor zorgen dat medewerkers elkaars werk minder vertrouwen, gezien het niet altijd duidelijk is welk deel van het werk nu door de medewerker en welk deel door de LLM is gedaan. Ook laat onderzoek zien dat medewerkers schaamte kunnen hebben bij het gebruik van LLM's, omdat ze het bijvoorbeeld gebruiken voor een handeling die ze naar eigen zeggen al zouden moeten beheersen. Dit laatste kan ervoor zorgen dat medewerkers liever niet laten weten dat zij van LLM's gebruik hebben gemaakt (Zhang et al., 2025).

Anderzijds gaat het over effectief gebruik van LLM's. Zo liet het onderzoek van Brachman et al. (2025) zien dat sommige medewerkers de neiging hebben om vooral de uitkomst van de LLM te wijzigingen, in plaats van te proberen een betere prompt (een betere input) te verzinnen, terwijl het schrijven van slimme prompts juist generaliseerbaar is naar andere taken en daarmee helpt om processen te automatiseren.

3. **Ondersteunen van samenwerking.** Kijkend naar de toepassingsgebieden van LLM's voor kenniswerk liggen deze nu sterk op het ondersteunen van individuele taken. LLM's zouden echter ook kunnen ondersteunen in effectief samenwerken.

Een studie van Delić et al. (2024) laat bijvoorbeeld zien dat deelnemers het gebruik van LLM's als mediator binnen groepsbeslissingen als positief beschouwen, gezien de LLM een bepaalde mate van onafhankelijkheid heeft op het beslisproces en beter gemaakte afspraken en limitaties kan onthouden (Delić et al., 2024). LLM's zouden in dat geval meer geïntegreerd worden in groepschats in plaats van de huidige 1-op-1 chats. LLM's worden momenteel echter weinig op deze manier gebruikt, waarmee het lastig te zeggen is wat de impact is van integreren van LLM's in het voeren van gezamenlijke gesprekken en het maken van gezamenlijke beslissingen (Jannach et al., 2025).

Bottom-line impact.

Om terug te gaan naar LLM's en efficiëntie: de rede voor het gebrekkige gebruik van LLM's voor automatisering - ondanks de eerder genoemde potentie van zeg 25% tijdbesparing - is waarschijnlijk te relateren aan de context. Onderzoeken naar mogelijke tijdswinst van LLM's worden vaak uitgevoerd in een gecontroleerde omgeving en relateren aan het uitvoeren van één specifieke, eenduidige taak.

Onderzoeken naar wat LLM's nu *bottom-line* opleveren laten echter een ander beeld zien. Een onderzoek vanuit MIT naar wat GenAI grote bedrijven heeft opgeleverd laat zien dat bij slechts 5% van de bedrijven er een aantoonbare opbrengst is geweest, ondanks de hoge mate van adoptie van GenAI bij deze bedrijven (rond de 90%) en de 30 tot 40 miljard dollar aan totale investeringen (Challapally et al., 2025). Het onderzoek benoemt integratie van AI in de processen en systemen van de organisatie (de complexe omgeving) als een van de voornaamste barrières in de adoptie van AI.

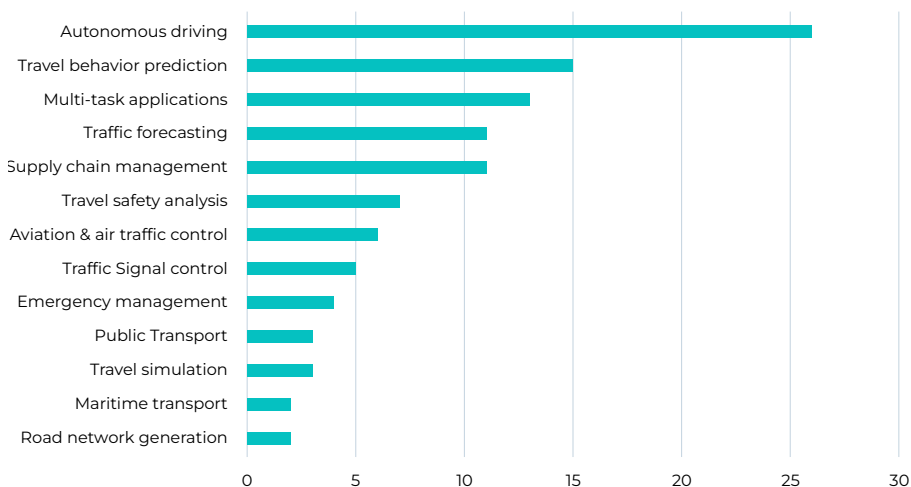
Wel interessant aan het MIT-onderzoek is dat het laat zien dat bedrijven die externe partners aanhaken bij de implementatie twee keer zo vaak een positieve opbrengst laten zien in vergelijking met bedrijven die dat niet doen. Het effectief gebruik en de implementatie van LLM's vereisen toch vaak specialistische expertise, waarvoor het belangrijk is om hiervoor de juiste expertise bij aan te haken.

