



RAPPORTAGE

Groenanalyse gemeente Groningen

COLOFON

Opdrachtgever:

Gemeente Groningen
Mevrouw J. van Geffen

Controle:

De heer H.H.J.M. Kuppen

Opdrachtnemer:

Terra Nostra

Projectnummer:

901.6301

Boomtechnisch adviseur:

Mevrouw dr. W.W. Batenburg
De heer E. de Graaff

Datum:

10 september 2024



INHOUDSOPGAVE

INLEIDING.....	3
1. ACHTERGROND	4
1.1 ECOSYSTEEDIENSTEN EN INDICATOREN.....	4
2. GROENANALYSE	6
2.1 METHODE.....	6
2.2 RESULTATEN.....	8
2.3 TRENDANALYSE.....	15
3. VERIFICATIE STAP	19
3.1 METHODE.....	19
3.2 RESULTATEN.....	20
3.3 STATISTIEK	20
3.3 CONCLUSIE.....	21
4. ANALYSE EN CONCLUSIE	22
BIJLAGE 1 – RESULTATEN KOMPASWIJKEN	23
LITERATUURLIJST.....	24



INLEIDING

In opdracht van de gemeente Groningen is door Terra Nostra een groenanalyse uitgevoerd, waarbij de oppervlakte bedekking van bomen en ander groen beoordeeld zal worden in de gemeente Groningen.

Aanleiding en doel

Gemeente Groningen werkt aan een groene gemeente waarbij klimaatadaptatie, groen en bomenbeleid een grote rol spelen. De gemeente is ook betrokken bij een LIFE project op het gebied van klimaatadaptatie. Groningen is een wijkklimaat monitor aan het opzetten waarbij verschillende indicatoren worden meegenomen, waaronder dat van bomen en ander groen. Het doel van dit project is het bepalen en analyseren van de indicatoren die de gemeente nodig heeft. De indicatoren zijn verder uitgewerkt in tabel 1. De indicatoren worden in de tijd gevolgd, zodat de ontwikkeling van het kroon – en groenoppervlak zichtbaar wordt.

Leeswijzer

In hoofdstuk 1 staat de achtergrond beschreven. In hoofdstuk 2 de resultaten van de groenanalyse inclusief de trendanalyse. In Hoofdstuk 3 wordt de analyse en conclusie besproken en is er een literatuurlijst bijgevoegd.

Heeft u naar aanleiding van dit rapport nog vragen of opmerkingen?

U kunt contact opnemen met Wendy Batenburg, telefoon 0184 – 698993.

Terra Nostra BV
Bleskensgraaf

1

ACHTERGROND



1.1 Ecosysteemdiensten en indicatoren

Ecosysteemdiensten van bomen zijn de diensten die bomen leveren voor onder andere onze leefomgeving. Bomen leveren dus een positieve bijdrage aan het leefklimaat in de stad. Dit doen ze door bijvoorbeeld de luchtkwaliteit te verbeteren, regenwater af te vangen tijdens regenbuien en de omgeving te koelen, maar ook zorgen ze voor een leefomgeving en voeding voor dieren en insecten. Veel van de ecosysteemdiensten hangen samen met de kroon van een boom, de bladeren vangen luchtvervuiling af of nemen schadelijke gassen op, regenwater komt door het blad vertraagd op de bodem terecht en zorgt voor minder belasting van het riool. Bij koeling speelt ook de kroon een grote rol bij het verzorgen van schaduw en verdamping van water door het blad. Niet alleen het boomkroon oppervlak, maar ook het boomkroon volume speelt hierbij een grote rol. De doorzichtigheid van de kroon (leaf area index) en het bladoppervlak hebben ook een belangrijke invloed op de bijdrage aan ecosysteemdiensten.

Gemeente Groningen wil in een wijk-klimaat monitor de rol van kroonoppervlak en kroonvolume van bomen in beeld brengen en daarbij onderscheid maken in het eigendom van de boom. De indicatoren die hiervoor nodig zijn staan in tabel 1. In dit project wordt de verschillende indicatoren uitgewerkt.

Eigendom	Indicator en de ontwikkeling in de tijd	Eenheid
Totaal	Oppervlakte gras en struweel	m ² en %
	Aantal bomen	Aantal, aantal per hectare en %
	Boomkroon oppervlak; Doel 30% per wijk	m ² en %
	Boomkroonvolume	m ³ en m ³ per hectare
Privaat	Boomkroon oppervlak	m ² en %
	Boomkroon volume	m ³ en m ³ per boom
	Oppervlakte groen in tuinen	m ² en %
	Oppervlakte verharding in tuinen (per wijk)	m ² en %
Openbaar	Oppervlakte gras en struweel	m ² en %
	Aantal bomen	Aantal, aantal per hectare en %
	Boomkroon oppervlak	m ² en %
	Boomkroon volume	m ³ en m ³ per hectare

Tabel 1. De indicatoren die vastgesteld worden in dit project.

Kroonoppervlakte van bomen en oppervlakte van overig groen is het percentage grondoppervlak wat bedekt wordt door de kroon van een boom of het groen wanneer van bovenaf wordt gekeken (Grove et al. 2006). Kroon- en groenoppervlakte wordt berekend aan de hand van het aantal m² met groen bedekt oppervlak en uitgedrukt in percentage van het totale grondoppervlak. Kroonoppervlakte kan toenemen door de toename in het aantal bomen en door de groei van de aanwezige bomen. Dit is dynamisch, omdat kap van bomen, snoei, ziekten en plagen en de achteruitgang in conditie, de kroonoppervlakte zal doen afnemen.



2

GROENANALYSE



2.1 Methode

De verschillende indicatoren worden uit een puntenwolk berekend door middel van verschillende geautomatiseerde classificatie technieken. De puntenwolk is beschikbaar gesteld door Algemeen Hoogtebestand Nederland (AHN, www.ahn.nl). De gebruikte methode wordt internationaal toegepast om de kroonoppervlakte van bomen vast te stellen van een gebied (Dalponte, 2016). Om de resultaten verder te verfijnen is ook gebruik gemaakt van land dekkende luchtfoto's van de betreffende jaren (2009, 2019 en 2022) in lage resolutie (25x25 cm) van Beeldmateriaal. De weersomstandigheden in het betreffende jaar kunnen invloed hebben op de luchtfoto's. Dit heeft vooral te maken met de mate van droogte en bladontwikkeling van de bomen. Door droogte kan gras en struweel minder goed zichtbaar zijn in de analyse door bladdroogte. Door onvoldoende bladontwikkeling kan groene vegetatie ook minder goed zichtbaar zijn in de analyse. De bladontwikkeling tussen de geanalyseerde jaren bleek niet te verschillen. Wat betreft droogte: in 2009 verliep de lente vrij droog (142 mm in maart, april, mei) en de zomer verliep ook vrij droog (189 mm totaal in juni, juli, augustus). In 2019 verliep de lente vrij droog (154 mm in maart, april, mei) en de zomer was aan de droge kant (134 mm totaal in juni, juli, augustus). In 2022 werd een droge lente (135 mm in maart, april, mei) gevolgd door een zeer droge zomer (104 mm totaal in juni, juli, augustus). Het sterkere droogtebeeld in 2022 ten opzichte van 2019 en 2009 heeft invloed gehad op de luchtfoto's en dus ook op de analyses. Voor 2022 zijn de luchtfoto's van 2019 gebruikt, omdat deze qua tijdstip het dichtst bij elkaar liggen. Dit heeft alleen gevolgen voor het berekenen van de oppervlakte gras en struweel en oppervlakte groen in tuinen.

