

Autonome bezorgrobot Buas Campus

Achtergrondrapport onderzoek en evaluatie



DISCOVER YOUR WORLD

Index

1	Inleiding	2
1.1	Inleiding: ervaring en kennis opdoen in transitie naar autonoom rijden	2
1.2	Achtergrond: een businesscase creëren die bijdraagt aan een leefbare en duurzame stad	2
1.3	Leeswijzer	3
2	Onderzoek	4
2.1	Logistieke organisatie op de BUas campus	4
2.2	Product-journey: wie doet wat in de verplaatsingen op de campus	5
2.3	Resultaten operationeel en perceptie	6
2.3.1	Omgeving: perceptie voorbijgangers	6
2.3.2	Perceptie in veldtesten bij meewerkende studenten	7
2.3.3	Operationele prestaties	9
2.4	Toepassingsgebieden	9
2.4.1	Bezorging van maaltijden	10
2.4.2	Bezorging van boodschappen	10
2.4.3	Bezorging van farmaceutische producten	10
2.4.4	Pakketbezorging	11
2.5	Een volgende stap	11
3	Leerervaringen	12
3.1	Terugblik: ondanks Covid-19 en technische beperkingen een waardevolle Learning Community	12
3.2	Leerervaring 1: pilot was proof-of-concept; volgende stap is doelgerichte toepassing op (bedrijven)campus of (overdekt) winkelcentrum	12
3.3	Leerervaring 2: focus op techniek, aandacht voor ethiek	13
3.4	Leerervaring 4: deelnemers vooral nieuwsgierig naar nieuwe techniek; doelmatig gebruik vergt 'Early adaptors'	14

1 Inleiding

1.1 Inleiding: ervaring en kennis opdoen in transitie naar autonoom rijden

In het najaar van 2020 hebben hardware leverancier Airliftsystems uit Qatar (ALS), The Future Mobility Network (FMN) en Breda University of Applied Sciences (BUAs), in samenwerking met de gemeente Breda, de regio West-Brabant en het Logistics Community Brabant (LCB), een autonome en elektrische bezorgrobot getest op de campus van BUAs. Gedurende zes weken heeft de robot goederen gedistribueerd tussen de drie verschillende gebouwen op de campus.

Het doel van de test was om meer ervaring en kennis op te doen met een autonoom rijdende en elektrische bezorgrobot. Een autonoom rijdend voertuig, dat daarnaast geen CO₂-uitstoot heeft, gaan een rol spelen in het verduurzamen van de Nederlandse steden en dorpen. Om die transitie vorm te geven is het belangrijk dat er in praktijk getest wordt om meer inzicht te krijgen in:

- Technisch: hoe autonoom is autonoom rijden op dit moment? Wat is de stand van de techniek?
- Gedragkundig: hoe reageren overige verkeersdeelnemers op een autonoom rijdende bezorgrobot?
- Logistiek: welke use-cases zijn interessant voor een autonome en elektrische bezorgrobot?



Het toepassen van autonome bezorgrobots heeft in het publieke domein in Nederland nog nauwelijks plaatsgevonden¹. De proef heeft daarom naast nieuwe ervaringen bij de implementatie en de toepassing, ook tot nieuwe inzichten en discussies geleid op het gebied van ethiek en juridisch.

In deze notitie vatten we de belangrijkste leerpunten van de pilot samen.

1.2 Achtergrond: een businesscase creëren die bijdraagt aan een leefbare en duurzame stad

De test met de bezorgrobot op de BUAs-campus was geen doel op zich, maar de ervaringen en kennis dragen bij aan de ontwikkeling van autonome voertuigen en aan het verduurzamen van de Nederlandse steden. Immers, logistieke bewegingen veroorzaken momenteel circa 25% van de CO₂ uitstoot in steden, terwijl steden juist de ambitie hebben om in 2025 klimaatneutraal te zijn op het gebied van stadslogistiek². Met een groeiende e-commerce – zeker in de huidige Covid-pandemie – wordt de uitdaging steeds groter.

Ten tweede zijn autonome voertuigen - zonder chauffeur - interessant voor logistieke dienstverleners in de groeiende e-commerce markt. Onderzoek toont aan dat 13% tot 75% van de kosten gerelateerd zijn aan de 'last mile', als gevolg van restricties (tijdzones, milieuzones)³. Als de geadresseerde vervolgens niet thuis is, is het proces duur en inefficiënt. Een autonome bezorgrobot is niet gevoelig voor milieurestricties en kan efficiënter worden ingezet op het moment dat bewoners aanwezig zijn.

¹ In 2019 heeft op de High Tech campus een proef met een autonome bezorgrobot plaatsgevonden die na een paar dagen is afgebroken.

² Green Deal Zero Emission City Distribution (2015), Ministry of Infrastructure and Ministry of Economic Affairs

³ Nederlandse Logistiek 2040 (2013). Raad voor de Leefomgeving en Infrastructuur, Den Haag.

Ten derde, en die ontwikkeling was vooraf niet voorzien, vermindert een autonome bezorgrobot fysiek contact met een klant. Als gevolg van de Covid-19 pandemie wordt fysiek contact beperkt. Door het geautomatiseerde proces van bezorgrobot - de deuren van de (geteste) bezorgrobot openen automatisch - hoeft de klant alleen zijn goederen in en uit het voertuig te halen. Een robot is in dat opzicht een interessant alternatief voor verschillende toepassingen, zoals bezorging van boodschappen of eten.

1.3 Leeswijzer

In dit korte rapport gaan we in op de onderzoeksresultaten van de proef alsmede de leerervaringen en de discussies die de proef hebben opgeleverd.

2 Onderzoek

Dit deel is gebaseerd op de volgende stageonderzoeken:

- Alem Ahkmet (2020) Delivery robot – market potential, dd. 4-12-2020
- Dmitry Ananichev (2020) Autonomous delivery robot – implementation on BUas campus, 3-12-2020
- Nikki Bierens (2020) Delivery robots for last mile deliveries, dd. 2-7-2020
- Thom Elegeert (2020) Logistics Facility Hub on the BUas Campus - Haalbaarheidsonderzoek voor de toelevering van facilitaire goederen via een Hub een doormiddel van een AGV, dd. 2-7-2020

Tevens zijn er voor en na de proef vragenlijsten afgenomen onder conciërges (als potentiële gebruikers van de bezorgrobot) en onder studenten die mee hebben gewerkt aan de veldtesten van de bezorgrobot. Binnen de afstudeeropdrachten is onderzoek gedaan naar de logistiek op de BUas campus en wat wel en niet geschikt is voor bezorging met de robot (nu en mogelijk in de toekomst), mogelijke (toekomstige) markten om een autonome bezorgrobot in te zetten, en ook naar de perceptie van omstanders op de campus.

