DECISIO

MKBA-LIGHT DRONEBOOST

EINDRAPPORT

ECONOMISCH ONDERZOEK EN ADVIES

DECISIO

TITEL

MKBA-Light DroneBoost

DATUM

22 januari 2025

STATUS RAPPORT

Eindrapport

OPDRACHTGEVER

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

FOTO OMSLAG

Bron: Event Safety Institute

CONTACTGEGEVENS DECISIO | ECONOMISCH ONDERZOEK EN ADVIES

Valkenburgerstraat 212
1011 ND Amsterdam
T 020 – 67 00 562
E info@decisio.nl
I www.decisio.nl

DECISIO

Inhoudsopgave

Samenvatting i

1. Inleiding en achtergrond 1
   - 1.1 Aanleiding en vraagstelling 1
   - 1.2 Wat is een MKBA? 1
   - 1.3 Leeswijzer 3
2. Probleemanalyse, nulalternatief en beleidsalternatief 4
   - 2.1 Probleemanalyse 4
   - 2.2 Nulalternatief 9
   - 2.3 Beleidsalternatief 13
   - 2.4 Scenario's 19
   - 2.5 Algemene uitgangspunten 20
3. Use cases 22
   - 3.1 Hulpdiensten en toezicht 22
   - 3.2 Zorglogistiek 23
   - 3.3 Landbouw 23
   - 3.4 Haven- en offshore logistiek 24
   - 3.5 Defensie en Dual Use 25
4. Economische effecten 27
   - 4.1 Investeringen 27
   - 4.2 Exploitatie 29
   - 4.3 Verschuiving werkgelegenheid naar andere sectoren 32
5. Maatschappelijke effecten 34
   - 5.1 Klimaat en milieu 34
   - 5.2 Overige maatschappelijke effecten van toepassingen 34
   - 5.3 Strategische autonomie 38
6. Overzicht in MKBA-tabellen 40
   - 6.1 Mini-MKBA's 40
   - 6.2 Totale MKBA 53

6.3 Gevoeligheidsanalyses 55
7. Conclusie 60
Bijlage 1. Bronvermelding 62
Bijlage 2. Benefits map 64
Bijlage 3. Aannames toepassingen 65

Samenvatting

Aanleiding

Drones kunnen op een positieve manier bijdragen aan het duurzaam verdienvermogen van Nederland. Zo bleek eerder uit een kwalitatieve Theory of Change-analyse van Decisio. Het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat spant zich in om het DroneBoost-programma van de grond te krijgen. DroneBoost is een verzameling aan activiteiten waarmee de randvoorwaarden voor een drone-ecosysteem versneld kunnen worden gecreëerd. Het doel van dit programma is dat de Nederlandse economie en samenleving optimaal profiteren van de mogelijkheden die drones bieden.

In deze studie onderzoeken we de maatschappelijke effecten die ontstaan als DroneBoost van de grond komt. Dit doen we door de kosten van de verschillende beoogde activiteiten af te zetten tegen de effecten die DroneBoost uiteindelijk naar verwachting zal opleveren. Daarmee zetten we de maatschappelijke kosten en baten af tegen de situatie waarin de activiteiten achter DroneBoost niet of vertraagd zullen plaatsvinden (het nulalternatief in MKBA-termen). Door deze MKBA-light uit te voeren kunnen we de eerder opgestelde Theory of Change voorzien van kwantitatieve onderbouwing. De centrale vraag die voorligt luidt:

"Wat zijn de maatschappelijke kosten en baten van het drone-ecosysteem stimulerende programma DroneBoost?"

Versterken van duurzaam verdienvermogen en strategische autonomie

De vraag naar dronetoepassingen neemt toe, is divers en loopt uiteen van gewassenbesproeiing in de precisielandbouw tot inspecties aan offshore windturbines. Drones kunnen efficiëntiewinsten verzorgen door kostprijzen te drukken en dezelfde productie mogelijk te maken met minder inzet van beperkt beschikbare arbeid en kapitaal. Bovendien zorgen drones voor maatschappelijke baten door bijvoorbeeld emissiereductie, veiligheids- en gezondheidswinsten.

Deze potentie kan niet zonder overheidsinzet worden benut. Er zijn namelijk obstakels voor de grootschalige implementatie van drones: ontbrekende grond- en digitale infrastructuur, obstakels in de vergunningverlening en beperkte test- en kennisinfrastructuur zorgen voor een onzekere afzetmarkt en hindert grootschalige introductie van drones. Het wegnemen van deze obstakels is nodig om de gewenste bijdrage aan het duurzaam verdienvermogen van Nederland te realiseren. Bij het uitblijven van de randvoorwaarden bestaat de kans dat bedrijven wegtrekken naar het buitenland. Dat vergroot de kans dat – wanneer in de toekomst wel

randvoorwaarden voor deze dronevluchten zijn gecreëerd – deze zullen worden uitgevoerd met buitenlandse technologie. Dat brengt risico's voor de strategische autonomie met zich mee.

Creëren van de randvoorwaarden voor ontwikkeling drone-ecosysteem

Om een drone-ecosysteem te ontwikkelen is het noodzakelijk om in ieder geval de *key enablers* op orde te krijgen. Dit zijn randvoorwaarden voor de grootschalige toepassing van drones in verschillende sectoren. Toepassingen blijven bijvoorbeeld achter bij de beschikbare technologie omdat infrastructuur nog niet op orde is en (mede daardoor) vergunningverlening gecompliceerd is. Voor grootschalige toepassing van drones is het van belang dat drones buiten het zicht van de bestuurder kunnen vliegen (BVLOS). Daarvoor moeten onder meer detect-and-avoid (DAA-)systemen worden ontwikkeld die ervoor zorgen dat drones veilig van elkaar en van andere vliegtuigen worden gescheiden. Naast deze praktische randvoorwaarden is het van belang dat er wordt geïnvesteerd in mogelijkheden tot kennisontwikkeling. Naast de randvoorwaarden investeert DroneBoost ook in voorwaarden die zonder verhoogde inzet een obstakel voor opschaling kunnen vormen. Een voorbeeld is human capital.

Nulsituatie: vertraging in implementatie van drones

Zonder DroneBoost is het aannemelijk dat drones op termijn drones eveneens veelvuldig worden toegepast, maar vanaf een later moment en minder 'op maat' toegespitst op Nederlandse sectoren. In het nulalternatief wordt een vertraging drone-implementatie in use cases van vijf jaar verondersteld, en wordt verondersteld dat er vijf procent minder baten door exploitatie ontstaan doordat buitenlandse technologie minder op de Nederlandse context is toegespitst.

Projectalternatieven: een MKBA aan de hand van vijf use cases

In deze MKBA-light beschouwen we de effecten van de grootschalige implementatie van drones voor vijf use cases: hulpdiensten en toezicht, zorglogistiek, landbouw, haven- en offshore logistiek en defensie. Iedere use case bevat een aantal concrete toepassingen waarvan de effecten zijn berekend. Effecten door implementatie van drones ontstaan onder meer op het gebied van (economische) efficiëntie, milieu, veiligheid, privacy en gezondheid. Voor iedere use case en voor het totaal zijn kosten en baten van de toepassingen berekend[1].

Investeringskosten: programmakosten DroneBoost verdeeld over de sectoren

De motivering achter DroneBoost is dat het Rijk het initiatief neemt om randvoorwaarden te creëren en hierin te investeren en dat het bedrijfsleven de

[1] Voor de use case Defensie was niet voldoende informatie beschikbaar om een MKBA op te stellen.

benodigde investeringen doet om hier gebruik van te kunnen maken. Het programma DroneBoost bestaat uit drie type investeringen. Het gaat hier om investeringen in randvoorwaardelijke publieke projecten (ca. 25 miljoen euro), investeringen in overige publieke projecten (ca. 30 miljoen euro) en use case specifieke investeringen (ca. 35 miljoen euro). Naast deze investeringen vraagt de totstandkoming van een drone-ecosysteem om ongeveer 135 miljoen euro aan externe investeringen.

Resultaat MKBA-light: DroneBoost rendeert in ieder scenario

De onderstaande tabel brengt de kosten en baten van DroneBoost samen. De tabel toont de economische en maatschappelijke effecten van drones, verdeeld over drie scenario's: midden, hoog en laag.

Tabel 1 MKBA-tabel programma DroneBoost in netto-contante waarden.

		Scenario Midden	Scenario Hoog	Scenario Laag
Economische effecten				
Investeringen	Investeringskosten publieke projecten DroneBoost	€ -51.000.000	€ -51.000.000	€ -51.000.000
	Investeringskosten publieke projecten Extern	€ -134.000.000	€ -134.000.000	€ -134.000.000
	Investeringskosten use case-specifiek DroneBoost	€ -35.000.000	€ -35.000.000	€ -35.000.000
Operationele baten	Transportkosten	€ 178.000.000	€ 223.000.000	€ 134.000.000
	Personeelskosten	€ 30.000.000	€ 37.000.000	€ 22.000.000
Indirecte effecten	Werkgelegenheidsverschuiving	€ 71.000.000	€ 71.000.000	€ 71.000.000
Totaal economische effecten	***incl. randvoorwaarden (totaal)***	***€ 59.000.000***	***€ 111.000.000***	***€ 7.000.000***
Maatschappelijke effecten				
Klimaat en milieu	CO2	€ 7.000.000	€ 9.000.000	€ 5.000.000
	Fijnstof	€ 25.000.000	€ 31.000.000	€ 19.000.000
	Stikstof	€ 3.000.000	€ 3.000.000	€ 2.000.000
	Biodiversiteit	+	+	+
Overige effecten	Leefomgeving	+/-	+/-	+/-
	Privacy	-	-	-
	Veiligheid	+	+	+
	Beveiliging	+	+	+
	Overig (congestie en gezondheid)	+	+	+
Strategische effecten	Strategische autonomie Defensie	+	+	+
	Strategische autonomie Civiel	(+)	(+)	(+)
Totaal maatschappelijke effecten		***€ 35.000.000***	***€ 43.000.000***	***€ 26.000.000***
Saldo		€ 94.000.000	€ 154.000.000	€ 33.000.000
Baten-kostenverhouding		1,43	1,70	1,15

Kijkend naar de kwantitatief doorgerekende effecten zien we positieve saldi in ieder scenario. In het middelste scenario zijn de baten 94 miljoen euro groter dan de kosten, wat leidt tot een baten-kostenverhouding van 1,43. In de andere scenario's loopt deze verhouding uiteen van 1,15 tot 1,70. In alle scenario's is dus sprake van een positief maatschappelijk rendement. Slechts de economische effecten verdienen de investeringen naar verwachting al terug.

De grootste kostenpost zijn de investeringen van in totaal 220 miljoen euro. Belangrijke economische baten zijn de efficiencywinsten uitgedrukt in besparingen van transportkosten en personeelskosten (circa 210 miljoen euro in het middelste scenario). Daarnaast verschuift werkgelegenheid naar sectoren met een hogere productiviteit. Dit levert naar verwachting 70 miljoen euro aan baten op. Belangrijke

gekwantificeerde maatschappelijke effecten zijn de klimaat- en milieueffecten. Reductie in emissies als gevolg van de vervanging van traditionele vervoersmiddelen levert in totaal 35 miljoen euro aan baten op.

De uitgevoerde gevoeligheidsanalyses laten zien dat de resultaten over het algemeen robuust zijn. Uit de gevoeligheidsanalyse blijkt dat de factor tijd voor de berekeningen zeer van belang is. Des te voortvarender DroneBoost is in het creëren van de randvoorwaarden ten opzichte van de autonome ontwikkeling, des te groter de effecten worden. Andere belangrijke factoren zijn investeringskosten en de mate van opschaling in andere sectoren.

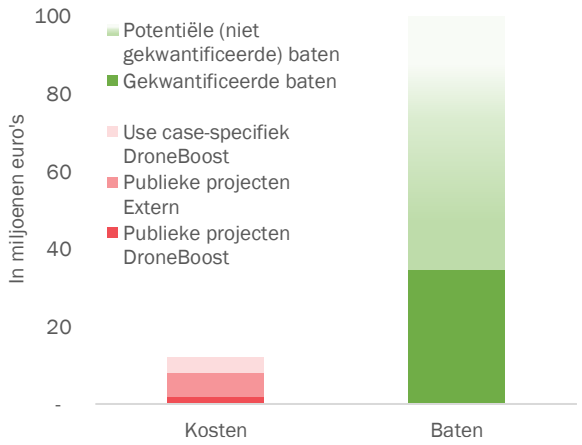
Wegens een groot aantal kwalitatief beoordeelde effecten zijn deze saldi slechts een deel van het verhaal. Toepassing van drones zorgt voor positieve effecten op onder andere de veiligheid, gezondheid en de strategische autonomie. Tegelijkertijd heeft het negatieve of wisselende effecten op privacy of de leefomgeving. Gezien de aard van de kwalitatief beoordeelde effecten vallen de daadwerkelijke baten-kostenverhoudingen in werkelijkheid hoger uit (zie indicaties verderop in deze samenvatting).

Resultaat MKBA-light: effecten en potentie per use case

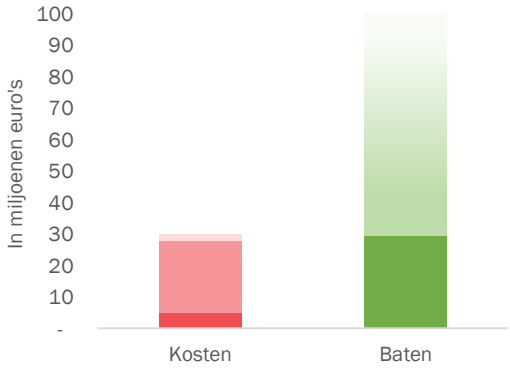
De baten-kostenverhoudingen zijn bij het merendeel van de use cases positief. Een belangrijke factor hierin zijn de investeringskosten. Voor DroneBoost zijn overkoepelende investeringen nodig waar alle toepassingen van profiteren. Om Mini-MKBA's per use case op te stellen zijn deze investeringen in de mini-MKBA's over de use cases verspreid. De belangrijkste les van deze toedeling is dat geen van de use cases maatschappelijk positief uitkomt wanneer ze alleen de totale investeringen van DroneBoost moeten dragen. Dit betekent dat een succesvolle ontwikkeling van het drone-ecosysteem vraagt om een brede aanpak waarin de lasten over meerdere sectoren en actoren worden verdeeld.

Mini MKBA: Hulpdiensten en toezicht: De use case hulpdiensten en toezicht heeft als voornaamste doel om taken van hulpdiensten en toezichthouders duurzamer, sneller en efficiënter te kunnen uitvoeren. In deze mini-MKBA zijn 15 toepassingen doorgerekend. Deze use case heeft in ieder scenario een positief maatschappelijk

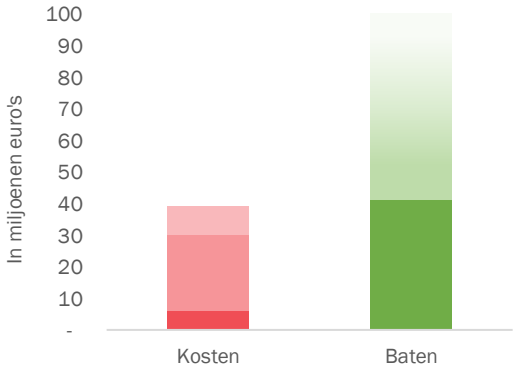
rendement. In het middenscenario zijn de baten 2,9 keer hoger dan de kosten. Daarnaast stellen drones hulpdiensten in staat hun werk gerichter en efficiënter uit te voeren. Een voorbeeld is dat door de snelle inzet van drones de weg na een ongeval sneller kan worden vrijgegeven. De economische en maatschappelijke schade van files kan daarmee worden beperkt. Ter illustratie: jaarlijks ontstaan er voor 2,7 tot 3,5 miljard euro aan maatschappelijke kosten door files. Als hulpdiensten door drones een half procent van deze kosten zouden kunnen wegnemen zijn de kosten voor de hele use case binnen een jaar gecompenseerd.



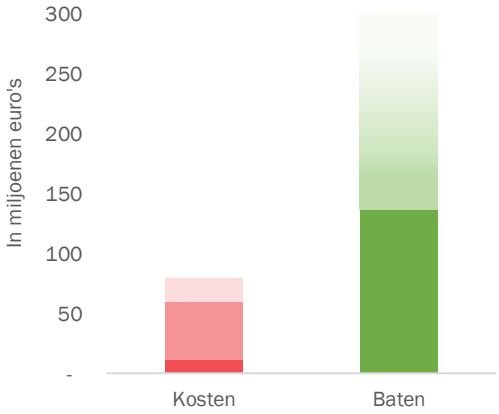
Mini-MKBA Zorglogistiek: Het belangrijkste doel van de use case zorglogistiek is het in stand houden van een landelijk dekkend netwerk van medische spoedbezorging, terwijl de zorg centraliseert. Binnen deze use case is één toepassing doorgerekend. In het midden-scenario is de batenkostenverhouding 0,99. De efficiëntiewinst per rit is bij deze use case relatief beperkt, waardoor alleen in het hoge scenario een positief maatschappelijk rendement wordt genoteerd. Het belangrijkste doel van de toepassing zorglogistiek zijn gezondheidsbasten en het verbeteren van de kwaliteit van leven. Als Medical Drone Delivery gedurende de MKBA-looptijd vijf levens kan redden die niet gered zouden worden zonder dronevluchten, in een gecentraliseerd zorgsysteem, zouden alle investeringen voor de use case maatschappelijk al worden terugverdiend. Dit staat symbool voor de grote, potentiële (gezondheids)baten die deze use case heeft.



Mini-MKBA Landbouw: Het belangrijkste doel van de toepassing van drones in de landbouw is duurzamere omgang met bodem en ondergrond doordat boeren preciezer en gerichter te werk kunnen gaan. Meer precisie zorgt voor een vermindering van overmatig gebruik van pesticiden, water en andere stoffen. Daarnaast kunnen bewerkingsmomenten geoptimaliseerd worden. Binnen deze use case zijn zes toepassingen doorgerekend. De sectorspecifieke investeringen voor de landbouw waren op het moment van onderzoeken onbekend, daarom is geen kostenbatenverhoudingen in beeld gebracht. De belangrijkste toegevoegde waarde van deze toepassingen zitten in het duurzame landgebruik en het beperken van klimaatschade. De (potentiële) schade van extreem weer loopt voor de landbouwsector op tot in de miljarden. Deels wordt dit veroorzaakt doordat land of gewassen niet bewerkt kunnen worden. Dat obstakel wordt met de toepassing van drones deels weggenomen, waardoor een deel van de schade weggenomen kan worden.



Mini-MKBA Haven- en offshore logistiek: Bedrijven in havens zien drones als een van de oplossingen om bedrijfsprocessen te optimaliseren, kosten te besparen en risico's te verminderen. Er is een groeiende behoefte aan autonome technologieën die niet alleen binnen de haven opereren, maar ook offshore activiteiten kunnen ondersteunen. Binnen deze use case zijn zeven toepassingen doorgerekend. In het midden-scenario zijn de baten een factor 1,73 keer zo hoog als de kosten. In het lage scenario gaat het om een factor 1,3 en in het hoge scenario om een factor 2,16. Gegeven de financiële voordelen is de verwachting dat drones door een groot deel van de bedrijven in het havengebied worden geïmplementeerd. Als deze bedrijven de jaarlijkse toegevoegde waarde met 0,1 procent kunnen vergroten leidt dat tot al tot een jaarlijkse baat van 7 miljoen euro.



Defensie en Dual Use: Nederland gaat de komende jaren investeren in droneproductie voor defensiedoeleinden. In deze use case worden nog geentoepassingen voorzien. Het ligt voor de hand dat deze use case bijdraagt aan de strategische autonomie en beveiliging van Nederland.

Conclusie: Groot potentieel, alleen maatschappelijk rendabel bij integrale aanpak
Het Nederlandse drone-ecosysteem blijft achter door ontbrekende randvoorwaarden, waardoor investeringen uitblijven. Publieke investeringen via DroneBoost zijn nodig om deze voorwaarden te realiseren en dronetoepassingen te versnellen. Deze MKBA-light toont aan dat de economische baten de kosten ruim overstijgen. Positieve effecten op klimaat, milieu, gezondheid en veiligheid versterken dit potentieel verder. Deze gemonetariseerde welvaartseffecten bevinden zich in de orde grootte van tientallen tot ruim honderd miljoen euro.

Bij veel toepassingen is het overkoepelende doel echter niet economische efficiëntie of reductie in emissies, maar juist een verbeterde gezondheidszorg of het verhogen van veiligheid van personeel of mensen in nood. Het kwantificeren van dit soort effecten vraagt om uitgebreid vervolgonderzoek, maar tentatieve sommen laten zien dat de effecten in potentie groot zijn en maatschappelijke meerwaarde vertegenwoordigen. Deze effecten vertegenwoordigen naar verwachting waarden in de orde grootte van miljarden euro's.

De impact ontstaat verspreid over sectoren, wat gezamenlijke investeringen in randvoorwaarden vereist. Hoe breder de toepassing, hoe hoger het rendement. DroneBoost kan Nederland aanzienlijke economische en maatschappelijke voordelen bieden, mits integraal uitgevoerd.

1. Inleiding en achtergrond

1.1 Aanleiding en vraagstelling

Drones winnen snel aan belang in onze maatschappij en economie. In uiteenlopende toepassingen – variërend van zorglogistiek tot defensie – bieden drones toekomstperspectief. Een coalitie van partijen – onder leiding van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat – is gestart met het initiatief DroneBoost. DroneBoost is een initiatief waarmee een versnelling in de ontwikkeling van het Nederlandse drone-ecosysteem wordt gerealiseerd. Het initiatief bestaat uit een set activiteiten die deze versnelling mogelijk maken en waarmee dronevluchten in vijf use cases mogelijk worden. Het gaat daarbij om Hulpdiensten en toezicht, Zorglogistiek, Landbouw, Haven- en offshore logistiek en Defensie.

Ter onderbouwing van het belang van DroneBoost voor de Nederlandse economie en maatschappij berekenen we de maatschappelijke kosten en baten van de te ondernemen activiteiten. Dit doen we door de kosten van de verschillende beoogde activiteiten (investeringen) af te zetten tegen de effecten die DroneBoost uiteindelijk naar verwachting zal opleveren. De maatschappelijke kosten en baten zetten we vervolgens af tegen de situatie waarin de activiteiten achter DroneBoost niet of vertraagd zullen plaatsvinden (het nulalternatief in MKBA-termen). De centrale vraag die voorligt in deze MKBA-light luidt:

> *"Wat zijn de maatschappelijke kosten en baten van het drone-ecosysteem stimulerende programma DroneBoost?"*

Deze vraag beantwoorden we door eerst een MKBA-light per use case op te stellen: de mini-MKBA's. Deze mini-MKBA's tellen we vervolgens bij elkaar op en vullen we aan met overkoepelende effecten om de totale maatschappelijke kosten en baten van DroneBoost inzichtelijk te maken.

1.2 Wat is een MKBA?

Voordat we verder ingaan op specifiek voorliggende MKBA-light, gaan we in op de kenmerken van MKBA als instrument. De MKBA is een verschillenanalyse waarin alle effecten die optreden door een bepaalde beleidsmaatregel in beeld worden gebracht en zoveel mogelijk in euro's worden uitgedrukt (gemonetariseerd). Welke financiële kosten en baten hangen er samen met beleidskeuzes (investeringen, beheer en onderhoud, exploitatie), welke andere effecten hangen er samen met

deze keuzes (bereikbaarheid, milieuhinder (lucht & geluid), klimaatverandering, werkgelegenheid, etc.)? Het gaat nadrukkelijk om een integrale afweging waarbij alle relevante positieve en negatieve maatschappelijke effecten worden meegenomen en afgezet tegen de financiële consequenties van een beleidsmaatregel.

De effecten van de activiteiten achter DroneBoost worden afgezet tegen het nulalternatief: de situatie die ontstaat als er geen middelen worden gevonden voor DroneBoost. Dat is niet gelijk aan 'niets doen': autonome ontwikkelingen en vaststaand beleid worden voortgezet. De MKBA is dus een verschillenanalyse, over een langere, afgebakende tijdsperiode en gebaseerd op de economische (brede) welvaartstheorie. Het gaat hierbij dus om een analyse die de verschillen tussen een situatie met en zonder DroneBoost over meerdere jaren isoleert. Dat is een belangrijk verschil met de rapportage *Maatschappelijke effecten van Drones* van SEO, Decisio & To70 (2022), waarin de volledige bijdrage van drones aan het jaarlijkse Nederlandse Bruto Binnenlands Product (BBP) wordt berekend.

De MKBA brengt op deze wijze systematisch effecten in beeld en maakt ze vergelijkbaar, waarmee het mogelijk wordt om:

- **Een investeringsbeslissing of beleidswijziging te onderbouwen**, door het maatschappelijk rendement van een beleidswijziging in beeld te brengen.
- **Alternatieven met elkaar te vergelijken en tegen elkaar af te wegen**, zowel op het totaalsaldo, maar juist ook op onderlinge verschillen in effecten tussen beleidsopties.
- **Alternatieven te optimaliseren**. Inzichten in renderende en minder renderende elementen van een beleidsalternatief maken het mogelijk om een alternatief te optimaliseren qua samenstelling van maatregelen of fasering van maatregelen en synergie met andere projecten.
- **Risico's in beeld te brengen**. Via gevoeligheidsanalyses en scenario's ontstaat inzicht in de grootste onzekerheden en risico's van een alternatief. Dit maakt het mogelijk om met een *calculated risk* een beleidsafweging te maken.
- **Inzicht geven in de verdeling van lusten en lasten**. Tegenover positieve effecten voor de één, staan vaak ook negatieve effecten voor de ander. De MKBA maakt deze inzichtelijk.