Berekening kroonoppervlak en kroonvolume per eigendom categorie

De punten in de AHN-puntenwolk zijn geclassificeerd op onder andere maaiveld, gebouwen en wateroppervlak, maar niet op vegetatie. De eerste stap is dus het classificeren van vegetatie gerelateerde objecten binnen de puntenwolk. Dit is aan de hand diverse parameters in de AHN puntenwolk en secundair op basis van de Normalised Difference Vegetation Index (NDVI) berekend. Na het normaliseren van de puntenwolk (de punten ten opzichte NAP worden door het aftrekken van de hoogte van een terreinmodel relatief ten opzichte van het maaiveld omgerekend), worden alle punten lager dan 2,8 m niet als boom geclassificeerd. Onder 2,8 meter kan een boom niet goed geclassificeerd worden in de puntenwolk omdat er te veel objecten zijn die ruis veroorzaken (bijv. voertuigen, straatmeubilair of andere objecten). Eindresultaat van deze berekeningen is het totale en per boom individuele kroonoppervlak en volume binnen de gemeentegrens van Groningen. Deze stappen zijn herhaald voor 3 generaties AHN, namelijk AHN2, AHN3 en AHN4. Deze AHN puntenwolken zijn verzameld in 2009 (AHN2), 2019 (AHN3) en 2022 (AHN4).

Berekening oppervlakte gras en struweel in de openbare ruimte

De oppervlakte gras en struweel wordt berekend door het groenoppervlak te berekenen onder de 2,8 meter die als vegetatie is geclassificeerd in het NDVI. Dit wordt gekoppeld aan de AHN puntenwolk.

Berekening oppervlakte groen en oppervlakte verharding in tuinen

Oppervlakte groen en verharding in tuinen is berekend op basis van door de Gemeente Groningen aangeleverde eigendomsgrenzen. Hierbij was de bebouwing al afgetrokken. Daarbinnen is al het oppervlak in particulier eigendom gebruikt om per aansluitend gebied (meerdere tuinen geclusterd) een samenvatting te berekenen van het oppervlak hoge (bomen) en lage vegetatie

(gras en struweel). De oppervlakte verharding is berekend door de oppervlakte hoge en lage vegetatie en oppervlakte bebouwing van het totale grondoppervlak af te trekken.

Kroonvolume

Het kroonvolume wordt berekend door eerst een kroonhoogte model te generen waarbij de puntenwolk van de bomen wordt getransformeerd naar een rasterafbeelding. Van elke pixel van 50 x 50 cm is het hoogste punt als maximale hoogte is opgenomen. Dit wordt genormaliseerd naar een hoogte door middel van maaiveldhoogte en gemiddeld 4 meter takvrije stamhoogte per boom. Alle negatieve waarden worden weggelaten uit het model. Vervolgens worden het aantal pixels opgeteld wat tot het kroonvolume leidt. Het berekenen van het kroonvolume kan op meerdere manieren gedaan worden en is wereldwijd nog in ontwikkeling (Zhu et al., 2021). De poreuze structuur van een boomkroon maakt het lastig om een exacte meting te doen met digitale middelen.

N.B. Kroonvolume

Het kroonvolume kan alleen berekend worden van de bomen op het totale grondgebied van gemeente Groningen, omdat boomkronen de scheidslijnen tussen hoogstedelijk en niet-stedelijk grondoppervlak overlappen en meerdere keren meegerekend zouden kunnen worden. Het aantal bomen wordt op een gelijkwaardige manier berekend en geeft dus ook dit probleem.

Het aantal bomen

Het aantal bomen is berekend op basis van het zwaartepunt van de kroon. De locatie van het zwaartepunt van de boom bepaald de eigendoms categorie en de locatie in hoogstedelijk gebied.

Categorieën van eigendom

De boomkroon- en groenoppervlakte in gemeente Groningen zijn onderverdeeld in twee categorieën van eigendom, *privaat* en *openbaar*. De som van beide categorieën zal weergegeven worden als 'totaal'. Openbaar eigendom is alles in eigendom van de gemeente Groningen. Privaat eigendom geeft alles aan wat niet in eigendom is van gemeente Groningen. Hierbij gaat het om grondoppervlakte in eigendom van inwoners, bedrijven, Rijkswaterstaat, Prorail enzovoort.

Ontwikkeling van het kroonoppervlak

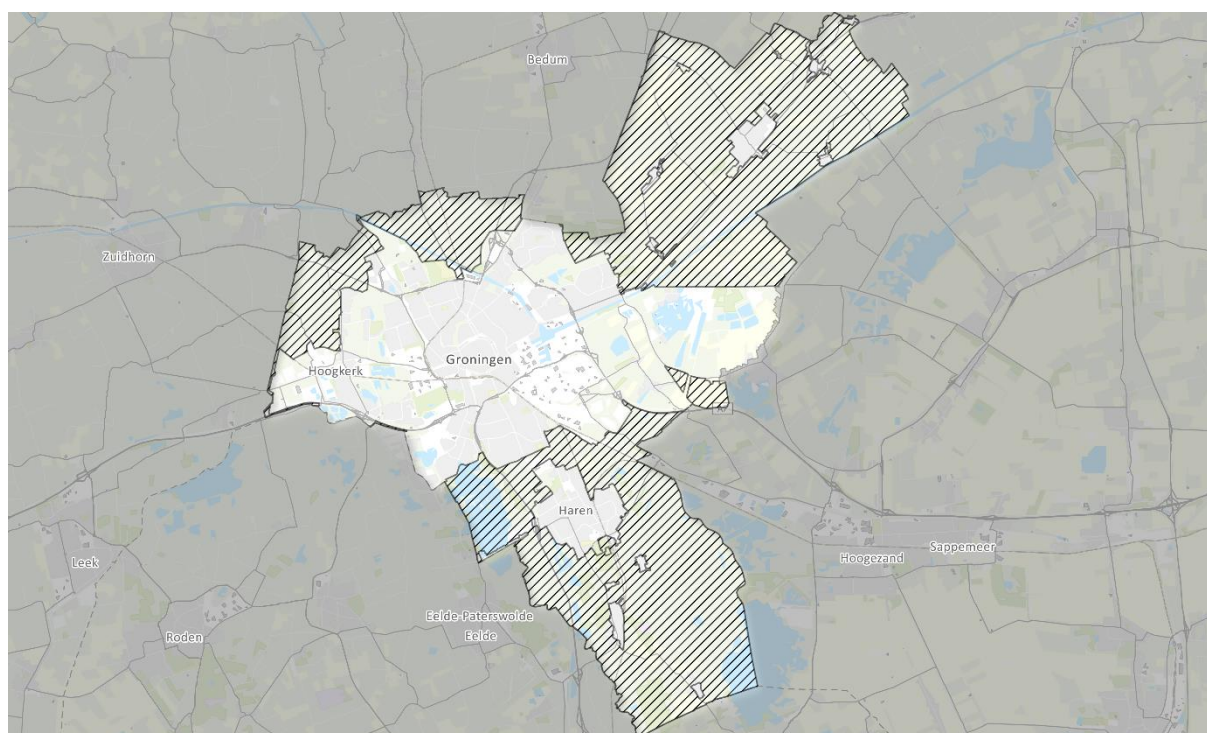
De ontwikkeling van het kroonoppervlak wordt bepaald door een analyse te maken van de AHN2 gegevens uit 2009, de AHN3 gegevens uit 2019 en de AHN4 gegevens uit 2022. Op deze manier kan de toename of afname van de indicatoren in beeld worden gebracht die in 13 jaar is ontwikkeld. Hieruit kan een jaarlijkse groei of afname berekend worden. Uiteindelijk kan ook een schatting worden gemaakt van de ontwikkeling van de indicatoren in de toekomst.

