



# OUTLOOK RENOVATIEBOUW

*Scenario's voor de reductie van voertuigbewegingen en CO<sub>2</sub>-uitstoot in de stad in 2030*

# Colofon

## **Outlook Renovatiebouw**

**Scenario's voor de reductie van voertuigbewegingen en CO<sub>2</sub>-uitstoot in de stad in 2030**

Geschreven in opdracht van de Topsector Logistiek

December 2020

### **Auteurs**

Siem van Merriënboer

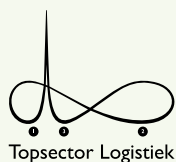
Bram Kin

Hans Quak

Jessica van Rijn

Janneke de Vries

**TNO** innovation  
for life



# Inhoudsopgave

<b>Managementsamenvatting</b>	<b>4</b>
<b>Afkortingen</b>	<b>6</b>
<b>1    <b>Introductie</b></b>	<b>7</b>
<b>2    <b>Renovatiebouw: segmentering en logistieke structuren</b></b>	<b>9</b>
2.1 Scope	9
2.2 Bouwstromen en logistieke structuren	9
2.3 Typering renovatiebouw projecten	12
2.4 Data beschikbaarheid	16
2.5 Methodiek	18
<b>3    <b>Ontwikkelingen in de renovatiebouw</b></b>	<b>20</b>
3.1 Ontwikkelingen in (renovatie)bouwsector met impact op logistiek	20
3.2 Logistieke innovaties	22
<b>4    <b>Scenario's renovatiebouw 2030</b></b>	<b>27</b>
<b>5    <b>Resultaten</b></b>	<b>31</b>
5.1 Case study Blijdorp	31
5.2 Resultaten scenario's	34
<b>6    <b>Conclusies en aanbevelingen</b></b>	<b>37</b>
6.1 Conclusies	37
6.2 Aanbevelingen	39
<b>Referenties</b>	<b>40</b>
<b>Bijlagen</b>	<b>41</b>
A. Aannames methodiek	41
B. Case study Blijdorp	42
C. Toelichting scenario's	43

## Managementsamenvatting

In deze Outlook is het stadslogistieke segment renovatiebouw bestudeerd. Dit segment valt binnen de bouwlogistiek, maar is nog niet eerder afzonderlijk onder de loep genomen. In tegenstelling tot (grootschalige) nieuwbouw is het echter minder grijpbaar, maar daarom niet minder zichtbaar. Renovatiebouw levert een constante en diverse stroom aan verschillende typen goederenvoertuigen. Renovatie van woningen, bedrijven en overheidsinstellingen vindt immers constant plaats. Voertuigbewegingen gerelateerd aan renovatieprojecten worden in belangrijke mate bepaald door de omvang en het type renovatieproject. Dit varieert van de verbouwing van een kleine badkamer in een woning waar het materiaal en verschillende dienstverleners (bijv. stukadoor, tegelzetter, loodgieter) gedurende een korte periode met bestelwagens aankomen tot de verbouwing van een grote onderwijsinstelling waar zware vrachtwagens (met bijv. pallets, staal of betonmortel) en tal van dienstverleners met bestelwagens af en aan rijden. Renovatiebouw is, ongeacht de omvang echter al snel zichtbaar in steden aanwezig omdat het gedurende een korte periode een groot aantal voertuigen én materieel genereert in een omgeving die daar niet op ingericht is; denk hierbij aan steigers, kraanwagens en bestelwagens die de stoep en de weg blokkeren.

In dit segment spelen verschillende ontwikkelingen en innovaties die de organisatie van de logistiek in 2030 in meer of mindere mate kunnen vormgeven. Naast de meer algemene ontwikkelingen uit de bouwlogistiek, zoals efficiënter en schoner transport door de invoering van zero-emissiezones vanaf 2025, en toenemende digitalisering in de bouwsector, speelt in de renovatiebouw vooral de energietransitie en de verduurzaming van de bestaande bouw een grote rol in de impact op de bouwlogistiek in steden. Een van de belangrijkste ontwikkelingen om in deze verduurzamingsbehoefte te kunnen voorzien, is bouwen met geprefabriceerde bouwelementen (prefab bouwen). Deze ontwikkelingen en de toenemende verdichting zullen ervoor zorgen dat leveringen aan renovatieprojecten anders gaan in de toekomst. In deze Outlook gaan we nader in op wat dit segment omvat. Hierbij wordt er een onderscheid gemaakt tussen verschillende bouwstromen en voertuigtypen gerelateerd aan micro, kleine en middelgrote renovatie bouwprojecten.

Een kenmerk van dit segment is de onzichtbaarheid voor beleidsmakers en onderzoekers. Detaildata omtrent het aantal renovatieprojecten is schaars en dit betekent ook dat het moeilijk is om een inschatting te maken van de logistieke impact van dit segment. In deze Outlook is een methodiek ontwikkeld om de impact van dit segment in te schatten. Deze is vervolgens gebruikt in een case study in de Rotterdamse wijk Blijdorp om in kaart te brengen hoeveel voertuigen en kilometers renovatieprojecten op wijkniveau genereren. Op basis hiervan is er door middel van drie scenario's inzichtelijk gemaakt hoe renovatiebouw er in 2030 uit kan zien:

- **Elektrificatie:** vervanging van alle bestelwagens en een deel van de vrachtwagens door een elektrische variant. De logistieke structuren blijven verder intact.
- **Bouwcentrum en een IT-platform:** er is meer samenwerking en de logistiek is veelal uitbesteed aan specialistische dienstverleners die leveringen aan een regio/stad bundelen. Voor kleine leveringen die nu door ZZP-ers worden opgehaald, is er een platform waar besteld wordt en waar vervolgens leveringen plaatsvinden vanuit een bouwgroothandel.
- **Gebiedsgerichte aanpak met een control tower:** er is een grotere rol voor de overheid, waarbij het aantal voertuigbewegingen op gebiedsniveau wordt gecontroleerd door middel van een control tower. Om dit te faciliteren kunnen toeleveranciers gebruikmaken van een bouwhub.

Resultaten laten zien dat vooral micro renovatie bouwprojecten zeer alom vertegenwoordigd zijn in steden en een veelvoud aan ritten genereren. De kleinste renovatieprojecten (tot 150 m<sup>2</sup>) zijn verantwoordelijk voor ongeveer 80% van de ritten in dit segment. Gedurende het renovatie bouwproject is het vervoer gericht op het transport van personeel en afbouwmaterialen, en incidentele voertuigbewegingen voor het leveren van materieel en afvalcontainers voor bouw- en sloopafval. Een groot deel van de inefficiëntie in dit segment komt voort uit het aandeel ad hoc kilometers, als gevolg van vergeten materiaal en gebrek aan voorraadruimte bij een renovatie bouwproject.

De invoering van zero-emissiezones zal er voor dit segment toe leiden dat door de elektrificatie van - in eerste instantie bestelwagens - de CO<sub>2</sub>-uitstoot potentieel sterk kan afnemen. Echter, dit heeft nog geen impact op de vele bouwlogistieke transportritten in een stad. Los van de elektrificatie kunnen andere logistieke innovaties de voertuigbewegingen efficiënter maken. Terwijl dit niet voor alle stromen mogelijk is (bijv. punt-punt levering van een container), zijn er tal van stromen die anders georganiseerd kunnen worden. Allereerst kan het aantal ritten en kilometers afnemen door 'afhaalgedrag' van aannemers/ZZP-ers bij renovatie bouwprojecten te verminderen en te verschuiven naar het gebundeld bezorgen vanuit een bouwcentrum. In dat geval wordt er een rondrit met leveringen bouwmaterialen langs bouwprojecten gemaakt. Dit vergt een gedragsverandering bij deze aannemers/ZZP-ers met betrekking tot het plannen van werkzaamheden en tijdig bestellen van benodigde bouwmaterialen bij bouwgroothandels. Om die gedragsverandering tot stand te brengen, moet gemak en ontzorging worden geboden door middel van toegankelijke IT-platformen en betrouwbare bezorgservices. Een hogere afname van het aantal ritten is mogelijk maar dit vergt een grote inspanning van zowel de markt als de overheid. Indien de toegang tot binnenstedelijke gebieden gereguleerd wordt met behulp van een control tower, kunnen inefficiënte bewegingen in steden gereduceerd worden. Een bouwhub is hiervoor wel een voorwaarde. Dit kan naar verwachting tot een reductie van ongeveer 60% in ritten leiden. Deze hoge afname vereist geavanceerde technologie om transportbewegingen gebiedsgericht te controleren. Dit betekent tevens dat er een transitie van woon-werkverkeer met eigen vervoer naar het gebruik van een transferium en openbaar vervoer nodig is.