Toepassingen in logistieke systemen

Naast het gebruik van LLM's in kenniswerk wordt het ook steeds vaker geïntegreerd in IT-systemen. Wie zoekt naar toepassingen van LLM's binnen de transport en logistiek vindt daarbij allerlei toepassingen, van PostNL's "Supertracy", voor het verbeteren van het volgen van pakketjes (Reshadati, 2024), tot het stellen van vragen in "menselijke" taal aan een model wat productieplanningen maakt (Li et al., 2023). (LLMs of het gebruik van LLM's voor het genereren van werkinstructies (Meyer et al., 2024). Een uitgebreid paper van Yan et al. naar toepassingen van LLM's in transport laat zien dat

LLM's ook vaak worden gebruikt in onderzoek naar autonome voertuigen (ADV's), bijvoorbeeld om de interactie tussen de ADV en de (menselijke) context te verbeteren, of om realistische scenario's te bedenken voor ADV's (Yan et al., 2025).

De verscheidenheid aan toepassingen uit de survey van Yan et al. schetst waarom AI-technologie, waaronder LLM's, worden gezien als *systeemtechnologie* (WRR, 2021). Systeemtechnologie is technologie die niet alleen toepassing vindt in één specifieke context, maar binnen allerlei systemen waar wij gebruik van maken. AI in brede zin wordt daarmee vergeleken met technologieën zoals het internet, wat ook zichtbaar en onzichtbaar op talloze manieren wordt gebruikt. Het is daarmee moeilijk om exact te duiden wat de impact gaat zijn op logistiek en transport. Ik kies daarom voor drie specifieke toepassingen: het gebruik van LLM's binnen planning, datadeling in de keten en het gebruik van LLM's voor Supply Chain Mapping.



Figuur 3 Aantal (wetenschappelijke) publicaties over LLM's in transport, op basis van Yan et al. (2025)

LLM's in planning en bij datadeling in de keten

Ondanks dat LLM's vaak worden gerelateerd aan het automatisch nemen van beslissingen, is dit bij LLM-toepassingen in de logistiek lang niet altijd aan de orde. Toepassingen richten zich vaker op het verbeteren van datadeling in de keten, bijvoorbeeld door het uniformiseren van naamgevingen voor SKU's. PostNL's Supertracy is hier een goed voorbeeld van (Reshadati, 2024). Het model vertaalt de codes die een route van een pakket door PostNL's logistieke proces aanduiden ([A01 -> A98 -> ... -> I01]) naar een samenvatting die ook leesbaar is voor medewerkers die geen expert zijn in.

Het gebruik van LLM's voor het autonoom nemen van logistieke beslissingen is minder aan de orde. LLM's en andere AI-modellen worden eerder gebruikt voor het verbeteren van datakwaliteit, beschikbaarheid, en interoperabiliteit (Bergsma & de Ruijt, 2023). Logisch redeneren is een zwaktepunt voor de meeste LLM's (Ahn et al., 2024). Daar komt bij dat gebruikers (zoals planners) vraagstukken concreet moeten kunnen formuleren. Zo schrijven de ontwikkelaars van *OptiGuide*, een planningsapplicatie die gebruik maakt van LLM's:

“The user needs to ask precise questions. For instance, “Can we dock demand xc132 fifteen days earlier?” is ambiguous, because “earlier” can mean “15 days before today”, “15 days before the currently planned date”, or “15 days before the deadline” (Li et al., 2023).

En laat de “precise question” nu net wiskundig van aard zijn. Want hierin zit binnen het gebruik van LLM's voor planningsdoeleinden een tegenstelling. Het idee van tools zoals *OptiGuide* is dat je van complexe planningsmodellen gebruik kunt maken via “menselijke” taal, zonder diepgaande achtergrond in de (wiskundigere) terminologie van planning. Maar taal zoals wij hem gebruiken is vaak ambigue, wat nu juist motivatie is geweest om binnen planning bepaalde exacte terminologie te gebruiken. Die diepgaande achtergrond is daarmee nog steeds nodig om duidelijk te communiceren met een LLM over planningsvraagstukken.

Wat daarmee vaker in de praktijk voorkomt is dat LLM's gebruikt worden om programmacode te genereren, zoals een optimalisatiemodel, die vervolgens gebruikt kan worden om beslissingen te maken binnen planningsvraagstukken. Maar ook hier zitten nadelen aan. Onderzoek naar het gebruik van LLM-gegenereerde programmacode laat zien dat programmeurs toch veel tijd spenderen aan het controleren en aanpassen van de gegenereerde code en daarmee een goed begrip moeten hebben van deze code (Etsenake & Nagappan, 2024). Binnen complexe software blijkt ook dat de acceptatiegraad (de mate waarin code ook daadwerkelijk door de programmeur wordt overgenomen in de applicatie) van LLM-gegenereerde code beperkt is (Becker et al., 2025).