2.2 Resultaten

2.2.1 Resultaten totaal en hoogstedelijk grondgebied

De verschillende indicatoren zijn berekend en weergegeven in tabel 2 en 3. De resultaten worden weergegeven per eigendoms categorie (openbaar en privaat) en in totaal.

Het totale grondoppervlak van gemeente Groningen bevat ook een groot aandeel landelijke omgeving. Om trends te kunnen ontdekken in de hoogstedelijke omgeving is er onderscheid gemaakt in totale grondgebied en hoogstedelijk grondgebied. Dit geeft twee verschillende projectgrenzen voor het bepalen van de indicatoren (figuur 1). Voor de projectgrenzen van het hoogstedelijke grondgebied zijn gegevens van de provincie Groningen gebruikt. Het totale grondoppervlak van de gemeente Groningen is 198.008.544 m² wat overeenkomt met 19.801 hectare. Het hoogstedelijk oppervlak is 84.318.482 m², oftewel 8.432 hectare, 42,6% van het totale grondoppervlak.



Figuur 1. De totale grondoppervlakte vergeleken met de oppervlakte van de hoogstedelijke omgeving, het buitengebied is gearceerd.

Het percentage boomkroonoppervlak van het totale grondgebied neemt gestaag toe van 7,7% in 2009 (AHN2), 8,7% in 2019 (AHN3) naar 8,9% in 2022 (AHN4). In het hoogstedelijk grondgebied neemt het percentage boomkroon oppervlak ook toe van 10,5% in 2009, naar 12,1% in 2019 en 12,5% in 2022.

Het boomkroonvolume laat ook een stijgende lijn zien, voor zowel het totaal als de hoogstedelijke omgeving. Het boomkroonvolume per boom stijgt van 475, naar 485 en 514 m³ per boom voor



het totale grondgebied. Voor de hoogstedelijke omgeving stijgt het boomkroonvolume van 434 naar 442 en 462 m³ per boom in 2009 (AHN2), 2019 (AHN3) en 2022 (AHN4), respectievelijk.

Het aantal bomen neemt toe van 2009 naar 2019, voor zowel het totaal als de hoogstedelijke omgeving. Het totaal aantal bomen stijgt van 334.901 (2009) naar 363.158 (2019). In 2022 is er een lichte daling zichtbaar van 2,5% naar 353.992 bomen. In de hoogstedelijke omgeving is dezelfde trend zichtbaar van 202.791 bomen in 2009 (AHN2), naar 226.492 bomen in 2019 (AHN3) en 223.239 bomen in 2022 (AHN4).

De resultaten en trends voor de andere indicatoren worden weergegeven in tabel 2 en 3 en paragraaf 2.3.

Resultaten op het totaal grondoppervlak										
		Totaal			Privaat			Openbaar		
Indicator		AHN2	AHN3	AHN4	AHN2	AHN3	AHN4	AHN2	AHN3	AHN4
Aantal bomen	Aantal	334.901	363.158	353.992	198.811	209.613	203.358	136.090	153.545	150.634
	Per ha	16,9	18,3	17,9	13,7	14,4	14,0	25,8	29,1	28,5
Boomkroon oppervlak	m ²	15.221.484	17.272.366	17.610.337	8.801.876	9.712.162	9.820.622	6.419.105	7.559.637	7.789.292
	%	7,7%	8,7%	8,9%	6,1%	6,7%	6,8%	12,2%	14,3%	14,8%
Boomkroon volume	m ³	159.094.911	175.997.096	184.818.986	-	-	-	-	-	-
	m ³ per ha	8.035	8.888	9.334	-	-	-	-	-	-
Oppervlakte gras en struweel	m ²	140.602.652	134.779.398	134.441.427	106.315.225	102.302.474	102.194.013	34.285.266	32.475.627	32.245.972
	%	71,0%	68,1%	67,9%	73,2%	70,4%	70,4	64,9%	61,5%	61,1%
Oppervlakte groen in tuinen	m ²	-	-	-	115.117.101	112.014.636	112.014.635	-	-	-
	%	-	-	-	79,3%	77,1%	77,1%	-	-	-
Oppervlakte verharding in tuinen	m ²	-	-	-	30.097.392	33.199.857	33.199.858	-	-	-
	%	-	-	-	20,7%	22,9%	22,9%	-	-	-
Grond oppervlakte	m ²	198.008.544			145.214.493			52.794.051		
	ha	19.801			14.521			5.279		

Tabel 2. Resultaten van het totale grondoppervlak van gemeente Groningen. De data van AHN2 zijn uit 2009, van AHN3 uit 2019, en van AHN4 uit 2022. De percentages zijn berekend ten opzichte van het grondoppervlak van de betreffende categorie.

Resultaten op het hoogstedelijk grondoppervlak

		Totaal			Privaat			Openbaar		
Indicator		AHN2	AHN3	AHN4	AHN2	AHN3	AHN4	AHN2	AHN3	AHN4
Aantal bomen	Aantal	202.791	226.492	223.239	86.882	91.007	89.543	115.909	135.485	133.696
	Per ha	24,1	26,9	26,5	20,3	21,2	20,9	27,9	32,7	32,2
Boomkroon oppervlak	m ²	8.860.756	10.231.980	10.550.662	3.447.819	3.723.584	3.801.184	5.412.435	6.507.829	6.749.056
	%	10,5%	12,1%	12,5%	8,1%	8,7%	8,9%	13,0%	15,7%	16,3%
Boomkroon volume	m ³	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	m ³ per ha	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oppervlakte gras en struweel	m ²	48.185.590	42.921.102	42.602.420	22.851.667	19.696.376	19.618.776	25.331.769	23.223.433	22.982.206
	%	57,1%	50,9%	50,5%	53,4%	46,0%	45,8%	61,1%	56,0%	55,4%
Oppervlakte groen in tuinen	m ²	-	-	-	26.299.486	23.419.960	23.419.960	-	-	-
	%	-	-	-	61,4%	54,7%	54,7%	-	-	-
Oppervlakte verharding in tuinen	m ²	-	-	-	16.530.441	19.409.967	19.409.967	-	-	-
	%	-	-	-	38,6%	45,3%	45,3%	-	-	-
Grond oppervlakte	m ²	84.318.482			42.829.927			41.488.555		
	ha	8.432			4.283			4.149		