## Afkortingen

BIM	=	Bouw Informatie Model
BVO	=	bruto vloer oppervlak
FTL	=	full-truckload
GWW	=	grond-, weg- en waterbouw
JIT	=	just in time
KPI	=	Key Performance Indicator
LDV	=	Logistieke dienstverlener
LEV	=	licht elektrisch voertuig
LTL	=	less than truckload
ZE	=	zero emissie

# Introductie

Logistiek is van groot belang voor het functioneren van steden. Door de aantrekkingskracht en groei van steden als centrum voor wonen, werken en ontspannen, is het van belang om te anticiperen op de toename van vervoersbewegingen, de competitie om ruimte en de negatieve impact daarvan op de leefbaarheid van steden. Daarnaast vraagt de afspraak uit het Klimaatakkoord om het reduceren van aan stadslogistiek gerelateerde CO<sub>2</sub>-emissies met 1 Mton in 30-40 steden in Nederland. Deze verschillende ontwikkelingen zorgen voor een momentum om zowel de emissies van stadslogistiek als de structuur van logistieke ketens tegen het licht te houden en opnieuw in te richten.

De Outlook 'City Logistics 2017' heeft voor zes stedelijk logistieke marktsegmenten<sup>1</sup> laten zien dat het mogelijk is om de CO<sub>2</sub>-emissies te verminderen met een factor 6 (zoals volgens de klimaatafspraken uit Parijs nodig is, zie Topsector Logistiek, 2017). Hierbij hebben we rekening gehouden met de huidige en de te verwachten ontwikkelingen in de verschillende marktsegmenten, waardoor voor alle (sub)segmenten eigen, haalbare decarbonisatie paden geschetst konden worden.

In de Outlook City Logistics van 2020 kijken we verder naar de verschillende segmenten, en gaan we na wat er in het komend decennium gedaan kan en moet worden om de CO<sub>2</sub>-uitstoot te verminderen in lijn met het Parijs-akkoord en het nationale Klimaatakkoord. Het laatste gaat uit van zero-emissie stadslogistiek (ZE) in 2025.

De Outlook City Logistics 2020 bestaat uit verschillende rapportages die een specifiek segment behandelen. Dit rapport van de Outlook City Logistics 2020 gaat specifiek in op één stedelijk logistiek (sub)segment; namelijk het subsegment 'renovatiebouw' (dat onder het segment 'bouw' valt). Om de milieu- en klimaatdoelstellingen in 2050 te halen moeten we nu alle voorbereidingen treffen voor versnelde grootschalige renovatie van bestaande bouw. Per jaar worden momenteel een kleine duizend gebouwen energieneutraal of -positief gemaakt. Dat moeten er duizend per dag zijn om aan de doelen van 2050 te gaan voldoen. Dit komt bovenop de bestaande renovaties aan woningen, bedrijven en (kantoor)instellingen die naar verwachting ook stijgen door de groeiende stedelijke bevolking. Kortom, de verwachting is dat de bouwopgave van de renovatiebouw en de daaraan gerelateerde vervoersbewegingen in de stad de komende jaren aanzienlijk zullen toenemen<sup>2</sup>.

Voertuigbewegingen gerelateerd aan renovatieprojecten zijn zeer divers, variërend van de levering van zwaardere bouwmaterialen op pallets/bokken (betonmortel, staal, glazen puien, etc.) tot afbouwmaterialen (installaties, hang- en sluitwerk, etc.). Dit wordt grotendeels veroorzaakt door de diversiteit van renovatieprojecten. Het betreft vooral een wirwar aan bestelwagens met kleine leveringen en specialistisch personeel (o.a. timmerman, stukadoor). Kenmerkend voor dit subsegment is allereerst dat voertuigbewegingen zeer aanwezig zijn in steden, maar er relatief weinig informatie over is, omdat deze zich veelal ad hoc bewegen. Hierbij gaat het bijvoorbeeld om personeel dat op een dag meerdere (kleine) renovatieprojecten bezoekt of gedurende de dag materiaal bij een bouwgroothandel gaat halen omdat het niet (meer) op voorraad is bij het renovatieproject. Ten tweede heeft renovatiebouw een grote impact op de ruimte in steden. Dit komt omdat renovatiebouw niet op een afgesloten terrein plaatsvindt, zoals met nieuwbouwprojecten vaak het geval is.

<sup>1</sup> Zes stadslogistieke segmenten (sub-segmenten tussen haakjes): Stukgoederen (retail niet-vers; specialisten; twee-mans thuisleveringen), Vers (retail vers; horeca en specialisten, verse thuisleveringen van boodschappen en maaltijden), Afval (consumenten, bedrijven), Pakketten en express (B2B en B2C), Facilitair/service (onderhoud en service, bevoorradings) en Bouw.

<sup>2</sup> Zie ook: [www.tno.nl/nl/aandachtsgebieden/energietransitie/roadmaps/naar-een-energie-producerende-gebouwde-omgeving/versnelde-renovatie-van-woningen-en-gebouwen/](http://www.tno.nl/nl/aandachtsgebieden/energietransitie/roadmaps/naar-een-energie-producerende-gebouwde-omgeving/versnelde-renovatie-van-woningen-en-gebouwen/).

Renovatieprojecten hebben periodiek een relatief hoge impact op de omgeving door steigers en containers die bijvoorbeeld een stoep blokkeren. Bovenal is er vaak beperkte ruimte voor de voertuigen die leveringen aan projecten brengen en de bestelwagens van personeel dat bij een renovatieproject aan het werk is. Vanuit zowel logistiek als maatschappelijk perspectief dient hier rekening mee te worden gehouden richting 2030.

Deze Outlook gaat in op de logistieke structuren voor dit segment en de implicaties die dat voor de ruimte in en rond steden gaat hebben. Ontwikkelingen zoals zero-emissie transport en toenemende verdichting zullen er voor zorgen dat leveringen aan renovatieprojecten anders georganiseerd gaan worden in de toekomst. Dit komt in hoofdstuk 2 aan bod, waarna we toelichten hoe de impact van logistiek in dit segment in kaart wordt gebracht. Hoofdstuk 3 gaat in op ontwikkelingen in steden die een impact hebben op dit segment en innovaties in de renovatiebouw die de organisatie van de logistiek vormgeven. Op basis van de huidige situatie en toekomstige ontwikkelingen schetsen we in hoofdstuk 4 scenario's. Aan de hand van deze scenario's worden de mogelijkheden voor decarbonisatie en efficiëntere logistiek richting 2030 doorgerekend. Daarnaast gaan we in op diverse ruimtelijke vraagstukken die dit segment met zich meebrengt. De resultaten worden in hoofdstuk 5 besproken, waarna de conclusies en aanbevelingen in hoofdstuk 6 volgen.



## Renovatiebouw: segmentering en logistieke structuren

### 2.1 Scope

Renovatie bouwprojecten zijn over het algemeen relatief kleinschalige projecten, waarbij sprake is van een (deel van een) bestaand pand, waaraan een verbetering wordt uitgevoerd en het bestaande pand gedeeltelijk wordt vernieuwd. Daarbij blijft het casco (skelet, dragende constructie) van het pand/bouwwerk vaak intact. Renovatieprojecten onderscheiden zich van grootschalige nieuwbouwprojecten door de omvang van de individuele projecten. Daarnaast zie je mede door de verduurzamingsopgave inmiddels steeds meer schaalvergroting in renovatieprojecten. Zeker de meer ambitieuze NOM (Nul Op de Meter) projecten gebeuren toch al snel in series vanaf minimaal 50 woningen. Kleinschalig kan gerelateerd zijn aan verschillende kenmerken van een bouwproject. We hanteren hiervoor de richtlijnen uit Osypchuk and Iwan (2019) voor omvang bouwproject (m<sup>2</sup> bruto bouwoppervlakte bvo) en uit Luu and Sher (2006) voor bouwsom (€) (Tabel 1). Deze projecten zijn te differentiëren in verschillende groottes: micro (bijv. de verbouwing van een keuken), klein (bijv. renovatie van een supermarkt) of middelgroot (bijv. een grotere renovatie, van een school bijvoorbeeld). Deze onderverdeling zullen wij hanteren in de beschrijving van dit segment. De eerder genoemde NOM projecten vallen in de categorie middelgrote renovatie bouwprojecten.