Wat daarin regelmatig vergeten wordt, is dat het doel van programmacode tweeledig is: niet alleen moet het een bepaalde taak uitvoeren, maar ook moet het zichzelf kunnen uitleggen aan een programmeur, bijvoorbeeld in een slimme en gepaste keuze in namen voor variabelen en functies. Vibe-coding, waarbij code door een LLM wordt gegenereerd en in gebruik wordt genomen zonder menselijke validatie, kan misschien een oplossing zijn om snel dingen uit te proberen, maar is voor werkelijk gebruik vragen om kwaliteitsproblemen (Edwards, 2025) .

LLM's voor supply chain mapping

Gezien de continue disrupties in supply chains is de vraag naar meer inzicht in de huidige keten en haar alternatieven enorm. Ook zou het beter inzichtelijk hebben van ketens kunnen helpen in het reduceren van bijvoorbeeld het aantal leeg gereden kilometers. Keteninformatie kan immers laten zien dat er mogelijk meer kan worden afgezet op locaties waar een vervoerder nu nog niet de volledige capaciteit benut. Accurate keteninformatie is ook belangrijk vanuit recente wetgeving zoals CSRD (Dempere, Udjo & Mattos., 2024).

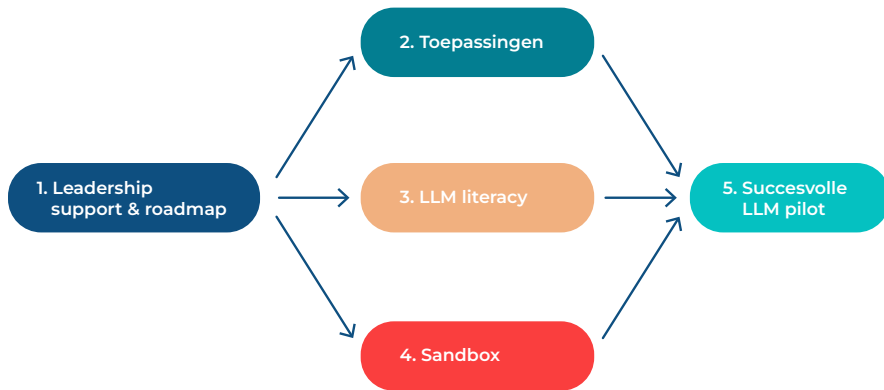
Inmiddels zijn er verschillende artikelen verschenen die sterk de indruk wekken dat het mogelijk is om tot op zekere hoogte met LLM's supply chains in kaart te brengen en daarmee risico's in te schatten. Zo gebruikten onderzoekers van de universiteit van Illinois een dataset van nieuwsartikelen, op basis waarvan relaties tussen de genoemde bedrijven in deze nieuwsartikelen kon worden uitgelezen door LLM's (Liu & Meidani, 2024). Vergelijkbaar gebruikten onderzoekers van de universiteit van Cambridge data uit Wikipedia en LLMs, om vanuit de daarin genoemde relaties de structuur van ketens te bepalen (AlMahri, Xu & Brintrup., 2024). Naast het in kaart brengen van ketens zijn LLM's ook gebruikt om disrupties te lezen uit nieuwsartikelen en deze te koppelen aan een bestaand netwerkmodel, om zo snel risico's van deze disruptie in te schatten (Cheng et al., 2024).

Adoptie in de organisatie

Een succesvolle pilot

Ondanks dat er nog veel onduidelijkheid is over wat de impact van LLM's in de logistieke praktijk gaat zijn, vraagt het wel degelijk om aanpassingsvermogen binnen de organisatie. Minimaal is dit het beperken van risico's, zoals de eerder benoemde interne en externe risico's op cybersecurity. Maar ook zijn er organisaties die ervoor kiezen om op gestructureerde wijze te experimenteren met LLM's in een logistieke context. In beide gevallen is daar wel een strategie voor nodig. Voor datastrategie zijn verschillende modellen beschikbaar, maar in dit essay wil ik inzoomen op een vrij simpel model wat gebruikt wordt binnen PON's Datalab (PON, 2025).

Vanuit PON is de afgelopen jaren flink geïnvesteerd in het gebruik van digitale (analytische) tooling voor verschillende doeleinden. Een van de modellen waar PON gebruik van maakt, wat ik hieronder het *harkmodel* heb genoemd, kan voor LLM's worden geïnterpreteerd als in Figuur 4 (Kansen met Data, 2024, vanaf 07:00). Naast haar simpliciteit benadrukt het model het belang van *leadership support* en organisatie-brede *LLM-literacy*. Het model benadrukt daarmee het belang van een breder begrip van LLM's, AI en de bijbehorende beveiligingsrisico's.



