

Verkeersmodel De Bilt

Beschrijving van de bouw en kalibratie van het
gemeentebrede verkeersmodel van De Bilt

Definitief



Inhoudsopgave

1.	Inleiding	5
1.1	Aanleiding.....	5
1.2	Doel.....	5
1.3	Opzet.....	6
1.4	Aanpak	7
1.5	Leeswijzer	9
2.	Scope en dataverzameling (stap 1 en 2)	10
2.1	Stap 1: Bepalen scope van de modelstudie en probleeminventarisatie	10
2.2	Simulatieperiodes.....	11
2.3	Stap 2: Dataverzameling.....	11
2.3.1	Netwerk.....	11
2.3.2	Tellingen	11
2.3.3	STRABilt	12
3.	Model basisjaar 2022 (stap 3 t/m 5)	16
3.1	Stap 3: Netwerk.....	16
3.2	Langzaam verkeer en OV	18
3.3	Stap 4: Dynamisering van de verkeersvraag	18
3.3.1	Verkeersvraag uit statisch model.....	18
3.3.2	Vertrekprofielen (dynamisering).....	19
3.4	Stap 5: Kalibratie	19
3.4.1	Intensiteiten.....	19
3.4.2	Verkeersbeelden.....	20
3.4.3	Ochtendspits	21
3.4.4	Avondspits	22
3.4.5	Afronding kalibratie	23
4.	Stap 6: Model planjaar 2030	24
4.1	Netwerk	24
4.2	Verkeersvraag.....	24
4.3	Verkeersbeeld planjaar 2030	26
4.3.1	Ochtendspits	26
4.3.2	Avondspits	27
5.	Routekeuze en modelinstellingen	29
5.1	De werking	29
5.2	Gegeneraliseerde routekosten.....	30
5.3	Routetabellen	30
5.3.1	Familiarity.....	30
5.3.2	Weghiërarchie.....	31
5.3.3	Wegcategorieën.....	31
5.4	Perturbation.....	32
5.5	Feedbackinterval	33
5.6	De keuzes van het individuele voertuig	34
5.6.1	Agressiviteit.....	34
5.6.2	Awareness	34
5.7	Model specifieke instelvariabelen	34
6.	Varianten	36
6.1	Variant 1: Antonie van Leeuwenhoeklaan	36

6.2	Variant 2: 110 % verkeersvraag.....	38
6.3	Variant 3: Ring Utrecht en NRU niet uitbouwen.....	39
Bijlage 1	Zonering.....	41
Bijlage 2	Sociaal-economische gegevens	43
Bijlage 3	Toetsingscriteria.....	45
Bijlage 4	Toetsing statisch model	46
Bijlage 5	Toetsing dynamisch model.....	47
Bijlage 6	Verschil 2022-2030 dynamisch model.....	48

1. Inleiding

In deze rapportage wordt de opzet en bouw van het gemeentebrede verkeersmodel van de gemeente De Bilt uiteengezet.

1.1 Aanleiding

De gemeente De Bilt is een gemeente in de provincie Utrecht. De gemeente heeft een oppervlakte van ongeveer 67 vierkante kilometer en telt zo'n 44.000 inwoners.

De gemeente De Bilt is gelegen in het midden van Nederland en wordt omringd door verschillende bossen en natuurgebieden, zoals de Utrechtse Heuvelrug en het Zeisterbos. De gemeente bestaat uit verschillende kernen, waaronder Bilthoven, De Bilt, Groenekan en Maartensdijk. Deze kernen zijn onderling verbonden door een netwerk van wegen en fietspaden.

De gemeente De Bilt is goed bereikbaar met de auto en het openbaar vervoer. De snelwegen A27 en A28 lopen door de gemeente en er zijn verschillende treinstations, waaronder station Bilthoven. Ook zijn er verschillende buslijnen die door de gemeente rijden.

Het verkeer in de gemeente De Bilt kan in sommige gebieden druk zijn, voornamelijk tijdens de spitsuren. Vooral in de kernen kunnen de wegen smal zijn en kan er beperkte parkeergelegenheid zijn. Daarom stimuleert de gemeente het gebruik van fietsen en het openbaar vervoer om de verkeersdruk te verminderen en de leefbaarheid te verbeteren. Verder staat de gemeente De Bilt ook voor een woningbouw opgave en zijn er verschillende ruimtelijke ontwikkelingen gepland de komende jaren.

De gemeente De Bilt heeft zodoende behoefte aan een kwalitatief hoogwaardig verkeersmodel waarmee de gemeente haar verkeersnetwerk toekomst-bestendig kan ontwikkelen. Het gemeentebrede verkeersmodel, een combinatie van een statisch en een dynamisch verkeersmodel, geeft invulling aan deze behoefte. De opzet en uitgangspunten van dit verkeersmodel zijn beschreven in deze rapportage.

Het statische model is een afgeleide van het model STRAVEM van de provincie Utrecht. Voor alle inhoudelijke details van dit model wordt verwezen naar de technische rapportage van STRAVEM 1.1. In de voorliggende rapportage wordt vooral beschreven wat aanvullend gedaan is om het statische model voor de gemeente De Bilt een hogere kwaliteit te geven. Daarnaast is deze rapportage de technische verantwoording van de ontwikkeling van het dynamische model.

1.2 Doel

Doel van het project is het ontwikkelen van een gedetailleerd gemeentebreed verkeersmodel, dat de gemeente kan toepassen voor het kwantitatief onderbouwen van haar structuurplannen en investeringen. Daarbij wordt de toekomst in beeld gebracht van:

- de ruimtelijke ordening, de scheiding tussen locaties van menselijke activiteiten en daarmee samenhangend de vraag naar reismogelijkheden,

- en het verkeers- en vervoerssysteem, met het aanbod van reismogelijkheden.

Vanuit deze confrontatie van vraag en aanbod worden in het statische model voorspellingen gemaakt van de mobiliteit van mensen van, naar en door de gemeente De Bilt, en in het dynamische model de resulterende verkeersafwikkeling en daarmee de bereikbaarheid van de gemeente.

1.3 Opzet

Er zijn twee bronnen gebruikt voor het opbouwen van de verkeersvraag. Er is allereerst een (klassiek) statisch verkeersmodel ontwikkeld waarbij op basis van sociaal-economische gegevens, het verkeers- en vervoerssysteem en gedragsfuncties (uit ODIN¹-data) een Herkomst- Bestemmingsmatrix (HB-matrix) is berekend. Dit verkeersmodel is een doorontwikkeling van het provinciale verkeersmodel STRAVEM, gebouwd in de jaren 2019-2021 in het rekenpakket PTV Visum in opdracht van de provincie Utrecht. Daarbij is in dit project de focus gelegd op de gemeente De Bilt, in termen van detaillering van het model en toetsing van het model aan de werkelijkheid.

Vervolgens is er ook gebruik gemaakt van data van het 'Global System for Mobile communication' (GSM-data) van Resono, om het verkeersmodel een nog betere invulling te geven. Deze GSM-data is gebruikt voor locaties waar het klassieke verkeersmodel het verkeer minder goed kan inschatten, bijvoorbeeld door een zeer hoog aandeel recreatieve ritten. De GSM-data en HB-matrix uit het statische model zijn samengevoegd en dienen als input voor het dynamische verkeersmodel van de gemeente De Bilt.

Met dit statische model worden de relaties gelegd tussen de ruimtelijke ordening van menselijke activiteiten, wonen, werken, onderwijs volgen, winkelen, zaken doen, en de mogelijkheden om je te verplaatsen per auto, fiets of openbaar vervoer. Naar mate de moeite om een reis naar een bepaalde bestemming te maken, in tijd en geld, toeneemt wordt de kans kleiner dat de keuze gemaakt wordt voor een verplaatsing naar die bestemming. Hoe gevoelig mensen daarvoor zijn weten we uit grootschalige mobiliteitsenquêtes zoals het CBS die jaarlijks houdt (ODiN). Daaruit weten we ook hoe de concurrentie tussen vervoerwijzen uitpakt op onze keuzen, mede afhankelijk van de beschikbaarheid van alternatieven.

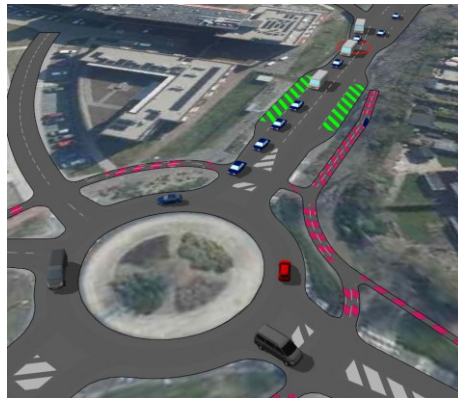
Deze afwegingen zijn over het algemeen keuzen op langere termijn, je vraagt je niet dagelijks af waar je zult gaan werken of naar school zult gaan. Ze hangen verder samen met de beschikbaarheid van een auto, iets wat ook niet dagelijks verandert. En ook de meeste verplaatsingen met andere reismotieven zijn vaste gegevens, vanuit bepaalde betrokkenheid of gewoontes.

Uit het statische model worden de grote lijnen van verkeer en vervoer in en om de gemeente De Bilt afgeleid, de belastingen van de wegen en het openbaar vervoer, waarmee de benodigde capaciteit van de voorzieningen en de effecten op de omgeving, geluid, luchtkwaliteit, veiligheid bepaald kunnen worden.

Met het dynamische model wordt de verkeersafwikkeling op detailniveau gesimuleerd, wat de basis vormt voor het inrichten van kruispunten en optimaliseren van verkeersregelingen.

¹ ODIN is CBS-mobiliteitsonderzoek data op basis van enquêtes en onderzoekpanels.

Dynamische modellering van het verkeer wil zeggen dat interacties en gedragingen tussen de voertuigen afzonderlijk worden beschouwd. Een kracht van deze modellering is dat individuele voertuigen (en dus ook wachtrijen, zie Figuur 1) kunnen worden gesimuleerd, wat een meerwaarde is om bijvoorbeeld collega-beleidsmakers van andere disciplines (interactief) te kunnen betrekken in de relevante projecten. Daarnaast kan het verkeer zowel op tactisch als op operationeel niveau worden geanalyseerd. Er is tegenwoordig een overvloed aan data beschikbaar om een dynamisch model te vullen en het verkeersbeeld in het model kloppend te krijgen met het beeld op straat. Zo is een dynamisch model gecreëerd dat op een gedetailleerd niveau inzicht geeft in de doorstroming, routekeuze en wachtrijvorming van het verkeer in de gemeente De Bilt. Het dynamische model is ontwikkeld in het verkeerssimulatiepakket Paramics, een type model dat de gemeente al veel langer gebruikt om verkeersvraagstukken te onderzoeken.



Figuur 1 Wachtrij in het verkeersmodel

Deze modelvorm is gebaseerd op de keuzes van mensen op korte en ultrakorte termijn: welke route volg ik, hoe hard rij ik, hoeveel afstand houd ik en ga ik inhalen? In dit model wordt ook rekening gehouden met de spreiding in het menselijk gedrag in al die details en de significante invloed daarvan op de capaciteit van wegen en kruispunten.

Met dit gemeentebrede verkeersmodel kunnen bijvoorbeeld maatregelen onderzocht worden gericht op mobiliteitstransitie, voortkomend uit de gemeentelijke Mobiliteitsvisie. De potentieel zeer uiteenlopende maatregelen kunnen individueel en in een combinatie van pakketten doorgerekend en beoordeeld worden op hun gevolgen voor de mobiliteit, de doorstroming en de omgevingseffecten.

1.4 Aanpak

De gehanteerde aanpak heeft als doel om een kwalitatief hoogwaardig gemeentebreed verkeersmodel te maken. Bij het uitzetten van de werkzaamheden is een aantal stappen onderscheiden en uitgewerkt naar een stappenplan.

Onderdeel van dit stappenplan is de herhaling van de ontwikkeling van het statische model conform de aanpak voor STRAVEM (zie de technische rapportage daarvan voor alle modelinhoudelijke verantwoording) met meer detail voor de gemeente De Bilt. De beschrijving van dit modelonderdeel op hoofdlijnen is te vinden in paragraaf 2.3.3. als toelichting op de ontwikkeling van de verkeersvraag ten behoeve van het dynamische model.

Deze rapportage is vooral gericht op de uitwerking van het stappenplan voor het dynamische model conform de 'Handleiding dynamisch modelleren' van Rijkswaterstaat. Daarin is zowel de bruikbaarheid als de kwaliteit van het model gewaarborgd. Deze aanpak is de leidraad voor deze technische beschrijving; de belangrijkste stappen zijn terug te vinden in de paragraaf- en hoofdstuknummering.

Stap 1: Bepalen scope van de modelstudie en probleeminventarisatie

- Vaststellen projectdoelen en studiegebied/invloedsgebied.
- Controle: is het studiegebied passend op de te verwachten effecten? Afronding tijdens het Startoverleg.

Stap 2: Dataverzameling

- Verzamelen en uitwerken van de verschillende data als input voor het dynamische verkeersmodel.
- Controle: is er voldoende en kwalitatief goede data beschikbaar?

Stap 3: Netwerk

- Netwerkopbouw en detaillering.
- Categorisering hoofd- en onderliggend wegennet en snelheid.
- Invoeren verkeerssystemen (spoor kruisingen) en langzaam verkeersoversteken.
- Controle: functioneert het model goed en is de werking correct?

Stap 4: Dynamisering van de verkeersvraag

- Zonering vaststellen
- Opstellen en dynamiseren van verkeersvraag (HB-matrices) op basis van GSM-data en statisch model:
 - opstellen en dynamiseren van verkeersvraag op basis van statisch model;
 - combineren statisch model en GSM-data en creëren matrices.
- Controle: is de matrix goed afgeleid, zijn de vertrekprofielen logisch en goed toegepast?

Stap 5: Kalibratie

- Matrixkalibratietools en netwerkafstemming.
- Toetsing van intensiteiten, capaciteiten en verkeersbeeld voor de verschillende periodes.
- Controle en goedkeuring: geeft het model een goede weergave van de verkeersomvang en afwikkeling?

Stap 6: Model planjaar 2030 & Varianten

- Invoeren groei en ontwikkelingen;
- Afleiden van een prognosematrix.
- Testen plausibiliteit prognose en resultaten. Doorrekenen varianten.
- Controle: zijn de resultaten logisch en significant?

Stap 7: Onderbouwing, vastlegging, rapportage

- Opstellen rapportage met beschrijving van doorlopen proces en resultaten.
- Controle en goedkeuring.

Stap 7 van het gehanteerde stappenplan is de onderbouwing, vastlegging en rapportage. Met deze technische rapportage, de presentaties en meegeleverde modeluitvoer is vormgegeven aan deze stap.

