

Collaborative Combat Aircraft - Toekomstbestendige keuzes en opties | Position paper

Rondetafelgesprek Nederlandse deelname aan een Amerikaans kennis- en innovatieprogramma voor
Collaborative Combat Aircraft (CCA) d.d. 27 mei 2026
Vaste commissie voor Defensie – Tweede Kamer

prof. dr. ir. Mark Voskuyl¹
Hoogleraar Wapen- en Luchtvaartssystemen
Faculteit Militaire Wetenschappen
Nederlandse Defensie Academie

Inleiding

Op dit moment beschikt Nederland over wellicht het meest capabele operationele jachtvliegtuig dat te koop is, de F-35. Dit is een zogenaamd 5^e generatie jachtvliegtuig. Die generatie geeft globaal aan hoe ver de technologie gevorderd is. Er worden namelijk continu nieuwe technologieën geïntroduceerd bij jachtvliegtuigen om ze door te ontwikkelen. Als er een echt significante stap wordt gemaakt met nieuwe technologie dan spreken we over een nieuwe ‘generatie’ vliegtuigen. Denk bijvoorbeeld aan de ontwikkeling van de straalmotor tegen het einde van de Tweede Wereldoorlog. Kenmerkend voor de F-35 in vergelijking met zijn voorganger de F-16 zijn de *stealth* eigenschappen. Met andere woorden, het toestel is lastig te detecteren met radar en infrarood camera’s. De toename van complexiteit van het vliegtuigontwerp heeft ertoe geleid dat het meer dan 20 jaar heeft geduurd voordat de eerste F-35 operationeel werd vanaf het moment dat deze slechts een schets op de tekentafel was [1]. Voor de ontwikkeling is een wereldwijd consortium nodig. Alleen al in Nederland zijn er circa 100 bedrijven bij betrokken.

Een blijvende rol voor geavanceerde jachtvliegtuigen in moderne oorlogsvoering

Ook al wordt het slagveld in Oekraïne gedomineerd door de inzet van gigantische aantallen kleine en relatief goedkope drones is er nog steeds een rol weggelegd voor geavanceerde jachtvliegtuigen in moderne oorlogsvoering. Met een toestel als de F-35 kunnen precisieaanvallen worden uitgevoerd op strategische doelen diep in vijandelijk gebied. Ook is de F-35 in staat om de meest moderne vijandelijke luchtverdedigingssystemen en jachtvliegtuigen uit te schakelen. Daardoor kan er luchtoverwicht worden gecreëerd. Dat luchtoverwicht is cruciaal voor het overige militaire optreden. Er is en blijft daarom een rol voor geavanceerde jachtvliegtuigen in moderne oorlogsvoering

Het dreigingsbeeld evolueert

Landen als China en Rusland zijn bezig met de ontwikkeling van nieuwe en meer capabele jachtvliegtuigen en luchtverdedigingssystemen. In het najaar van 2025 vond er een militaire parade plaats in China waar de nieuwste wapens werden getoond. Opvallend daarbij waren een aantal experimentele onbemande jachtvliegtuigen met ogenschijnlijk *stealth* eigenschappen en de capaciteit tot supersoon vliegen. [2] Ook is er de afgelopen tijd veel beeldmateriaal opgedoken van nieuwe Chinese bemande jachtvliegtuigen. [3] Parallel hier aan is ook Rusland bezig met de ontwikkeling van nieuwe vliegende wapensystemen en grondgebonden luchtverdedigingssystemen. Wat de echte capaciteiten zijn van deze nieuwe Chinese en Russische toestellen en luchtverdedigingssystemen is onbekend omdat ze nog niet in een daadwerkelijk conflict zijn ingezet.