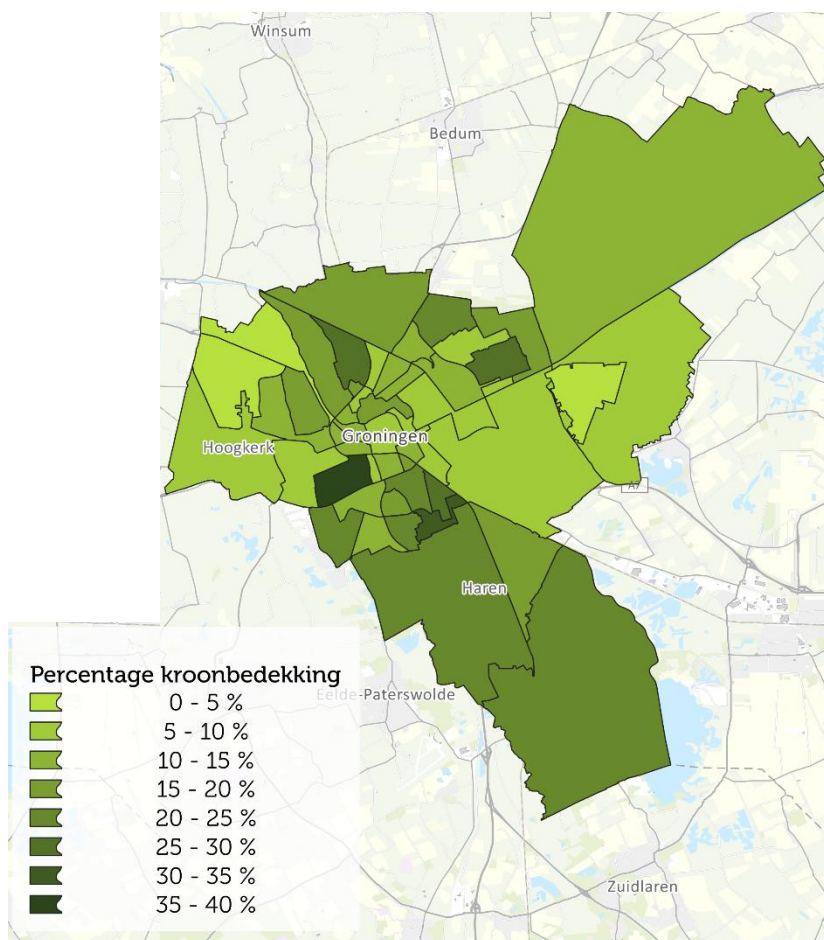
Tabel 3. Resultaten van het hoogstedelijke grondoppervlak van gemeente Groningen. De data van AHN2 zijn uit 2009, van AHN3 uit 2019, en van AHN4 uit 2022. De percentages zijn berekend ten opzichte van het grondoppervlak van de betreffende categorie.

2.2.2 Resultaten per kompaswijk

De gegevens worden ook berekend per kompaswijk, zodat de resultaten ingezet kunnen worden in de Basismonitor Groningen. De kompaswijken zijn 49 wijken in gemeente Groningen die opgenomen zijn in de [Basismonitor](#). Deze gegevens worden digitaal aangeleverd aan gemeente Groningen als GIS bestand en samengevat in een Excel-file (zie bijlage 1, ook voor extra informatie). Bij de analyse is alleen het hoogstedelijk grondoppervlak meegenomen binnen de grenzen van de kompaswijken. De resultaten van het percentage boomkroon oppervlak per kompaswijk zijn weergegeven in tabel 4, voor AHN2, AHN3 en AHN4.

In figuur 2 en tabel 4 is de kroonoppervlakte per kompaswijk te zien. Een wijk met een kroonoppervlakte groter of gelijk aan 30% voldoet aan de vuistregel van Cecil Konijnendijk, de 3-30-300 regel. De regel geeft aan dat vanuit ieder huis 3 bomen te zien moeten zijn, 30% boomkroon oppervlak per wijk aanwezig zou moeten zijn en dat iedereen op maximaal 300 meter afstand tot een park of groene ruimte zou moeten wonen. In dit project is alleen de regel voor 30% boomkroon oppervlak getoetst. Alleen de kompaswijken Laanhuizen en Villabuurt voldoen hieraan in 2022. Het is nog niet mogelijk om te testen of er 3 bomen te zien zijn vanuit elk huis, bijvoorbeeld doordat er onduidelijkheid is over de plaatsing van de ramen in de data die voor dit project zijn gebruikt.

Gemeente Groningen heeft in een ander onderzoek een analyse laten uitvoeren waarin, in het kader van hittestress, is uitgezocht wat de afstand is tot koelte. Hierin wordt ook de regel van maximaal 300 meter afstand tot een park of groene ruimte beschouwd. Een koele plek werd hierbij gedefinieerd als een locatie met 200 m² groen met voldoende schaduw door de aanwezigheid van bomen.



Figuur 2. De kroonoppervlakte per kompaswijk in 2022 (AHN4), waarbij 30% kroonoppervlakte als referentiewaarde is gebruikt.

Percentage kroonoppervlak per kompaswijk					
	AHN2	AHN3	AHN4		AHN2>AHN4
Laanhuizen	31,5%	35,2%	↑	35,4%	↑ +3,9%
Villabuurt	27,3%	31,4%	↑	32,1%	↑ +4,8%
Coendersborg	24,3%	26,5%	↑	27,2%	↑ +2,9%
Lewenburg	21,0%	25,1%	↑	26,9%	↑ +5,9%
Selwerd	25,9%	28,8%	↑	25,2%	↓ -0,7%
Beijum	19,3%	21,6%	↑	23,6%	↑ +4,3%
Haren-West e.o.	21,8%	23,8%	↑	23,3%	↓ +1,5%
de Wijert-Zuid	19,0%	21,8%	↑	23,3%	↑ +4,3%
Glimmen-Onnen-Noordlaren	22,6%	25,8%	↑	21,5%	↓ -1,1%
Hornsepark-Piccardhof	13,1%	19,5%	↑	20,6%	↑ +7,5%
Helpman-Sterrebosbuurt	19,9%	19,7%	↓	20,5%	↑ +0,6%
Noorderhoogebrug	18,7%	17,8%	↓	19,9%	↑ +1,1%
Tuinwijk	16,1%	20,1%	↑	19,3%	↓ +3,2%
Vinkhuizen	10,7%	16,6%	↑	17,8%	↑ +7,2%
Hortusbuurt-Ebbingekwartier	15,4%	17,9%	↑	17,8%	↓ +2,4%
Haren-Oost e.o.	15,0%	16,8%	↑	17,5%	↑ +2,5%
Herewegbuurt	14,9%	15,9%	↑	17,1%	↑ +2,3%
Paddepoel	13,8%	15,4%	↑	16,5%	↑ +2,8%
de Wijert	13,7%	15,8%	↑	15,9%	↑ +2,2%
Noorddijk-Ruischerbrug	10,1%	14,1%	↑	15,2%	↑ +5,1%
Oranjebuurt	11,2%	15,0%	↑	14,7%	↓ +3,5%
Indische buurt	11,9%	13,7%	↑	14,6%	↑ +2,7%
Hornsemeer	9,5%	12,7%	↑	14,1%	↑ +4,7%
de Hunze-van Starckenborgh	11,1%	12,3%	↑	13,7%	↑ +2,6%
Ten Boer	9,2%	11,9%	↑	12,9%	↑ +3,7%
Corpus den Hoorn	11,1%	12,3%	↑	12,9%	↑ +1,7%
Oosterhoogebrug-Ulgersmaborg	9,3%	11,5%	↑	12,0%	↑ +2,7%
Kostverloren	9,0%	11,8%	↑	11,9%	↑ +2,9%
Oosterpoort	9,4%	11,1%	↑	11,4%	↑ +2,0%
Rivierenbuurt	10,1%	10,6%	↑	11,1%	↑ +1,0%
Badstraten-Zeeheldenbuurt	9,7%	12,1%	↑	10,6%	↓ +0,9%
Schildersbuurt	8,0%	10,2%	↑	10,4%	↑ +2,4%
de Held-Hoendiep	6,1%	9,6%	↑	10,3%	↑ +4,2%
Professorenbuurt	8,0%	10,3%	↑	10,1%	↓ +2,1%
De Hoogte	8,7%	9,5%	↑	9,6%	↑ +1,0%
Drielanden-Ruischerwaard-Zilvermeer	4,2%	7,7%	↑	9,4%	↑ +5,2%
Oosterparkwijk	7,5%	8,5%	↑	9,0%	↑ +1,5%
Harkstede-Lageland	7,9%	8,2%	↑	8,8%	↑ +0,9%
Noorderplantsoenbuurt	6,3%	8,9%	↑	8,5%	↓ +2,3%
Buitenhof-de Kring	3,1%	8,3%	↑	8,0%	↓ +4,9%
Binnenstad	6,7%	7,8%	↑	7,6%	↓ +0,9%
Binnenstad-oost	5,4%	7,4%	↑	7,2%	↓ +1,8%
Grunobuurt	8,4%	5,6%	↓	5,8%	↑ -2,7%
Hoogkerk	4,5%	6,0%	↑	5,6%	↓ +1,1%
Meerdorpen	6,4%	5,3%	↓	5,6%	↑ -0,8%
Nieuw-zuid	4,6%	5,2%	↑	5,6%	↑ +1,0%
Reitdiep-Dorkwerd	1,7%	2,6%	↑	3,4%	↑ +1,6%
Gravenburg-Leegkerk	0,4%	2,2%	↑	2,7%	↑ +2,3%
Meerstad	0,4%	0,4%	↔	0,6%	↑ +0,2%