Figuur 4 Simplificatie van het harkmodel zoals gebruikt binnen het PON datalab

Leadership support & roadmap – Voor elke verandering is een plan en iemand die de kar trekt, zo ook voor projecten rondom LLM's. Het maken van een plan is daarbij meestal niet de moeilijkste factor. Binnen studentprojecten zijn er meerderemalen mooie plannen gemaakt voor LLM-gebruik in logistieke organisaties. Een grotere uitdaging is naar mijn idee voldoende “leadership support”. Iemand aan de bovenkant van de organisatie zal zich hard moeten maken voor dit soort projecten, zorgen dat het onder de aandacht blijft en er capaciteit ontstaat bij medewerkers om aan de slag te gaan met LLM's. Zeker binnen de logistiek is dit lastig. Opeenvolgingen van operationele brandjes maken al snel dat strategische projecten de aandacht verliezen. Zo verdwijnen de goede ideeën in de (digitale) ijskast. Hoe begrijpelijk ook, het is in zekere zin tegenstrijdig. Ligt de toepassing van LLM's, of digitale tooling in het algemeen, niet op het verbeteren van databeschikbaarheid en kwaliteit, hetgene wat nu net nodig is om effectief operationele uitdagingen (de brandjes) het hoofd te bieden?

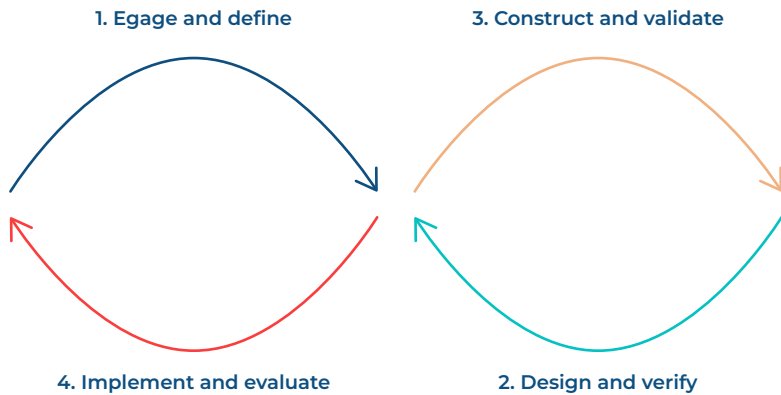
Sandbox en verantwoord gebruik - De “Sandbox” draait om het bieden van een veilige omgeving waarin medewerkers gebruik kunnen maken van LLM's. Dat gaat deels over de digitale omgeving, zoals het aanbieden van LLM's in een veilige/beveiligde omgeving, zodat data niet zomaar met publieke LLM's wordt gedeeld. Maar dit gaat ook over processen en standaarden. Welke standaarden hanteert de organisatie voor het gebruik van LLM's? Bij wie kunnen medewerkers terecht als zij vragen hebben over deze standaarden of over het gebruik van de digitale omgeving?

Ook is het belangrijk na te denken over wat je in de organisatie zou beschouwen als (ethisch) verantwoord gebruik van LLM's. Zoals eerder benoemd kan het gebruik van LLM's leiden tot conflicten in de organisatie. Is het bijvoorbeeld wel verantwoord dat medewerkers volledige mails laten genereren door LLM's, en zo ja, moeten zij in de mail aangeven dat de LLM de mail heeft gegenereerd? Waar kunnen medewerkers terecht als zij schaamte ervaren in het gebruik van LLM's, omdat zij eigenlijk vinden dat zij de taak zelf zouden moeten uitvoeren, of wanneer zij het niet eens zijn dat een collega LLM's in een bepaalde context gebruikt? Hoe zouden medewerkers om moeten gaan met het valideren van de output van LLM's en maak je hier een onderscheid in tussen interne en externe communicatie?

LLM Literacy – LLM literacy gaat over hoe wordt gezorgd dat binnen de organisatie het juiste kennisniveau is en hoe verschillende groepen (early adopters, early/late majority en collega's met weerstand) in de organisatie mee worden genomen in de verandering. Verschillende groepen hebben verschillende behoeften. Zo zal voor de een het voldoende zijn om beter te begrijpen wat LLM's zijn en welke risico's dit meebrengt. Voor de ander is kennis over prompt-engineering van belang om effectief gebruik te kunnen maken van LLM's.

Tijdens een pilot bij een bedrijf heb ik in het najaar van 2024 meegelopen met een project wat als "LLM literacy" bestempeld kan worden. In dit project werd slim gebruik gemaakt van early adopters, die aan verschillende doelgroepen (MT, logistieke engineers en andere medewerkers) lieten zien wat LLM's zijn, welke standaarden en tooling er beschikbaar is (de sandbox) en wat het in de werkpraktijk kan betekenen/al betekent. Ook was er veel ruimte om vragen te stellen en met elkaar in discussie te gaan over LLM's. Daarbij kwamen ook ethische dilemma's boven tafel, zoals de ingewikkelde kwesties rondom copyright in LLM's, of de impact dat grootschalig LLM-gebruik heeft op CO2-uitstoot. Hierover in gesprek gaan is belangrijk om gedragen keuzes te maken in hoe LLM's te gebruiken in de organisatie.

