



Drones in bouwlogistiek

Eindrapportage

Antea Group

Understanding today.
Improving tomorrow.

projectnummer 0502088.100
definitief
18 september 2026

Drones in bouwlogistiek

Eindrapportage

projectnummer 0502088.100
definitief
18 september 2026

Auteur(s)

Emma Arntz
Natalia Groenewold
Vries Strookman

Opdrachtgever

Topsector Logistiek en Bouwend Nederland

Gecontroleerd

Natalia Groenewold

datum	beschrijving	vrijgave
18 september 2026	definitief	R.H.R.M. Brandt

Inhoudsopgave

Samenvatting	4
1. Projectopzet en aanpak	5
1.1 Aanleiding en context	5
1.2 Doel, doelgroep en projectopzet	5
1.3 Aanpak	5
1.4 Resultaten	6
1.5 Leeswijzer	7
2. Hoe kunnen we drones inzetten in de bouw- en infrasector?	9
2.1 Gepland verticaal transport	10
2.2 Ongepland verticaal transport	10
2.3 Gepland horizontaal transport	11
2.4 Ongepland horizontaal transport	11
2.5 Overige kansen	12
2.6 Overzicht van kansen per scenario	13
3. Mate van gereedheid van drones voor de bouw- en infrasector	14
3.1 Gepland verticaal transport	14
3.2 Ongepland verticaal transport	15
3.3 Gepland horizontaal transport	15
3.4 Ongepland horizontaal transport	16
3.5 Overige kansen	17
3.6 Overzicht van de mate van gereedheid van toepassingen	18
4. Welke drone past bij welk type inzet in de bouw- en infrasector?	20
4.1 Verschillende type drones en belangrijke componenten	20
4.2 Overzicht van type inzet en benodigde componenten	21
5. Welke stappen horen bij veilige integratie van drones in de bedrijfsvoering?	23
5.1 Juridisch	23
5.2 Technisch	23
5.3 Economisch	24
5.4 Organisatorisch & operationeel	25
6. Conclusie en aanbevelingen	27
6.1 Algemeen	27
6.2 Voor aannemers (bouw- en infrasector)	27
6.3 Stappenplan voor implementatie	28
6.4 Voor opdrachtgevers (bouw- en infrasector)	29
6.5 Perspectief en uitdagingen voor de bouw- en infrasector	29
Bijlage 1 Woordenlijst	31
Bijlage 2 Overzicht vergunningen	32
Fase 1 Technische vluchten	32
Fase 2 Verticaal transport	33
Fase 3 Horizontaal transport	33

Samenvatting

De bouw- en infrasector staat voor toenemende logistieke uitdagingen door ruimtegebrek, druk op de openbare ruimte, personeelstekorten en de behoefte aan efficiëntere en duurzamere bouwprocessen. Binnen dit project is verkend in hoeverre drones een bijdrage kunnen leveren aan bouwlogistieke processen. Hiervoor zijn testvluchten uitgevoerd op verschillende locaties, variërend van actieve bouwplaatsen tot een logistieke keten tussen externe locatie (zoals een bouwhub, leverancier of depot) en bouwplaats.

De resultaten laten zien dat het vervoeren van kleine materialen en gereedschappen met drones technisch haalbaar is. Met name bij spoedleveringen (ong geplande urgente leveringen) naar hogere verdiepingen en tijdskritische transporten (geplande leveringen binnen een vast tijdvenster) kunnen drones wachttijd, stilstand en onnodige (interne) transportbewegingen beperken. Ook voor transport tussen een externe opslaglocatie en bouwplaats zijn interessante toepassingen zichtbaar. Hiermee kan gesteld worden dat drones zowel een meerwaarde bieden in het verticaal transport als aanvulling op bouwlichten en bouwkransen, en horizontaal transport, tussen externe opslaglocatie en bouwplaats. Daarnaast bieden drones meerwaarde voor inspecties, voortgangscontroles, veiligheidsinspecties, inmetingen en kwaliteitscontroles op de bouwplaats.

De testvluchten tonen aan dat de techniek niet de grootste uitdaging vormt. De belangrijkste aandachtspunten liggen op dit moment bij de integratie van dronevluchten in bestaande bouw- en logistieke processen en wet- en regelgeving. Daarnaast is afstemming met werkzaamheden van bouwkransen, bouwlichten en andere activiteiten op de bouwplaats essentieel voor een veilige uitvoering. Structurele toepassing vraagt daarom niet alleen om de juiste technologie, maar vooral om een goede organisatorische inbedding.

Op korte termijn liggen de grootste kansen bij (ong gepland) verticaal transport. Juist bij tijdskritische leveringen kunnen drones een directe meerwaarde bieden door vertragingen en productiviteitsverlies te beperken of voorkomen. Op langere termijn bieden gepland transport tussen externe opslaglocaties en bouwplaatsen en verdere automatisering van drone-operaties perspectief om logistieke processen efficiënter, voorspelbaarder en mogelijk duurzamer in te richten. Hiervoor is versoepeling van wet- en regelgeving noodzakelijk. Naar verwachting zullen toekomstige ontwikkelingen in technologie, automatisering en wet- en regelgeving de mogelijkheden voor drones verder vergroten, waardoor drone-inzet zich kan ontwikkelen van innovatieve pilot naar een vast onderdeel van het bouwproces.

Op basis van de resultaten van dit project kunnen aannemers vandaag al de eerste stappen zetten richting toepassing van drones in de bouwlogistiek. Daarbij helpen de volgende aandachtspunten:

- Begin klein met concrete toepassingen die vandaag al uitvoerbaar zijn;
- Voer pilots uit om ervaringen op te doen en de toegevoegde waarde van drones inzichtelijk te maken;
- Integreer drones stapsgewijs in bestaande processen;
- Stem dronevluchten af met andere werkzaamheden;
- Integreer drones als onderdeel van de reguliere werkvoorbereiding, logistieke planning en bouwplaatsorganisatie.

1. Projectopzet en aanpak

1.1 Aanleiding en context

De bouwsector werkt steeds vaker op locaties waar ruimte schaars is. Binnenstedelijke bouwprojecten vinden plaats op compacte bouwplaatsen, midden in drukke stedelijke gebieden. Tegelijkertijd neemt de druk op de openbare ruimte toe door verkeer, bevoorrading, omwonenden en andere gebruikers van de stad. Dit leidt tot logistieke uitdagingen op en rond de bouwplaats. Materialen en gereedschappen moeten op het juiste moment beschikbaar zijn, terwijl laad- en losruimte beperkt is en bouwlichten, torenkranen en personeel maximaal worden benut. Deze ontwikkelingen zetten de bereikbaarheid van de bouwplaats, arbeidsproductiviteit en veiligheid onder druk.

Daarnaast staat de bouw- en infrasector voor bredere opgaven op het gebied van duurzaamheid, efficiëntie en het terugdringen van hinder voor de omgeving. Minder verkeersbewegingen, een veiliger bouwproces en slimmer gebruik van personeel en materieel worden steeds belangrijker. Om deze uitdagingen het hoofd te bieden, onderzoekt de sector nieuwe manieren om logistieke processen slimmer, veiliger en efficiënter te organiseren. Drones bieden kansen voor het vervoeren van goederen, materialen en gereedschappen, zowel op de bouwplaats als tussen externe locaties (zoals een bouwhub, leverancier of depot) en bouwprojecten. Hoewel geïntegreerde toepassing van drones in de bouwlogistiek nog beperkt voorkomt, wordt het potentieel steeds groter. Daarom is binnen dit project een serie praktijkgerichte testvluchten uitgevoerd op bouwlocaties. Deze testvluchten maakten het mogelijk om in een living lab-omgeving ervaring op te doen met drone-inzet en de meerwaarde ervan voor de bouwlogistiek in de praktijk te onderzoeken.

1.2 Doel, doelgroep en projectopzet

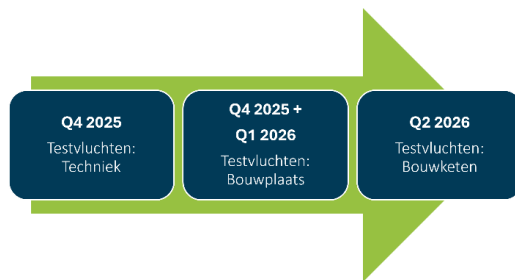
Dit project heeft als doel inzicht te geven in de mogelijkheden om drones te integreren in bouwlogistieke processen. Door middel van praktijkgerichte testvluchten is onderzocht waar drones daadwerkelijk meerwaarde bieden en welke technische, organisatorische, juridische en economische voorwaarden nodig zijn om drones veilig en efficiënt in te zetten op en rondom bouwprojecten. De testvluchten vormen een eerste stap in de ontwikkeling naar bredere toepassing van drones binnen de bouw- en logistieke keten. De resultaten helpen organisaties om onderbouwde keuzes te maken over de inzet en verdere opschaling van drones in de praktijk. Daarnaast dragen de resultaten van testvluchten bij aan de verdere ontwikkeling van wet- en regelgeving, met als uiteindelijk doel om bouwlogistiek in de toekomst een volwaardige plek te geven in het lage luchtruim.

De rapportage richt zich op de bouw- en infrasector. De bevindingen zijn gebaseerd op praktijkervaringen en testvluchten bij bouwprojecten. Hoewel veel inzichten ook relevant zijn voor infraprojecten, zijn deze niet specifiek onderzocht. Het project is uitgevoerd in samenwerking met aannemers, bouwgroothandel, een drone-operator, Bouwend Nederland en Topsector Logistiek. Door praktijkervaringen te combineren met de resultaten van de verschillende testfasen ontstaat een realistisch beeld van de kansen en de stappen die nodig zijn om drones verder te integreren in de bouwlogistiek.

1.3 Aanpak

Het project is opgezet als een praktijkgericht onderzoek om de meerwaarde van drones in de bouwlogistiek te onderzoeken. Centraal stond het uitvoeren van testvluchten op bouwlocaties om ervaring op te doen met drone-inzet in een realistische omgeving en inzicht te krijgen in de mogelijkheden voor toepassing binnen bouwlogistieke processen. Voorafgaand aan de testvluchten is in 2024 een verkenning uitgevoerd naar de kansen voor drones in de bouwlogistiek. Deze verkenning bestond uit individuele gesprekken en werksessies met belanghebbende partijen als Topsector Logistiek, Bouwend Nederland, RED Company, Van Omme en De Groot, BMN Bouwmaterialen, Ampelmann, Gemeente Rotterdam en Drone Port Rotterdam. Hieruit is geconstateerd dat er kansen worden gezien in het verticaal transport van materiaal (als aanvulling op bouwlichten en bouwkransen) en het horizontaal transport (tussen externe opslaglocatie en de bouwplaats). Gezamenlijk is besloten dat het uitvoeren van testvluchten belangrijk is om deze toepassing verder te verkennen.

Het onderzoek is gefaseerd uitgevoerd (zie Figuur 1-1). De verschillende testfasen bouwen op elkaar voort: van technisch haalbare toepassingen op kleine schaal naar situaties die steeds dichterbij aansluiten bij de dagelijkse bouwpraktijk en toekomstige logistieke toepassingen.



Figuur 1-1 Onderzoeksfasering

In de eerste fase vonden testvluchten plaats in gecontroleerd luchtruim (CTR*¹ van luchthaven Rotterdam The Hague Airport) in de Rotterdamse haven. Hier lag de nadruk op de technische haalbaarheid en het verkrijgen van inzicht in operationele en juridische aspecten van drone-inzet. Voor de technische vluchten is bewust gekozen voor een omgeving waar minder strikte wet- en regelgeving geldt dan in een stedelijke omgeving. Vervolgens zijn testvluchten uitgevoerd op een bouwplaats, waarbij is onderzocht hoe drones ingezet kunnen worden binnen het dagelijkse bouwproces, bijvoorbeeld voor het transport van gereedschap en kleine materialen. Dit is getest in een stedelijke omgeving binnen het CTR* van luchthaven Rotterdam The Hague airport, waar strikte wet- en regelgeving geldt. In de laatste fase is de stap gemaakt naar de bouwketen en is gekeken naar toepassingen tussen externe opslaglocatie en bouwplaats. Deze vluchten hebben plaatsgevonden in gecontroleerd luchtruim, waar minder beperkingen gelden voor dronevluchten dan in het gecontroleerde luchtruim van Rotterdam.

Per fase zijn ervaringen verzameld aan de hand van thema's zoals arbeidsproductiviteit, duurzaamheid en kosten. De inzichten uit de testfasen vormen de basis voor de conclusies en aanbevelingen in deze rapportage.

1.4 Resultaten

De verkenning is stapsgewijs opgebouwd, van eenvoudige testscenario's naar steeds complexere praktijksituaties. In de eerste fase zijn testvluchten uitgevoerd in het havengebied in Rozenburg (Rotterdam). Hier lag de focus op de technische werking van de drone, keuzes in het vervoeren van type materialen en goederen en het meenemen van de betrokkenen in het volgen van de Europese droneregels voor het uitvoeren van vluchten. De testen toonden aan dat het transport van kleine materialen technisch goed, efficiënt en veilig uitvoerbaar is. Tegelijkertijd werd duidelijk dat vergunningen, veiligheidsprocedures en de organisatie rondom de vlucht een belangrijke rol spelen bij de inzet van drones in de bouwlogistiek. In Bijlage 2 is een overzicht opgenomen van de vergunningen die in dit traject relevant zijn geweest. Met name bij vluchten in gecontroleerd luchtruim zijn aanvullende toestemmingen, vluchtprocedures en afstemming met luchtverkeersleiding nodig. Hierdoor blijkt dat niet de techniek, maar vaak de operationele en juridische voorbereiding de grootste invloed heeft op de uitvoerbaarheid van dronevluchten.