Tabel 4. Percentage boomkroonoppervlakte per kompaswijk voor AHN2, AHN3 en AHN4. Met de groene en rode pijlen is een stijging of daling weergegeven van de boomkroon oppervlakte vergeleken met de AHN-versie ervoor. De toename of afname van kroonoppervlak van AHN2 naar AHN4 is weergegeven in de laatste kolom. Groen gearceerd: de kompaswijken die meer dan 30% kroonoppervlak hebben in 2022 (AHN4).

De kompaswijk Laanhuizen heeft de hoogste kroonoppervlakte (35,4%) in 2022 (AHN4), gevolgd door Villabuurt (32,1%), Coendersborg (27,2%) en Lewenburg (26,9%) en Selwerd (25,2%). Deze kompaswijken hebben allen een kroonoppervlakte hoger dan 25%. Meer dan een kwart van de grondoppervlakte is in deze wijken dus bedekt met boomkronen (van bovenaf bekeken). Dit kroonoppervlak is berekend voor de bomen op het hoogstedelijke grondoppervlak. De kompaswijken met een groot aandeel landelijk gebied zouden anders een laag kroonoppervlak hebben door bijvoorbeeld een landbouw functie.

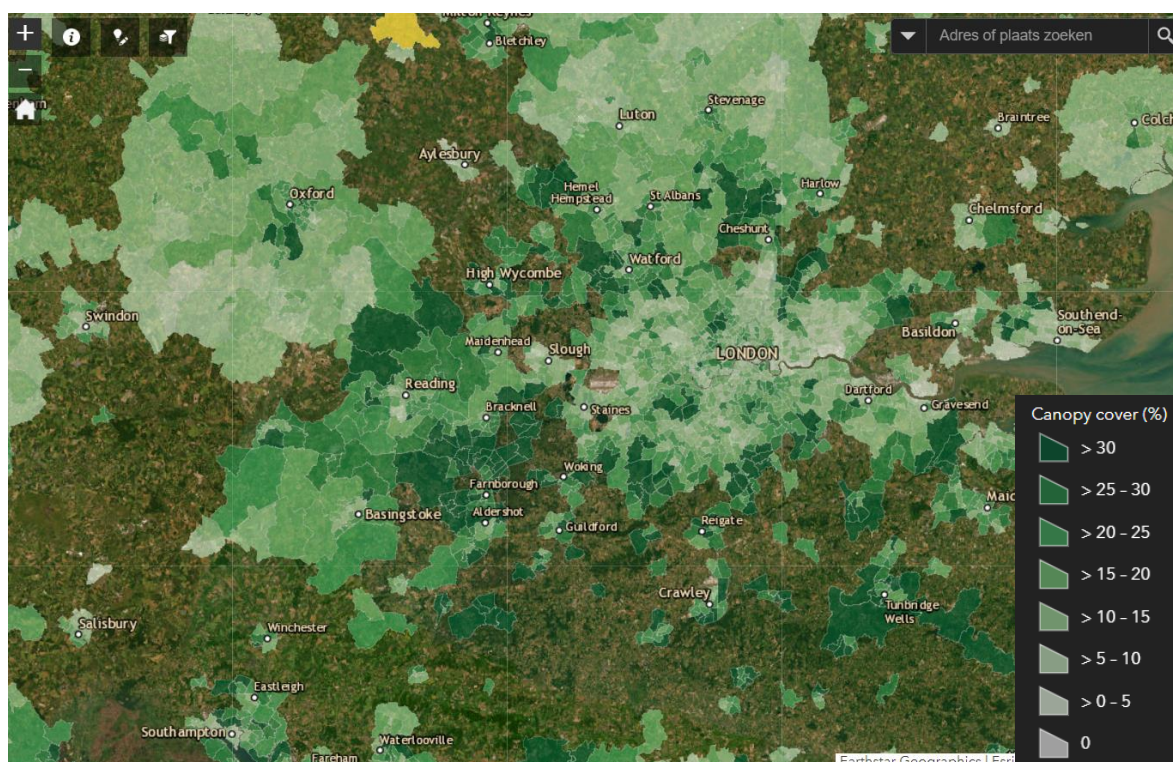
De grootste toename in kroonoppervlak van 2009 naar 2022, is aanwezig in Hoornsepark-Piccardhof (van 13,1% naar 20,1%), Vinkhuizen (van 10,7% naar 17,8%) en Leweborg (van 21% naar 26,9%). In slechts 4 van de 49 wijken neemt van boomkroonoppervlak licht af van 2009 naar 2022 (zie tabel 4).

Kanttekening

De analyse heeft zich gericht op het totale oppervlak van de kompaswijk en de hoogstedelijke oppervlakte per AHN generatie. Dit is voor elk van de parameters bepaald, behalve voor kroonvolume (voor meer informatie hierover zie paragraaf 2.1).

Internationaal

In [Groot Brittannië](#) (via Treeconomics en Forest Research) vindt inventarisatie plaats van de kroonbedekking van verschillende plaatsen en steden ([UK Urban Canopy Cover](#)). Deze gegevens worden uniform opgenomen via i-Tree Canopy en landelijk geregistreerd. Deze kaart is openbaar en voor iedereen in te zien. In figuur 3 is een voorbeeld te zien van het kroonoppervlak rondom Londen. Goed te zien is dat er veel variatie is in de gradatie van kroonoppervlak. Vergelijkbaar met de percentages en de variaties tussen de wijken in gemeente Groningen.



Figuur 3. Voorbeeld van de registratie van het kroonoppervlak in [Groot Brittannië](#).

