

Auto & Motor
TECHNIEK

© **WWW.AMT.NL** - Dé internetsite voor de Automotive Professional

Defensie gaat 'modelvliegen'

Onbemande informant

Unmanned Aerial Vehicles (UAV's) gaan een steeds belangrijker rol spelen in de (militaire) informatievoorziening. Het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR) onderzoekt in opdracht van het ministerie van Defensie of een onbemande mini-helikopter inzetbaar is voor verkenningstaken. Wij smulden vast van de experimentele hardware.

De inzet van een mini Rotorcraft Unmanned Aerial Vehicle (RUAV) is veel breder dan alleen militaire toepassingen. Ook in de civiele sector zijn diverse praktische mogelijkheden te bedenken waar een onbemand vliegtuig grote diensten kan bewijzen. Denkt u maar eens aan het lokaliseren van brandhaarden, dijkinspecties, controles van hoogspanningsmasten en luchtfotografie voor de landbouw. Kern is dat de gebruiker in een relatief korte

tijd met weinig inspanningen een totaaloverzicht krijgt. Een minihelikopter heeft ten opzichte van een vliegtuigje een grote meerwaarde omdat deze weinig ruimte nodig heeft om op te stijgen en te landen. Daarnaast kan er zonder problemen op geringe hoogte en met lage snelheid gevlogen worden. De manoeuvreerbaarheid is ook onder die omstandigheden betrouwbaar en nauwkeurig, mits een vaardige 'piloot' de afstandsbediening hanteert.

Voor militaire missies zijn de UAV's al lang geen onbekend verschijnsel meer, ware het niet dat dit vooral kleine vliegtuigen betreffen die voornamelijk ingezet worden voor spionagedoeleinden. Ten tijde van de Golfoorlog hebben dit soort vliegtuigen, zoals de Global Hawk en de Predator, de partijen aan bijzonder bruikbare informatie geholpen zonder dat daar slachtoffers bij zijn gevallen. Naast deze grotere vliegtuigen is er vaak ook behoefte aan ondersteuning door kleinere vliegtuigen voor (zelfstandig opererende) eenheden in het veld.

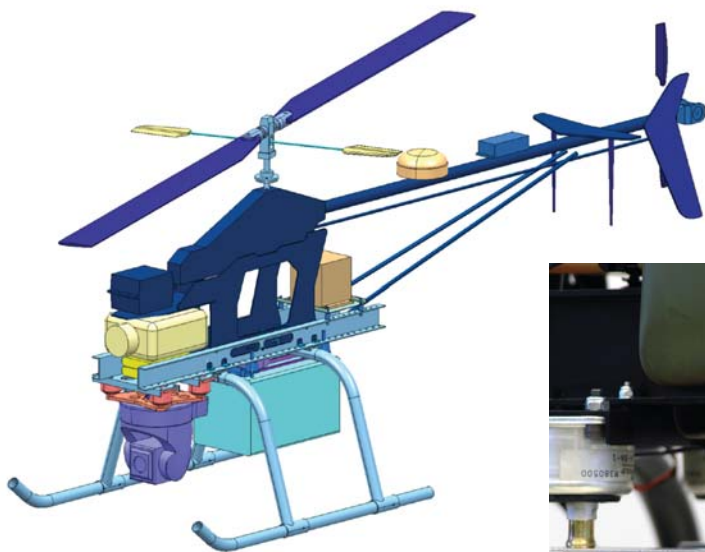
Ervaring opdoen

Het gebruik van een mini-helikopter voor militaire missies is dan ook een logische. Wanneer deze van de juiste apparatuur is voorzien, kan die veel nauwkeuriger en vooral veel sneller informatie leveren dan een satelliet. Daarnaast kan de mini-helikopter zonder problemen ingezet worden onder gevaarlijke omstandigheden. Maar voordat het daadwerkelijk zover is moet op een groot aantal vragen een antwoord komen. Defensie heeft het NLR ingeschakeld om inzicht te krijgen in de (on)mogelijkheden van dergelijke mini helikopters voor het verkennen van het operationele gebied en het verzamelen van informatie. En dan praten we over het totale plaatje; wat zijn de operationele mogelijkheden onder volle belasting, hoe gedraagt de apparatuur zich, hoe kun je schade bij een ongecontroleerde landing minimaliseren en hoe is de integratie van de sensoren onderling en de interactie tussen de avionica en het grondstation.