Toepassingen – Uiteindelijk moet de organisatie ook voelen dat het project iets oplevert, anders zal toch vroeg of laat de stekker uit het project worden getrokken. Een manier om dat te doen is via het stappenplan zoals gebruikt door de AIExpeditie (*AI-expeditie*, 2025). Dit initiatief vanuit de Universiteit Twente en Hogeschool Breda - waar recentelijk ook Windesheim en de Hogeschool Arnhem en Nijmegen bij zijn aangesloten – volgt 4 stappen om van idee tot gevalideerd prototype te komen. Via verschillende workshops en sprints werken bedrijven daarin aan het toepassen van AI-technologie binnen de eigen (logistieke) context, enerzijds om snel te kunnen toetsen of iets gaat werken, maar ook om inzichten vanuit andere organisaties te delen.

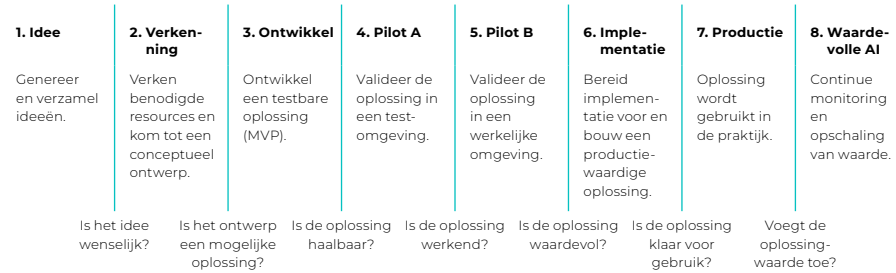


Figuur 5 Vier stappen in het ontwikkelen van een LLM prototype op basis van Piest et al. (2023)

Doorontwikkelen op een pilot

Hopelijk blijft de ontwikkeling van de LLM-toepassing niet bij een pilot, maar kan het ook in de praktijk worden geïntegreerd. Vanuit AIC4NL (voorheen Nederlandse AI coalitie) is een handige tool ontwikkeld om te bepalen wat de technologische volwassenheid (het “Technology Readiness Level”, TRL) is van een AI-tool en wat er mogelijk nodig is om deze te integreren in de praktijk (Actieteam Handelingsruimte - VWS Waardevolle AI voor Gezondheid, 2022). In de tool wordt de ontwikkeling van een AI-toepassing verdeeld in acht fasen: van idee tot waardevolle AI (Figuur 6). In die ontwikkeling wordt niet alleen gekeken naar technische volwassenheid, maar ook naar andere aspecten:

1. **Waarde** – Welke waarde heeft de AI-tool voor de organisatie en is dit duidelijk gearticuleerd?
2. **Techniek** – Wat is de kwaliteit van de programmacode, prompts, data, documentatie en/of tests? Is de kwaliteit van de data waarop de LLM (of AI-tool in het algemeen) afdoende?
3. **Toepassing** – Hoe sluit de LLM-oplossing aan bij eindgebruikers?
4. **Verantwoording** – Hoe is de governance van de LLM-tool georganiseerd? Hoe zijn risico's zoals beveiliging, veilig gebruik en het omgaan met bijvoorbeeld hallucinaties gemitigeerd?
5. **ELSA (Ethical, Legal and Social Aspects)** – Hoe is in de ontwikkeling en het gebruik van de LLM-tool?



Figuur 6 Technology Readiness Levels voor AI op basis van (Actieteam Handelingsruimte - VWS Waardevolle AI voor Gezondheid, 2022)

Nu zal het ontwikkelen van een AI-toepassing niet altijd al deze fasen hoeven te doorlopen. De TRL's zijn oorspronkelijk opgesteld voor toepassingen in de zorg, waarin kwaliteitseisen en wetgeving soms mogelijk strikter zijn. Desaniettemin is het een handig middel om te bepalen waar de ontwikkeling van en AI-toepassing staat en welke vervolgstappen hierop genomen kunnen worden.

De TRL's laten ook zien dat datakwaliteit mee kan groeien met de volwassenheid van de LLM, daarmee dat het niet altijd noodzakelijk is dat de organisatie van tevoren volledig “haar data op orde” moet hebben. In de TRL's voor AI wordt de datakwaliteit (en beschikbaarheid) gradueel op het juiste niveau gebracht. Zo is het prima mogelijk om tijdens Pilot A synthetische data te gebruiken, puur om te testen of de tool in de praktijk werkt, terwijl in de stappen Pilot B en Implementatie de stap gemaakt moet worden naar betrouwbare data pipelines die de tool voorzien van de juiste data.

Conclusie en discussie

LLM's gaan de komende jaren op allerlei manieren de logistieke praktijk raken. Een deel hiervan zal niet zichtbaar zijn, maar op de achtergrond spelen, zoals criminelen die LLM's gebruiken voor effectievere phishingmails en e-mail providers die dezelfde LLM's gebruiken om deze weer te herkennen. Softwareleveranciers zullen een deel van hun software door LLM's laten genereren, of LLM's op de achtergrond gebruiken om te zorgen voor betere kwaliteit, beschikbaarheid en beveiliging van data. Een ander deel is wel zichtbaar, nu LLM's steeds vaker worden gebruikt binnen allerlei taken rondom kenniswerk, of dat nu gaat om het zoeken, samenvatten, analyseren of verbeteren van informatie. Echter, van het volledig automatiseren van kenniswerk is tot dusver maar beperkt sprake.