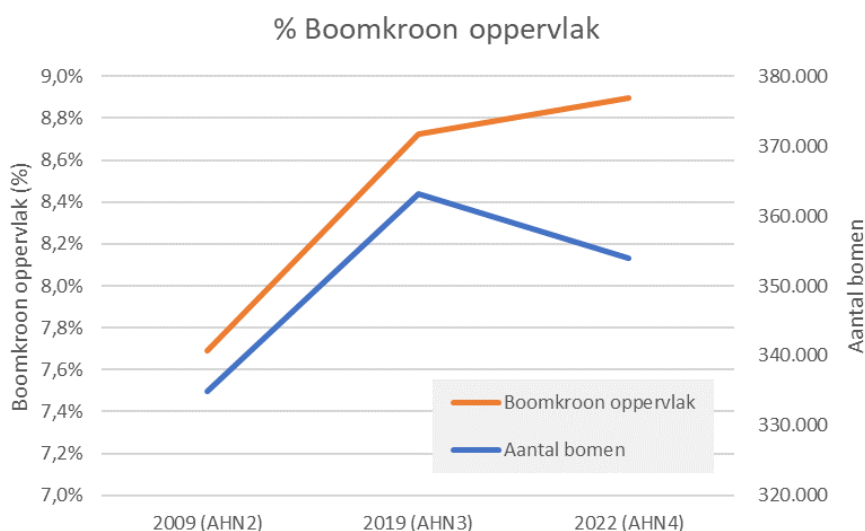
2.3 Trendanalyse

In dit onderdeel zal gekeken worden naar de trend en ontwikkeling van de indicatoren die zijn berekend. Hier wordt ook weer onderscheid gemaakt in totaal grondgebied (paragraaf 2.3.1) en hoogstedelijk grondgebied (paragraaf 2.3.2). De trendanalyse wordt gemaakt aan de hand van AHN gegevens. De AHN2, AHN3 en AHN4 gegevens zijn echter verzameld met verschillende tussenpozen, tien jaar tussen AHN2 (2009) en AHN3 (2019) en drie jaar tussen AHN3 (2019) en AHN4 (2022). Dit kan enigszins van invloed zijn de snelheid van de trendontwikkeling.

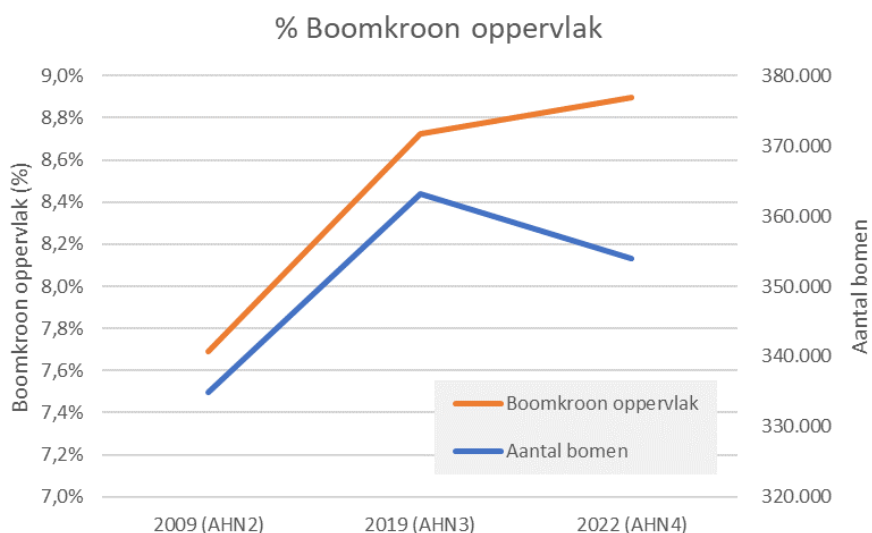
2.3.1 Totaal grondgebied

Aantal bomen, boomkroonoppervlak en boomkroonvolume

Na een sterke stijging in het aantal bomen (+8,4%), boomkroonoppervlak (+13,5%, figuur 4) en boomkroon volume (+10,6%, figuur 5) van 2009 naar 2019, neemt het aantal bomen in 2022 licht af (-2,5%). Het boomkroonoppervlak (+2,0%) en het boomkroonvolume (+5,0%) is echter toegenomen in 2022 ten opzichte van 2019.



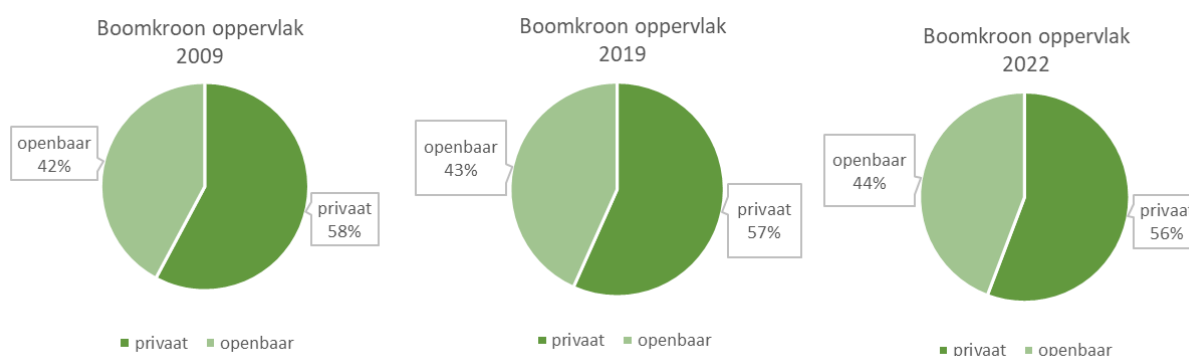
Figuur 4. Het percentage boomkroonoppervlak en het aantal bomen op de totale grondoppervlakte van de gemeente Groningen.



Figuur 5. Het boomkroon volume en het aantal bomen op de totale grondoppervlakte van de gemeente Groningen.

Openbaar versus privaat eigendom

De verhouding boomkroonoppervlak tussen openbaar en privaat eigendom blijft vrijwel gelijk tussen de jaren (figuur 6). Wel neemt het aandeel privaat licht af en het aandeel openbaar, vanzelfsprekend, licht toe. De ontwikkeling in deze ratio is vergelijkbaar voor alle indicatoren.



Figuur 6. Ontwikkeling van het boomkroonoppervlak in de verhouding openbaar versus privaat eigendom, in de jaren 2009, 2019 en 2022. Deze gegevens zijn berekend over het hoogstedelijke grondoppervlak.

Gras en struweel

De oppervlakte gras en struweel neemt licht af van 2009 naar 2019 met 4,1%, van 14.060 hectare naar 13.478 hectare. De afname kan gedeeltelijk verklaard worden door een toename van de kroonoppervlakte, omdat dit meegenomen wordt in de berekening van gras en struweel. Van 2019 naar 2022 is er geen ontwikkeling bekend, omdat in 2022 de luchtfoto's die gebruikt zijn in de analyse, genomen zijn tijdens een langdurige droge periode. Hierdoor is niet al de lage vegetatie goed zichtbaar en te verwerken in de analyses. Om toch een berekening te kunnen maken voor 2022, is de luchtfoto van 2019 gebruikt. De oppervlaktes komen nu te sterk overeen met 2019, waardoor conclusies over de ontwikkeling van gras en struweel van 2019 naar 2022 niet goed mogelijk zijn. De data wordt wel weergegeven in tabel 2 en 3.

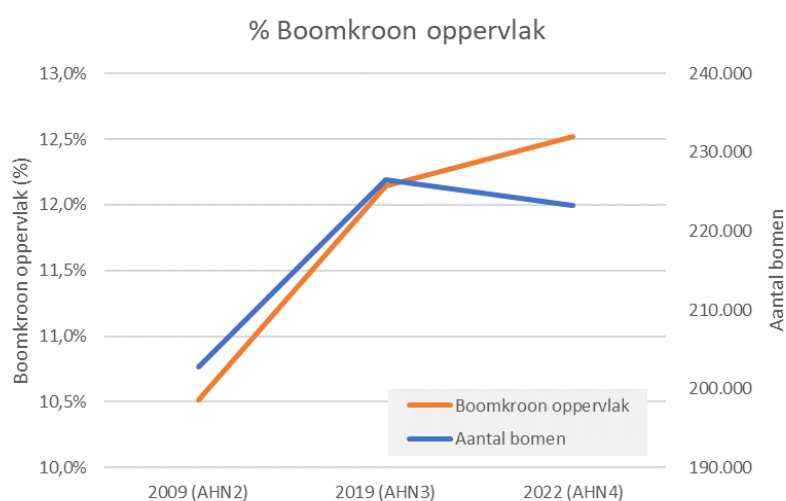
Groen en verharding in tuinen

Berekend over het grondoppervlak in privaat eigendom, neemt de oppervlakte groen in tuinen af met 2,7% van 2009 naar 2019. Voor 2022 zijn geen uitspraken te doen door de langdurige droogte in 2022. De oppervlakte verharding neemt toe van 2009 naar 2019 met 10,3%.