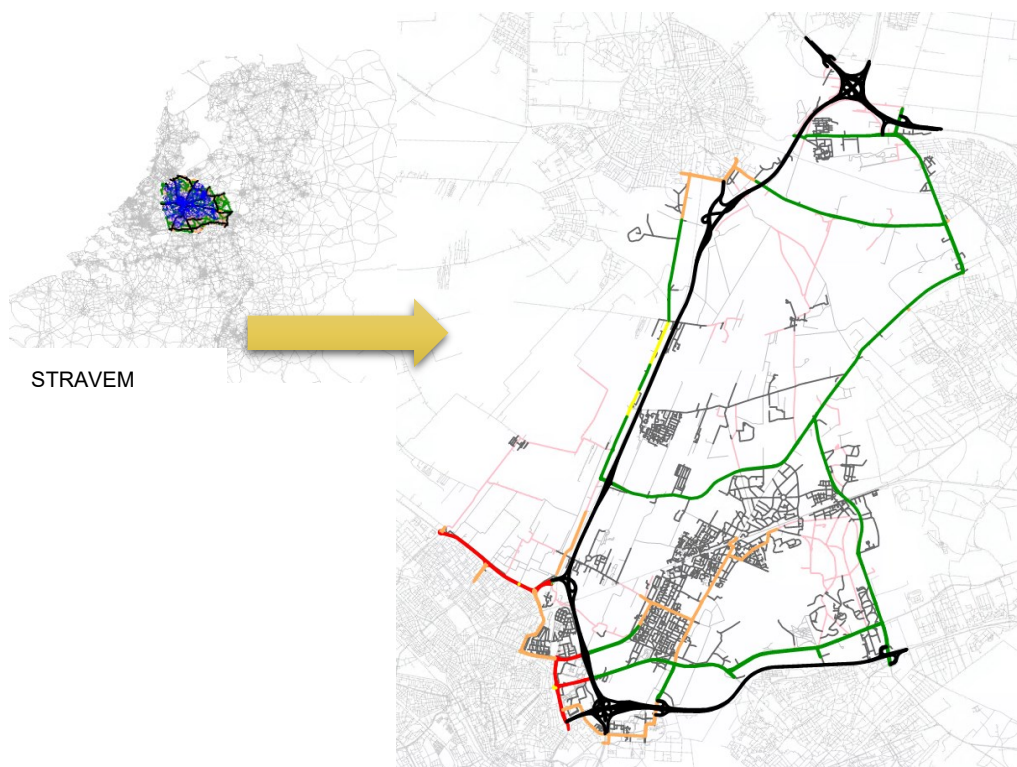
1.5 Leeswijzer

Het rapport gaat in Hoofdstuk 2 verder met een beschrijving van de scope en dataverzameling. Hoofdstuk 3 gaat in op de bouw en kalibratie van het dynamische model voor het basisjaar (2022). Hoofdstuk 4 beschrijft de bouw en opzet van het model voor het planjaar (2030) en het resulterende verkeersbeeld. Vervolgens wordt in Hoofdstuk 5 ingegaan op de dynamische routekeuze in het model en de voor dit model geldende instellingen. In Hoofdstuk 6 ten slotte, worden enkele voorbeeldberekeningen met het gemeentebrede verkeersmodel toegelicht.

2. Scope en dataverzameling (stap 1 en 2)

2.1 Stap 1: Bepalen scope van de modelstudie en probleeminventarisatie

In ons Plan van Aanpak en het Startoverleg zijn de scope, projectdoelen en de aanpak voor het opzetten van het model scherp gemaakt.



Figuur 2 Model- en invloedsgebied, links STRAVEM model en invloedsgebied (grijs) rechts De Bilt model en invloedsgebied

Het verkeersmodel is opgezet voor de gehele gemeente De Bilt (in Figuur 2 het gekleurde netwerk rechts). Om dit model te creëren is een gedegen onderlegger gemaakt waarin ook het verkeer in de omgeving van de gemeente is ingeschat. Dit is zowel gebaseerd op gemeten verkeersdata van mobiele telefoons (GSM-data) als op de resultaten van het statische verkeersmodel STRAVEM. Daarbij wordt ook het regionale verkeer van en naar de gemeente De Bilt in beeld gebracht.

De focus van het model waarvoor het gedetailleerde verkeersbeeld wordt gesimuleerd ligt op het verkeer van, naar en in de gemeente De Bilt.

2.2 Simulatieperiodes

Het dynamische verkeersmodel van de gemeente De Bilt heeft als basisjaar 2022 en een planjaar 2030. In feite betreft het hier twee aparte modellen, waarbij het basisjaarmodel als basis heeft gediend voor het model van het planjaar. Voor zowel het basis- als het planjaar zijn twee periodes voor een gemiddelde werkdag gemaakt:

- ochtendspitssimulatie 06:00 uur – 10:00 uur;
 - gekalibreerd voor 07:00 uur – 09:00 uur;
- avondspitssimulatie 15:00 uur – 19:00 uur;
 - gekalibreerd voor 16:00 uur – 18:00 uur.

Naast bovenstaande gekalibreerde situaties voor het dynamische verkeersmodel beschrijft het statische verkeersmodel een gemiddelde werkdag met ochtend-, avondspits (gelijk aan gekalibreerde periodes) en een restdag.

2.3 Stap 2: Dataverzameling

In deze paragraaf wordt beschreven welke data is verzameld en toegepast.

2.3.1 Netwerk

Er is zowel een netwerk gebouwd voor het statische model in PTV Visum als een gedetailleerd netwerk voor het dynamische verkeersmodel in Paramics.

Bij de bouw van het model voor basisjaar 2022 is uitgegaan van de volgende uitgangspunten en gegevens.

- BGT (Basisregistratie Grootchalige Topografie) van de gemeentelijke wegen zoals in open data beschikbaar was in juni 2023.
- Luchtfoto's ECW (Enhanced Compression Wavelet) zoals in open data beschikbaar was in juni 2023.
 - Aanvullend is gebruikgemaakt van lokale kennis van Sweco en de gemeente, van Google Streetview en van Street Smart (Cyclomedia → luchtfoto's en Street View).

2.3.2 Tellingen

Op een aantal wegvakken zijn verkeersintensiteiten geteld binnen de gemeente De Bilt. Een deel van de tellingen is uitgevoerd in opdracht van de gemeente De Bilt en verkregen uit Basec (online applicatie van de gemeente voor het beheren van telgegevens). Er zijn tellingen beschikbaar uit verschillende jaren. Waar mogelijk is gekozen voor tellingen uit 2022. Waar dit niet mogelijk was, hebben tellingen vóór 2020 (pre-Corona) de voorkeur gekregen. Specifiek voor de kern De Bilt ten zuiden van de Groenekanseweg was het belangrijk om alleen tellingen uit 2022 te gebruiken omdat het wegennet hier significant is veranderd (VCP De Bilt). De gemeentelijke tellingen zijn aangevuld met provinciale tellingen op N-wegen en tellingen van de nationale overheid op de A27 en A28 rondom de gemeente De Bilt. Deze tellingen zijn uitgevoerd in 2019 en 2022 en zijn afkomstig uit het NDW (Nationaal Dataportaal Wegverkeer).

2.3.3 STRABilt

Het dynamische verkeersmodel De Bilt is gebaseerd op een detaillering van het provinciale verkeersmodel STRAVEM (→ STRABilt). STRAVEM is het state-of-the-art statische model van de provincie Utrecht en is gebouwd met als basisjaar 2017, de meest recente versie (1.2a) uit 2023.

Het model berekent en beschrijft de mobiliteit in de provincie voor een jaargemiddelde werkdag, waarbij auto, fiets, lopen en openbaar vervoer worden meegenomen. In het model wordt onderscheid gemaakt tussen reismotieven: werk, winkel, onderwijs, zakelijk en sociaal-recreatief. De mobiliteit wordt aan de hand van ritketens beschreven: de totale verplaatsing van een persoon begint en eindigt thuis. De ritgeneratie wordt ingeschat op basis van vastgestelde parameters uit het ODIN (2018 en 2019) en de beste modaliteit wordt vervolgens gekozen. Verschillende factoren spelen een rol bij de modaliteitskeuze, waaronder autobezit.

Personenvervoer wordt aangevuld met matrices voor het vrachtverkeer uit landelijke modellen. Deze matrices zijn verfijnd naar de zonering in de gemeente De Bilt aan de hand van de hoeveelheid arbeidsplaatsen in de industrie-, detailhandel- en landbouwsector binnen de zones. Deze functies zullen het grootste deel van het vrachtverkeer genereren. Het model bevat het openbaar vervoer netwerk met de dienstregeling van een werkdag in 2017.

De werkdag wordt beschreven als geheel etmaal, met een onderliggende opdeling in twee spitsen en een restdag. De spitsen, 's ochtends van 7 tot 9 uur en 's avonds van 16 tot 18 uur, zijn relevant om te bepalen of de capaciteit tekortschiet op de drukste momenten. De overige uren vormen samen de restdag en zijn relevant om een compleet beeld van het etmaal te kunnen maken voor omgevingseffecten. Die effecten zijn breed, zoals uitstoot van broeikasgassen, geluidshinder en luchtkwaliteit. De modeluitkomsten zijn voor een jaargemiddelde werkdag² en zijn relevant als basis voor effectbepaling in wettelijke procedures; geaccepteerd door de Raad van State.

2.3.3.1 Zonering

De zonering van het originele STRAVEM, de opdeling van de gemeente in wijken en buurten, is voor de gemeente De Bilt verfijnd om de verkeersproductie en routes beter aan te laten sluiten bij de verkeersproductie van de wijken in de gemeente De Bilt. Deze zonering is in overleg met de gemeente definitief gemaakt. Deze is weergegeven in Bijlage 1.

Om de oorspronkelijke sociaal-economische data in de zones op te splitsen naar de verfijnde zonering, is gebruikgemaakt van de basisregistratie adressen en gebouwen (BAG): in deze openbare databron staan alle adressen in Nederland geregistreerd inclusief de mogelijke functies en vloeroppervlakte. De resulterende sociaal-economische gegevens, aantallen woningen, inwoners en arbeidsplaatsen zijn opgenomen in Bijlage 2.

² De jaargemiddelde werkdag omvat dus ook vakantieperiodes en voelt daarom soms verwaterd aan.

De zones zijn vervolgens aangesloten op het netwerk met zone-aansluitingen, naar de knopen die het dichtste bij het zwaartepunt van de zone liggen. Handmatige correcties zijn in sommige gevallen uitgevoerd om de knoop waarop het verkeer het netwerk in/uit gaat meer overeen te laten komen met de werkelijkheid. Om het openbaar vervoer goed in het verkeersmodel voor De Bilt te integreren, zijn connectoren aangemaakt die zowel de bus- als de treinhaltens verbinden met de zones.

2.3.3.2 *Netwerk*

Het wegennetwerk in de gemeente De Bilt omvat in het provinciale model STRAVEM alle wegen binnen de gemeentegrenzen. Maar vanuit het perspectief van de gemeente zijn de eisen aan de kwaliteit van de eigenschappen van wegvakken en kruispunten hoger dan vanuit de provincie, waardoor een evaluatie en optimalisatie van het wegennet toch wel noodzakelijk is gevonden. Dit heeft geleid tot diverse aanscherpingen van details van het netwerk.

In het basisjaar zijn daarbij diverse aanpassingen aan het netwerk gemaakt om het provinciale model kloppend te krijgen voor de situatie in De Bilt. Verkeer bleek in een eerste versie gebruik te maken van de Voordorpsedijk om congestie op de hoofdwegen tussen Utrecht en De Bilt te omzeilen; het spitsverbod was echter nog niet doorgevoerd in het model, dit is toegevoegd.

Daarnaast is de routekeuze onderzocht en waar nodig gelijkgesteld aan werkelijk gereden routes. Dit is gedaan aan de hand van getelde intensiteiten op gemeentelijke wegen in De Bilt in 2018 t/m 2022. Deze aanpassingen zijn gedaan door het verlagen of verhogen van de modelsnelheid; zo kan een werkelijk gereden snelheid die afwijkt van de wettelijke snelheid worden nagebootst. In de meeste gevallen gaat het hierbij om locaties die niet met de wettelijke snelheid bereden kunnen worden vanwege de breedte van de weg, of wegen die juist meestal met snelheden hoger dan de wettelijke snelheid bereden worden (voornamelijk 30 km/u wegen). Hieronder de relevantste locaties waarop aanpassingen aan de modelsnelheid zijn uitgevoerd:

- de routes in De Bilt over de Hessenweg en de Jan van Eijcklaan in Bilthoven zijn in modelsnelheid verhoogd naar 35 km/u;
- de Nieuwstraat en de Tuinstraat in De Bilt en de Jan Gossaertlaan en de Joos van Clevelaan in Bilthoven zijn in modelsnelheid verlaagd naar 20 km/u;
- de Planetenbaan in Bilthoven is in modelsnelheid verhoogd naar 57 km/u, om de verdeling van verkeer tussen de Planetenbaan en de 1e Brandenburgerweg beter te krijgen.

In het dynamische model heeft een vergelijkbare kalibratie plaatsgevonden, waarbij in het dynamische model wordt gewerkt met een kostenfactor (in de zin van tijd). In Hoofdstuk 5 zijn specifiek per categorie voor het dynamische model de gebruikte kostenfactoren gegeven.

2.3.3.3 GSM-data

In het verkeersmodel De Bilt bleken op enkele locaties de modelwaarden achter te blijven op de getelde intensiteiten. Dit is ten gevolge van het onderschatten van 'speciale' ritten in het model: het gaat hierbij vooral om recreatieve ritten en ritten ten behoeve van winkelen. Dit zijn voornamelijk ritten waarvan zowel de herkomst als bestemming binnen gemeente De Bilt liggen. Het provinciale model is niet gericht geweest om deze ritten nauwkeurig in te schatten. Om hier een oplossing voor te bieden, is GSM-data ingekocht bij Resono: de 'echte' herkomst van bezoekers, aan bepaalde recreatie en bijvoorbeeld locaties detailhandel, kan zo worden bepaald.

Ritten naar de volgende locaties zijn hiervoor in beeld gebracht:

- sportcentrum/onderwijsfaciliteiten Kees Boekelaan, Bilthoven;
- winkelcentrum De Kwinkelier, Bilthoven;
- milieustraat/sportfaciliteiten Weltevreden, De Bilt;
- winkelgebied Hessenweg, De Bilt.

De ritten die volgens de GSM-data naar deze locaties zijn gemaakt in de periode 1 augustus 2022 t/m 31 oktober 2022 zijn vervolgens opgedeeld naar de drie dagdelen, aan de hand van de daadwerkelijke aankomsttijden bij de locaties. Deze extra ritten zijn vervolgens toegevoegd aan de matrix voordat deze is gekalibreerd. De herkomst van de bezoekers is aangeleverd in Postcode4-formaat, aan de hand van de BAG-gegevens is een uitsplitsing gemaakt naar de modelzones waar deze extra ritten aan worden toegevoegd.

Bij het gebruiken van de GSM-data zijn een aantal zaken opgevallen:

- De PC4-gebieden lopen niet synchroon met de randen van de STRAVEM-zones; het PC4-gebied waarin het middelpunt van de verfijnde STRAVEM-zone ligt, is toegevoegd aan de zone.
- Met behulp van een script is een absoluut aantal berekend uit de telefoondata per dagdeel, het verzorgingsgebied is daaraan toegevoegd. Gegevens over het verzorgingsgebied zijn niet per dagdeel bekend, maar worden gelijk verondersteld per dagdeel.

2.3.3.4 Kalibratie en toetsing op 2018 en 2022

Modelbasisjaar 2018

Bij het koppelen van gemeentelijke tellingen aan het PTV Visum netwerk (statische model) van de gemeente De Bilt (basisjaar) bleek dat er in het model op diverse plekken meer of minder autoverkeer berekend werd dan geteld. Om dit op te lossen is een kalibratie uitgevoerd, een correctie op de verplaatsingspatronen van motorvoertuigen.

Er is gekalibreerd in het oorspronkelijke STRAVEM netwerk (met de doorgevoerde verbeteringen in het netwerk) op de telwaardes van 2018, 2019 en januari/februari 2020. Bij toetsing volgens de GEH-waarde (zie Bijlage 3 voor de toets op basis van de internationaal veelal gehanteerde GEH-waarde) bleek het model voldoende overeen te stemmen met de tellingen.

De kalibratie is uitgevoerd met behulp van de TFlowFuzzy methode, waarbij het algoritme de meest geschikte oplossing toepast en op geen enkel telpunt extreme afwijkingen accepteert. De methode probeert de oplossing te vinden die het beste past bij de telwaardes, waarbij de opgegeven maximumafwijking ten opzichte van de telling niet wordt overschreden. Daarbij geldt voor alle punten een maximale marge van 60% van de telwaarde bij de kleinste intensiteiten tot minder dan 5% bij de grootste. Tijdens het kalibreren wordt rekening gehouden met de grootte van de tellingen; een grote absolute afwijking telt zwaarder mee dan een grote percentuele afwijking. Indien de telwaarde zeer klein is, is verder een absolute afwijking van 30 voertuigen/uur van de telwaarde toegestaan.