In de volgende vier secties worden de resultaten uit deze onderzoeken – aangevuld met ervaringen van het onderzoeksteam voor, tijdens en na de proef – samengevat.

2.1 Logistieke organisatie op de BUas campus

In een tweetal stage opdrachten is de huidige logistiek op de BUas campus in kaart gebracht (zie Ananichev, 2020 en Elegeert, 2020). BUas heeft te maken met een aantal verschillende goederenstromen.

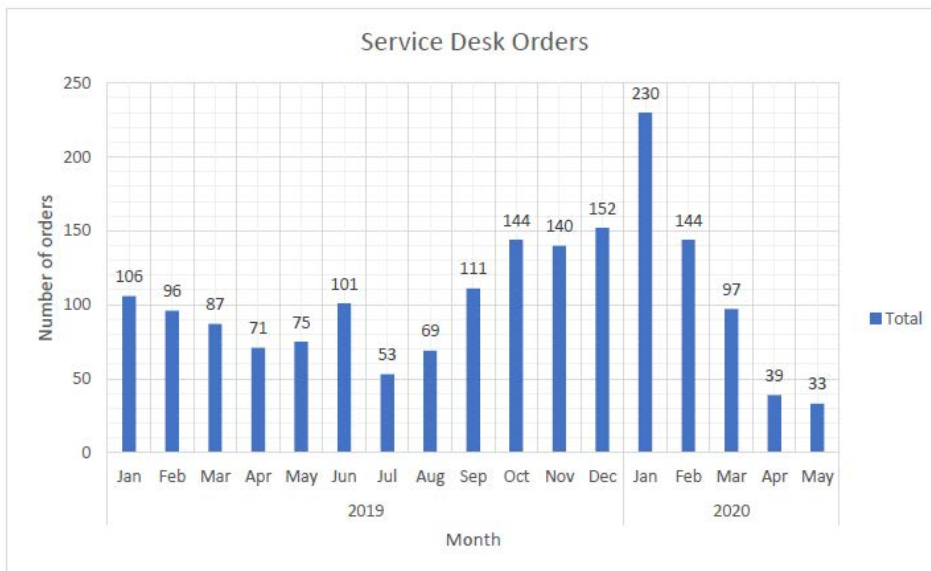
1. De eerste categorie zijn de facilitaire producten, deze is verdeeld in twee subcategorieën. De eerste hiervan zijn de schoonmaakartikelen, de voorraad hiervan worden door de leverancier Eurest bewaakt en toegeleverd als de voorraad laag is. Deze leverancier voert dit proces in alle gebouwen uit en verzorgen deze goederenstroom volledig zelfstandig uit. De tweede categorie van de van de facilitaire producten zijn de kantoorartikelen, deze stroom loopt erg chaotisch doordat zijn veel verschillende medewerkers bevoegd zijn om deze te bestellen. Hierdoor wordt er in sommige gevallen te veel besteld en raken er in sommige gevallen artikelen van deze productgroep kwijt. Bovendien rijden de verschillende leveranciers over de campus en zijn zij niet op de hoogte welk gebouw de juiste bestemming is voor de levering.
2. De tweede goederenstroom op de BUas is de post. Deze goederenstroom bestaat uit brieven, kleine post en pakketten. Deze stroom wordt verzorgd door de servicedesk. De servicedesk neemt het pakket aan en mailt de ontvanger dat het pakket klaarligt zodat de werknemer deze bij de servicedesk kan ophalen.
3. De derde goederenstroom is ontstaan door de Horecaopleidingen die door de BUas worden aangeboden. Het voorraadbeheer, het bestellen van de benodigde producten en het in ontvangst nemen van de producten worden door de studenten en docenten van de opleidingen verzorgd. Dit is onderdeel van het portfolio van de opleiding.
4. De laatste goederenstroom zijn de interne bewegingen die door de conciërges worden uitgevoerd, deze bewegingen zijn in de meeste gevallen herstelbewegingen omdat er bij de leveringen van sommige producten wat verkeerd is gegaan.

Op basis van de huidige situatie en de capaciteiten van de bezorgrobot leek vooraf dat de kantoorartikelenstroom en de postpakketstroom het meest geschikt is voor de robot kunnen worden overgenomen. De andere stromen kunnen niet door de bezorgrobot worden vervoerd, zonder dat de processen omtrent de goederenstromen veranderen.

Idealiter zou er een centrale goederenontvangst zijn, van waaruit de goederen (met de robot, tijdens de proef) naar de andere gebouwen gedistribueerd worden. Het was in de voorbereiding niet mogelijk het gehele

logistieke systeem op de campus aan te passen zodat er een centrale goederenontvangst en distributie over de campus mogelijk werd.

Deze stromen bleken – door de beperkte bezetting bij BUAs vanwege de COVID-19 maatregelen ten tijde van de proef beperkt (zie ook afname van aantallen in maanden april en mei in 2020 in figuur 1), en mede is er ook ingezet op de vierde stroom; die waar de conciërges bij betrokken zijn. In de praktijk bleken er een aantal praktische problemen (naast COVID-19 beperkingen); een daarvan is dat de conciërges maar zeer beperkt hebben meegedaan in de proeven (daarover later meer). In de loop van de proef is er ook nog aan andere stromen gedacht, zoals bibliotheekboeken. Ondanks interesse vanuit de bibliotheek, was het aantal verzendingen hier ook beperkt door de geringe bezetting op de campus.



Figuur 1 Aantal leveringen (exclusief pakketten) dat via de Service desk verliep

Een conclusie is dat de inzet van een robot gemakkelijker is bij een centrale logistieke organisatie; iets dat ontbreekt op de BUAs campus.

Voor toekomstig onderzoek is een aanbeveling dus om eerst het logistiek systeem zo te organiseren dat de goederen die vervoerd moeten worden makkelijk aanstuurbaar zijn. Bij de bestaande decentrale organisatie, is een goed werkend en makkelijk toegankelijk systeem waarin orders gezet kunnen worden en transportopdrachten, maar dit bleek niet beschikbaar binnen de proef.