Takeaways fase 1: techniek

- Drones kunnen kleine materialen snel, nauwkeurig en veilig vervoeren.
- Wet- en regelgeving vormen momenteel een belangrijke randvoorwaarde voor inzet.
- Een succesvolle vlucht vraagt om een zorgvuldig georganiseerd operationeel proces met passende veiligheidsmaatregelen.

In de tweede fase verplaatste het onderzoek zich naar actieve bouwplaatsen. In Rijswijk is getest hoe drones kunnen worden ingezet voor verticaal transport op een bouwplaats, als aanvulling op de bouwkraan. De resultaten bevestigden dat drones veilig kunnen worden geïntegreerd in een bouwomgeving, mits landingslocaties, veiligheidsmaatregelen en communicatie vooraf worden georganiseerd. Ook werd duidelijk dat drones onderdeel moeten worden van de bouwplanning en niet als een losstaande activiteit kunnen worden gezien. Een geschikte opstijg- en landingslocatie bleek daarbij een belangrijke randvoorwaarde. Voor de gebruikte drone (DJI M300; zie HS 4) volstond een relatief beperkt, obstakelvrij oppervlak van 3 bij 3 meter. Daarnaast bleek het belangrijk om dronevluchten vooraf af te stemmen tijdens de dagelijkse bouwplaatscoördinatie, zodat alle aanwezigen weten wanneer en waar gevlogen wordt. Als een bouwkraan actief is op de bouwplaats, dient nauw contact gehouden te worden met de kraanmachinist. Indien noodzakelijk kunnen de werkzaamheden van de bouwkraan tijdelijk stopgezet worden, zodat de dronevluchten doorgang kunnen vinden.

¹ In Bijlage 1 (pag. 31) is een woordenlijst toegevoegd. Woorden die in de woordenlijst staan, worden in de tekst aangeduid met een *.

De volgende stap in het onderzoek vond plaats bij de BaanTower in Rotterdam. Dit vormde de meest complexe testomgeving binnen het project, met grote hoogtes, beperkte ruimte, een actieve bouwkraan en een drukke stedelijke omgeving. Ook onder deze omstandigheden bleken dronevluchten uitvoerbaar. De testen lieten zien dat drones een waardevolle aanvulling kunnen zijn voor het vervoeren van klein en tijdkritisch materiaal naar hogere verdiepingen. Materiaal kon rechtstreeks worden afgeleverd boven op het gebouw, op verdieping 29. Materiaal kan niet op een tussengelegen verdieping worden geplaatst, tenzij buiten de gevel een bevoorradingsplatform aanwezig is. Tijdens de testvlucht van maaiveld tot verdieping 29 bleek de drone sneller te zijn dan een runner die gebruik moet maken van de bouwlift. Tegelijkertijd werd duidelijk dat veilige uitvoering vraagt om afstemming met andere werkzaamheden op de bouwplaats. In Rotterdam betekende dit onder meer nauw contact met de kraanmachinist, zodat dronevluchten buiten de draaicirkel van de kraan konden plaatsvinden of de werkzaamheden tijdelijk konden worden afgestemd. Ook weersomstandigheden bleken een belangrijke randvoorwaarde. Tijdens het project moesten testvluchten worden verplaatst vanwege te harde wind. Dit benadrukt dat drone-inzet afhankelijk is van geschikte weersomstandigheden; bij harde wind (>12 m/s) of neerslag (vanaf 7,6 mm per uur) kan niet gevlogen worden. Verder bleek dat structurele inzet vraagt om vaste procedures, duidelijke verantwoordelijkheden en een plek in de reguliere bouwlogistiek.

Takeaways fase 2: bouwplaats

- Drones kunnen veilig worden geïntegreerd in actieve bouwplaatsen, mits landingslocaties, communicatie en veiligheidsmaatregelen vooraf worden georganiseerd.
- Wet- en regelgeving vormen momenteel een belangrijke randvoorwaarde voor inzet.
- De organisatie rondom de vlucht is bepalend voor succes; dronevluchten moeten worden afgestemd op de bouwplanning en andere werkzaamheden op de bouwplaats.
- Bij hoogbouw en tijdkritische leveringen bieden drones een kansrijk alternatief voor transport via bouwliften of runners.

In de laatste fase is de stap gezet van de bouwplaats naar de bouwketen. Hierbij is verkend hoe drones kunnen worden ingezet tussen externe opslaglocaties en bouwplaatsen. De testen bevestigden dat langere afstanden technisch haalbaar zijn, maar ook dat de organisatorische en operationele opgave groter wordt. Vaste vliegmomenten, geschikte opstijg- en landingslocaties, integratie in logistieke planningen en een duidelijke businesscase blijken essentieel voor verdere opschaling. Het onderzoek laat daarmee zien dat drones vandaag al toepasbaar zijn voor specifieke logistieke taken, terwijl voor bredere inzet binnen de bouwketen nog verdere ontwikkeling en standaardisatie nodig zijn. Denk hierbij aan meer standaard vliegscenario's en vergunningstrajecten, integratie in logistieke processen, gestandaardiseerde landings- en opstijgvoorzieningen, heldere afspraken over gelijktijdig inzet van drones, bouwkraan, bouwlift en andere logistieke middelen.

Takeaways fase 3: bouwketen

- Drone-inzet tussen externe opslaglocaties en bouwplaatsen is technisch haalbaar en kansrijk voor opschaling binnen de bouwlogistiek.
- Wet- en regelgeving vormen momenteel een belangrijke randvoorwaarde voor inzet.
- Structurele inzet vraagt om integratie van dronevluchten in de logistieke planning en bevoorradingsketen.
- De economische meerwaarde zit vooral in het voorkomen van reistijd, wachttijd en verstoringen van het bouwproces.

Samenvattend laten de testfasen zien dat de technische haalbaarheid van drone-inzet geen belemmering vormt. De grootste uitdagingen liggen bij het organiseren van een veilige, efficiënte en economisch haalbare toepassing binnen bestaande bouwprocessen. Juist daar bieden de uitgevoerde testen belangrijke inzichten voor de verdere ontwikkeling van drones in de bouwlogistiek.

1.5 Leeswijzer

Deze rapportage bouwt stap voor stap op van praktijkervaring naar handelingsperspectief. Na een toelichting op de aanleiding, aanpak en resultaten van het project in hoofdstuk 1, beschrijven hoofdstuk 2 en 3 hoe en wanneer drones kunnen worden ingezet in de bouwlogistiek. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen verschillende scenario's en toepassingen die vandaag al mogelijk zijn, toepassingen die op korte termijn kansrijk zijn en toepassingen die nog verdere ontwikkeling vragen.

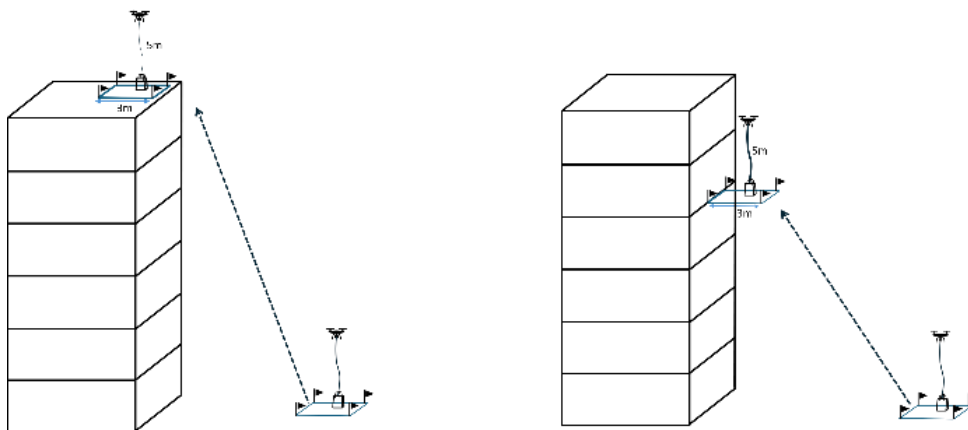
Hoofdstuk 4 en 5 gaan in op de randvoorwaarden voor succesvolle inzet. Aan bod komen de verschillende typen drones en toepassingen, evenals de juridische, technische, economische en organisatorische aspecten die nodig zijn om drones veilig en efficiënt onderdeel te maken van de bouwlogistiek.

De rapportage sluit af met conclusies en aanbevelingen voor aannemers en opdrachtgevers. Hierbij ligt de focus op de stappen die nodig zijn om door te groeien van succesvolle pilots naar structurele toepassing van drones in de bouwpraktijk.

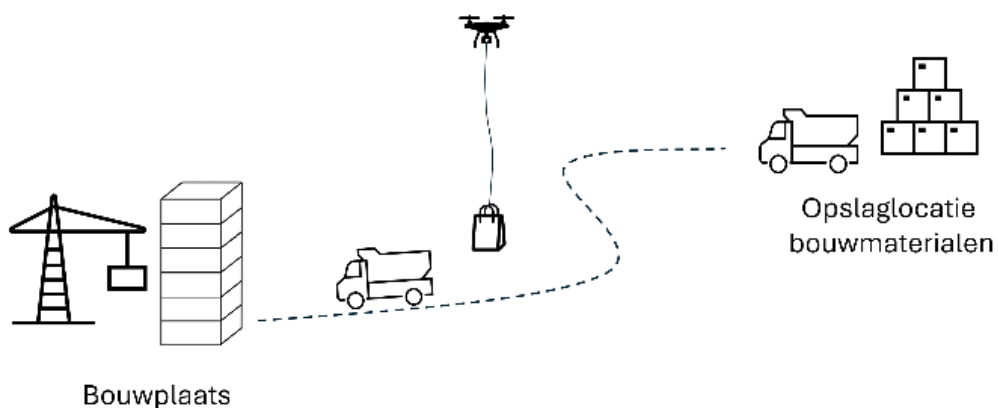
2. Hoe kunnen we drones inzetten in de bouw- en infrasector?

Drones zijn geen doel op zich, maar een hulpmiddel dat kansen biedt voor de bouwlogistiek. Afhankelijk van het type inzet kunnen drones bijdragen aan kortere wachttijden, een efficiënter gebruik van bouwlichten en personeel en minder transportbewegingen. Daarmee ontstaan verschillende kansen op zowel de bouwplaats als in de logistieke keten rondom bouwplaatsen.

Dit hoofdstuk beschrijft verschillende scenario's voor drone-inzet in de bouw- en infrasector. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen gepland en ongepland verticaal transport (zie Figuur 2-1) en horizontaal transport (zie Figuur 2-2) en overige kansen zoals inspecties. Per scenario wordt beschreven welke logistieke uitdaging centraal staat en welke meerwaarde drone-inzet kan bieden. De beschreven scenario's zijn gebaseerd op de uitgevoerde testvluchten, aangevuld met inzichten uit gesprekken met aannemers, logistieke partijen en drone-operators. Niet alle toepassingen zijn binnen dit project getest, maar gezamenlijk geven zij een beeld van de kansen die drones kunnen bieden voor de bouw- en infrasector.



Figuur 2-1 Verticaal transport



Figuur 2-2 Horizontaal transport

2.1 Gepland verticaal transport

Bij gepland verticaal transport worden materialen, gereedschappen of onderdelen op vooraf afgesproken momenten van maaiveld naar een hogere verdieping vervoerd. De drone wordt daarbij niet ingezet als oplossing voor een onverwacht logistiek probleem, maar als onderdeel van het reguliere bouwproces. Denk bijvoorbeeld aan het vooraf aanleveren van gereedschap, bevestigingsmiddelen of klein materiaal aan een bouwteam dat later die dag op een hogere verdieping aan de slag gaat. Daarnaast kan de drone worden ingezet voor het afvoeren van kleine afvalstromen, verpakkingsmateriaal of restmateriaal vanaf hogere verdiepingen naar maaiveld. Ook kan de bouwplaats ook benut worden op momenten waarop het rustig is, zoals aan het einde van de werkdag, in de avond of gedurende de nacht. Hierdoor kunnen materialen al beschikbaar zijn voordat de werkzaamheden starten en kunnen afvalstromen worden afgevoerd zonder de dagelijkse werkzaamheden te verstoren.

In de huidige situatie worden dergelijke transporten vaak uitgevoerd met een bouwkraan of door een runner of bouwplaatsmedewerker die gebruikmaakt van de bouwlift. Op bouwplaatsen waar de bouwlift intensief wordt gebruikt, kan dit leiden tot wachttijden en extra loop- en transportbewegingen. Een drone kan deze logistieke stroom deels overnemen door materialen zo dicht mogelijk bij de gewenste verdieping af te leveren. Vaak is het dak/bovenste verdieping van een gebouw de meest geschikte locatie. Tabel 2-1 toont de potentiële voordelen en aandachtspunten voor gepland verticaal transport.