Voor een goed onderzoek is praktijkervaring vereist en dus bouwde het NLR een mini RUAV (Rotorcraft UAV). Om de kosten binnen de perken te houden ging men zoveel mogelijk uit van bestaande hardware. Er werd gekozen voor de Bergen Industrial Twin omdat deze het best voldeed aan het opgestelde eisenpakket. Belangrijk daarbij was dat het totaalgewicht zo

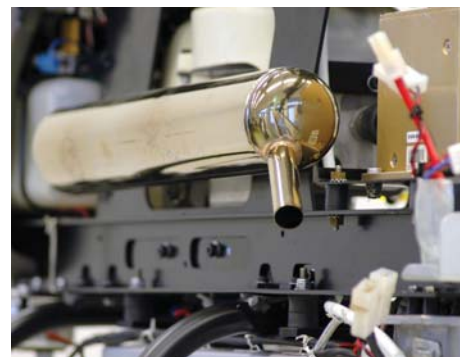
In opdracht van het ministerie van Defensie onderzoekt het NLR de verkennende mogelijkheden van een Rotorcraft Unmanned Aerial Vehicle. De eerste fase is inmiddels afgerond, de RUAV vliegt en kan waardevolle informatie verzamelen over het gebied waarover gevlogen wordt.





De On Board Computer (OBC) hangt gedempt in een frame onder de helikopter. De OBC is horizontaal te verplaatsen, zodat de constructeur het zwaartepunt kan verschuiven.

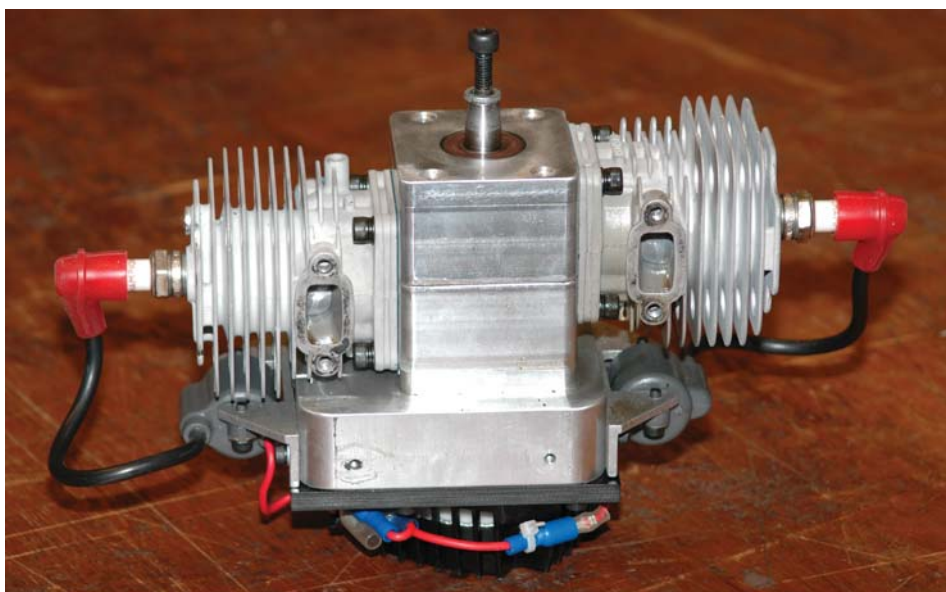
De basis van de door het NLR ontwikkelde RUAV betreft een Bergen Industrial Twin modelhelikopter die op bepaalde punten werd gemodificeerd en werd bekapt met apparatuur voor positiebepaling en beeldvergarig.



Het uitlaatsysteem is in Duitsland op maat gemaakt door een gespecialiseerd bedrijf. De geluidsproductie ligt nu binnen de norm.



De staartrotor wordt via een as door de staartboom aangedreven. Ook hier is de stand van de rotorbladen instelbaar.



De fabrikant Bergen 'smolt' twee éencilinder mengsmeringmotortjes samen tot één tweecilinder krachtbron. Deze levert 4,5 pk, het toerental ligt tussen de 2000 en 12.000 t/min.



Via verschillende overbrengingen worden de hoofd- en staartrotor aangedreven.

bepikt mogelijk bleef. Er werd een maximum gewicht van 6 kg gedefinieerd voor alle op te bouwen systemen, die nodig zijn voor de verkenningstaken. Het maximum startgewicht van het vliegtuigje bedraagt 18 kg. Met een leeggewicht van 11 kg blijft er dan nog 1 kg over voor brandstof. Uiteraard moest het toestel bij 'volle bekapping' nog steeds voldoende stijgvormogen (lift) hebben.