2.3.2 Hoogstedelijk grondgebied

Aantal bomen, boomkroon oppervlak en boomkroon volume

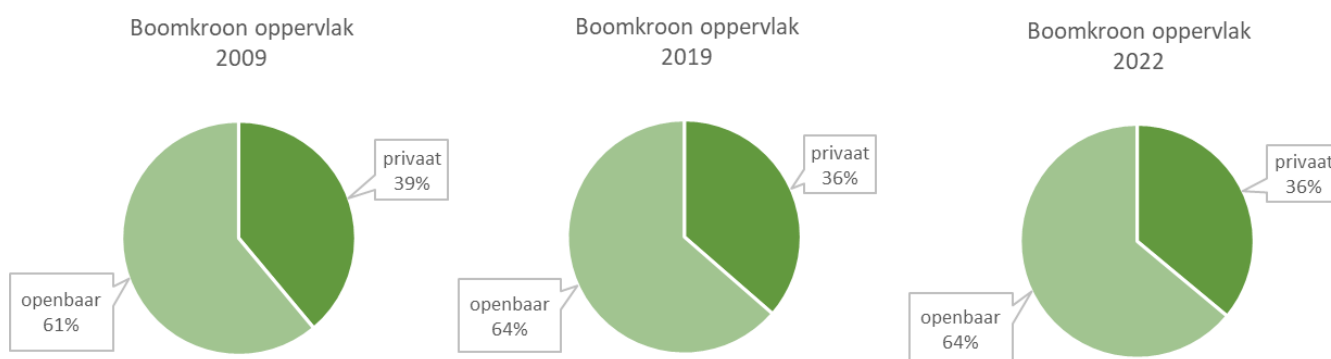
In het hoogstedelijk grondgebied was ook een sterke stijging zichtbaar van 2009 naar 2019 in het boomkroon oppervlak (+15,5%, figuur 7). Het boomkroon oppervlak (+3,1%) is ook toegenomen in 2022. Het aantal bomen is toegenomen van 2009 naar 2019 met 11,7% in 2019 en nam iets af in 2022 (-1,4%).



Figuur 7. Het percentage boomkroonoppervlak en het aantal bomen op de hoogstedelijke grondoppervlakte van de gemeente Groningen.

Openbaar versus privaat eigendom

De verhouding boomkroonoppervlak voor het hoogstedelijke grondgebied tussen openbaar en privaat eigendom blijft ongeveer gelijk tussen de jaren (figuur 8). De ontwikkeling in deze ratio is vergelijkbaar voor alle indicatoren.



Figuur 8. Ontwikkeling van het boomkroonoppervlak in de verhouding openbaar versus privaat eigendom, in de jaren 2009, 2019 en 2022. Deze gegevens zijn berekend over het hoogstedelijke grondoppervlak.

Gras en struweel

De oppervlakte gras en struweel neemt af van 2009 naar 2019 met 10,9%, van 4.818 hectare naar 4.292 hectare. Voor 2022 zijn geen uitspraken te doen door de langdurige droogte in 2022.

Groen en verharding in tuinen

Berekend over het grondoppervlak in privaat eigendom, neemt de oppervlakte groen in tuinen af met 13,8% van 2009 naar 2019. De verharding in tuinen neemt toe van 2009 naar 2019 met 17,4%. Voor 2022 zijn geen uitspraken te doen door de langdurige droogte in 2022.

2.3.3 Vergelijking totaal versus hoogstedelijk grondgebied

In het totale grondgebied zijn het meeste boomkroonoppervlak in 2022 (55,8%) in privaat eigendom. In het hoogstedelijke gebied is dit andersom, hier is 64,0% van de bomen in openbaar eigendom.

Eerdere analyse van het kroonoppervlak in 2019 laten een kroonoppervlak zien van 2.035 hectare in 2009 (AHN2) en 1.090 hectare in 2019 (AHN3). Dit is verschillend van de gegevens zoals geanalyseerd in dit project, omdat twee verschillende methoden zijn gebruikt. Deze methoden hebben enige overeenkomsten, bij de eerste berekeningen door Cobra Groeninzicht zijn luchtfoto's gebruikt en mogelijk een andere software en algoritmes om het kroonoppervlak te berekenen. De techniek om kroonoppervlak te berekenen uit AHN gegevens zijn sterk ontwikkeld afgelopen jaren, waardoor de nauwkeurigheid ook is toegenomen.

3

VERIFICATIE STAP

Bij het gebruik van luchtfoto's in combinatie met AHN4 kunnen afwijkingen ontstaan bij het bepalen van het boom kroonoppervlak. Vanuit de literatuur is niet bekend wat de afwijking is en of deze methode significant verschillend is van de werkelijkheid. Tijdens de verificatie van de gebruikte methode zal de afwijking van het werkelijke kroonoppervlak vastgesteld worden en statistisch getest worden op significantie met een gepaarde t-test. Dit is een statistische test waarbij twee waarden van dezelfde locatie worden vergeleken en beoordeeld op significantie van de verschillen.

3.1 Methode

Om de gebruikte methode te verifiëren en statistisch vast te leggen wat de afwijking is, worden bij meerdere locaties in Groningen terrestrische 3D scans (statisch opgestelde 3D scanner) uitgevoerd (foto 1). Het gebruik van de 3D scanner voor het in beeld brengen van de bomen is de meest nauwkeurige techniek die gebruikt kan worden. De resultaten van deze techniek worden in dit project dus gebruikt als gegevens die zo dicht mogelijk komen bij de werkelijke boomkroon oppervlak. De 3D scanner brengt de locatie in beeld met een nauwkeurigheid van 1,9 mm op 10 meter afstand van de scanner. De dichtheid van de puntenwolk is bij bomen gemiddeld 35 punten per m³ bij AHN4 data (binnen het projectgebied), bij een terrestrische scan is de punt dichtheid afhankelijk van de afstand tot de scanner, maar bevat op een afstand van 10 meter gemiddeld 3.000 punten per m³.

De gegevens van de 3D scans worden vergeleken met de kroonoppervlakte bepaald met ANH4. Hierbij wordt zowel de kroonoppervlakte in vierkante meters als in percentage vergeleken. Hierbij is geen rekening gehouden met het eigendom van de bomen.



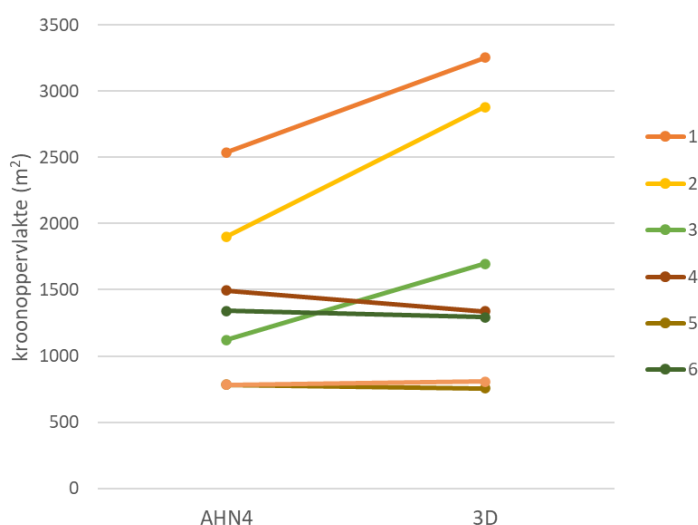
Foto 1. De 3D scanner en het scanresultaat op locatie in gemeente Groningen.