Tabel 2-1 Potentiële voordelen en aandachtspunten voor gepland verticaal transport

Potentiële voordelen	Potentiële aandachtspunten
• Minder wachttijd bij bouwliften en andere interne transportmiddelen. • Vermindering van belasting van bouwliften tijdens logistieke piekmomenten. • Hogere arbeidsproductiviteit doordat bouwplaatsmedewerkers minder tijd kwijt zijn aan intern transport. • Minder loop- en transportbewegingen op de bouwplaats. • Betere voorspelbaarheid van logistieke processen door levering op vaste momenten. • Mogelijkheid om materialen vooraf beschikbaar te hebben voordat zij daadwerkelijk nodig zijn. • Verduurzaming van de bouwplaats.	• Een drone moet geïntegreerd zijn op de bouwplaats. Denk aan flexibele opstijg- en landingslocaties. • Weersomstandigheden; bij te veel wind en regen kunnen drones niet vliegen, alternatieve logistieke middelen moeten beschikbaar zijn. • Afstemming met bouwkraan en overige logistieke middelen (SimOps*). • Beschikbaarheid opstijg- en landingslocatie met name bij verdichte bouwplaatsen. • Integratie in bouwplanning. Drone moet vanaf het begin opgenomen worden in bouwplanning. • De mate van flexibiliteit binnen de wet- en regelgeving.

2.2 Ongepland verticaal transport

Bij ongepland verticaal transport worden gereedschappen, onderdelen of materialen naar een hogere verdieping gebracht als reactie op een onverwachte logistieke behoefte. Het gaat bijvoorbeeld om een ontbrekend onderdeel, een vergeten stuk gereedschap of een kleine hoeveelheid materiaal die direct nodig is om werkzaamheden voort te zetten.

In de huidige situatie wordt een dergelijke levering vaak uitgevoerd door een runner of bouwplaatsmedewerker die gebruikmaakt van de bouwlift. Hierdoor moeten medewerkers hun werkzaamheden onderbreken of ontstaat wachttijd wanneer materiaal niet direct beschikbaar is. Een drone biedt de mogelijkheid om benodigd materiaal zo dicht mogelijk bij de juiste verdieping te brengen. Vaak is dit het dak/bovenste verdieping van een gebouw. Juist op momenten waar snelheid belangrijk is, kan een drone een aanvullende logistieke schakel vormen binnen het bouwproces. Hierdoor kan vertraging en daarmee extra kosten worden beperkt en kunnen werkzaamheden sneller worden hervat. De potentiële voordelen en aandachtspunten staan beschreven in Tabel 2-2.

Tabel 2-2 Potentiële voordelen en aandachtspunten voor ongepland verticaal transport

Potentiële voordelen	Potentiële aandachtspunten
• Minder stilstand doordat ontbrekende materialen sneller beschikbaar zijn. • Minder wachttijd voor bouwteams. • Minder afhankelijkheid van bouwliften tijdens piekmomenten. • Hogere arbeidsproductiviteit doordat medewerkers minder tijd kwijt zijn aan het ophalen van materialen. • Minder loop- en transportbewegingen op de bouwplaats. • Snellere reactie op onverwachte logistieke vragen. • Betere ondersteuning van tijdkritische werkzaamheden. • Verduurzaming van de bouwplaats.	• Een drone moet geïntegreerd zijn op de bouwplaats. Denk aan flexibele opstijg- en landingslocaties. • Een onverwachte dronevlucht moet veilig kunnen plaatsvinden naast bouwkransen en lopende werkzaamheden. • Weersomstandigheden; bij te veel wind en regen kunnen drones niet vliegen, alternatieve logistieke middelen moeten beschikbaar zijn. • Het aantal urgente transportverzoeken is moeilijk te voorspellen, waardoor capaciteit niet altijd optimaal benut kan worden (tenzij de drone ook voor andere doeleinden wordt ingezet). • De mate van flexibiliteit binnen de wet- en regelgeving.

2.3 Gepland horizontaal transport

Bij gepland horizontaal transport worden materialen, gereedschappen of onderdelen op vooraf afgesproken momenten vervoerd tussen een externe opslaglocatie en bouwplaats. De drone wordt daarbij ingezet als onderdeel van het reguliere logistieke proces en niet als oplossing voor een onverwacht tekort of spoedvraag.

Een voorbeeld is het aanleveren van klein materiaal, bevestigingsmiddelen of gereedschappen vanaf een externe opslaglocatie naar een bouwplaats aan het begin van de werkdag of voorafgaand aan een specifieke werkfase. Materialen kunnen hierdoor al beschikbaar zijn op de bouwplaats voordat zij daadwerkelijk nodig zijn. De drone vormt daarbij een aanvullende logistieke schakel naast bestaande bevoorradingsstromen, waardoor bestaande logistieke middelen beschikbaar blijven voor andere werkzaamheden. Door leveringen op vaste momenten uit te voeren, ontstaat een beter voorspelbaar logistiek proces tussen externe opslaglocaties en bouwplaatsen. Dit biedt mogelijkheden om materiaalstromen beter af te stemmen op de planning van het project en transportbewegingen efficiënter te organiseren. Tabel 2-3 toont de potentiële voordelen en aandachtspunten voor dit scenario.

Tabel 2-3 Potentiële voordelen en aandachtspunten voor gepland horizontaal transport

Potentiële voordelen	Potentiële aandachtspunten
• Minder verkeersbewegingen tussen externe opslaglocatie en bouwplaats. • Betere voorspelbaarheid van logistieke processen door levering op vaste momenten. • Minder afhankelijkheid van ad-hoc transporten en spoedritten. • Betere beschikbaarheid van materialen op de bouwplaats. • Ondersteuning van een efficiënter en duurzamer bevoorradingsproces. • Efficiëntere inzet van personeel en logistieke middelen. • Bijdragen aan stikstofreductie, waardoor de uitvoerbaarheid van bouwprojecten wordt vergroot. • Verduurzaming van de bouwketen.	• Integratie in de logistieke keten; dronevluchten moeten aansluiten op de processen van leveranciers, bouwdepots, bouw hubs en aannemers. • Een drone moet geïntegreerd zijn op de bouwplaats. Denk aan flexibele opstijg- en landingslocaties. • Weersomstandigheden; bij te veel wind en regen kunnen drones niet vliegen, alternatieve logistieke middelen moeten beschikbaar zijn. • De mate van flexibiliteit binnen de wet- en regelgeving, specifiek vliegen over bewoond gebied.

2.4 Ongepland horizontaal transport

Bij ongepland horizontaal transport worden materialen, gereedschappen of onderdelen vervoerd tussen een externe opslaglocatie en bouwplaats als reactie op een onverwachte logistieke behoefte. Het gaat bijvoorbeeld om een ontbrekend onderdeel, vergeten gereedschap of een materiaaltekort dat direct moet worden opgelost om werkzaamheden door te laten gaan.

In de huidige situatie wordt een dergelijke levering vaak uitgevoerd via een afzonderlijk georganiseerde spoedlevering, of een medewerker die naar een leverancier rijdt, wat relatief duur is. Hierdoor gaan tijd en capaciteit verloren en kunnen werkzaamheden vertraging oplopen. Een drone biedt de mogelijkheid om kleine materialen en onderdelen rechtstreeks, snel vanaf een externe opslaglocatie naar de bouwplaats te vervoeren. Met name bij tijdskritische leveringen kan een drone een aanvullende logistieke schakel vormen binnen de bouwketen. Hierdoor kunnen noodzakelijke materialen sneller beschikbaar zijn en hoeft minder vaak gebruik te worden gemaakt van ad-hoc transporten over de weg. In Tabel 2-4 zijn de potentiële voordelen en aandachtspunten beschreven.

Tabel 2-4 Potentiële voordelen en aandachtspunten voor ongepland horizontaal transport

Potentiële voordelen	Potentiële aandachtspunten
• Voorkomen van stilstand op de bouwplaats. • Minder ritten naar leveranciers of bouwmarkten. • Minder verkeersbewegingen over de weg tussen externe opslaglocaties en bouwplaatsen. • Tijds winst voor vakmensen en uitvoerders. • Snellere beschikbaarheid van ontbrekende materialen en onderdelen. • Minder verstoring van de dagelijkse planning. • Meer flexibiliteit binnen de bouwlogistiek. • Ondersteuning van tijdskritische werkzaamheden. • Bijdragen aan stikstofreductie, waardoor de uitvoerbaarheid van bouwprojecten wordt vergroot. • Verduurzaming van de bouwketen.	• Integratie in de logistieke keten; dronevluchten moeten aansluiten op de processen van leveranciers, bouwdepots, bouw hubs en aannemers. • Een drone moet geïntegreerd zijn op de bouwplaats. Denk aan flexibele opstijg- en landingslocaties. • Weersomstandigheden; bij te veel wind en regen kunnen drones niet vliegen, alternatieve logistieke middelen moeten beschikbaar zijn. • Een onverwachte dronevlucht moet veilig kunnen plaatsvinden naast bouwkransen en andere lopende werkzaamheden. • De mate van flexibiliteit binnen de wet- en regelgeving, specifiek vliegen over bewoond gebied.

2.5 Overige kansen

Naast logistieke toepassingen bieden drones ook kansen voor inspectie-, veiligheids- en beheertaken op en rond de bouwplaats. Vanuit de lucht kunnen drones snel een overzicht van een projectlocatie creëren en informatie verzamelen die vanaf maaiveld minder eenvoudig of minder veilig beschikbaar is. Denk bijvoorbeeld aan veiligheidsinspecties waarbij wordt gecontroleerd of medewerkers veilig werken en of afzettingen, looproutes en werkwones correct zijn ingericht. Ook kunnen drones worden ingezet voor voortgangsinspecties, waarbij de ontwikkeling van een project wordt gevolgd en vergeleken met de planning.

Daarnaast bieden drones mogelijkheden voor kwaliteitscontroles, zoals het inspecteren van moeilijk bereikbare onderdelen van een gebouw of het controleren van de uitvoering van werkzaamheden. Door drones te combineren met digitale bouw informatie ontstaan aanvullende toepassingen, zoals BIM-controles en monitoring van materiaalstromen. Hiermee kan sneller inzicht worden verkregen in de voortgang van het project, de aanwezigheid van materialen en mogelijke afwijkingen ten opzichte van de planning. De potentiële voordelen en aandachtspunten staan in Tabel 2-5.

Tabel 2-5 Potentiële voordelen en aandachtspunten voor overige kansen

Potentiële voordelen	Potentiële aandachtspunten
• Sneller inzicht in voortgang, kwaliteit en veiligheid op de bouwplaats. • Veiliger werken doordat minder fysieke inspecties op hoogte nodig zijn. • Minder tijd benodigd voor inspectierondes. • Betere monitoring van materiaalstromen en logistieke processen. • Snellere signalering van afwijkingen of knelpunten. • Ondersteuning van kwaliteitscontroles op moeilijk bereikbare locaties. • Actueler inzicht in de status van het project. • Mogelijkheid om gegevens direct te koppelen aan digitale projectinformatie, zoals BIM-modellen.	• Een drone kan niet tegelijkertijd ingezet worden voor transport en inspectie. • Elke toepassing vereist andere organisatie. • De mate van flexibiliteit binnen de wet- en regelgeving.

2.6 Overzicht van kansen per scenario

De kansen van drone-inzet verschillen per scenario. Waar de ene toepassing vooral gericht is op het voorkomen van wachttijd en stilstand, ligt bij andere toepassingen de meerwaarde juist in een efficiëntere logistieke organisatie. Tabel 2-6 geeft een overzicht van de belangrijkste kansen per scenario.

Tabel 2-6 Overzicht kansen per scenario

Scenario	Type vlucht	Belangrijkste kansen
Gepland verticaal transport	Leveringen van gereedschap en klein materiaal, afvoer van klein afval, bulktransport	Minder druk op bouwliften, minder interne transportbewegingen met huidige middelen, hogere arbeidsproductiviteit en betere beschikbaarheid van materialen.
Ongepland verticaal transport	Spoedleveringen van gereedschap en klein materiaal	Minder wachttijd, voorkomen van stilstand, sneller beschikbaar materiaal en meer flexibiliteit op de bouwplaats.
Gepland horizontaal transport	Geplande leveringen vanaf bouwhub, bevoorrading bouwplaats, bulktransport	Efficiëntere bevoorrading, minder logistieke pieken, betere afstemming tussen partijen, minder transportbewegingen, bijdrage aan stikstofreductie en verduurzaming van de bouwketen.
Ongepland horizontaal transport	Spoed- en naleveringen vanaf bouwhub	Minder spoedritten, sneller beschikbaar materiaal, minder verstoring van werkzaamheden, minder stilstand, minder transportbewegingen, bijdrage aan stikstofreductie en verduurzaming van de bouwketen.
Overige kansen	Inspecties tbv voortgang en veiligheid	Sneller inzicht in voortgang, kwaliteit en veiligheid, minder inspectietijd en betere monitoring van projecten.

Kernboodschap: Drones bieden kansen om bouwlogistieke processen sneller en efficiënter te organiseren. De grootste meerwaarde ligt bij toepassingen waarbij wachttijden, stilstand, interne transportbewegingen en extra ritten kunnen worden verminderd. Daarnaast bieden drones kansen voor inspecties, monitoring en kwaliteitscontroles. De beschreven scenario's laten zien dat drones niet zozeer bestaande logistieke middelen vervangen, maar vooral een aanvullende schakel kunnen vormen binnen de bouw- en infrasector.

3. Mate van gereedheid van drones voor de bouw- en infrasector

De scenario's uit hoofdstuk 2 laten zien hoe drones bouwlogistieke processen kunnen ondersteunen. Niet ieder scenario is echter vandaag al (volledig) uitvoerbaar. De mate van gereedheid wordt bepaald door techniek, wet- en regelgeving, organisatie en de businesscase.

In dit hoofdstuk wordt per scenario beschreven wat vandaag al mogelijk is, welke ontwikkelingen op korte termijn (binnen 2 en 5 jaar) verwacht worden en welke toepassingen vooral perspectief bieden voor de langere termijn (5 tot 10 jaar). In de kaders worden concrete resultaten van de testvluchten beschreven. Daarnaast wordt inzicht gegeven in de potentiële meerwaarde ten opzichte van traditionele werkwijzen op het gebied van tijd, kosten, arbeidsproductiviteit en logistiek.