2.2 Product-journey: wie doet wat in de verplaatsingen op de campus

De tweede stap in het onderzoeksplan was het opstellen van een plan, waarin wordt beschreven wie wat wanneer doet tijdens proef (op basis van een 'product-journey') – de verwachting was dat dit grotendeels zou volgen uit de inventarisatie van de geschikte stromen (die in het vorige deel beschreven is), met dat verschil dat hier ook concreet de overdracht moment (laden-lossen), de mensen die hierbij betrokken zijn en de tijden waarop dat gepland staat.

Hier hoort ook een 'praktisch' calamiteiten plan bij, waarin wordt beschreven wie wanneer op welke wijze kan aangeven als er afwijkingen zijn op de planning (en daarmee op de benodigde mensen). Aangezien de goederenstromen 1 tot en met 3 niet in aanmerking kwamen voor de proef, of zeer beperkt waren door de minimale bezetting tijdens de proef door de COVID-19 maatregelen hebben we dit deel vooral gericht op de conciërges, met name met betrekking tot voorlichting over de proef en de robot aan de conciërges.

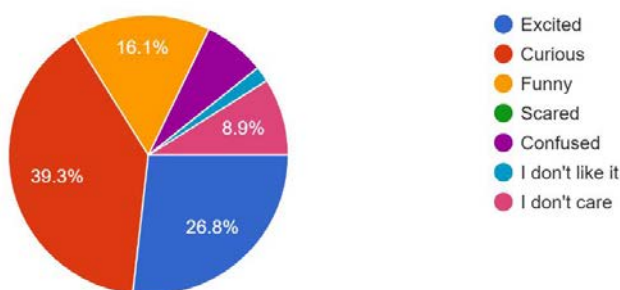
Uiteindelijk hebben de conciërges nauwelijks gebruik gemaakt van de bezorgrobot tijdens de test. Om inzicht te krijgen in waarom conciërges wel / niet gebruik hebben gemaakt van de bezorgrobot hebben we er zes ondervraagd; van deze zes hebben twee de robot gebruikt, met als reden om eens mee maken hoe dat werkte. De overige vier gaven aan de robot niet te hebben gebruikt omdat de robot niet direct in de buurt was als het nodig was (en de ad hoc activiteiten er eigenlijk omvragen dat die er direct is). Van de ondervraagden gaven 3 conciërges aan voldoende informatie te hebben gehad om er gebruik van te maken, 2 vonden te weinig informatie te hebben gehad, en 1 had hierover geen mening. Als reden om de robot niet te gebruiken werd ook aangegeven dat de robot niet helemaal naar de juiste plaatsten ging en dat als ze toch spullen buiten moesten brengen en halen (omdat de robot niet binnenkwam) ze het kleine stukje tussen de verschillende gebouwen ook wel konden lopen.

2.3 Resultaten operationeel en perceptie

Binnen het onderzoeksdeel operationele prestaties en perceptie hebben we verschillende zaken gemonitord tijdens de proef. Een deel van met name de technisch operationele prestaties zijn door Future Mobility Network al gepresenteerd in hun (deel van de) evaluatie. We beperken ons hier op zaken die nog niet elders zijn gerapporteerd.

2.3.1 Omgeving: perceptie voorbijgangers

Voor de daadwerkelijke test startte zijn een aantal mensen (totaal 17; vooral studenten – aangezien het verder vrij rustig was op de campus) op de campus ondervraagd over wat zij verwachten van een bezorgrobot. Het grootste deel gaf aan dat zij dachten dit een autonome bezorgrobot meer iets voor de toekomst zou zijn (77%), evenveel mensen gaven aan dat ze verwachten zich veilig te voelen als de bezorgrobot volledig autonoom op de campus rond zou rijden. Tijdens de test zijn ook mensen ondervraagd die op dat moment op de campus waren (totaal 56 interviews). Bij het zien van de bezorgrobot gaf 61% van de ondervraagden aan dat ze dachten dat een dergelijke robot wel nuttig zou zijn (tegen 39% van niet). Figuur 2 geeft aan wat de eerste indruk was die de bezorgrobot maakte op de respondenten. Het grootste deel gaf aan dat ze er nieuwsgierig van werden of enthousiast. Geen van de ondervraagden vond de bezorgrobot eng.



Figuur 2 wat is je eerste indruk als je de robot ziet

Na wat uitleg over de proef en de indruk die de ondervraagden op de campus zelf hadden gekregen van de robot is hen ook de open vraag gesteld wanneer ze een dergelijke robot nuttig zouden vinden en wanneer niet. Kort samengevat kan worden aangegeven dat de bezorgrobot vooral nuttig kan zijn als die volledig autonoom is⁴ en als de robot sneller is dan gewoon lopen. Dit komt overeen met de redenen waarom de bezorgrobot niet zinvol zou zijn: is het wel nodig voor dergelijke makkelijke taken, voor die korte afstanden en is die niet erg langzaam.

⁴ Denk hierbij ook aan hoe de het voor de voorbijgangers er uit zag tijdens de proef: Airlift Systems liep altijd met twee man in nogal zichtbare gele hesjes direct naast de robot met een afstandsbediening in de hand; uit meerdere gesprekken bleek dat men op het zich niet de indruk had dat het hier echt om een autonome robot ging (zeker niet omdat het keren bij de gebouwen wel met de handmatige besturing werd gedaan).