3.2 Resultaten

De gegevens van de 3D scans worden vergeleken met de kroonoppervlakte bepaald met ANH4. Hierbij wordt zowel de kroonoppervlakte in vierkante meters als in percentage vergeleken. Hierbij is geen rekening gehouden met het eigendom van de bomen. De resultaten zijn weergegeven in tabel 5 en figuur 9.

Locatie nr.	Straatnaam	Grond oppervlakte	Kroon oppervlakte ANH4		Kroonoppervlakte 3D scanner		Vershil 3D-AHN4	Relatieve afwijking
		m ²	m ²	%	m ²	%	m ²	%
1	Stadshavens 1	8.370	2.537	30,3%	3.254	38,9%	717	+22,0%
2	Roegebos	9.666	1.902	19,7%	2.878	29,8%	976	+33,9%
3	Stadshavens depot	10.868	1.120	10,3%	1.697	15,6%	577	+34,0%
4	Glimmen	4.214	1.494	35,5%	1.336	31,7%	-158	-11,9%
5	Ten Boer	3.335	784	23,5%	756	22,7%	-28	-3,8%
6	Groningen Noord	3.711	1341	36,1%	1.291	34,8%	-50	-3,9%
7	Haren Vijverpark	4.476	782	17,5%	805	18,0%	24	+2,9%
Gemiddeld verschil							294	+10,5%

Tabel 5. Gegevens van de verificatie van de ANH4 methode met de 3D scanner.



Figuur 9. Weergave van de verschillen tussen de kroonoppervlakte bepaald met methode ANH4 en de 3D scanner.

3.3 Statistiek

De gegevens zijn statistisch getest met een gepaarde t-test. De uitkomsten hiervan zijn weergegeven in tabel 6. Bij een P-waarde kleiner dan 0,05 zijn gegevens significant verschillend.

	m ²	%
P-waarde	0,1360	0,2367
Significant?	Nee	Nee

Tabel 6. Significantie tussen ANH4 methode en de 3D scanner.



3.3 Conclusie

De uitkomsten van de AHN4 methode zijn vergeleken met een 3D scan op 7 locaties in Groningen. De resultaten zijn weergegeven in tabel 5. Er is een gemiddeld verschil van 10,5% tussen de AHN4 methode en de 3D scan (AHN4 is gemiddeld 10,5% lager). De afwijking ligt tussen -11,9% en +33,9%. Op 4 locaties was de kroonoppervlakte hoger met de 3D scanner dan met de AHN4 methode. Op 3 locaties was de kroonoppervlakte met de 3D scanner lager dan met de AHN4 methode. Gemiddeld gezien geeft de AHN4 methode een onderschatting van de kroonoppervlakte. Statistiek laat zien dat het verschil tussen de uitkomsten van de 3D scan en de AHN4 methode niet significant verschillend zijn. Dit betekent dat er statistisch gezien geen verschil is tussen de resultaten van de 3D scan en de AHN4 methode. Concluderend, als we er van uit gaan dat de 3D scan de werkelijke kroonoppervlakte weergeeft, dan is de AHN4 methode een betrouwbare methode om het kroonoppervlak te bepalen.

Het wordt afgeraden om met de relatieve afwijking (%) de gemeten kroonoppervlakte met AHN4 te corrigeren. Dit is tweeledig, ten eerste gaat het om de correctie van grote getallen, de kroonoppervlakte in m². De correctie zal dan grote afwijkingen kunnen geven ten opzichte van de werkelijkheid. Ten tweede is een correctie volgens de statistische analyse niet nodig, omdat er geen significante verschillen zijn. Een correctie van de kroonoppervlakte bepaald met de AHN4 methode heeft dan geen waarde.

4

ANALYSE EN CONCLUSIE



Het boomkroon oppervlak van de bomen in eigendom van gemeente Groningen is sinds 2009 toegenomen van 7,7% naar 8,9% op het totale grondgebied. In de hoogstedelijke omgeving is er een toename 10,5% naar 12,5% boomkroon oppervlak. De afgelopen drie jaar (van 2019 naar 2022) is de toename minder sterk. Van 2009 naar 2019 steeg het kroonoppervlak jaarlijks gemiddeld met 20,5 hectare. Van 2019 naar 2022 is het kroonoppervlak jaarlijks gemiddeld 11,3 hectare gestegen. Dit is gedeeltelijk te verklaren een toename in resolutie tussen de AHN2 en de AHN3 meting. De resolutie van AHN4 is verder toegenomen, maar is een minder groot verschil met AHN3 dan de AHN2 meting. Ook kan onder andere de ontwikkeling van nieuwbouwwijken en het gebruik van productiebossen binnen de gemeentegrenzen dit beïnvloed hebben.

Tuinen (niet in eigendom van de gemeente) zijn de afgelopen jaren steeds minder groen geworden. De oppervlakte van groen in tuinen (op het hoogstedelijk oppervlak) nam in 2019 met 10,9% af vergeleken met 2009. De oppervlakte verharding neemt toe met 17,4% van 2009 naar 2019. De oppervlakte gras en struweel is in 2019 ook sterk afgenomen met 10,9%. Over 2022 zijn geen conclusies te trekken door de langdurige droogte dat jaar. Door de droogte wordt in luchtfoto's de lage beplanting niet goed in beeld gebracht door verminderde hoeveelheid blad en bladverkleuring.

Ondanks de lichte daling in het aantal bomen in 2022 nemen de oppervlakte en -volume van de boomkronen toe. Dit benadrukt dat de groei van bomen een belangrijk invloed heeft op het huidige boomkroon oppervlak en -volume. De aanplant van nieuwe bomen zal hier een klein aandeel in hebben op de korte termijn.



BIJLAGE 1 – RESULTATEN KOMPASWIJKEN

De resultaten van de analyse van de kompaswijken zijn weergegeven in Bijlage 1, een Excel-document.

LITERATUURLIJST

Doick, K.J., (2017). The canopy of England's Towns and Cities: baselining and setting targets to improve human health and well-being. Urban Forest research Group, Forestry Service, UK.

Gill, S.E., (2007). Adapting cities for climate change: The role of green infrastructure. Built environment, Volume 33, Issue 1.

Grove, J.M., (2006). A report on New York City's present and possible urban tree canopy. U.S. Department of Agriculture, Forest Service. Syracuse, New York.

Parmehr, E.G., (2016). Estimation of urban tree canopy cover using random point sampling and remote sensing methods. Urban Forestry & Urban Greening, Volume 20.

Khosravipour, A., Skidmore, A. K., Isenburg, M., Wang, T., & Hussin, Y. A. (2014). Generating pit-free canopy height models from airborne lidar. Photogrammetric Engineering and remote sensing, Volume 80, Issue 9.

Dalponte, M. (2016) Tree-centric mapping of forest carbon density from airborne laser scanning and hyperspectral data. Methods in Ecology and Evolution, Volume 7, Issue 10.

Zhu Z., (2021) Assessing tree crown volume – a review. Forestry: An International Journal of Forest Research, Volume 94, Issue 1.