Huidige situatie 2022

Vervolgens is het netwerk aangepast door de Prof. Dr. T.M.C. Asserweg in te bouwen en het verkeerscirculatieplan in het centrum van de kern De Bilt door te voeren. Ook de verbreding van de A27 tussen de Noordelijke Randweg Utrecht (NRU) en Hilversum naar 2x3 rijstroken werd meegenomen. Zo ontstond het netwerk zoals dat in de huidige situatie functioneert om een zo recent mogelijk compleet verkeersbeeld te kunnen ontwikkelen.

2022 is eigenlijk nog te zeer verstoord door de gevolgen van Corona om de modeltechniek daarin volledig te kunnen gebruiken. De verwachting is dat we op termijn weer uit zullen komen op een ontwikkeling van de mobiliteit die een consistent vervolg op de ontwikkelingen van voor Corona vormt. De prognose voor 2030 kan dan ook goed gemaakt worden met behulp van het getoetste model met 2018 als basisjaar.

Om toch ook een betrouwbare beschrijving van het verkeer in 2022 te ontwikkelen is de benadering gekozen om het verplaatsingspatroon van 2018 toe te delen aan het netwerk van 2022. Gegeven de resterende onzekerheden van de Corona-effecten zou een complete modelrun onvoldoende betrouwbaar zijn.

De veranderingen van de mobiliteit over een dergelijk korte periode zijn in het algemeen beperkt, waardoor de matrices 2018 als een goede benadering beschouwd mogen worden en daarmee als startpunt van een toetsing op tellingen uit de tweede helft van 2022.

Het toedeelresultaat bleek nog steeds goed overeen te komen met de tellingen: het maximale percentage afwijkende telpunten zoals vastgesteld bij de bouw van STRAVEM wordt niet overschreden in elk van de dagdelen, waarbij het model een goede inschatting geeft van de verkeersomvang, zie Bijlage 4.

Het resultaat voor 2022 wordt gebruikt als basis voor de dynamische modellering.

3. Model basisjaar 2022 (stap 3 t/m 5)

In dit hoofdstuk zijn de uitgevoerde werkzaamheden en uitgangspunten van de bouw van het netwerk tot en met de kalibratie van het dynamische verkeersmodel voor het basisjaar beschreven.

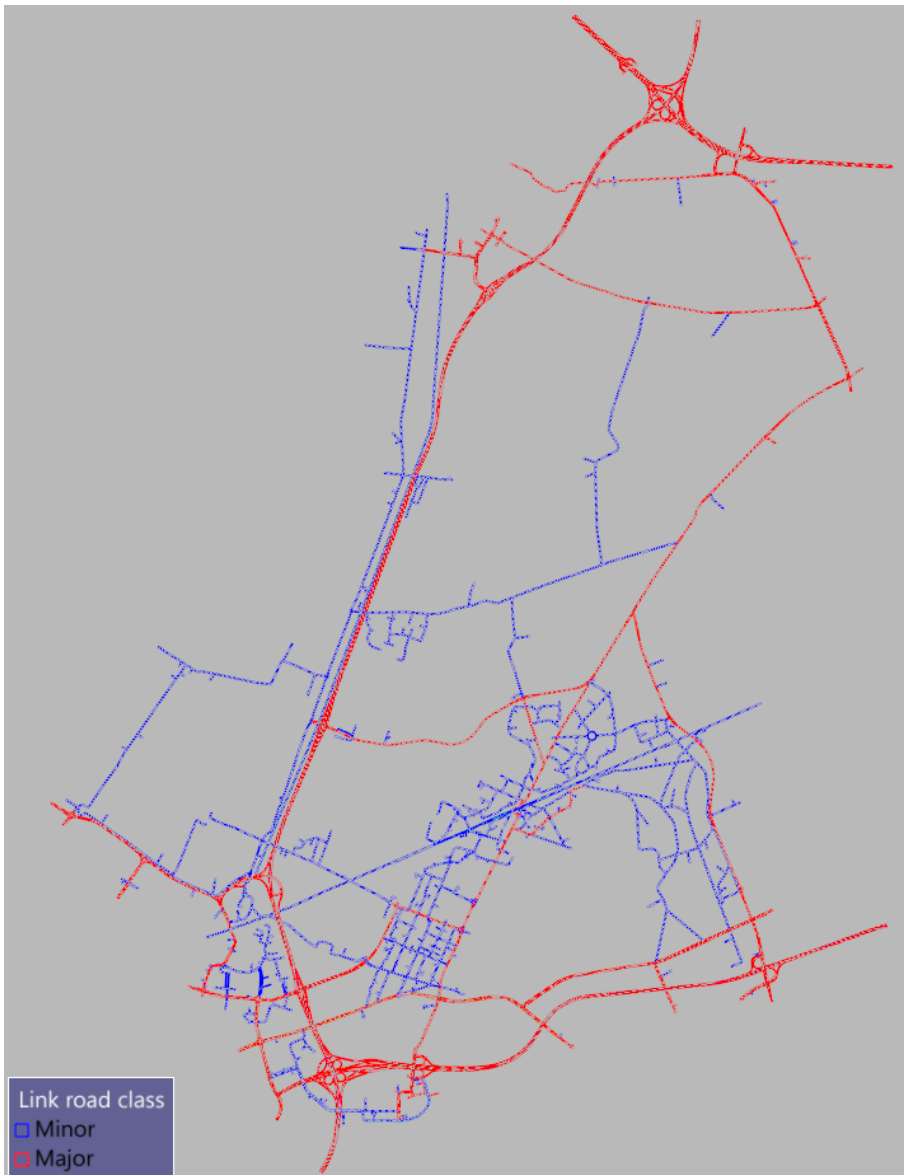
3.1 Stap 3: Netwerk

Als basis voor het dynamische verkeersmodel is gebruikgemaakt van beschikbare luchtfoto's en CAD-tekeningen. Op basis hiervan is het netwerk gebouwd. Vervolgens is het netwerk, zie Figuur 3, gecategoriseerd op basis van maximumsnelheid.



Figuur 3 Categorisering op basis van snelheid

In Figuur 4 zijn wederom de wegen uit het model te zien. Met kleuren is aangegeven welke wegen als hoofdweg ('major', kleur rood) in het model zijn opgenomen en welke als secundaire weg ('minor', kleur blauw). Dit onderscheid is van belang voor de routekeuze in het model³. Voertuigen zijn eerder geneigd gebruik te maken van de 'major' wegen dan van de 'minor' wegen. Major wegvakken kunnen gezien worden als onderdeel van hoofdverbindingen in het netwerk en representeren de bewegwijzerde verkeersaders. De weghiërarchie major-minor is met de gemeente afgestemd.



Figuur 4 Categorisering op basis van hoofdwegen en onderliggende routes → major, minor routes

³ De eerste aanzet voor de categorisering is gebaseerd op beschikbare kaarten van De Bilt zoals in Google Maps en OpenStreetMap. Hierin hebben belangrijkere wegen een andere kleur of bandbreedte. Op basis hiervan is een eerste indeling gemaakt, deze is vervolgens aan de gemeente voor gelegd en becommentarieerd. Vervolgens is een definitieve categorisering ingevoerd waarbij alleen bij de kalibratie nog enkele wijzigingen in zijn gemaakt (routes zijn meer of minder aantrekkelijk gemaakt).

In Paramics wordt onderscheid gemaakt naar bekend en onbekend verkeer om meer verdeling te krijgen over verschillende routes.

De bekende voertuigen zien de routekosten op minor wegvakken gelijk aan de werkelijke kosten en kiezen hun route vooral op basis van ondervonden vertragingen (cumulatieve rijtijdentabel op alle relaties).

Onbekende weggebruikers zijn veelal niet op de hoogte van niet-doorgaande wegen en vertragingen en kiezen hun route dus zonder informatie over vertragingen. Zij zien de routekosten op deze minor wegvakken als tweemaal de werkelijke kosten. Deze 'strafkosten' maken het minder waarschijnlijk dat onbekende voertuigen routes zullen kiezen over minor wegvakken. Zij zullen dus geneigd zijn om op de hoofdroutes te blijven.

De routekosten van bekende en onbekende voertuigen op major wegvakken zijn gelijk (voor meer over de routekeuze en instellingen, zie Hoofdstuk 5).

3.2 Langzaam verkeer en OV

Langzaam verkeer is bij vijf rotondes expliciet in het model opgenomen:

- Groenekanseweg / Biltse Rading
- Groenekanseweg / Soestdijkseweg Zuid
- Soestdijkseweg Zuid / Antonie van Leeuwenhoeklaan
- Soestdijkseweg Zuid / Soestdijkseweg Noord
- Soestdijkseweg Noord / Jan Steenlaan

Deze locaties zijn gekozen omdat deze rotondes belangrijke conflictpunten zijn en de invloed van langzaam verkeer op de capaciteit voor motorvoertuigen hier significant is. Andere rotondes zijn in dat opzicht tot nu toe buiten beeld gebleven en daarom zonder langzaam verkeer gemodelleerd.

Bij rotondes die door ruimtelijke ontwikkelingen in de toekomst een probleem zouden kunnen worden, kan er bij nader onderzoek met de modellen alsnog voor gekozen worden om ook die expliciet te modelleren met langzaam verkeer.

Bij de overige kruispunten en oversteekplaatsen zijn fietsers en voetgangers pragmatisch opgenomen in het model. Bij verkeersregelingen betekent dit dat er rekening is gehouden met fasen voor voetgangers en fietsers.

3.3 Stap 4: Dynamisering van de verkeersvraag

3.3.1 Verkeersvraag uit statisch model

Om tot een dynamisch model van de gemeente De Bilt te komen voor zowel een basis- als planjaar, is het noodzakelijk om de ritgeneratie en -distributie op orde te hebben. De Herkomst Bestemmingsmatrices (HB-matrices) zijn vooral gebaseerd op het statische model, afgeleid van het provinciale model STRAVEM, zie ook Hoofdstuk 2.

Na het genereren van het verkeer zijn per simulatieperiode HB-matrices gegenereerd voor auto's en vrachtwagens. Dit geeft per simulatieperiode een a priori (begin)matrix die in het dynamische model kan worden opgenomen.

In het dynamische model wordt de matrix vervolgens gedynamiseerd door deze toe te delen op basis van de verschillende vertrekprofielen en fluctuatie van het verkeer over de spitsperiode, die op basis van tellingen per deelgebied en richting zijn afgeleid.

3.3.2 Vertrekprofielen (dynamisering)

Op basis van verkeersstellingen zijn vertrekprofielen opgesteld voor het dynamische verkeersmodel. Deze zorgen voor een toe- en afnemende verkeersvraag vanuit de herkomstgebieden, die de op- en afbouwende verkeersdruk in de simulatieperioden weerspiegelen. Zo ontstaat een realistisch verkeersbeeld, en ontstaan knelpunten in het netwerk op de juiste plekken op de juiste momenten. Voor sommige locaties was het nodig om kalibratieprofielen op te stellen. Dit is nodig omdat de tellingen alleen het aantal motorvoertuigen laten zien dat het telpunt passeert, maar op momenten met wachtrijen is de verkeersvraag groter dan het aantal getelde motorvoertuigen. Daarom zijn de kalibratieprofielen nodig om de juiste wachtrijen in het model te krijgen.

3.4 Stap 5: Kalibratie

In het model worden twee periodes gesimuleerd, een ochtendspits en een avondspits. De 'kalibratieperiode' waarop het model is gekalibreerd is, is terug te vinden in paragraaf 2.2. Voor iedere periode is een opwarm- en afkoelperiode opgenomen. Zodoende ontstaat een ruime periode om het model te vullen met verkeer en vervolgens de knelpunten in de piekmomenten te analyseren. De matrices zijn afkomstig uit het statische model waarin de GSM-data en sociaal-economische gegevens zijn gebruikt. Hoewel deze matrices goed aansluiten bij de tellingen op statisch niveau, kunnen verschillen optreden qua routekeuze in het dynamische model, als gevolg van vertragingen die ontstaan en andere routevoorkeuren in het dynamische model. Daarom is het dynamische verkeersmodel apart gekalibreerd. Voor het toetsen van het model zijn een tweetal beoordelingscriteria vastgesteld. Het betreffen de intensiteiten (op basis van tellingen) en verkeersbeelden.

Tijdens de kalibratie zijn de intensiteiten en verkeersbeelden op wegvakniveau bekeken en vergeleken met de beschikbare meetgegevens. Daarnaast is gekeken naar de routekeuze. Kalibratie is een iteratief proces van aanpassen, het model draaien en opnieuw aanpassen. De aanpassingen kunnen bestaan uit matrixaanpassingen, netwerkaanpassingen of beiden. Het iteratieve proces gaat door totdat de intensiteiten en verkeersbeelden in het model representatief zijn voor de werkelijkheid. Daarnaast kijken we of sluipverkeer plaatsvindt op parallelle routes in het netwerk.

3.4.1 Intensiteiten

Voor het criterium intensiteiten zijn de modelintensiteiten vergeleken met de tellingen. Daarbij is getoetst op motorvoertuigen. Uitgangspunt is dat op minimaal 85% van de telpunten een maximale afwijking van 5 GEH (significantietoets) optreedt. Zie ook de toelichting van de GEH-formule in Bijlage 3.

Om te beginnen is de a priori matrix in het model toegedeeld en zijn de resultaten vergeleken met tellingen. Het kalibreren heeft in verschillende iteratiestappen plaatsgevonden. Als eerste is handmatig zo veel mogelijk kennis in de matrix gezet, zoals de tellingen op de randen van het netwerk. Vervolgens is een matrixschatting gedaan met de matrixschattingsmodule van Paramics. Bij het toepassen van de matrixschatting is een 'constraints'-bestand toegepast waarbij de minimale en maximale waardes per cel (HB-relatie) en rij- en kolomtotaal zijn meegegeven zodat de matrix niet 'stuk' gekalibreerd wordt. Daarbij is uitgegaan van de factor 1,5⁴ op celniveau en 1,25 op rij- en kolomtotalen.

Na de matrixschatting is de matrix weer toegedeeld en zijn aanpassingen aan het netwerk gedaan, zoals het instellen van de 'headway' factor (volgafstand) en 'visibility' (zichtafstanden) om de juiste capaciteit en routekeuze te krijgen.

Vervolgens is eerst weer een handmatige aanpassing gedaan op bijvoorbeeld tellingen op de randen van het netwerk. Verder zijn selected link analyses gedaan voor het aanpassen van de matrix voor specifieke routes en/of wegvakken. Deze stappen zijn herhaald totdat het model de telpunten voldoende benadert.

Het resultaat van het kalibreren op tellingen is weergegeven in de volgende grafieken (zie volgende paragraaf) en op basis van GEH-waardes. De resultaten zijn in lijn met de aanbeveling van RWS dat ten minste 85% van de tellingen een GEH van 5 of lager moet hebben.

