



Minidrones en meten

Een praktische gids



Snel op weg met minidrones voor digitalisatie en metingen?



Ontdek de directe voordelen en de eerste stappen voor het gebruik ervan.



De tekst van deze gids werd gedeeltelijk gegenereerd/bewerkt met GPT-4, een taalmodel van OpenAI. Deze tekst-delen werden bekeken, nabewerkt en naar eigen inzicht herzien door Buildwise. Buildwise draagt de verantwoordelijkheid voor de eindversie van de tekst.

Disclaimer: deze gids dient ter informatie en is bedoeld als algemeen hulpmiddel. Het uitvoeren van dronevluchten en het naleven van de geldende wet- en regelgeving is de volledige verantwoordelijkheid van de gebruiker. Buildwise kan op geen enkele wijze aansprakelijk gesteld worden voor eventuele schade of letsels, noch voor een gebeurlijk verlies of ongeoorloofd gebruik voortvloeiend uit het volgen van deze gids. Raadpleeg altijd zorgvuldig de geldende regels en voorschriften en neem de nodige voorzorgsmaatregelen bij het plannen en uitvoeren van dronevluchten.

Minidrones: verhoogde efficiëntie en groot gebruiksgemak

Drones maken een opmars in de bouwsector doordat ze steeds betaalbaarder en breder inzetbaar worden. Ze bieden tal van voordelen en handige toepassingen, zoals het moeiteloos inspecteren van hoger gelegen gebouwdelen waaronder daken, het snel vastleggen van as-builsituaties op bouwplaatsen, het digitaliseren van complete gebouwen en meer. De dataregistatie gebeurt aan de hand van foto's en video's, die grotendeels automatisch verwerkt kunnen worden tot een puntenwolk of 3D-model voor het uitvoeren van allerlei metingen. Dit resulteert in aanzienlijke besparingen op tijd, inspanning en kosten, en verhoogt tevens de veiligheid.

Deze gids geeft een overzicht van de praktische toepassingen van drones. We gaan dieper in op de diverse mogelijkheden, lichten de eerste stappen voor het gebruik toe en geven handige gebruikstips.



Wat is een minidrone?

Een minidrone is een lichtgewichtdrone met een maximaal startgewicht (MTOM) van minder dan 250 gram, inclusief accessoires. Binnen de EU-regelgeving is er geen verplichte opleiding nodig om met deze drones te vliegen, vanwege het kleinere risico bij ongelukken. Dit neemt niet weg dat er wel een aantal belangrijke regels gevolgd moeten worden voor het professionele gebruik ervan, die we op p. 7 bespreken.

Minidrones hebben ook nadelen. Ze zijn gevoeliger voor wind, leveren vaak foto's en video's van lagere kwaliteit, hebben geen RTK-functie, geen mogelijkheid tot het programmeren van vluchten, of om andere camera's of sensoren te bevestigen. Ze zijn een goede optie als je geen hoge eisen stelt aan de kwaliteit en functionaliteit. Voor specifieke eisen kan een professionele drone of een gespecialiseerd dronebedrijf de beste optie zijn.

In de volgende secties bespreken we de mogelijkheden van minidrones, van de basisfuncties tot de meer geavanceerde functies.