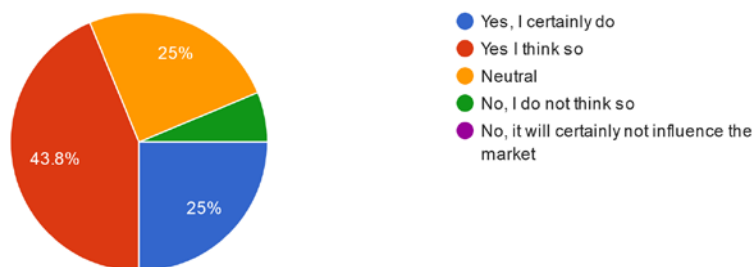
Reasons for if the respondent thinks that the robot will be usefull	Reasons for if the respondent thinks that the robot will NOT be usefull
only if it is fully autonomous	it is too expensive and complicated for such a simple task
in case of covid, in which case more people can stay home	Perhaps only if there would be more of them
Can be implemented in the center	distances are too short, the robot is redundant
maybe it would work for small food delivery	jobs can be given to others, especially for something so simple
maybe yes, but it perhaps would be better at a nursing home?	Maybe it would be better applicable in a city center or an airport
would work if there was a central hub	if its going to replace or get someone fired from their workplace
supermarket delivery	Not for documents but maybe better for drinks and food for anyone to order
super market delivery	if it is slower than walking then what is the point? as it is already simple to get or carry something from one building to the other
would be more useful for teachers than students	it cannot go into building
if its faster than walking	its too simple
	a worker can do the same task, its not that complicated
	the distances are too short, maybe at bigger campuses like delft?
	Short distances
	only if it can carry many things

Tabel 1 Waar en waarom is een bezorgrobot nuttig (volgens voorbijgangers)

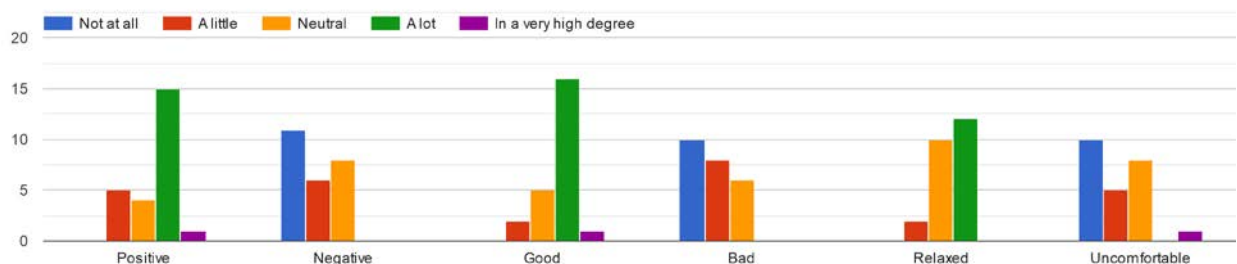
2.3.2 Perceptie in veldtesten bij meewerkende studenten

Gedurende de veldtesten hebben verschillende studenten meegewerkt in verschillende rollen; de meeste studenten hebben spullen verstuurd vanuit het ene gebouw naar het andere. Deze studenten hebben ook vragenlijsten ingevuld (voor de proef en na de proef waaraan ze meewerkten). De belangrijkste resultaten van deze vragenlijsten worden hierna weergegeven; het gaat om 25 studenten in de leeftijd van 18-25 jaar; waarvan een kleine meerderheid een logistieke opleiding volgt, maar ook Urban development, Mobility en Spatial planning studenten waren aanwezig.

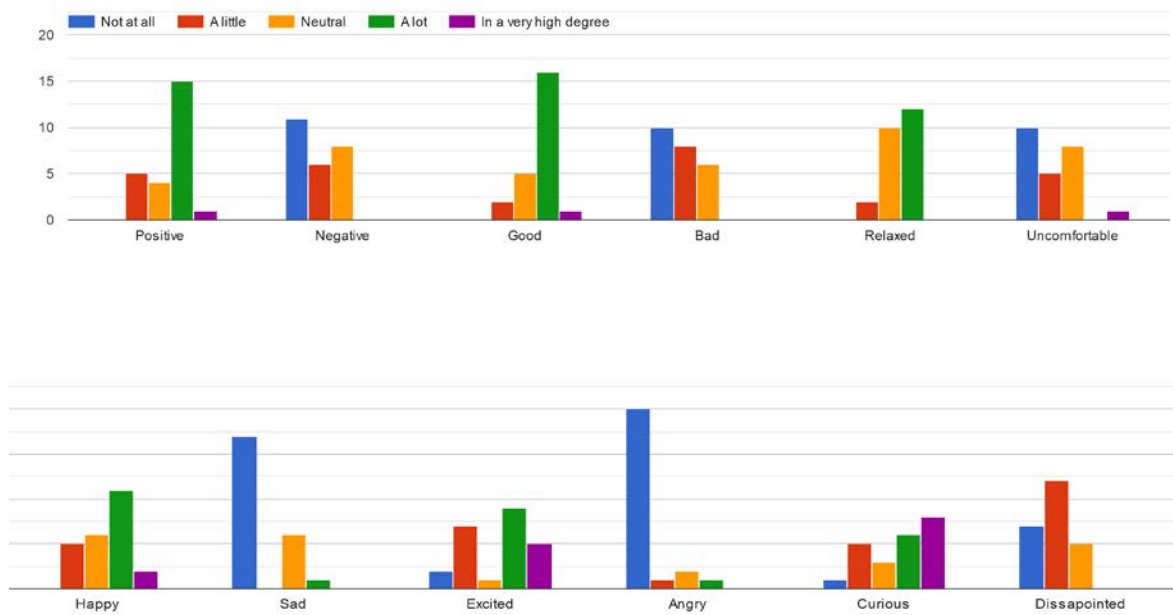
Figuur 3 tot en met Figuur 5 geven een indruk wat de studenten die daadwerkelijk mee hebben gewerkt in de testen dachten van de robot.



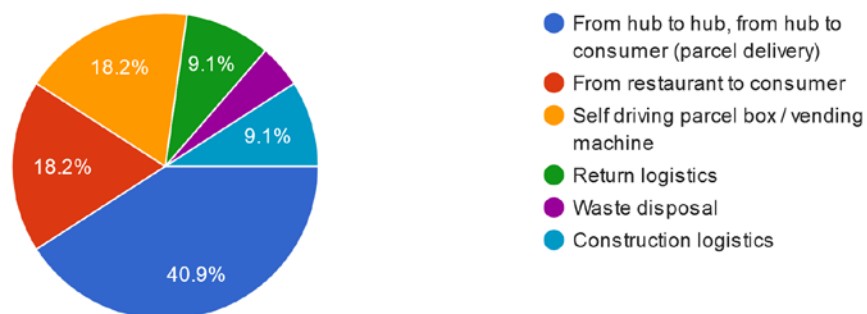
Figuur 3: Do you think these robots can be considered as disruptive technology that will have a large impact on logistic processes? (16 responses)



5. What are your feelings after we used the robot?



Figuur 4 What are your feelings after we used the robot?