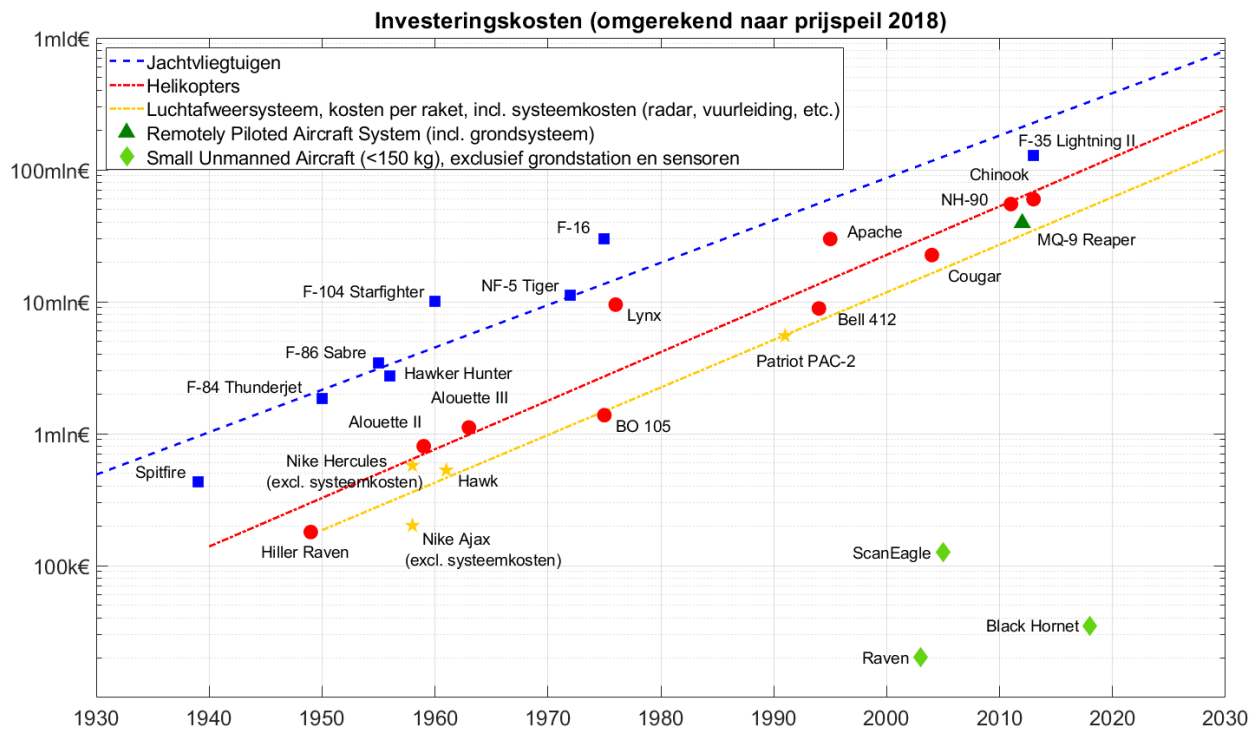
¹ Email: m.voskuyl@mindef.nl

Doorontwikkeling van de F-35

Het dreigingsbeeld evolueert en het is daarom noodzakelijk om de Nederlandse luchtmacht te blijven doorontwikkelen. Dat gebeurt ook op dit moment. Allereerst wordt er geïnvesteerd in extra F-35s. De luchtmacht heeft momenteel ook projecten lopen om een drietal nieuwe wapens aan te schaffen in de komende jaren. [4]

- *deep precision strike* capaciteit waarmee strategische doelen ver in goed verdedigd vijandelijk gebied met precisie geraakt kunnen worden
- geleide raketten tegen moderne luchtverdedigingssystemen op de grond
- geleide raketten tegen vijandelijke vliegtuigen voor de middellange tot lange afstand.

Met alleen modernere wapens en zit er echter een limiet aan de capaciteiten van de F-35. Bij elke innovatie en technologieontwikkeling neemt de complexiteit van het ontwerp toe. Als gevolg daarvan nemen de investeringskosten van jachtvliegtuigen exponentieel toe over de tijd. Deze wetmatigheid, als eerste vastgesteld door Norman Augustine [5], is niet alleen van toepassing op jachtvliegtuigen maar ook op andere complexe wapensystemen zoals helikopters en luchtverdedigingssystemen. Ter illustratie is in Figuur 1 een indicatieve ontwikkeling van de investeringskosten van Nederlandse jachtvliegtuigen, helikopters, luchtafweersystemen en onbemande vliegtuigen weergegeven. Hierbij moet worden opgemerkt dat het vaststellen van de kosten van de introductie van een nieuw vliegtuig zeer complex is. [6] Zo moet er naast de directe investeringskosten o.a. rekening gehouden worden met kosten voor *research and development*, trainingskosten, de aanschaf van reserveonderdelen, onderhoudskosten en voordelen voor de nationale industrie. Zelfs valutaschommelingen spelen een rol gezien de tijdsduur en financiële omvang van de programma's. De kosten gepresenteerd in Figuur 1 zijn weliswaar slechts een indicatie van de investeringskosten maar tonen overduidelijk de trend.