3.1 Gepland verticaal transport

Bij gepland verticaal transport ligt de nadruk op het structureel ondersteunen van de bouwlogistiek. Het transport wordt vooraf opgenomen in de planning, waardoor materialen, gereedschappen en onderdelen al beschikbaar zijn voordat zij nodig zijn op de werkplek.

Vandaag

De testvluchten laten zien dat het transport van gereedschappen en klein materiaal naar hogere verdiepingen vandaag al technisch mogelijk is. Drones kunnen daarbij een deel van de interne logistieke stroom overnemen en bouwteams ondersteunen bij de bevoorrading van verdiepingen. Vandaag kunnen drones die materiaal vervoeren in verband met veiligheid niet binnen de gevels van een gebouw landen. Dit maakt dat het dak/bovenste verdieping van een gebouw het meest geschikt is. Wel kan een bijvoorbeeld gewerkt worden met bevoorradingsplatforms aan de buitenkant van de gevels waar drones op kunnen landen of materiaal op kunnen afleveren. De minimale afstand tot de gevel is afhankelijk van het type drone. Tijdens de testvluchten in Rijswijk is een afstand van 3 meter aangehouden. Gedurende de testvluchten was contact met de kraanmachinist belangrijk. Indien nodig zijn kraanwerkzaamheden stilgezet en de positie van de bouwkraan veranderd, zodat deze niet in conflict kwamen met de drone.

Succesvolle inzet vraagt wel om een geschikte inrichting van de bouwplaats met opstijg-/landingslocatie, afstemming met andere werkzaamheden en de benodigde vergunningen en veiligheidsmaatregelen (zie Bijlage 2). Tijdens de testvluchten is de opstijg- en landingslocatie ingepast binnen de bestaande bouwplaats. De inzet van drones met een groter laadvermogen is mogelijk, maar vraagt op dit moment om een aanvullende TUG*-onthefving (Tijdelijk en Uitzonderlijk Gebruik). Deze ontheffing is niet permanent en moet periodiek opnieuw worden aangevraagd. De aanvraag brengt extra voorbereiding en mogelijke aanvullende eisen rondom veiligheid en risicobeheersing met zich mee.

Resultaten testvluchten 2025 - 2026

Tijdens de testvluchten is gebruik gemaakt van de DJI M350 drone, welke maximaal 2,5-2,7 kg kan vervoeren.

(Extra) voorbereiding	Logistiek	Materiaal	Tijd	Kosten
In gecontroleerd luchtruim (CTR*): juiste vergunningen, handboek, radiocontact met luchtverkeersleiding en toestemming ILT*. Parachute is verplicht i.v.m. stedelijk gebied.	Opstijg- en landingsplek is ingepast binnen bestaande bouwplaats. Grootte landingsplek is 3x3 meter. Personeel bouwplaats is ingelicht tijdens dagelijkse briefing.	Materiaal mag enkel vervoerd worden met gecertificeerde tassen met beperkt volume en gewicht. Denk aan: schroeven, handgereedschap, accu's, onderhoud en montage onderdelen.	Verplaatsing maaiveld → 29e verdieping: - Runner incl. bouwlift: 11 - 16 min. - Drone: ca. 3 min. (incl. afleveren materiaal) - Winst: 8 - 13 min.	Kosten variëren per type vlucht en locatie. Bepalende factoren zijn: - Operator (incl. materiaal) - RT* (indien binnen CTR*) - Parachute (binnen stedelijk gebied) - Extra vergunningen/onthefvingen

Korte termijn (2-5 jaar)

De volgende stap is het integreren van dronevluchten in de reguliere bouwplaatslogistiek. Denk aan vaste levermomenten gedurende de dag, bevoorrading van verdiepingen voorafgaand aan werkzaamheden en het combineren van logistieke taken met andere drone-toepassingen. Hiervoor zijn vaste werkprocessen, ingerichte landingslocaties en opname in de bouwplanning nodig.

Lange termijn (5-10 jaar)

Op langere termijn kunnen drones een vast onderdeel worden van de logistieke organisatie op de bouwplaats. Grotere laadvermogens, meer automatisering en verdere ontwikkeling van regelgeving maken het mogelijk om meer materialen te vervoeren en transportprocessen verder te automatiseren. Ook het gelijktijdig inzetten van meerdere drones komt dan binnen bereik. De verwachting is dat het inzetten van grote drones met grotere laadvermogens in de toekomst makkelijker wordt door versoepeling van wet- en regelgeving en standaardisatie van vliegscenario's en vergunningen. De verwachting is dat een TUG*-onthefving niet meer nodig is.

Grootste winst: minder druk op bouwliften en minder interne transportbewegingen.

3.2 Ongepland verticaal transport

Bij ongepland verticaal transport wordt de drone ingezet als reactie op een acute logistieke vraag. Het gaat bijvoorbeeld om ontbrekende materialen, vergeten gereedschappen of onderdelen die direct nodig zijn om werkzaamheden voort te zetten.

Vandaag

De grootste kans voor drones binnen de bouwlogistiek ligt momenteel bij het snel beschikbaar maken van vergeten of ontbrekende materialen op hogere verdiepingen. De testvluchten toonden aan dat kleine materialen snel naar hogere verdiepingen kunnen worden gebracht. Net als voor gepland transport geldt dat de drone nu niet tussen verdiepingen kan landen, maar met voldoende afstand wel buiten de gevel (bijvoorbeeld op balkons). Hierdoor kan wachttijd worden beperkt en hoeven medewerkers minder vaak gebruik te maken van bouwliften of andere interne transportmiddelen. Vooral bij hoogbouw en drukke bouwplaatsen kan dit direct waarde toevoegen. Met name bij ongeplande dronevluchten blijft contact met de kraanmachinist belangrijk, zodat de werkzaamheden elkaar niet in de weg staan en de dronevlucht veilig uitgevoerd kan worden. Indien nodig moeten werkzaamheden met de bouwkraan stilgezet worden.

Korte termijn (2-5 jaar)

Naarmate drone-inzet vaker plaatsvindt, kunnen drone-integratieprocessen meer worden gestandaardiseerd: denk aan vaste procedures voor spoedleveringen, geïntegreerde aanvragen via de uitvoerder of logistiek coördinator en een betere aansluiting op de dagelijkse bouwplanning. Daarnaast kan ook een kleine, mobiele opstijg- en landingsplatform ingericht worden, zodat de drone altijd op de gewenste locatie op de bouwplaats kan opstijgen en landen. Hierdoor kan adequaat worden gereageerd op spoedlogistieke vragen.

Lange termijn (5-10 jaar)

Op langere termijn kunnen drones sneller, verder automatisch en met grotere laadvermogens opereren. Hierdoor kan een groter deel van de spoedlogistiek op de bouwplaats door drones worden uitgevoerd. De inzet verschuift dan van incidentele ondersteuning naar een structureel logistiek hulpmiddel binnen het bouwproces. De verwachting is dat standaardisatie van vliegscenario's en vergunningen dit mogelijk maakt. Het aanvragen van een TUG*-onthefving is niet meer nodig.

Grootste winst: voorkomen van wachttijd en stilstand.

3.3 Gepland horizontaal transport

Bij gepland horizontaal transport worden materialen, gereedschappen of onderdelen op vooraf afgesproken momenten vervoerd tussen een externe opslaglocatie en bouwplaats. De drone wordt daarbij onderdeel van het reguliere logistieke proces en ondersteunt de bevoorrading van bouwprojecten.

Vandaag

De testvluchten laten zien dat het vervoeren van klein materiaal tussen externe opslaglocaties en bouwplaatsen technisch mogelijk is. Op dit moment ligt de toepassing vooral bij beperkte volumes en specifieke logistieke stromen. Ook de actieradius van drones hebben invloed op de uitvoerbaarheid van vluchten. Deze bepalen de afstand die de drone kan afleggen. Om dergelijke vluchten uit te voeren zijn vergunningen, operationele procedures en afstemming tussen de betrokken partijen noodzakelijk. De testvluchten leren dat er nu nog veel voorbereidingstijd zit in het mogelijk maken van langere afstandsvluchten met name over bewoond gebied. Ook integratie in de logistieke keten vraagt nu om extra aandacht, omdat dronevluchten ingepast moeten worden in bestaande logistieke processen welke op dit moment nog geen rekening houden met dronetransport. Net als bij verticaal transport is afstemming geweest met de kraanmachinist. Indien nodig zijn werkzaamheden stilgezet en is de bouwkraan van positie veranderd. Daarnaast bestaan er beperkingen op de afstand die de drone kan afleggen door de huidige actieradius van de drone, welke ook afhankelijk is van de hoeveelheid gewicht die de drone verplaatst en de weersomstandigheden. In verband met veiligheid (boven bewoond gebied), dient de drone voorzien te zijn van een parachute. Ook dit heeft effect op de snelheid van de drone.

Resultaten testvluchten 2026

Tijdens de testvluchten is gebruik gemaakt van de DJI M350 drone, welke maximaal 2,5-2,7 kg kan vervoeren. De afstand tussen de externe opslaglocatie en het bouwterrein was door de lucht ca. 2,4 km en over de weg ca. 4 km. De drone vloog 5m/s en kon deze afstand, met lading van 2,5kg, eenmaal vliegen op een halve batterij.

(Extra) voorbereiding	Logistiek	Materiaal	Tijd	Kosten	Duurzaamheid
Door middel van locatiebezoek voorafgaand aan testvluchten is de vliegroute bepaald. Parachute is verplicht i.v.m. stedelijk gebied.	Opstijg- en landingsplek is ingepast binnen bestaande bouwplaats. Grootte landingsplek is 3x3 meter. Personeel bouwplaats is ingelicht tijdens dagelijkse briefing.	Materiaal mag enkel vervoerd worden met gecertificeerde tassen met beperkt volume en gewicht. Denk aan: schroeven, handgereedschap, accu's, onderhoud en montage onderdelen.	Verplaatsing bouwdepot → bouwplaats (2,4 km) - Auto: 8,5 min (buiten de spits, rustig wegbeeld) - Drone: enkele trip ca. 8 minuten (langzamer door parachute) - Winst: 0,5 min	Kostenbesparing met name in het voorkomen van reistijd van medewerkers en vertraging op bouwplaats.	Uitgaande van 4 keer per week een spoedlevering op een afstand van 4 km. Kan per jaar ca. 0,3 ton CO ₂ uitstoot bespaard worden.

Korte termijn (2-5 jaar)

De grootste stap voorwaarts ligt in het opnemen van drones in de reguliere bevoorrading van bouwplaatsen. Denk aan vaste levermomenten tussen externe opslaglocatie en bouwplaats, vooraf geplande leveringen en het aanvullen van voorraden op rustige momenten van de dag. Hierdoor kunnen materialen al beschikbaar zijn voordat zij nodig zijn in het bouwproces. Dronetransport moet hiervoor geïntegreerd worden in de bestaande logistieke keten.

Lange termijn (5-10 jaar)

Op langere termijn kunnen grotere drones, hogere laadvermogens en verdere automatisering ervoor zorgen dat drones een structurele rol krijgen binnen de bouwketen. Bouwplaatsen kunnen dan op vaste momenten worden bevoorraadt vanuit externe opslaglocaties, waardoor logistieke processen efficiënter worden ingericht en beter aansluiten op de bouwplanning. De verwachting is dat standaardisatie van vliegscenario's en vergunningen dit mogelijk maakt. Wat betreft techniek, is de verwachting dat drones beter bestendig worden tegen weersomstandigheden en grotere afstanden kunnen afleggen.

Grootste winst: efficiëntere bevoorrading, minder logistieke pieken en verduurzaming van de bouwketen (minder stikstof- en CO₂-uitstoot).

3.4 Ongepland horizontaal transport

Bij ongepland horizontaal transport wordt de drone ingezet als reactie op een acute logistieke vraag tussen een leverancier of bouwhub en bouwplaats. Het gaat bijvoorbeeld om een ontbrekend onderdeel, vergeten gereedschap of materiaal dat direct nodig is om werkzaamheden voort te zetten.

Vandaag

De testvluchten laten zien dat het vervoeren van kleine materialen tussen externe opslaglocaties en bouwplaatsen technisch mogelijk is. Hoewel drones kansen bieden voor ongeplande leveringen, vraagt het uitvoeren van een dronevlucht vandaag nog om de nodige voorbereidingen en toestemmingen (zie Bijlage 2). Hierdoor kan een drone niet direct worden ingezet voor onverwachte transportvragen. Een mogelijke oplossing is om voor vooraf vastgestelde dagen de benodigde vliegmogelijkheden te organiseren. De drone staat dan stand-by en kan gedurende deze dagen flexibel worden ingezet voor ongeplande leveringen. Op dit moment is de toepassing vooral interessant voor spoedleveringen waarbij stilstand op de bouwplaats moet worden voorkomen. De meerwaarde ontstaat vooral wanneer een medewerker niet zelf naar een leverancier hoeft te rijden of wanneer een bouwteam niet hoeft te wachten op een ontbrekend onderdeel. Tegelijkertijd vragen dergelijke vluchten nog om een zorgvuldige voorbereiding, vergunningen en afstemming tussen de betrokken partijen. Ongepland transport is op dit moment lastig, omdat er veel voorbereiding nodig is voor het mogelijk maken van lange afstandsvluchten, met name over bewoond gebied. Ook integratie in de logistieke keten vraagt nu om extra aandacht, omdat dronevluchten ingepast moeten worden op bestaande logistieke processen, welke op dit moment nog geen rekening houden met drone-inzet. Daarnaast is het bij ongepland transport extra belangrijk dat er goede afstemming is met personeel en kraanmachinist, zodat de dronevlucht veilig uitgevoerd kan worden. Ook wordt ongepland transport momenteel beperkt door de afstand die de drone kan afleggen.