**Tabel 1**  
Richtlijnen omvang  
bouwproject uit  
Osypchuk and Iwan  
(2019) en Luu and  
Sher (2006)

Omvang renovatieproject	Omvang (m <sup>2</sup> bvo)	Kosten (€)
<b>Micro</b>	< 150	< 0.3 mln
<b>Klein</b>	< 1,000	0.3 - 3 mln
<b>Middelgroot</b>	1,000 - 10,000	3 - 20 mln
<b>Groot</b>	> 10,000	> 20 mln

### 2.2 Bouwstromen en logistieke structuren

In de Outlook Bouwlogistiek (Topsector Logistiek, 2020) is uiteengezet welke verschillende type bouwlogistieke stromen er zijn en hoe deze in de huidige praktijk zijn georganiseerd voor het segment 'grootschalige nieuwbouwprojecten'. Deze Outlook focust zich op het sub-segment renovatiebouw. Het overzicht van de type bouwstromen is hiervoor vergelijkbaar (zie Tabel 2), waarbij de grote dikke bouwstromen (beton, ruwbouw groot, bulk), minder vaak zullen voorkomen en de focus ligt op de ruwbouw ladingdragers en de afbouwmaterialen. De afbouw is in de regel ook arbeidsintensiever en zal ook gepaard gaan met meer personeelsvervoer. Daarnaast is sprake van een relatief kleine stroom bouwafval en een stroom bouwmaterieel. Op basis van deze typering geeft de meest rechterkolom de relevante materiaalstromen voor renovatiebouw aan.

**Tabel 2**  
Onderverdeling (bouw)  
stroomtypes -  
aangepast op basis  
van Outlook Bouw  
(Topsectorlogistiek,  
2020)

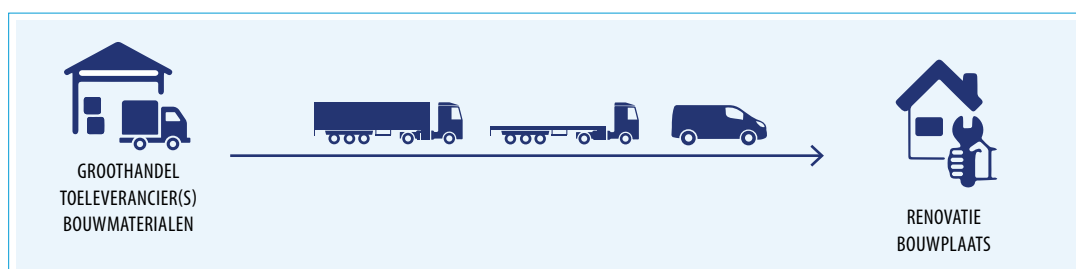
Type stroom	Omschrijving	Hedendaags meest gebruikte voertuigen	Type bouwstroom in renovatiebouw
1. Beton	Dit gaat om vloeibaar beton dat gestort wordt vanuit een betonmixer op de bouwplaats.		Komt meestal niet voor, aangezien bij de meeste renovatiebouw projecten kleinere hoeveelheden vloeibaar beton nodig zijn, die vaak ter plekke worden geprepareerd op basis van betonmortel.
2. Ruwbouw Groot	Grotere en zwaardere elementen, zoals prefab, heipalen, vloer-elementen, etc.	 	Komt minder vaak voor aangezien hier het casco (geraamte van een bouwwerk) behouden blijft (niet wordt vervangen).
3. Ruwbouw Ladingdragers	Kleinere elementen op bokken/pallets, bijvoorbeeld geveldelen, puin, glasplaten, prefab houten trapdelen, etc.	 	Komt vaak voor.
4. Bulk	Bijvoorbeeld grond of grind.		Komt vrijwel niet voor.
5. Afbouw	Afbouw, installaties en kleinere bouwmaterialen vervoerd op pallets of in containers (o.a. aftimmerhout, installaties, sanitair, keukens, etc.	    	Komt veel voor en vormt de grootste bouwstroom voor renovatiebouw.
6. Afval	Bouw- en sloopafval vervoerd in afvalcontainers of bigbag.		Komt veel voor. De omvang en aard is voor renovatiebouw echter weer anders dan bij nieuwbouw, omdat casco behouden blijft en daarmee de grote afvalstroom puin en ook grondverzet minder omvangrijk zijn.
7. Materieel	Bijvoorbeeld bouwmachines, bouwkranen en steigers, maar ook handgereedschap.		Komt voor bij renovatiebouw.
8. Personeel	Vervoer van personeel van en naar de bouwplaats.		Komt veel voor. Bouwpersoneel komt doorgaans al dan niet via carpooling naar de bouwplaats met eigen bouwbusjes, inclusief gereedschap. Voor de kleinere bouwprojecten door kleine aannemers/ZZP-ers uitgevoerd, wordt in deze woon-werkverkeer rit vaak ook een stop gemaakt bij de bouw groothandel om de kleinere bouwmaterialen op te halen (stroom 5; afbouw).

De huidige logistieke processen in de renovatiebouw worden aangestuurd door de groothandel/leverancier van bouwmaterialen voor zover het om de bezorging/leveringen gaat, waarbij het transport deels door eigen vervoer wordt verzorgd en deels is uitbesteed bij specialistische vervoerders. Daarnaast is sprake van regelmatig afhalen van bouwmaterialen bij een groothandel/bouwmarkt door bouwpersoneel zelf, deels op ad hoc basis<sup>3</sup> en veelal last-minute, waarbij niet altijd sprake is van tijdig bestellen.

Onderstaand volgt een toelichting op de vier algemene logistieke structuren die worden toegepast binnen de stadslogistiek en de bouw- en renovatilogistiek in het bijzonder, met voorbeelden vanuit de bouwlogistiek.

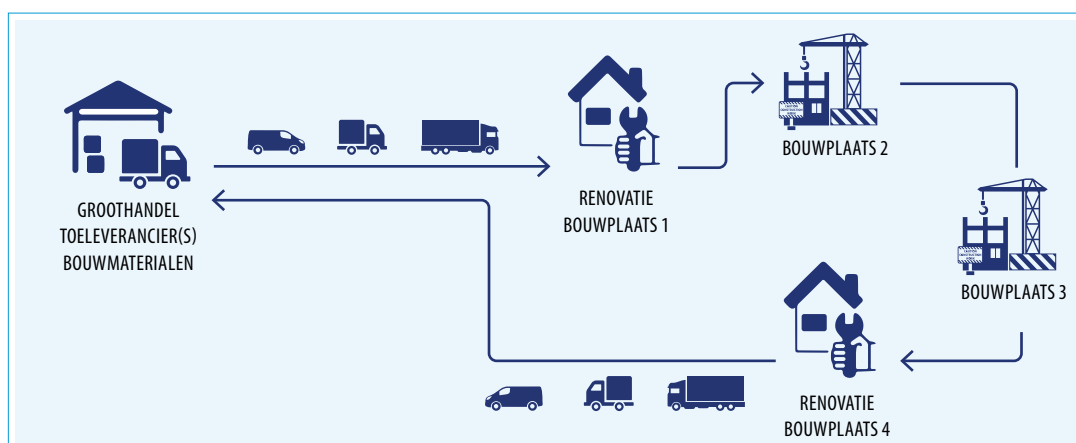
1. **Punt-punt leveringen:** een volle lading (full-truckload; FTL) van een vrachtwagen gaat frequent naar een specifieke locatie (of een beperkt aantal locaties) binnen de voorziene zero-emissiezones (die vanaf 2025 ingevoerd worden in 30-40 steden). De logistiek is geoptimaliseerd en de locaties staan vast. Het gaat hier bijvoorbeeld om het leveren van bouwmaterialen op een bouwplaats in de stad of het afvoeren van volumineuze afval- en puinstromen binnen de stad.

**Figuur 1**  
Punt-punt leveringen



2. **Onregelmatige leveringen op verschillende locaties:** een volle vrachtwagen doet meerdere locaties in de stad aan, waarbij meerdere deelladingen worden geleverd (less than truckload: LTL). Logistiek is niet altijd geoptimaliseerd omdat er sprake is van tijdvensters en beperkte ruimte rond renovatieprojecten waardoor er in enkele gevallen 'onnodige' kilometers worden gereden met halflege vrachtwagens. Een belangrijk vraagstuk hier is of dit in de toekomst nog steeds op deze manier georganiseerd kan worden of dat er een ontkoppelpunt, aan de rand van het gebied waar bouwactiviteiten plaats vinden nodig is waar de lading gebundeld wordt, dan wel het voertuig, ontkoppeld wordt. De huidige groothandel/leveranciers van bouwmaterialen leveren via deze logistieke structuur met name afbouwmaterialen aan bouwprojecten in de stad.