De MKBA is een informatief instrument, maar nooit een vervanging voor politieke besluitvorming. De MKBA geeft op een gestructureerde en vergelijkbare manier inzicht in de verschillen tussen beleidsopties. Echter: niet alle effecten kunnen in euro's worden uitgedrukt. Ook doet de MKBA geen uitspraak over de gewenste verdeling van effecten. Binnen de bandbreedte van gevoeligheden en scenario's

kunnen uitkomsten van verschillende beleidsopties bovendien sterk verschillen. Een goede politieke afweging en onderbouwing blijft daarmee altijd nodig.

Methoden die we in de MKBA toepassen zijn gebaseerd op de Algemene MKBA-leidraad die door het Centraal Planbureau en het Planbureau voor de Leefomgeving is opgesteld (Romijn en Renes, 2013).

MKBA-light
Voorliggende MKBA is een MKBA-light. Dit is een vorm van MKBA waarbij met minder zekerheid uitspraken gedaan kunnen worden over de uiteindelijke uitspraken. Dat komt door de omvangrijke onzekerheden over verschillende aannames die gedaan moeten worden. Oftewel: er ontbreekt informatie om alle voorgeschreven stappen uit MKBA-leidraden voor een volledige MKBA te doorlopen. Desalniettemin zijn aannames gevalideerd en zijn gevoeligheden in de analyse blootgelegd met gevoeligheidsanalyses. De uitkomsten daaruit vertellen iets over de robuustheid van de aannames.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de probleemanalyse, alternatieven en scenario's van de MKBA toegelicht. Hoofdstukken 3 gaat in de verschillende use cases en hoofdstukken 4 en 5 beschrijven respectievelijk de economische en maatschappelijke effecten. Hoofdstuk 6 bevat de uitkomsten van de mini-MKBA's en de totale MKBA. Ook worden in dit hoofdstuk de uitkomsten van de gevoeligheidsanalyses beschreven. De technische uitgangspunten van de MKBA komen in de bijlage aan de orde, evenals de gebruikte bronnen.

DroneBoost komt voort uit een eerdere Nationaal Groeifondsaanvraag (NGF). Nadat het NGF ophield te bestaan, is de ambitie bij het ministerie van IenW en de sector niet verminderd. Zij hebben de handen nogmaals ineen geslagen en zijn verder gegaan in het nieuwe initiatief DroneBoost. Dat neemt niet weg dat in de NGF-aanvraag veel relevante informatie is verzameld die ook in voorliggende rapportage als input heeft gediend.

2. Probleemanalyse, nulalternatief en beleidsalternatief

2.1 Probleemanalyse

2.1.1 Kansen en belemmeringen

Maatschappelijke en economische kansen dronetechnologie

De vraag naar dronetoepassingen neemt toe, is divers en loopt uiteen van gewassenbesproeiing in de precisielandbouw tot inspecties aan offshore windturbines. In deze bedrijfsprocessen kunnen drones kostprijzen drukken door hetzelfde of meer te produceren met minder inzet van beperkt beschikbare arbeid en kapitaal. Daarnaast kunnen drones nieuwe productiewijzen creëren. Naast dit economisch belang zijn er maatschappelijke belangen. Denk aan toepassingen voor orgaantransport voor transplantaties, opsporingsdiensten bij politie, de brandweer of inspecties van vitale infrastructuur. Door deze dronetoepassingen worden veiligheids- en gezondheidswinsten behaald.

Kortom, dronetoepassingen kunnen in tal van sectoren tot efficiëntiewinsten en maatschappelijke effecten leiden. Efficiencywinsten dragen bij aan de materiële welvaart en kunnen een deel van de oplossing bieden voor de structurele krapte op de arbeidsmarkt. Op maatschappelijk vlak dragen dronetoepassingen bij aan de verduurzaming van de omgeving en kunnen ze het bestaande mobiliteitssysteem ontlasten. Daarbij voorkomt de inzet van Nederlandse technologie ongewenste afhankelijkheid van het buitenland. Drones kunnen op deze manier een impuls verzorgen voor het duurzaam verdienvermogen en de brede welvaart en dragen bij aan de strategische autonomie van Nederland.

De vraag naar en inzet van drones is de afgelopen jaren wereldwijd al sterk toegenomen en zal de komende jaren blijven groeien[2]. Het technologisch potentieel en de maatschappelijke en economische voordelen van deze toepassingen zijn aangetoond[3]. Drones kunnen als nieuwe modaliteit door de hele economie voor efficiencywinsten zorgen[4] en de introductie van drones neemt negatieve externe effecten van traditionele bedrijfsactiviteiten weg. Denk aan verminderd helikoptergebruik met een reductie van geluid en emissies tot gevolg of inspecties op gevaarlijke plekken door drones in plaats van door werknemers. Het benutten van het potentieel van drones gaat echter niet vanzelf: er zijn obstakels in de vorm

[2] SEO, Decisio & To70 (2022), Maatschappelijke effecten van drones
[3] SEO, Decisio & To70 (2022), Maatschappelijke effecten van drones
[4] Ecorys, Antea & NLR (2023), Advies Unmanned Air Mobility (UAM) in Nederland

van een versnipperde, onvolwassen markt, een beperkte kennisinfrastructuur, ontbrekende fysieke en digitale infrastructuur en wetten en regels die nog niet zijn toegesneden op een soepele vergunningverlening voor drones. Dit zijn redenen waarom overheden wereldwijd actief inzetten op het toelaten van dronetoepassingen. Het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat wil hierin niet achterblijven, zeker omdat in de Nederlandse topsectoren aanzienlijke dronetoepassingsmogelijkheden bestaan. Voordat de vruchten van dronetoepassingen geplukt kunnen worden is echter van belang dat de randvoorwaarden op orde zijn.

Kennis en verdienvermogen lekt weg zolang randvoorwaarden niet op orde zijn
Ondanks dat veel Nederlandse bedrijven klaar staan hun producten te vermarkten, worden zij momenteel beperkt in hun operationele mogelijkheden. Er ontbreekt beleid dat veilig vliegen in het drukke Nederlandse luchtruim op grote schaal mogelijk maakt. Op dit moment zijn alleen vluchten met een beperkt bereik en binnen het zicht van de dronepiloot toegestaan. Daarnaast zijn experimenten in beperkte mate mogelijk. De beperkingen in Nederland hebben geleid tot het terugtrekken van enkele grote drone-operators en maakt dat Nederlandse startups vaker naar het buitenland uitwijken. Dus: terwijl de roep om en de wil tot inzet van drones nationaal ruim aanwezig is en aansluit bij Nederlandse sleuteltechnologieën en topsectoren (drones zijn onderdeel van de digitaliseringsstrategie en robotisering), laten de huidige randvoorwaarden opschaling nog niet toe. Uitwerking van verdere kaders voor de Nederlandse situatie, binnen Europese kaders zoals de EU Drone Strategy 2.0, is noodzakelijk. Zonder passend beleid en infrastructuur kan niet worden gevlogen. Daarmee voelen Nederlandse bedrijven in de dronesector zich aangemoedigd om in het buitenland te vestigen waar meer mogelijkheden zijn.

Concreet worden zonder verhoogde inzet op de Nederlandse dronesector twee risico's voorzien:

- **Beperking verdienvermogen door achterblijvend drone-ecosysteem:** de mogelijkheden om droneoperaties in Nederland uit te voeren blijven beperkt en productiviteitsverhoging door geavanceerde toepassingen in (top)sectoren blijven uit. In het buitenland ontwikkelde technologie sluit mogelijk minder goed aan bij de Nederlandse vraag in (top)sectoren in vergelijking met buitenlandse sectoren waar wél dronetechnologie ontwikkeld wordt en toepassingen hun weg naar bedrijfsprocessen vinden. Het gevolg is dat de Nederlandse concurrentiepositie in de dronesector, maar ook in andere sectoren verslechtert. Hierdoor kunnen exportmogelijkheden afnemen waardoor Nederland afhankelijker wordt van import. Als dronetoepassingen uitblijven, blijven daarnaast de maatschappelijke voordelen uit (of komen pas later beschikbaar).

- **Risico voor strategische autonomie door afhankelijkheid van het buitenland:** op termijn zal de inzet van drones in Nederland, ook zonder Nederlands drone-ecosysteem, verder toenemen. Drones en dronediensten worden dan echter geleverd door andere landen. De afhankelijkheid van het buitenland neemt toe, waarbij de verwachting is dat huidige koplopers als China, Israël en de Verenigde Staten een grotere rol zullen hebben, met mogelijke beveiligings- en privacy-issues tot gevolg[5].

2.1.2 Oplossingsrichtingen

De ambitie van DroneBoost is een sterk Nederlands drone-ecosysteem in 2035. Dit ecosysteem moet een sterke positie innemen in de internationale drones *supply chain*, en in Nederland de arbeidsproductiviteit en brede welvaart significant vergroten. Daarbij moeten drones een kosteneffectief antwoord vormen op actuele maatschappelijke vraagstukken rond duurzaamheid (door substitutie van helikopters, auto's, schepen), veiligheid (onafhankelijkheid, inzet door hulpdiensten, inspecties en handhaving) en de arbeidsmarkt (het uit handen nemen van (gevaarlijk) werk van werknemers).

Om een drone-ecosysteem te ontwikkelen is het noodzakelijk om in ieder geval de *key enablers* op orde te krijgen. Dit zijn randvoorwaarden voor de introductie van voorziene *use cases*. Het gaat daarbij voornamelijk om (digitale) infrastructuur, test- en experimenteermogelijkheden, kennisopbouw en -deling en regelgeving rond vergunningverlening. De technologie loopt momenteel namelijk nog voor op de daadwerkelijke toepassing omdat infrastructuur nog niet op orde is en mede daardoor vergunningverlening gecompliceerd is. We zijn daarmee als Nederland nog niet op het punt dat drones – buiten het zicht van de bestuurder (BVLOS) – veilig kunnen vliegen en het luchtruim met andere luchtruimgebruikers kunnen delen. Hiervoor moeten onder andere detect-and-avoid (DAA-)systemen worden ontwikkeld, die zorgen dat drones veilig van elkaar en van andere vliegtuigen worden gescheiden. De huidige testmogelijkheden zijn daarnaast te beperkt voor de technologie om zich te bewijzen, waardoor er ook houvast ontbreekt om vergunningen te verlenen.

Als deze randvoorwaarden op orde zijn bestaat de mogelijkheid om de toepassingen uit de use cases te realiseren. Om de activiteiten in de use cases vervolgens op te schalen is voldoende kundig geschoold personeel nodig. Dat vergt ook aandacht voor *human capital*. Zeker in het licht van de verwachte toename in vraag naar drone-gerelateerde opleidingen in het hoger onderwijs. Het onderzoeken

[5] Volgens de Luchtvaartnota 2020 – 2050 wordt vanuit defensie ook op Europese schaal de roep om Europese autonomie groter.

van nieuwe toepassingsgebieden is daarnaast van belang om te zorgen dat drones hun weg vinden naar nieuwe toepassingen.

Een laatste activiteit die kan worden toegevoegd om tot een compleet ecosysteem te komen, is het stimuleren van de dronesector zelf. Het gaat dan om het stimuleren van dronetechnologie (hard- en software), door het uitbreiden van productielijnen en productieopschaling mogelijk maken. Zodoende wordt afhankelijkheid van buitenlandse technologie verminderd en kan dronetechnologie op maat worden gemaakt voor de Nederlandse economie en maatschappij. Dit is geen directe activiteit in DroneBoost, maar hiervoor worden wel R&D-subsidies opgezet.

2.1.3 Beleidscontext

Nationaal

Het drone-ecosysteem kan het Nederlandse Missiegedreven Topsectoren- en Innovatiebeleid (MTIB) versterken. Het topsectorenbeleid van het ministerie van Economische Zaken (EZ) richt zich op sectoren waar Nederland momenteel een concurrentievoordeel heeft en waar wordt ingezet op het uitbouwen van dit voordeel. Zo spelen drones een belangrijke rol in de combinatie van verschillende sleuteltechnologieën. Bijvoorbeeld bij digitale- en informatietechnologieën voor het analyseren, genereren, bewerken, en uitwisselen van data, digital twinning en connectivity technologies. Ook binnen Engineering and fabrication technologies (robotics, sensortechnologie en AI) is een duidelijke rol weggelegd voor drones.

Samen verzorgen de tien Nederlandse topsectoren ruim een kwart van het Nederlandse BBP. Deze topsectoren verzorgen daarnaast vijftig procent van de Nederlandse export[6]. Investeringen in het drone-ecosysteem zullen een stimulans zijn voor het topsectorenbeleid. In alle tien de topsectoren zijn dronetoepassingen voorzien die productieprocessen kunnen optimaliseren en productiviteitswinsten teweeg kunnen brengen. Het topsectorenbeleid zet met 25 concrete missies in op een klimaatbestendig, waterrobuust, duurzaam, gezond en veilig Nederland. Voorbeelden van missies zijn een emissieloos mobiliteits- en transportsysteem, beter zicht op illegale activiteiten en het verminderen van hulpstoffen in de land- en tuinbouw. Met de voorziene dronetoepassingen in use cases wordt aan een aanzienlijk deel van de 25 missies bijgedragen.

Het inzetten op drones zal daarnaast het Nederlandse mobiliteitssysteem ontlasten. De Mobiliteitsvisie 2050 geeft aan dat Nederland een goede uitgangspositie heeft op het gebied van mobiliteit en beschikt over meerdere sterk ontwikkelde

[6] www.topsectoren.nl

vervoersmodaliteiten, maar dat er ook mobiliteits-bottlenecks zijn. Ter ondersteuning van de bereikbaarheid in Nederland zullen de krachten van alle modaliteiten benut moeten worden. Drones kunnen een rol spelen om mobiliteits-bottlenecks te verlichten en in een integraal mobiliteitsplan. Om het potentieel van onbemande luchtvaart verder in Nederland te ontsluiten moet het nieuwe verkeer worden ingepast in de maatschappij, binnen de ruimtelijke ordening en de luchtruimstructuren. De wijze waarop dit vanuit een beleidsmatig/technisch oogpunt kan worden gerealiseerd is onderdeel van de BVLOS-brochure[7].

Internationaal

De Europese Drone Strategie 2.0, onderdeel van de Europese Green Deal, dient om één Europese markt te creëren en is onderdeel van de Europese groene en digitale transitie. De Europese Unie wil een drones *value chain* opbouwen, waarvan Nederland een belangrijk onderdeel kan gaan vormen, bijvoorbeeld in een Europees netwerk van testcentra. Nederland heeft goede papieren om een leidende rol te vervullen in deze Europese ambities. Allereerst staat Nederland te boek als een (geopolitiek) betrouwbaar land. Innovaties in Nederland zijn internationaal bovendien zeer interessant omdat deze binnen onze complexe infrastructuur en geografie moeten worden ontwikkeld en toegepast. Daarnaast zijn er veel internationale overlegorganen binnen Europa en breder internationaal waarin Nederland goed is vertegenwoordigd. Een hoge mate van kennisdeling wordt bereikt via het hoogwaardige test- en experimenteerkader, waarbij ook internationaal wordt samengewerkt. Daardoor kunnen kennis en nieuwe inzichten in een vroeg stadium worden ingezet voor beleidsontwikkeling in Nederland en internationaal.

Daarnaast benoemt de Europese Unie het belang van strategische autonomie in haar dronestrategie en ook Nederland zet hierop in. In de Agenda Digitale Open Strategische Autonomie (DOSA) van het ministerie van Economische Zaken (2023) worden risico's voor Nederland en de Europese Unie benoemd wanneer strategische afhankelijkheidsrelaties groeien. Dit risico speelt onder andere bij digitalisering: de maatschappij digitaliseert steeds verder en veel digitale technologie komt momenteel van buiten de EU. Een risico dat in de Agenda DOSA wordt genoemd is dat geïmporteerde technologie, bedrijven of statelijke actoren toegang kan geven tot gevoelige informatie en processen wat de nationale veiligheid onder druk kan zetten. Een ander genoemd risico is dat het ontnemen van toegang tot buitenlandse technologieën publieke dienstverlening in Nederland kan ontregelen. Dit kan ook als geopolitiek drukmiddel worden gebruikt.

[7] www.luchtvaartindetoekomst.nl

2.2 Nulalternatief

Het nulalternatief dient als referentie waartegen de effecten van nieuw beleid worden afgezet. Daardoor wordt inzichtelijk welke maatschappelijke effecten door nieuw beleid optreden. In dit hoofdstuk gaan we in op de richtlijnen bij het opstellen van een nulalternatief in MKBA's en stellen we het nulalternatief van deze MKBA op.

2.2.1 Wat is een nulalternatief in de MKBA?

Het CPB en het Ministerie van Financiën hebben werkwijzers en richtlijnen opgesteld voor MKBA's. Zij beschrijven het nulalternatief als een beschrijving van de toekomstige ontwikkeling van het probleem zonder dat daar maatregelen op worden genomen. Daarmee wordt bedoeld dat het nulalternatief de autonome ontwikkeling op de relevante markten beschrijft. Exogene en autonome ontwikkelingen spelen hierin een belangrijke rol, zoals voortschrijdende technologische, demografische en economische ontwikkeling. Ook moet rekening gehouden worden met bestaand beleid, onafwendbaar voorgenomen beleid en kleinere mitigerende maatregelen.

2.2.2 Het nulalternatief voor DroneBoost

In deze MKBA gaat het nulalternatief over de ontwikkelingen in de dronesector, in sectoren waar drones kunnen worden toegepast en in sectoren die op andere wijze af kunnen hangen van drones. Daarbij gaan we ervan uit dat in het nulalternatief geen financiering aangewend kan worden voor DroneBoost. DroneBoost komt er in dat geval niet en ontwikkelingen van het drone-ecosysteem moeten daarmee autonoom ontstaan. Het is een beleidsarm alternatief voor het beleidsalternatief waarin wel (aanvullende) stimulering van de dronesector plaatsvindt. Mogelijke ontwikkelingen die wel plaatsvinden in het nulalternatief zijn bijvoorbeeld:

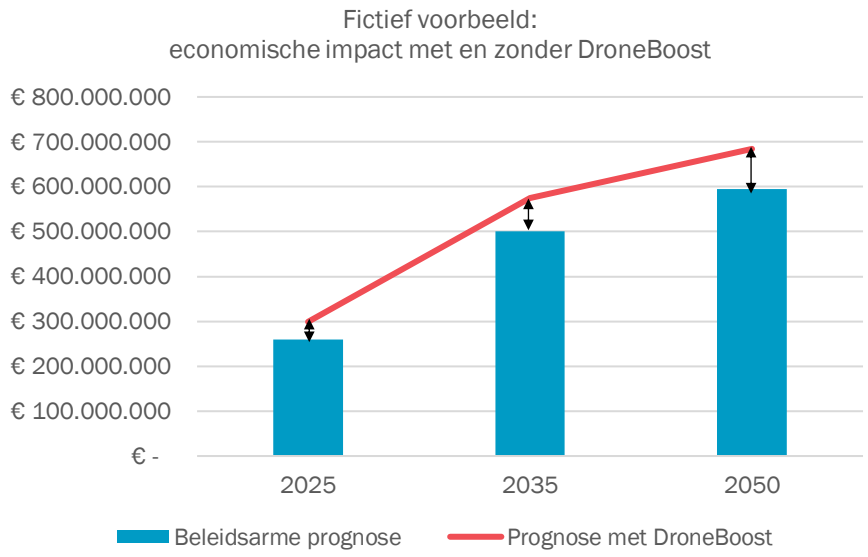
- Het ministerie gaat door met het opstellen van regelgeving en creëren van infrastructuur om meer droneverkeer mogelijk te maken, zij het op een lager tempo.
- Marktpartijen in de dronesector zullen mogelijk doorgaan met het ontwikkelen van dronetechnologie, maar zijn mogelijk terughoudender met investeringen omdat de afzetmarkt onzeker blijft en omdat middelen beperkt zijn. Mogelijk ontstaat een uitzichtloze situatie waardoor marktpartijen failliet gaan of naar het buitenland vertrekken.
- Marktpartijen uit sectoren waar drones ingezet kunnen worden ontwikkelen zich ook zonder drones. Innovaties in andere bedrijfsprocessen van bijvoorbeeld de landbouw kunnen ook tot kostenreductie leiden.

- In Nederlandse sectoren worden evengoed – zij het later – drones ingezet. Deze import is echter minder goed op de Nederlandse context aangesloten waardoor de gemaakte efficiëntieslag kleiner is.

DroneBoost is een stimulans voor reeds bestaande prognoses

De dronesector is de afgelopen jaren gegroeid. SEO, Decisio en To70 (2022) verwachten dat de bijdrage van de dronesector aan het BBP in 2050 tussen de 375 miljoen euro en 800 miljoen euro ligt. In 2019 lag dit volgens deze analyse tussen de 100 miljoen euro en 180 miljoen euro. De in deze analyse voorziene groei werd voorspeld zonder rekening te houden met de invloed van mogelijke stimulerende programma's zoals DroneBoost: een 'beleidsarme' prognose. Het gaat hier om een prognoses van de jaarlijkse bijdrage van drones aan het BBP.

Een antwoord op de vraag naar de bijdrage van DroneBoost aan de Nederlandse economie is dus in welke mate de benodigde middelen voor DroneBoost de schattingen van SEO, Decisio & To70 (2022) kunnen verhogen. In het fictieve voorbeeld in de onderstaande figuur vertegenwoordigen de zwarte pijltjes de economische impact die kan ontstaan door DroneBoost. In de MKBA-light wordt niet het jaarlijkse BBP-effect berekend, maar het additionele economische effect van Droneboost (dit is het verschil tussen de balkjes en de lijn in de figuur). In het eindresultaat in de MKBA wordt dit effect over meerdere jaren (de MKBA-zichtperiode) gecumuleerd en contant gemaakt. Een rechtstreekse vergelijking met het BBP is dus alleen mogelijk op basis van de economische effecten per jaar.



Kortom de Nederlandse drone-economie ontwikkelt zich in het nulalternatief ook door, maar op een lager tempo. Daarnaast ontwikkelen sectoren waar drones

toegepast kunnen worden zich ook door, maar mogelijk niet zo snel als met drone-introductie het geval zou zijn.

De invulling van het nulalternatief is moeilijk te baseren op bestaande prognoses voor de Nederlandse drone-economie. Bestaande prognoses uit binnen- en buitenland zijn namelijk doorgaans vraag-gestuurd: ze worden gebaseerd op toenemende vraag naar drones in verschillende sectoren, waarbij geen of slechts beperkt rekening wordt gehouden met obstakels die ervoor zorgen dat deze vraag niet bediend kan worden. Er kan daarmee niet worden aangenomen dat een dergelijk nulalternatief beleidsarm is. Aanvullend/aangepast beleid is immers nog nodig om de vraag te kunnen verzilveren.

Het programma DroneBoost richt zich juist op het wegnemen van dergelijke obstakels. Daarom is het juist van belang welk deel van de groei in dergelijke prognoses niet gerealiseerd kan worden doordat deze obstakels (langer) blijven bestaan. We brengen daarom eerst de effecten van DroneBoost in beeld. Sommige effecten ontstaan mogelijk alleen door het bemachtigen van een koploperspositie. Als DroneBoost dit toelaat ontstaan effecten in het projectalternatief die in het nulalternatief niet ontstaan. Het kan ook voorkomen dat effecten zonder DroneBoost ook ontstaan, maar pas later. Daarom beantwoorden we per effect twee vragen:

1. Ontstaat het effect ook zonder DroneBoost?
2. Zo ja, hoeveel later zou het er komen?

Voor de beantwoording van de eerste vraag baseren we ons op eerder ingevulde vragenlijsten door sectorvertegenwoordigers gedurende de NGF-aanvraag. Hierbij wordt ook rekening gehouden of effecten zonder DroneBoost tegen dezelfde kwaliteit worden gerealiseerd.