Gezien LLM's een rol spelen in verschillende lagen van de digitale infrastructuur is het lastig om concreet te duiden wat de impact ervan gaat zijn. Toch heb ik in dit essay geprobeerd een aantal gevolgen duidelijk te maken.

LLM's komen met risico's, bereid de organisatie voor. In dit essay heb ik extra aandacht besteed aan LLM's en cybercriminaliteit. LLM's en andere GenAI maken het moeilijker te onderscheiden wat "echt" is en wat niet. Cybercriminelen maken daar handig gebruik van. De verhoogde risico's zijn moeilijk los te zien van de Cybersecuritywet (NIS-2), die naar alle waarschijnlijkheid volgend jaar in zal gaan en onder andere betrekking heeft op transportbedrijven vanaf middelgroot. Uiteindelijk is de menselijke factor een belangrijke risicocomponent bij cyberaanvallen. Daarmee zijn organisatiebreed beleid, trainingen en procedures nodig om risico's te beperken. Naast externe risico's geeft het gebruik van LLM's ook risico's voor datalekken en kunnen antwoorden van LLM's onjuistheden bevatten. Het vraagt daarmee om extra governance waar de organisatie in mee genomen moet worden.

Impact is tot dusver beperkt. Ondanks de groeiende adoptie van LLM's is de impact ervan beperkt. Het gebruik ervan maakt bepaalde handeling makkelijker, maar levert op andere plekken juist weer meer werk op. Ondanks dat tot dusver grote organisaties aangeven dat LLM's een beperkte financiële impact hebben, komt uit onderzoek wel het belang van strategische partnerships naar voren. Organisaties die aangeven nauw samen te werken met partners geven aan twee keer zo vaak tot een succesvolle uitkomst te komen. Het gebruik en de implementatie van LLM's vereist toch vaak specialistische expertise waarbij het aanhaken van deze kennis via externe partners belangrijk is.

LLM's vinden verschillende toepassingen – veelal rondom het verbeteren van datakwaliteit, beschikbaarheid en interoperabiliteit. Kijkend naar waar LLM's momenteel worden toegepast, dan is dat regelmatig rondom interoperabiliteit. LLM zijn namelijk sterk in het vertalen tussen verschillende (data)formats -en standaarden en kunnen foutieve data opsporen, informatie aanvullen en verbeteren. Ze ondersteunen daarmee in het verbeteren van datadeling binnen de keten. De vertaalfunctie van LLM's speelt ook een rol in het vertalen van informatie naar verschillende gebruikers, veelal in de context van kenniswerk. Daarbij gaat het om het zoeken, samenvatten, analyseren of verbeteren van informatie.

Ondanks dat LLM's sterk zijn in het vertalen tussen verschillende data blijft datadeling in de keten wel een uitdaging, enerzijds gezien LLM's daarbij wel eerst toegang moet hebben tot verschillende systemen - wat weer beveiligingsrisico's met zich meebrengt - maar ook omdat de LLM's ook in moeten passen binnen de

werkprocessen in de organisatie. LLM's worden minder direct gebruikt voor het autonoom nemen van logistieke beslissingen, zoals in planning.

De adoptie van LLM's zorgt voor een reactie onder medewerkers. Een deel van de medewerkers zal enthousiast LLM's gaan gebruiken, misschien zonder daarbij altijd even goed op te letten of daarmee bedrijfsgevoelige of privacygevoelige informatie wordt gedeeld met de LLM-aanbieder. Een ander deel van de medewerkers zal misschien weer schaamte ervaren voor het gebruik van LLM's voor simpele taken waarvoor zij eigenlijk het idee hebben deze zelf te moeten kunnen, of voor het maar niet onder de knie krijgen van promptingtechnieken. Andere medewerkers zullen misschien gefrustreerd raken op een collega die te pas en te onpas LLM's gebruikt in de communicatie, zonder dat duidelijk is wat nu geschreven is door hem/haar en wat door de LLM. Andere medewerkers zullen weer bezwaar hebben op het gebruik van LLM's gezien de milieu-impact, kans op bias of de twijfelachtige ethische (en juridische) manier waarop LLM's zijn ontwikkeld.

Kortom, het gebruik van LLM's roept altijd een reactie op onder medewerkers. Er moet daarmee nagedacht worden over LLM (of vaak bredere AI)-governance binnen de organisatie. Dit kan goed geïntegreerd worden in het Harkmodel, waar binnen LLM-literacy ook plek gemaakt kan worden om sentiment in relatie met LLM-gebruik te bespreken, of waar de sandbox kan dienen om bijvoorbeeld guardrails op te stellen waar medewerkers zich aan moeten houden indien zij gebruik maken van LLM's.