Figuur 1: Indicatieve ontwikkeling van de investeringskosten van Nederlandse jachtvliegtuigen, helikopters, luchtafweersystemen en onbemande vliegtuigen in 2018, omgerekend naar het prijspeil van dat jaar. Data samengesteld op basis van verschillende bronnen [7-20] en oorspronkelijk gepubliceerd in [21].

De volgende stap: Collaborative Combat Aircraft

De exponentiele toename van investeringskosten van jachtvliegtuigen is niet houdbaar en kan doorbroken worden wanneer bemande jachtvliegtuigen ondersteund worden door enkele kleinere onbemande jachtvliegtuigen met *stealth* eigenschappen. Deze onbemande jachtvliegtuigen worden in de Verenigde Staten *Collaborative Combat Aircraft* (CCA) genoemd. In andere landen worden ook de termen *Loyal Wingman* en *Remote Carrier* gehanteerd. Dit concept brengt verschillende voordelen met zich mee. Deze onbemande jachtvliegtuigen brengen extra wapens naar het gevecht en kunnen meer risico lopen. Ook kunnen ze worden gebruikt als een externe sensor suite. Het is echter nog steeds behoorlijk complex om dergelijke toestellen te ontwikkelen en produceren. Daar kunnen alleen de echt grote industriële partijen zich aan wagen. De kostprijs van deze onbemande jachtvliegtuigen is waarschijnlijk in de orde van een kwart tot een derde van de kostprijs van een bemand jachtvliegtuig. De belangrijkste nieuwe technologie in een CCA is de software die zorgt voor autonomie. In simpele bewoordingen, een AI-piloot. De ontwikkeling blijft overigens niet bij ondersteuning door onbemande jachtvliegtuigen. Uiteindelijk komt er ook weer een vervanger voor de bemande F-35, een 6^e generatie jachtvliegtuig.

Ontwikkelingsprogramma's wereldwijd

In de Verenigde Staten werkt men aan het zogenaamde CCA programma. De Amerikanen hebben al veel cruciale kennis opgebouwd door het ontwikkelen en testen van autonomie software met behulp van een omgebouwde F-16 (Figuur 2). Deze kennisopbouw is gedaan met onder andere de X-62 Vista [22] en VENOM projecten. Ook hebben verschillende Amerikaanse bedrijven al prototypes laten vliegen. Binnen het CCA programma worden momenteel de prototypes van General Atomics Aeronautical Systems (GA-ASI) en Anduril geëvalueerd. Het betreft de YFQ-42A Dark Merlin en de YFQ-44A Fury.² In een latere fase komt mogelijk ook de YFQ-48A Talon Blue van Northrop Grumman aan bod.



Figuur 2: De X-62 Vista 'artificial intelligence and autonomy testbed' in formatie met een F-35 (links) en de YFQ-44A Dark Fury (rechts). US Air Force Foto's gemaakt door Lindsey Iniguez en Ariana Ortega.

De Fransen, Duitsers en Spanjaarden werken sinds 2017 in het *Future Combat Air System* (FCAS) programma. Dit programma betreft de ontwikkeling van een 6^e generatie bemand jachtvliegtuig maar ook dat van een onbemand jachtvliegtuig (dit noemen ze een *Remote Carrier*) en een zogenaamde *combat cloud*, een IT omgeving waarin alle informatie van verschillende vliegtuigen samenkomt. Dit is ter vervanging van de huidige Rafale's en Eurofighters in 2035-2040. Er is echter onenigheid tussen Duitsland en Frankrijk en het programma lijkt uiteen te vallen in twee onafhankelijke programma's. Spanje heeft overigens eerder al aangegeven geen F-35's te willen.

² De afkorting YFQ geeft aan dat een toestel representatief is voor een productievariant (Y) van een onbemand (Q) jachtvliegtuig (F)

Saab in Zweden is in potentie ook een significante speler in Europa. Dat bedrijf doet onderzoek naar een volgende generatie jachtvliegtuig en onbemande jachtvliegtuigen en verwacht in 2030 een beslissing te nemen. Saab is ook in overleg met Airbus hierover.