Korte termijn (2-5 jaar)

Naarmate drone-operaties vaker worden uitgevoerd, kunnen spoedleveringen sneller en efficiënter worden georganiseerd. Denk aan vaste procedures voor ad-hoc leveringen, een betere koppeling met logistieke systemen en een nauwere samenwerking tussen leveranciers, bouw hubs en bouwplaatsen. Hierdoor kan sneller worden gereageerd op onverwachte logistieke vragen en wordt de inzet minder afhankelijk van maatwerk per vlucht.

Lange termijn (5-10 jaar)

Op langere termijn kunnen grotere actieradiussen, meer automatisering en verdere ontwikkeling van regelgeving ervoor zorgen dat een groter deel van de spoedlogistiek met drones wordt uitgevoerd. Hierdoor kunnen materialen sneller tussen logistieke locaties en bouwplaatsen worden verplaatst en kunnen drones uitgroeien tot een volwaardig alternatief voor bepaalde spoedritten over de weg. De verwachting is dat standaardisatie van vliegscenario's en vergunningen dit mogelijk maakt. Wat betreft techniek, is de verwachting dat drones beter bestendig worden tegen weersomstandigheden en grotere afstanden kunnen afleggen.

Grootste winst: minder spoedritten, sneller beschikbaar materiaal en verduurzaming van de bouwketen (minder stikstof- en CO₂-uitstoot).

3.5 Overige kansen

De logistieke toepassingen vormden de focus van dit onderzoek. Drones bieden echter ook kansen voor andere werkzaamheden op en rond de bouwplaats, zoals voortgangs- en veiligheidsinspecties, kwaliteitscontroles en monitoring. Voor deze toepassingen gelden vaak andere eisen dan voor logistiek transport, omdat de nadruk ligt op informatieverzameling in plaats van materiaalvervoer.

Vandaag

Drones worden vandaag al breed ingezet voor veiligheidsinspecties, voortgangsinspecties en het vastleggen van de situatie op de bouwplaats. Ook het koppelen van dronebeelden aan BIM-modellen en het uitvoeren van kwaliteitscontroles is technisch mogelijk. Omdat hierbij geen materiaal wordt vervoerd, zijn de technische en operationele drempels vaak lager dan bij logistieke toepassingen.

Korte termijn (2-5 jaar)

De verwachting is dat drones steeds vaker onderdeel worden van reguliere kwaliteits- en veiligheidsprocessen. Denk aan periodieke inspecties, automatische voortgangsregistratie, monitoring van materiaalstromen en het combineren van inspecties met logistieke taken. Hierdoor kan informatie sneller beschikbaar komen voor uitvoerders, projectleiders en werkvoorbereiders.

Lange termijn (5-10 jaar)

Op langere termijn kunnen drones steeds meer automatisch gegevens verzamelen en verwerken. In combinatie met sensoren, kunstmatige intelligentie en BIM ontstaat de mogelijkheid om afwijkingen automatisch te

signaleren, werkzaamheden te monitoren en projectinformatie realtime beschikbaar te maken. Hierdoor kunnen drones uitgroeien tot een vast onderdeel van het digitale bouwproces.

Grootste winst: sneller inzicht in voortgang, kwaliteit en veiligheid, waardoor sneller kan worden bijgestuurd en minder fysieke inspecties nodig zijn.

3.6 Overzicht van de mate van gereedheid van toepassingen

De inzet van drones in de bouw staat nog aan het begin van een bredere ontwikkeling. Waar drones vandaag vooral worden ingezet voor specifieke logistieke transporten, inspecties en monitoring, neemt de toepassingsruimte de komende jaren naar verwachting verder toe. Naarmate technologie, regelgeving en operationele ervaring zich ontwikkelen, kunnen drones een steeds grotere rol spelen in zowel de logistieke ondersteuning van bouwplaatsen als in het verzamelen van actuele bouw informatie.

Tabel 3-1 geeft per scenario een beeld van wat vandaag al mogelijk is, welke toepassingen op korte termijn in beeld komen en hoe de inzet zich op langere termijn kan ontwikkelen. Hiermee ontstaat inzicht in het groeipad van drones van ondersteunend hulpmiddel naar een geïntegreerd onderdeel van de bouwlogistiek en bouwplaatsorganisatie.

Tabel 3-1 Overzicht van mate van gereedheid van toepassingen

Scenario	Vandaag > testvluchten	Binnenkort > pilots	Lange termijn > geïntegreerd
Gepland verticaal transport	Leveringen van gereedschap en klein materiaal, afvoer van klein afval Strikte wet- en regelgeving: intensief traject vergunningen en ontheffingen Inpassen in bestaande logistieke processen/ procedures	Geplande leveringen, continue logistieke ondersteuning Versoepeling van wet- en regelgeving door standaard vliegscenario's Integreren in logistieke processen/ procedures	Bulktransport, in gebouwen vliegen, automatische operaties, grootschalige inzet Heavy-lift drones zonder TUG* Volledige integratie van drones in logistieke processen/ procedures
Ongepland verticaal transport	Spoedleveringen van gereedschap en klein materiaal Strikte wet- en regelgeving: intensief traject vergunningen en ontheffingen Inpassen in bestaande logistieke processen/procedures	Meerdere drones tegelijk Versoepeling van wet- en regelgeving door standaard vliegscenario's Integreren in logistieke processen/ procedures	Bulkmateriaal, in gebouwen vliegen Heavy-lift drones zonder TUG* Volledige integratie van drones in logistieke processen/ procedures
Gepland horizontaal transport	Geplande leveringen vanaf bouwhub Strikte wet- en regelgeving: intensief traject vergunningen en ontheffingen (met name boven bewoond gebied). VLOS*/EVLOS*-vliegen Inpassen in bestaande logistieke keten Beperkte actieradius	Bevoorrading bouwplaats, leveringen op vaste momenten Versoepeling van wet- en regelgeving door standaard vliegscenario's Integreren in logistieke keten Meer ontwikkelde actieradius	Automatische operaties BVLOS*-vliegen Volledige integratie van drones in logistieke keten Geoptimaliseerde actieradius

Ongepland horizontaal transport	Spoed- en naleveringen vanaf bouwhub	Continue logistieke ondersteuning	Automatische operaties
	Strikte wet- en regelgeving: intensief traject vergunningen en ontheffingen (met name boven bewoond gebied). VLOS*/EVLOS*-vliegen	Versoepeling van wet- en regelgeving door standaard vliegscenario's	BVLOS*-vliegen
	Inpassen in bestaande logistieke keten	Integreren in logistieke keten	Volledige integratie van drones in logistieke keten
	Beperkte actieradius	Meer ontwikkelde actieradius	Geoptimaliseerde actieradius
Inspecties en monitoring	Voortgangs- en veiligheidsinspecties	Automatische operaties	Grootschalige inzet, volledig geautomatiseerde inspectievluchten
		Drone-in-a-box*	Drone-in-a-box*

Kernboodschap: Drones zijn vandaag al inzetbaar voor specifieke logistieke en inspectietaken. Op korte termijn verschuift de aandacht naar het integreren van drones in werkprocessen en logistieke ketens, waardoor de inzet betrouwbaarder en schaalbaarder wordt. Op langere termijn maken automatisering, grotere drones en versoepeling van wet- en regelgeving een bredere en structurele toepassing mogelijk, waardoor drones uitgroeien tot een vast onderdeel van de bouw- en infrasector.

4. Welke drone past bij welk type inzet in de bouw- en infrasector?

4.1 Verschillende type drones en belangrijke componenten

Niet iedere toepassing vraagt dezelfde drone. De keuze voor een drone hangt af van het type materiaal, de afstand die moet worden afgelegd en de omgeving waarin wordt gevlogen. Binnen de bouwlogistiek kunnen grofweg drie categorieën drones worden onderscheiden: inspectie, klein logistiek en heavy-lift. De geschiktheid van deze drones wordt bepaald door een aantal belangrijke componenten, zoals laadvermogen (payload), vliegafstand, veiligheidssystemen en de manier waarop materiaal wordt afgeleverd.

Inspectie

Voor inspecties van het bouwterrein kunnen verschillende typen drones worden ingezet, afhankelijk van het doel van de inspectie. Compacte drones zoals **DJI Mavic 3 Enterprise**² zijn geschikt voor voortgangscontroles, luchtfotografie en veiligheidsinspecties. Voor nauwkeurige inmetingen, volumebepalingen en het maken van 3D-modellen kan de **DJI Matrice 4E**³ worden ingezet. Voor thermische inspecties kan de **DJI Matrice 4T**³ worden ingezet door de hoogwaardige camera, zoomfunctie en thermische sensoren.

- Drone: DJI Mavic 3 Enterprise, DJI Matrice 4E of DJI Matrice 4T



Figuur 4-1 DJI Mavic 3 Enterprise

Klein logistiek

Lichte drones zijn geschikt voor het vervoeren van gereedschap, onderdelen en klein materiaal. Deze drones worden vooral ingezet op de bouwplaats of voor korte leveringen tussen externe opslaglocaties en bouwprojecten. Belangrijke componenten zijn een beperkte payload, een veilige aflevermethode en veiligheidssystemen zoals een parachute. Deze categorie sluit aan bij de toepassingen die vandaag al kansrijk zijn.

- Drone: DJI Matrice 300⁴ en DJI Matrice 350⁵
- Payload: 2,5 – 2,7 kg



Figuur 4-2 DJI Matrice 350

Heavy-lift

Heavy-lift drones zijn ontwikkeld voor het vervoeren van grotere en zwaardere ladingen. Deze drones beschikken over een aanzienlijk hogere payload en stellen ook hogere eisen aan veiligheidssystemen, operationele procedures en de inrichting van de vlucht. Binnen de huidige bouwpraktijk bevinden veel toepassingen van deze categorie zich nog in de ontwikkelfase.

- Drone:
 - DJI FlyCart⁶: 30 - 40 kg payload
 - Flying Basket heavy Lift Drone⁷: < 100 kg payload
 - DJI FlyCart 200⁸: 200 kg payload (tot 600 kg met 4 drones)



Figuur 4-3 DJI FlyCart

Voor updates over de bovengenoemde drones ga naar:

² <https://enterprise.dji.com/mavic-3-enterprise>

³ https://enterprise.dji.com/matrice-4-series?site=enterprise&from=mobile_nav

⁴ <https://store.dji.com/nl/product/matrice-300-rtk-and-dji-care-plus?vid=111261>

⁵ <https://enterprise.dji.com/matrice-350-rtk>

⁶ <https://www.dji.com/nl/flycart-100>

⁷ <https://flyingbasket.com/>

⁸ <https://www.dji.com/nl/>

4.2 Overzicht van type inzet en benodigde componenten

De benodigde drone hangt niet alleen af van de toepassing, maar ook van de omgeving waarin de drone wordt ingezet. Een spoedlevering van gereedschap stelt andere eisen aan een drone dan een inspectievlucht of een logistieke levering tussen een bouwhub en bouwplaats. Daarnaast kunnen kenmerken van de bouwplaats, zoals hoogbouw, beperkte ruimte of een binnenstedelijke omgeving, aanvullende eisen stellen aan de operatie. De testvluchten laten zien dat aannemers daarom eerst moeten bepalen welke logistieke uitdaging zij willen oplossen. Vervolgens kan worden bepaald welke type drone en welke componenten daarvoor nodig zijn. Tabel 4-1 geeft een overzicht van de belangrijkste componenten per type inzet.

Tabel 4-1 Benodigde componenten per type inzet

Type inzet	Belangrijkste componenten	Type drone
Veiligheids- en voortgangsinspecties, luchtfotografie	Camera's, voldoende vliegtijd	Inspectie drone: • DJI Mavic 3 Enterprise
Inmetingen, volume bepaling, 3D modellen	Camera's, sensoren, voldoende vliegtijd	Inspectie drone: • DJI Matrice 4E
Thermische inspecties	Thermische camera's, sensoren, voldoende vliegtijd	Inspectie drone: • DJI Matrice 4T
Spoedlevering van gereedschap	Beperkte payload (2,5 – 2,7 kg), snelle inzetbaarheid, veilige landingsplek	Klein Logistiek drone: • DJI Matrice 300 • DJI Matrice 350
Transport naar hogere verdiepingen	Payload (2,5 – 100 kg), haak of lier, nauwkeurige besturing	Kleine Logistieke drone: • DJI Matrice 300 • DJI Matrice 350 Of Heavy-lift drone: • DJI FlyCart • Flying Basket heavy Lift Drone
Afvoer van klein afval	Payload (2,5 – 40 kg), transportbox, veilige afleverprocedure	Kleine Logistieke drone: • DJI Matrice 300 • DJI Matrice 350 Of Heavy-lift drone: • DJI FlyCart
Leveringen tussen bouwhub en bouwplaats	Vliegafstand, batterijduur, communicatieverbinding	Kleine Logistieke drone: • DJI Matrice 300 • DJI Matrice 350 Of Heavy-lift drone: • DJI FlyCart
Geplande logistieke leveringen	Hogere payload (2,5 – 40 kg), betrouwbare operatie, vaste vliegroutes	Kleine Logistieke drone: • DJI Matrice 300 • DJI Matrice 350 Of Heavy-lift drone: DJI FlyCart
Bulktransport	Heavy-lift drone, hoge payload (< 100 kg), aanvullende veiligheidsmaatregelen	Heavy-lift drone: • DJI FlyCart • Flying Basket heavy Lift Drone
Automatische logistieke operaties	Automatisering, navigatie- en veiligheidssystemen	Kleine Logistieke drone: • DJI Matrice 300 • DJI Matrice 350 Of Heavy-lift drone: • DJI FlyCart • Flying Basket heavy Lift Drone

Tabel 4-2 laat zien welke aanvullende aandachtspunten gelden voor verschillende typen bouwplaatsen.