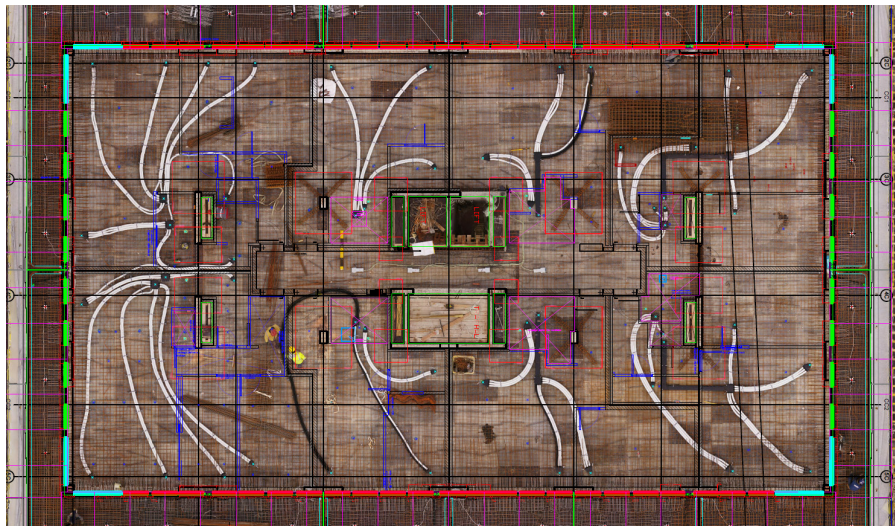
Handige mogelijkheden van minidrones

Inspecties en snelle documentatie: drones zijn ideaal voor het inspecteren van moeilijk bereikbare plaatsen zoals daken, torens, bruggen, enz. Je vliegt met de drone naar het onderwerp van interesse en gebruikt het livebeeld van de dronecamera voor je inspectie. Indien gewenst kan de drone het videobeeld opnemen voor latere inspectie. Drones zijn ook ideaal voor het snel documenteren van grote buitenlocaties. Zo laat deze techniek toe om een hele bouwwerf vanuit de lucht in slechts enkele minuten te documenteren, waardoor je heel wat tijd bespaart.

Meten op dronefoto's: met behulp van dronefoto's kunnen er diverse metingen gedaan worden, zoals de bepaling van afstanden, hoeken, oppervlaktes en volumes. Dit gebeurt door de verwerking van de foto's met zogeheten fotogrammetriesoftware. Laten we het voorbeeld van de opmeting van een gebouw nemen. Eerst maakt de software op basis van de foto's een 3D puntenwolk van de gevel, bestaande uit miljoenen losse punten. Na ruisverwijdering en eventuele schaalcorrectie kunnen vervolgens allerlei afstanden uit de puntenwolk afgeleid worden.

Wil je naast afstanden ook oppervlaktes en volumes berekenen? Dan kan je de puntenwolk daartoe grotendeels automatisch laten omzetten naar een 3D-mesh. Een mesh bestaat uit kleine driehoeken, die anders dan de puntenwolk een gesloten oppervlak vormen. Hoe meer driehoeken de mesh heeft, hoe nauwkeuriger de eigenlijke geometrie van het gebouw benaderd wordt. Op de mesh kan je vervolgens de gewenste oppervlaktes en volumes meten.

Wil je meten op een 2D-foto zonder een 3D-model van de omgeving? Dan heb je een zogeheten 'orthofoto' nodig die geen perspectieffervormingen heeft. Fotogrammetriesoftware kan automatisch dergelijke orthofoto's produceren. Door de foto te importeren in een CAD-programma kan je de as-builsituatie vergelijken met de originele plannen. Een voorbeeld daarvan is bovenaan de volgende pagina te zien. Orthofoto's kunnen tevens nuttig zijn als communicatiemiddel over de voortgang van de werkzaamheden.



Orthofoto van een gebouw tijdens de constructiefase. Door het CAD-model over de foto te leggen, kunnen eenvoudig vergelijkingen gemaakt worden tussen de as-builsituatie en de originele planning.

Hoe moet je dronefoto's voor metingen maken?

Bij fotogrammetrie, waarbij metingen gedaan worden op dronefoto's, zijn er enkele belangrijke aandachtspunten die hieronder besproken worden.

Hoogte en nauwkeurigheid: bepaal de hoogte die het meest geschikt is om je dronefoto's te nemen. Dit kan de nauwkeurigheid van de latere metingen immers beïnvloeden. De nauwkeurigheid van je minidrone bij een gegeven hoogte kan eenvoudig bepaald worden met onlinerekentools (bv. <https://www.pilotbyte.com/gsd-calculator> - niet afkomstig van Buildwise). De tool geeft aan hoeveel centimeters een pixel op je foto's in werkelijkheid vertegenwoordigt. Je kunt dit ook zelf berekenen aan de hand van de methode beschreven op p. 10.