3.4.2 Verkeersbeelden

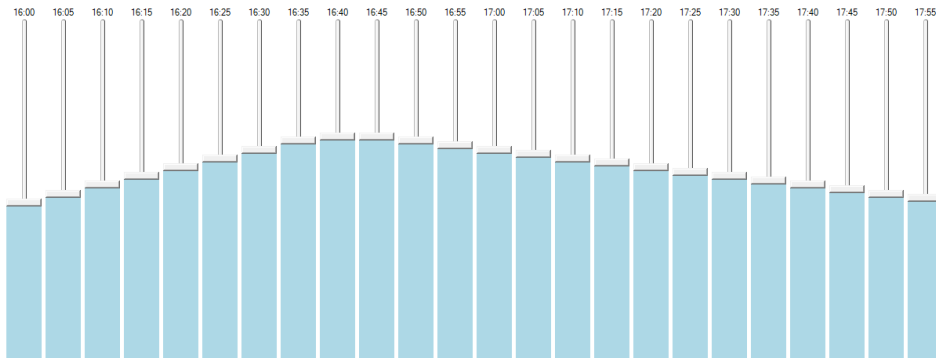
Een goede weergave van het verkeersbeeld in een dynamisch verkeersmodel (basisjaar) is een vereiste om in een later stadium met een planjaarmodel goede prognoses te kunnen afgeven. Voor de kalibratie van het verkeersbeeld is tal van informatie ingewonnen. Zo zijn Google typical traffic weergaves gebruikt en is feedback van de gemeente verkregen over de vertragingen in en om de gemeente De Bilt. In Bijlage 5 is een toetsing van het verkeer in het model aan tellingen opgenomen voor de verschillende periodes.

Voor het verkrijgen van het juiste verkeersbeeld zijn voor de dynamisering van het verkeer uit de matrices enkele kalibratie-vertrekprofielen opgesteld. Deze profielen kennen een hogere piek om op het juiste moment de juiste hoeveelheid verkeer en daarmee de juiste vertragingen te krijgen.

Met een vertrekprofiel op basis van verkeerstellingen kan bij vertraging de piekdrukte onderschat worden. Dit omdat verkeer dat in een file staat niet tijdig het telpunt passeert waardoor de verkeersvraag van het piekmoment wordt onderschat. Het toegepaste kalibratieprofiel geeft voor de gewenste plaatsen een correctie om voldoende verkeersvraag in een piekmoment te genereren.

Voor zowel de ochtendspits als de avondspits is een beperkte kalibratie van vertrekprofielen toegepast. Voor beide spitsen is een kalibratieprofiel opgesteld voor het verkeer dat op de A27 naar het zuiden uit het model rijdt. Daarnaast is voor de avondspits ook een kalibratieprofiel opgesteld voor de N237 richting Utrecht om de juiste congestie te creëren, zie Figuur 5.

⁴ Minimale waarde is originele waarde / 1,5 → Maximale waarde is originele waarde * 1,5



Figuur 5 Vertrekprofiel ontwikkeld voor kalibratie (voorbeeld avondspits)

In de volgende paragrafen zijn de resultaten per periode kort beschreven.

3.4.3 Ochtendspits

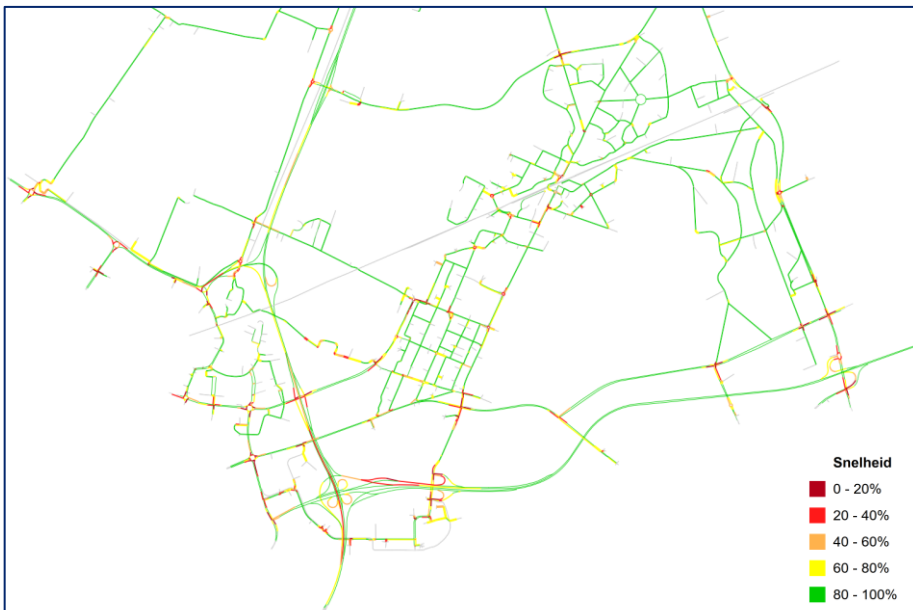
Het verkeer in de gemeente De Bilt wordt in grote mate beïnvloed door de drukte op de snelwegen (A27/A28) aan de rand van de gemeente. In het verleden was sprake van sluipverkeer door de gemeente De Bilt dat de congestie op de snelwegen probeerde te ontwijken. Om daartegen in te gaan heeft de gemeente recentelijk een verkeerscirculatieplan doorgevoerd dat sluipen door de stad minder aantrekkelijk maakt. De drukte is dus verminderd op sommige plekken binnen de stad, maar op de hoofdroutes, zoals de Biltse Rading, Groenekanseweg en Soestdijkseweg Noord/Zuid, blijft veel verkeer rijden.

Intensiteiten:

- 89,85% van de tellingen heeft een GEH<5;
- 0% heeft een afwijking GEH>10.

Verkeersbeeld: zie tevens de volgende snelheidsplot

- visuele check op basis van beschikbare data en lokale kennis.



Figuur 6 Relatieve snelheden in gemiddeld in de ochtendspits tussen 7:00 en 9:00 uur

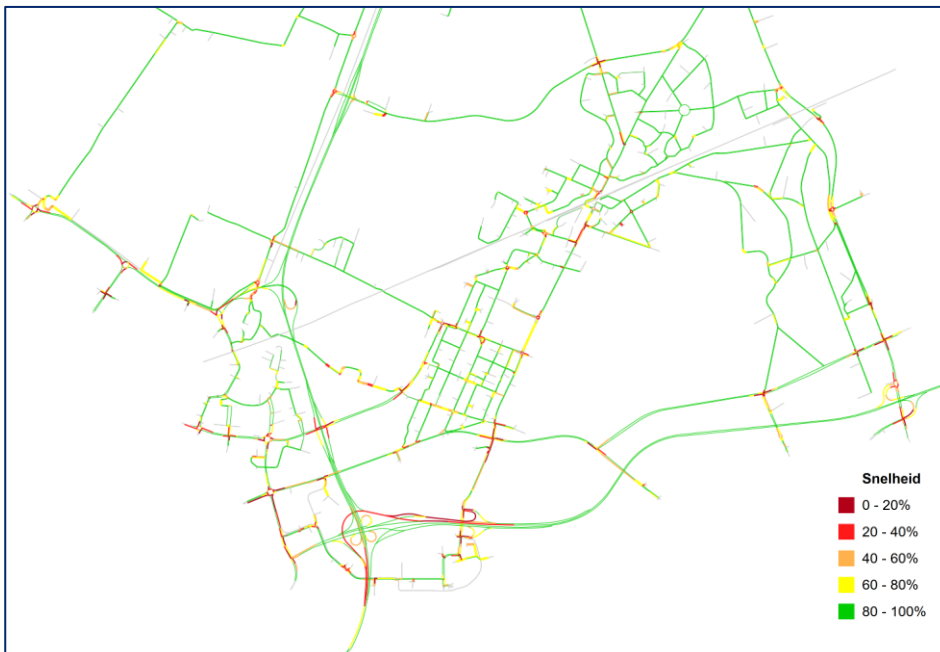
In de snelhedenkaart is de gerealiseerde snelheid in het model afgezet tegen de toegestane maximumsnelheid. In de legenda is te zien tussen welke percentages de kleuren veranderen als de snelheden in het model lager zijn.

In de (relatieve) snelheidskaart is te zien dat er in de ochtendspits van 2022 een aantal knelpunten optreden in en om de gemeente De Bilt. Rond station Bilthoven ontstaat bij de rotonde met de Jan Steenlaan vertraging, vooral door de vele fietsers die voorrang hebben. Dit geldt ook voor de rotondes op de Groenekanseweg. Verder is het kruispunt Soestdijkseweg Zuid met Utrechtseweg behoorlijk druk. De grootste knelpunten zijn echter op de snelwegen (A27/A28 rond knooppunt Rijnsweerd) en deels op de provinciale wegen, zoals de Utrechtseweg.

3.4.4 Avondspits

Voor de gemeente De Bilt is de avondspits een drukkere periode dan de ochtendspits. Veel mensen keren huiswaarts en/of gaan naar winkels of andere recreatieve bestemmingen. Ook in de avondspits zijn de snelwegen en provinciale wegen de belangrijkste routes met een behoorlijk verkeersdruk.

- Intensiteiten:
 - 90.00% van de tellingen heeft een GEH<5;
 - 0% heeft een afwijking GEH>10.
- Verkeersbeeld: zie tevens onderstaande snelheidsplot
 - visuele check op basis van beschikbare data en lokale kennis.



Figuur 7 Relatieve snelheden in gemiddeld in de avondspits tussen 16:00 en 18:00 uur

In de (relatieve) snelhedenkaart is te zien dat in de avondspits ook vertragingen optreden in en om De Bilt. De knelpunten zijn gelijk aan de ochtendspits met vooral congestie rond de rotondes in de kernen van De Bilt en Bilthoven. De congestie op de Utrechtseweg is in de avondspits iets erger dan in de ochtendspits. Dat is bijvoorbeeld te zien bij het kruispunt met Soestdijkseweg Zuid.

3.4.5 Afronding kalibratie

Aan het einde van de kalibratie is het resultaat een model waarvoor de intensiteiten, verkeersbeelden en capaciteiten in het netwerk naar behoren kloppend zijn gekregen met de situatie buiten op straat.

- Voor het kalibreren van de ochtendspits zijn in het dynamische model zo'n 6 iteratieslagen doorlopen waarbij de matrices, toedeling of het netwerk zijn aangepast (2 uurs periode);
- Voor de avondspits zijn zo'n 8 iteratieslagen doorlopen (2 uurs periode);

Het verschil en de verhouding tussen de matrix-waardes vóór en na de kalibratie wordt opgeslagen als het 'matrix-effect'. Deze wordt vervolgens ook toegepast op de planjaar-matrices, om tot een passende matrix voor het dynamische verkeersmodel voor het planjaar te komen. Zie hiervoor Hoofdstuk 4.

4. Stap 6: Model planjaar 2030

In dit hoofdstuk wordt het opzetten van het model voor planjaar 2030 (stap 6) beschreven. Het gekalibreerde basisjaarmodel is het startpunt voor het planjaarmodel omdat hierin alle netwerkinstellingen en dus de capaciteiten van het netwerk zijn gevat. Deze instellingen zijn daarom meegenomen naar het planjaarmodel.

4.1 Netwerk

Het netwerk 2030 is gebouwd op basis van het netwerk van 2022, waar een aantal wijzigingen op zijn aangebracht. Deze wijzigingen zijn:

- de ombouw van de rotonde op de Sperwerlaan tot een voorrangskruispunt;
- toepassing van project Ring Utrecht, waarbij zowel de snelwegen (A27/A28) als de N230 (NRU) worden opgewaarderd om de capaciteit te vergroten;
- openstelling voor doorgaand verkeer van de Antonie van Leeuwenhoeklaan;
- overname van overige netwerkwijzigingen uit STRAVEM, zoals de ombouw van de snelwegen A27 en A28 en van de Noordelijke Randweg Utrecht (NRU).

4.2 Verkeersvraag

Voor het bepalen van de verkeersvraag voor het planjaar is dezelfde methode gevolgd als voor het basisjaar. Op basis van sociaal-economische gegevens voor 2030 (zie Bijlage 2) en ODIN-parameters is de ritproductie bepaald die voor de distributie is gecombineerd met de GSM-data; rekening is gehouden met landelijke trends in de mobiliteit, zoals een toegenomen gebruik van de E-bike en een groter aandeel thuiswerken.

Deze landelijke trends worden overgenomen uit de uitgangspunten zoals die door de planbureaus op hoofdlijnen zijn bepaald en in samenwerking tussen alle overheden zijn doorvertaald naar de regio's. Het Centraal Planbureau (CPB) en het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) hebben op grond van demografische en economische analyses de ontwikkeling van aantallen inwoners en arbeidsplaatsen bepaald voor 2030 en 2040. Van het Rijk en provincies tot en met gemeenten sluiten de overheden daarop aan.

Daarin zitten trends als:

- vergrijzing, veel meer 65+ers;
- gezinsverdunding, minder inwoners per huishouden: in De Bilt daalt de gemiddelde woningbezetting tot 2030 van 2,22 naar 2,10;
- een toenemend gebruik van de elektrische fiets, waardoor dit vervoermiddel vaker en over grotere afstanden gebruikt wordt; en
- meer thuiswerken, wat door de Coronacrisis werd geforceerd maar in de praktijk prima bleek te werken en een blijvende werkwijze is geworden, geschat op 5% van de werkenden.

In alle prognoses die overheden opstellen om de toekomst van de mobiliteit te verkennen worden deze ontwikkelingen op consistente manier meegenomen, dus ook in De Bilt. Daardoor sluiten prognoses van verschillende overheden goed op elkaar aan en worden ze geaccepteerd in alle ruimtelijke procedures tot en met de Raad van State aan toe.

Voor de ontwikkeling van de sociaal-economische gegevens is in de eerste plaats uitgegaan van het provinciale model STRAVEM; dit model bevat een uit het NRM afgeleide groei voor de regio. Deze is aan de gemeente voorgelegd en voor de gemeente De Bilt verder aangepast en aangescherpt om een goede basis te vormen voor het bepalen van het verwachte verkeersbeeld voor de gemeente De Bilt in 2030. Bij deze basis behoren onder andere de verwachte aantallen woningen in bouwlocaties inclusief locatiespecifieke parkeer-voorzieningen en veranderingen in de werkgelegenheid.

Deze uitgangspunten zijn gebruikt om de verkeersvraag te bepalen in het statische model (GSM-data in combinatie met het vraagmodel conform de gedragsfuncties uit het basisjaar). Hieruit volgen nieuwe planjaar (a priori) matrices die in het dynamische model zijn opgenomen.

Op de planjaar a priori matrices is vervolgens het kalibratie-effect toegepast wat gevonden is bij de kalibratie van het basisjaar. Dit kalibratie-effect is 'gewogen' toegepast (deels absoluut, deels procentueel) op de prognosematrix om eventuele ruimtelijke ontwikkelingen of andere effecten op een juiste manier mee te nemen. Deze methodiek wordt breed in Nederland toegepast om toekomstjaarmatrices te bepalen. Specifiek voor de ontwikkeling rond de Spoorzone is dit kalibratie-effect niet toegepast vanwege de aanzienlijke veranderingen in dit gebied. Het kalibratie-effect dat voor dit gebied voor het basisjaar werd gevonden, wordt daarom niet van toepassing geacht op de a priori matrix voor het planjaar; de kalibratiecorrectie zou daar een onrealistische verandering van verkeersstromen kunnen veroorzaken (effect van 'green fields'), de gedragsmodellen zonder correctie worden in zo'n situatie meer betrouwbaar geacht.

In de volgende tabellen is een overzicht gegeven van de matrixtotalen voor zowel het basis- als planjaar voor de a priori en gekalibreerde matrices.

Tabel 1 Matrixontwikkeling naar 2030 OS

Ochtendspits	Auto	Vracht
Basisjaar a priori	45647	4087
Toekomstjaar a priori	51865	4286
Groei (procentueel)	14%	5%
Groei (absoluut)	6218	199
Basisjaar Gekalibreerd	83994	8424
Toekomstjaar (zonder negatieve waarden)	96902	8755
Groei (procentueel)	15%	4%
Groei (absoluut)	12908	331

Tabel 2 Matrixontwikkeling naar 2030 AS

Avondspits	Auto	Vracht
Basisjaar a priori	51183	3390
Toekomstjaar a priori	58880	3595
Groei (procentueel)	15%	6%
Groei (absoluut)	7697	205
Basisjaar Gekalibreerd	93786	7571
Toekomstjaar (zonder negatieve waarden)	111176	7882
Groei (procentueel)	19%	4%
Groei (absoluut)	17390	311

Na het toepassen van het kalibratie-effect zijn de matrices in het dynamische model gezet en toegedeeld.