Een significante andere ontwikkeling is het *Global Combat Air Programme* (GCAP), een samenwerking tussen de Britten, Italianen en Japanners. Dit programma heeft als doel om een 6^e generatie jachtvliegtuig te ontwikkelen en om Eurofighters en Japanse F-2's rond het jaar 2035 te vervangen. Vooralsnog gaat dit redelijk voorspoedig. Mogelijk gaat Duitsland zich hierbij aansluiten en ook landen uit het Midden Oosten tonen interesse (Saoedi Arabië en de Verenigde Arabische Emiraten). In Japan wordt door de bedrijven Subaru en Mitsubishi onderzoek gedaan naar onbemande jachtvliegtuigen [23] en zijn er al testvluchten met *scaled demonstrators* uitgevoerd.

De ontwikkelingen beperken zich overigens niet tot de programma's in de Verenigde Staten en Europa. Ook de industrie in bijvoorbeeld Australië en Turkije tikkert hard aan de weg. Zo heeft Australië onlangs de Ghost Bat ontwikkeld, een onbemand jachtvliegtuig dat ze een *loyal wingman* noemen. Dit toestel heeft in een test in 2025 al een ander vliegend doelwit neergehaald. [24] Naast Australië hebben de VS en Engeland al interesse getoond. In Turkije hebben onbemande jachtvliegtuigen genaamd Kizilelma van het bedrijf Baykar ook al significante testvluchten uitgevoerd. In een recente test heeft de Kizilelma succesvol een ander vliegtuig uit de lucht geschoten. Het toestel zou dit jaar al operationeel moeten worden binnen de Turkse luchtmacht. Op 6 mei 2026 is aangekondigd dat Kizilelma's geleverd gaan worden aan de Indonesische krijgsmacht in 2028.

Tot slot is Zuid-Korea actief in de ontwikkeling van een eigen onbemand jachtvliegtuig. Korea Aerospace Industries ontwikkelt een onbemand toestel om de KF-21 Boromea, het Zuid-Koreaanse bemande jachtvliegtuig (de huidige versie is generatie 4,5 en op termijn wordt het een volwaardig 5^e generatie toestel) te gaan ondersteunen. Ook Korean Air ontwikkelt voor deze taak een toestel genaamd LOWUS (*Low-Observable Wingman UAV System*) in samenwerking met het Koreaanse Agency for Defence Development.

Ontwerp karakteristieken en software afhankelijkheid

De verschillende prototypes en ontwerpstudies beschreven in de vorige paragraaf hebben allen op hoofdlijnen dezelfde configuratie. Op basis van beperkte en rudimentaire informatie in het publieke domein lijken de meeste prototypes te vallen in de gewichtsklasse van 2000 tot 8000 kg en zijn ze in staat hoogsubsonische snelheden te bereiken. Het betreft in alle gevallen configuraties met een enkele straalmotor en een motorinlaat aan de bovenzijde van de romp, een V-staart en een niet-cilindrische romp. Voor de bewapening is er een *internal weapons bay* voor twee geleide wapens en in sommige gevallen zijn er ook *hard points* onder de vleugel voor extra bewapening. De typische verhouding tussen stuwkracht en gewicht is relatief laag voor jachtvliegtuigen en geeft aan dat wendbaarheid geen prioriteit heeft. De nadruk in het ontwerp van de verschillende programma's wereldwijd ligt op *low-observability* en het dragen van extra bewapening en sensoren voor het bemande jachtvliegtuig.

Een kritiek element van alle onbemande jachtvliegtuigen is de software. Deze software wordt ten eerste gebruikt voor allerlei taken die gebruikelijk zijn in bemande jachtvliegtuigen zoals bijvoorbeeld *sensor and data fusion, flight control systems, health and usage monitoring systems* en *weapon systems management*. Deze klassieke taken worden uitgevoerd met software die in principe *rule-based* en transparant kan zijn. Een nieuwe en essentiële functionaliteit is de software die zorgt voor autonomie met betrekking tot het daadwerkelijke vliegen van het toestel zoals het uitvoeren van een luchtgevecht of het vliegen in formatie. De prestaties van een onbemand jachtvliegtuig zijn in grote mate afhankelijk van deze software voor autonomie. Deze autonomie software is typisch het resultaat van training door middel van vele testvluchten en eventueel aanvullende simulaties.