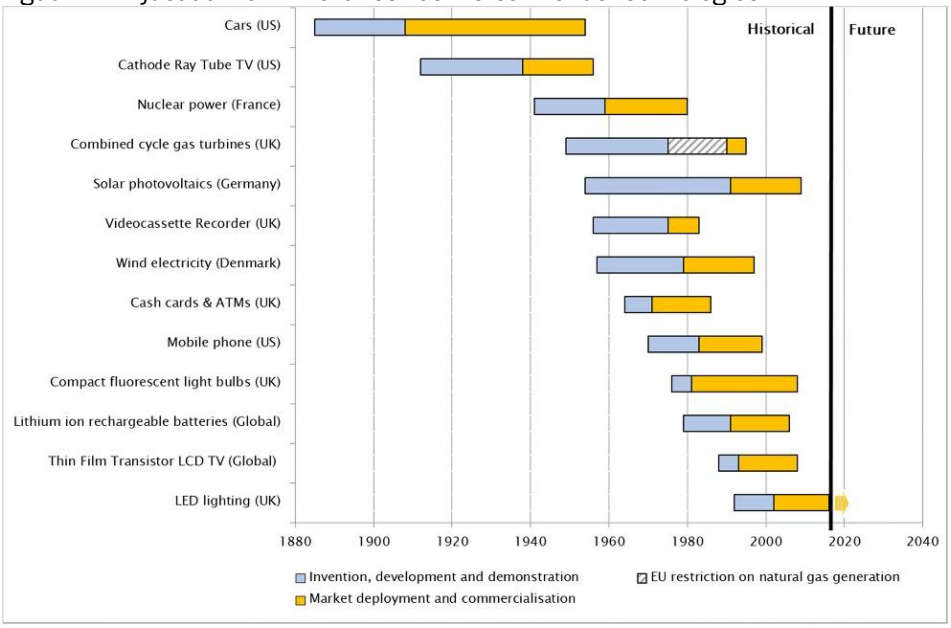
Vertraging op ontstaan effecten

Het implementeren van nieuwe technologieën heeft tijd nodig en is van allerlei factoren afhankelijk. Vanuit de literatuur en de praktijk leren we dat er veel potentiële obstakels van invloed zijn op de totstandkoming van innovaties. In deze studie gaan we ervan uit dat DroneBoost ervoor zorgt dat deze obstakels sneller worden weggenomen en daardoor voorkomt dat er vertraging ontstaat bij de ontwikkeling van het drone-ecosysteem. Er is er veel onzekerheid over de tijd die nodig is om nieuwe technologieën te ontwikkelen en te implementeren. Er is nog meer onzekerheid over de mate waarin sectorinvesteringen – zoals in het geval van DroneBoost – voor een snellere implementatie zorgen. Dat maakt het uitdagend om een precies tijdsbestek te koppelen aan de vertraging die ontstaat in het nulalternatief zonder DroneBoost.

De literatuur biedt echter handreikingen om tot een inschatting te komen. De onderstaande figuur laat zien dat er vaak meerdere decennia voor nodig zijn om nieuwe technologieën te implementeren. Afhankelijk van de technologie is de implementatietijd 20 tot 70 jaar. Gross et al. (2017) geven aan dat innovaties waar nieuwe instituties en infrastructuur voor nodig is, meer tijd nodig hebben. DroneBoost kan eraan bijdragen om dat gat te dichten.

De tijd is deels nodig voor het ontwikkelen van de technologie en deels voor het commercialiseren van de technologie. We gaan ervan uit dat de grootschalige implementatie van drones zich redelijk aan de onderkant van de bandbreedte bevindt. Onderstaande figuur toont namelijk dat het tijdsbestek tussen uitvinding en implementatie steeds korter is geworden. We gaan uit van een termijn van 30 tot 40 jaar voor drones. Drones zijn al lange tijd in ontwikkeling, wat betekent dat een deel van deze termijn al is afgelegd. Als we ervan uitgaan dat de resterende implementatietermijn tussen de 10 en 20 jaar ligt, is het aannemelijk dat een vertraging van 5 jaar zonder DroneBoost realistisch is. Daarbij geldt: hoe groter de vertraging, hoe groter de effecten van DroneBoost. Om recht te doen aan de onzekerheid omtrent te verwachten vertraging, voeren we gevoeligheidsanalyses uit met twee jaar en tien jaar vertraging.

Figuur 2.1 Tijdsduur van innovaties voor verschillende technologieën



Bron: Gross et al. (2018)[8].

[8] Gross et al. (2018). How long does innovation and commercialisation in the energy sectors take? Historical case studies of the timescale from invention to widespread commercialisation in energy supply and end use technology.

Innovaties lopen vaak vertraging op omdat ze afhankelijk zijn van externe factoren, zoals toeleveringsketens, regelgevende instanties, en complementaire technologieën. Succesvolle innovaties lopen vaak gelijk aan de ontwikkeling van deze randvoorwaarden[9]. Beleidsontwikkeling is hier een belangrijke factor in. Maclaine Pont et al. (2016) beschrijft dat de wisselwerking tussen regelgeving, technologische vooruitgang en maatschappelijke acceptatie essentieel is voor het succes van innovaties zoals drones. Innovatie is een sociaal-technisch proces waarin bedrijven, overheden en gebruikers elkaar beïnvloeden en waarin de rol van beleidsmakers cruciaal is in het creëren van een ondersteunende omgeving voor nieuwe technologieën.

2.3 Beleidsalternatief

In het beleidsalternatief haalt het initiatief financiering op waardoor de activiteiten in DroneBoost kunnen worden uitgevoerd, waarmee versnelling kan worden aangebracht in de totstandkoming van een drone-ecosysteem. In deze paragraaf beschrijven we hoe DroneBoost er precies uitziet en via welke werkingsmechanismes het tot economische en maatschappelijke effecten leidt.

2.3.1 Schematische weergave van DroneBoost

In deze paragraaf zetten we schematisch uiteen hoe de activiteiten uit DroneBoost uiteindelijk tot veranderingen in economie en maatschappij leiden. Dat doen we volgens de *Theory of Change*-principes. Deze schematische weergave toont allereerst welke activiteiten worden ondernomen wanneer middelen worden gevonden voor DroneBoost. Deze activiteiten zijn weergegeven in het schema onder het kader. De activiteiten komen overeen met de activiteiten die zijn opgenomen in de Benefits Map in het hoofddocument DroneBoost[10]. Het schema geeft vervolgens weer hoe de activiteiten leiden tot de outputs die het activiteitenprogramma tot doel hebben. Het schema maakt daarna inzichtelijk hoe deze outputs doorwerken in de economie en maatschappij en welke effecten dit verzorgt.

Leesaanwijzingen ToC-schema

Het ToC-schema dient van links naar rechts te worden gelezen. Wanneer middelen kunnen worden ingezet, worden deze verspreid over verschillende projecten. De projecten hebben concrete outputs. Deze outputs leiden tot intermediate outcomes. We maken onderscheid tussen vier categorieën. Met gekleurde en genummerde pijlen wordt duidelijk gemaakt welke outputs van het programma bijdragen aan welke intermediate outcomes.

De projecten waarvoor de middelen zijn bedoeld, worden niet enkel met deze middelen, maar ook extern – bijvoorbeeld door de markt – gefinancierd. Het is dus mogelijk dat een

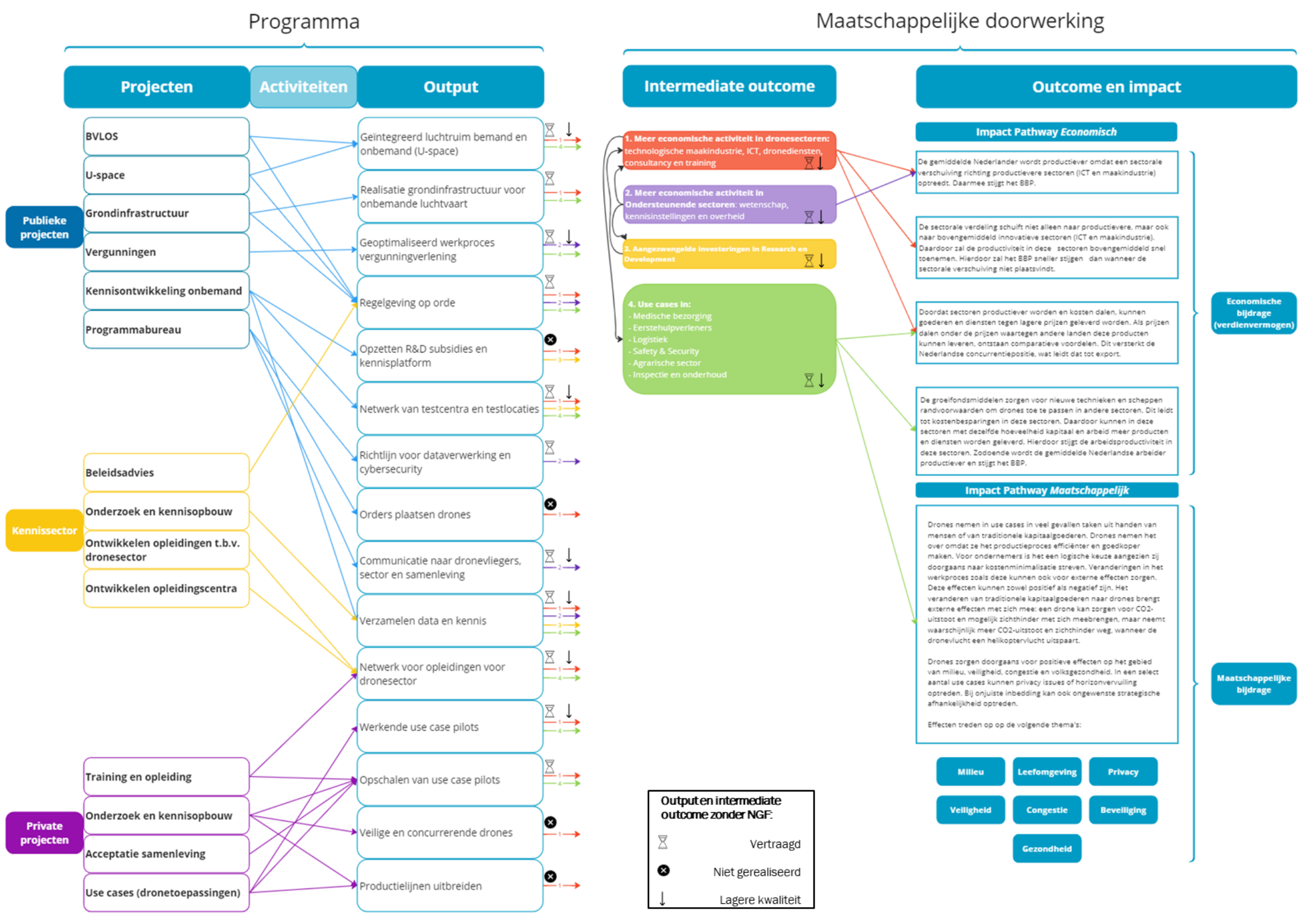
[9] Adner (2006). Match your innovation strategy to your innovation ecosystem.

[10] Wij nemen de benefits map hier niet direct over omdat deze in de eerste plaats focust op de voordelen van het plan. De MKBA is een integrale afweging en dient ook nadelen mee te nemen. De benefits is wel toegevoegd als bijlage in dit document.

deel van het programma nog steeds uitgevoerd kan worden zonder middelen voor DroneBoost. De pictogrammen rechts van de outputs tonen de invloed van het ontbreken van DroneBoost-middelen. Een deel van de outputs zal nog steeds ontstaan, maar vertraagd. Een ander deel wordt vertraagd én kent een lagere kwaliteit. Weer een ander deel is niet vertraagd, maar kent wel een lagere kwaliteit. Daarnaast is het mogelijk dat een output of een deel van de output zonder DroneBoost-middelen niet wordt gerealiseerd.

Het ontbreken van outputs wegens wegblijvende financiering heeft vervolgens invloed op intermediate outcomes. Deze kunnen ook niet tot stand komen, vertraagd tot stand komen en/of tegen een lagere kwaliteit tot stand komen. Daarom zijn de pictogrammen rechtsonder in de blokken van de intermediate outcomes wederom opgenomen. Verder is relevant te vermelden dat intermediate outcomes elkaar beïnvloeden. In het schema worden deze invloeden geschetst met zwarte pijlen links van de intermediate outcomes.

Ervanuit gaande dat middelen worden losgeweekt, volgen rechts de bijdragen aan het duurzaam verdienvermogen. De pijlen vanaf intermediate outcomes tonen welke intermediate outcomes tot welke impacts leiden.


Programma
Maatschappelijke doorwerking
Projecten
Activiteiten
Output
Intermediate outcome
Outcome en impact
Publieke projecten
BVLOS
U-space
Grondinfrastructuur
Vergunningen
Kennisontwikkeling onbemand
Programmabureau
Kennissector
Beleidsadvies
Onderzoek en kennisopbouw
Ontwikkelen opleidingen t.b.v. dronesector
Ontwikkelen opleidingscentra
Private projecten
Training en opleiding
Onderzoek en kennisopbouw
Acceptatie samenleving
Use cases (dronetoepassingen)
Geïntegreerd luchtruim bemand en onbemand (U-space)
Realisatie grondinfrastructuur voor onbemande luchtvaart
Geoptimaliseerd werkproces vergunningverlening
Regelgeving op orde
Opzetten R&D subsidies en kennisplatform
Netwerk van testcentra en testlocaties
Richtlijn voor dataverwerking en cybersecurity
Orders plaatsen drones
Communicatie naar dronevliegers, sector en samenleving
Verzamelen data en kennis
Netwerk voor opleidingen voor dronesector
Werkende use case pilots
Opschalen van use case pilots
Veilige en concurrerende drones
Productielijnen uitbreiden
1. Meer economische activiteit in dronesectoren: technologische maakindustrie, ICT, dronediensten, consultancy en training
2. Meer economische activiteit in Ondersteunende sectoren: wetenschap, kennisinstellingen en overheid
3. Aangezwengelde investeringen in Research en Development
4. Use cases in:
- Medische bezorging
- Eerstehulpverleners
- Logistiek
- Safety & Security
- Agrarische sector
- Inspectie en onderhoud
Impact Pathway Economisch
De gemiddelde Nederlander wordt productiever omdat een sectorale verschuiving richting productievere sectoren (ICT en maakindustrie) optreedt. Daarmee stijgt het BBP.
De sectorale verdeling schuift niet alleen naar productievere, maar ook naar bovengemiddeld innovatieve sectoren (ICT en maakindustrie). Daardoor zal de productiviteit in deze sectoren bovengemiddeld snel toenemen. Hierdoor zal het BBP sneller stijgen dan wanneer de sectorale verschuiving niet plaatsvindt.
Doordat sectoren productiever worden en kosten dalen, kunnen goederen en diensten tegen lagere prijzen geleverd worden. Als prijzen dalen onder de prijzen waartegen andere landen deze producten kunnen leveren, ontstaan comparatieve voordelen. Dit versterkt de Nederlandse concurrentiepositie, wat leidt dat tot export.
De groeifondsmiddelen zorgen voor nieuwe technieken en scheppen randvoorwaarden om drones toe te passen in andere sectoren. Dit leidt tot kostenbesparingen in deze sectoren. Daardoor kunnen in deze sectoren met dezelfde hoeveelheid kapitaal en arbeid meer producten en diensten worden geleverd. Hierdoor stijgt de arbeidsproductiviteit in deze sectoren. Zodoende wordt de gemiddelde Nederlandse arbeider productiever en stijgt het BBP.
Economische bijdrage (verdienvermogen)
Impact Pathway Maatschappelijk
Drones nemen in use cases in veel gevallen taken uit handen van mensen of van traditionele kapitaalgoederen. Drones nemen het over omdat ze het productieproces efficiënter en goedkoper maken. Voor ondernemers is het een logische keuze aangezien zij doorgaans naar kostenminimalisatie streven. Veranderingen in het werkproces zoals deze kunnen ook voor externe effecten zorgen. Deze effecten kunnen zowel positief als negatief zijn. Het veranderen van traditionele kapitaalgoederen naar drones brengt externe effecten met zich mee: een drone kan zorgen voor CO2-uitstoot en mogelijk zichthinder met zich meebrengen, maar neemt waarschijnlijk meer CO2-uitstoot en zichthinder weg, wanneer de dronevlucht een helikoptervlucht uitspaart.
Drones zorgen doorgaans voor positieve effecten op het gebied van milieu, veiligheid, congestie en volksgezondheid. In een select aantal use cases kunnen privacy issues of horizonvervuiling optreden. Bij onjuiste inbedding kan ook ongewenste strategische afhankelijkheid optreden.
Effecten treden op op de volgende thema's:
Milieu
Leefomgeving
Privacy
Veiligheid
Congestie
Beveiliging
Gezondheid
Maatschappelijke bijdrage
Output en intermediate outcome zonder NGF:
Vertraagd
Niet gerealiseerd
Lagere kwaliteit

2.3.2 Werkingsmechanismes van DroneBoost

In deze paragraaf beschrijven we via welke werkingsmechanismes de activiteiten uiteindelijk tot maatschappelijke effecten leiden. Daarvoor kijken we naar de activiteiten en outputs van programma DroneBoost, zoals weergegeven in bovenstaand schema.

De activiteiten en outputs

De activiteiten uit DroneBoost moeten bijdragen aan digitale en fysieke infrastructuur, regelgeving/vergunningverlening, opzetten van test- en onderzoeksfaciliteiten, innovatie, human capital (opleidingen) en de doorontwikkeling van hard- en software en toepassingen. Zonder aanvullende financiering loopt de realisatie van nagenoeg alle activiteiten vertraging op. Sommige activiteiten worden helemaal niet gerealiseerd. Het gaat dan om het opzetten van subsidie-calls en het plaatsen van orders voor drones door de overheid, waardoor productielijnen ook niet in Nederland zullen worden opgeschaald en we niet onze eigen veilige concurrerende drones produceren. Vertraagde outputs zullen – naast vertraagd – in gevallen ook tegen mindere kwaliteit worden gerealiseerd.

Om dronetoepassingen te implementeren zijn een aantal andere outputs harde voorwaarden: zonder infrastructuur en geschikte testmogelijkheden kan niet gevlogen worden en zonder spoedige vergunningverlening mag niet gevlogen worden. Daarom is dit de actielijn waarin use cases worden geïntroduceerd zo sterk als de zwakste schakel van het programma. Het introduceren van use cases is daarmee zo vertraagd als de meest vertraagde randvoorwaarde. Dit maakt de introductie van de meeste use cases complex en daarmee ook vertraagd.

Intermediate outcomes

Wanneer alle activiteiten worden uitgevoerd, worden de outputs uit het schema gerealiseerd. De randvoorwaarden die daarmee worden gecreëerd zorgen ervoor dat het voorgestelde activiteitenprogramma voor onbemande luchtvaart in de maatschappij doorwerkt. Dat gebeurt via vier *intermediate outcomes:*

1. **Use cases:** outputs zorgen dat de use cases van de grond kunnen komen. Het gaat hier om toepassingen bij Hulpdiensten en Toezicht, Zorglogistiek, Landbouw, Haven- en offshore logistiek en Defensie. Dit leidt tot kostenbesparingen en nieuwe mogelijkheden in deze sectoren. Bijvoorbeeld door sneller vervoer of snellere controles tegen lagere prijzen en door de introductie van slimmere systemen. Daardoor kunnen in deze sectoren met dezelfde hoeveelheid kapitaal en arbeid meer producten en diensten worden

geleverd. Hierdoor stijgt de arbeidsproductiviteit in deze sectoren. Naast kostenbesparingen hebben de dronetoepassingen effect op de externe effecten in de sectoren. Denk aan de reductie van uitstoot en de stijging van pakkans bij inspecties.

2. **Meer economische activiteit in dronesectoren:** er ontstaat meer economische activiteit in dronesectoren. Het kan hier bijvoorbeeld gaan om de technologische maakindustrie waar droneframes, batterijen, sensoren, camera's, autonome navigatiesystemen, payloads, veiligheidssystemen of analysesoftware worden gemaakt. Ook de activiteiten in de ICT-sector nemen toe. Dit zijn bijvoorbeeld activiteiten op het gebied van flight control software, missieplanning, route-optimalisatie, AI, machine learning, data-integratie en -visualisatie, remote sensing en veiligheids- en beveiligingstoepassingen. Ook leveranciers van dronediensten en -trainingen en consultants krijgen het drukker.
3. **Meer economische activiteit in ondersteunende sectoren:** Om het innovatief potentieel van dronesectoren te benutten zijn de juiste randvoorwaarden nodig. Daar pakt de overheid een rol, waardoor ook hier het aantal banen kan groeien. De overheid pakt daarbij o.a. rollen op het gebied regelgeving, vergunningen, handhaving, testlocaties, publiek-private partnerschappen, opleidingen, internationale samenwerking, infrastructuur en luchtruimbeheer. Ook het aantal banen in de Nederlandse wetenschap en bij kennisinstellingen groeit mogelijk. Hier vindt innovatie voor de dronesector plaats, bijvoorbeeld door onderzoek naar drone-autonomie, sensorontwikkeling, batterijtechnologie, luchtvaartveiligheid, milieubescherming, communicatie, connectiviteit, human-drone interactie, veiligheid, privacy en geografische informatiesystemen.
4. **Aangezwengelde investeringen in Research & Development:** een groeiend drone-ecosysteem zorgt voor meer activiteit in een dronesector met een innovatief karakter. Hoe meer middelen er in de sector worden gestoken, hoe meer innovatie er naar verwachting zal plaatsvinden. Dat zal zich vervolgens doorvertalen naar intermediate outcomes op het gebied van Research & Development. Dit kan zicht bijvoorbeeld uiten in octrooien, patenten, publicaties, betere aansluiting van start- en scale-ups op de financieringsmarkt, kennis-spillovers, beter absorptievermogen voor het mkb, intensievere publiek-private samenwerking en een verhoogde kwaliteit van publieke instituties. Deze intermediate outcomes zorgen weer voor nieuwe R&D-investeringen en R&D-kapitaal.

Alle vier de intermediate outcomes ontstaan door de samenkomst van meerdere activiteiten. Daarom zullen alle intermediate outcomes zonder verhoogde/versnelde overheidsinzet vertraging oplopen en tegen mindere kwaliteit gerealiseerd worden.

Gezien de grote afhankelijkheid van alle activiteiten is de kans groot dat use cases voor een deel helemaal niet worden gerealiseerd zonder DroneBoost.

Outcome en impact

Outcomes verzorgen de uiteindelijke invloed op de welvaart en het welzijn van de Nederlandse bevolking: de bijdrage aan het duurzaam verdienvermogen. In de Theory of Change zijn twee *impact pathways* gescheiden: de economische impact en de maatschappelijke impact.

Economische impact

Er zijn vier economische impacts onderscheiden die volgen op DroneBoost. Het zijn vier impacts die via verschillende mechanismes doorwerken in het Nederlandse BBP:

1. **Meer economische activiteit in hoogproductieve sectoren:** er ontstaat meer economische activiteit in dronesectoren en ondersteunende sectoren. De groeiende sectoren zorgen ervoor dat de beroepsbevolking meer mogelijkheden heeft om te gaan werken in productievere sectoren. De IT-sector en de technologische maakindustrie zijn hoogproductieve sectoren. Producten en diensten uit minder productieve sectoren zullen vaker geïmporteerd worden. De verschuiving tussen sectoren zorgt ervoor dat de gemiddelde Nederlandse arbeider productiever wordt, waardoor het BBP stijgt[11].
2. **Meer economische activiteit in innovatieve sectoren:** activiteiten in dronesectoren zullen toenemen. Deze sectoren zijn naast bovengemiddeld productief, ook bovengemiddeld innovatief. Daardoor zal de arbeidsproductiviteit in deze sectoren bovengemiddeld snel toenemen. Het BBP zal sneller stijgen wanneer deze sectoren groot zijn.
3. **Comparatieve voordelen**: doordat sectoren productiever worden en kosten dalen, kunnen goederen en diensten tegen lagere prijzen worden geleverd. Als prijzen dalen onder de prijzen waartegen andere landen deze producten kunnen leveren, leidt dat tot exportmogelijkheden. Dit zorgt voor een stijgend inkomen voor Nederlandse bedrijven en dus een toename van het BBP. Kostenbesparingen kunnen de zogenaamde comparatieve voordelen creëren of uitbouwen. Het niet inzetten op nieuwe technologieën zoals drones kan echter ook leiden tot het verliezen van comparatieve voordelen wanneer andere landen hier wel op inzetten.
4. **Economie-brede toepassingen (use cases):** Het voorgestelde programma zorgt voor nieuwe technologieën en randvoorwaarden voor toepassingen in sectoren uit alle hoeken van de economie. Dit leidt tot kostenbesparingen in deze

[11] Met de huidige krapte op de arbeidsmarkt kunnen we niet zeggen dat meer banen in een sector ook zorgt voor minder werkloosheid en dus meer inkomstenbelasting en minder werkloosheidsuitkeringen. Er treedt eerder verschuiving van werkgelegenheid op tussen sectoren.

sectoren. Daarnaast nemen de mogelijkheden toe, waardoor naast kostenbesparing ook omzetverhoging kan worden bereikt. Denk aan de akkerbouwer die op het optimale moment kan besproeien en niet hoeft te wachten op bijvoorbeeld een te drassige ondergrond. Daardoor kunnen in deze sectoren met dezelfde productiefactoren kapitaal en arbeid meer producten en diensten worden geleverd. Hierdoor stijgt de arbeidsproductiviteit ook in deze sectoren. Zodoende wordt de gemiddelde Nederlandse arbeider productiever en stijgt het BBP. Drones kunnen op deze manier als smeermiddel voor de toekomstige economie fungeren.