4.3 Verkeersbeeld planjaar 2030

Het verkeersbeeld in de referentiesituatie voor planjaar 2030 is op veel plekken in De Bilt vergelijkbaar met de huidige situatie. In beide periodes groeit het verkeer op het hoofdwegennet fors. Op de A27 is een groei waargenomen van tussen de 10% en 35%, waarbij voornamelijk de noordelijke richting sterk groeit. Op de A28 is de groei nog groter richting het westen in de avondspits, tot wel 40%.

Het verkeer op het onderliggend wegennet daarentegen neemt juist af. De verkeersstroom op de Soestdijkseweg Zuid ondervindt een verkeersafname van 18% in de avondspits en 16% in de ochtendspits. Verder verplaatst het verkeer in westelijke richting over de N237 zich naar de A28, waar de aansluiting 2 'Utrecht Science Park' een vernieuwde infrastructuur heeft.

De vertraging op het hoofdwegennet neemt door de verhoogde intensiteit toe. Er ontstaat tevens een nieuw knelpunt bij aansluiting 32 Bilthoven. Hier was in het basisjaar slechts zeer geringe snelheidsafname te zien, terwijl in het planjaar de snelheid tijdens de avondspits consistent tot 20%-40% van de toegestane snelheid zakt. In Bijlage 6 is voor iedere periode de verschilplot opgenomen tussen het basisjaar (2022) en de referentiesituatie in het planjaar 2030.

4.3.1 Ochtendspits

In de ochtendspits in 2030 groeit het verkeer sterk (zo'n 13%). De toename van het verkeer treedt met name op het hoofdwegennet op:

- A28, in beide richtingen;
- A27, voornamelijk richting het zuiden;
- A1, voornamelijk richting het westen;
- N230, voornamelijk richting het oosten.

Op de Soestdijkseweg Zuid en in het centrum van de kern De Bilt zijn zowel toe- als afnames in verkeersintensiteit te zien. In De Bilt neemt het verkeer over de Hessenweg tussen de Blauwkapelseweg en de Looydijk toe, terwijl het verkeer op de Looydijk zelf ten westen van de rotonde afneemt. Ook op de Groenekaneweg neemt het verkeer af in beide richtingen en op de Biltse Rading is dit effect nog sterker te merken.

De vertragingen in de ochtendspits treden vooral op bij afrit 2 op de A28 en op de A27 in zuidelijke richting. Ook bij aansluiting 31 Maarssen op de A27 vanaf de N230 ontstaat vertraging en treedt filevorming op. Pas tegen 08:50 uur trekken de files weg en verbetert de doorstroming weer. In de gemeente De Bilt zijn de vertragingen minder hevig. Op de rotonde tussen de Groenekanseweg en de Biltse Rading treedt de meeste vertraging op. Deze neemt weer af vanaf 08:20 uur. Ook op de rotondes aan de Sartreweg en op de Waterlinieweg ondervindt het verkeer vertraging.



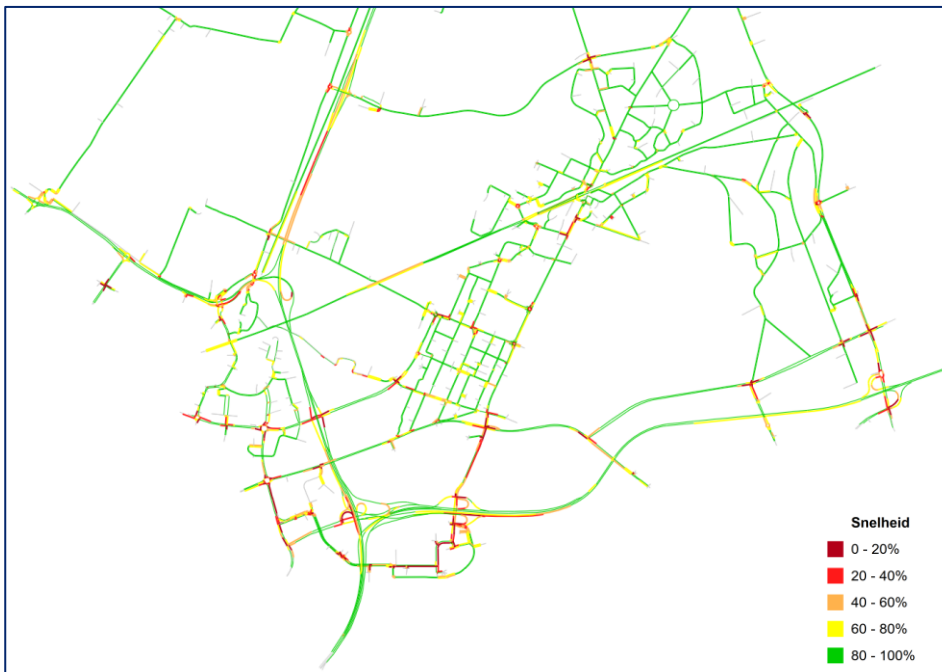
Figuur 8 Relatieve snelheden in gemiddeld in de ochtendspits 2030 tussen 7:00 en 9:00 uur

4.3.2 Avondspits

In de avondspits in 2030 groeit het verkeer nog iets sterker (14%) dan in de ochtendspits. De belangrijkste toenames zijn op het hoofdwegennet (zie ook ochtendspits). De groei op de A27 is in de avondspits echter het sterkste in noordelijke richting en op de A28 is de groei voornamelijk in westelijke richting te merken. De toenames in de avondspits zijn groter door de hogere groei en de hogere intensiteit (avondspits is drukker dan de ochtendspits).

Vanwege het verschil in rijrichting tussen de ochtend- en avondspits, ontstaan de vertragingen in de avondspits op andere locaties, zie ook Figuur 9. De voornaamste knelpunten in de avondspits zijn op de A27 richting het zuiden ter hoogte van aansluiting 31 Maarssen (net als in de ochtendspits) en ter hoogte van knooppunt Rijnsweerd. Deze laatste is uniek voor de avondspits.

De vertragingen vanaf de N230 en bij de afrit 2 op de A28 verminderen. In de gemeente De Bilt blijven de knelpunten in de avondspits vrijwel gelijk aan die in de ochtendspits.



Figuur 9 Relatieve snelheden in gemiddeld in de avondspits 2030 tussen 16:00 uur en 18:00 uur

5. Routekeuze en modelinstellingen

In dit hoofdstuk worden de werking van het model en de instellingen nader toegelicht.

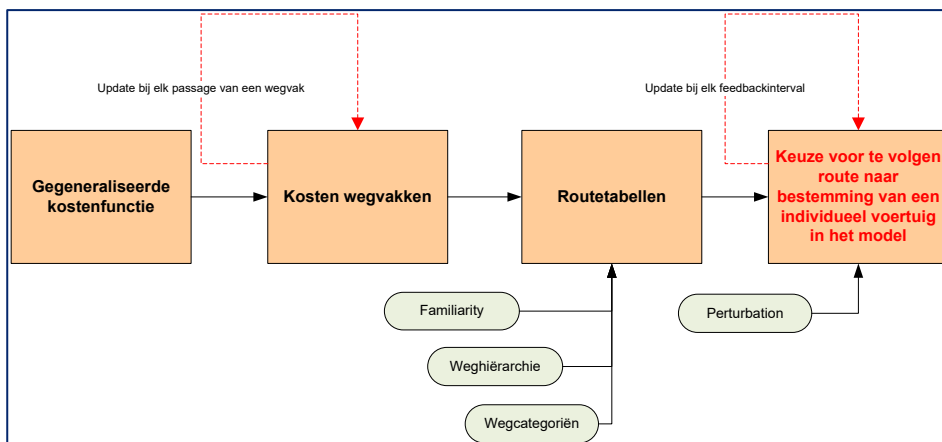
Het dynamische karakter van een microscopisch model in Paramics komt enerzijds tot uiting in de dynamische verkeersvraag zoals die in paragraaf 3.3 behandeld is. Anderzijds is de dynamische routekeuze een belangrijk component, welke afhankelijk is van de interactie van verkeer met elkaar, de verkeerssystemen en de ontstane vertragingen.

In de volgende paragrafen is een beschrijving van de werking van de routekeuze in Paramics gegeven. De onderstreepte termen worden in vervolparagrafen nader toegelicht, waarbij ook de specifieke instellingen die toegepast zijn in het model voor de gemeente De Bilt getoond worden. Specifieke instellingen zijn in blauwe tekst weergegeven.

5.1 De werking

In Paramics wordt per voertuig gezocht naar de ‘beste’ route van de herkomst naar de bestemmingszone. De ‘beste’ route wordt aangemerkt als die route waarvan een individueel voertuig vermoedt dat de gegeneraliseerde routekosten het laagste zijn. Deze route wordt gekozen en er wordt een spreiding om deze meest optimale route geaccepteerd (Perturbation, zie paragraaf 5.4). Hierdoor nemen niet alle voertuigen de voor hen meest optimale route (maar vindt een spreiding rond dit optimum plaats) en wordt het wisselen tussen bijvoorbeeld twee concurrerende routes gedempt. Elke keer als een voertuig op een nieuw wegvak komt, worden de ondervonden routekosten opgeslagen in (cumulatieve) roudetabellen. Deze roudetabellen worden vervolgens elke feedbackinterval gebruikt bij de herberekening van routes. Onder invloed van de veranderende routekosten kan een routekeuze van herkomst naar bestemming dus meerdere keren gewijzigd worden (dus ook tijdens de rit).

In Figuur 10 wordt deze werking schematisch weergegeven. In de vervolparagrafen worden de hierin gebruikte termen nader toegelicht.



Figuur 10 Schematische weergave routekeuze in Paramics

5.2 Gegeneraliseerde routekosten

De routekosten worden berekend met de gegeneraliseerde kostenvergelijking. In werkelijkheid zijn er verschillende factoren die bestuurders in overweging nemen wanneer zij kunnen kiezen uit verschillende routes. In de gegeneraliseerde kostenvergelijking zijn de belangrijkste factoren verwerkt. Dit zijn tijd, afstand en tol en ze worden gewogen door middel van coëfficiënten. De formule voor berekening van gegeneraliseerde routekosten is:

$$GK = \alpha * T + \beta * D + \gamma * P$$

Waarin α de tijdscoëfficiënt (seconden), β de afstandscoëfficiënt (meter), γ de tolcoëfficiënt (minuten per geldeenheid), T de reistijd in minuten, D de linklengte en P de tolprijs is.

De volgende factoren zijn standaardwaarden op basis van ervaring, bepaald door Sweco en toegepast in het model voor de gemeente De Bilt:

$$\alpha = 0,8$$

$$\beta = 0,2$$

$$\gamma = 0,0$$

Verder worden kostenfactoren op een link of wegcategorie als tijd in de gegeneraliseerde kostenformule meegewogen.

5.3 Routetabellen

Met behulp van de gegeneraliseerde routekosten van elk afzonderlijk wegvak worden de routetabellen gevuld. In routetabellen zijn van iedere route de routekosten opgenomen. De routekosten zijn gelijk aan de som van de gegeneraliseerde routekosten van de wegvakken die deel uitmaken van de route.

Standaard zijn er in een Paramics-model twee routetabellen:

1. Een tabel met de kosten voor voertuigen die 'bekend' zijn met het wegennet.
2. Een tabel met de kosten voor voertuigen die 'niet bekend' zijn met het wegennet.

Bekende voertuigen ervaren de routekosten anders dan onbekende voertuigen. Dit wordt gerealiseerd door gebruik te maken van een weghiërarchie in het netwerk en het instellen van familiarity (een percentage van het totale aantal voertuigen dat verondersteld kan worden als 'bekend' verkeer).

5.3.1 Familiarity

Bekendheid van het wegennet heeft een fundamentele invloed op de routekeuze in een wegennet met weghiërarchie. Een familiarity van 60% betekent dat 60% van de voertuigen geen onderscheid maakt in de kosten van major en minor wegvakken (zie ook paragraaf 3.1). Major wegvakken kunnen beschouwd worden als wegvakken die onderdeel uitmaken van bewegwijzerde routes. De andere 40%, de onbekende voertuigen, zien de kosten op minor wegvakken hoger (zie ook de volgende paragraaf) en zullen eerder geneigd zijn te reizen over major wegvakken. Ook de actuele routekosten (op basis van vertragingen in het

netwerk) worden alleen in de routekostenberekening meegenomen voor de bekende voertuigen. De onbekende voertuigen baseren hun routekeuze op een 'leeg' netwerk (zonder verkeersdrukke in overweging te nemen).

De toegepaste instellingen van familiarity in het model voor de gemeente De Bilt, waarbij onderscheid gemaakt wordt naar voertuigtype, zijn in onderstaande tabel weergegeven. Deze instellingen zijn standaardinstellingen. Daarbij heeft zwaar vrachtverkeer een lagere familiarity omdat zwaar vrachtverkeer veel meer geneigd zal zijn om op de hoofdwegen te blijven, terwijl personenauto's eerder gebruik zullen maken van bijvoorbeeld sluiproutes.

Tabel 3 Percentages bekend verkeer per voertuigtype

Voertuigtype	Familiarity
Personenauto	60%
Licht vrachtverkeer (Bestelbus)	25%
Middelzwaar vrachtverkeer	15%
Zwaar vrachtverkeer	15%

Daarnaast zijn nog twee voertuigtypes in het model opgenomen: fiets en bus. Deze hebben geen routekeuze in het model en rijden volgens een beperkte of vaste route.

5.3.2 Weghiërarchie

De weghiërarchie in een netwerk kan gebruikt worden om de routekosten te veranderen op wegvakken voor onbekende en bekende voertuigen.

De weghiërarchie in een netwerk wordt gevormd door major en minor wegvakken. Figuur 4 geeft een beeld van de ingevoerde weghiërarchie.

Major wegvakken zijn onderdeel van hoofdverbindingen in het netwerk en representeren de bewegwijzerde verkeersaders of ontsluitingswegen. De routekosten van bekende en onbekende voertuigen op major wegvakken zijn gelijk. De minor wegvakken zijn onderdeel van niet-doorgaande routes.

De bekende voertuigen zien de routekosten op minor wegvakken gelijk aan de werkelijke kosten. Onbekende weggebruikers zijn veelal niet op de hoogte van niet-doorgaande wegen. In het model is dit als volgt vertaald. Onbekende voertuigen zien de routekosten op deze minor wegvakken als tweemaal de werkelijke kosten. Deze 'strafkosten' maken het minder waarschijnlijk dat onbekende voertuigen routes zullen kiezen over minor wegvakken. Zij zullen dus geneigd zijn om op de hoofdroutes te blijven.

5.3.3 Wegcategorieën

Naast de hiërarchie van major en minor wegvakken is het netwerk gecategoriseerd op maximumsnelheden, zie Figuur 3. Naast de gecodeerde snelheden, die van invloed zijn op de routekosten, is aan elke categorie een kostenfactor meegegeven. In Tabel 4 is voor het model van de gemeente De Bilt in diverse kleuren onderscheid gemaakt tussen de verschillende wegcategorieën, en is de betekenis van de kleuren en de gehanteerde kostenfactor weergegeven.