Aandrijving en besturing

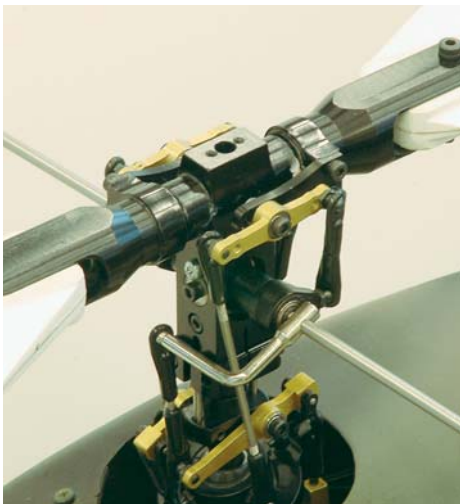
Bij een helikopter is de motorisering van het toestel volledig verantwoordelijk voor de aandrijving en de besturing. Op het gebied van de aandrijving heeft de fabrikant Bergen een waar huzaren stukje geleverd. Men heeft twee Zenoh 26 cc eencilinder mengsmeringmotor-

tjes samengevoegd. Deze motor is in de fijnmechanische werkplaats van het NLR vervolgens volledig gestript, gecontroleerd en verder fijnbewerkt en ontdaan van bramen die men in Amerika over het hoofd had gezien. De krachtbron levert ongeveer 4,5 pk, het toerengebied ligt tussen de 2000 en 12.000 t/min, het brandstofverbruik bedraagt ongeveer 2 liter per uur. Het toestel heeft dus voldoende brandstof aan boord om een half uur te vliegen. De maximum snelheid bedraagt ongeveer 90 km/h. Het toestel heeft twee hoofdrotorbladen die gezamenlijk een diameter hebben van 1,76 m. Deze rotor draait maximaal 1650 t/min. De hoofdrotorbladen leveren tijdens het roteren de draagkracht voor de heli. Bepalend voor het dragend vermogen van de helikopter zijn het

toerental in combinatie met de hoek die de rotorbladen maken ten opzichte van de lucht, het bladprofiel en het bladoppervlak. Daarnaast zijn er nog twee kleinere bladen op de hoofdrotor bevestigd, de zogenaamde Hiller blades. Deze hebben een kleinere diameter en zorgen voor de stabiliteit en versterken de stuurkracht van de servo's die de hoek van de rotorbladen met de lucht instellen. De staartrotor heeft twee bladen die gezamenlijk een diameter hebben van 26 cm, ze draaien met een toerental van 6000 t/min. De staartrotor compenseert het (weerstand) koppel dat opgewekt wordt door de rotatie van de hoofdrotor. Een andere belangrijke functie is het besturen van de helikopter om zijn as. Door de bladen een grotere of kleinere hoek te geven gaat

REPORTAGE

Het NLR werkt aan hightech modelhelikopter



De hoofdrotorbladen zijn zodanig aan de hoofdrotorkop bevestigd dat de instelhoek tijdens het roteren kan worden veranderd. Door de instelhoek van de rotorbladen te veranderen wordt er meer of minder lift opgewekt. Onder de hoofdrotorbladen ziet u de stang waar de Hiller Blades aan bevestigd zijn die de stuurkrachten van de servo's versterken.



Van links naar rechts ziet u de EO camera, daarachter de OBC, achter de motor, tussen staartboom en afschoring, de IMU. Op de staartboom de GPS-ontvanger en daarachter het magnetisch kompas.

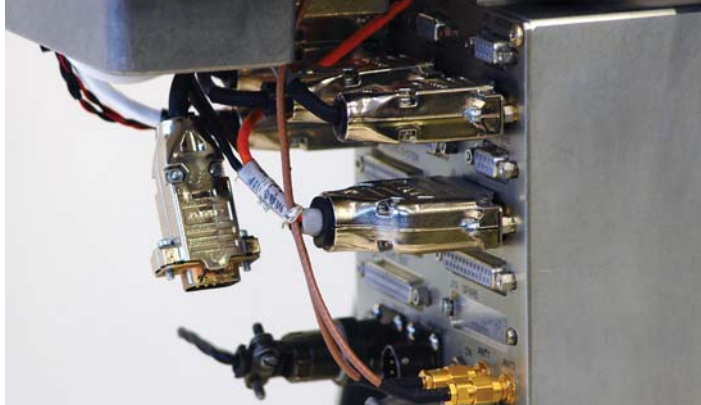
de rotor meer of minder stuwkracht leveren, waardoor de staart verdraait. De bediening van de helikopter geschiedt met de eerder genoemde servo's die uiteraard via een afstandsbediening worden aangestuurd.