Figuur 5 What do you think is the most interesting market for these kind of autonomous delivery robots? (22 respondents)

Op de vraag wat de studenten als de belangrijkste verbetering voor de (nabije) toekomst zouden zien, gaf 36% aan dat de robot sneller zou moeten gaan en 28% gaf aan dat het volume dat vervoerd kon worden moest worden verbeterd. De studenten is ook gevraagd wat ze naar aanleiding van de brief verwachtten op basis van een aantal stellingen, waarop ze konden antwoorden tussen erg onwaarschijnlijk (1) – onwaarschijnlijk (2) – neutraal (3) – waarschijnlijk (4) en heel waarschijnlijk (5).

De stellingen en scores zijn:

- De robot stopt constant voor obstakels: score 3,6
- Mensen zullen de robot gaan plagen / pesten: score 2,9
- Het testen van innovatieve bezorgrobots is belangrijk voor commerciële toepassingen: score 4,1
- Elektrische bezorgrobots zijn belangrijk om de duurzaamheid in mijn stad te vergroten: score 3,7
- Het zal decennia duren voordat een bezorgrobot hetzelfde kan doen als mensen: score 3,5
- Autonome bezorgrobots zullen belangrijk worden in de logistiek van de laatste kilometer: score 3,9
- Autonome robots zullen het verkeer naar het stadscentrum verminderen: score 2,9

- Mijn stad moet de toepassing van autonome bezorgrobots stimuleren: score 3,8
- Mensen zullen zich veilig voelen als ze worden geconfronteerd met een autonome bezorgrobot: score 3,1.

2.3.3 Operationele prestaties

Naast de vragen aan omstanders en studenten is er tijdens de test ook bijgehouden wat de rijdtijden waren van de bezorgrobot, hoe lang het duurde voor die geladen en gelost was en andere indicatoren. In deze evaluatie beperken we door te zeggen dat – gegeven de opzet van de veldtesten met studenten– deze tijden niet echt waarde hebben voor onderzoek; vaak zaten de studenten al klaar (of liepen ze de robot zelfs tegemoet), de afhandeling gebeurde vaak niet geheel autonoom (mede omdat de mensen van Airlift Systems altijd bij de robot aanwezig waren, dus ook bij het bezorgen of een pick-up).

2.4 Toepassingsgebieden

In het onderzoek hebben we ook gekeken naar mogelijke (toekomstige) toepassingsgebieden van bezorgrobots; in het algemeen, maar wel gebaseerd op de (veldtest) ervaringen. In de vorige paragraaf is de vraag ook al aan de orde geweest, maar daar ging het vooral over waar de studenten en voorbijgangers aan dachten voor toekomstige mogelijkheden. Daarnaast zijn er ook twee onderzoekstages uitgevoerd waarin wat dieper ingegaan werd op de vraag waar in welke context een (autonome) bezorgrobot echt waarde zou hebben.

Er zijn verschillende soorten autonome bezorgrobots: de eerste groep bestaat uit de rijdende autonome bezorgrobots, oftewel de autonomous delivery robots. Hieronder vallen autonomous delivery vehicles, local delivery robots en on-premise robots. Autonomous delivery vehicles zijn autonome voertuigen die over de weg rijden. Ze lijken op auto's en hebben ook ongeveer die afmetingen. Vaak kunnen ze een afstand afleggen van ongeveer vijf tot twintig kilometer. Local delivery robots zijn kleine robots die over de stoep rijden. De kleine robots worden eerst vervoerd in het moederschip, wat vaak een bus is. De kleine robots kunnen ongeveer vijf kilometer van het moederschip vandaan en snel kleine bezorgingen doen. De on-premise robots rijden binnen in gebouwen over het eigen terrein. Deze robots lijken erg op Automated Guided Vehicles (AGVs) en komen vooral voor in ziekenhuizen of in horeca gelegenheden. De tweede groep zijn de vliegende bezorgrobots, oftewel de unmanned aerial vehicles (UAVs). Hieronder vallen de korte afstand UAVs en de lange afstand UAVs; op deze tweede groep gaan we verder niet in in deze evaluatie; zie voor verschillende voorbeelden en prototypen Ahkmet (2020) en Bierens (2020).

Bedrijven kunnen leveringen niet efficiënt af handelen, zich niet aan passen aan onvoorziene eisen of zich te ontwikkelen in de distributieomgeving zonder de juiste technologische middelen. Dit geldt ook met het ook op de COVID-19 pandemie; met het ook op 2 zaken hebben we gekeken naar mogelijke use cases voor autonome bezorgrobots, deels generiek, maar ook in het bijzonder voor het type (grootte, snelheid, etc.) dat is getest op de BUas campus: hierbij gaan we uit van 2 mogelijke 'drivers': enerzijds de onpersoonlijke levering (een meerwaarde in tijden van COVID-19) en anderzijds als optie om de relatief dure last mile goedkoper te krijgen (doordat er geen chauffeur of bezorger meer voor nodig is, en normaal gesproken de kosten voor de chauffeur / bezorger een belangrijk aandeel vormen van de lastmile kosten). Om te begrijpen in welke bedrijfssegmenten bezorgrobots nuttig kunnen zijn, is er onderzoek gedaan in de stad Breda. Om de huidige situatie van bedrijfssegmenten te begrijpen waar bezorgrobots mogelijk zouden kunnen worden geïmplementeerd, zijn er interviews met vertegenwoordigers van vier verschillende toepassingsgebieden gehouden, en is er op basis van deze interviews en bureau-onderzoek een business model canvas analyse uitgevoerd voor deze vier distributiesegmenten:

- Bezorging van maaltijden
- Bezorging van boodschappen
- Bezorging van farmaceutische producten
- Pakketbezorging.

Enkele organisaties die hebben ingestemd om deel te nemen aan de interviews waren Albert Heijn, Subway, BENU Apotheek, PostNL en Gemeente Breda. Er is gekozen voor interviews met operationele mensen bij die bedrijven omdat we specifiek de voors en tegens wilden horen van de mensen in de organisaties die gebruik zouden maken van deze bezorgrobots – dus die echt in kunnen schatten wat dit betekent voor de klanten / cliënten die zij bedienen. (En dus niet voor innovatiemanagers of langere termijn planmakers, omdat veel van de langere termijn voordelen ook vanuit bureauonderzoek te halen zijn).