Conclusies en aanbevelingen

Gezien het evoluerende dreigingsbeeld wereldwijd is het noodzakelijk om de capaciteiten van 5^e generatie jachtvliegtuigen door te ontwikkelen. Dit is mogelijk door de F-35 in de toekomst te ondersteunen met *Collaborative Combat Aircraft*. **Het is daarom essentieel om nu te investeren in kennisopbouw en om ervaring op te doen met het CCA concept.** Het Amerikaanse CCA programma biedt op korte termijn deze mogelijkheid.

Met het oog op strategische autonomie is het wenselijk dat Europa uiteindelijk in staat is om zelfstandig onbemande jachtvliegtuigen te ontwikkelen in produceren. De benodigde kennis en expertise daarvoor is aanwezig in Europa bij verschillende bedrijven. Ook Nederland kan een significante rol hier in spelen. Echter, de ontwikkelingstijd van een modern (onbemand) jachtvliegtuig is in de orde van 10 jaar. Er is geen tijd om zo lang te wachten in de huidige geopolitieke context. **Het is daarom aan te bevelen om een mix aan wapensystemen (*mixed unmanned fighter fleet*) te overwegen met enerzijds *Collaborative Combat Aircraft* die op korte termijn beschikbaar worden en anderzijds een nog te ontwikkelen Europees alternatief.** Op deze manier kan op termijn geleidelijk de afhankelijkheid van Amerikaanse wapensystemen en of specifieke fabrikanten worden afgebouwd. Van de verschillende prototypes die nu beschikbaar zijn wereldwijd is nog niet aangetoond wat de capaciteiten zijn in een daadwerkelijk gevecht. Met een *mixed unmanned fighter fleet* wordt ook het risico daarvan gespreid.

Wereldwijd lopen er verschillende ontwikkelingsprogramma's van *Collaborative Combat Aircraft* waarbij sommige prototypes al vliegen en mogelijk op korte termijn al operationeel worden. In deze markt is het van belang om een **programma van eisen te formuleren dat goed aansluit op de Europese situatie.** Dit heeft bijvoorbeeld betrekking op het maximale vliegbereik, de wendbaarheid, de *take-off and landing* prestaties, het type sensoren en de bewapening. Naast potentiële Amerikaanse fabrikanten kan er ook gedacht worden aan landen als Zuid-Korea, Japan en Australië buiten Europa. Hierbij is het essentieel dat **de fabrikanten een *Modular Open Systems Architecture* toepassen** en interoperabiliteit met de F-35 gewaarborgd kan worden. Ook is het van groot belang dat er goede **afspraken worden gemaakt met de fabrikant over het intellectuele eigendom van de software en de mogelijkheid om in de toekomst de software voor autonomie te vervangen door software ontwikkeld in Europa of Nederland.**

De huidige ontwikkelingsprogramma's lijken gericht op een incrementele toename van de capaciteiten van 5^e generatie jachtvliegtuigen door middel van een beperkt aantal *Collaborative Combat Aircraft* per bemand platform. Daarbij is waarschijnlijk de kostprijs van een *Collaborative Combat Aircraft* in de orde van 20 miljoen euro. Onbemande jachtvliegtuigen bieden echter ook de mogelijkheid tot compleet nieuwe strategieën voor het uitvoeren van een luchtgevecht. Zo kan bijvoorbeeld een enkel toestel worden opgeofferd om daarmee de grotere luchtslag te winnen. [25] **De kostprijs in combinatie met de capaciteiten van de software voor autonomie is dan wel bepalend voor de effectiviteit.** Als er een Europees alternatief wordt ontwikkeld waarbij Nederland een rol speelt dan is het aan te bevelen om juist ook dit soort **alternatieve manieren van inzet te overwegen en mee te nemen in het ontwerp.** Dit is een kans om in de toekomst naast strategische autonomie ook wereldwijd een toonaangevende industrie te ontwikkelen op dit technologiegebied.