Maatschappelijke impact

Naast dat drones het productieproces efficiënter en goedkoper kunnen maken, kunnen ze ook voor externe maatschappelijke effecten zorgen. Drones nemen in use cases in veel gevallen taken uit handen van mensen of van traditionelere kapitaalgoederen. Dit zijn onbedoelde en onbeprijsde effecten op de maatschappij, die ontstaan door een economische activiteit. Deze effecten kunnen zowel positief als negatief zijn. Het veranderen van traditionele kapitaalgoederen naar drones brengt externe effecten met zich mee: een drone kan zorgen voor CO_2-uitstoot en mogelijk zicht- of geluidshinder met zich meebrengen, maar neemt meer CO_2-uitstoot en zichthinder weg, indien het een helikoptervlucht uitspaart. Deze effecten spelen voornamelijk op het gebied van milieu, leefomgeving, privacy, en veiligheid.

Drones zorgen bijvoorbeeld voor preciezere inspecties van landbouwgronden waardoor chemicaliënverspreiding kan worden beperkt. Een ander voorbeeld is de snellere responstijd voor hulpdiensten. Daarnaast zorgt het hebben van eigen technologie voor strategische autonomie. CO_2-reductie is een veel terugkerende maatschappelijke bijdrage. In veel toepassingen neemt een elektrische drone namelijk taken weg bij helikopters, boten, auto's of tractors. Deze 'traditionele kapitaalgoederen' kennen doorgaans hogere emissies. Drones kunnen ook worden ingezet voor defensietoepassingen die bijdragen aan een veiliger Nederland. Bij voorziene use cases is altijd de vraag hoe maatschappelijke effecten zich verhouden ten opzichte van de traditionele taakinvulling.

2.4 Scenario's

Op basis van de WLO-scenario's van het CPB en PBL hebben we een hoog en laag scenario voor de ontwikkeling van drones vastgesteld[12]. De scenario's gaan uit van een grotere of kleinere economische groei, waar verschillende effecten aan worden

[12] We gebruiken de studie 'Nederland in 2030-2050: twee referentiescenario's – Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving'. Daarnaast onderzoeken we actualisaties en aanvullingen die op een aantal onderwerpen zijn toegevoegd sinds het verschijnen van de WLO-scenario's.

gehangen. Daarbij wordt beschreven dat technologische vooruitgang een van de grootste onzekerheden is in deze scenario's, waardoor het potentieel van grote invloed kan zijn op de parameters in de scenario's. In het hoge scenario met snellere technologische ontwikkeling en grotere economische groei zal het aantal vluchten groter zijn, door snellere en volledigere adoptie van innovaties. Deze verzorgen weer verdere economische groei.

In de WLO-scenario's worden toekomstverwachtingen geschetst voor verschillende type transport, maar niet specifiek voor drones. Om een beeld te geven van de reikwijdte van de twee scenario's hebben we een gemiddelde getrokken van andere modaliteiten/typen transport. Daarin zien we dat de afwijking in het aantal ritten tussen de scenario's uiteenloopt van ongeveer 10 tot 30 procent. Gezien de onzekerheid rondom de opkomst van drones, gaan wij uit van een toename in het aantal ritten van 25 procent in het hoge scenario en een afname van 25 procent in het lage scenario. Het gaat hier zowel om de stijging in het aantal dronevluchten als de vervanging van traditionele ritten door drones ten opzichte van de schatting in het middenscenario. Oftewel: als we er in het middenscenario vanuit gaan dat dronetoepassing X in 2035 met 100 vluchten 100 autoritten uitspaart, gaat dat in het hoge scenario om 125 vluchten die 125 autoritten uitsparen.

Tabel 2.1 Ontwikkeling aantal ritten t.o.v. gemiddelde per modaliteit in WLO-laag en -hoog.

	2050	
	Laag	Hoog
Personenmobiliteit	-12%	12%
Trein	-8%	8%
Vracht - weg	-16%	16%
Vracht - spoor	-32%	32%
Drones*	***-25%***	***25%***

Bron: CPB & PBL, WLO-scenario's; bewerking Decisio. *Inschatting Decisio

2.5 Algemene uitgangspunten

Discontovoet

Om de kosten en de baten goed te kunnen vergelijken worden de verwachte kosten en baten in een MKBA teruggerekend naar het moment dat een project start (het zogenaamde basisjaar). Het terugrekenen van toekomstige kosten en baten naar het basisjaar wordt ook wel disconteren genoemd. Voor het disconteren worden de discontovoeten toegepast zoals die zijn voorgeschreven vanuit de werkgroep discontovoet van het Steunpunt Economische Expertise van Rijkswaterstaat. Dat zijn de volgende:

Tabel 2.2 Overzichtstabel discontovoet per 1 januari 2021

Type discontovoet	Hoogte discontovoet	Toelichting
Standaard-discontovoet	2,25%	Geldt voor alle typen beleidswijzigingen, en voor alle typen kosten en baten, behoudens de twee uitzonderingen hieronder.
Discontovoet voor vaste, verzonken kosten	1,60%	Geldt alleen voor kosten die (grotendeels) onafhankelijk zijn van het gebruik en een verzonken karakter hebben.
Discontovoet voor sterk niet-lineair verlopende baten	2,90%	Geldt alleen voor baten die in sterke mate niet-lineair verlopen met het gebruik en waarbij bovendien het gebruik afhangt van de stand van de economie.

Zichtperiode en basisjaar

In aansluiting op de werkwijzer voor MKBA's van de digitale overheid[13] hanteren we een tijdshorizon van 15 jaar, gegeven de snelle ontwikkelingen in het ICT-domein. Hier gaan we ook vanuit in deze MKBA omdat ook bij technologische vernieuwing als in de dronesector sprake is van snelle ontwikkeling. Effecten worden over deze periode verdisconteerd, oftewel teruggerekend naar de 'waarde vandaag de dag'. Ieder jaar verder in de toekomst, wordt een effect minder waard. Voor de vaste kosten (investeringen) rekenen we met een discontovoet van 1,6%, voor de overige effecten met 2,25%, conform het advies van de werkgroep discontovoet.

Het basisjaar vanaf wanneer de effecten in beeld worden gebracht is 2025, omdat vanaf dan de investeringen kunnen starten. We berekenen de effecten op het prijspeil van 2023. Dit doen we omdat het prijspeil van 2024 tijdens het onderzoek aan verandering onderhevig is.

[13] SEO, Ecorys, Van Zutphen Economisch advies (2019), *Werkwijzer voor maatschappelijke kostenbatenanalyse van de digitale overheid*

3. Use cases

In dit hoofdstuk gaan we in op de voorziene use cases waarvan effecten worden doorgerekend in de MKBA. Hierbij gaan we in op het doel van de use case en de voorziene toepassingen die door DroneBoost sneller mogelijk moeten worden gemaakt.

3.1 Hulpdiensten en toezicht

Hoofddoel van de use case

De use case hulpdiensten en toezicht heeft als voornaamste doel om taken van hulpdiensten en toezichthouders duurzamer, sneller en efficiënter te kunnen uitvoeren. Daarmee moeten efficiëntieslagen worden gemaakt en personeelskrapte worden opgelost. Hiervoor is een landelijk dekkend dronenetwerk nodig.

Door snellere incidentresponse is eerder inzicht in inzetmaatregelen waardoor incidenten sneller kunnen worden opgelost, wat de vervolgschade flink kan beperken. Deze gevolgschade loopt uiteen van extra reistijd door files tot het overlijden van drenkelingen. Daarnaast kan toezicht tegen minder middelen evengoed worden verbeterd. Zo ontstaan er extra toezichtsmogelijkheden voor het tegengaan van bijvoorbeeld illegale visserij en ondermijning. De inzet van drones bij hulpdiensten en toezicht dragen daarmee dus ook voornamelijk bij aan een veiliger Nederland.

Toepassingen

In de use case hulpdiensten en toezicht zijn de maatschappelijke effecten van de volgende vijftien toepassingen doorgerekend:

1. Detectie illegale activiteiten op zee (illegale visserij, varend ontgassen, (te veel) zwaveluitstoot, drugsdropping)
2. Detectie drugsuithalers haven
3. Detectie zieke bomen
4. Detectie ondermijning (rondvliegende drone met camera en warmtesensoren, bijvoorbeeld om hennepkwekerijen te detecteren)
5. Vergunningen Toezicht Handhaving RWS
6. Monitoren hoog water of overstroming
7. Monitoren ijsgang (ijs op bevaarbare waterweg)
8. Schouw kust na storm
9. Incident response: snel oliespil en verspreiding chemische stoffen in kaart brengen
10. Incident response bij ongeval op vaarweg

11. Incident response bij ongeval op snelweg
12. Incident response inbraakmelding
13. Incident response: Opsporen drenkeling
14. Incident response: Opsporen vermiste persoon
15. Incident response: brand in kaart brengen

3.2 Zorglogistiek

Hoofddoel van de use case

Het belangrijkste doel van de use case zorglogistiek is het in stand houden van een landelijk dekkend netwerk van medische spoedbezorging. Het gaat hierbij om de medische spoedbezorging van bloed, medicijnen, diagnostiek en bijvoorbeeld organen. Het gaat hierbij dus om producten die een cruciale rol hebben bij het medische handelingen en het redden van mensenlevens. Daarnaast zijn er wettelijke regels verbonden aan de kwaliteit en met name de snelheid waarbinnen zaken zoals bloed ter plaatse moeten zijn.

Onder de oplopende zorgkosten wordt de zorg steeds meer gecentraliseerd, dit kan het huidig netwerk van spoedbezorging onder druk doen staan. Drones zijn niet gebonden aan infrastructuur en zijn sneller ter plaatse dan traditionele vervoersmiddelen. Door de inzet van drones wordt het bereik van een zorginstelling vergroot. Hierdoor komt de kwaliteit van de zorgverlening niet in gevaar.

Toepassingen

In de use case zorglogistiek is het maatschappelijke effect van de volgende toepassing doorgerekend:

1. Uitvoeren van medische spoedbezorging vanaf centralere punten. Het kan gaan om bijvoorbeeld: bloed, medicijnen, diagnostiek en organen.

3.3 Landbouw

Hoofddoel van de use case

Het belangrijkste doel van de toepassing van drones in de landbouw is duurzamere omgang met bodem en ondergrond doordat boeren preciezer en gerichter te werk kunnen gaan. Het huidig Nederlandse landbouwsysteem is zeer efficiënt ingericht, waardoor de maatschappelijke meerwaarde niet zo zeer in grote efficiëntiewinsten zit. Met behulp van drones kunnen gewassen precies gemonitord en geïnspecteerd worden, met hoge frequentie. Hierdoor kunnen boeren gewassen gericht bewateren of bespuiten, afhankelijk van de status. Meer precisie zorgt voor een vermindering van overmatig gebruik van water of andere stoffen, wat een positief effect heeft op biodiversiteit. Daarbij geven drones boeren de gelegenheid om uitgebreide kaarten

te maken waarmee gewasbeheer nauwkeurig gepland kan worden. Door drones in te zetten in het bespuiten en inzaaien voorkomt een boer dat zware machines de bodem aantasten. Dit is bijvoorbeeld belangrijk ten tijden van weersextremen, of in gebieden met een kwetsbare ondergrond zoals veengronden waar het waterpeil laag gehouden moet worden om landbouwvoertuigen te laten rijden. Andere toepassingen zitten in het monitoren van vee en het uitvoeren van inspecties door boeren zelf of de autoriteiten.

Toepassingen

In de use case landbouw zijn de maatschappelijke effecten van de volgende zes toepassingen doorgerekend:

1. Gewasmonitoring- en inspectie
2. Precisiebespuiting en bemesting
3. Gewasbeheer en planning
4. Veebewaking
5. Landbouwonderzoek
6. Inspecties van de NVWA in landbouwgebied

3.4 Haven- en offshore logistiek

Hoofddoel van de use case

De havenlogistiek staat voor de uitdaging om complexe goederenstromen efficiënt en veilig te beheren. Met de toenemende wereldhandel en strengere regelgeving wordt de druk om sneller en nauwkeuriger te werken groter. Tegelijkertijd vereist de dynamische en vaak risicovolle havenomgeving innovatieve oplossingen om zowel de productiviteit als de veiligheid te waarborgen. Momenteel zijn de logistieke processen in de haven complex, arbeidsintensief en nog weinig data-gedreven. Bedrijven in de haven zien drones als een van de oplossingen om bedrijfsprocessen te optimaliseren, kosten te besparen en risico's te verminderen. Er is een groeiende behoefte aan autonome technologieën die niet alleen binnen de haven opereren, maar ook offshore activiteiten kunnen ondersteunen.

Toepassingen

In de use case haven- en offshore logistiek zijn de maatschappelijke effecten van de volgende vijftien toepassingen doorgerekend:

1. Autonome infrastructuurinspecties in de haven
2. Autonome infrastructuurinspecties offshore (windmolens en boorplatformen)
3. Ondersteuning logistiek op zee (leveren kritieke onderdelen aan schepen en offshore installaties)
4. Ondersteuning logistiek in de haven (leveren kritieke onderdelen aan schepen en offshore installaties)

5. Transport van ondersteunend personeel bij noodsituaties in de haven en offshore (brandweer, medisch)
6. Monitoren en dataverzameling in de haven
7. Monitoren en dataverzameling offshore

3.5 Defensie en Dual Use

Tijdens het opstellen van de MKBA-light is niet duidelijk geworden welke toepassingen worden voorzien in de use case Defensie en Dual Use. Het is daarom niet mogelijk geweest om effecten van deze use case door te rekenen. Het ligt voor de hand dat de use case bij zal dragen aan strategische autonomie en de beveiliging van Nederland.

Het Ministerie van Defensie zet wel in op de ontwikkeling van de drone-industrie. Het ministerie trekt namelijk 400 miljoen euro uit om samen met Oekraïne drones te ontwikkelen[14]. Het gaat om drones die voor verschillende doelen kunnen worden ingezet, namelijk verkenning verdediging en aanval. Het gaat hier overigens niet enkel om vliegende drones. Als de ontwikkelde drones succesvol zijn, is meer geld beschikbaar voor de opschaling van de productie[15]. Ruim 50 procent van de beschikbaar gestelde 400 miljoen euro slaat neer in de Nederlandse industrie[16].

Deze financiële impuls maakt het mogelijk om snel succesvolle prototypes te ontwikkelen en op te schalen, wat niet alleen bijdraagt aan de technologische capaciteit van Nederland maar ook aan de samenwerking met Oekraïne. Door te investeren in defensiegerichte drone-innovaties versterkt Nederland zijn positie in een strategisch relevante sector die steeds belangrijker wordt voor nationale en internationale veiligheid.

Daarnaast stimuleren deze investeringen ook de bredere technologische vooruitgang van de Nederlandse drone-industrie. Militaire toepassingen kunnen dienen als aanjager van innovatie in de drone-industrie, bijvoorbeeld als het gaat om precisie, bereik, en autonomie. Deze vooruitgang kan de civiele markt ten goede komen, doordat technologie die oorspronkelijk voor defensie is ontwikkeld, toepassingen vindt in sectoren als logistiek, landbouw, en infrastructuurinspectie. Het ministerie van Defensie ziet bijvoorbeeld kansen voor dual use-drones. Geavanceerde drones kunnen daarmee worden ingezet voor civiele toepassingen,

[14] NOS Nieuws (6 oktober 2024), *Nederland trekt 400 miljoen uit voor de ontwikkeling van drones voor Oekraïne*
[15] Ministerie van Defensie (6 oktober 2024), *Na F-16's kondigt minister Brekelmans in Oekraïne actieplan drones aan*
[16] Ministerie van Defensie (18 oktober 2024), *Defensie met DeltaQuad in zee voor levering drones aan Oekraïne*

en tegelijkertijd onderdeel uitmaken van opschalingspotentieel bij dreigingen voor de nationale veiligheid. Zo wordt niet alleen een impuls voor defensie gecreëerd, maar ontstaan ook bredere economische kansen voor innovatieve drone-ontwikkelingen in Nederland.

4. Economische effecten

In dit hoofdstuk worden de economische effecten van DroneBoost besproken. Het gaat daarbij om investeringen van het programma, exploitatie-effecten en welvaartseffecten die ontstaan doordat werkgelegenheid verschuift naar sectoren waar meer gebruik wordt gemaakt van drones.

4.1 Investeringen

De investeringen bestaan uit investeringen die nodig zijn om de activiteiten uit de activiteitenplannen van DroneBoost te financieren en uit externe financiering. Beide zijn nodig om de randvoorwaarden te creëren en uiteindelijk de baten van dronetoepassingen te genereren. Hierbij maken de DroneBoost-investeringen de externe financiering mogelijk. Daarom worden beide type investeringen ook meegenomen in de MKBA-light.

Investeringen in DroneBoost

De investeringen van DroneBoost betreffen de middelen die nodig zijn om het programma te realiseren. Het zijn investeringen die gedaan worden in het projectalternatief waardoor een versnelling van de ecosysteemontwikkeling kan worden bewerkstelligd. Deze investeringen worden niet gedaan in het nulalternatief. Het gaat daarbij dus om kosten voor de activiteiten uit de verschillende projecten. Om een inschatting te maken van de investeringen is aan projecttrekkers gevraagd een activiteitenplannen op te stellen met daarbij een begroting.

Het gaat hier om drie type investeringen. De eerste betreft investeringen in de publieke projecten die nodig zijn om randvoorwaarden te creëren om meer dronevluchten toe te staan. Het gaat hier om een investeringspost van bijna 25 miljoen euro voor zaken als infrastructuur, regelgeving/vergunningverlening en testfaciliteiten. Bijna 28 miljoen euro is daarnaast benodigd voor publieke projecten die niet zijn aangemerkt als randvoorwaardelijk. Het gaat hier bijvoorbeeld om de human capital agenda. Bij de investeringen in de randvoorwaarden en overige investeringen is van belang om op te merken dat deze uiteindelijk moeten worden verdeeld over de verschillende use cases bij het opstellen van Mini-MKBA's. Als laatst zijn er nog use case specifieke investeringen die in de MKBA-light gezamenlijk optellen tot circa 35 miljoen euro. Alle investeringen worden naar verwachting tussen 2025 en 2030 gedaan[17].

[17] In het hoofddocument wordt een lager bedrag genoemd. Dat komt doordat er in de eindfase van de MKBA-light nog een begroting voor de use case Landbouw is opgesteld. De opgenomen bedragen zijn lager dan voor de use case (o.b.v. een gemiddelde van de andere use cases) werd aangenomen in de MKBA-light.

Externe investeringen

Met de activiteiten in DroneBoost ontstaat een zekerdere afzetmarkt, maar zijn de (rand)voorwaarden voor de grootschalige introductie van dronetoepassingen nog niet compleet. Zo zijn er bijvoorbeeld U-Space Service Providers (USSP) nodig, aanvullende (markt)investeringen in technologie en grondinfrastructuur of middelen om nieuwe opleidingen en cursussen op te richten. Dit zijn investeringen die niet in DroneBoost zelf zitten, maar waarvoor marktpartijen aan de lat staan of andere middelen bij variërende departementen voor kunnen worden aangeboord. Deze investeringen worden pas gedaan wanneer er genoeg zekerheid is voor een afzetmarkt. Voor marktpartijen wordt de investering dan namelijk pas rendabel. Het is nog onduidelijk hoe en door wie deze investeringen uiteindelijk gefinancierd worden, maar ze worden wel verwacht als gevolg van DroneBoost. Doordat DroneBoost inzet op ecosysteemontwikkeling wordt voor alle (rand)voorwaarden een basis gelegd. Zonder DroneBoost is dat niet het geval. Dan zal de uitrol van U-space bijvoorbeeld langer duren, waardoor er geen investeringen in een USSP worden gedaan. Zonder digitale infrastructuur is er een strenge beperking aan de vliegmogelijkheden en dus aan een afzetmarkt. Dat zorgt er weer voor dat er bij marktpartijen draagvlak ontbreekt om investeringen in technologieontwikkeling te doen, voor het ministerie van Economische Zaken om R&D-subsidies toe te kennen en ontbreekt toekomstperspectief voor studenten van een eventueel nieuw op te richten droneopleiding.

Deze externe investeringen zijn ingeschat op basis van de geraamde investeringen tijdens het opstellen van de NGF-aanvraag. In dat traject zijn namelijk in eerste instantie meer hoogover berekeningen gemaakt waarbij dergelijke investeringen ook werden meengenomen. Het gaat daarbij om een investeringspost van 134 miljoen euro.

Tabel 4.1 Investeringen van DroneBoost naar categorie

Investeringen	
DroneBoost	
Randvoorwaarden	€ 24.000.000
Overige investeringen	€ 28.000.000
Use case-specifiek	€ 35.000.000
Externe financiering	€ 134.000.000
Totaal	**€ 220.000.000**

Bron: deelnemers DroneBoost; bewerking Decisio

Omdat er bij trekkers van projecten nog geen volledig uitgekristalliseerd beeld is van de precieze benodigde investeringen, zijn de genoemde bedragen met onzekerheid omgeven. Daarom zijn in hoofdstuk 6 gevoeligheidsanalyses opgenomen met hogere en lagere investeringen.

4.2 Exploitatie

4.2.1 Kostenminimalisatie

Een belangrijke insteek van DroneBoost is het minimaliseren van kosten in uiteenlopende sectoren door de exploitatie van drones in bedrijfsprocessen. Voor de voorziene dronetoepassingen in use cases is berekend hoe deze toepassing leidt tot kostenbesparing en hoe hoog deze besparing is. Door de exploitatie van drones in verschillende dronetoepassingen kunnen personeels-[18] en transportkosten[19] worden gedrukt. Het gaat er hierbij om hoe deze kosten zich in de traditionele situatie zonder drones verhouden tot een toekomstige situatie met drones. Per toepassing is daarom ingeschat hoe een taak traditioneel wordt uitgevoerd en hoe een drone dat doet.

De exploitatie-effecten ontstaan zowel in het nulalternatief als het projectalternatief. Het verschil tussen beide is de termijn waarop de effecten ontstaan. In het projectalternatief is dat eerder omdat obstakels om te vliegen sneller worden weggenomen. De exploitatie-effecten ontstaan in het nulalternatief dus vertraagd. In het projectalternatief starten de effecten in 2031: het jaar nadat de investeringen zijn gedaan en de dronetoepassingen bij aanname worden geïntroduceerd. In het nulalternatief starten de effecten vijf jaar later.

In de MKBA-light is ingeschat wat de transportkosten en de personeelskosten van de toepassing in de traditionele situatie bedragen. Dat is berekend op basis van het traditioneel ingezette kapitaalgoed, het aantal traditionele ritten/vluchten/tochten dat de drone kan vervangen, de afstand die het traditionele kapitaalgoed per rit/vlucht/tocht aflegt en het aantal betrokken werknemers. Dit is afgezet tegen de kosten van de drone, die zijn gebaseerd op het type drone, het aantal dronevluchten in de toepassing, de afstand per vlucht en het aantal drones dat een operator in deze toepassing tegelijk zou kunnen besturen.

[18] Het gaat hier om de totale loonkosten. Daar wordt naast het loon voor de werknemer ook de werkgeverslasten bovenop geteld. De personeelskosten verschillen per type kapitaalgoed. Voor het besturen van een helikopter wordt bijvoorbeeld een hoger uurloon gerekend.
[19] Onder de transportkosten vallen brandstof- en laadkosten, afschrijvingen, onderhoudskosten, verzekering en evt. wegenbelasting. Deze verschillen per traditioneel kapitaalgoed en per type drone.

Deze ingrediënten zijn opgehaald uit businesscases en eerder onderzoek. Voor parameters waarvoor in eerdere onderzoeken geen waarde is bepaald, zijn aannames gedaan. Aannames over bijvoorbeeld vluchtfrequentie zijn vervolgens vastgesteld in samenspraak met use case-trekkers.

Uit de berekening blijkt dat drones de toepassingen efficiënter kunnen uitvoeren dan de taken traditioneel worden uitgevoerd. Het totale MKBA-welvaartseffect van transportkosten in het projectalternatief ten opzichte van het nulalternatief bedraagt circa 180 miljoen euro. Het personeelskosteneffect bedraagt circa 30 miljoen euro.

In onderstaande Tabel geven we een overzicht van de jaarlijkse kosten bij traditionele uitvoering en bij uitvoering met drones. Hier houden we dus geen rekening met de discontovoet en de jaren waarin het effect optreedt. In de tabel valt te lezen dat drones in de voorziene toepassingen de jaarlijkse kosten ruim halveren. Voornamelijk de transportkosten zijn lager in het geval van drones.

Tabel 4.2 Jaarlijkse personeels- en transportkosten van toepassingen: traditioneel vs. drones

	Traditioneel	Met drones
Transportkosten	€ 59.000.000	€ 19.000.000
Personeelskosten	€ 23.000.000	€ 17.000.000
Totaal	**€ 82.000.000**	**€ 36.000.000**

Bron: projecttrekkers en kengetallen uit de literatuur; bewerking Decisio

Hoe hoog de verschillen in kosten tussen traditionele uitvoering en uitvoering met drones zijn, verschilt per toepassing. Hieronder volgen een aantal lessen uit de berekeningen:

- Sommige dronetoepassingen zijn nieuw. In deze gevallen ontstaan er alleen extra kosten.
- In sommige toepassingen neemt de frequentie toe door de introductie van drones. In deze gevallen zijn de kosten van drones relatief hoog in verhouding tot de traditionele uitvoering.
- Kostenbesparingen van drones zijn hoger wanneer dure kapitaalgoederen zoals helikopters worden vervangen en lager wanneer bijvoorbeeld een wandelende werknemer wordt uitgespaard.
- Kostenbesparingen van drones zijn hoger wanneer de taak traditioneel met meerdere werknemers werd uitgevoerd.
- Kostenbesparingen van drones zijn hoger wanneer een operator in deze toepassing veel drones tegelijkertijd zou kunnen aansturen.