Het vermogen van de motor wordt via een koppeling overgedragen op het grote geharde tandwiel dat de hoofdrotor aandrijft. De staartrotor wordt via haakse overbrengingen en een lange as in beweging gezet. De gekozen overbrengingsverhoudingen (voor en achter) staan borg voor een optimale lift met behoud van een goede bestuurbaarheid. De helikopter is voorzien van een toerenregulateur, die zorgt voor een constante rotorsnelheid ongeacht de belasting. Om de lawaaiproductie enigszins binnen

de perken te houden werden de inlaat en uitlaat gemodificeerd. Voorts hebben de NLR-specialisten het landingsgestel opnieuw gedimensioneerd. Dit adsorbeert tijdens een onvoorziene crash een groot deel van de energie en voorkomt daarmee schade aan de dure apparatuur. Het werkgebied van deze RUAV voor onderzoekdoeleinden bedraagt een hoogte van 150 m in een straal van 250 m.

Met volle bekapping

Tot dusver praten we nog over een 'standaard' modelhelikopter die vrij in de winkel te koop is. Maar de heli moet meer kunnen dan vliegen, en vooral waardevolle informatie verzamelen voor de gebruiker. Dat betekent dat de helikopter



Alle informatiegevers worden aangesloten op de On Board Computer (OBC). De hardware is opgetrokken uit bestaande producten waardoor de materiaalkosten binnen de perken bleven



Hier ziet u het Ground Control Station (GCS) met het (laptop) beeldscherm voor de operator en een los scherm voor de engineer. Beide krijgen verschillende informatie aangeboden en stellen andere eisen aan de resolutie van het beeld.



Het lijkt allemaal zo eenvoudig, toch leveren de problemen uit de praktijk waardevolle nieuwe inzichten op. Deze foto geeft een indicatie van de afmetingen.

ter bekapt wordt met allerlei apparatuur om al vliegend gegevens te verzamelen, eventueel op te slaan of direct te verzenden naar het grondstation. In totaal bedraagt het gewicht van de avionica (luchtvaartelektronica) 6,0 kg. Hart is de On Board Computer (OBC). Die is centraal onder de RUAV geschroefd en kan eventueel nog naar voren of achteren geschoven worden om zo het zwaartepunt te verleggen. De OBC is opgehangen in rubberen dempers, die voor een groot deel de trillingen elimineren die nu eenmaal bij een helikopter horen. Aan de voor/onderzijde bevindt zich een Electro Optical (video)camera. Deze is opgehangen in gemodificeerde Berry Control-dempers.

Om nauwkeurig de positie te bepalen is het toe-

Technische luchtvaartondersteuning

Het NLR is het centrale instituut in Nederland voor luchtvaart- en ruimteonderzoek. Het is sinds 1937 een stichting en een zelfstandige organisatie zonder winstoogmerk, die hoogwaardige technische ondersteuning biedt aan de gehele lucht- en ruimtevaartsector. U moet hierbij denken aan opdrachten op het gebied van vliegtuigontwikkeling, vliegtuiggebruik en ruimtevaart. Afhankelijk van de wensen van de opdrachtgever werkt het NLR zelfstandig, als hoofdaannemer of als onderaannemer in samenwerking met andere instituten en industrieën. Het werk voor betaalde opdrachten omvat ongeveer driekwart van de activiteiten, de overige 25% bestaat uit basisonderzoek en ontwikkeling van onderzoeksfaciliteiten dat door de overheid wordt gesubsidieerd.

De hoofdvestiging staat in Amsterdam, bekender is waarschijnlijk de vestiging in de Noordoostpolder waar ook die immense windtunnel, de Large



Ondanks het feit dat de modelhelikopter een serieproduct betrof moest het op tal van punten aangepast worden. Gelukkig bood de fijnmechanische werkplaats van het NLR voldoende faciliteiten en expertise.