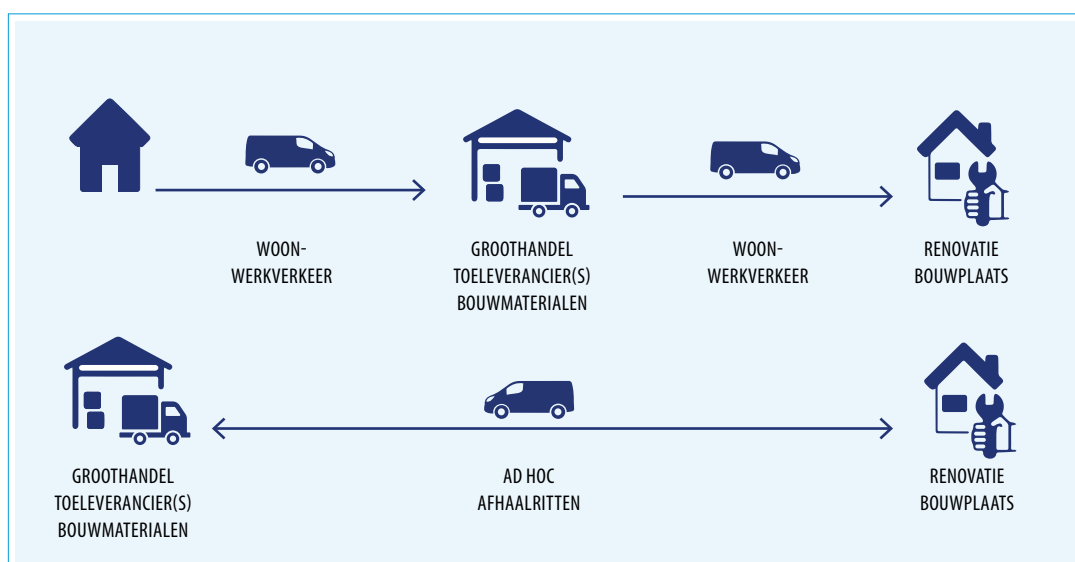
**Figuur 2**  
Onregelmatige leveringen aan verschillende bouwlocaties



<sup>3</sup> Ad hoc wordt hier gebruikt voor ongeplande ritten. Als er bijvoorbeeld bij een renovatieproject materieel is vergeten, wordt er naar een bouwgroothandel op en neer gereden.

3. **Diverse kleine leveringen:** kleine tot zeer kleine leveringen die divers van aard en frequent zijn. Deze kunnen op afroep op alle mogelijke locaties geleverd worden. Naast deze kenmerken van leveringen, gaat het hier vaak niet om logistieke optimalisatie maar om serviceniveau. Het belangrijkste vraagstuk bij dergelijke leveringen is hoe de ontkoppeling binnen de ZE-zone gefaciliteerd kan worden of hoe bundeling met andere stromen kleine leveringen mogelijk is. Veel van de inefficiënte stromen in de bouwlogistiek zitten in deze logistieke structuur, waarbij last-minute met spoed wordt gevraagd om specifieke bouwmaterialen (voorraadartikelen) snel te leveren.
4. **Geen goederenleveringen:** deze logistieke structuur is niet direct gekoppeld aan leveringen (bezorgen van goederen), zoals bij de andere logistieke structuren, maar genereert wel commerciële vervoersbewegingen en valt hiermee ook onder stadslogistiek. Het gaat hierbij enerzijds om het zelf afhalen van kleine hoeveelheden bouwmaterialen door bouwpersoneel (woon-werk, ad hoc), en anderzijds om diensten waarvoor vaak een bestelwagen wordt gebruikt om werkzaamheden bij particulieren of bedrijven uit te voeren (bijv. schilders, loodgieters, monteurs). Dit is veelal gecombineerd met personeelsvervoer van bouwpersoneel (vele onderaannemers) die met hun vaak eigen bestelwagens naar het renovatieproject komen.

**Figuur 3**  
Gecombineerde ritten  
van personeel en  
bouwmaterialen



### 2.3 Typering renovatiebouw projecten

Op basis van de hiervoor benoemde typering van materiaalstromen en logistieke structuren kijken we in dit sub-segment naar de aard en omvang van de verschillende bouwstromen. Dit resulteert per type renovatiebouw project (micro, klein en middelgroot) in een overzicht (zie Tabel 3) en een nadere toelichting op de bouwstromen en de daarbij passende logistieke structuren en de meest ingezette voertuigtypen in de daaropvolgende sub-paragrafen. In de huidige situatie van de renovatiebouw zien we vooral logistieke structuren 3 en 4 terugkomen.

**Tabel 3**  
Materiaalstromen en logistieke structuur voor een gemiddeld micro, klein en middelgroot renovatie bouwproject<sup>4</sup>

Omvang project	Bouwstroom (logistieke structuur en type stroom)	Gem. afstand leverancier-bouwproject (km's)	Frequentie transport	
<b>Micro</b>	Onregelmatige leveringen (2) Afbouwmaterialen (5)	10	2x/project	
	Geen leveringen, afhalen woon-werk (4) Afbouwmaterialen (5)	30	dagelijks (woon-werk)	
	Geen leveringen, afhalen ad hoc (4) Afbouwmaterialen (5)	10	1x/week (ad hoc)	
	Punt-punt levering (1) Bouwafval container/bigbag (6)	10	2x/project	
	Punt-punt levering (1) Bouwmaterieel (7)	10	2x/project	
	<b>Klein</b>	Punt-punt levering (1) Ruwbouw ladingdragers (3)	30	4x/project
		Onregelmatige leveringen (2) Ruwbouw ladingdragers (3)	30	1x/maand
Onregelmatige leveringen (2) Afbouwmaterialen (5)		10	1x/week	
Geen leveringen, afhalen woon-werk (4) Afbouwmaterialen (5)		30	3x dagelijks (woon-werk)	
Geen leveringen, afhalen ad hoc (4) Afbouwmaterialen (5)		10	1x/week (ad hoc)	
Punt-punt levering (1) Bouwafval container/bigbag (6)		10	1x/maand	
Punt-punt levering (1) Bouwmaterieel (7)		10	2x/project	
<b>Middelgroot</b>		Punt-punt levering (1) Ruwbouw ladingdragers (3)	30	2x/maand
		Onregelmatige leveringen (2) Ruwbouw ladingdragers (3)	30	1x/week
		Onregelmatige leveringen (2) Afbouwmaterialen (5)	10	2x/week
	Diverse kleine leveringen (3) Afbouwmaterialen (5)	10	1x/week (ad hoc)	
	Geen leveringen, afhalen woon-werk (4) Afbouwmaterialen (5)	30	6x dagelijks (woon-werk)	
	Geen leveringen, afhalen ad hoc (4) Afbouwmaterialen (5)	10	1x/week (ad hoc)	
	Punt-punt levering (1) Bouwafval container/bigbag (6)	10	2x/maand	
	Punt-punt levering (1) Bouwmaterieel (7)	10	10x/project	

### 2.3.1 Micro renovatie bouwprojecten (< 150 m<sup>2</sup> bvo en < 0,3 mln euro)

Micro renovatie bouwprojecten vind je veel in steden. Deze worden vaak uitgevoerd door ZZP-ers en kleinere aannemers (MKB) die werken met meerdere verschillende kleine onderaannemers/ZZP-ers met allen hun eigen specialisatie (tegelzetter, timmerman, elektriciën, loodgieter, etc.). Deze halen meestal zelf de afbouwmaterialen (stroom 5) op bij de bouwgroothandel met eigen bouwbusjes. Dit gebeurt bijna dagelijks op de route voor woon-werk verkeer naar het bouwproject toe en gedurende de dag tijdens de bouwactiviteiten door ad hoc afhaalritten voor aanvullingen van bouwmaterialen; zie logistieke structuur 4. Deze laatste ritten zorgen met name voor veel inefficiënte vervoersbewegingen in de stad. Naast deze afhaalritten met bouwbusjes vindt per bouwproject een enkele incidentele levering van specifieke bouwmaterialen door een bouwgroothandel plaats.

<sup>4</sup> Bron: Deze tabel met bouwstromen in de renovatiebouw is tot stand gekomen vanuit expert judgement en interviews met verschillende partijen in de renovatiebouw. Door gebrek aan goede data in dit segment is de frequentie van deze bouwstromen dan ook een inschatting van het projectteam met een validatieslag door materiedeskundigen uit de bouw en bouwlogistiek.