- Kostenbesparingen van drones zijn hoger wanneer drones de af te leggen afstand voor taakuitvoering kunnen verlagen. Dat is bijvoorbeeld het geval wanneer door hoog vliegen efficiënt een groot gebied uitgekamd kan worden en de taak traditioneel met een auto afgelegd wordt die een route met veel bochten en zijstraten nodig heeft.

4.2.2 Omzetverhoging

In bepaalde use cases kunnen drones nieuwe toepassingen mogelijk maken die naast kostenbesparing ook tot het verhogen van omzetten kan leiden. Ook dit is een exploitatie-effect. Deze omzeteffecten kunnen ontstaan in use cases die een markt bedienen. Het gaat hier om toepassingen in de landbouw en logistiek. Hier kan bijvoorbeeld gedacht worden aan een agrariër die meer opbrengst per hectare kan genereren door precisielandbouw en het bepalen van een optimaal zaaimoment of het land kan bewerken op momenten dat dat door een verzadigde grond niet mogelijk is met een traditioneel landbouwvoertuig.

Dit effect kan niet generiek voor iedere use case worden berekend. In de use cases waar omzeteffecten kunnen ontstaan, worden deze apart behandeld in de Mini-MKBA. Deze zijn te vinden in paragraaf 6.1.

4.2.3 Aansluiting op de Nederlandse context

Uit gesprekken met de vertegenwoordigers van de dronesector is gebleken dat veel van de te behalen resultaten vertraging oplopen als er geen middelen beschikbaar worden gesteld. Daarbij wordt aangegeven dat veel van de outputs waarschijnlijk tegen lagere kwaliteit worden gerealiseerd. Het gaat bijvoorbeeld om import van technologie die minder goed is afgestemd op de Nederlandse context, maar ook om fysieke, digitale en kennisinfrastructuur die met minder middelen en daarmee tegen mindere kwaliteit wordt opgezet. Het uitzetten van R&D-subsidies in DroneBoost voor de Nederlandse industrie helpt juist om aansluiting op de Nederlandse context te vergroten. We gaan er in deze MKBA-light vanuit dat de lagere kwaliteit in het nulalternatief ertoe leidt dat de vertraagde effecten van dronegebruik vijf procent lager zijn dan in het projectalternatief.

Dit komt bijvoorbeeld neer op vijf procent meer personeels- en transportkosten. In de totale MKBA vertegenwoordigt dit een kostenbesparing van circa tien miljoen euro. In de gevoeligheidsanalyses stellen we de MKBA-light ook nog eens op met een kwaliteitsverschil van één procent en van tien procent.

4.3 Verschuiving werkgelegenheid naar andere sectoren

Als Nederland met haar drone-ecosysteem (als gevolg van DroneBoost) een koploperspositie pakt, dan kan de verdeling van werkgelegenheid over sectoren in Nederland veranderen. Dronetechnologie kan mogelijk tegen hogere kwaliteit en lagere prijs worden geproduceerd in vergelijking met andere landen. Daarnaast kan de productie in sectoren waar drones worden ingezet door drone-inzet goedkoper tegen dezelfde of hogere kwaliteit. Het gevolg is dat de binnen- en buitenlandse vraag naar deze Nederlandse goederen zal toenemen, waardoor meer werknemers nodig zijn in deze sectoren. Een voorwaarde daarbij is dat Nederland echt een koploperspositie neemt, en haar internationale concurrentiepositie verbetert ten opzichte van andere landen.

Deze extra werkgelegenheid zal worden ingevuld door werknemers die momenteel actief zijn in sectoren met een lagere arbeidsproductiviteit. In de sectoren die door drones worden beïnvloed valt immers meer te verdienen. Door deze verschuiving van werkgelegenheid neemt de arbeidsproductiviteit van de gemiddelde Nederlandse werknemer toe. In de MKBA berekenen we dus alleen de productiviteitsgroei van de personen die naar deze sector toetrekken. Als het gaat om de totale bijdrage van een sector, zoals uit de benadering van SEO, Decisio en To70 (2022), kan de gehele productie worden meegeteld. In de MKBA-light (verschillenanalyse tussen het nul- en projectalternatief) wordt een beperkt deel meegenomen.

Onderstaand gaan we eerst in op de hoogte van het effect in de dronetechnologie en daarna in sectoren waar drones kunnen worden ingezet.

4.3.1 Werkgelegenheid in de dronesector

Als Nederland snel werk maakt van haar drone-ecosysteem kan een eigen drone-industrie worden opgezet. Hierin kan eigen hard- en software worden ontwikkeld. Als we ervan uitgaan dat 0,01 procent van de IT-sector en de elektrische apparatenindustrie gerelateerd is aan drones, DroneBoost de productie verhoogt met dertig procent en een arbeidsproductiviteitsgroei van tien procent verzorgt, dan wordt over de looptijd van de MKBA-light een welvaartseffect bewerkstelligd van ruim vijf miljoen euro. Dit effect groeit naarmate er meer in de maakindustrie van drones wordt geïnvesteerd.

4.3.2 Werkgelegenheid in toepassingssectoren

Als drones sneller in Nederlandse sectoren kunnen worden geïntroduceerd dan in het buitenland kan voor deze sectoren de internationale handelspositie verbeteren,

wat tot meer productie leidt. De extra productie die ontstaat is geen compleet additioneel effect. Er is namelijk extra arbeid voor nodig, die wordt ingevuld door werknemers die anders in andere sectoren werkzaam zouden zijn. Aangezien de arbeidsmarkt naar productievere sectoren zal bewegen, zal een werkgelegenheidsverschuiving ontstaan. Als door opschaling van het drone-ecosysteem comparatieve voordelen kunnen worden behaald in de landbouw en de logistiek, kan een werkgelegenheidsverschuiving richting deze sectoren optreden. Hierbij geldt dat het welvaartseffect enkel wordt gevormd door de arbeidsproductiviteitstoename van enkel de werknemers die naar een productievere sector trekken. De toegenomen productiviteit van de werknemers die al actief waren in de sector is namelijk al berekend onder het exploitatie-effect.

We gaan ervan uit dat drones bij tien procent van de landbouwvestigingen en bij één procent van de logistieke bedrijven voor optimalisatie zorgen. In beide sectoren schatten we de opschaling van de sector door deze optimalisatie in op vijf procent, waarbij de arbeidsproductiviteit met tien procent toeneemt. Dat zorgt over de gehele looptijd van de MKBA voor een welvaartseffect van circa 65 miljoen euro.

4.3.3 Totaal effect

In totaal zorgt de verschuiving van werkgelegenheid naar productievere sectoren naar schatting voor een welvaartseffect van ruim 70 miljoen euro gedurende de looptijd van de MKBA. Omdat de mate waarin dit effect ontstaat sterk afhangt van factoren zoals inzet op dronegebruik in andere landen, maar ook de mate van opschaling en arbeidsproductiviteitswinst als gevolg van DroneBoost, zijn gevoeligheidsanalyses rondom dit effect opgenomen in hoofdstuk 6.

5. Maatschappelijke effecten

In dit hoofdstuk komen de maatschappelijke effecten van DroneBoost aan bod. Het gaat daarbij onder meer om klimaat en milieueffecten, effecten voor de leefomgeving en privacy en effecten voor de strategische autonomie.

5.1 Klimaat en milieu

In sommige use-cases zorgen drones voor een besparing van ritten doordat er efficiënter gewerkt wordt, in andere use-cases zijn de ritten korter doordat drones minder gebonden zijn aan infrastructuur. Daarnaast zijn drones schoner, waardoor een rit voor minder emissies zorgt.

Traditionele vervoersmiddelen, zoals schepen, auto's en helikopters, zorgen voor emissies van stoffen zorgen voor de opwarming van de aarde (CO_2) of die negatieve effecten hebben op de luchtkwaliteit (NO_x of PM). Drones vliegen elektrisch, wat ertoe leidt dat er geen emissies zijn van de stoffen stikstof en fijnstof. Door het verbruik van elektriciteit zorgen drones wel voor uitstoot van broeikasgassen, zij het dat deze emissiefactor aanzienlijk lager is dan bij traditionele vervoersmiddelen.

Dat drones fors lagere emissies hebben dan traditionele vervoersmiddelen zien we terug in de berekeningen. In de onderstaande tabel laten we de totale jaarlijkse effecten zien. Het valt op dat de maatschappelijke kosten van ritten met drones in het niet vallen vergeleken met de traditionele vervoersmiddelen.

Tabel 5.1 Jaarlijkse klimaat- en milieueffecten van toepassingen: traditioneel vs. drones

	Traditioneel	Met drones
Koolstofdioxide (CO_2)	€ 2.000.000	€ 6.250
Fijnstof (PM)	€ 6.000.000	€ -
Stikstof (NO_x)	€ 1.000.000	€ -
Totaal	**€ 9.000.000**	**€ -**

5.2 Overige maatschappelijke effecten van toepassingen

Het toepassen van drones in de verschillende use-cases zorgt voor veel effecten die we niet kunnen kwantificeren, maar die wel van belang zijn. We vatten deze effecten samen als effecten op de leefomgeving, privacy, veiligheid, beveiliging en overige effecten. Onder ieder effect vallen meerdere sub-effecten waar we later verder op in zullen gaan. Voor iedere dronetoepassing zijn andere effecten van

toepassing. Daarbij kunnen dronetoepassingen contraire effecten ten opzichte van elkaar hebben. De onderstaande tabel laat per effect zien of DroneBoost hier samengenomen een positieve of negatieve invloed op heeft. In het vervolg van deze sectie zullen we de effecten een voor een toelichten.

Tabel 5.2 Totaalscore overige maatschappelijke effecten (score mogelijk van --, -, +/-, +, ++)

		T.o.v. traditioneel
Overige maatschappelijke effecten	Leefomgeving	+/-
	Privacy	-
	Veiligheid	+
	Beveiliging	+
	Overig (congestie en gezondheid)	+
Klimaat en milieu	Biodiversiteit	+

5.2.1 Leefomgeving

Effecten op de leefomgeving zijn geluidshinder en horizonvervuiling. Alle use-cases samengenomen komen we tot een score van +/-. Dit betekent dat de inzet van drones in de use-cases niet zorgt voor overwegend maatschappelijke kosten, maar ook niet overwegend zorgt maatschappelijke baten. Bij veel toepassingen zien we dat de inzet van drones enerzijds tot minder geluidshinder leidt dan de inzet van traditionele vervoersmiddelen. Anderzijds kan de grootschalige inzet van drones zorgen voor horizonvervuiling.

Een voorbeeld van een use-case waar deze twee effecten zich opheffen is de zorglogistiek. De inzet van drones voor de bezorging van medische pakketten of medicijnen zorgen ervoor dat het aantal autoritten afneemt. Dit voorkomt geluidshinder wanneer deze auto's bevolkte gebieden binnen de bebouwde kom doorkruizen. De ingezette drones vliegen echter wel op plekken waar nu nog geen sprake is van dronevluchten, hetgeen kan zorgen voor horizonvervuiling. Andere voorbeelden van horizonvervuiling zijn te vinden in de landbouw, waar bijvoorbeeld gewasbeheer op structurele basis gedaan kan worden met drones. In cultuurhistorisch landschap kan dit worden ervaren als horizonvervuiling.

5.2.2 Privacy

De grootschalige toepassing van drones in de verschillende use-cases leidt tot maatschappelijke kosten op het gebied van privacy. Alle use-cases samengenomen beoordelen we dit effect met een '-'. Onder privacy vallen de sub-effecten inbreuk van privacy burgers, private partijen en publieke partijen. De maatschappelijke kosten ontstaan voornamelijk bij toepassingen waar drones gebruikt worden om

gebieden of zaken te monitoren. Een voorbeeld hiervan is de toepassing ‘Detectie ondermijning’ bij use case ‘Hulpdiensten en toezicht’, hierbij worden drones ingezet om criminele activiteiten op te sporen. Camera’s en warmtesensoren kunnen hierbij worden ingezet om bijvoorbeeld hennepkwekerijen op te sporen. Een risico hiervan is dat het ten koste gaat van de privacy van individuen of bedrijven. Ook andere toepassingen leiden, bedoeld of onbedoeld, tot een toename van areaal in Nederland wat onder surveillance staat.

5.2.3 Veiligheid

De inzet van drones brengt zowel kansen als risico's met zich mee op het gebied van veiligheid. Aan de ene kant ontstaan er nieuwe risico’s, zoals het gevaar van neerstortende drones en luchtbotsingen. Dit kan in dichtbevolkte gebieden letsel veroorzaken bij omstanders. Daarnaast kan het leiden tot materiële schade aan voertuigen of infrastructuur. Aan de andere kant kunnen drones een positief effect hebben op de veiligheid. Met drones kan infrastructuur bijvoorbeeld efficiënter en regelmatiger worden geïnspecteerd, daarnaast zorgen drones ervoor dat inspectiepersoneel minder vaak in gevaarlijke situaties terecht komt. Daarnaast sparen drones in sommige toepassingen helikoptervluchten uit die bij neerstorten grotere gevolgschade hebben.

Alle toepassingen samengenomen verwachten we dat grootschalige de inzet van drones voor een overwegend positief effect op de veiligheid zorgt. Alle use cases samen genomen beoordelen we het veiligheidseffect met een ‘+’. Waar de toename in veiligheid zwaar weegt zijn de toepassingen waar drones inspecteren. In de use case havenoffshore logistiek dragen drones in positieve zin bij aan de veiligheid van het havenpersoneel, bijvoorbeeld bij de ondersteuning van logistiek op zee of de ondersteuning bij noodsituaties. Het negatieve effect op veiligheid, ofwel het neerstortingsgevaar, komt terug bij verschillende use cases. Dit is met name van toepassing bij use cases waarbij grote transportstromen van drones op gang komen.

5.2.4 Beveiliging

Drones hebben een groot potentieel om de beveiliging te versterken, maar brengen ook nieuwe uitdagingen met zich mee. Ze kunnen bijdragen aan een hogere pakkans door snel en flexibel gebieden te monitoren en verdachte activiteiten te detecteren. Dit maakt ze waardevol voor toepassingen zoals bewaking van gebouwen, openbare ruimte of evenementen. Daarnaast spelen drones een rol in de beveiliging van het luchtruim, bijvoorbeeld door illegale drones op te sporen en te neutraliseren. Ook bij grensbewaking kunnen drones worden ingezet,

bijvoorbeeld doordat ze in staat zijn moeilijk toegankelijke gebieden efficiënt te surveilleren.

In de use cases zijn veel toepassingen waar drones worden ingezet om beveiliging- en detectiewerkzaamheden efficiënter en doeltreffender uit te voeren. Daarom schatten wij in dat drones een overwegend positief maatschappelijk effect hebben in het kader van DroneBoost '+'. Daar hoort wel de kanttekening bij dat er protocollen nodig zijn om te voorkomen dat deze technologie wordt misbruikt voor verkeerde doeleinden. Dit is van belang om de grootschalige implementatie in goede banen te leiden.

5.2.5 Biodiversiteit

Drones hebben naar verwachting een positief maatschappelijk effect op de biodiversiteit, we beoordelen dit effect met een '+'. De maatschappelijke waarde ten aanzien van biodiversiteit zit met name in de use case landbouw. Hier kan door monitoring en inspectie gerichter worden bespoten, bewaterd en bemest. Hetgeen voorkomt dat overbodige schadelijke stoffen in de bodem terecht komen. Daarnaast kan een deel van de handelingen worden uitgevoerd met drones in plaats van trekkers, hierdoor wordt de bodem minimaal belast. Dit heeft een positief effect op de gezondheid en weerbaarheid van de bodem. In de mini-MKBA van de use case landbouw leggen we dit effect verder uit.

5.2.6 Overig

De grootschalige implementatie van drones heeft in bepaalde toepassingen nog andere effecten. Twee belangrijke die we meenemen in dit onderzoek zijn effecten congestie en effecten op de gezondheidszorg. We schatten in dat drones voor beide begrippen een positief maatschappelijk effect kan hebben '+'.

Bij incident response kunnen drones sneller in kaart brengen wat nodig is om incidenten op de snel- of vaarweg op te lossen. Daarmee kan het incident sneller worden opgelost, wat de congestie vermindert. Dit leidt tot positieve reistijdseffecten. Dit effect speelt bij de use case hulpdiensten en toezicht.

Veel toepassingen zijn gericht op het helpen van mensen in nood en het ondersteunen van de gezondheidszorg. Drones zorgen ervoor dat hulpdiensten patiënten gerichter en sneller kunnen helpen. Een toepassing waar dit effect duidelijk naar voren komt is de 'spoedbezorging', onder de use case 'zorglogistiek'.

5.3 Strategische autonomie

Het vergroten van de strategische autonomie is een van de pijlers van DroneBoost. DroneBoost moet meer dronetoepassingen in het Nederlandse luchtruim en daarmee de Nederlandse economie en maatschappij mogelijk gaan maken. Door deze drones te introduceren worden Nederlandse werkprocessen afhankelijk van onderliggende dronetechnologie. Voor de strategische autonomie is daarmee van belang waar hard- en software van deze drones wordt ontwikkeld.

Strategische autonomie bij civiele toepassingen

Als DroneBoost er voor zorgt dat randvoorwaarden om te vliegen worden gecreëerd, maar er geen afspraken worden gemaakt over de te gebruiken technologie, ontstaat de kans dat drones geïmporteerd worden uit goedkopere, maar minder betrouwbare landen. Voorbeelden zijn China, Israël of de Verenigde Staten. Dit zijn landen die ver zijn in de ontwikkeling van drones. Hierdoor zorgt DroneBoost voor een verslechtering van de strategische autonomie van Nederland.

DroneBoost verzorgt echter een zekerdere afzetmarkt voor Nederlandse bedrijven die actief zijn in de drone-industrie. Zij hebben daarom minder incentive om Nederland te verlaten. De in DroneBoost opgenomen R&D-subsidies versterken het Nederlandse vestigingsklimaat voor bedrijven actief in de drone-industrie. Het ligt daarmee voor de hand dat DroneBoost eerder borgt dat Nederlandse werkprocessen die door drones worden overgenomen, daadwerkelijk worden overgenomen door Nederlandse drones. Hierom draagt DroneBoost bij civiele toepassingen waarschijnlijk bij aan strategische autonomie.

Prijsverschillen kunnen desalniettemin groot en lastig overbrugbaar zijn met de voorziene R&D-subsidies. Daarnaast zijn bepaalde partijen gebonden aan aanbestedingsregels. Om er zekerder van te zijn dat DroneBoost bijdraagt aan strategische autonomie zijn afspraken over het ontwerp en de productie van dronetechnologie bevorderlijk. Daarbij valt te denken aan afspraken met andere landen, waarbij bijvoorbeeld in Nederland wordt ontworpen en in Oost-Europa wordt geproduceerd. Daarnaast kunnen extra R&D-subsidies in Nederland worden opgezet voor Nederlandse dronetechnologie-ontwikkelaars. Een andere mogelijkheden is de Categorisering van drones op basis van productieplaats (zoals blue/green-label).

Keuze voor strategische autonomie kan economische effecten verlagen

Afhankelijk van de wijze waarop strategische autonomie wordt bevorderd, kan het welvaartseffect door reductie van transportkosten afnemen. Als er bijvoorbeeld wordt ingezet op R&D-subsidies voor de aankoop van duurdere, maar betrouwbare drones, dan neemt de totale investeringenpost van het programma DroneBoost toe. Er zijn dan namelijk meer

middelen nodig voor deze subsidies. Als partijen worden verplicht (zonder subsidie) duurdere betrouwbare drones in te kopen, dan zullen de transportkosten stijgen. Het vliegen met een drone wordt namelijk duurder omdat je per kilometer hogere aanschafkosten moet terugverdienen.

Strategische autonomie bij Defensie

Gedurende de looptijd van deze MKBA-light is niet duidelijk geworden welke dronetoepassingen worden opgenomen in de use case defensie. Wel is bekend dat het ministerie van Defensie geld beschikbaar stelt voor de ontwikkeling van drones voor defensie, waarvan het merendeel in Nederland wordt geproduceerd[20]. Er kan daardoor vanuit worden gegaan dat de use case defensie in elk geval bijdraagt aan de strategische autonomie van Nederland.

[20] Ministerie van Defensie (6 oktober 2024), *Na F-16's kondigt minister Brekelmans in Oekraïne actieplan drones aan*

6. Overzicht in MKBA-tabellen

In dit hoofdstuk worden de uitkomsten van de MKBA-light in MKBA-tabellen gepresenteerd. We tonen eerst een MKBA per use case. Het gaat hier om zogenaamde Mini-MKBA's. Deze worden later opgeteld en aangevuld met overkoepelende effecten om tot de totale MKBA te komen. In de laatste paragraaf worden de onzekerheden en aannames getoetst met gevoeligheidsanalyses.

6.1 Mini-MKBA's

Voor iedere use case is een mini-MKBA opgesteld. In deze mini-MKBA wordt weergegeven welke investeringen benodigd zijn en welke economische en maatschappelijke effecten verwacht worden. Dit zijn effecten die gedurende de looptijd van de MKBA verwacht worden. Deze effecten spelen dus in verschillende jaren op. Daarbij zijn zoveel mogelijk effecten uitgedrukt in euro's en contant gemaakt. Dat wil zeggen: teruggerekend naar de waarde van nu, zodat de investeringen op korte termijn afgezet kunnen worden tegen de baten op lange termijn. Het gaat hierbij om de effecten van het versneld creëren van een drone-ecosysteem door DroneBoost, en dus niet om de gehele bijdrage van drones aan de Nederlandse economie (BBP) en maatschappij.

De investeringen bestaan uit investeringen die moeten worden gedaan voor specifiek deze use case, maar ook uit een toedeling van de kosten voor publieke projecten zoals infrastructuur en vergunningverlening. Daarbij tonen we een maatschappelijke baten-kostenverhouding wanneer de use case volledig verantwoordelijk is voor de realisatie van alle randvoorwaardelijke publieke projecten, en een maatschappelijke baten/kostenverhouding waarin de kosten voor randvoorwaardelijke publieke projecten naar de verschillende use cases zijn toegedeeld op basis van verwachte dronekilometers. We maken dit onderscheid om inzichtelijk te maken wat er gebeurt als er wordt gekozen voor *cherry picking* van de use cases met het hoogste maatschappelijke rendement.

Bij de berekening van de baten van de dronetoepassingen in use cases zijn veel effecten generiek berekend. Het gaat hier om de transportkosten- en personeelskosteneffecten en milieueffecten die voor iedere toepassing kunnen worden berekend op basis van onder anderen de het vervangen traditionele kapitaalgoed, gevlogen dronekilometers, vervangen kilometers met traditionele vervoersmiddelen en benodigd personeel voor een dronevlucht en vervangen rit/vlucht/tocht. Deze effecten maken samen met de kosten onderdeel uit van de doorrekening in de Mini-MKBA's.

Overige effecten zijn kwalitatief opgenomen in de MKBA-tabel. Deze effecten zijn in de regel use case-specifieker en gaan vaker in op het hoofddoel van de use case. Mede daardoor vertegenwoordigen deze effecten in potentie een grote waarde die in de Mini-MKBA niet gekwantificeerd zijn. Daarom maken we met tentatieve sommen inzichtelijk welke waarden zulke effecten van het hoofddoel bovenop de gekwantificeerde MKBA-effecten nog kunnen vertegenwoordigen.

Disclaimer bij effectberekening
Voor veel toepassingen is nog niet goed in te schatten hoe groot het dronegebruik in de toekomst zal zijn. Daarom wordt ook gewerkt met een ruime bandbreedte in de vorm van het hoge en lage scenario. In de effectberekening is bij aannames gewerkt met aantallen die in de toekomst in orde grootte realistisch zouden kunnen zijn. Deze aannames zijn getoetst bij initiatiefnemers van use cases. Daarbij moet worden meegegeven dat ook deze initiatiefnemers niet precies kunnen voorspellen in welke dronetoepassingen hoe vaak wordt gevlogen in de toekomst. De initiatiefnemers van use cases hebben dus nadrukkelijk getoetst op getallen die in orde grootte realistisch zouden kunnen zijn.

6.1.1 Hulpdiensten en toezicht

De verwachte toepassingen in de use case hulpdiensten en toezicht hebben in alle scenario's een hoog maatschappelijk rendement. In het midden-scenario zijn de baten een factor 2,9 keer zo hoog als de kosten. In het lage scenario gaat het om een factor 2,19 en in het hoge scenario om een factor 3,59. Deze baten-kostenverhoudingen zijn berekend door de kosten voor het creëren van randvoorwaarden toe te rekenen naar alle use cases op basis van verwachte kilometers. Als de use case op zich zou staan en de investeringen in rand-voorwaarden volledig zelf zou moeten dragen, zou de use case niet maatschappelijk renderen. Dat is te zien aan de baten-kostenverhoudingen die lager dan 1 liggen.

De niet gekwantificeerde effecten van de use case zijn overwegend positief. Dit betekent dat wanneer deze gekwantificeerd zouden kunnen worden, de baten-kostenverhouding naar alle waarschijnlijkheid nog hoger uit zou vallen. Verdere informatie over de belangrijkste effecten volgt onder de tabel.