Low-speed Facility (LLF) van de Duits-Nederlandse Windtunnels (DNW) staat. De automotive-industrie maakt regelmatig

gebruik van de faciliteiten aldaar om hun producten te toetsen op luchtweerstand. Daarnaast bezit het NLR appara-

tuur en programmatuur voor de ontwikkeling van constructiedelen, composietdelen inclusief. Het heeft diverse vluchtnabooters voor onderzoek aan vliegtuigen en helikopters ontwikkeld. Veel maakt men zelf in de fijnmechanische werkplaats, zoals de modellen en instrumenten voor windtunnelproeven. En dan komen we op bekend terrein, want in 2001 hebben we in AMT-4 een reportage gebracht over een instrumentenmaker die 20 jaar lang ieder vrij uur besteedde aan het op schaal bouwen van een Porsche 911 motor. Deze Frits Hofman was de rest van zijn tijd werkzaam bij het NLR in de fijnmechanische werkplaats. U kunt dit levenswerk bewonderen op www.AMT.nl, Autotechnisch archief, rubriek reportage. Dit prachtige staaltje vakwerk vertelt niet alleen veel over de handvaardigheid van een werknemer van het NLR, het zegt ook veel over de materiaalkennis die in huis is!

stel uitgerust met twee hoogtemeters, die ieder hun eigen werkgebied kennen (laag voor eventueel een automatische landing en vliegen op lage hoogtes, en een drukgerelateerde voor relatief grote hoogtes). Uiteraard heeft het toestel ook een GPS aan boord. Deze is gepositioneerd op het staartstuk. Verder is het toestel uitgerust met een zogenaamde Inertial Measurement Unit (IMU), dit is een traagheidsensor die de bewegingen van de helikopter detecteert. Als laatste noemen we een elektronisch magnetisch kompas dat aangeeft waar het magnetische noorden is. Al deze gegevens worden verwerkt in de OBC en geven een nauwkeurige positiebepaling.

Deze systemen moeten tijdens een vlucht worden voorzien van energie. In totaal heeft de RUAV twee verschillende energienetten aan boord die ieder vanuit een eigen accupakket worden gevoed. Eén voor de voeding van de OBC, sensoren en de camera en één voor de besturing van de helikopter, waarbij twee aparte accu's worden gebruikt om het risico van uitvallen zo veel mogelijk te beperken.

Standaard was de modelhelikopter voorzien van rotorbladen van carbonfiber. Om mogelijke afscherming van de GPS-ontvanger te voorkomen heeft men deze vervangen door glasfiber. Een ander voordeel van deze bladen is dat er

een asymmetrisch profiel wordt gebruikt waardoor ook de lift en de autorotatie van de helikopter verbeterde.

Uitwisseling van informatie

De datatransmissie tussen de RUAV en het grondstation geschiedt via een wireless ethernet 2,4 GHz datalink, dat een bereik heeft van 250 m. Voor de onderzoeksfase was dat voldoende. De beelden van de videocamera worden via een apart kanaal verzonden, evenals de besturing van de servo's.

Het grondstation (Ground Control Station, GCS) bestaat uit een laptop voor de operator met een apart scherm voor de engineer. Gedachte hierachter is dat beide alleen relevante informatie aanbieden, en die is nu eenmaal voor beide functionarissen verschillend.

Inmiddels is fase 1 van het onderzoek afgerond, wat inhoudt dat het NLR de RUAV gecontroleerd kan laten vliegen en dat men gedurende de vlucht informatie over een gronddoel kan verzamelen, hetzij in de computer, hetzij via de WiFi-link doorgestuurd naar het grondstation. Maar men gaat verder met ontwikkelen. De bediening van de modelhelikopter moet verder verbeterd worden. Nu wordt de helikopter nog met de hand bestuurd. Dit vraagt een behoorlijke vaardigheid omdat, in tegenstelling tot

een goed getrimd vliegtuig, een helikopter eigenlijk niet wil vliegen. Eén moment van onoplettendheid heeft fatale gevolgen! De ingebouwde computer moet een deel van de basisbesturing overnemen en zorgen voor een soort automatische stabiliteit.

In een volgend stadium moet de helikopter een vlucht geheel automatisch kunnen uitvoeren, waarbij in het GCS de verschillende vliegcoördinaten (waypoints) worden opgegeven, met de hoogte waarop moet worden gevlogen. Ook kan het opstijgen en landen zo door de OBC worden uitgevoerd.

Om u een idee te geven hoe het met de financiën is gesteld: de 'speelgoedhelikopter' heeft € 5.500,- gekost, de opgebouwde hardware tot nu toe € 20.000,-. Dit alles uiteraard exclusief arbeidskosten. Er zijn 'kant-en-klare' inspectiehelikopters voor de civiele markt te krijgen, maar deze zijn over het algemeen zwaarder (tot circa 200 kg!) en een factor 60 duurder.

Voor praktische militaire inzet moet het geheel (RUAV en GCS) een stuk robuuster, eenvoudiger (geautomatiseerd) te bedienen en betrouwbaarder worden. Maar dat alles is een kwestie van verdere ontwikkeling.

Hans Doornbos