Dit gebeurt met bouwbusjes en/of kleine vrachtwagens in een rondrit langs meerdere bouwlocaties (micro/klein/middelgroot); zie logistieke structuur 2. Het aantal leveringen per bouwproject is doorgaans eenmalig aan het begin van het renovatie bouwproject en één of meerdere naleveringen voor aanvullingen en/of onjuiste leveringen. Naast afbouwmaterialen wordt veel steigermateriaal (stroom 7) toegepast. Dit wordt eenmalig gebracht in een directe rit aan begin van het bouwproject en weer opgehaald aan het eind; zie logistieke structuur 1. Figuur 4 visualiseert de aanwezigheid van micro renovatie bouwprojecten in een woonwijk.

De gemiddelde afstand tussen een groothandel en een micro renovatie bouwproject is aanzienlijk kleiner dan bij nieuwbouw van grote projecten, waar de gemiddelde afstand tussen leveranciers en de bouwlocatie op ongeveer 75km wordt geschat. Iedere stad heeft industrieterreinen met verschillende bouwmarkten en groothandelsbedrijven gericht op de bouw. De gemiddelde afstand tussen een groothandel en een renovatie bouwproject wordt geschat op 10km.

**Figuur 4**  
Micro renovatie  
bouwprojecten in  
een woonwijk



### 2.3.2 Kleine renovatie bouwprojecten (150 - 1.000 m<sup>2</sup> bvo en 0,3 - 3 mln euro)

Kleinere renovatie bouwprojecten worden vaak uitgevoerd door de kleinere MKB-aannemer met verschillende onderaannemers. Hier worden op regelmatige basis bouwlogistieke materialen gebracht/ bezorgd door gespecialiseerde leveranciers met bouwbusjes en/of kleine vrachtwagens in een rondrit langs meerdere bouwlocaties (micro/klein/middelgroot). Personeeltransport vindt dagelijks plaats met eigen bouwbusjes.

Ruwbouw ladingsdragers (stroom 3) worden doorgaans conform logistieke structuur 1 (punt-punt levering) geleverd. Deze typen bouwmaterialen worden bezorgd door specialistische vervoerders in opdracht van de producenten/leveranciers van deze bouwmaterialen. Bij voldoende grootte van het renovatie bouwproject en voldoende logistieke ruimte op de bouwplaats leidt dit tot voldoende omvang van de bouwmaterialen voor één of meerdere directe FTL ritten met zware vrachtwagens (bakwagen tot trekker-oplegger) naar een bouwplaats. Bij kleinere bouwprojecten en kleinere leveringen (bijvoorbeeld door onvoldoende opslagruimte op de bouwplaats) worden deze bouwmaterialen eveneens bezorgd door een specialistische vervoerder in opdracht van de producent, maar in een rondrit met deelladingen (LTL) langs meerdere bouwlocaties (logistieke structuur 2, rondrit). Afhankelijk van de planbaarheid (tijds bestelling door aannemers) leidt dit tot meer of minder efficiënte ritten en een lage of hoge beladingsgraad per rit. Het type transportmiddel dat hiervoor wordt ingezet varieert van bakwagen tot zwaar transport (vrachtwagen groot/trekker-oplegger). Het aantal leveringen per project varieert en is uiteraard afhankelijk van de omvang van het project, maar is doorgaans incidenteel te noemen (1x/maand).

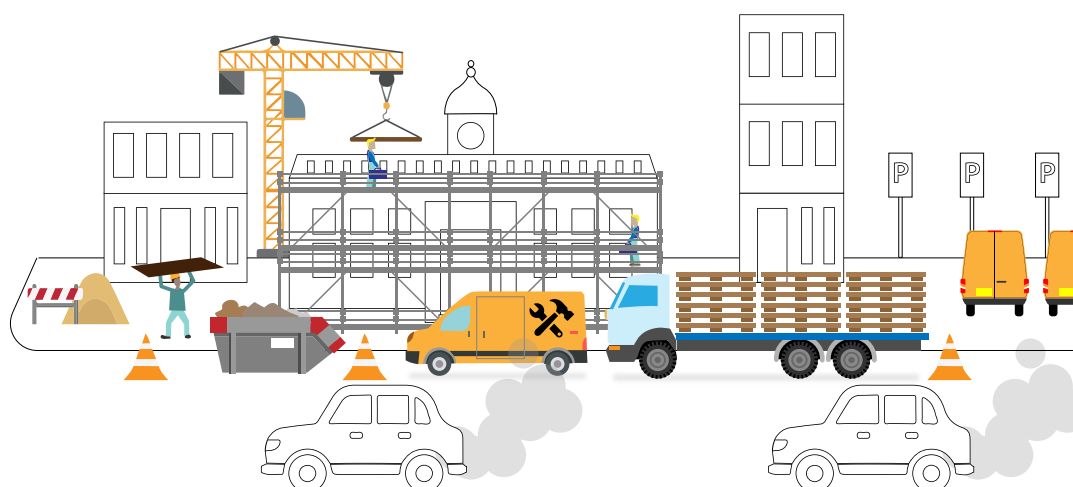
Afbouwbouwmaterialen (stroom 5) worden voor de wat grotere renovatie bouwprojecten regelmatig eveneens via logistieke structuur 2 (rondrit) geleverd (afhankelijk van de omvang 1x tot 2x per week). De levering wordt gedaan door een groothandel van bouwmaterialen met eigen vervoer, dan wel uitbesteedt bij een specialistische vervoerder in opdracht van de groothandel. Een groothandel beschikt vaak over het gehele assortiment afbouwmaterialen en zal zoveel als mogelijk optimaliseren in aantal ritten en drops (leveringen) per rit. Het type transportmiddel dat hiervoor wordt ingezet is veelal een bakwagen, maar indien nodig ook een vrachtwagen groot. Daarnaast wordt een deel van de afbouwmaterialen nog steeds dagelijks opgehaald door het bouwpersoneel conform logistieke structuur 4.

De logistieke structuur voor het bouwmaterieel (stroom 7) komt geheel overeen met de micro renovatie bouwprojecten, maar met een groter volume dus grotere type vrachtwagens of meer volle transportritten: eenmalig gebracht in een directe rit aan begin van het bouwproject en weer opgehaald aan het eind (logistieke structuur 1).

### 2.3.3 Middelgrote renovatie bouwprojecten (1.000 - 10.000 m<sup>2</sup> bvo en 3 - 20 mln

Middelgrote renovatie bouwprojecten worden uitgevoerd door (MKB) aannemers (< 250 mensen personeel). Ook hier vinden regelmatige (vaak dagelijkse) leveringen plaats van gespecialiseerde leveranciers van bouwmaterialen en veel personeelstransport met bouwbusjes wat veel overlast voor de omgeving veroorzaakt. Voorbeelden van bouwprojecten in deze categorie waar al met slimme bouwlogistieke maatregelen is gewerkt (of wordt toegepast) zijn: Hotel Geldersekade in Amsterdam van De Nijs, kantoor Y-point in Amsterdam van Dura Vermeer, Hulstkampgebouw in Rotterdam van Bikbouw. Voor ruwbouw- en afbouwmaterialen zijn de logistieke structuren geheel overeenkomstig met de logistieke structuren voor kleine renovatie bouwprojecten. De omvang en frequenties van de stromen zijn echter iets groter (zie Tabel 3). Daarnaast worden incidenteel afbouwmaterialen ad hoc last-minute besteld bij een groothandel en via een koerier met spoed bezorgd (zie logistieke structuur 3). Dit komt ongeveer 1x per week voor. Ook voor het bouwmaterieel geldt dat deze geheel overeenkomt met de logistieke structuur van kleine renovatie bouwprojecten met een grotere omvang: eenmalig gebracht in een directe rit aan begin van het bouwproject en weer opgehaald aan het eind (logistieke structuur 1). Een voorbeeld van logistiek gerelateerd aan kleine en middelgrote renovatie bouwprojecten wordt in Figuur 5 weergegeven.