De geïnterviewden staat in principe positief tegen het inzetten van een bezorgrobot, maar bij elk bedrijf waren er wel specifieke kenmerken die gemakkelijke implementatie van bezorgrobots lastig maken. Met betrekking tot de waarde proposities van de bezorgrobot per distributiesegment werd gebruik gemaakt van een Business Model Canvas Analysis.

Voor alle segmenten lijkt kostenreductie een belangrijke driver, maar andere zijn: totale controle over distributie activiteiten en een snel en transparant leveringsproces.

2.4.1 Bezorging van maaltijden

Dit segment lijkt – vanuit het business model – het meest geschikt. Veelal zou een robot de maaltijdbezorger (fiets, scooter, auto) kunnen vervangen. Op dit moment bundelt zo'n bezorger nauwelijks bestellingen en is er dus per maaltijd naar een adres een bezorger nodig (dus deze vorm van bezorging is behoorlijk arbeidsintensief); ook vinden deze bezorgingen meestal plaats in een klein verzorgingsgebied (vanaf een restaurant), dit zou dus technisch haalbaar zijn met een bezorgrobot. Wel moeten een aantal zaken goed geregeld zijn omdat maaltijden bederfelijk zijn: er moet zekerheid zijn dat de robot op tijd aankomt (een koude pizza heeft geen waarde meer voor een klant) en idealiter gaat de bezorgrobot sneller dan die deed in de test op de BUas campus, zodat er een groot aantal bezorgingen in de avond gemaakt kunnen worden met één robot (anders wordt het relatief duur); mogelijke oplossingen zouden technisch van aard kunnen zijn, denk hierbij aan warmte-eenheden, en koude-compartementen in een bezorgrobot, zodat de maaltijden (en dranken) op temperatuur de last-mile tussen horecagelegenheid en thuisklant afgelegd kunnen worden.

2.4.2 Bezorging van boodschappen

Zeker tijdens de COVID-19 periode heeft online boodschappen doen (en het thuisbezorgen, maar ook pickup points) een vlucht genomen. Voor dit segment geldt dat thuisbezorging vooral vanuit een nationaal netwerk van de desbetreffende supermarkten plaatsvindt (vanuit speciale home-delivery depots worden de boodschappen gepickt en op klantniveau gesorteerd en verzonden in grote vrachtwagens naar lokale verdeelpunten van waaruit in kleinere voertuigen de thuisleveringen worden gemaakt. (Soms zit de stap van depot naar verdeelpunt er niet in, als een het verzorgingsgebied direct vanuit een depot wordt beleverd). Een (zeer) beperkt deel van de thuisleveringen (of pickups points) wordt in Nederland vanuit supermarkten gepickt; de grootste kansen voor de bezorgrobot worden hier ingeschat om 'vergeten boodschappen' vanuit de lokale supermarkt naar lokaal wonende klanten te bezorgen, maar niet zo zeer als vervanging van alle thuisleveringen; dit lijkt nog te duur (er zouden en veel robots voor nodig zijn, en de kostenbesparing is niet zo groot aangezien een chauffeur / bezorger vrij veel klanten in een ronde bedient (in tegenstelling tot de 1-op-1 beleving van maaltijden bij het vorige punt). De (bestaande) afstanden in het thuislevernetwerk van supermarkten zijn ook te groot om geheel door bezorgrobots te worden afgelegd; dit zou betekenen dat er of een bestelbus (moederschap) met robots naar een wijk moet gaan om vanaf daar autonoom te bezorgen (maar dan wordt het kostenvoordeel van geen bezorger deels weer te niet gedaan), of er zou vanuit een supermarkt bezorgd moeten worden (maar dan wordt het orderpick proces per klant weer veel minder efficiënt). Op korte termijn lijkt er voor dit segment dus geen reële business case.

2.4.3 Bezorging van farmaceutische producten

Qua logistieke structuur zou de (thuis)bezorging van medicijnen vanuit een apotheek naar klanten goed passen bij de kenmerken van een bezorgrobot. Het aantal leveringen per dag is relatief laag (tussen de 20 met maximaal 80 op drukke dagen) en veel van de ontvangers zijn dichtbij de apotheek geadresseerd. In principe zijn er 2 soorten bezorgingen: brievenbusleveringen en pakketleveringen die nu door de apotheker zelf worden

georganiseerd (en met een bezorger in een auto worden uitgevoerd). Wel moet met name in het afleveren nog wel wat geleerd worden voor een robot / de robot verder worden ontwikkeld: de brievenbus leveringen moeten in een brievenbus (ook als er niemand thuis is die die aan kan nemen / uit de robot kan halen) en de pakketleveringen moeten tot in huis worden kunnen gebracht (omdat een deel van de cliënten niet zo mobiel is / oud / slecht ter been; dit betekent dat een robot dan eigenlijk ook achter de voordeur moet kunnen bezorgen en dus ook trappen op en af moet kunnen). Afhandeling van bezorging van met het scannen van QR codes kan voor een deel van de cliënten in dit segment ook een barrière vormen (en de communicatie via internet / smartphones ook). Het onpersoonlijk, juist als het om het verlenen van zorg (ook al is het dan bezorgen van medicijnen), wordt verwacht een extra barrière te zijn. Dus in het kort: qua logistieke karakteristieken lijkt deze markt dus te passen, maar qua afnemers minder.

2.4.4 Pakketbezorging

Het laatste segment in dit onderzoek was de beleving van pakketten. Op het eerste gezicht (zie bijvoorbeeld ook Figuur 5) lijkt dit voor de meeste mensen geschikt voor de bezorgrobot. Met name het grote volume pakketten maakt het moeilijk om een bezorgrobot zoals die getest is op de BUas campus als serieuze optie te zien voor de bezorging van pakketten; een pakketbezorger heeft vaak al rond de 200 pakketten in zijn route (bestelbus); dit zou gegeven de grootte van de bezorgrobot betekenen dat de vervanging van 1 bestelbus circa 20 robots zou vergen. Door de efficiëntie in de huidige last-mile rondes, zou het dus ook veel duurder worden. Mogelijke oplossingen die wel genoemd zijn voor dit segment (qua robotisering) zijn een autonome lockervoertuig (waarin veel pakketten passen, dus een soort grote bezorgrobot die op bepaalde plaatsen kan staan als afhaallockerbox). Ook zou het zwermen uit een 'moederschip', zie ook de bezorging van boodschappen, een optie kunnen zijn om wel veel pakketten te kunnen bezorgen. Maar dit is dus nog een paar stappen verder dan alleen een autonome bezorgrobot.