Resolutie: neem foto's op de hoogste resolutie, omdat fotogrammetrie maximaal detail vereist in de foto's.

Overlap: neem foto's met minimaal 70 % overlap, zodat de software voldoende overeenkomende punten kan vinden wat nodig is voor een kwalitatieve 3D-reconstructie.

Ten slotte bepaalt de gewenste deliverable het juiste cameragebruik.

Orthofoto van een plat oppervlak: zet de dronecamera loodrecht naar beneden boven het te capteren oppervlak. Dit vermindert perspectieffervorming en verhoogt de kwaliteit van de orthofoto.

3D-model van een vrijstaand gebouw: vlieg niet alleen boven het gebouw, maar ook best twee ringen eromheen. Afhankelijk van de gebouwstructuur plaats je de camera bij de eerste ring recht naar voren en bij de tweede ring op ongeveer 45 graden voor meer 3D-informatie en een kwalitatieve 3D-reconstructie.

Fotogrammetrie voor 3D-modellen

Naast de eerder genoemde punten voor meetfoto's, zijn er specifieke overwegingen voor het maken van een 3D-model van een gebouw of andere structuur met behulp van fotogrammetrie.

Fotogrammetriekwaliteit: deze wordt beïnvloed door factoren zoals de camera-instellingen, het fotosensorformaat, de lichtomstandigheden, het visuele detail, de textuur van het object en de fotohoek. Fotogrammetrie is een betaalbare techniek. De nauwkeurigheid ervan hangt echter af van meerdere factoren waarover je geen complete controle hebt. Bij gunstige omstandigheden kunnen minidrones niettemin kwalitatief hoogwaardige 3D-modellen produceren.

Visueel detail en fotogrammetriekwaliteit: de kwaliteit hangt af van het visuele detail (textuur) op de muren. Een verweerde muur met veel details geeft betere resultaten dan een egale witte muur met weinig details die niet goed gereconstrueerd kan worden.

Reflecties: ramen, water en andere reflecterende oppervlakken worden vaak niet goed gereconstrueerd via fotogrammetrie, noch door laserscanning. Als het visuele aspect belangrijker is dan metingen, dan kan de NerF-techniek (neural radiance fields) toekomstig mogelijk uitkomst bieden. Zie p. 11 voor meer informatie over NerF.

Weer: maak de foto's bij licht bewolkt weer voor een gelijkmatige belichting en minder schaduwen, wat gunstig is voor fotogrammetrie.

Software: er bestaan zowel opensource- als commerciële oplossingen voor fotogrammetriesoftware, waarbij de keuze afhangt van de kwaliteit, de functionaliteit en het gebruiksgemak.

Opensourceoplossingen voor 3D-reconstructie zijn bijvoorbeeld:

- OpenDroneMap (<https://www.opendronemap.org>)
- MicMac (<https://micmac.ensg.eu>)

Voor nabewerking en analyse kan men teruggrijpen naar:

- CloudCompare (<http://www.cloudcompare.org>)
- MeshLab (<http://www.meshlab.net>)



Links: 3D-mesh van de Abdy van Park, Leuven, gemaakt met foto's van een minidrone en fotogrammetriesoftware. Rechts: detail van de ornamenten.

Verplichte stappen voor een drone van minder dan 250 gram

Vóór het vliegen moeten de volgende eenmalige stappen, aangegeven op de website van de FOD Mobiliteit en Vervoer (<https://mobilit.belgium.be/nl/luchtvaart/vliegen-met/drones-uas/start2drone-onze-tips-voor-een-veilige-uitvoering-van-uw-vluchten>), genomen worden (d.d. juli 2023). Raadpleeg steeds de meest recente informatie.

Stap 1: verzekering van de drone. De drone moet minimaal verzekerd zijn met een waarborg Burgerrechtelijke Aansprakelijkheid Luchtvaart (BA Luchtvaart). Meestal dekt een familiale verzekering geen professioneel dronegebruik. Zelfs privégebruik is vaak niet gedekt, dus controleer dit bij de verzekeraar. De polis moet ingediend worden als onderdeel van de tweede stap.