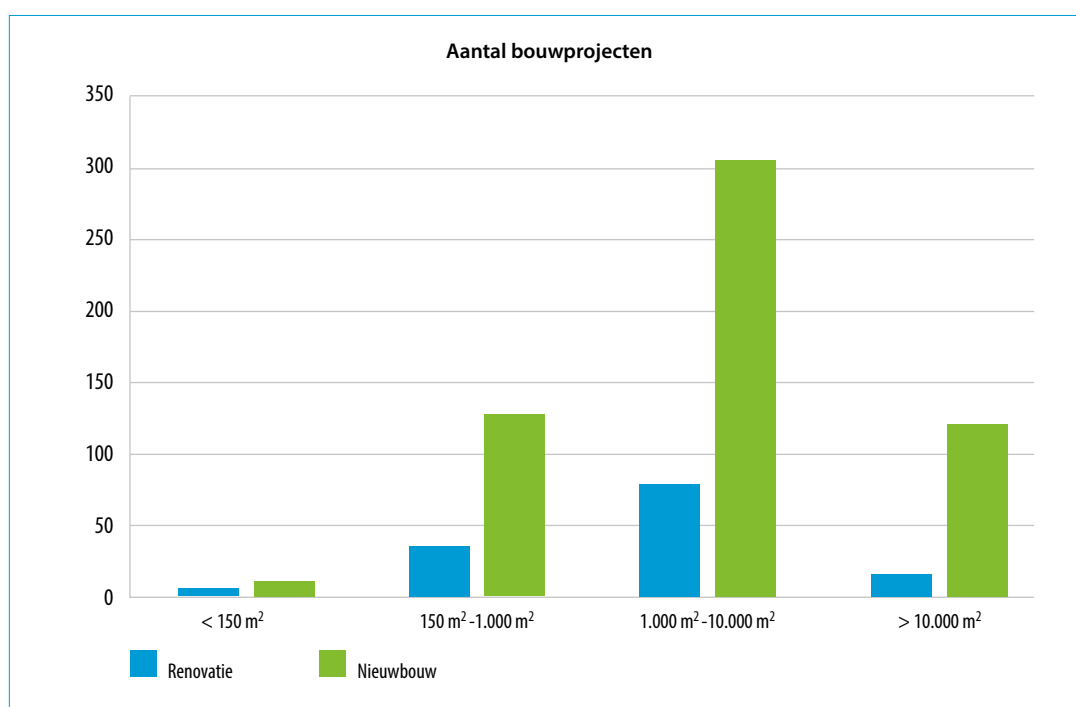
**Figuur 5**  
Klein/middelgrote  
renovatie bouwproject  
in een woonwijk



## 2.4 Data beschikbaarheid

In deze paragraaf kijken we naar de beschikbare data. Kenmerkend voor renovatiebouw is dat er relatief weinig zicht is op de voertuigbewegingen die gegenereerd worden. Het gaat hier veelal om projecten waarbij gedurende een relatief korte periode een relatief hoge intensiteit van voertuigen is. Om hier een inschatting van te maken is er allereerst zicht nodig op het aantal (renovatie)bouwprojecten. Voor onder meer de studie Outlook Bouwlogistiek (Topsector Logistiek, 2020) is een dataset ontvangen van een grote gemeente in Nederland met de voorgenomen bouwprojecten in de periode 2018 - 2030. Deze dataset geeft inzicht in de verhouding tussen nieuwbouw en renovatiebouw bij verschillende omvang bouwprojecten (zie Figuur 6). Let wel, ondanks dat daarbij gebruik is gemaakt van de actuele bouwopgave, is dit indicatief, aangezien voor de zichtperiode 2020-2030 de gehele bouwopgave nog niet bekend is.

**Figuur 6**  
Bouwopgave van een grote gemeente in Nederland 2018-2030



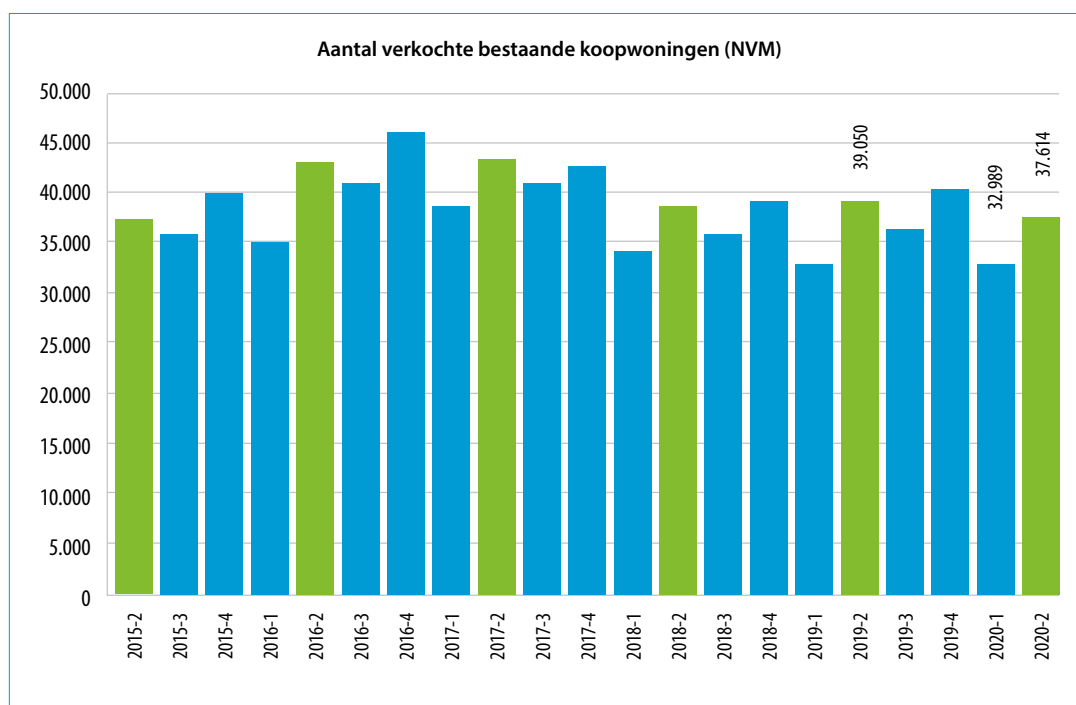
Het aantal officieel geregistreerde projecten in de dataset met een omvang van minder dan <math>< 150\text{m}^2</math> is zeer laag. Hier hoeven meestal geen vergunningen voor aangevraagd te worden en deze worden dus onderschat in de figuur. In dit opzicht zijn er verschillen tussen gemeenten. Zo zet een aantal gemeenten steeds meer in op vergunningsvrij verbouwen. Uitzonderingen zijn renovatieprojecten aan monumentale panden en constructieve wijzigingen. Daarnaast geldt ook voor de andere projecten dat deze niet noodzakelijkerwijs meerdere jaren van te voren worden aangevraagd en dat een prognose voor 2030 lastig is. Om de (logistieke) opgave en organisatie van de logistiek in dit segment in de toekomst in kaart te brengen is het nodig om een inschatting te maken van het aantal en type renovatie bouwprojecten en de voertuigbewegingen die daardoor gegenereerd worden.

Om een inschatting te maken van het aantal voertuigbewegingen gerelateerd aan deze projecten, kijken we eerst in welke gevallen er renovaties plaatsvinden op wijk- of gemeente niveau. Dit wordt deels bepaald door de leeftijd van de gebouwen. Renovatie vindt immers vaker plaats in een jaren '30 wijk dan in een nieuwbouwwijk. Eigenaarschap is daarnaast van belang. Hierbij maken we allereerst onderscheid tussen individuele woningen en kleine bedrijven. Indien hier een renovatie plaatsvindt zal dit veelal een micro project zijn.



We nemen aan dat er relatief vaker een renovatieproject plaatsvindt indien een woning of bedrijf van eigenaar verwisseld, hiervoor zijn de verkoopcijfers een interessante bron. Deze kunnen bij het NVM, die ongeveer 70% van de makelaars vertegenwoordigd, worden opgevraagd (zie Figuur 7). Inzicht in type woning van de verkoop kan een indicatie bieden ten aanzien van type verbouwing en daaraan gerelateerde bouwlogistieke transportstromen. CBS geeft inzicht in het woningbestand en de leeftijd van woningen in een wijk (kerncijfers wijken en buurten 2020<sup>5</sup>). Naast een bepaald aandeel van de verkochte woningen waar een verbouwing plaatsvindt, kan er in combinatie met de leeftijd van een gebouw ook van uit worden gegaan dat er over een bepaalde periode gemiddeld een aantal kleine renovaties binnen micro projecten plaatsvinden. Hierbij gaat het bijvoorbeeld om de verbouwing van een badkamer, keuken, plaatsen dakkapel of een nieuwe vloer.