Tabel 4-2 Invloed van de bouwplaats op benodigde componenten

Type bouwplaats	Extra belangrijke componenten en aandachtspunten	Type drone
Hoogbouw	Nauwkeurige besturing, haak- of liersysteem, afstemming met bouwlift en -kraan	Kleine Logistieke drone: • DJI Matrice 300 • DJI Matrice 350 Of Heavy-lift drone: • DJI FlyCart
Compacte bouwplaats	Veilige en efficiënt ingerichte opstijg- en landingslocatie	Kleine Logistieke drone: • DJI Matrice 300 • DJI Matrice 350
Binnenstedelijke bouwplaats	Parachute, nauwkeurige navigatie, aanvullende veiligheidsmaatregelen	Kleine Logistieke drone: • DJI Matrice 300 • DJI Matrice 350 Of Heavy-lift drone: • DJI FlyCart
Grote bouwplaats	Grotere actieradius, langere vliegtijd, betrouwbare communicatieverbinding	Heavy-lift drone: • DJI FlyCart • Flying Basket heavy Lift Drone
Bouwplaatsen met intensieve logistiek	Goede afstemming met andere logistieke stromen en werkzaamheden	Kleine Logistieke drone: • DJI Matrice 300 • DJI Matrice 350 Of Heavy-lift drone: • DJI FlyCart • Flying Basket heavy Lift Drone
Bouwplaatsen met beperkte bereikbaarheid	Snelle inzetbaarheid, passende payload en flexibele aflevermogelijkheden	Kleine Logistieke drone: • DJI Matrice 300 • DJI Matrice 350 Of Heavy-lift drone: • DJI FlyCart • Flying Basket heavy Lift Drone

Kernboodschap: Er bestaat geen universele drone voor de bouwlogistiek. De keuze voor een drone wordt bepaald door het logistieke scenario dat moet worden opgelost én de kenmerken van de bouwplaats. Voor veel toepassingen die vandaag al kansrijk zijn, ontstaan relatief lichte logistieke drones. Naarmate afstanden groter worden, ladingen zwaarder worden of de omgeving complexer wordt, nemen ook de eisen aan payload, vliegafstand, veiligheidssystemen en automatisering toe. Een succesvolle inzet begint daarom niet bij de keuze voor een drone, maar bij een goed begrip van de logistieke uitdaging en de omstandigheden waarin deze moet worden uitgevoerd.

5. Welke stappen horen bij veilige integratie van drones in de bedrijfsvoering?

De testvluchten laten zien dat de techniek voor veel toepassingen al beschikbaar is. Succesvolle inzet van drones vraagt echter om meer dan alleen een geschikte drone. Vergunningen, veiligheidsmaatregelen, operationele procedures, planning en organisatie spelen een minstens zo grote rol. Dit hoofdstuk beschrijft welke stappen aannemers kunnen zetten om drones veilig en effectief onderdeel te maken van de bouwlogistiek. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen wat vandaag geregeld moet worden, welke vervolgstappen op korte termijn nodig zijn en welke ontwikkelingen relevant zijn voor verdere opschaling. De randvoorwaarden uit de fase 'Vandaag' blijven ook op langere termijn van toepassing. Naarmate drone-inzet verder opschaaft, komen aanvullende randvoorwaarden en ontwikkelingen in beeld.

5.1 Juridisch

Juridische voorbereiding is een belangrijke voorwaarde voor veilige drone-inzet. Het gaat daarbij niet alleen om vergunningen, maar ook om het vastleggen van verantwoordelijkheden, het uitvoeren van risicoanalyses en het organiseren van veilige vluchtprocedures. Welke stappen nodig zijn, hangt af van de locatie van de vlucht, het type drone en de aard van de operatie. Met name in gecontroleerd luchtruim, no-fly zones en stedelijke gebieden zijn aanvullende toestemmingen en operationele maatregelen nodig. Door juridische aspecten vroegtijdig mee te nemen in de projectvoorbereiding kunnen vertragingen worden voorkomen en kan drone-inzet veilig worden geïntegreerd in de bouwlogistiek. Drone-inzet is op korte termijn snel te organiseren op bouwplaatsen mits de dronepiloot/het -team fysiek op de bouwplaats is, er een aparte opstijg- en landingsruimte is ingericht is en deze de drone steeds in het zicht houdt. De bouwplaats bevindt zich verder niet nabij luchthavens of bijvoorbeeld kritieke infrastructuur. Vliegen in complexe, binnenstedelijke bouwomgevingen wordt gemakkelijker zodra buiten het zicht van de piloot toegestaan wordt. De mogelijkheden op en rond bouwplaatsen verruimen verder zodra automatische dronevluchten in het luchtruim mogelijk worden, waarmee ook verdere integratie in het bouwproces mogelijk wordt. Tabel 5-1 toont de stappen die nodig zijn op juridisch vlak.

Tabel 5-1 Juridische stappen voor veilige integratie van drones

Fase	Welke stappen moet je zetten?
Vandaag	• Bepaal welke regelgeving van toepassing is op de projectlocatie en voorgenomen vlucht. • Werk samen met een gekwalificeerde dronepiloot of gecertificeerde drone-operator. • Vraag de benodigde vergunningen, ontheffingen en operationele goedkeuringen tijdig aan. • Stel een vluchtplan en risicoanalyse op voor de beoogde operatie. • Leg verantwoordelijkheden vast tussen opdrachtgever, drone-operator, uitvoerder en bouwplaatsorganisatie. • Richt veiligheidsprocedures in voor voorbereiding, uitvoering en afhandeling van dronevluchten. • Organiseer indien nodig afstemming met luchtverkeersleiding (via RT*) en toezichthouders.
Korte termijn (2-5 jaar)	• Ontwikkel standaard werkwijzen voor terugkerende drone-operaties. • Werk met vaste vluchtprofielen, risicobeoordelingen en operationele concepten voor vergelijkbare projecten. • Leg droneprocedures vast als onderdeel van reguliere bouw- en logistieke processen. • Beperk projectspecifiek maatwerk door gebruik te maken van gestandaardiseerde operationele scenario's waar regelgeving dit toestaat.
Lange termijn (5-10 jaar)	• Integreer juridische processen volledig in de reguliere projectvoorbereiding en bouwlogistiek. • Bereid de organisatie voor op BVLOS*-operaties en verder geautomatiseerde dronevluchten. • Sluit aan op toekomstige luchtverkeers- en dronesystemen. • Maak gebruik van verder gestandaardiseerde regelgeving en vergunningstrajecten voor logistieke drone-operaties.

5.2 Technisch

De techniek is voor veel toepassingen al beschikbaar. Een veilige integratie van drones vraagt echter om meer dan alleen de aanschaf van een geschikte drone. Het succes van drone-inzet wordt mede bepaald door de keuze van het dronesysteem, de inrichting van opstijg- en landingslocaties, de gebruikte veiligheidssystemen en de aansluiting op de bouwplaatsomgeving. De testvluchten laten zien dat met relatief lichte logistieke drones al waardevolle toepassingen mogelijk zijn, mits de technische randvoorwaarden vooraf worden georganiseerd.

Denk hierbij aan voldoende ruimte voor opstijgen en landen, geschikt materieel voor het vervoeren van ladingen en betrouwbare communicatie- en veiligheidssystemen. Drone-inzet is, vanwege de camera als standaard payload, op korte termijn al denkbaar voor (thermische) inspecties en inmetingen op niet-complexe bouwplaatsen. Daarbij zullen zwaardere drones, die beschikken over een transportbox of tas, bij wijze van experiment, specifieke bouwlogistieke taken gaan uitvoeren op de bouwplaats zelf, zoals bijvoorbeeld het pre-loaden van (klein) materiaal ten behoeve van afbouw of het afvoeren van restmateriaal vanaf een hoge verdieping. Op langere termijn is het denkbaar dat automatische vluchten, buiten het zicht van de piloot, plaatsvinden zodat verdere integratie in het bouwproces gemakkelijker wordt. In Tabel 5-2 staan de technische stappen die gezet dienen te worden voordat drone-inzet mogelijk is.

Tabel 5-2 Technische stappen voor veilige integratie van drones

Fase	Welke stappen moet je zetten?
Vandaag	• Bepaal welk logistiek scenario moet worden ondersteund en selecteer een drone met voldoende payload, vliegafstand en vliegtijd. • Kies een passend payloadstelsel, zoals een transportbox, haak of lier, passend bij de te vervoeren materialen. • Check of de drone voldoende actieradius heeft om de afstand af te leggen. De actieradius is afhankelijk van weersomstandigheden, de payload en aanvullende systemen, zoals een parachute. • Richt veilige opstijg- en landingslocaties in op de bouwplaats en zorg voor voldoende obstakelvrije ruimte. • Controleer of de gekozen locaties voldoende zicht bieden op de drone tijdens de vlucht (VLOS*). • Pas benodigde veiligheidssystemen toe, zoals een parachute bij vluchten boven bebouwd gebied. • Zorg voor betrouwbare communicatieverbindingen tussen drone, dronepiloot en observer. • Reserveer voldoende batterijcapaciteit en voorzieningen voor het veilig laden en wisselen van batterijen.
Korte termijn (2-5 jaar)	• Standaardiseer opstijg- en landingslocaties binnen bouwplaatsinrichtingen en externe opslaglocaties. • Ontwikkel technische voorzieningen voor verschillende typen ladingen en logistieke scenario's. • Vergroot de inzetbaarheid door drones met grotere payloads en een grotere actieradius toe te passen. • Automatiseer delen van de vluchtvoorbereiding en operationele controles. • Koppel drone-operaties aan logistieke plannings- en werkprocessen zodat inzet voorspelbaar en herhaalbaar wordt.
Lange termijn (5-10 jaar)	• Bereid de organisatie voor op automatische drone-operaties en geautomatiseerde logistieke processen. • Integreer drones met digitale logistieke systemen, bouwplaatsmanagement en planningssoftware. • Maak gebruik van drones met grotere laadvermogens en een grotere weerbestendigheid. • Ontwikkel technische oplossingen voor veilige operaties binnen complexere omgevingen, zoals hoogbouw en gebouwen. • Richt technische systemen in voor grootschalige en frequente drone-operaties binnen de bouwketen.

5.3 Economisch

Economische meerwaarde van drones wordt niet primair bepaald door de vliegtijd of transportkosten, maar door de effecten op het bouwproces. De grootste voordelen ontstaan wanneer wachttijd, stilstand, extra transportbewegingen of productieverlies worden voorkomen. Tegelijkertijd brengen drone-operaties investeringen en operationele kosten met zich mee. Voor een succesvolle integratie van drones in de bouwlogistiek is het daarom belangrijk om de kosten en baten structureel inzichtelijk te maken en te bepalen bij welke toepassingen drones daadwerkelijk waarde toevoegen. De testvluchten laten zien dat vooral tijdskritische leveringen en het voorkomen van verstoringen kansrijke uitgangspunten vormen voor een positieve businesscase. Tijdskritische leveringen zijn in de regel specifieke leveringen van gereedschap en materiaal die voorkomen dat specialisten op de bouwplaats dienen te wachten om hun taak of opdracht te kunnen uitvoeren en/of waardoor het bouwproces vertraging oploopt. De stappen die genomen moeten worden op economisch vlak staan weergegeven in Tabel 5-3.

Tabel 5-3 Economische stappen voor veilige integratie van drones

Fase	Welke stappen moet je zetten?
Vandaag	• Identificeer logistieke processen waarin drones direct waarde kunnen toevoegen. • Breng in kaart welke wachttijden, stilstand en transportbewegingen kunnen worden voorkomen. • Meet tijdens pilots de gerealiseerde tijdswinst en effecten op de arbeidsproductiviteit. • Vergelijk de kosten van drone-inzet met de huidige werkwijze. • Beoordeel niet alleen directe kosten, maar ook effecten op veiligheid, planning en uitvoeringsrisico's. • Start met toepassingen waarbij de potentiële meerwaarde het grootst is, zoals tijdkritische leveringen.
Korte termijn (2-5 jaar)	• Monitor kosten en baten structureel over meerdere projecten. • Ontwikkel een onderbouwde businesscase voor terugkerende toepassingen. • Vergelijk verschillende inzetvormen, zoals eigen capaciteit of samenwerking met een drone-operator. • Zoek samenwerking met leveranciers, bouw hubs en logistieke partners om schaalvoordelen te realiseren. • Gebruik praktijkdata om investeringsbeslissingen en verdere opschaling te onderbouwen.
Lange termijn (5-10 jaar)	• Integreer drone-inzet in reguliere logistieke en financiële besluitvorming. • Ontwikkel schaalbare exploitatiemodellen voor structurele drone-operaties. • Benut kostenvoordelen die ontstaan door standaardisatie, automatisering en hogere gebruiksfrequenties. • Neem drone-inzet op als volwaardig alternatief binnen logistieke afwegingen. • Stuur op totale procesoptimalisatie in plaats van uitsluitend op transportkosten.