Stap 2: registratie als UAS-exploitant. Dit geldt voor alle drones met een camera, ook die met een MTOM (Maximum Take-Off Mass) van < 250 gram. Registratie is gratis en kan hier plaatsvinden: <https://es.mobilit.fgov.be/drones>.

Stap 3: gratis online basisopleiding (facultatief). Deze opleiding is niet verplicht voor drones < 250 gram, maar is wel aanbevolen (https://mobilit.lmsdokeos.com/nl/users/sign_in). Zo ben je op de hoogte van de wetgeving, de vluchtvoorbereiding en de regels rond verantwoordelijk vliegen en het maken van beeldmateriaal. Met een klein examen kan je optioneel een officieel A1/A3-brevet behalen.

Stappen voorafgaand aan elke vlucht: afhankelijk van de locatie kunnen er restricties zijn, of mag er alleen gevlogen worden als er vooraf tijdig toestemming aangevraagd en verkregen werd, ook voor drones < 250 gram. Drones hebben dus beperkingen qua inzetbaarheid. Hier lees je de details: <https://mobilit.belgium.be/nl/luchtvaart/vliegen-met/drones-uas/start2dronne-onze-tips-voor-een-veilige-uitvoering-van-uw-vluchten>.



Praktische tips voor een optimaal gebruik van je drone

Algemeen

Firmware-updates: installeer de laatste firmware-updates voor je drone en controller via de bijbehorende app voordat je gaat vliegen. Test de drone na de update in een veilige omgeving om te controleren of alles goed functioneert.

Wind en regen: minidrones zijn gevoelig voor wind vanwege hun kleine gewicht. Respecteer de aangegeven windkrachtlimiet vermeld in de handleiding van je drone en vermijd vliegen in de regen.

Schadecontrole: controleer de batterij(en) en de drone (inclusief propellers, behuizing, motoren en camera) op schade vóór en na het vliegen. Let op temperatuurverschillen tussen de propellermotoren, wat kan duiden op een potentieel probleem met de drone.

Batterijbeheer: de LiPo-batterijen die gebruikt worden in drones kunnen in zeldzame gevallen ontploffen of ontbranden. Een goed batterijbeheer omvat het vermijden van continue oplading op 100 %, regelmatige controles op zwelling en een veilige opslag bij de juiste temperatuur (zie 'Batterijen veilig opbergen').

Let op de resterende lading tijdens het vliegen en vervang de batterij voordat de lading te laag wordt.

Return-to-homelocatie: bij verlies van zicht op de drone kan de return-to-homefunctie (RTH), waarbij de drone automatisch terugkeert naar een vooraf ingestelde locatie, goed van pas komen. Let op: de drone houdt geen rekening met omliggende gebouwen en structuren tijdens de terugvlucht. Stel de homelocatie daarom op een hogere hoogte in om botsingen te voorkomen. De RTH-locatie moet vóór de dronevlucht ingesteld worden met een goede GPS-ontvangst.

Extra middelen

Extra batterijen: overweeg extra batterijen voor je drone aangezien een batterij slechts ca. 20 minuten meegaat voordat je deze moet opladen.

Batterijen veilig opbergen: berg de LiPo-batterijen veilig op in een daartoe speciaal ontworpen opbergkist of -tas. Houd rekening met het laadniveau van de batterij en vermijd continu opladen op 100 %.

Landingpad: een landingpad voor drones kan handig zijn, vooral op ruwe terreinen zoals werven met veel los zand. Het voorkomt rondvliegend zand tijdens het opstijgen en landen, en beschermt de drone en de camera tegen schade door zand en steentjes.

Veiligheidsmiddelen: er zijn verschillende veiligheidsmaatregelen voor verantwoorde dronevluchten, zoals het beschikken over een brandblusser en het dragen van een zonnebril en petje. Deze aspecten en meer worden behandeld in de gratis online theoretische opleiding: https://mobilit.imsdokeos.com/nl/users/sign_in.