Tabel 6.1 Mini-MKBA tabel hulpdiensten en toezicht in netto-contante waarden

Use case: Hulpdiensten en toezicht		Scenario Midden	Scenario Hoog	Scenario Laag
Economische effecten				
Investeringen	Investeringskosten DroneBoost (totaal)	€ -24.000.000	€ -24.000.000	€ -24.000.000
	Investeringskosten Extern (totaal)	€ -100.000.000	€ -100.000.000	€ -100.000.000
	Investeringskosten DroneBoost (obv. % km)	€ -2.000.000	€ -2.000.000	€ -2.000.000
	Investeringskosten Extern (obv. % km)	€ -6.000.000	€ -6.000.000	€ -6.000.000
	Investeringskosten DroneBoost use case-specifiek	€ -4.000.000	€ -4.000.000	€ -4.000.000
Operationele baten	Transportkosten	€ 22.000.000	€ 28.000.000	€ 17.000.000
	Personeelskosten	€ 11.000.000	€ 13.000.000	€ 8.000.000
Totaal economische effecten	***incl. randvoorwaarden (totaal)***	***€ -95.000.000***	***€ -87.000.000***	***€ -104.000.000***
	incl. randvoorwaarden (obv. % km)	***€ 21.000.000***	***€ 29.000.000***	***€ 12.000.000***
Maatschappelijke effecten				
Klimaat en milieu	CO2	€ 700.000	€ 900.000	€ 500.000
	Fijnstof	€ 400.000	€ 400.000	€ 300.000
	Stikstof	€ 700.000	€ 800.000	€ 500.000
	Biodiversiteit	+	+	+
Overige effecten	Leefomgeving	+/-	+/-	+/-
	Privacy	-	-	-
	Veiligheid	++	++	++
	Beveiliging	++	++	++
	Congestie	+	+	+
Totaal maatschappelijke effecten		***€ 2.000.000***	***€ 2.000.000***	***€ 1.000.000***
Saldo	incl. randvoorwaarden (totaal)	**€ -93.000.000**	**€ -85.000.000**	**€ -103.000.000**
Baten-kostenverhouding	incl. randvoorwaarden (totaal)	**0,27**	**0,34**	**0,21**
Saldo	incl. randvoorwaarden (obv. % km)	**€ 23.000.000**	**€ 31.000.000**	**€ 13.000.000**
Baten-kostenverhouding	incl. randvoorwaarden (obv. % km)	**2,90**	**3,59**	**2,19**

De investeringen voor deze use case zijn na toedeling relatief laag ten opzichte van de andere use cases. Dat komt doordat ondanks het grote aantal toepassingen, het aantal vluchten naar verwachting meevalt in vergelijking met de andere use cases. De operationele baten die ontstaan door lagere transportkosten en het uitsparen van personeel en dus personeelskosten wegen zwaarder dan de investeringen. Hier komen nog positieve klimaat- en milieueffecten bovenop. De grootste efficiëntiewinsten worden doorgaans gemaakt waar de meeste vluchten worden verwacht. Dat is met name bij incidentresponse, waarbij de meeste vluchten worden verwacht het reageren op ongevallen op de snelweg.

Naast de gekwantificeerde effecten zijn er veel effecten die meer toepassing-specifiek optreden. Deze effecten kunnen in potentie van grote toegevoegde waarde zijn, waardoor de MKBA-resultaten voor de use case nog positiever kunnen uitvallen. Te denken valt aan personeelscapaciteitsbesparing per operatie, die extra inzet mogelijk maken bij hulpdiensten en toezichthouders die te maken hebben met personeelskrapte. Hierdoor kan gevolgschade worden beperkt. Daarnaast kan gedacht worden aan reistijdswinsten door het sneller oplossen van ongevallen die snel- en vaarwegen stremmen en de reductie van schade als gevolg van voorrangsvoertuigen. Een ander niet gekwantificeerd effect is het beperken van materiële en immateriële gevolgschade van branden en inbraakmeldingen. Tot slot kan de biodiversiteit bevorderen door het in stand houden van de vispopulatie bij

de detectie van illegale visserij en door het detecteren van zieke bomen. Veel van deze effecten zijn behandeld in de businesscase van Drone2Go[21].

Hoewel bovengenoemde effecten in de Mini-MKBA niet zijn gekwantificeerd, vertegenwoordigen ze in potentie grote effecten. In onderstaand kader zijn een aantal tentatieve sommen toegevoegd om inzichtelijk te maken welke orde grootte dergelijke effecten zouden kunnen vertegenwoordigen.

Tentatieve som: *Drones als toezichthouder en first-responder*

Drones zijn op veel verschillende manieren van waarde als ondersteuning van toezichthouders en first-responders. De vijftien toepassingen lopen uiteen van detectie en monitoring tot incident response. De toegevoegde waarde van drones zit met name in een toename van efficiëntie in het uitvoeren van de taken, in het vrijspelen van personeel en in de veiligheid voor het personeel. Onderstaand lichten we een paar toepassingen uit waar aan de hand van tentatieve sommen inzicht geven in aanvullende maatschappelijke waarde naast de gekwantificeerde effecten.

Er zijn verschillende toepassingen in de incident response waar de drones toegevoegde waarde bij hebben. Een belangrijk voorbeeld zijn drones die reageren als first-responder bij ongevallen op de snelweg. Met behulp van deze drones kan een goede inschatting worden gemaakt over welk materieel en welke diensten nodig zijn om de situatie op te lossen. Eventuele hinder kan sneller worden opgelost, wat filevorming kan verminderen of wegnemen. Hiermee kunnen drones een bijdrage leveren aan het verminderen van een aanzienlijke maatschappelijke kostenpost: files. De jaarlijkse maatschappelijke kosten door files (op het hoofdwegennet) zijn naar schatting 2,7 tot 3,5 miljard euro[22]. De geschatte investeringskosten voor deze use case is 14 miljoen euro. De jaarlijkse filekosten zijn dus nog geen halve procent van de eenmalige investeringskost voor de hele use case. Als drones de filetijd met een halve procent zouden verminderen, zouden de investeringskosten van de hele use case in een jaar vanuit maatschappelijk oogpunt zijn terugverdiend door slechts een van de vijftien toepassingen.

Ook voor de brandweer kunnen drones belangrijk zijn bij incident response. Jaarlijks vliegt de brandweer naar schatting 1.000 keer uit voor natuurbranden en 4.000 keer voor industrie- of bedrijfsbranden[23]. Voor de politie zijn er jaarlijks 2.700 inbraakmeldingen waar het gebruik van drones voor de politie van toegevoegde waarde zou kunnen zijn[24]. Naast de effecten op capaciteit en milieu en klimaat zorgt een snellere reactietijd van de politie ervoor dat materiele en immateriële schade kan worden voorkomen. Dit effect is eerder geschat op 5.400 euro tot 10.800 euro per jaar[25].

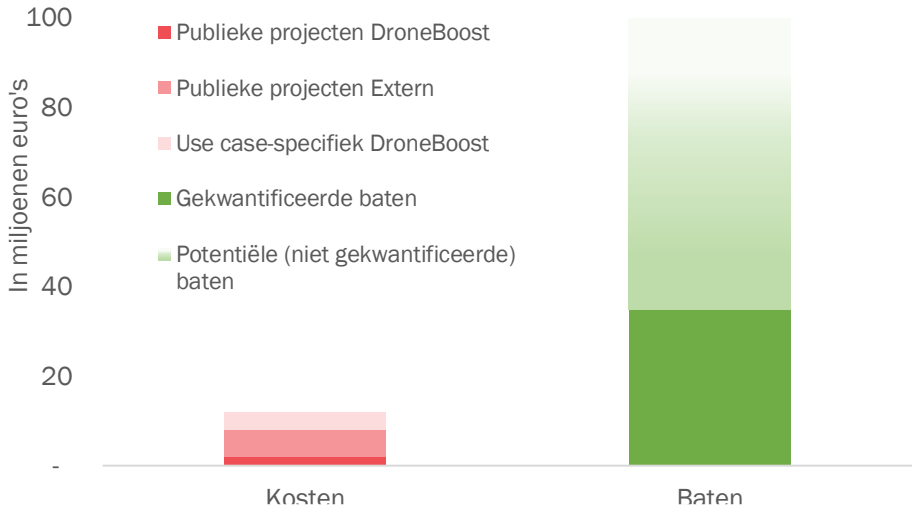
Ook in het opsporen van drenkelingen hebben drones toegevoegde waarde. In 2023 zijn 147 mensen verdronken in Nederland[26]. De Nationale Reddingsvloot heeft in 2023 6.377 hulpverleningen uitgevoerd, waarbij 7.040 personen zijn geholpen en 302 mensen uit

[21] Ecorys (2023). Maatschappelijke effecten van Drone2GO.
[22] Instituut voor Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV) (2024). Kosten van verkeersongevallen. SWOV-factsheet, juni 2024
[23] Ecorys (2023). Maatschappelijke effecten van Drone2GO.
[24] Idem.
[25] Idem.
[26] Zie cbs.nl

levensbedreigende situaties zijn gered[27]. De statistische waarde van een leven (VSL) is in Nederland 6,3 miljoen euro[28]. Stel dat drones een doorslaggevende bijdrage kunnen leveren aan het redden van 10% van het aantal verdronken mensen in Nederland, dan zou dat op jaarbasis al bijna 100 miljoen euro aan maatschappelijke waarde opleveren.

Andere maatschappelijke waarde zit bijvoorbeeld in de toepassing 'detectie van illegale fuiken'. Met behulp van drones kunnen illegale visfuiken efficiënt worden opgespoord. In een eerdere studie werd geschat dat drones 10% tot 25% meer fuiken kunnen opsporen ten opzichte van traditionele vervoersmiddelen. Dit levert jaarlijks naar schatting 8.000 tot 40.000 euro op aan maatschappelijke impact, afhankelijk van de omvang van een visfuik[29].

Figuur 6.1 Visualisatie maatschappelijke kosten en baten Hulpdiensten en toezicht, inclusief potentiële baten



6.1.2 Zorglogistiek

Wanneer we alleen kijken naar de effecten die we kunnen kwantificeren zijn de maatschappelijke kosten en baten van de use case zorglogistiek nagenoeg gelijk. In het midden-scenario is de batenkostenverhouding 0,99. In het hoge en lage scenario is dit respectievelijk 1,21 en 0,73. De efficiëntiewinst per rit is bij deze use case relatief beperkt, waardoor alleen in het hoge scenario een positief maatschappelijk rendement wordt genoteerd. Vergeleken met andere use cases zijn de baten in transportkosten en personeelskosten relatief beperkt. Deze toepassing gaat dan ook niet over efficiëntie, maar meer over gezondheidswinst en de houdbaarheid van het Nederlandse zorgsysteem. We verwachten dan ook een positief effect op de gezondheid van mensen en de gezondheidszorg in het geheel. In het blauwe kader onder de tabel lichten we dit verder toe.

[27] Reddingsbrigade Nederland (2024). Jaarverslag 2024.
[28] VAS Institute, KiM, Bast & Université Gustave Eiffel (2021). Monetary valuation of the prevention of road fatalities and serious road injuries. Results of the VALOR project.
[29] Ecorys (2023). Maatschappelijke effecten van Drone2GO.

De genoemde baten-kostenverhoudingen zijn berekend door de kosten voor het realiseren van de randvoorwaarden voor een drone-ecosysteem te verdelen over de use cases op basis van het aantal verwachte kilometers dat de drones zullen vliegen. Indien iedere use case op zichzelf de investeringen in de randvoorwaarden zou moeten dragen zie je dat het baten-kostenverhoudingen aanzienlijk afnemen. In het midden-scenario zakt deze verhouding tot 0,23. Dit onderstreept de toegevoegde waarde van gezamenlijk optrekken met andere use cases.

Tabel 6.2 Mini-MKBA tabel zorglogistiek in netto-contante waarden

Use case: Zorglogistiek		Scenario Midden	Scenario Hoog	Scenario Laag
Economische effecten				
Investeringen	Investeringskosten DroneBoost (totaal)	€ -24.000.000	€ -24.000.000	€ -24.000.000
	Investeringskosten Extern (totaal)	€ -100.000.000	€ -100.000.000	€ -100.000.000
	Investeringskosten DroneBoost (obv. % km)	€ -5.000.000	€ -5.000.000	€ -5.000.000
	Investeringskosten Extern (obv. % km)	€ -23.000.000	€ -23.000.000	€ -23.000.000
	Investeringskosten DroneBoost use case-specifiek	€ -2.000.000	€ -2.000.000	€ -2.000.000
Operationele baten	Transportkosten	€ 9.000.000	€ 11.000.000	€ 7.000.000
	Personeelskosten	€ 18.000.000	€ 22.000.000	€ 13.000.000
Totaal economische effecten	***incl. randvoorwaarden (totaal)***	***€ -99.000.000***	***€ -93.000.000***	***€ -106.000.000***
	incl. randvoorwaarden (obv. % km)	***€ -3.000.000***	***€ 3.000.000***	***€ -10.000.000***
Maatschappelijke effecten				
Klimaat en milieu	CO2	€ 700.000	€ 900.000	€ 500.000
	Fijnstof	€ 100.000	€ 100.000	€ 100.000
	Stikstof	€ 1.800.000	€ 2.200.000	€ 1.300.000
	Biodiversiteit	0	0	0
Overige effecten	Leefomgeving	+/-	+/-	+/-
	Privacy	-	-	-
	Veiligheid	0	0	0
	Beveiliging	0	0	0
	Gezondheid	++	++	++
Totaal maatschappelijke effecten		***€ 2.600.000***	***€ 3.200.000***	***€ 1.900.000***
Saldo	incl. randvoorwaarden (totaal)	**€ -96.400.000**	**€ -89.800.000**	**€ -104.100.000**
Baten-kostenverhouding	incl. randvoorwaarden (totaal)	**€ 0,23**	**€ 0,29**	**€ 0,17**
Saldo	incl. randvoorwaarden (obv. % km)	**€ -400.000**	**€ 6.200.000**	**€ -8.100.000**
Baten-kostenverhouding	incl. randvoorwaarden (obv. % km)	**0,99**	**1,21**	**0,73**

De investeringen voor deze use case zijn na toedeling op basis van het aantal gevlogen kilometers relatief hoog. De verwachting is dat deze toepassing veelvuldig wordt ingezet en daarbij ook relatief grote afstanden overbrugt. Tegelijkertijd zorgt de inzet van drones slechts beperkt voor efficiëntiewinst, te meer omdat de verwachting is dat er met drones ook extra ritten worden gemaakt. De operationele baten wegen niet volledig op tegen de investeringen. Het toepassen van drones zorgt voor een vermindering in uitstoot van schadelijke emissies voor klimaat en milieu, hetgeen zorgt voor maatschappelijke baten. Het belangrijkste effect van deze toepassing is het effect op de gezondheidszorg. Dit effect hebben we niet gekwantificeerd, maar in het onderstaand kader geven we een beeld over de baten dit kan opleveren.

Tentatieve som: *Toegevoegde waarde drones bij medische bezorging*

De zorg in Nederland wordt steeds geconfronteerd met stijgende kosten en een toenemende druk om efficiënter te werken. Een oplossing die vaak wordt overwogen, is centralisatie van

zorgdiensten. Dit betekent dat gespecialiseerde zorg in minder, maar grotere centra wordt aangeboden in plaats van verspreid over meerdere, kleinere locaties. Een van de uitdagingen die centralisatie van de zorg meebrengt is de toegankelijkheid van de zorg. In Nederland zijn er richtlijnen met daarin de maximale tijd dat het mag duren voordat medische spoedbezorging ter plaatse is, bijvoorbeeld in het geval van bloedtransfusies. Centralisatie brengt deze norm in gevaar, vooral in dunbevolkte of afgelegen regio's, waar mensen mogelijk verder moeten reizen om zorg te bereiken.

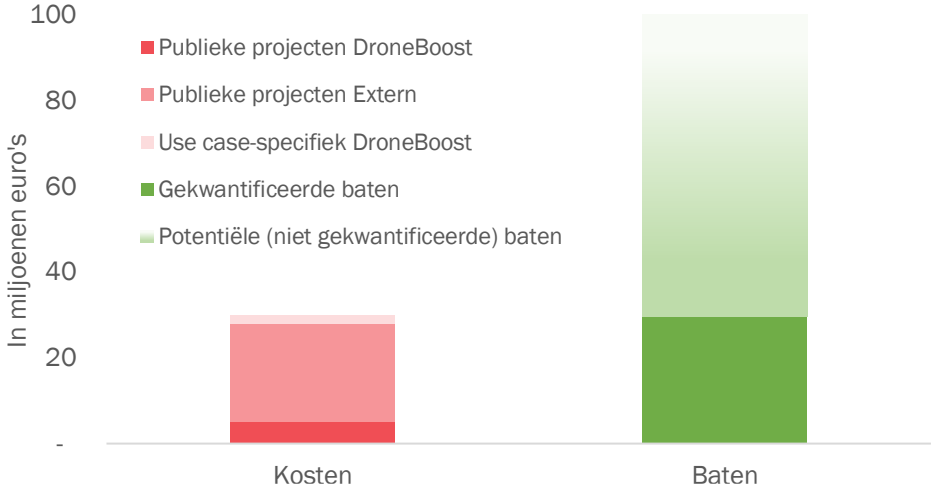
In dit licht kunnen drones een belangrijke rol spelen. Door medische drones in te zetten voor het transport van bloed, medicijnen, en andere kritieke materialen, kan het bereik van zorginstellingen binnen bepaald tijdsbestek significant worden vergroot zonder dat fysieke aanwezigheid op iedere locatie noodzakelijk is. Drones kunnen bijvoorbeeld bloed voor transfusies sneller en efficiënter naar ziekenhuizen of spoedeisende hulpposten vervoeren, wat met traditionele transportmiddelen langer duurt. Het zorgt ervoor dat toegang houden tot cruciale zorg ook met centralisatie behouden blijft. Sanquin voert jaarlijks circa 1.000 spoedritten uit bij levensbedreigende situaties[30]. Dit zijn ritten waarbij iedere minuut telt en dus bij uitstek de ritten waar drones toegevoegde waarde hebben.

In de mini-MKBA van deze use-case zijn de generieke effecten zoals transportbaten, personeelskosten en milieueffecten inzichtelijk gemaakt. De uiteindelijke gezondheidswinst, waar deze use-case feitelijk om draait, is moeilijker te kwantificeren. Ervan uitgaande dat het decentraal blijven aanbieden van de zorg tot grotere maatschappelijke kosten leidt, zit de meerwaarde van deze use case er namelijk in dat centralisatie mogelijk is, zonder dat dit tot negatieve gezondheidseffecten leidt.

In het midden-scenario zijn de (gekwantificeerde) baten circa 400 duizend euro lager dan de kosten. Het is aannemelijk dat het inzetten van drones dit gat dicht en er voor zorgt dat de baten de kosten ontstijgen. Door centralisatie van de zorg zal op meerdere spoedtransporten de geldende tijdsnorm niet worden gehaald. Gezien het aantal jaarlijkse spoedritten en het karakter van het transport liggen kritieke situaties voor de hand. De statistische waarde van een leven (VSL) is in Nederland 6,3 miljoen euro[31]. Als de Medical Drone Delivery gedurende de MKBA-looptijd 5 levens kan redden die niet gered zouden worden zonder dronevluchten, in een gecentraliseerd zorgsysteem, zouden alle investeringen voor de use case maatschappelijk al worden terugverdiend. Het kan ook voorkomen dat door de dronebezorging handelingen kunnen worden uitgevoerd waarmee levensjaren kunnen worden gewonnen voor de patiënt, bijvoorbeeld door het voorkomen van blijvende schade. De economische waarde van een levensjaar in Nederland wordt geschat op 80.000 euro[32]. Drones zouden een doorslaggevende rol moeten hebben bij het verlengen van 5 levensjaren om het negatieve MKBA-saldo van 400 duizend euro te compenseren.

[30] Gezien op sanquin.nl
[31] VAS Institute, KiM, Bast & Université Gustave Eiffel (2021). Monetary valuation of the prevention of road fatalities and serious road injuries. Results of the VALOR project.
[32] Zorginstituut Nederland (2018). Ziektelast in de praktijk. De theorie en praktijk van het berekenen van ziektelast bij pakketbeoordelingen.

Figuur 6.2 Visualisatie maatschappelijke kosten en baten Zorglogistiek, inclusief potentiële baten.



6.1.3 Landbouw

Van de toepassingen in de use case landbouw zijn wel economische en maatschappelijke effecten berekend, maar geen maatschappelijk saldo en een kosten-batenverhouding. Dat komt omdat er tijdens het onderzoek niet op tijd een use case-specifieke begroting aangeleverd kon worden. Op basis van de berekende effecten kan wel worden aangenomen dat – als de use case specifieke investeringen in lijn zijn met andere use cases – er waarschijnlijk een positief maatschappelijk rendement wordt genoteerd in het midden- en hoge scenario[33].

[33] In de eindfase van het onderzoek is nog een use case specifieke begroting aangeleverd van 2,2 miljoen euro. Dat was niet meer mee te nemen in de MKBA-berekeningen, maar zou zorgen voor een positief MKBA-saldo (en dus welvaartseffect) van 9 miljoen euro en een baten-kostenverhouding van 1,5.

Tabel 6.3 Mini-MKBA tabel landbouw in netto-contante waarden

Use case: Landbouw		Scenario Midden	Scenario Hoog	Scenario Laag
Economische effecten				
Investeringen	Investeringskosten DroneBoost (totaal)	€ -24.000.000	€ -24.000.000	€ -24.000.000
	Investeringskosten Extern (totaal)	€ -100.000.000	€ -100.000.000	€ -100.000.000
	Investeringskosten DroneBoost (obv. % km)	€ -6.000.000	€ -6.000.000	€ -6.000.000
	Investeringskosten Extern (obv. % km)	€ -24.000.000	€ -24.000.000	€ -24.000.000
	Investeringskosten DroneBoost use case-specifiek	PM	PM	PM
Operationele baten	Transportkosten	€ 37.000.000	€ 47.000.000	€ 28.000.000
	Personeelskosten	€ -5.000.000	€ -6.000.000	€ -4.000.000
Totaal economische effecten	***incl. randvoorwaarden (totaal)***	**PM**	**PM**	**PM**
	incl. randvoorwaarden (obv. % km)	**PM**	**PM**	**PM**
Maatschappelijke effecten				
Klimaat en milieu	CO2	€ 4.600.000	€ 5.800.000	€ 3.500.000
	Fijnstof	€ 4.500.000	€ 5.700.000	€ 3.400.000
	Stikstof	€ 200.000	€ 200.000	€ 100.000
	Biodiversiteit	++	++	++
Overige effecten	Leefomgeving	-	-	-
	Privacy	0	0	0
	Veiligheid	0	0	0
	Beveiliging	0	0	0
Totaal maatschappelijke effecten		***€ 9.300.000***	***€ 11.700.000***	***€ 7.000.000***
Saldo	incl. randvoorwaarden (totaal)	**PM**	**PM**	**PM**
Baten-kostenverhouding	incl. randvoorwaarden (totaal)	**PM**	**PM**	**PM**
Saldo	incl. randvoorwaarden (obv. % km)	**PM**	**PM**	**PM**
Baten-kostenverhouding	incl. randvoorwaarden (obv. % km)	**PM**	**PM**	**PM**

De toegedeelde investeringskosten voor randvoorwaarden naar de use case landbouw zijn relatief hoog. De toepassingen hebben veel beoogde ritten en gegeven dat landbouwbedrijven vaak een groot areaal aan grond bezitten, loopt het aantal kilometers snel op. Daartegenover staan de besparingen in transportkosten die met drones aanzienlijk zijn. Dit wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door de toepassing 'Precisiebespuiting en bemesting' waar het gebruikt van trekkers wordt vervangen door drones. De toepassing van drones zorgt op het gebied van personeel niet voor besparingen. De toepassing van drones is in deze use case relatief arbeidsintensief. Daarnaast zijn er twee nieuwe toepassingen waar op dit moment nauwelijks tot geen personeel op wordt ingezet en zijn er activiteiten die in frequentie toenemen wanneer drones ingezet kunnen worden. Dit speelt bij het maken van kaarten voor gewasplanning en -beheer en bij landbouwonderzoek waar drones worden ingezet om experimenten uit te voeren.

De baten op het gebied van klimaat en milieu zijn bij deze use case relatief groot. Zware machines worden vervangen door drones die aanzienlijk zuiniger en schoner zijn. De klimaat- en milieueffecten lopen op van 7 miljoen euro in het lage scenario tot 11,7 miljoen euro in het hoge scenario. De belangrijkste toegevoegde waarde van deze use case zit echter niet zozeer op het vlak van efficiëntie of emissies, maar meer op de duurzame omgang met bodem en ondergrond. Het toepassen van drones zorgt ervoor dat het land gerichter bemest of bespoten kan worden, wat overmatige uitspoeling van pesticiden en stikstof beperkt. Dit effect is sterker op zandgronden waar vanwege snelle uitspoeling doorgaans structureel overbemest wordt. Daarnaast kan een boer het land bewerken, zonder daarbij de bodem te

beschadigen door zwaar materieel. Dit heeft met name toegevoegde waarde wanneer het land kwetsbaar is, bijvoorbeeld ten tijden van extreme droogte of extreme neerslag. De use case heeft daarom bij het meenemen van kwalitatief behandelde effecten een zeer positieve score. In het onderstaande kader werken geven we met tentatieve sommen aan welke orde grootte niet gekwantificeerde effecten aanvullend nog kunnen hebben.