**Figuur 7**  
Aantal verkochte  
bestaande koop-  
woningen (NVM)



Kleine en middelgrote renovatie bouwprojecten zien we eerder bij grotere complexen; in het bijzonder complexen in het bezit van woningcorporaties, bedrijven en andere instellingen (o.a. zorg, openbaar bestuur, onderwijs). Gedreven door de verduurzamingsprogramma's, de energietransitie en nationale programma's als 'Van het gas af' worden woningcorporaties geconfronteerd met een enorme opgave om alle bestaande woningen onder beheer te renoveren. De impact daarvan op bouwlogistieke transportstromen in steden zal ook groot zijn. Voor bedrijven kan er gekeken worden naar de bedrijfscategorie (op basis van SBI<sup>6</sup>) en in het bijzonder de omvang van bedrijven op basis van oppervlakte en aantal werknemers.

<sup>5</sup> [www.cbs.nl/nl-nl/maatwerk/2020/29/kerncijfers-wijken-en-buurten-2020](http://www.cbs.nl/nl-nl/maatwerk/2020/29/kerncijfers-wijken-en-buurten-2020)

<sup>6</sup> Standaard Bedrijfsindeling

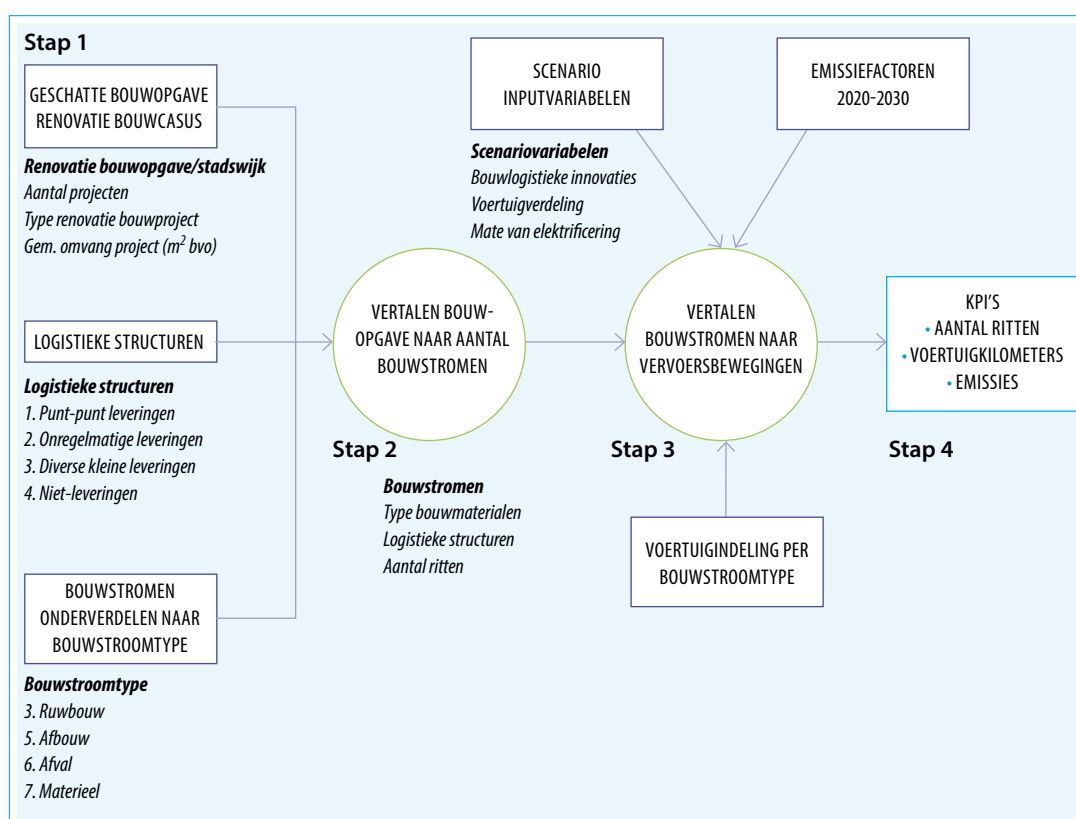
## 2.5 Methodiek

Deze Outlook schetst hoe de logistiek voor renovatiebouw in steden er in 2030 uitziet, of kan zien, en wie wat moet doen in de verschillende mogelijkheden voor decarbonisatie en efficiëntere logistiek. Hier wordt een case study aanpak voor gebruikt. We brengen op wijkniveau in kaart wat de impact van vervoersbewegingen in dit segment momenteel is. Vervolgens kijken we middels een aantal scenario's naar de effecten van veranderende logistieke structuren en de impact die dat heeft op de toch al schaarse ruimte binnen steden. In deze paragraaf gaan we in op een aanpak, inclusief indicatoren, om renovatiebouw en de gerelateerde bewegingen beter in beeld te krijgen.

Een exacte prognose van het aantal renovatie bouwprojecten en de omvang ervan tot 2030 is op basis van de huidige data niet mogelijk. Bovendien is, door het ontbreken van deze kennis en de aard van de logistiek in dit segment met veel ad hoc ritten, een inschatting van het aantal en soort ritten en de effecten ervan lastig. Figuur 8 laat de case study aanpak zien die we in deze Outlook gebruiken om de impact tot 2030 in te schatten, waarmee vervolgens de effecten van verschillende scenario's bekeken kunnen worden.

De methodiek kan in de toekomst dit segment beter in kaart brengen, als er meer gedetailleerde data beschikbaar zijn. Voor nu doen we verschillende aannames welke in de bijlage worden toegelicht.

**Figuur 8**  
Schematische weergave van de in deze Outlook gebruikte methodiek om impact in te schatten



Om een inschatting van de impact van dit stadslogistieke segment te maken, worden er vier stappen onderscheiden:

### Stap 1: Schatting aantal renovatieprojecten stadswijk

Per casus wordt een inschatting gemaakt van het aantal renovatie bouwprojecten, type bouwprojecten en gemiddelde omvang van het type bouwproject (de renovatiebouwpoging) in een stad of stadswijk. In deze Outlook gebruiken we de Rotterdamse wijk Blijdorp als illustratieve casus (zie verder de uitwerking in hoofdstuk 5). Dit wordt gedaan op basis van het woningbestand, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen koopwoningen, huurwoningen en woningen in eigendom van woningcorporaties. Gebouwen die voor micro renovatieprojecten in aanmerking komen zijn koop- en losse huurwoningen, en bedrijven kleiner dan 5 fte, maar groter of gelijk aan 2 fte. Bedrijven kleiner dan 2 fte worden niet meegenomen omdat dit veelal KvK-registraties op woonadressen betreft. Het aantal micro renovatieprojecten per jaar wordt als volgt bepaald:

- Aantal verkochte woningen (4,8% van alle koopwoningen in Nederland in 2019 (Min BZK, 2020), hierbij wordt de aannahme gemaakt dat in 80% van de gevallen een renovatie plaatsvindt.
- Iedere 10 jaar vinden er één of meerdere micro renovaties per koop- en huurwoning plaats (gemiddeld eens per 10 jaar een verbouwing).
- Bij kleine bedrijven vindt iedere 10 jaar of bij veranderen van eigenaar één of meerdere micro renovaties plaats (gemiddeld eens per 10 jaar een verbouwing).

Voor zowel kleine (150-1.000 m<sup>2</sup> bvo) als middelgrote (1.000-10.000 m<sup>2</sup> bvo) renovatie bouwprojecten moet een vergunning<sup>7</sup> worden aangevraagd, waardoor hier meer zicht op is voor de korte termijn (0-5 jaar). Voor de langere termijn prognoses ontbreken deze gegevens. Renovaties die plaatsvinden bij woningcomplexen van woningcorporaties overstijgen al snel het microniveau. Het verschil tussen klein en middelgroot hangt allereerst af van de omvang van het complex (in m<sup>2</sup> bvo en aantal woningen). Ten tweede wordt dit bepaald door het type werkzaamheden. Het vernieuwen van een galerij bij een groot woningcomplex zal eerder klein zijn, terwijl het renoveren van een heel complex middelgroot is.

### Stap 2: Vertalen renovatieprojecten naar bouwstromen

Het aantal en type bouwstromen per type project is bepaald in paragraaf 2.3 en vastgelegd in Tabel 3. In deze stap wordt de vertaling van aantal renovatie bouwprojecten per jaar naar het aantal bouwstromen gemaakt. Per type bouwstroom kan de wijze waarop het bouw materiaal op de locatie komt verschillend zijn ingericht en georganiseerd. Bouwstroom 5 betreft bijvoorbeeld afbouw materiaal. Dit kan de levering van een aantal pallets zijn waarvoor een bakwagen wordt gebruikt en een rondrit met leveringen aan een of meerdere bouwlocaties (logistieke structuur 2).