To be continued

Dat LLM's momenteel maar in beperkte mate zorgen voor automatisering hoeft natuurlijk niet te zeggen dat het daarbij zal blijven. Fascinerend aan technologische ontwikkelingen is toch wel dat het vaak afhangt van toevallige ontdekkingen, waardoor een bepaalde technologie opeens tot een doorbraak kan leiden. Deze doorbraken liggen echter meestal niet in de lijn der verwachting. Ook binnen LLM's zie je dit terug. Zo is het in eerste instantie een toevallige ontdekking dat LLM's stuurbaar zijn door het juist formuleren van prompts, iets wat uiteindelijk wel een cruciaal aspect is geworden in het toepasbaar maken van deze technologie. Met een jaarlijkse investering van 300 miljard dollar is de kans echter wel een stuk vergroot dat ergens iemand weer een nieuwe manier vindt om handiger met deze technologie om te gaan.

AI statement

GenAI (LLM's) zijn in dit essay alleen gebruikt ter ondersteuning in het zoeken van relevante bronnen. GenAI is niet gebruikt voor het creëren of verbeteren van content in dit essay.

Referenties

- Actieteam Handelingsruimte - VWS Waardevolle AI voor Gezondheid. (2022). *Tool Handelingsruimte Waardevolle AI*. <https://nlaic.com/wp-content/uploads/2022/06/04a.-Hulpmiddel-Handelingsruimte-Waardevolle-AI-voor-gezondheid-en-zorg.pdf>
- Ahn, J., Verma, R., Lou, R., Liu, D., Zhang, R., & Yin, W. (2024). *Large Language Models for Mathematical Reasoning: Progresses and Challenges* (No. arXiv:2402.00157). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2402.00157>
- AI-expeditie. (2025). <https://ai-expeditie.nl/>
- AlMahri, S., Xu, L., & Brintrup, A. (2024). *Enhancing Supply Chain Visibility with Knowledge Graphs and Large Language Models* (No. arXiv:2408.07705). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2408.07705>
- EU (2025), *Article 53: Obligations for Providers of General-Purpose AI Models | EU Artificial Intelligence Act..* <https://artificialintelligenceact.eu/article/53/>
- Becker, J., Rush, N., Barnes, E., & Rein, D. (2025). *Measuring the Impact of Early-2025 AI on Experienced Open-Source Developer Productivity* (No. arXiv:2507.09089). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2507.09089>
- Bergsma, R., & de Ruijt, C. (2023). Bridging the Gap: End-User Programmers in Modern Supply Chain Analytics. *PREDICTION SOLUTIONS 2023: International Conference on Prediction Solutions for Technical and Societal Systems - 2023*.
- Brachman, M., El-Ashry, A., Dugan, C., & Geyer, W. (2025). *Current and Future Use of Large Language Models for Knowledge Work* (No. arXiv:2503.16774). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2503.16774>
- Challapally, A., Pease, C., Raskar, R., & Chari, P. (2025). *STATE OF AI IN BUSINESS 2025*. https://mlq.ai/media/quarterly_decks/v0.1_State_of_AI_in_Business_2025_Report.pdf
- Chang, Y., Wang, X., Wang, J., Wu, Y., Yang, L., Zhu, K., Chen, H., Yi, X., Wang, C., Wang, Y., Ye, W., Zhang, Y., Chang, Y., Yu, P. S., Yang, Q., & Xie, X. (2024). A Survey on Evaluation of Large Language Models. *ACM Trans. Intell. Syst. Technol.*, 15(3), 39:1-39:45. <https://doi.org/10.1145/3641289>
- Cheng, Z.-Q., Dong, Y., Shi, A., Liu, W., Hu, Y., O'Connor, J., Hauptmann, A. G., & Whitefoot, K. S. (2024). *SHIELD: LLM-Driven Schema Induction for Predictive Analytics in EV Battery Supply Chain Disruptions* (No. arXiv:2408.05357). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2408.05357>