2.5 Een volgende stap

Interessante toepassingsgebieden om verder te verkennen met een dergelijke autonome bezorgrobot:

- (grotere) campussen, zoals van een universiteit of bedrijventerrein (High-tech Campus)
- Bedrijventerreinen, of bedrijfslocaties,
- Winkelcentra (en dan in het bijzonder (overdekte) winkelcentra, waar de goederenontvangst centraal is georganiseerd (qua locatie) voor veel verschillende winkels, om stromen tussen verschillende gebouwen te vervoeren.

Voorwaarde is dat de proef in een gecontroleerde omgeving, samen met de logistieke dienstverleners plaatsvindt.

3 Leerervaringen

3.1 Terugblik: ondanks Covid-19 en technische beperkingen een waardevolle Learning Community

Ruim 1,5 jaar hebben ALS, FMN en BUAs voorbereidingen getroffen voor de test met de autonome en elektrische bezorgrobot op de BUAs campus. Uiteindelijk heeft het geresulteerd in een goede samenwerking in de vorm van een Learning Community: commerciële partners (hardware leverancier, verzekeraar, management), overheidspartners (gemeente, regio) en onderwijsinstellingen (naast BUAs, ook de Hogeschool van Rotterdam en de Hogeschool van Amsterdam). Op 28 september 2020 de opening verricht door wethouder Adank van de gemeente Breda. Aansluitend heeft de robot ruim 4 weken op de campus gereden, beïnvloedt door technische problemen van de robot, de impact van COVID-19 op de drukte op de campus en, in het verlengde daarvan, het beperkte logistieke aanbod.

In de periode na de opening blijkt de bezorgrobot technische problemen te ondervinden, waardoor de veiligheid niet gegarandeerd kon worden. Gedurende de test hebben er daardoor continue twee operators nabij de robot gelopen. De technische problemen hebben naast de verminderde drukte op de campus – door de Covid-19 pandemie waren dagelijks slechts 20% van de werknemers en studenten op de campus aanwezig – grote invloed gehad op uitvoering en het onderzoek. Natuurlijke confrontaties tussen personen en de robot hebben nauwelijks plaatsgevonden. Als gevolg hiervan zijn er in totaal 7 veldtesten uitgevoerd met studenten van BUAs, de hogeschool van Rotterdam en Hogeschool van Amsterdam om situaties (voorwerpen voor de robot, veel aanbod in korte tijd, annuleren van bestelling) met de robot te simuleren. In totaal hebben ruim 30 studenten van opleidingen in logistiek, ruimtelijke ordening en mobiliteit in de vorm van projectgroepen, stages en minor opdrachten onderzoek gedaan naar de impact van autonoom rijden in hun domein.

De voorbereiding, uitvoering en evaluatie van het project heeft uiteindelijk drie discussies/leerpunten opgeleverd:

1. Na dit Proof-of-Concept een toepassing op (bedrijven)campus of winkelcentrum;
2. Focus op techniek; aandacht voor ethiek;
3. Deelnemers vooral benieuwd naar nieuwe technieken; doelmatige toepassing vraagt om aanwezigheid van 'Early adaptors'.

3.2 Leerervaring 1: pilot was proof-of-concept; volgende stap is doelgerichte toepassing op (bedrijven)campus of (overdekt) winkelcentrum

De test op de campus van BUAs was vooral een technische 'proof-of-concept' van de bezorgrobot. In deze proef is de stand van de techniek getoetst – hoewel er maar één hardwareleverancier heeft deelgenomen - en een toepassing in de openbare ruimte onderzocht. De logistieke processen bij BUAs sloten niet aan bij de wenselijke logistieke structuur om een bezorgrobot goed te testen:

1. het logistieke systeem gecentraliseerd vanuit één locatie te organiseren;
2. de informatie stromen die bij de verschillende fysieke stromen komen ook goed in kaart te hebben;
3. een goed systeem te hebben voor de informatie en communicatie met een robot.

In de maanden voor de proef met de robot hebben verschillende BUAs studentgroepen de huidige logistieke processen binnen BUAs in kaart gebracht. Hieruit blijkt dat dit vooral een ad hoc structuur is, waarbij er een centraal innamepunt is, maar dat veel van de distributie over de gebouwen op aanvraag gebeurt (schoonmaak en onderhoud van de koffie gebeurt dagelijks door een extern bedrijf).

Centrale rol daarin spelen de conciërges (voor onderhoud en voorraad in de verschillende gebouwen) en de Servicedesk (voor distributie bestellingen, boeken en post van en naar medewerkers). Zij zijn voor de proef geïnformeerd over de mogelijkheden en de werking van de bezorgrobot, al was het tijdens de uitvoering als gevolg van de Covid-situatie veel rustiger dan gebruikelijk, waardoor er ook veel minder vraag (post, onderhoud) was.

In de volgende stap – bij nieuwe proeven – is het wenselijk om ook de logistieke sector, danwel de bezorgmarkt, bij de proef te betrekken. In dat geval worden ook problemen en kansen gebruikt en sluit de technische oplossing ook beter aan op de toepassing. Onderzoek toont aan dat veel logistieke bedrijven interesse hebben in het toepassen van bezorgrobot. Kostenreductie is daarbij een belangrijke driver, maar daarnaast spelen ook de ‘totale controle over distributie activiteiten’ en ‘een snel en transparant leveringsproces’ een rol.

Interessante toepassingsgebieden om verder te verkennen met een dergelijke autonome bezorgrobot:

- (grotere) campussen, zoals van een universiteiten of onderwijsclusters;
- Bedrijventerreinen of bedrijfslocaties, bij voorkeur waar ontvangst van goederen centraal is georganiseerd;
- Locaties waar de goederenontvangst centraal is georganiseerd voor verschillende bedrijven of organisaties, zoals (overdekte) winkelcentra, om stromen tussen verschillende gebouwen te vervoeren.