Literatuurlijst

1. Terra, N. C., “F-35 Joint Strike Fighter Program: Background, Affordability and Sustainability Issues,” Nova Science Publishers, Incorporated, Hauppauge, New York, United States, 2015.
2. Newdick, T., “China Unveils Large Unmanned Stealth Fighter Design During Military Parade,” *The War Zone*, 3 September 2025.
3. Newdick, T., Rogaway, T., “China Stuns With Heavy Stealth Tactical Jet’s Sudden Appearance (Updated),” *The War Zone*, 26 December 2024.
4. Ministerie van Defensie, “Defensie Projectenoverzicht 2025,” mei 2025.
5. Augustine, N. R., “Augustine’s laws and major system development programs,” American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc., New York, 1983.
6. Drezner, J. A., Jarvaise, J. M., Hess, R. W., Hough, P. G., Norton, D., “An analysis of weapon system cost growth,” RAND Research report, Santa Monica, California, United States, 1993.
7. Hearings before a subcommittee of the committee on appropriations house of representatives. Department of defense appropriations for 1971, Ninety-first congress, second session, Part 5 Procurement Reprogramming sessions, April 6, 1970.
8. Anoniem, “Straight and Level,” *Flight international*, 9 December 1971.
9. Knaack, M., “Encyclopedia of US Air Force Aircraft and Missile Systems: Volume 1 Post-World War II Fighters 1945-1973,” Washington, DC: Office of Air Force History, United States, 1978.
10. Price, A., “The Spitfire Story,” Jane’s, London, United Kingdom, 1982.
11. Starink, D., “Gevechtsvliegtuigen voor de KLU. 3. Het NF-5 Project,” *De Militaire Spectator*, 160 (1), 1991, pp. 23-31.
12. Weeghman, R. B., “Boeing’s Teutonic Twin,” *Flying*, 96 (4), 1995, pp. 54-57.
13. Wheeler, W., “The MQ-9’s cost and performance,” *Time*, Feb. 28, 2012.
14. Harris, F. D., Scully, M. P., “Rotorcraft cost too much,” *Journal of the American Helicopter Society*, 43 (1), 1998, pp. 3-13.
15. den Ouden, B., “De aanschaf van de AH-64D Apache, een wervelwind van belangen,” *De Militaire Spectator*, 185 (6), 2016, pp. 252-263.
16. Thalen, E., “Missile data,” <http://ed-thelen.org/missiles.html#data>
17. Technomics and the Deputy Assistant Secretary Army for Cost and Economics, “Unmanned aerial vehicle system acquisition cost estimating methodology,” 37th Department of Defense Cost Analysis Symposium “New Horizons in Costing and Performance Measurement,” Williamsburg, Virginia, United States, 2004.
18. Tweede Kamer der Staten-Generaal, “Vaststelling van de begroting van de uitgaven en de ontvangsten van hoofdstuk X (Ministerie van Defensie) voor het jaar 1991,” Kamerstukken II, 1990/1991, 21800-X, nr. 2.
19. Tweede Kamer der Staten-Generaal, “Een vlucht door de tijd, rekenkamers en de F-16,” Kamerstukken II, 2001/2002, 28235, nr. 2.
20. Tweede Kamer der Staten-Generaal, “Studie Integrale helikoptercapaciteit,” bijlage bij Kamerstukken II, 2004/2005, 28300-X, nr. 3.
21. Voskuil, M., “Grenzen verleggen: Beter presteren in een dynamische wereld,” Inaugurele rede, Faculteit Militaire Wetenschappen, Nederlandse Defensie Academie, 21 mei 2021.
22. Cotting, M. C., Stephens, S. S., Cole, J., Baricklow, J., Gray, W., “X-62 VISTA Capabilities and Architecture,” *AIAA SCITECH 2023 Forum*, National Harbor, Maryland, 23-27 January 2023.
23. Spray, A., “Japan tests mini Subaru jet-powered drones in push for loyal wingman capability,” *Aerospace Global News*, 25 November, 2025.
24. Moon, C. “Ghost Bat hits the mark mid-air,” Australian Government – Defence, 12 December 2025.
25. Lima Filho, G. M., Kuroswiski, A., Medeiros, F. L. L., Voskuil, M., Monsuur, H., Passaro, A., “Optimization of unmanned air vehicle tactical formation in war games,” *IEEE Access*, Vol. 10, 2022, pp. 21727-21741.