Tabel 4 Technische kenmerken diverse wegtypen

Rood	100 km/u (highway)	Major	Kostenfactor 0.8
Groen	80 km/u	Major	Kostenfactor 0.9
Lichtgroen	80 km/u	Minor	Kostenfactor 0.9
Geel	70 km/u	Major	Kostenfactor 0.9
Roze	60 km/u	Major	Kostenfactor 1.0
Oranje	60 km/u	Minor	Kostenfactor 1.0
Donkerblauw	50 km/u	Major	Kostenfactor 1.0
Lichtblauw	50 km/u	Minor	Kostenfactor 1.0
Lichtbruin	30 km/u	Major	Kostenfactor 1.1
Lichtoranje	30 km/u (medium)	Minor	Kostenfactor 1.0
Bruin	30 km/u	Minor	Kostenfactor 1.2

Daarnaast zijn nog verschillende categorieën in het model opgenomen: spoor en fietspad. Deze hebben geen rol in de routekeuze in het model.

Een kostenfactor wil zeggen dat de routekosten van ieder wegvak van die betreffende categorie worden vermenigvuldigd met de bijbehorende kostenfactor (in de zin van tijd voor de gegeneraliseerde kosten formule). Hiermee wordt bereikt dat het verkeer naar bepaalde wegcategorieën wordt 'gestuurd'. Deze kostenfactor wordt gebruikt om de routekeuze in het model te beïnvloeden en het gebruik van wegen te kalibreren. De kostenfactoren zijn gebaseerd op ervaringscijfers.

Het is te zien dat de kostenfactoren de functie van de weg extra accentueren. Een aantrekkelijke (hoofd)weg is met de kostenfactor extra aantrekkelijk gemaakt en een kleine wegcategorie extra onaantrekkelijk.

5.4 Perturbation

Elk individueel voertuig kiest in werkelijkheid voor die route die volgens het voertuig de laagste kosten met zich meebrengt. In werkelijkheid weet niet iedereen exact de afstand en reistijd tot de bestemming. Deze onwetendheid is in Paramics verwerkt, in het model, door een factor mee te nemen die 'perturbation' heet. Perturbation wordt uitgedrukt in een percentage.

Perturbation is de maximale afwijking van de berekende gegeneraliseerde routekosten. Zo ontstaat er een bandbreedte van de routekosten voor elk wegvak in het model, die wordt opgeslagen in de routetabellen. Bij elk routekeuzemoment worden binnen de bandbreedte van de routekosten, random de kosten van elk wegvak bepaald.

Deze kosten van de wegvakken gesommeerd resulteert in de gegeneraliseerde kosten voor de routes (elke route bestaat uit meerdere wegvakken). De route met de laagste gegeneraliseerde kosten wordt door het individuele voertuig gekozen.

Elk voertuig in Paramics schat op deze manier de routekosten anders in. Het gevolg hiervan is een spreiding van de routes. Immers, in exact dezelfde situatie kunnen twee voertuigen toch een andere route kiezen omdat zij de routekosten verschillend inschatten.

Het perturbation percentage dat gebruikt is in het model van de gemeente De Bilt is 5%. Dit is een standaardwaarde bepaald door Sweco op basis van ervaring.

5.5 Feedbackinterval

In het model voor de gemeente De Bilt is gekozen voor de stochastische dynamische feedbacktoedeling. Bij deze toedelingsmethodiek wordt voor de weggebruikers die bekend zijn met het wegennet de congestie in het netwerk meegenomen in het berekenen van de routekosten van de wegvakken. Daar waar een alles-of-niets-toedeling de routekosten op basis van een leeg netwerk berekent, berekent de stochastische dynamische feedbacktoedeling de routekosten van een wegvak mede op basis van de actuele situatie. Dit is inclusief de vertraging die optreedt als gevolg van congestievorming in een constant herziene kostenberekening. Er vindt dus regelmatig een update van de routekosten plaats.

Wegvakken die lage routekosten hebben op basis van de berekening in een leeg netwerk en zodoende dus veel verkeer zullen aantrekken, hebben mogelijk na verloop van tijd hogere routekosten vanwege de toename van de reistijd. Hierdoor worden alternatieve routes aantrekkelijker. Als de congestie afneemt, zullen de routekosten van deze wegvakken weer dalen en worden deze weer aantrekkelijker.

Bij de stochastische dynamische feedbacktoedeling worden bij elke feedbackinterval voor elk bekend voertuig de gegeneraliseerde routekosten berekend voor alle mogelijke routes. Te volgen routes kunnen hierdoor elk feedbackinterval gewijzigd worden.

De feedbackinterval voor het model van de gemeente De Bilt is 2 minuten. Dit is een standaardwaarde bepaald door Sweco op basis van ervaring.

Om het wisselen van de routes af te vlakken en een stabiele toedeling te verkrijgen wordt is een feedbackfactor opgenomen. Hierdoor wordt slechts een deel van de actuele routekosten meegenomen, het overige deel bestaat uit de routekosten van de vorige intervalberekening (en de routekosten van het (lege) netwerk).

De vergelijking voor de nieuwe gegeneraliseerde routekosten is:

$$GK_{nieuw} = GK_{actueel} + (1 - \alpha) * GK_{vorig}$$

In het model van de gemeente De Bilt is voor α een waarde van 0.5 aangehouden. Dit is een standaardwaarde bepaald door Sweco op basis van ervaring.

De stochasticiteit in de toedeling ontstaat doordat 0.5 (50%) van de actuele vertraging wordt meegenomen en wordt teruggevoerd naar de (bekende) voertuigen, ook in het netwerk. Zo kunnen dus voertuigen op dezelfde relatie 2 minuten (frequentie van de update interval) na elkaar een andere perceptie hebben van de route en dus een andere keuzes maken. Daarnaast zorgt de perturbation voor een spreiding rondom de meest optimale route. Dit betekent dat twee dezelfde voertuigen op dezelfde route (en dezelfde locatie) verschillende keuzes kunnen maken als deze binnen de spreiding van de perturbation passen.

5.6 De keuzes van het individuele voertuig

Het verkeer vertrekt op basis van een random getal (binnen de per 5 minuten gedefinieerde vertrekprofielen). Tevens wordt met dit random getal de mate van agressiviteit en awareness (mate van bewustheid voor omgeving) beïnvloedt, waardoor ook het gedrag, de mate van houden aan maximumsnelheid, afstand houden en tijdig in- of uitvoegen fluctueert. Hierdoor varieert ook het aankomstpatroon en de vertraging per voertuig per simulatie run.

Om ieder gedragscomponent 'hangen' twee normaal verdelingen waarbinnen voertuigen opereren; hoe een voertuig omgaat met het gedragscomponent hangt dus af van de mate van agressiviteit en de mate van awareness.

5.6.1 Agressiviteit

Agressiviteit geeft de mate van agressie aan. Een voertuig wat hoog agressief is zal binnen de normaal verdeling de meest extreme waardes kiezen.

Bij inhalen is dat op ieder minimaal beschikbaar moment, bij snelheid is dat de maximaal overschrijding en bij weven of oversteken is dat op het allerlaatste moment met de kleinste acceptabele marge (Gap acceptance). Bij een laag agressief voertuig is dit precies omgekeerd.

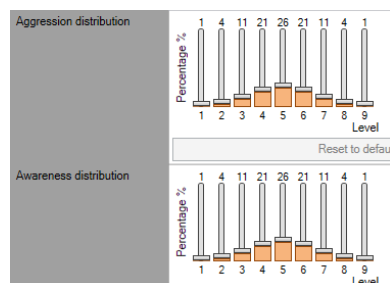
5.6.2 Awareness

Awareness geeft de mate van oplettendheid aan. Een voertuig wat hoog 'aware' is, zal binnen de andere normaal verdeling de meest hoge waardes kiezen.

Bij inhalen kijkt dit voertuig het verst vooruit, bij snelheid past dit voertuig zich het snelste aan en bij weven wil dit voertuig op het vroegste moment naar de gewenste rijstrook. Bij een laag 'aware' voertuig is dit precies omgekeerd.

Elk voertuig krijg daarbij op een schaal van 1 tot 9 een waarde mee voor agressiviteit en één voor awareness. Daarmee kan een voertuig hoog agressief zijn en laag 'aware' of omgekeerd. En alle tussenliggende combinaties voor beide aspecten tussen 1 en 9.

De verdeling van de waardes 1 tot en met 9 zijn voor beide aspecten normaal verdeeld waarbij de meeste voertuigen dus de waarde 5 krijgen.



5.7 Model specifieke instelvariabelen

Voor de toedeling kent Paramics twee types, 'Precise' en 'Stochastic'. In het model voor de gemeente De Bilt is gekozen voor 'Precise'. Met name tijdens de kalibratie van een model geeft dit een wat stabielere toedeling om het verkeer en verkeersbeeld op te kalibreren.

- 'Precise' → betekent dat binnen de intervallen voor de vertrekprofielen (5 minuten) exact het percentage voertuigen aan het netwerk wordt toegedeeld als in het vertrekprofiel is bepaald.
 - Binnen de 5 minuten wisselt het vertrek op basis van het random getal.
- 'Stochastic' betekent dat voor de intervallen voor de vertrekprofielen (5 minuten) een spreiding wordt gegeven over het percentage voertuigen wat aan het netwerk wordt toegedeeld.

- Dit betekent dat als in het vertrekprofiel voor een interval is bepaald dat 3% van de matrix zal worden toegedeeld dit kan variëren.
- Met een 'Stochastic' toedeling wordt elke seconde de kans berekend dat een voertuig zal vertrekken. Daarbij wordt gemiddeld wel het totaal aantal vertrekken gehaald maar kan dit aantal per run verschillen.

Stochastic toedeling is een goede toepassing als maatregelen op betrouwbaarheid getoetst moet worden.

De headway (volgafstand) op wegvakken wordt gebruikt om de capaciteit van het netwerk te beïnvloeden en te kalibreren op de werkelijke capaciteit, zie paragraaf 3.4.

Tot slot wordt de Gap acceptance (gat tussen voertuigen om in te voegen) soms veranderd per wegvak om de capaciteit van het netwerk te kalibreren.

6. Varianten

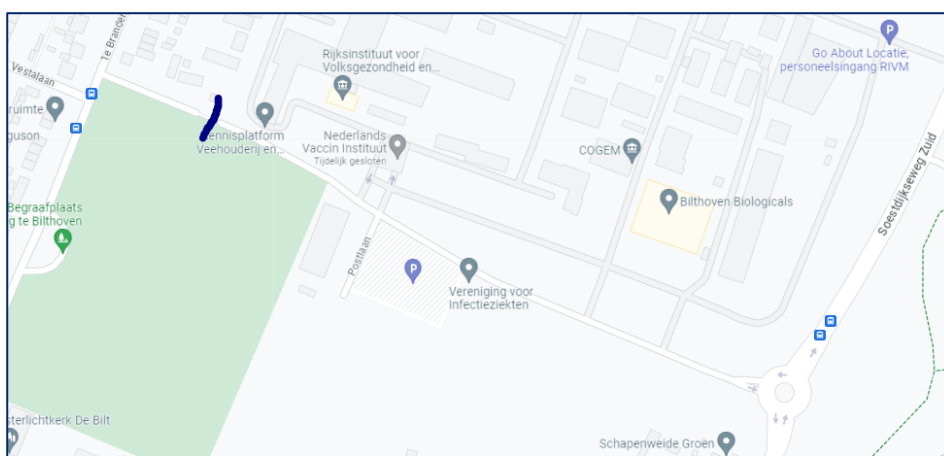
Om de waarde van het model nader te kunnen aangeven zijn enkele eerste toepassingen uitgevoerd van afwijkende situaties ten opzicht van de referentie in 2030. Dit zijn prognoses waarin veranderingen zijn aangebracht in de invoer van het model. Het gaat daarbij om uitgangspunten die om goede redenen anders gekozen kunnen worden om het effect ervan aan te kunnen geven in verkeersintensiteiten en doorstroming. Variant 1 en 2 werden doorgerekend met het dynamische model en variant 3 werd met het statische model berekend.

De varianten zijn de volgende:

- Variant 1: busbaan Antonie van Leeuwenhoeklaan vasthouden (geen doorgaand auto- en vrachtverkeer).
- Variant 2: 110 % scenario (10 % extra verkeer in het model).
- Variant 3: geen uitbreiding A27 en geen NRU-project.

6.1 Variant 1: Antonie van Leeuwenhoeklaan

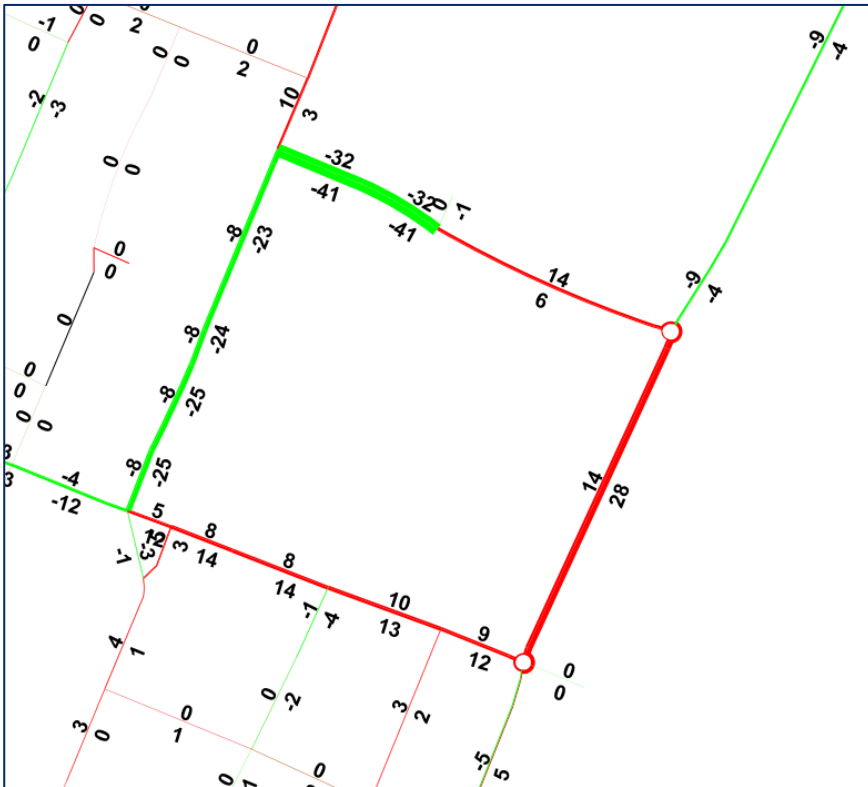
Deze variant handhaaft de bestaande knip op de Antonie van Leeuwenhoeklaan in het toekomstscenario. Op onderstaande figuur is die knip weergegeven. Bussen en fietsers kunnen daar wel passeren.