3.3 Leerervaring 2: focus op techniek, aandacht voor ethiek

Wanneer is een dergelijke bezorgrobot ook een voertuig in juridische zin? De robot heeft immers geen bestuurder aan boord. Daarom heeft het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat in 2018 de Experimenteerwet aangenomen, waarmee het mogelijk wordt om in een gecontroleerde omgeving voertuigen, zoals een autonome shuttle of een bezorgrobot, zonder bestuurder te testen. In deze proef reed de bezorgrobot maximaal 5 km/uur (stapvoets) over een openbaar toegankelijke terrein, dat vooral gebruikt wordt door voetgangers, fietsers en in beperkte mate werkverkeer. Hiervoor zijn bij de gemeente Breda tijdelijke verkeersmaatregelen aangevraagd in de vorm van attentie verhogende borden (zie figuur).



Uiteindelijk hebben technische problemen ervoor gezorgd dat de veiligheid van medeweggebruikers niet gegarandeerd kon worden. Gedurende de test hebben er daarom continue twee operators nabij de robot gelopen, wat ook de onderzoek heeft beïnvloedt. Op dit vlak is nog veel winst te behalen.

Op het technische vlak is een rol van de Rijksdienst voor het Wegverkeer (RDW) weggelegd. Zij waren in deze proof-of-concept niet betrokken, omdat vooralsnog niet duidelijk is of een bezorgrobot – mits de snelheid minder dan 5 km/uur is – ook als een voertuig gezien kan worden (of is het een robot?). Daarnaast speelt ook het kostenaspect een rol. De kosten voor een (technische) voertuigkeuring van de RDW en aanverwante organisaties (aangaande de route) bedragen circa €50.000 tot 100.000,-. Die kosten staan niet in verhouding tot de projectbudgetten voor een proef van 6 weken met een autonome bezorgrobot (zonder passagiers). Een RDW-light keuring, gericht op de techniek van de robot en afgestemd op de complexiteit van de route en de omgeving, het proces hebben vertraagd, maar de technische problemen mogelijk hebben verholpen.

Voor toekomstige proeven is de ambitie om een dergelijke **robot op afstand te monitoren**. De stand van de techniek heeft aangetoond dat dat in de huidige situatie in de openbare ruimte met aanwezigheid van andere weggebruikers nog niet verantwoord is. In deze toepassing heeft de verzekeraar aangegeven dat de operator visueel contact moet houden met het voertuig.

Tot slot is er in dit proces ook gesproken over het **ethische aspect** van het testen met autonome robots. Met een toenemend aantal proeven met autonome robots en shuttles komen steeds meer mensen in aanraking met dergelijke robots. Ethische toetsing van het project kan belangrijk zijn vanwege de impact van een robot op intermenselijk verkeer in de openbare ruimte.

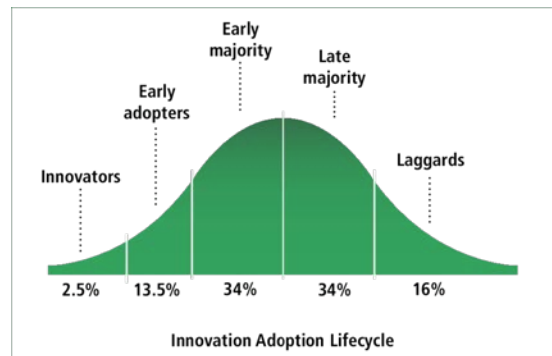
3.4 Leerervaring 4: deelnemers vooral nieuwsgierig naar nieuwe techniek; doelmatig gebruik vergt 'Early adopters'

Eerdere praktijkproeven, onder andere met een autonome shuttle in de haven van Drimmelen in 2019, hebben aangetoond dat veel van de geïnteresseerden in autonome voertuigen vooral nieuwsgierig en benieuwd naar innovatie zijn⁵. Hetzelfde beeld zien we terug in de – niet representatieve – onderzoeken naar betrokkenen in deze pilot. Ook hier gaven BUAs medewerkers, studenten en enkele voorbijgangers aan dat ze vooral nieuwsgierig zijn naar de fysieke vertoning van de robot en het functioneren.

Voor toekomstige proeven met autonome voertuigen (robots en/of shuttles) kan worden veronderstelt dat er in de geïnteresseerden drie doelgroepen zijn te onderscheiden:

1. Belanghebbenden bij de proef, in dit geval werknemers (facilitaire medewerkers, Servicedesk en enkele docenten) van BUAs, die daadwerkelijk voor een doelmatige wijze van de dienst gebruik maken. In proeven met autonome shuttles zijn dat werknemers of bewoners die voor woon-werk (of school-thuis) verplaatsingen van de dienst gebruik maken. Deze doelgroep maakt in principe meerdere keren van de dienst gebruik.
2. Geïnteresseerden in de proef, in dit geval voorbijgangers, die de proef in de media vernemen, *'het wel eens willen meemaken'* en van de dienst gebruik maken of komen kijken. Vaak komt deze groep één of soms twee keer van de dienst gebruik maken, hoofdzakelijk om recreatieve redenen.
3. Vakmatige doelgroep, die werkzaam is in het mobiliteits-, logistieke of ruimtelijke domein, en zodoende een beroepsmatige interesse heeft in innovatieve ontwikkelingen. Vaak meer interesse in de techniek en functionaliteit.

Onze ervaring leert dat bestaande menselijke handelingen en processen (gewoontes), niet zomaar vervangen worden door een robot. Met name de 'Innovators' en 'Early adopters' uit de figuur van de Bell curve zijn geïnteresseerd in innovaties en passen deze ook als eerste toe. Een toekomstige proef met een bezorgrobot zou vanuit het oogpunt van adoptie moeten plaatsvinden in een gebied met relatief veel 'early adopters', consumenten of bedrijven die open staan voor innovaties en de toegevoegde waarde zien van deze proeven.



Bell curve model: Innovation adoption lifecycle (Sibson, 2014)

⁵ Zelfrijdend vervoer in Drimmelen. Onderzoek naar verwachting, ervaringen en meningen over zelfrijdend vervoer. Future Mobility Network, TU Delft CITG, BUAs, 2019



Games



Media



Hotel



Facility



Built Environment



Logistics



Tourism



Leisure & Events



Mgr. Hopmansstraat 2
4817 JS Breda

P.O. Box 3917
4800 DX Breda
The Netherlands

PHONE
+31 76 533 22 03

WEBSITE
www.buas.nl

DISCOVER YOUR WORLD