Begrippenlijst

Fotogrammetrie: letterlijk betekent dit meten op foto's. Fotogrammetrie analyseert foto's om de geometrie van de gecapteerde omgeving te herleiden door de positie, hoek en clusters van de overeenkomende punten te detecteren.

Gimbal: element dat aanwezig is in de meeste minidrones. Het stabiliseert de dronecamera tijdens het vliegen en verbetert de opnamekwaliteit.

Ground control points (GCP's): GCP's zijn markeringen op de grond met gekende posities. Ze worden gebruikt om orthofoto's en 3D-modellen nauwkeuriger te schalen en te positioneren. Minidrones hebben meestal geen RTK-technologie (real-time kinematic positioning) en vertrouwen op het ongecorrigeerde GPS-signaal met lagere nauwkeurigheid. GCP's verbeteren de nauwkeurigheid, maar vergen tijd om te plaatsen.

Ground sampling distance (GSD): de GSD is de werkelijke afstand op de grond die één pixel in een foto beslaat. Een kleinere GSD is gewenst voor nauwkeurigere beelden. Dit kan bereikt worden door een hogere fotoresolutie te gebruiken, dichter bij het onderwerp te vliegen of betere fotosensoren en lenzen te gebruiken. De GSD van je drone kan berekend worden met de volgende formule: $GSD = (\text{vlieghoogte} * \text{sensorpixelgrootte}) / \text{brandpuntsafstand van de lens}$.

Mesh: een mesh is een 3D-model dat bestaat uit kleine driehoeken die de vorm van het onderwerp benaderen. Meer driehoeken zorgen voor een nauwkeurigere benadering, maar ook voor meer data.

Nadir: de nadir is het punt recht onder de drone, loodrecht op de grond. Door de camera loodrecht naar beneden te richten, minimaliseer je perspectieffervorming, wat belangrijk is voor nauwkeurige orthofoto's (zie hieronder).

Neural radiance fields (NerF): NerF is een opkomende AI-techniek voor het reconstrueren van 3D-scènes uit foto's. Ze werkt sneller dan traditionele fotogrammetrische methoden, behoudt de visuele precisie en reflecties, maar is minder geschikt voor metingen. Voor een introductie over NerF kan je terecht op: <https://datagen.tech/guides/synthetic-data/neural-radiance-field-nerf>. Info over 3D-mesh reconstructie met NerF: <https://blogs.nvidia.com/blog/2023/06/01/neuralangelo-ai-research-3d-reconstruction>.

Orthofoto: dit is een luchtfoto waaruit alle perspectieffervormingen verwijderd zijn waardoor de schaal uniform is. Door de orthofoto correct te schalen, kunnen er allerlei 2D-metingen uitgevoerd worden.

Puntenwolk: een puntenwolk is een verzameling driedimensionale meetpunten van een object, die verkregen kan worden met verschillende apparatuur. De nauwkeurigheid ervan varieert afhankelijk van de gebruikte techniek. Bij laserscanning worden de punten direct gemeten, terwijl ze bij fotogrammetrie afgeleid worden uit foto's, wat kan leiden tot variabiliteit in de nauwkeurigheid.

Return-to-home (RTH): dit is een veiligheidsfunctie waardoor de drone automatisch terugvliegt naar een door de gebruiker vooraf ingesteld punt.

Real-time kinematic positioning (RTK): dit is een geavanceerd GPS-systeem dat de nauwkeurigheid van de dronepositie tot op centimeterniveau verbetert. Het is onder meer nuttig voor precisiegerichte toepassingen zoals 3D-mapping. Minidrones zijn meestal niet voorzien van RTK-technologie. Bij gebrek aan RTK kan de nauwkeurigheid alternatief verbeterd worden met behulp van ground control points (GCP's, zie p. 10).



Publicatieperiode: augustus 2024

Heb je vragen?

Stuur dan een e-mail naar
digitaalmeten@buildwise.be

Deze gids werd
gerealiseerd met
de steun van