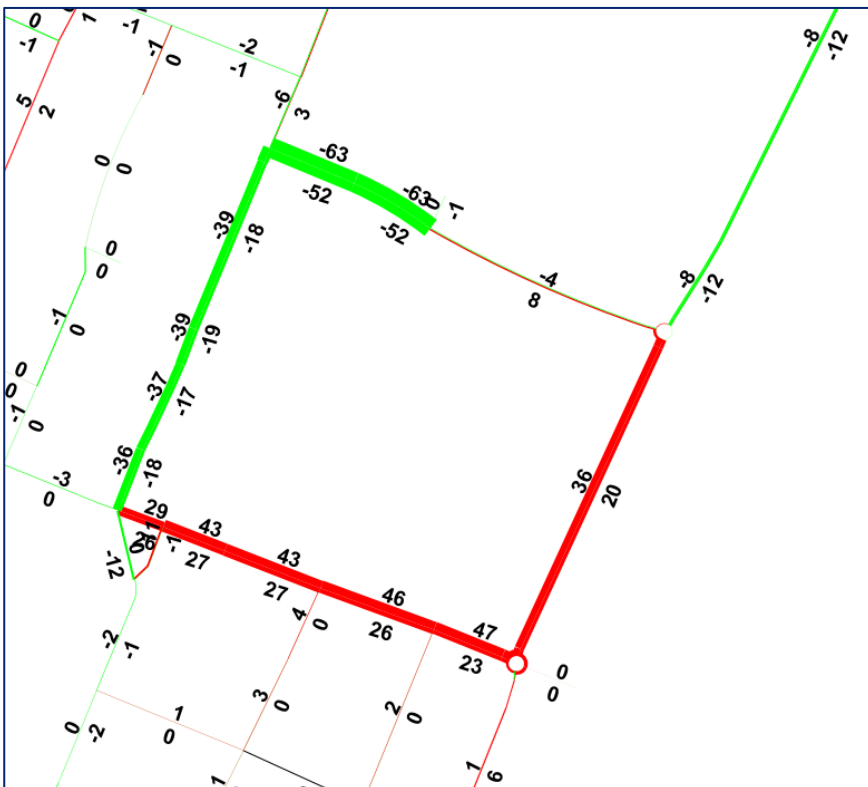
Figuur 11 Knip (blauwe lijn) op Antonie van Leeuwenhoeklaan (Google Maps)

Door de knip moet het verkeer andere routes nemen (gelijk aan die in de huidige situatie). In Figuur 12 en Figuur 13 zijn de verschillen in aantallen motorvoertuigen tussen Variant 1 en de referentiesituatie in 2030 weergegeven.

Door de knip rijdt het verkeer van en naar De Bilt via de Soestdijkseweg Zuid en de Groenekansweg. In zowel de ochtendspits als avondspits gaat het om enkele tientallen motorvoertuigen per uur. Dit heeft geen significante invloed op de doorstroming en gereden snelheden op deze wegen. Wel ontstaat in de huidige situatie zo nu en dan vertraging op de Groenekansweg van oost naar west voor het Dr. Letteplein (incidentele wachtrij). Omdat in de huidige situatie de Antonie van Leeuwenhoeklaan ook niet toegankelijk is voor doorgaand verkeer zal het verkeersbeeld in deze variant vergelijkbaar zijn met de huidige situatie.



Figuur 12 Verschil tussen Variant 1 en de referentiesituatie in 2030 ochtendspits (mvt/uur)



Figuur 13 Verschil tussen Variant 1 en de referentiesituatie in 2030 avondspits (mvt/uur)

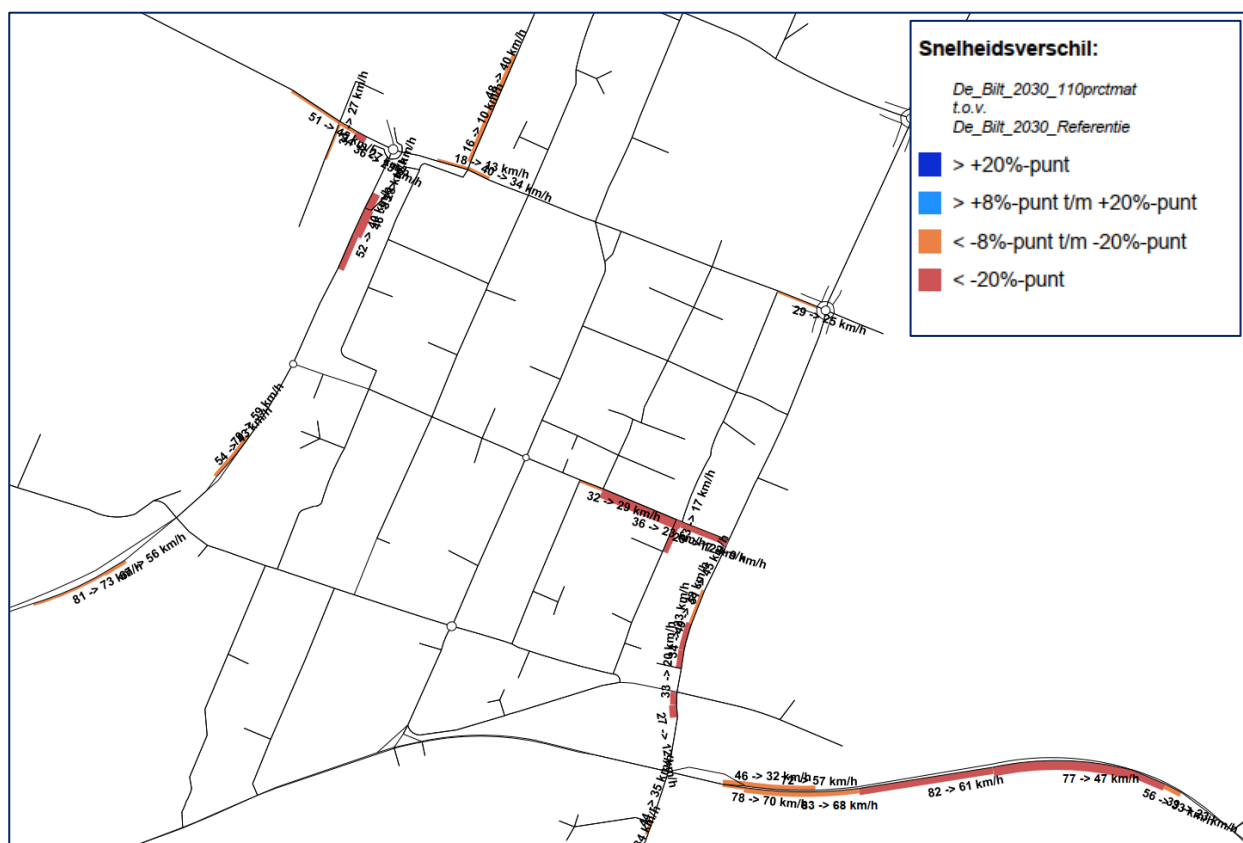
6.2 Variant 2: 110 % verkeersvraag

Om de robuustheid van het wegennet in het toekomstscenario (2030) te toetsen en te laten zien wat er bijvoorbeeld op een dag met slecht weer zou kunnen gebeuren, is er een variant gedraaid met 10 % extra verkeer.

Deze drukkere verkeerssituatie leidt tot meer congestie op een aantal locaties:

- de rotonde Biltse Rading-Groenekanseweg (beide spitsen);
- de Looydijk richting de Soestdijkseweg Zuid (avondspits);
- het kruispunt Utrechtseweg/Soestdijkseweg Zuid (beide spitsen);
- de Soestdijkseweg Zuid en Noord in Bilthoven (avondspits);
- de Koningin Wilhelminaweg tussen de N234 en Maartensdijk (beide spitsen);
- op de snelwegen en bij op- en afritten (beide spitsen).

Vooral in de avondspits leidt de drukte op de snelwegen tot significant meer congestie, wat gevolgen heeft voor het onderliggende wegennet (zie onder andere de kern De Bilt in Figuur 14). Op een aantal plaatsen neemt de snelheid met meer dan 20% af.



Figuur 14 Relatieve verandering van snelheden in de avondspits bij 10% extra verkeer.

6.3 Variant 3: Ring Utrecht en NRU niet uitbouwen

De waarschijnlijkheid van de ombouw van de A27 tussen de knooppunten Rijnsweerd en Lunetten (Ring Utrecht en NRU) is minder groot geworden. Er moet rekening mee gehouden worden dat deze projecten in 2030 niet gereed zijn. Daarom is het van belang te weten welke projecten van de Ring Utrecht in het planjaar nog niet gerealiseerd zijn en welke gevolgen dat heeft voor het wegennet van de gemeente De Bilt.

Daartoe is het netwerk van 2030 voor die beide projecten (Ring Utrecht en NRU) teruggebouwd naar de huidige infrastructuur. Dat is een forse uitdaging door de complexe veranderingen inclusief hun impact op de andere vervoerwijzen, met name het openbaar vervoer.

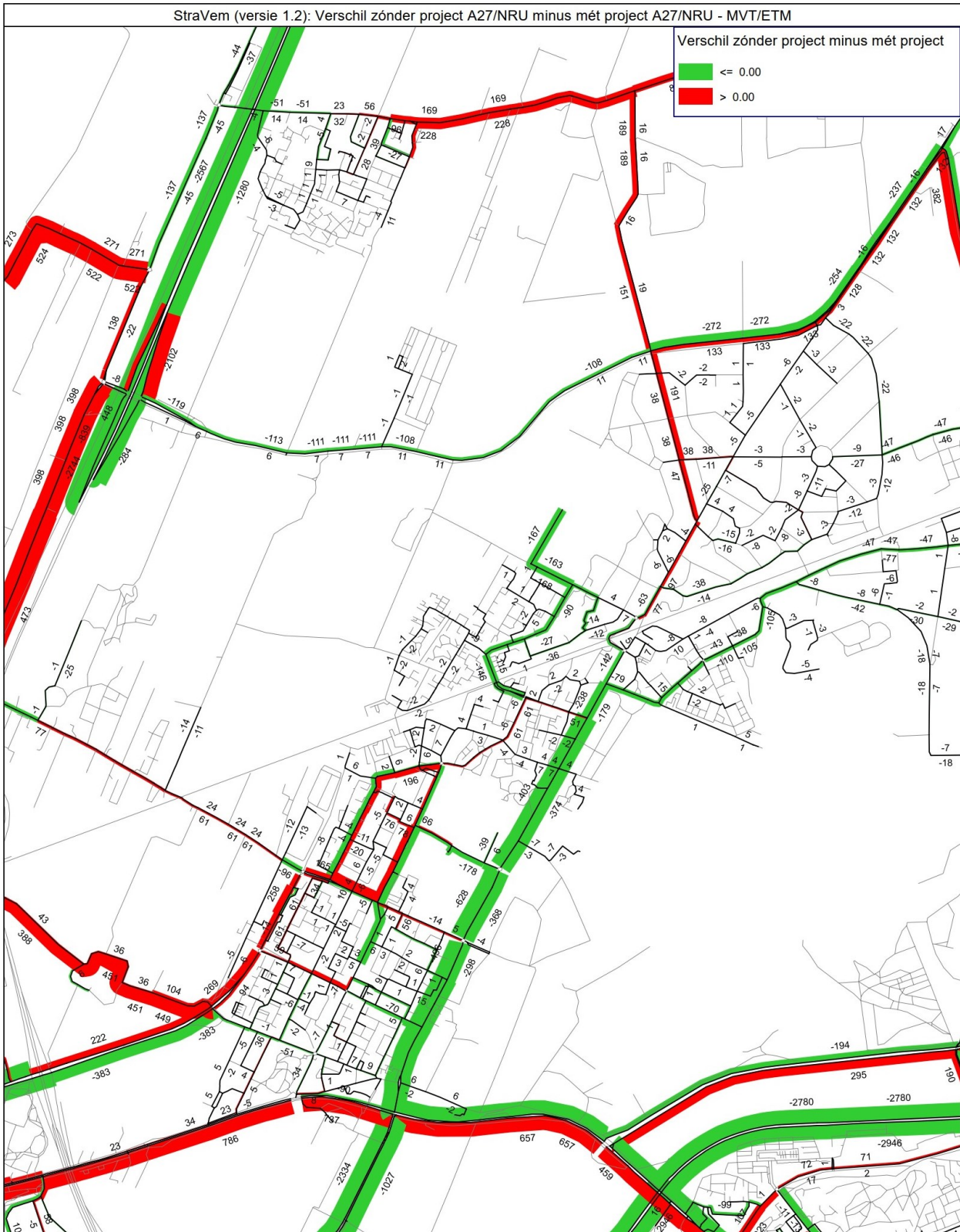
We moeten er in dit geval van uitgaan dat dergelijke veranderingen ook effecten hebben op de keuzes voor de langere termijn, zoals die van bestemmingen en vervoerwijzen. Er is dan ook een volledige run gedraaid met het statische model, voor een goede inschatting van de verkeersvraag in dat toekomstige scenario, en geen dynamische simulatie.

Zonder het realiseren van de projecten zijn er capaciteitsbeperkingen wat in de huidige situatie al leidt tot congestie. Deze congestie zal verder toenemen met als gevolg langere files en mogelijk sluipverkeer. Anderzijds zal met het realiseren van de projecten het verkeer door de hogere capaciteit toenemen op de hoofd- en snelwegen. De verschillen zijn vooral relatief groot op en rond de hoofdwegen en NRU:

- Bij de aansluiting Utrecht Science Park op de A28 (9-16% minder mvt/etm zonder project A27/NRU).
- Op de Soestdijkseweg Zuid (4-8% minder mvt/etm zonder project A27/NRU).
- Op de A27 ten noorden van aansluiting 32 Bilthoven (2-5% afname zonder project).
- Op de NRU, tussen de Robert Kochplein en de A27 (>20% afname richting het oosten, ~1% afname richting het westen, zonder project).
- Op de Utrechtseweg, tussen de Soestdijkseweg en de Bilthovenseweg (12% toename richting het oosten, zonder project)
- Op de Biltse Rading, tussen de A27 (Veemarkt) en de Blauwkapelseweg (richting De Bilt 4% afnamen zonder project, richting A27 2% toename zonder project)

In de gemeente De Bilt zijn de verschillen in verkeersintensiteiten gering. Op de meeste plaatsen enkele tientallen motorvoertuigen maximaal per spits, vooral op wegen waarlangs routes naar de snelwegen lopen zoals de Soestdijkseweg Zuid, en waar afnames gevonden worden zonder project. Verder zijn er toenames op alternatieve routes die zonder project gebruikt worden om de knelpunten op de snelwegen te vermijden, zoals de Utrechtseweg en de Groenekanseweg. Dit betekent dus ook meer verkeer bij de 'Herby'-rotonde, wat in de huidige situatie al een knelpunt is.

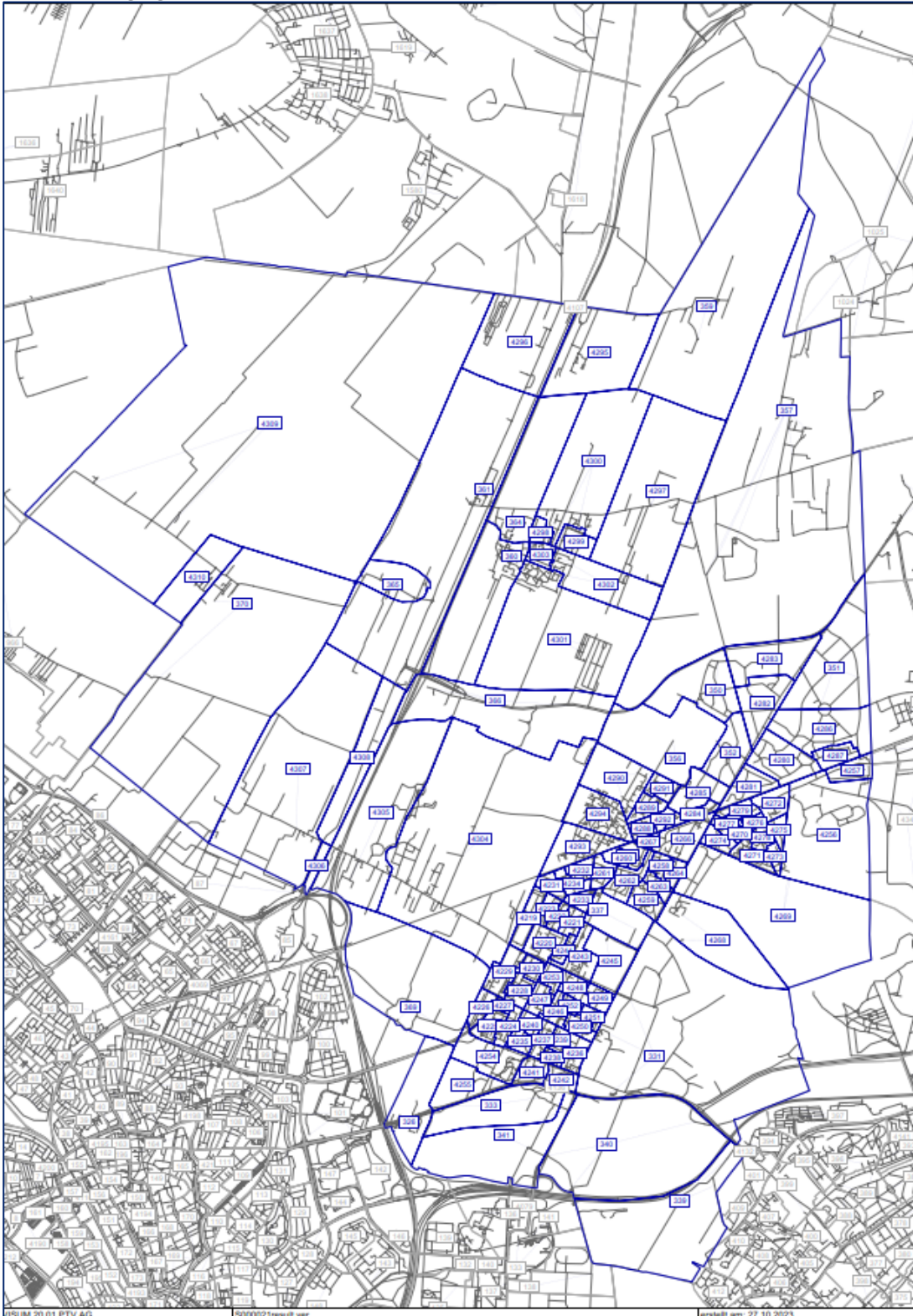
Hierna is een verschilplot te zien voor het aantal motorvoertuigen per etmaal in De Bilt. Rode balken geven een toename van het verkeer weer (groene balken een afname) bij het **niet** realiseren van het project A27/NRU.