5.4 Organisatorisch & operationeel

De testvluchten laten zien dat succesvolle drone-inzet vooral een organisatorische opgave is. De techniek is voor veel toepassingen beschikbaar, maar de meerwaarde ontstaat pas wanneer dronevluchten onderdeel worden van bestaande bouw- en logistieke processen. De praktijk laat zien dat communicatie, planning, veiligheidsprocedures en afstemming met andere werkzaamheden bepalend zijn voor een veilige uitvoering. Daarbij gaat het niet alleen om de dronepiloot, maar ook om de uitvoerder, bouwplaatsmedewerkers, kraanmachinist en logistieke partners. Door drone-operaties vanaf de projectvoorbereiding mee te nemen in de bouwplaatsinrichting en werkprocessen kan drone-inzet veilig en efficiënt worden geïntegreerd in de dagelijkse bouwpraktijk. Het is te verwachten dat bouw- en infrabedrijven in het midden- en kleinbedrijf ondersteuning gaan krijgen van gespecialiseerde drone-bedrijven. Zij kunnen op korte termijn al, samen met hen, gaan ontdekken welke toepassingen op welk type bouwplaats het meest opportuun zijn voor hun project. Grootbedrijven in de bouw- en infrasector zullen vroeg of laat een eigen drone-team gaan opleiden, organiseren en in de markt zetten. Dit team gaat na verloop van tijd in de lijn meedraaien in projecten door het hele land. Dit team ontdekt vlot nieuwe toepassingen op lopende projecten door veranderende wetgeving. Tabel 5-4 toont de stappen die op dit vlak gezet moeten worden.

Tabel 5-4 Organisatorische en operationele stappen voor veilige integratie van drones

Fase	Welke stappen moet je zetten?
Vandaag	• Leg rollen, verantwoordelijkheden en bevoegdheden vast tussen drone-operator, uitvoerder en bouwplaatsorganisatie. • Wijs veilige opstijg- en landingslocaties aan en neem deze op in de bouwplaatsinrichting. • Informeer bouwplaatsmedewerkers over wanneer en waar dronevluchten plaatsvinden. • Stem dronevluchten af met de uitvoerder, kraanmachinist en andere betrokkenen op de bouwplaats. • Neem weersomstandigheden en alternatieve werkwijzen mee in de voorbereiding van de werkzaamheden. • Stel duidelijke werk- en veiligheidsprocedures op voor voorbereiding, uitvoering en afronding van dronevluchten.
Korte termijn (2-5 jaar)	• Neem dronevluchten standaard op in de bouwplanning, dagstart en werkvoorbereiding. • Integreer drone-operaties in logistieke plannen, veiligheidsplannen en uitvoeringsprocessen. • Ontwikkel standaard werkwijzen voor terugkerende toepassingen, zoals spoedleveringen en geplande bevoorrading. • Organiseer structurele afstemming met bouwkransen, bouwliften en andere logistieke activiteiten (SimOps*). • Zorg dat leveranciers, bouw hubs en bouwplaatsen volgens dezelfde werkafspraken samenwerken.
Lange termijn (5-10 jaar)	• Integreer drones volledig in reguliere bouw- en logistieke processen. • Organiseer samenwerking tussen aannemers, leveranciers, bouw hubs en drone-operators als onderdeel van de bevoorradingketen. • Richt een schaalbare organisatie in voor frequente drone-operaties over meerdere projecten. • Automatiseer planning, communicatie en operationele aansturing van dronevluchten waar mogelijk. • Neem drone-inzet structureel mee bij projectvoorbereiding, bouwplaatsinrichting en logistieke strategieën.

Kernboodschap: Drones kunnen vandaag al waarde toevoegen aan de bouwlogistiek, maar succesvolle inzet vraagt om een integrale aanpak. Wie met drones wil vliegen, moet niet alleen de juiste techniek kiezen, maar ook juridische, economische en organisatorische randvoorwaarden tijdig regelen. Door klein te beginnen en deze onderdelen stapsgewijs te ontwikkelen, kunnen drones uitgroeien tot een vast onderdeel van het bouwproces.

6. Conclusie en aanbevelingen

6.1 Algemeen

De uitgevoerde testvluchten laten zien dat drones op korte termijn al waarde kunnen toevoegen aan de bouwlogistiek. De techniek vormt daarbij niet de grootste belemmering: het vervoeren van klein materiaal, gereedschap en onderdelen is vandaag al mogelijk, zowel op de bouwplaats als tussen een externe locatie (zoals een bouwhub, leverancier of depot) en een bouwlocatie. De grootste uitdaging zit in de efficiënte en economisch haalbare inpassing van drones in bestaande bouw- en logistieke processen. Drones zijn daarmee geen vervanging van bestaande bouwlogistiek als geheel, maar kunnen vooral functioneren als aanvullende logistieke schakel. De meerwaarde ontstaat met name bij toepassingen waar wachttijd, stilstand, (interne) transportbewegingen of spoedritten kunnen worden voorkomen.

Voor (geplande) logistieke stromen ligt de meerwaarde vooral op langere termijn. Wanneer dronevluchten structureel worden opgenomen in de bevoorrading tussen externe opslaglocatie en bouwplaatsen, kunnen logistieke processen voorspelbaarder, efficiënter en mogelijk duurzamer worden ingericht. De daadwerkelijke meerwaarde is daarbij afhankelijk van de afstand, frequentie, type lading, bouwplaatsinrichting en mate van integratie in de logistieke planning.

De conclusie is daarom dat drones vandaag al kansrijk zijn voor specifieke toepassingen, maar dat structurele toepassing vraagt om standaardisatie, herhaalbare werkprocessen en verdere opschaling. Door klein te beginnen met concrete use cases kan ervaring worden opgebouwd en kan drone-inzet zich ontwikkelen van incidentele testvluchten naar een vast onderdeel van de bouwlogistiek. Waarbij de verwachting is dat wet- en regelgeving de komende jaren veranderd, waardoor het makkelijker wordt om drones toe te passen in de bouwlogistiek. Daarnaast dragen de resultaten van testvluchten bij aan de verdere ontwikkeling van wet- en regelgeving, met als uiteindelijk doel om bouwlogistiek in de toekomst een volwaardige plek te geven in het lage luchtruim.

6.2 Voor aannemers (bouw- en infrasector)

Figuur 6-1 geeft een overzicht van het bouwproces van een aannemer en de mogelijke toepassingen van drones binnen de verschillende projectfasen. In de eerste drie fasen, van tender tot bouwrijp maken, kunnen drones vooral worden ingezet voor inspectie- en monitoringsactiviteiten. Denk daarbij aan terreininventarisaties, luchtfotografie, inmetingen, volumebepalingen en voortgangsinspecties. Deze toepassingen leveren actuele informatie op die kan worden gebruikt voor ontwerp, planning en voorbereiding van de uitvoering.

Tijdens de ruwbouw-, casco- en afbouwfase kunnen drones naast inspectie en monitoring ook een logistieke rol vervullen. Voorbeelden hiervan zijn spoedleveringen van klein materiaal en gereedschap, transport naar hogere verdiepingen en het afvoeren van lichte materialen of afvalstromen. Daarnaast kunnen drones worden ingezet voor voortgangscontroles, kwaliteitsinspecties en het monitoren van de bouwplaats.

In de laatste fasen van het bouwproces, van inrichting van de buitenruimte tot en met nazorg, verschuift de nadruk weer naar inspectie en monitoring. Drones kunnen hier worden gebruikt voor inmetingen, thermische inspecties, fotodocumentatie, dak- en gevelinspecties, revisie-opnamen en assetbeheer. Hierdoor ondersteunen drones zowel de oplevering van het project als het beheer en onderhoud in de gebruiksfase.



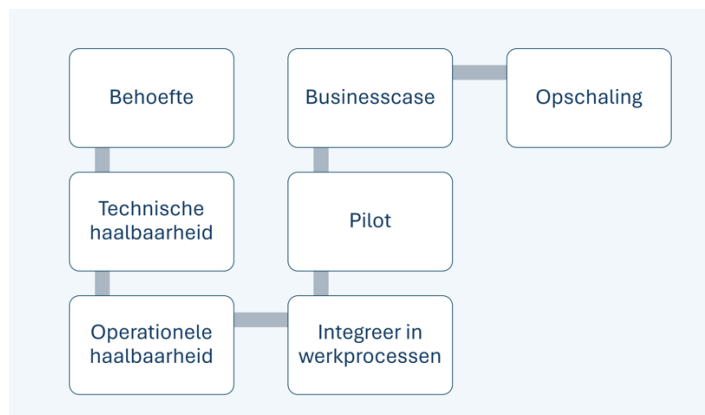
Figuur 6-1 Schematische weergave bouwproces en kansen voor dronetoepassingen

6.3 Stappenplan voor implementatie

De eerste stap voor aannemers is het identificeren van logistieke processen waarin drones direct meerwaarde kunnen bieden. Daarbij ligt de focus op toepassingen waarbij wachttijd, stilstand of extra transportbewegingen worden beperkt of voorkomen. Aanbevolen wordt om te starten met enkele concrete toepassingen die vandaag al uitvoerbaar zijn, zoals spoedleveringen van gereedschap of materiaal naar hogere verdiepingen. Zorg daarbij voor flexibele opstijg- en landingslocaties, neem dronevluchten op in de dagstart en bouwplanning en leg ervaringen systematisch vast. Hierdoor ontstaat inzicht in de daadwerkelijke tijdswinst, kosten en operationele voordelen en kan worden toegewerkt naar standaard werkwijzen voor terugkerende drone-operaties. Het stappenplan voor implementatie is weergegeven in Figuur 6-2 en wordt hieronder toegelicht.

- 1. Bepaal behoefte:** Bepaal in welke fase van het bouwproces drones een meerwaarde bieden voor de ontwikkeling. Dit kan zijn voor inspecties en monitoring, transport of beide (zie Figuur 6-1).
- 2. Toets technische haalbaarheid:** Bepaal wat technische nodig is op het gebied van payload, vliegafstand, vliegtijd. Selecteer welk dronesysteem dat het beste aansluit (zie hoofdstuk 4). Aanbevolen wordt om in eerste instantie samen te werken met een gecertificeerde operator. Zij kunnen aannemers ondersteunen bij het bepalen van het juiste dronesysteem.
- 3. Toets operationele haalbaarheid:** Bepaal welke regelgeving van toepassing is. Dit is afhankelijk van de locatie van de operatie en het dronesysteem dat toegepast wordt. Juiste vergunningen en ontheffingen (zie Bijlage 2) moeten worden aangevraagd en veiligheidsmaatregelen moeten worden toegepast. Ook voor deze stap wordt geadviseerd om samen te werken met een gecertificeerde operator die ervaring heeft met het aanvragen van de juiste vergunningen/ontheffingen.
- 4. Integreer drones in werkprocessen:** Hierbij is het van belang drones in de fase 'werkvoorbereiding' mee te nemen in de verdere uitwerking van het logistiekplan en het aanvragen van de juiste vergunningen. Integreer drones in werkprocedures, verantwoordelijkheden en veiligheidsmaatregelen. Maak het trainen van personeel onderdeel van de fase 'werkvoorbereiding'. Neem de opstijg- en landingslocatie mee in de fase 'bouwrijp maken' van het bouwterrein als onderdeel van het inrichten van het bouwterrein. Gecertificeerde operators denken mee met het selecteren in inrichten van de juiste opstijg- en landingslocatie.

5. **Voer pilot uit:** Start met een pilot op een projectlocatie. Monitor de prestaties, verzamel ervaringen van gebruikers en identificeer verbeterpunten voor verdere implementatie. Voor het uitvoeren van de pilot kan een gecertificeerde operator ingehuurd worden.
6. **Stel businesscase op:** Breng de investeringen, operationele kosten, potentiële tijdswinst, arbeidsbesparing, veiligheidswinst en duurzaamheidsvoordelen in beeld. Vergelijk deze met de huidige werkwijze. Indien op basis van de pilotresultaten potentie wordt gezien in het implementeren van drones, stel dan een plan op voor het opleiden van eigen personeel als operator.
7. **Schaal op:** Wanneer de toepassing technisch, organisatorisch en financieel haalbaar blijkt, kan deze worden opgeschaald naar meerdere projecten en locaties. Hierbij kan worden toegewerkt naar meer geautomatiseerde toepassingen, zoals periodieke inspecties of drone-in-a-box* oplossingen.



Figuur 6-2 Stappenplan voor implementatie

6.4 Voor opdrachtgevers (bouw- en infrasector)

Opdrachtgevers kunnen de toepassing van innovatieve en emissiearme logistieke oplossingen stimuleren door deze al in de projectvoorbereiding en aanbesteding mee te nemen. Wanneer innovatie, emissiereductie, veiligheid en productiviteit onderdeel zijn van de uitvraag en beoordeling, ontstaat ruimte voor aannemers om te investeren in nieuwe oplossingen zoals drone-inzet. Overheden kunnen deze ontwikkeling daarnaast faciliteren door pilots mogelijk te maken en waar mogelijk rekening te houden met de benodigde randvoorwaarden voor drone-operaties.

Aandachtspunten voor opdrachtgevers:

1. Neem emissiereductie, veiligheid en efficiëntie mee als doelstelling in projecten en aanbestedingen.
2. Bied ruimte voor innovatieve logistieke oplossingen binnen de uitvoering van projecten.
3. Stimuleer pilots en praktijkproeven om ervaring op te doen met nieuwe toepassingen.
4. Houd waar mogelijk rekening met randvoorwaarden voor drone-operaties, zoals veilige opstijg- en landingslocaties.
5. Beoordeel oplossingen niet alleen op kosten, maar ook op effecten voor veiligheid, arbeidsproductiviteit, bereikbaarheid en duurzaamheid.