Tentatieve som: *Reductie schade weersextremen in de landbouw*

De belangrijkste toegevoegde waarde van de toepassing zit niet zozeer in efficiëntie, maar meer in een duurzamere en zorgvuldigere omgang met de bodem en gewassen. Met name in tijden van (extreme) droogte of (extreme) neerslag heeft het gebruik van drones toegevoegde waarde. Zo kan een boer ten tijden van een verzadigde bodem met drones land of gewassen bewerken zonder dat daar zware machines voor hoeven worden ingezet. In tijden van extreme regenval kan het bijvoorbeeld voorkomen dat landbouwvoertuigen de bodem niet kunnen bewerken en drones wel. Een ander voorbeeld is het monitoren van de staat van gewassen in tijden van extreme droogte zodat gericht water gegeven kan worden. Hiermee kan economische schade van weersextremen voor de landbouwsector voorkomen worden.

De schade van weersextremen kan stevig oplopen. De economische impact van droogtejaar 2018 voor de Nederlandse landbouwsector was naar schattig 820 tot 1.400 miljoen euro[34]. Ook extreme neerslagevenementen kunnen tot aanzienlijke schade leiden. Deltares becijferde dat extreme neerslag in Zuid-Holland alleen tot 2 miljard euro aan schade kan leiden, waarvan een deel neerslaat bij de landbouwsector[35]. Het KNMI verwacht dat extreme weersomstandigheden in de toekomst vaker voorkomen en heviger zijn in intensiteit[36]. Dit maakt het werk voor de landbouwsector moeilijker en zal de schade als gevolg van extreem weer verder doen toenemen. De Wageningen University & Research becijferde dat de schade door extreem weer voor een gemiddeld akkerbouwbedrijf met pootaardappelen, wintertarwe, suikerbieten en zaaiuien kan oplopen van 180 euro per hectare per jaar tot 3.200 euro per hectare per jaar, afhankelijk van het KNMI-scenario. In dit laatste geval betekent dit een verlies van 60 procent aan bruto-inkomsten[37]. In 2023 was er in Nederland in totaal bijna 160 duizend hectare aan akkerbouwgrond bestemd voor aardappelen[38]. Extreem weer zou voor dit areaal jaarlijks voor 29 miljoen euro tot 512 miljoen euro aan schade kunnen leiden.

Schade als gevolg van extreem weer kan niet voorkomen worden door het gebruik van drones. Wel geeft het boeren de gelegenheid om in bepaalde gevallen schade te beperken. Het gaat daarbij enerzijds om verbeterd gewasherstel door precisielandbouw nadat schade is aangericht door extreem weer. Het gaat anderzijds om het optimaliseren van gewasbewerkingsmomenten, waarbij geen rekening gehouden hoeft te worden met de mate waarin het land berijdbaar is gekeken naar de waterstand.

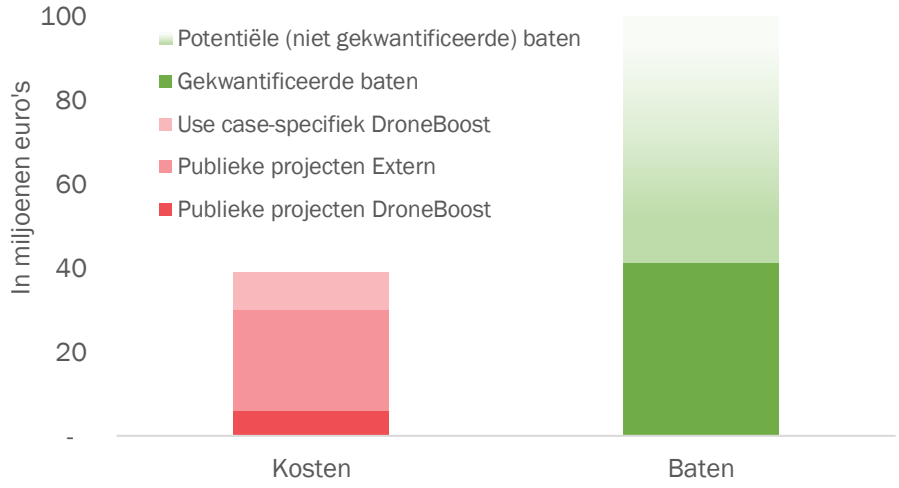
Het monitoren, gericht bemesten en vervangen van zware machines zorgt ervoor dat de bodem minimaal belast wordt, dat kan een deel van de grote kostenposten wegnemen. De niet use case specifieke investeringskosten van DroneBoost voor de landbouwsector zijn

[34] Ecorys (2018). Economische schade door droogte in 2018.
[35] Deltares (2022). Case studie Zuid-Holland. 'Analyse grootschalige wateroverlast' .
[36] KNMI (2023). KNMI'23 klimaatscenario's.
[37] NieuweOogts (2021). Agrosector probeert vooruit te kijken bij klimaatverandering. Geraadpleegd via nieuweoogst.nl. Gaat over de WUR-stresstest.
[38] Zie cbs.nl

ongeveer 30 miljoen euro. De schade bij een jaar van extreme droogte was ongeveer 1 miljard euro voor de landbouwsector. Als de toepassing van drones 3% van deze schade zouden kunnen voorkomen zouden deze investeringskosten in één jaar met extreme droogte kunnen worden terugverdiend. Een andere denkrichting zit in de schattingen voor toekomstige jaarlijkse schade voor de aardappelsector als gevolg van extreem weer (gemiddeld 270 miljoen per jaar). Als de grootschalige toepassing van drones ruim 11% van deze schade jaarlijks zou kunnen voorkomen, zouden de investeringskosten in een jaar kunnen worden terugverdiend.

Bovenstaande schattingen gaan uiteindelijk in op de opbrengst voor de agrarische sector. Wat hier nog buiten beschouwing blijft, is dat door precisielandbouw ook het uitspoelen van pesticiden en mest wordt verminderd, wat schade aan biodiversiteit beperkt.

Figuur 6.3 Visualisatie maatschappelijke kosten en baten Landbouw, inclusief potentiële baten.



6.1.4 Haven(offshore) logistiek

De voorziene toepassingen in de use case haven- en offshore-logistiek hebben in alle scenario's een positief maatschappelijk rendement. In het midden-scenario zijn de baten een factor 1,73 keer zo hoog als de kosten. In het lage scenario gaat het om een factor 1,3 en in het hoge scenario om een factor 2,16. Deze baten-kostenverhoudingen zijn berekend door de kosten voor het creëren van randvoorwaarden toe te rekenen naar alle use cases op basis van verwachte kilometers. Als de use case op zich zou staan en de investeringen in randvoorwaarden volledig zelf zou moeten dragen, zou de use case in de laag- en midden-scenario's niet maatschappelijk renderen. Dat is te zien aan de baten-kostenverhoudingen die lager dan 1 liggen. In het hoge scenario zijn de maatschappelijke baten wel hoger dan de kosten. Dit komt doordat er in deze use case veel vluchten en dronekilometers zijn voorzien, waarover de investeringen in randvoorwaardelijke publieke projecten beter te spreiden zijn.

Tabel 6.4 Mini-MKBA tabel haven- en offshore logistiek in netto-contante waarden

Use case: Haven- en offshore logistiek		Scenario Midden	Scenario Hoog	Scenario Laag
Economische effecten				
Investeringen	Investeringskosten DroneBoost (totaal)	€ -24.000.000	€ -24.000.000	€ -24.000.000
	Investeringskosten Extern (totaal)	€ -100.000.000	€ -100.000.000	€ -100.000.000
	Investeringskosten DroneBoost (obv. % km)	€ -11.000.000	€ -11.000.000	€ -11.000.000
	Investeringskosten Extern (obv. % km)	€ -48.000.000	€ -48.000.000	€ -48.000.000
	Investeringskosten DroneBoost use case-specifiek	€ -20.000.000	€ -20.000.000	€ -20.000.000
Operationele baten	Transportkosten	€ 110.000.000	€ 138.000.000	€ 83.000.000
	Personeelskosten	€ 6.000.000	€ 7.000.000	€ 4.000.000
Totaal economische effecten	***incl. randvoorwaarden (totaal)***	***€ -28.000.000***	***€ 1.000.000***	***€ -57.000.000***
	incl. randvoorwaarden (obv. % km)	***€ 37.000.000***	***€ 66.000.000***	***€ 8.000.000***
Maatschappelijke effecten				
Klimaat en milieu	CO2	€ 900.000	€ 1.100.000	€ 700.000
	Fijnstof	€ 19.800.000	€ 24.800.000	€ 14.900.000
	Stikstof	€ -	€ -	€ -
	Biodiversiteit	0	0	0
Overige effecten	Leefomgeving	+	+	+
	Privacy	-	-	-
	Veiligheid	+	+	+
	Beveiliging	+	+	+
Totaal maatschappelijke effecten		***€ 20.700.000***	***€ 25.900.000***	***€ 15.600.000***
Saldo	incl. randvoorwaarden (totaal)	**€ -7.300.000**	**€ 26.900.000**	**€ -41.400.000**
Baten-kostenverhouding	incl. randvoorwaarden (totaal)	**0,95**	**1,19**	**0,71**
Saldo	incl. randvoorwaarden (obv. % km)	**€ 57.700.000**	**€ 91.900.000**	**€ 23.600.000**
Baten-kostenverhouding	incl. randvoorwaarden (obv. % km)	**1,73**	**2,16**	**1,30**

De investeringen voor deze use case zijn na toedeling relatief hoog ten opzichte van de andere use cases. Dat komt doordat het aantal vluchten naar verwachting groot is in vergelijking met de andere use cases. De operationele baten die ontstaan door lagere transportkosten en het uitsparen van personeel en dus personeelskosten wegen zwaarder dan de investeringen na toedeling. Hier komen nog positieve klimaat- en milieueffecten bovenop die gezamenlijk een waarde van 21 miljoen euro vertegenwoordigen. De grootste efficiëntiewinsten worden doorgaans gemaakt waar de meeste vluchten worden verwacht. Dat is met name bij de ondersteuning van logistiek in de haven en op zee. Het gaat hier om vervoer van onderdelen en lading.

De niet gekwantificeerde maatschappelijke effecten van de use case spelen in deze use case een kleinere rol dan in de andere use cases. De reden daarachter is dat de use case niet zo zeer is gericht op het oplossen van maatschappelijke uitdagingen. Desalniettemin kunnen drones in de haven en offshore bijdragen aan de beveiliging van luchtruim en grenzen en worden onveilige activiteiten voor personeel voorkomen door de inzet van drones.

De use case richt zich echter voornamelijk op het efficiënter inrichten van bedrijfsprocessen. Drones maken nieuwe activiteiten mogelijk in de haven- en offshore logistiek en de winst die dit kan opleveren kon in de MKBA-light niet worden berekend. Het gaat bijvoorbeeld om winsten uit taken met betrekking tot surveillance, marketing en inspectie. Uit onderstaande tentatieve benadering blijkt

wel dat dit effect in potentie groot is en kan bijdragen aan een nog hoger maatschappelijk rendement van de use case.

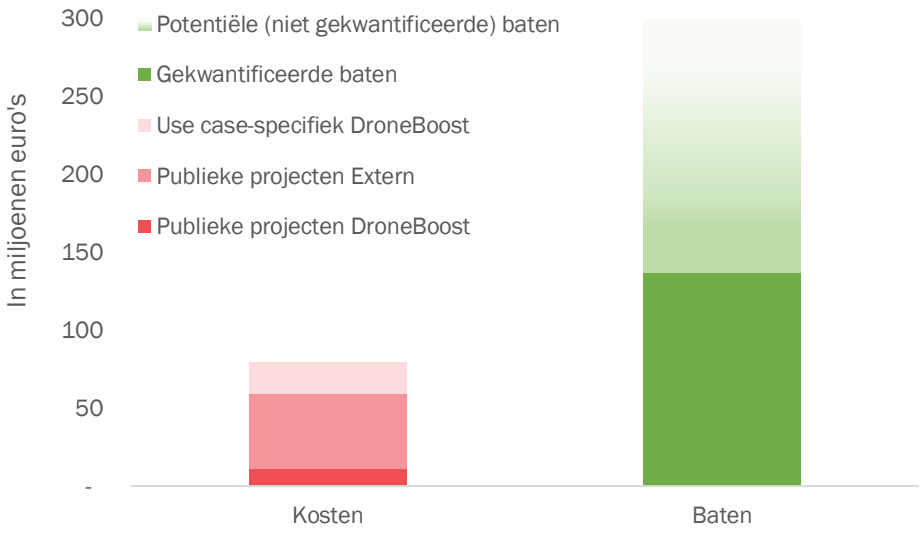
Tentatieve som: ***Winstvergroting in de haven(offshore) logistiek***
Een toename economische efficiëntie is de belangrijkste reden om met drones aan de slag te gaan in de haven(offshore) logistiek. Drones maken voor verschillende bedrijven in de haven nieuwe activiteiten mogelijk, wat bijdraagt aan winstmaximalisatie in de onderneming. Daarnaast bieden drones de beveiligingsmogelijkheden tegen onder meer ongewenste drones.

Op dit moment zien bedrijven in de havensector al de toegevoegde waarde van drones in havengebieden. In de haven van Rotterdam is het aantal bedrijven die gericht zijn op dronetoepassingen de laatste jaren toegenomen. Momenteel zijn er circa 30 bedrijven die actief gebruik maken van drones. De verwachting is dat dit aantal in Rotterdam de komende jaren aanzienlijk zal toenemen en mogelijk met een factor twintig zal toenemen. Volgens Smartport (2021) zijn in Rotterdam Stad en Haven meer dan 3.500 bedrijven actief[39]. Als 600 van deze bedrijven drones gaan gebruiken staat dat gelijk aan 15 tot 20 procent van d bedrijfspopulatie.

Volgens de Havenmonitor 2023 bedroeg de toegevoegde waarde die in en rond de Nederlandse zeehavens werd gecreëerd 40 miljard euro in 2022[40]. Als we hierop de 15 tot 20 procent bedrijven projecteren die naar verwachting met drones gaan werken, komt dat neer op een jaarlijkse toegevoegde waarde van bijna 7 miljard euro. Als zij door de inzet van drones de gegenereerde toegevoegde waarde met slechts 0,1% kunnen vergroten leidt dat al tot een jaarlijkse baat van 7 miljoen euro. Deze jaarlijkse baat telt ieder jaar op dat drones als gevolg van DroneBoost sneller in de haven kunnen worden ingezet. Gezien de voorzichtigheid van de schatting kan worden aangenomen dat extra activiteiten door drone-inzet in Nederlandse havens al snel tot een zeer positief maatschappelijk rendement zullen leiden.

[39] Smartport (2021), *De haven van 2030-2050: Smartport trends & visuals*
[40] Erasmus UPT (2023), *Havenmonitor 2023: De economische betekenis van Nederlandse zeehavens*

Figuur 6.4 Visualisatie maatschappelijke kosten en baten Haven- en offshorelogistiek, inclusief potentiële baten.



6.2 Totale MKBA

De onderstaande overzichtstabel brengt de verschillende effecten van DroneBoost samen. De tabel toont de economische en maatschappelijke effecten van drones, verdeeld over drie scenario's: midden, hoog en laag.

De investeringen zijn in alle scenario's gelijk en bedragen 220 miljoen euro. De baten van besparingen van kosten voor personeel en transport wijken af tussen de scenario's. In het hoge scenario leveren deze besparingen 260 miljoen euro aan baten op, in het midden en lage scenario zijn deze baten respectievelijk 208 miljoen euro en 156 miljoen euro. De baten van de verschuiving van werkgelegenheid naar productievere sectoren is in ieder scenario gelijk, namelijk 71 miljoen euro. Dit resulteert in een totaal saldo van economische effecten van 111 miljoen euro in het hoge scenario, 59 miljoen euro in het midden scenario en 7 miljoen euro in het lage scenario.

De maatschappelijke effecten zijn onderverdeeld in klimaat en milieu, overige effecten en strategische autonomie. De klimaat- en milieubaten lopen op van 26 miljoen euro tot 43 miljoen euro, afhankelijk van het scenario en het aantal vluchten dat ermee gepaard gaat. Andere maatschappelijke effecten zoals biodiversiteit, leefomgeving, privacy en veiligheid beoordelen we kwalitatief, maar dat maakt ze niet minder relevant. Op leefomgeving kunnen zowel positieve als negatieve effecten ontstaan. Biodiversiteit, veiligheid, beveiliging en overige

effecten beoordelen we positief. Daartegenover staat een negatief effect op privacy. DroneBoost leidt daarnaast tot strategische autonomie in Defensie en waarschijnlijk tot meer strategische autonomie in het civiel domein.

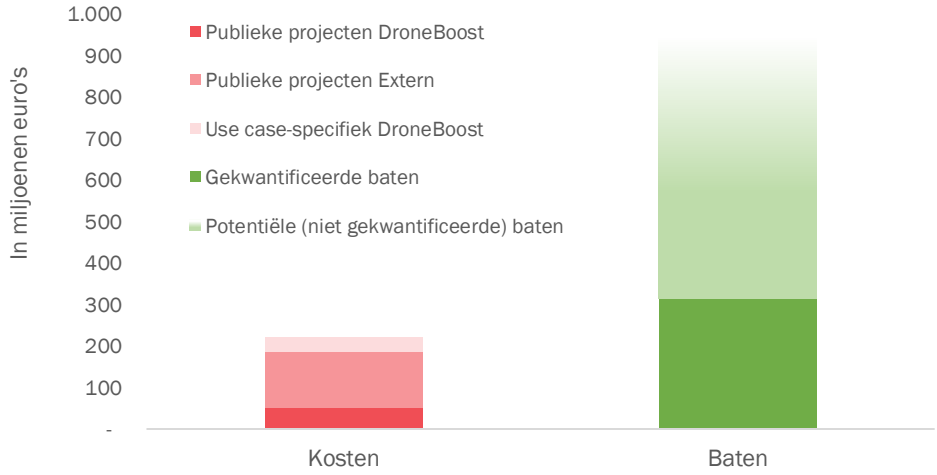
De tentatieve sommen uit de voorgaande paragraaf tonen aan dat de niet gekwantificeerde effecten doorgaans positief zijn en grote waarden kunnen vertegenwoordigen die aanvullend zijn op de effecten die in onderstaande totale MKBA gekwantificeerd zijn.

Puur kijkend naar de kwantitatief doorgerekende effecten zien we positieve saldi in alle scenario's. In het middelste scenario zijn de baten 94 miljoen euro groter dan de kosten, wat leidt tot een baten-kostenverhouding van 1,43. In de andere scenario's loopt deze verhouding uiteen van 1,15 tot 1,70. Wegens een groot aantal kwalitatief beoordeelde effecten zijn deze saldi slechts een deel van het verhaal. Gezien de aard van de kwalitatief beoordeelde effecten vallen de daadwerkelijke baten-kostenverhoudingen in werkelijkheid nog hoger uit.

Tabel 6.5 MKBA-tabel DroneBoost in netto-contante waarden

		Scenario Midden	Scenario Hoog	Scenario Laag
Economische effecten				
Investeringen	Investeringskosten publieke projecten DroneBoost	€ -51.000.000	€ -51.000.000	€ -51.000.000
	Investeringskosten publieke projecten Extern	€ -134.000.000	€ -134.000.000	€ -134.000.000
	Investeringskosten use case-specifiek DroneBoost	€ -35.000.000	€ -35.000.000	€ -35.000.000
Operationele baten	Transportkosten	€ 178.000.000	€ 223.000.000	€ 134.000.000
	Personeelskosten	€ 30.000.000	€ 37.000.000	€ 22.000.000
Indirecte effecten	Werkgelegenheidsverschuiving	€ 71.000.000	€ 71.000.000	€ 71.000.000
Totaal economische effecten	***incl. randvoorwaarden (totaal)***	***€ 59.000.000***	***€ 111.000.000***	***€ 7.000.000***
Maatschappelijke effecten				
Klimaat en milieu	CO2	€ 7.000.000	€ 9.000.000	€ 5.000.000
	Fijnstof	€ 25.000.000	€ 31.000.000	€ 19.000.000
	Stikstof	€ 3.000.000	€ 3.000.000	€ 2.000.000
	Biodiversiteit	+	+	+
Overige effecten	Leefomgeving	+/-	+/-	+/-
	Privacy	-	-	-
	Veiligheid	+	+	+
	Beveiliging	+	+	+
	Overig (congestie en gezondheid)	+	+	+
Strategische effecten	Strategische autonomie Defensie	+	+	+
	Strategische autonomie Civiel	(+)	(+)	(+)
Totaal maatschappelijke effecten		***€ 35.000.000***	***€ 43.000.000***	***€ 26.000.000***
Saldo		€ 94.000.000	€ 154.000.000	€ 33.000.000
Baten-kostenverhouding		1,43	1,70	1,15

Figuur 6.5 Visualisatie maatschappelijke kosten en baten DroneBoost, inclusief potentiële baten.



6.3 Gevoeligheidsanalyses

De belangrijkste risico's en onzekerheden die wij in dit onderzoek zijn tegengekomen brengen we in beeld via gevoeligheidsanalyses. Hiermee geven we aan wat er verandert in de hoofduitkomsten als parameters of invoer wijzigen. Onder de tabel worden de gevoeligheidsanalyses nader toegelicht. De analyse doet geen uitspraak over de waarschijnlijkheid dat de gevoeligheidsanalyses zich voordoen. Het zijn allemaal reële mogelijkheden.

Een belangrijk aandachtspunt bij de gevoeligheidsanalyses is dat deze veranderingen tonen ten opzichte van de centrale MKBA-tabel. In deze tabel zijn veel relevante effecten niet gekwantificeerd en overwegend positief.

Tabel 6.6 Gevoeligheidsanalyses in netto-contante waarden

	Contante waarden in miljoenen euro's *Projectalternatief in het midden-scenario t.o.v. nulalternatief*
Centrale MKBA-tabel	
Economische effecten	€ 59.000.000
Maatschappelijke effecten	€ 35.000.000
Baten-kostenverhouding	**1,43**
Gevoeligheidsanalyse 1: Langere vertraging zonder DroneBoost	
Economische effecten	€ 229.000.000
Maatschappelijke effecten	€ 62.000.000
Baten-kostenverhouding	**2,32**
Gevoeligheidsanalyse 2: Kortere vertraging zonder DroneBoost	
Economische effecten	- € 52.000.000
Maatschappelijke effecten	€ 16.000.000
Baten-kostenverhouding	**0,84**
Gevoeligheidsanalyse 3: Langere zichtperiode	
Economische effecten	€ 189.000.000
Maatschappelijke effecten	€ 38.000.000
Baten-kostenverhouding	**2,03**
Gevoeligheidsanalyse 4: Lagere investeringskosten (-25%)	
Economische effecten	€ 103.000.000
Maatschappelijke effecten	€ 35.000.000
Baten-kostenverhouding	**1,78**
Gevoeligheidsanalyse 5: Hogere investeringskosten (+25%)	
Economische effecten	€ 4.000.000
Maatschappelijke effecten	€ 35.000.000
Baten-kostenverhouding	**1,14**
Gevoeligheidsanalyse 6: Beperking DroneBoost tot 3 use cases	
Economische effecten	€ 33.000.000
Maatschappelijke effecten	€ 32.000.000
Baten-kostenverhouding	**1,30**
Gevoeligheidsanalyse 7: Opschaling DroneBoost in andere sectoren	
Economische effecten	€ 305.000.000
Maatschappelijke effecten	€ 69.000.000
Baten-kostenverhouding	**2,47**
Gevoeligheidsanalyse 8: Uitblijven van verschuivingseffect werkgelegenheid	
Economische effecten	- € 12.000.000
Maatschappelijke effecten	€ 34.000.000
Baten-kostenverhouding	**1,10**
Gevoeligheidsanalyse 9: Exportverlies in nulalternatief	

Economische effecten	€ 131.000.000
Maatschappelijke effecten	€ 35.000.000
Baten-kostenverhouding	**1,75**
Gevoeligheidsanalyse 10: Lager percentage kwaliteitswinst door toespitsing op de Nederlandse context	
Economische effecten	€ 52.000.000
Maatschappelijke effecten	€ 34.000.000
Baten-kostenverhouding	**1,39**
Gevoeligheidsanalyse 11: Hoger percentage kwaliteitswinst door toespitsing op de Nederlandse context	
Economische effecten	€ 68.000.000
Maatschappelijke effecten	€ 36.000.000
Baten-kostenverhouding	**1,47**

6.3.1 Langere vertraging zonder DroneBoost

Als de vertraging in het nulalternatief niet vijf maar tien jaar bedraagt, dan zijn de effecten van dronetoepassingen in het nulalternatief lager. Dit heeft een aanzienlijke invloed op zowel de economische als de maatschappelijke effecten. De baten-kostenverhouding neemt toe tot boven de twee. Deze gevoeligheidsanalyse laat zien dat de mate waarin DroneBoost de opkomst van een drone-ecosysteem versnelt, van aanzienlijke invloed is op het maatschappelijk rendement.