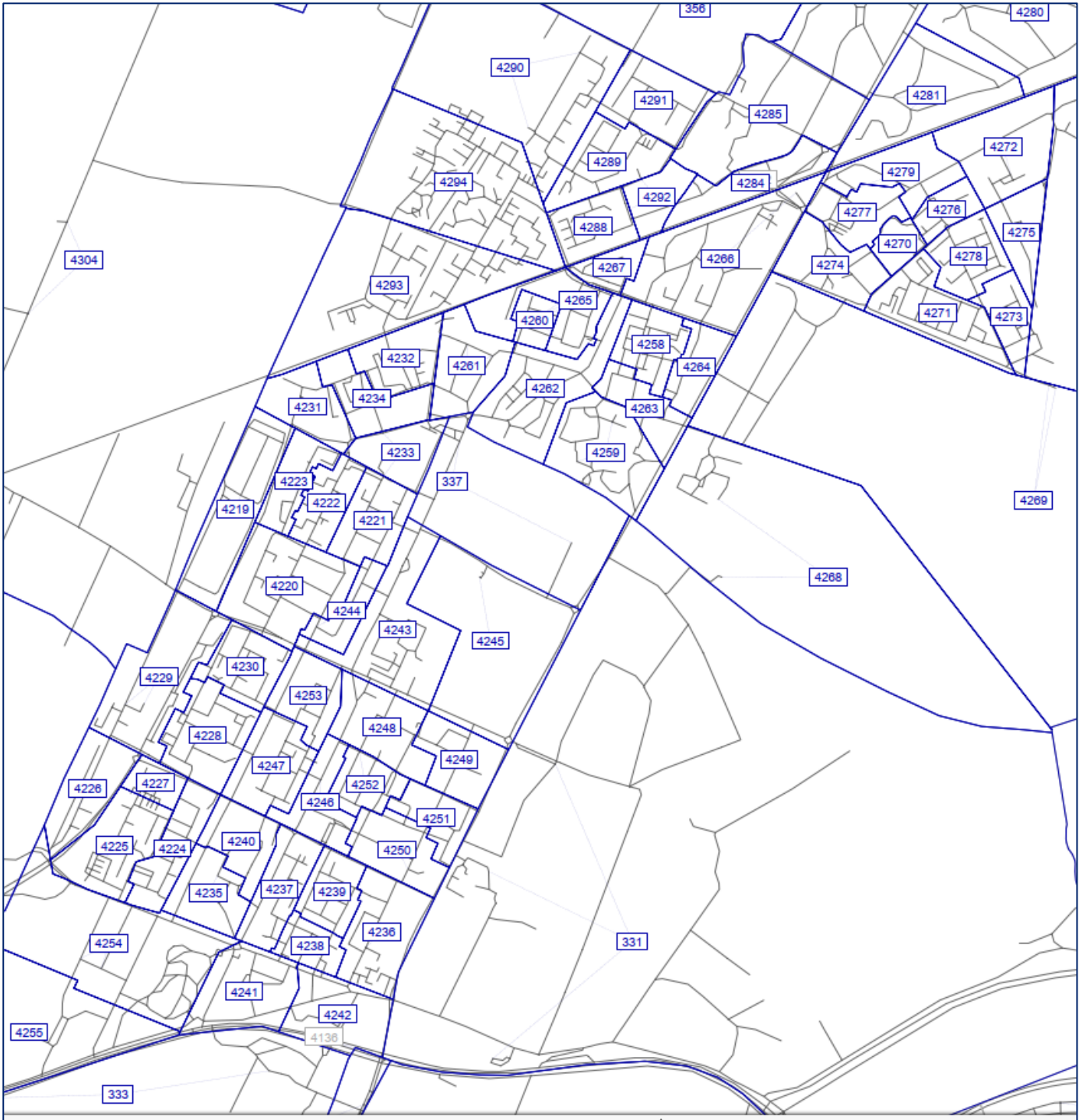
Figuur 15 Effect (absoluut) van het niet uitbouwen Ring Utrecht (rood is meer verkeer als uitbouwen Ring Utrecht niet doorgaat, groen is minder)

Bijlage 1 Zonering

Zonering gemeente De Bilt



Zonering kernen De Bilt en Bilthoven



Bijlage 2 Sociaal-economische gegevens

Sociaal-economische gegevens 2018-2022 (1)

Zone nr Gemeente	2018			2030			Indices [2018 = 100]		
	HUISH	INWONERS	BANEN	HUISH	INWONERS	BANEN	HUISH	INWONERS	BANEN
326 De Bilt	106	282	86	106	249	87	100	88	101
331 De Bilt	36	88	732	36	72	736	100	82	101
333 De Bilt	110	245	699	252	586	703	229	239	101
337 De Bilt	79	203	2415	79	165	719	100	81	30
339 De Bilt	45	75	129	66	157	130	147	209	101
340 De Bilt	36	83	84	36	87	84	100	105	100
341 De Bilt	10	20	53	10	28	53	100	140	100
350 De Bilt	167	428	113	167	325	114	100	76	101
351 De Bilt	228	631	79	228	505	79	100	80	100
352 De Bilt	164	453	94	164	318	95	100	70	101
356 De Bilt	5	5	331	5	5	333	100	100	101
357 De Bilt	43	220	1096	43	198	1102	100	90	101
359 De Bilt	53	104	25	53	116	25	100	112	100
360 De Bilt	227	544	104	227	509	105	100	94	101
361 De Bilt	100	219	221	100	230	273	100	105	124
364 De Bilt	236	498	209	236	526	74	100	106	35
365 De Bilt	45	75	64	45	100	64	100	133	100
366 De Bilt	63	169	85	63	144	85	100	85	100
369 De Bilt	52	126	207	52	116	208	100	92	100
370 De Bilt	172	413	159	193	424	160	112	103	101
4219 De Bilt	0	0	311	0	0	313			101
4220 De Bilt	328	665	51	328	677	51	100	102	100
4221 De Bilt	319	648	141	319	658	142	100	102	101
4222 De Bilt	268	544	50	268	553	50	100	102	100
4223 De Bilt	277	562	57	277	571	57	100	102	100
4224 De Bilt	244	489	45	244	570	45	100	117	100
4225 De Bilt	323	648	51	323	754	51	100	116	100
4226 De Bilt	1	2	223	1	2	224	100	100	100
4227 De Bilt	0	0	0	109	229	0			
4228 De Bilt	217	454	28	217	507	28	100	112	100
4229 De Bilt	151	316	219	151	353	220	100	112	100
4230 De Bilt	187	390	24	187	437	24	100	112	100
4231 De Bilt	138	232	11	138	285	11	100	123	100
4232 De Bilt	208	350	180	208	429	181	100	123	101
4233 De Bilt	185	312	23	185	382	23	100	122	100
4234 De Bilt	239	403	45	267	552	45	112	137	100
4235 De Bilt	151	310	30	151	330	30	100	106	100
4236 De Bilt	282	579	157	282	617	158	100	107	101
4237 De Bilt	250	513	233	350	757	169	140	148	73
4238 De Bilt	132	271	69	132	289	69	100	107	100
4239 De Bilt	230	472	64	230	503	64	100	107	100
4240 De Bilt	221	453	44	221	483	44	100	107	100
4241 De Bilt	164	320	231	164	349	232	100	109	100
4242 De Bilt	221	431	207	221	470	208	100	109	100
4243 De Bilt	244	629	119	271	564	120	111	90	101
4244 De Bilt	91	234	23	91	189	23	100	81	100
4245 De Bilt	34	87	17	484	1018	198	1424	1170	1165
4246 De Bilt	205	413	430	205	446	433	100	108	101
4247 De Bilt	250	505	55	250	543	55	100	108	100
4248 De Bilt	208	420	228	208	452	229	100	108	100
4249 De Bilt	205	415	47	205	446	47	100	107	100
4250 De Bilt	248	500	291	248	539	293	100	108	101
4251 De Bilt	137	277	30	137	298	30	100	108	100
4252 De Bilt	163	329	36	163	354	36	100	108	100
4253 De Bilt	181	365	64	181	393	64	100	108	100
4254 De Bilt	227	631	136	227	535	137	100	85	101

Sociaal-economische gegevens 2018-2022 (2)

Zone nr Gemeente	2018			2030			Indices [2018 = 100]		
	HUISH	INWONERS	BANEN	HUISH	INWONERS	BANEN	HUISH	INWONERS	BANEN
4255 De Bilt	103	285	38	103	243	38	100	85	100
4256 De Bilt	242	627	137	242	451	138	100	72	101
4257 De Bilt	181	471	58	181	337	58	100	72	100
4258 De Bilt	169	386	39	169	348	39	100	90	100
4259 De Bilt	159	362	161	159	328	162	100	91	101
4260 De Bilt	53	121	11	53	109	11	100	90	100
4261 De Bilt	158	360	50	182	377	50	115	105	100
4262 De Bilt	287	655	66	287	592	66	100	90	100
4263 De Bilt	82	188	33	82	169	33	100	90	100
4264 De Bilt	89	202	46	89	183	46	100	91	100
4265 De Bilt	129	295	526	129	266	529	100	90	101
4266 De Bilt	282	601	342	382	792	394	135	132	115
4267 De Bilt	1	2	0	69	145	0	6900	7250	
4268 De Bilt	98	246	81	98	183	81	100	74	100
4269 De Bilt	215	539	213	215	402	214	100	75	100
4270 De Bilt	38	75	75	92	185	75	242	247	100
4271 De Bilt	262	512	65	262	489	65	100	96	100
4272 De Bilt	103	201	34	103	192	34	100	96	100
4273 De Bilt	119	233	25	119	222	25	100	95	100
4274 De Bilt	115	226	96	115	215	97	100	95	101
4275 De Bilt	157	307	33	157	293	33	100	95	100
4276 De Bilt	172	336	501	172	321	504	100	96	101
4277 De Bilt	129	252	278	129	241	280	100	96	101
4278 De Bilt	249	487	53	249	465	53	100	95	100
4279 De Bilt	79	154	39	79	147	39	100	95	100
4280 De Bilt	199	527	373	199	437	375	100	83	101
4281 De Bilt	134	353	57	134	294	57	100	83	100
4282 De Bilt	258	545	94	258	496	95	100	91	101
4283 De Bilt	189	398	41	189	363	41	100	91	100
4284 De Bilt	9	21	100	350	736	100	3889	3505	100
4285 De Bilt	172	389	264	172	331	266	100	85	101
4286 De Bilt	292	786	77	292	648	77	100	82	100
4287 De Bilt	169	453	201	169	375	202	100	83	100
4288 De Bilt	198	413	34	198	381	34	100	92	100
4289 De Bilt	331	691	211	331	637	212	100	92	100
4290 De Bilt	393	818	63	393	757	63	100	93	100
4291 De Bilt	187	389	30	187	360	30	100	93	100
4292 De Bilt	12	25	100	550	1157	50	4583	4628	50
4293 De Bilt	496	1092	69	496	956	69	100	88	100
4294 De Bilt	561	1233	213	561	1081	214	100	88	100
4295 De Bilt	337	828	119	337	705	120	100	85	101
4296 De Bilt	177	436	145	177	370	146	100	85	101
4297 De Bilt	136	311	53	136	302	53	100	97	100
4298 De Bilt	182	415	213	182	404	214	100	97	100
4299 De Bilt	212	485	50	212	471	50	100	97	100
4300 De Bilt	300	684	261	300	667	263	100	98	101
4301 De Bilt	337	831	111	337	749	112	100	90	101
4302 De Bilt	180	443	25	180	400	25	100	90	100
4303 De Bilt	204	502	29	204	453	29	100	90	100
4304 De Bilt	222	542	130	257	568	131	116	105	101
4305 De Bilt	234	571	273	234	521	275	100	91	101
4306 De Bilt	30	73	565	30	59	568	100	81	101
4307 De Bilt	70	170	72	70	139	72	100	82	100
4308 De Bilt	91	220	68	91	180	68	100	82	100
4309 De Bilt	188	440	116	188	395	117	100	90	101
4310 De Bilt	214	500	155	214	450	156	100	90	101
	19291	42757	18267	21349	44931	16681	111	105	91
			verandering	2058	2174	-1586			

Bijlage 3 Toetsingscriteria

Toetsing op basis van GEH-waarde

De GEH-waarde is een maat voor de mate van overeenstemming van de intensiteit in het model met de telwaarde op een betreffend punt. De absolute en de relatieve afwijking worden bij de berekening van de waarde meegenomen.

De GEH-waarde maakt deel uit van een internationale richtlijn bij het kalibreren van verkeersmodellen. Deze richtlijn geeft aan dat de GEH-waarde onder de 5 een goede vergelijking geeft tussen de waarden (dit is vergelijkbaar met een procentuele afwijking kleiner dan 5%). Deze waarde gaat uit van uursintensiteiten.

De formule voor de GEH-waarde is:

$$GEH = \sqrt{\frac{2(M - T)^2}{M + T}}$$

Hierin is M de modelintensiteit gemiddeld per uur en T de telwaarde gemiddeld per uur.

(De formule is ontwikkeld door de heer Geoffrey E. Havers in de jaren 70 van de vorige eeuw).

De GEH-waarde is ontwikkeld om valkuilen te mijden bij het vergelijken van modelresultaten met een simpele procentuele of absolute waarde. Verkeer kan in de werkelijkheid ook variëren. Bij een getelde waarde van 10.000 voertuigen voldoet het punt indien de modelintensiteit tussen de 9506 en 10507 voertuigen ligt (circa 5% afwijking). Bij een telling van 100 voertuigen is een modelintensiteit tussen 55 en 157 voertuigen voldoende om de eis te halen (circa 50% afwijking). Er is dus geen bruikbare consistente procentuele afwijking te bepalen. De GEH-waarde beperkt dit probleem omdat de statistische waarde zelf schalend is.

Bijlage 4 Toetsing statisch model

Bijlage 5 Toetsing dynamisch model

Bijlage 6 Verschil 2022-2030 dynamisch model