- Debenedetti, E., Rando, J., Paleka, D., Florin, S. F., Albastroiu, D., Cohen, N., Lemberg, Y., Ghosh, R., Wen, R., Salem, A., Cherubin, G., Zanella-Beguelin, S., Schmid, R., Klemm, V., Miki, T., Li, C., Kraft, S., Fritz, M., Tramèr, F., ... Schönherr, L. (2024). *Dataset and Lessons Learned from the 2024 SaTML LLM Capture-the-Flag Competition* (No. arXiv:2406.07954; Version 1). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2406.07954>
- Delić, A., Emamgholizadeh, H., Ricci, F., & Masthoff, J. (2024). Supporting Group Decision-Making: Insights from a Focus Group Study. *Proceedings of the 32nd ACM Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization*, 301–306. <https://doi.org/10.1145/3627043.3659538>
- Dell'Acqua, F., McFowland III, E., Mollick, E., Lifshitz-Assaf, H., Kellogg, K.C., Rajendran, S., Kraye, L., Candelon, F., & Lakhani, K.R. (2023). Navigating the Jagged Technological Frontier: Field Experimental Evidence of the Effects of AI on Knowledge Worker Productivity and Quality. *Harvard Business School Technology & Operations Mgt. Unit Working Paper*, 24(013).
- Dempere, J., Udjo, E., & Mattos, P. (2024). The Entrepreneurial Impact of the European Directive on Corporate Sustainability Due Diligence. *Administrative Sciences*, 14(10).
- Edwards, B. (2025, March 5). *Will the future of software development run on vibes?* Ars Technica. <https://arstechnica.com/ai/2025/03/is-vibe-coding-with-ai-gnarly-or-reckless-maybe-some-of-both/>
- Etsenake, D., & Nagappan, M. (2024). *Understanding the Human-LLM Dynamic: A Literature Survey of LLM Use in Programming Tasks* (No. arXiv:2410.01026). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2410.01026>
- Fui-Hoon Nah, F., Zheng, R., Cai, J., Siau, K., & Chen, L. (2023). Generative AI and ChatGPT: Applications, challenges, and AI-human collaboration. *Journal of Information Technology Case and Application Research*, 25(3), 277–304. <https://doi.org/10.1080/15228053.2023.2233814>
- Huang, L., Yu, W., Ma, W., Zhong, W., Feng, Z., Wang, H., Chen, Q., Peng, W., Feng, X., Qin, B., & Liu, T. (2025). A Survey on Hallucination in Large Language Models: Principles, Taxonomy, Challenges, and Open Questions. *ACM Transactions on Information Systems*, 43(2), 1–55. <https://doi.org/10.1145/3703155>
- Jampen, D., Gür, G., Sutter, T., & Tellenbach, B. (2020). Don't click: Towards an effective anti-phishing training. A comparative literature review. *Human-Centric Computing and Information Sciences*, 10(33). <https://link.springer.com/content/pdf/10.1186/s13673-020-00237-7.pdf>
- Jannach, D., Delić, A., Ricci, F., & Zanker, M. (2025). *Rethinking Group Recommender Systems in the Era of Generative AI: From One-Shot Recommendations to Agentic Group Decision Support* (No. arXiv:2507.00535). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2507.00535>

- Kansen met Data (Director). (2024). *Kansen met Data—Het voorwerk* [Video recording]. <https://media.windesheim.nl/Mediasite/Play/c8579a9e646845b0898f2ac8ecc4aa211d>
- Li, B., Mellou, K., Zhang, B., Pathuri, J., & Menache, I. (2023). *Large Language Models for Supply Chain Optimization* (No. arXiv:2307.03875). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2307.03875>
- Liu, T., & Meidani, H. (2024). *Supply Chain Network Extraction and Entity Classification Leveraging Large Language Models* (No. arXiv:2410.13051). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2410.13051>
- Meyer, F., Freitag, L., Hinrichsen, S., & Niggemann, O. (2024). *Potentials of Large Language Models for Generating Assembly Instructions*. IEEE 29th International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA). <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10710806>
- NCSC. (2023, November 6). *Zorgplicht—Over het NCSC - Nationaal Cyber Security Centrum* [Webpagina]. Nationaal Cyber Security Centrum. <https://www.ncsc.nl/over-ncsc/wettelijke-taak/wat-gaat-de-nis2-richtlijn-betekenen-voor-uw-organisatie/hoe-kan-uw-organiseren-zich-voorbereiden-op-de-nis2-richtlijn>
- NCSC. (2024, November 22). *Informatiebrochure Cyberbeveiligingswet—Brochure—Nationaal Cyber Security Centrum* [Brochure]. Nationaal Cyber Security Centrum. <https://www.ncsc.nl/documenten/brochures/2024/8/13/informatiebrochure-cyberbeveiligingswet>
- Nederland Digitaal. (2025). *Nieuw onderzoek toont toename gebruik generatieve AI in fraude*. <https://www.nederlanddigitaal.nl/actueel/nieuws/2025/03/03/nieuw-onderzoek-toont-toename-gebruik-generatieve-ai-in-fraude>
- Piest, J. P. S., Masuda, Y., Nakamura, O., & Karaca, K. (2023). Human-Centred Design Thinking Using the Intelligence Amplification Design Canvas and the Adaptive Integrated Digital Architecture Framework. In A. Zimmermann, R. J. Howlett, & L. C. Jain (Eds.), *Human Centred Intelligent Systems* (Vol. 359, pp. 153–163). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-3424-9_15
- PON. (2025). *DataLab*. <https://datalab.pon.com/>
- Reshadati, M. (2024). *Creating a Gen-AI based Track and Trace Assistant MVP (SuperTracy) for PostNL* (No. arXiv:2409.02711). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2409.02711>
- WRR. (2021). *Opgave AI: De nieuwe systeemtechnologie*. Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid.
- Yan, Y., Liao, Y., Xu, G., Yao, R., Fan, H., Sun, J., Wang, X., Sprinkle, J., An, Z., Ma, M., Cheng, X., Liu, T., Ke, Z., Zou, B., Barth, M., & Kuo, Y.-H. (2025). *Large Language Models for Traffic and Transportation Research: Methodologies, State of the Art, and Future Opportunities* (No. arXiv:2503.21330). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2503.21330>

Zhang, Z., Shen, C., Yao, B., Wang, D., & Li, T. (2025). Secret Use of Large Language Model (LLM). *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 9(2), 1–26. <https://doi.org/10.1145/3711061>