6.5 Perspectief en uitdagingen voor de bouw- en infrasector

De komende jaren zal de rol van drones binnen de bouw- en infrasector naar verwachting verschuiven van incidentele inzet naar een steeds meer geïntegreerde toepassing. Ontwikkelingen in automatisering, laadvermogen, batterijtechnologie en sensoren maken het mogelijk om meer taken met drones uit te voeren en deze taken betrouwbaarder en frequenter uit te voeren. Tegelijkertijd wordt verwacht dat wet- en regelgeving zich verder ontwikkelt, waardoor terugkerende drone-operaties eenvoudiger georganiseerd kunnen worden en nieuwe toepassingen binnen bereik komen. Hierdoor ontstaat ruimte voor een bredere inzet van drones, niet alleen voor inspecties en monitoring, maar ook voor logistieke processen op en rondom de bouwplaats.

De grootste uitdaging voor de sector ligt daarom niet zozeer in de beschikbaarheid van technologie, maar in de vraag hoe drones worden geïntegreerd in bestaande werkprocessen, contractvormen en logistieke ketens. Naarmate drone-inzet vaker voorkomt, zal de aandacht verschuiven van individuele vluchten naar standaardisatie van werkwijzen, samenwerking tussen bouwers, leveranciers en logistieke partners en het ontwikkelen van nieuwe logistieke concepten. Drones kunnen daarmee bijdragen aan een bouw- en infrasector die flexibeler omgaat met logistieke uitdagingen, beter inspeelt op ruimtegebrek in stedelijke gebieden en efficiënter gebruikmaakt van personeel en materieel.

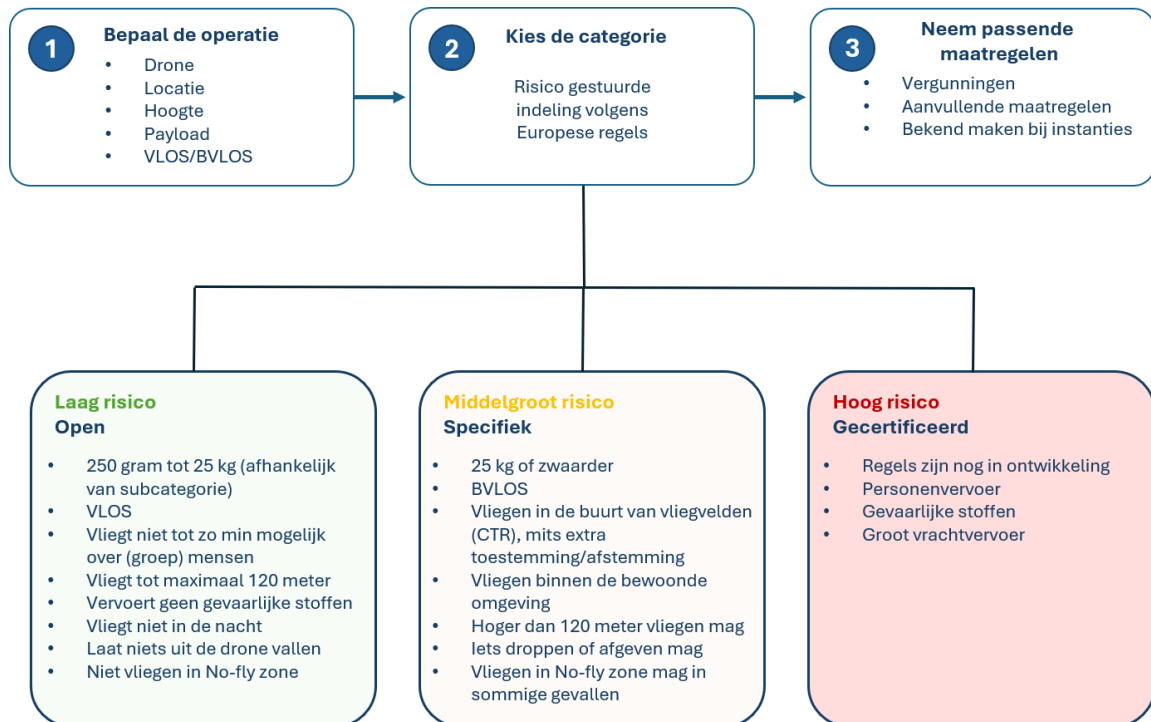
Om deze potentie te benutten is het belangrijk om ervaring op te bouwen met concrete toepassingen. Door klein te beginnen, resultaten te monitoren en succesvolle toepassingen op te schalen, kunnen drones uitgroeien tot een vast onderdeel van de bouw- en infralogistiek. Tegelijkertijd vraagt verdere opschaling om een actieve rol van de sector in de ontwikkeling van wet- en regelgeving. De bouwsector kan hierbij een voortrekkersrol vervullen door de meerwaarde van drones voor duurzaamheid, arbeidsproductiviteit en veiligheid zichtbaar te maken en de belangen van de sector actief te vertegenwoordigen. Dit versterkt de motivatie om wet- en regelgeving sneller te bewegen om de mogelijkheden van het lage luchtruim te benutten voor relevante toepassingen in Nederland. Zodra de bouwsector zich actief mengt in het gesprek over het lage luchtruim sorteert het ook voor op de ruimte om bouwlogistieke drones een volwaardige plek te geven binnen het Nederlandse luchtruim.

Bijlage 1 Woordenlijst

BVLOS	BVLOS-vluchten (Beyond Visual Line of Sight) zijn dronevluchten waarbij de piloot het toestel niet met het blote oog kan zien.
CTR	Controlled Traffic Region. Dit is een gecontroleerd luchtruim rondom een vliegveld. Dit is streng beveiligd gebied waar recreatieve drones niet zomaar mogen vliegen. Voor professionele vluchten in een CTR moet je digitale goedkeuring of een ontheffing aanvragen bij Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL).
Drone-in-a-box	Een drone-in-a-box is een geautomatiseerd dronesysteem waarbij de drone wordt opgeslagen, opgeladen en aangestuurd vanuit een afgesloten box op locatie. De drone kan zelfstandig opstijgen, vooraf ingestelde inspectievluchten uitvoeren en vervolgens automatisch terugkeren naar de box om op te laden. Hierdoor kunnen inspecties en monitoring op vaste momenten worden uitgevoerd zonder dat er steeds een dronepiloot aanwezig hoeft te zijn.
EVLOS	EVLOS staat voor Extended Visual Line of Sight. Bij deze manier van dronevliegen ziet de piloot de drone zelf niet de hele tijd. Getrainde waarnemers staan op locatie langs de route om het toestel te volgen en geven de positie via een portofoon door aan de piloot.
ILT	De Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) is de toezichthouder van de Nederlandse overheid op het gebied van transport, infrastructuur, milieu en wonen. De organisatie controleert of bedrijven en burgers zich aan de regels houden om zo te zorgen voor veiligheid, een schoon milieu en een goede leefomgeving.
RT	RT staat voor Radiotelefonie. Dit is het officiële radiocontact met de luchtverkeersleiding dat verplicht is wanneer je met een drone vliegt in gecontroleerd luchtruim, zoals een CTR.
SimOps	Simultaneous Operations (gelijktijdige operaties) bij drones verwijst naar het uitvoeren van meerdere werkzaamheden tegelijkertijd in dezelfde of aangrenzende luchtruimzones. Dit brengt specifieke risico's met zich mee die om strikte coördinatie vragen.
TUG	Een TUG-ontheffing (Tijdelijk en Uitzonderlijk Gebruik) is een vergunning waarmee een locatie tijdelijk als start- en landingsplaats voor een zwaardere drone mag worden gebruikt. Een beperking van de huidige TUG-regeling is dat deze zich beperkt tot maximaal 12 dagen per jaar dat een terrein als start- en landingslocatie gebruikt mag worden.
VLOS	VLOS staat voor Visual Line Of Sight. Het betekent dat je een drone tijdens het vliegen altijd met je eigen blote ogen moet kunnen zien. Je mag hierbij geen hulpmiddelen zoals een scherm, videobril of verrekijker gebruiken.

Bijlage 2 Overzicht vergunningen

Drones zijn binnen de Europese regelgeving ingedeeld in drie hoofdcategorieën op basis van het risico van de vlucht. Figuur 2-A laat zien welke stappen doorlopen moeten worden om de juiste risicocategorie te bepalen. Vervolgens wordt per testfase van dit project beschreven in welke categorie de vluchten vielen en welke vergunningen en ontheffingen daarvoor nodig waren.



Figuur 2-A Stappen risicocategorie

Fase 1 Technische vluchten

Havengebied Rotterdam

De eerste locatie bevindt zich binnen het gecontroleerde luchtruim (CTR*) van Rotterdam The Hague Airport. Hiermee viel de vlucht binnen de categorie 'Specifiek'. Om hier te mogen vliegen, moet de drone-operator beschikken over een Specifiek-vergunning. Hiervoor is een operationeel handboek vereist en moet personeel speciale training volgen om te mogen vliegen. In de CTR* is een RT*-operator nodig om in radiocontact te staan met de luchtverkeersleiding. Voorafgaand aan de vlucht dient een vluchtplan ingediend te worden bij de luchtverkeersleiding. Hierin moet onder andere de datum, tijd, locatie, landingsplaats(en), vlieghoogte en escalatiemaatregelen vermeld worden. Binnen de CTR* van Rotterdam The Hague Airport mag maximaal 1 drone tegelijkertijd in de lucht zijn. De luchtverkeersleiding spreekt samen met de drone-operators, die op dezelfde dag willen vliegen, af wie welk tijdsblok toegekend krijgt. Zij geven binnen 24 uur wel/geen toestemming voor de vlucht.

Samengevat, voor deze vlucht was noodzakelijk:

- Operationeel handboek
- Risicoanalyse
- Een operationele autorisatie/vergunning van ILT óf autorisatie op basis van een standaardscenario (STS)
- Vastgelegde operationele procedures en veiligheidsmaatregelen
- Vergunning binnen Specifiek categorie
- Afstemming toestemming met luchtverkeersleiding
- RT'er die tijdens de vlucht contact houdt met de luchtverkeersleiding

Fase 2 Verticaal transport

Rijswijk en Rotterdam

De tweede en derde locatie bevinden zich (net als locatie 1) binnen het CTR* van Rotterdam The Hague Airport, daarom is ook hier de Specifiek-categorie van toepassing. Hier gelden dezelfde vergunningen voor als de locatie uit Fase 1. Omdat beide locaties zich in bewoond gebied bevinden, moet als extra veiligheidsmaatregel een parachute op de drone geïnstalleerd zijn.

Fase 3 Horizontaal transport

Katwijk

De locatie in Katwijk lag in tegenstelling tot de andere locaties niet binnen een CTR*. Wel viel de vlucht onder de categorie 'Specifiek'. De vlucht vond plaats over bebouwd gebied, waardoor een zorgvuldige risicoanalyse en operationele procedures nodig waren. Voor de testvluchten in Katwijk is gekozen voor een VLOS*/EVLOS*-operatie waarbij meerdere observers langs de route werden ingezet om continu visueel contact met de drone te waarborgen. Hierdoor was een BVLOS*-operatie niet noodzakelijk.

Samengevat, voor deze vlucht was noodzakelijk:

- Operationeel handboek
- Risicoanalyse
- Een operationele autorisatie/vergunning van ILT* óf autorisatie op basis van een standaardscenario (STS)
- Vastgelegde operationele procedures en veiligheidsmaatregelen
- Observers
- Twee dronepiloten (vanwege de lange afstand)
- Parachute

Over Antea Group

Antea Group is het thuis van 1800 trotse ingenieurs en adviseurs. Samen bouwen wij elke dag aan een veilige, gezonde en toekomstbestendige leefomgeving. Je vindt bij ons de allerbeste vakspecialisten van Nederland, maar ook innovatieve oplossingen op het gebied van data, sensing en IT. Hiermee dragen wij bij aan de ontwikkeling van infra, woonwijken of waterwerken. Maar ook aan vraagstukken rondom klimaatadaptatie, energietransitie en de vervangingsopgave. Van onderzoek tot ontwerp, van realisatie tot beheer: voor elke opgave brengen wij de juiste kennis aan tafel. Wij denken kritisch mee om altijd samen voor het beste resultaat te gaan. Op deze manier anticiperen wij op de vragen van vandaag en de oplossingen voor morgen. Al 75 jaar.

Contactgegevens

Rivium Westlaan 72
2909 LD Capelle aan den IJssel
Postbus 8590
3009 AN Rotterdam

Copyright ©

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.

De informatie die in dit rapport is opgenomen is uitsluitend bestemd voor geadresseerde(n) en kan persoonlijke of vertrouwelijke informatie bevatten. Gebruik van deze informatie, door anderen dan de geadresseerde(n) en gebruik door hen die niet gerechtigd zijn van deze informatie kennis te nemen, is niet toegestaan. De informatie is uitsluitend bestemd om te worden gebruikt door de geadresseerde, voor het doel waarvoor dit rapport is vervaardigd. Indien u niet de geadresseerde bent of niet gerechtigd bent tot kennisneming, is openbaarmaking, vermenigvuldiging, verspreiding en/of verstrekking van deze informatie aan derden niet toegestaan, tenzij na schriftelijke toestemming door Antea Group en wordt u verzocht de gegevens te verwijderen en direct een melding te maken bij security@anteagroup.nl. Derden, zij die niet geadresseerd zijn, kunnen geen rechten aan dit rapport ontleen, tenzij na schriftelijke toestemming door Antea Group.

www.anteagroup.nl