6.3.2 Kortere vertraging zonder DroneBoost

Als de vertraging in het nulalternatief niet vijf maar twee jaar bedraagt, dan zijn de effecten van dronetoepassingen in het nulalternatief hoger. DroneBoost heeft dan een weinig versnellend effect op de opkomst van een drone-ecosysteem. In dat geval zijn de kosten van DroneBoost hoger dan de baten die het oplevert. Mocht de vertraging daadwerkelijk twee jaar bevatten, dan is het vanuit maatschappelijk oogpunt efficiënter om de autonome ontwikkeling af te wachten en geen additionele DroneBoost-investeringen te doen.

6.3.3 Langere zichtperiode

In deze gevoeligheidsanalyse rekenen we de MKBA-light door met een langere zichtperiode; namelijk 30 in plaats van 15 jaar. Dat betekent dat we ervan uitgaan dat DroneBoost tussen 2040 en 2055 ook nog effecten verzorgt. In deze analyse nemen voornamelijk de economische effecten toe waardoor de baten-kostenverhouding toeneemt tot 2,03. De voornaamste oorzaak is dat werkgelegenheidseffect langer een groot effect verzorgt. Dit is een realistisch scenario als er de komende decennia (naast ontwikkeling van drone-industrie) weinig innovatie wordt verwacht in de landbouw- en logistieke sector.

6.3.4 Lagere investeringskosten

De hoogte van investeringen die nodig zijn voor het programma DroneBoost is nog onzeker. Als we met 25 procent lagere kosten rekenen nemen de economische effecten toe. De investeringen zijn immers lager. De batenkostenverhouding neemt daardoor toe tot 1,78.

6.3.5 Hogere investeringskosten (+25%)

In het geval de benodigde investeringen 25 procent hoger zijn neemt het economische effect af. De baten-kostenverhouding neemt af tot 1,14, maar blijft dus nog boven de 1. Dat betekent dat ook met 25 procent hogere kosten, DroneBoost maatschappelijk nog steeds rendeert.

6.3.6 Beperking van DroneBoost tot select aantal use cases

Indien zou worden gekozen om te focussen op een beperkt aantal use cases, zullen nog steeds veel investeringen gedaan moeten worden. Tegelijkertijd worden de effecten van toepassingen beperkt. Stel dat – als gevolg van *cherry picking* – gekozen zou worden voor de drie use cases met de hoogste baten-kostenverhouding. In dat geval worden de investeringen in randvoorwaarden verdeeld over minder dronevluchten. Iedere dronevlucht draagt in dat opzicht een groter deel van deze vaste lasten. Daardoor neemt in deze gevoeligheidsanalyse de baten-kostenverhouding af tot 1,3. Hoewel de baten nog steeds hoger zijn dan de kosten, is een belangrijke boodschap uit deze gevoeligheidsanalyse dat beperkingen aan use cases en toepassingen drukken op het maatschappelijk rendement van DroneBoost.

6.3.7 Opschaling dronegebruik in andere sectoren

Omgekeerd geldt hetzelfde: hoe meer dronevluchten, des te lager de vaste kosten per dronevlucht. De benefits map noemt opschaling van dronegebruik binnen use cases. Daarnaast is opschaling in andere sectoren denkbaar. Te denken valt aan meer infrastructuurinspecties, transport buiten havens (bijvoorbeeld bedrijventerreinen) of voorbereidende werkzaamheden in de bouw. Als we rekenen met het dubbele aantal vluchten door opschaling in andere sectoren, stijgen de economische en maatschappelijke effecten en stijgt de baten-kostenverhouding tot 2,47. Het loont dus om actief werk te maken van opschaling van dronetoepassingen naar andere sectoren.

6.3.8 Uitblijven van verschuiving werkgelegenheid naar productieve sectoren

De mogelijkheid bestaat dat investeringen in de ene hoogproductieve sector ten koste gaan van investeringen in de andere hoogproductieve sector. Als dat het

geval is, kan niet worden verondersteld dat de arbeidsproductiviteit van de gemiddelde Nederlander toeneemt. Bij investeringen in een andere hoogproductieve innovatieve sector zouden dan namelijk vergelijkbare verschuivingen in werkgelegenheid optreden. Zonder dit welvaartseffect neemt de baten-kostenverhouding af tot 1,10.

6.3.9 Doorrekening exportverlies

Het is echter ook mogelijk dat als in het nulalternatief andere landen wel inzetten op ontwikkeling van een drone-ecosysteem en Nederland niet, er in drone-beïnvloede sectoren een exportverlies ontstaat. Andere landen boeken dan de efficiëntiewinsten die Nederlandse bedrijven niet boeken door een achterblijvend drone-ecosysteem. Daardoor kan in het nulalternatief in Nederland een werkgelegenheidsverschuiving optreden naar minder productieve sectoren, waardoor de gemiddelde Nederlandse werknemer minder productief wordt. We rekenen in het nulalternatief met een welvaartseffect dat even groot is als het welvaartseffect door werkgelegenheidsverschuiving in het projectalternatief. Hierdoor nemen de economische effecten toe, wat resulteert in een baten-kostenverhouding van 1,75.

6.3.10 Lager percentage kwaliteitswinst door toespitsing op de Nederlandse context

We rekenen in de MKBA met een opslag voor de economische exploitatie-effecten in het projectalternatief ten opzichte van het nulalternatief. Dat doen we omdat de exploitatie-effecten naar verwachting groter zijn in het projectalternatief omdat in dat geval meer Nederlandse technologie wordt ingezet die beter is toegespitst op de Nederlandse context waar toepassingen zich in bevinden. De gehanteerde opslag bedraagt vijf procent. Als we deze aanpassen naar een procent nemen de economische effecten af. Deze lagere opslag heeft echter weinig invloed op de baten-kostenverhouding.

6.3.11 Hoger percentage kwaliteitswinst door toespitsing op de Nederlandse context

Andersom kan ook worden gerekend met een hogere opslag in het projectalternatief doordat technologie beter is toegesneden op de Nederlandse context. Als we de opslag verhogen van vijf procent naar tien procent nemen de economische effecten toe. Deze hogere opslag heeft tevens weinig invloed op de baten-kostenverhouding.

7. Conclusie

Doordat verschillende randvoorwaarden voor dronevluchten ontbreken, blijven investeringen achter. Daardoor kan het potentieel van een Nederlands drone-ecosysteem momenteel nog niet ontsloten worden. Om daar verandering in te brengen moet in alle (rand)voorwaarden geïnvesteerd worden. Vanuit de markt gebeurt dat niet omdat investering in randvoorwaarde A niet tot het gewenste effect leidt als niet ook in randvoorwaarde B wordt geïnvesteerd. Daarom zijn publieke investeringen in een drone-ecosysteem nodig. Deze publieke investeringen zijn gevat onder DroneBoost.

Om te beoordelen of de maatschappelijke baten van versnelde realisatie van een drone-ecosysteem opwegen tegen de investeringen die daarvoor nodig zijn, is deze MKBA-light opgesteld. Uit de MKBA-light blijkt dat de economische effecten van DroneBoost de benodigde investeringen al overstijgen. De benodigde investeringen worden dus al terugverdiend met personeels- en transportkostenbesparingen en een verschuiving van werkgelegenheid naar hoogproductieve sectoren. Het maatschappelijk welvaartseffect neemt verder toe wanneer ook de gemonetariseerde klimaat- en milieueffecten worden meegenomen.

Uit de MKBA-light van DroneBoost blijkt dat – puur gekeken naar de gekwantificeerde effecten – DroneBoost een positief maatschappelijk rendement heeft in zowel het lage-, midden- als hoge scenario. De baten-kostenverhoudingen lopen uiteen van 1,15 tot 1,70. De gevoeligheidsanalyses tonen de robuustheid van de uitkomsten omdat in bijna alle gevoeligheidsanalyses de baten groter blijven dan de kosten. Een belangrijke indicator hierbij is de vertraging van dronetoepassingen in het nulalternatief. Als deze vertraging korter is dan de genoemde vijf jaar nemen de effecten van DroneBoost snel af. Als de vertraging zonder DroneBoost in werkelijkheid langer zal zijn, nemen de baten van DroneBoost snel toe.

De maatschappelijke meerwaarde van DroneBoost zit hem dus in het mogelijk maken van dronetoepassingen die zonder DroneBoost pas later in de toekomst geïntroduceerd kunnen worden. Het grootste gekwantificeerde effect is het transportkosteneffect. Daarnaast draagt het werkgelegenheidsverschuivingseffect veel bij en ontstaan er positieve welvaartseffecten door het uitsparen van personeel en het terugdringen van emissies die schadelijk zijn voor milieu en klimaat. Deze gemonetariseerde welvaartseffecten bevinden zich in de orde grootte van tientallen tot ruim honderd miljoen euro.

Bij veel toepassingen is het overkoepelende doel echter niet economische efficiëntie of reductie in emissies, maar juist een verbeterde gezondheidszorg of het verhogen van veiligheid van personeel of mensen in nood. Het kwantificeren van dit soort effecten vraagt om uitgebreid vervolgonderzoek, maar tentatieve sommen laten zien dat de effecten in potentie groot zijn en maatschappelijke meerwaarde vertegenwoordigen. Deze effecten vertegenwoordigen naar verwachting waarden in de orde grootte van miljarden euro's.

DroneBoost biedt dus veel potentie voor de Nederlandse economie en maatschappij, maar die potentie wordt niet vanzelf benut. De effecten ontstaan namelijk verspreid over een grote verscheidenheid aan bedrijven die in veel gevallen niet zelf en zeker niet alleen randvoorwaarden, zoals testfaciliteiten, infrastructuur en regelgeving, kunnen creëren. De mini-MKBA's per use case laten zien dat de baten-kostenverhouding alleen positief wordt als de investeringskosten voor de randvoorwaarden worden verdeeld over meerdere sectoren.

Kortom, DroneBoost heeft in potentie een groot effect op de Nederlandse maatschappij. Er is echter geen ruimte voor *cherry picking*. Als de minst renderende use case zou worden uitgesloten, daalt de algehele MKBA-uitkomst. Een belangrijke les uit de mini-MKBA's en de gevoeligheidsanalyses is daarom dat hoe meer er gevlogen zal worden, hoe sterker de investeringen in randvoorwaarden renderen. De (grotendeels) vaste lasten kunnen dan namelijk over meer bedrijven, toepassingen, vluchten en kilometers worden verdeeld. Oftewel, over het algemeen neemt het maatschappelijk rendement verder toe naarmate er meer use cases en toepassingen ontstaan en verdere innovatie wordt gestimuleerd.

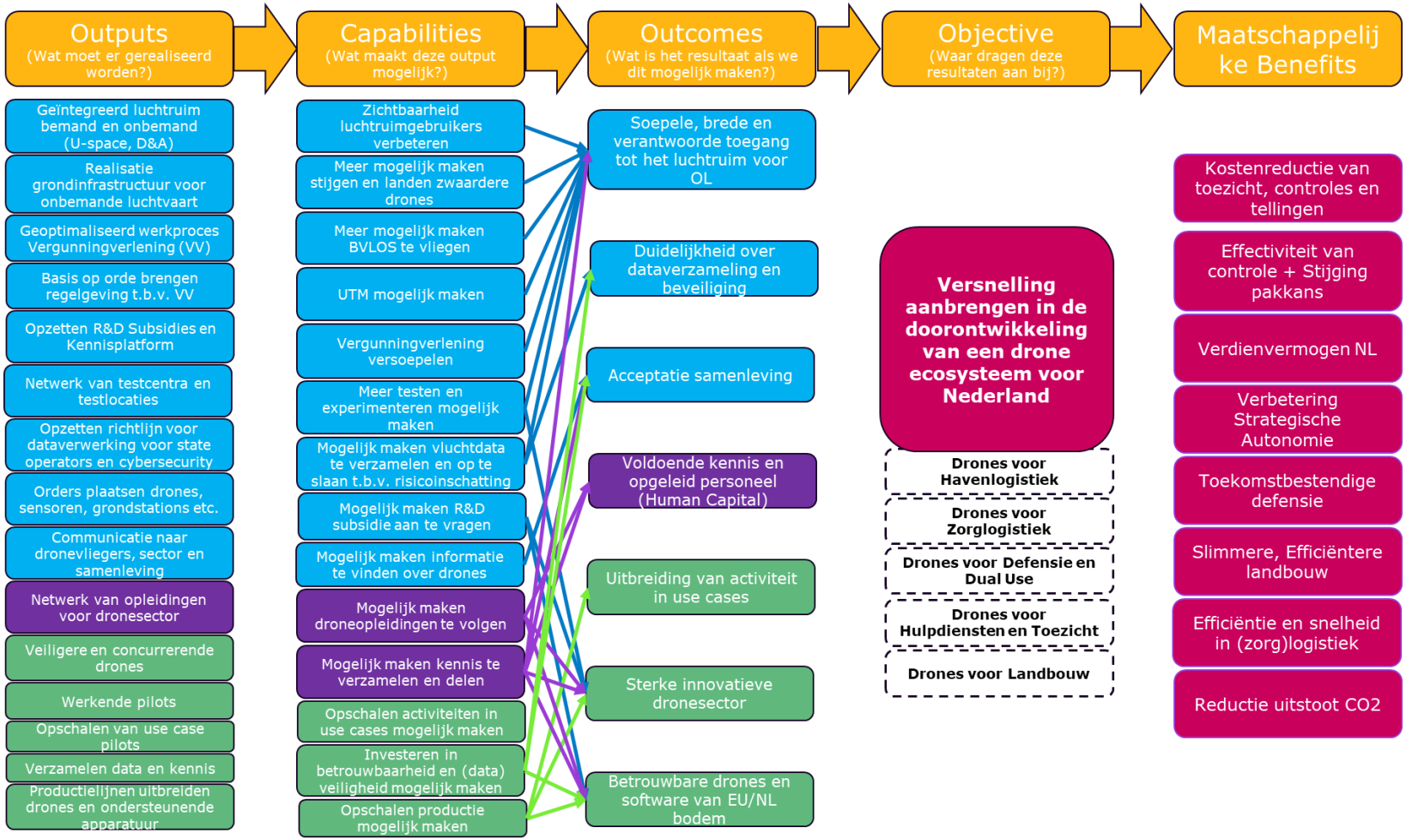
Bijlage 1. Bronvermelding

- Adner (2006), *Match your innovation strategy to your innovation ecosystem*
- CPB/PBL (2015), *Nederland in 2030-2050: twee referentiescenario's – Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving' (WLO)*
- Deltares (2022), *Case studie Zuid-Holland. 'Analyse grootschalige wateroverlast'*
- Ecorys (2018), *Economische schade door droogte in 2018*
- Ecorys (2023), *Maatschappelijke effecten van Drone2GO*
- Ecorys, Antea & NLR (2023), *Advies Unmanned Air Mobility (UAM) in Nederland*
- Erasmus UPT (2023), *Havenmonitor 2023: De economische betekenis van Nederlandse zeehavens*
- Europese Commissie (2022), *Drone Strategy 2.0: Creating a large-scale European drone market*
- Gross et al. (2018), *How long does innovation and commercialisation in the energy sectors take? Historical case studies of the timescale from invention to widespread commercialisation in energy supply and end use technology*
- Instituut voor Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV) (2024), *Kosten van verkeersongevallen. SWOV-factsheet, juni 2024*
- KNMI (2023), *KNMI'23 klimaatscenario's*
- Ministerie van Defensie (18 oktober 2024), *Defensie met DeltaQuad in zee voor levering drones aan Oekraïne*
- Ministerie van Defensie (6 oktober 2024), *Na F-16's kondigt minister Brekelmans in Oekraïne actieplan drones aan*
- Ministerie van Economische Zaken (2023), *Agenda Digitale Open Strategische Autonomie (DOSA)*
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2022), *Luchtvaartnota 2020-2050*
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2022), *Mobiliteitsvisie 2050*
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2024), *Beyond Visual Line Of Sight: Hoe zien we dat in Nederland? (concept)*
- NieuweOogst (2021), *Agrosector probeert vooruit te kijken bij klimaatverandering. Geraadpleegd via nieuweoogst.nl*
- NOS Nieuws (6 oktober 2024), *Nederland trekt 400 miljoen uit voor de ontwikkeling van drones voor Oekraïne*
- Reddingsbrigade Nederland (2024)., *Jaarverslag 2024*
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (geraadpleegd in 2024), *Nederlandse Missiegedreven Topsectoren- en Innovatiebeleid (MTIB)*
- Romijn en Renes (2013), *Algemene MKBA-leidraad*. CPB/PBL
- SEO, Decisio & To70 (2022), *Maatschappelijke effecten van drones*

- SEO, Ecorys, Van Zutphen Economisch advies (2019), *Werkwijzer voor maatschappelijke kostenbatenanalyse van de digitale overheid*
- Smartport (2021), *De haven van 2030-2050: Smartport trends & visuals*
- VAS Institute, KiM, Bast & Université Gustave Eiffel (2021), *Monetary valuation of the prevention of road fatalities and serious road injuries. Results of the VALOR project*
- Zorginstituut Nederland (2018), *Ziektelast in de praktijk. De theorie en praktijk van het berekenen van ziektelast bij pakketbeoordelingen*

Bijlage 2. Benefits map

In onderstaande figuur is de benefits map van DroneBoost opgenomen. Een Benefits-map toont de doelstellingen die bereikt dienen te worden en de manier waarop deze kunnen bereikt kunnen worden. De kleuren corresponderen met de eerste partij die aan zet is. Bij blauwe blokken is de overheid eerst aan zet, bij groene blokken private partners en bij paarse blokken zijn kennisinstellingen als eerst aan zet. Uiteindelijk zijn bijna alle onderdelen echter alleen gezamenlijk te realiseren.



Bijlage 3. Aannames toepassingen

Tabel 0.1 Rekenkundige MKBA-aannames

Parameter	Aannames	Bron
Investeringen	Investeringsbehoeftes in DroneBoost zijn opgehaald bij trekkers van verschillende activiteiten. Aan hen is gevraagd welk budget per activiteit nodig is. Voor externe investeringen is gekeken naar wat in het voortraject (NGF-aanvraag) is opgegeven door deelnemers. Toen zijn ruimere inschattingen gemaakt waarbij ook marktinvesteringen werden meegenomen. In een enkel geval zijn toen ook geen inschattingen opgegeven. Daar is gebruik gemaakt van een gemiddelde van de andere begrotingen.	Deelnemers DroneBoost en NGF-traject
Randvoorwaardelijke investeringen	Een aantal investeringen is aangemerkt als randvoorwaardelijk om dronetoepassingen mogelijk te maken. Deze investeringen worden daarom meegenomen in de mini-MKBA's. Welke investeringen randvoorwaardelijk zijn is in het voortraject (NGF) aangegeven door de sector.	Deelnemers DroneBoost en NGF-traject
Startjaar effecten	Het startjaar van effecten door toepassingen is bepaald op vijf jaar na de eerste investeringen. Volgens de ingevulde activiteitenplannen (NGF-aanvraag en in het kader van DroneBoost) worden de obstakels voor grootschalige implementatie in de eerste 5 jaar worden weggenomen, waarna dronetoepassingen worden geïntroduceerd.	Invulformulieren NGF-aanvraag
Constante effecten	Effecten zijn in het eerste jaar na introductie even hoog als in het laatste jaar. Dit is onwaarschijnlijk, maar momenteel is nog niet in te schatten hoe voorspoedig de introductie van drones in bedrijfsprocessen gaat verlopen. Daarom worden gemiddelde constante effecten geschat op basis van prognoses uit SEO, Decisio & To70 (2022). Naar alle waarschijnlijkheid zijn de daadwerkelijke effecten lager in de eerste jaren en hoger in de laatste jaren van de looptijd van de MKBA-light.	SEO, Decisio & To70 (2022)

Parameter	Aannames	Bron
CO_2-, fijnstof- en stikstof-emissiefactoren	Emissies per kilometer van traditionele kapitaalgoederen zijn berekend op basis van gangbare kengetallen en specificaties van verschillende modellen auto's, helikopters, tractors en boten. CO_2-emissies van drones zijn berekend op basis van energieverbruik volgens productspecificaties van verschillende type drones en het aandeel groene stroom in de landelijke elektriciteitsmix. Emissiefactoren zijn vergeleken met andere bronnen waarin deze zijn berekend.	Diversen (o.a. SEO, Decisio & To70 (2023))
CO_2-, fijnstof- en stikstof-prijzen	Emissieprijzen zijn gebaseerd op standaard het Handboek Milieuprijzen 2023 van CE Delft	CE Delft (2023), Handboek Milieuprijzen
Transportkosten traditionele kapitaalgoederen	Transportkosten per kilometer zijn berekend als som van (indien van toepassing) afschrijving, brandstof/elektriciteitskosten, verzekering, wegenbelasting, onderhoud reparaties en evt. overige kosten. Daarbij is zoveel mogelijk gerekend met de specificaties van traditionele kapitaalgoederen die nu ook worden gebruikt voor voorziene dronetaken. Denk bijvoorbeeld aan de Mercedes-Benz B-klasse die door de politie wordt ingezet. Essentieel is daarbij het aantal kilometers per jaar. We gaan er voor alle toepassingen vanuit dat de huidige kapitaalgoederen structureel frequent bedrijfsmatig worden ingezet.	Eigen berekeningen o.b.v. productspecificaties traditionele kapitaalgoederen
Transportkosten drones	Transportkosten per kilometer van drones worden op dezelfde wijze berekend als traditionele kapitaalgoederen. Daarbij zijn de transportkosten per kilometer van 4 typen drones doorgerekend, verschillend in batterijduur, en mogelijkheid om bepaalde typen lading te vervoeren. Ook bij drones wordt uitgegaan van structureel hoge bedrijfsmatige inzet.	Eigen berekeningen o.b.v. productspecificaties verschillende typen drones
Personeelskosten per kilometer	Personeelskosten per kilometer zijn per traditioneel kapitaalgoed en per type drone berekend. Het uitgangspunt zijn de totale loonkosten per uur in de transportsector. Deze zijn met 50 procent opgehoogd voor helikopterpiloten en met 25 procent voor dronepiloten gezien de specialistischere kennis die nodig is en de hogere compensatie die daar tegenover staat. Het uitgangspunt voor traditionele taakuitvoering in de landbouwsector zijn de totale loonkosten per uur in de transportsector. De loonkosten per uur zijn vervolgens	Eigen berekeningen o.b.v. CBS Statline en gemiddelde snelheden van transportmiddelen. Aangepast naar bezetting per

Parameter	Aannames	Bron
	gedeeld door de gemiddelde snelheid (km/u) van de verschillende traditionele kapitaalgoederen en verschillende type drones, voor de gemiddelde personeelskosten per kilometer. De personeelskosten per traditioneel kapitaalgoed wordt vervolgens per toepassingen vermenigvuldigd met het aantal werknemers dat plaatsneemt in het voertuig. De personeelskosten per drone worden vervolgens per toepassing berekend door de personeelskosten per uur te delen door het aantal drones dat een werknemer tegelijk kan besturen	voertuig/drone o.b.v. expert judgement
Inschattingen per toepassing	Per use case zijn verschillende toepassingen onderscheiden. Per toepassing zijn aannames nodig over hoe de taak nu (traditioneel) wordt uitgevoerd, en hoe drones de taak kunnen uitvoeren. Dit is nodig om te bepalen in hoeverre de personeels- en transportkosten en uitstoot van een dronevlucht verschillen van de wijze waarop een de taak traditioneel werd uitgevoerd. Per toepassing zijn de volgende zaken ingeschat: - **Traditionele taakuitvoering**: wat is het vaakst vervangen traditionele kapitaalgoed? - **Traditionele taakuitvoering**: hoeveel ritten/vluchten/tochten met traditionele kapitaalgoederen worden op jaarbasis in heel Nederland vervangen door drones? - **Traditionele taakuitvoering**: hoeveel kilometer duurt de gemiddelde rit/vlucht/tocht? - **Traditionele taakuitvoering**: hoeveel werknemers zijn betrokken bij de uitvoering van deze rit/vlucht/tocht? - **Taakuitvoering met drone**: welk type drone zal voor de toepassing worden ingezet? - **Taakuitvoering met drone**: hoeveel vluchten zal de drones op jaarbasis in heel Nederland gaan uitvoeren in de toepassing? - **Taakuitvoering met drone**: hoeveel kilometer duurt de gemiddelde dronevlucht? - **Taakuitvoering met drone**: hoeveel drones kan een operator tegelijk besturen als de operator alleen drones in deze taak aanstuurt?	Bestaande bronnen zoals SEO, Decisio, To70 (2022), Business cases van use case-trekkers en nieuwe berekeningen

Parameter	Aannames	Bron
	Deze aannames zijn gebaseerd op bestaande studies zoals SEO, Decisio & To70 (2022) en Business Cases die use case-trekkers zelf al hebben opgesteld/laten opstellen. Een ander deel komt uit nieuwe berekeningen/*best guesses*. De aannames zijn teruggelegd bij de use case-trekkers. In samenspraak is overeengekomen dat de uiteindelijke aannames in orde grootte realistisch zijn. We zijn ons ervan bewust dat voor veel toepassingen nog niet goed is in te schatten hoe groot het dronegebruik in de toekomst is, voegen we uiteindelijk ruime bandbreedtes aan de schattingen van het aantal vluchten toe in een hoog en laag scenario.	