### Stap 3: Vertalen bouwstromen naar vervoersbewegingen

De verschillende bouwstromen per type project worden aan vervoersbewegingen (aantal ritten, een rit is heen en terug) gekoppeld. Allereerst moet hier gekeken worden naar het type voertuig. Dit is van belang om op basis hiervan de vertaling naar het aantal kilometers en andere KPI's zoals emissies te kunnen maken (zie volgende stap). In de Tabel 7 in de bijlage worden de aannames voor het aantal vervoersbewegingen en de verdeling over voertuigtypen per project weergegeven.

### Stap 4: Vertalen vervoersbewegingen naar KPI's

Als laatste stap worden de vervoersbewegingen voor de verschillende voertuigtypen vertaald naar aantal kilometers binnen en buiten de stad en vervolgens naar CO<sub>2</sub>-emissies. In de bijlage worden de aannames voor het gemiddeld aantal kilometers binnen en buiten de stad en de CO<sub>2</sub>-emissiefactoren per voertuigtype weergegeven. Dit laatste is onder andere afhankelijk van het aantal emissieloze voertuigen dat in toenemende mate ingezet gaat worden.

<sup>7</sup> Zie Bijlage II van het Besluit omgevingsrecht (BOR), <https://wetten.overheid.nl/BWBR0027464/2020-01-01/#Bijlagell>.

## Ontwikkelingen in de renovatiebouw

Voertuigbewegingen gerelateerd aan renovatiebouw zijn veelvuldig in steden aanwezig. Dit zal de komende jaren ook zo blijven en waarschijnlijk zelfs toenemen als gevolg van verdere verstedelijking en de verduurzamingsopgave. Deze en andere ontwikkelingen zetten we in dit hoofdstuk uiteen. De ontwikkelingen op sociaaleconomisch vlak en de invloed op de veranderingen die plaats vinden in steden met gevolgen voor de bouwlogistiek, zijn reeds uitgebreid toegelicht in de Outlook Bouwlogistiek (Topsector Logistiek, 2020). Voor de renovatiebouw zijn deze niet anders en wordt daarnaar verwezen. Ook een aantal bouw specifieke ontwikkelingen zijn relevant voor de renovatiebouw en reeds uiteengezet in de Outlook Bouwlogistiek. Deze zullen hier niet worden herhaald en betreffen de ontwikkelingen op het gebied van:

- maatschappelijke druk om bouwlogistiek efficiënter te organiseren;
- toename aantal zero-emissie voertuigen als gevolg van de invoering van zero-emissiezones;
- toename digitalisering en informatietechnologie;
- veranderingen in bouw(logistieke) processen.

Daarnaast heeft de *energietransitie en de verduurzaming van de bestaande bouw* met name voor de renovatiebouw een grote impact op de bouwlogistiek in steden. Een van de belangrijkste ontwikkelingen om in deze verduurzamingsbehoefte te kunnen voorzien, is bouwen met *geprefabriceerde bouwelementen (prefab bouwen)*. Dit is een vorm van een verandering in het bouwproces, en is ook al in de Outlook Bouwlogistiek opgenomen, maar wordt hier herhaald aangezien het gezien wordt als een van de belangrijkste ontwikkelingen binnen de renovatiebouw. Deze ontwikkelingen worden in de volgende paragraaf nader toegelicht.

### 3.1 Ontwikkelingen in (renovatie)bouwsector met impact op logistiek

De volgende maatschappelijke en markt specifieke trends spelen een rol bij de ontwikkeling van bouwlogistiek binnen de renovatiebouw het komende decennium:

- energietransitie en verduurzaming van bestaande bouw;
- prefab bouwen (standaardisatie en industrialisatie).

#### Energietransitie en verduurzaming van bestaande bouw

Overheden zijn bezig om de regionale energiestrategieën<sup>8</sup>, en daarmee samenhangend de transitievisie warmte vorm te geven, en daarna ook te implementeren. Dat zal tot veel meer activiteit in de verduurzaming van bestaande bouw leiden, vooraleerst in de woningbouw. Om de klimaatdoelen voor 2030 te halen, moeten we gestaag het tempo van de verduurzaming opvoeren tot meer dan 50.000 bestaande woningen per jaar in 2021. En vóór 2030 moeten we al in een ritme van 200.000 per jaar zitten. Naar verwachting zal dit vanaf 2025 tot 2040 volop op stoom zijn. De werkzaamheden vallen uiteen in werkzaamheden aan energie-infrastructuur (aanleg van warmtenetten, verzwaren van elektriciteitsnetten, verwijderen van gasnetten) en werkzaamheden aan de gebouwen. De netwerk-werkzaamheden zijn typische GWW (grond-, weg-, waterbouw) activiteiten met overlast voor het verkeer (wegafsluitingen) tot gevolg. Overheden en nutsbedrijven plannen dit soort werkzaamheden, waardoor de congestie theoretisch voorspelbaar is.

De werkzaamheden aan gebouwen zullen gedeeltelijk in een projectmatige aanpak zijn, bijvoorbeeld omdat woningen aangepast moeten worden om aan een warmtenet gekoppeld te worden. In alle gevallen zal gezocht moeten worden naar verder prefabricage en industrialisatie omdat de capaciteit van de beroepsgroep niet voldoende is om deze grote opgave te realiseren. Door het projectmatige karakter (bijv. hele wijk ombouwen van gas naar warmtenet) zal dit ook tot concentraties van transportbewegingen leiden, mogelijk gelijktijdig met allerhande grondwerk voor aanpassingen aan de infrastructuur (gasleiding eruit, warmtenet of verzaamd elektriciteitsnet erin).

<sup>8</sup> [www.regionale-energiestrategie.nl/](http://www.regionale-energiestrategie.nl/)

Daarnaast is te verwachten dat de individuele woningeigenaar meer zal (moeten) investeren in zijn woning om deze aan te passen aan de energietransitie. Dit kan versnipperd plaatsvinden. Van 'vernieuwbouw' (slopen van een oude woning en plaatsen van een nieuwe woning op de oude fundering) tot kleine woningverbeteringen als het isoleren van een dak of het vervangen van enkele kozijnen. Maar, er wordt ook ingezet op de zogenaamde wijkaanpak<sup>9</sup>. Op die manier zijn er ook collectieve financiële arrangementen te organiseren en is voor logistiek meer synergie en efficiëntie te realiseren. Verder is de groei van PV-installaties op daken iets wat zal blijven groeien en op de kortere termijn ook al waarneembaar zal zijn<sup>10</sup>. Dit past in het beeld van de individuele woningverbeteringen. Deze werkzaamheden leiden typisch tot opdrachten voor de MKB-ers die één bepaalde discipline beheersen (installateurs, dakdekkers, kozijnleveranciers etc.). Deze bedrijven kijken wel naar het inzetten van hulpmiddelen (bv. hijswerktuigen etc.) om het werk sneller en met minder mensen te kunnen uitvoeren.

In 2050 moet de energievoorziening bijna helemaal duurzaam en CO<sub>2</sub>-neutraal zijn. Dit geldt ook voor de woningvoorraad. Voor nieuwbouw is dat geen probleem, maar voor de bestaande bouw is dit een enorme opgave (6,5 miljoen woningen). Dit heeft zijn weerslag in een toename van de renovatiebouw en kan alleen succesvol worden gerealiseerd door een gezamenlijke aanpak met slimme oplossingen in digitalisering (BIM), de logistieke keten (control towers), standaardisatie van prefab bouwelementen en grootschalige productie daarvan (industrialisatie)<sup>11</sup>.

### **Prefab bouwen (standaardisatie en industrialisatie)**

Deze ontwikkeling is ook al aan bod gekomen in de Outlook Bouwlogistiek onder 'Veranderingen in bouw(logistieke) processen', maar wordt hier vanuit het perspectief van specifiek de renovatiebouw nader toegelicht.

In een fabrieksomgeving bouwen van geprefabriceerde bouwelementen is al sinds 10 jaar een trend in de bouw<sup>12</sup>. Dit wordt tot op heden echter wel bijna uitzonderlijk toegepast door grote woningbouwcorporaties en de productieschaal blijft achterwege in verband met de hoge kosten van hoog-ambitie renovaties. Ook door de enorme differentiatie in de bestaande gebouwde omgeving lijkt industrialisatie eerder bij nieuwbouw dan bij renovatie van de grond te komen. Maar dit soort oplossingen worden een cruciaal onderdeel om de regionale energie strategieën te realiseren.

Productietechnisch levert het prefabriceren van bouwonderdelen in een fabriekslocatie kortere doorlooptijden en efficiëntere productieprocessen op. Dit leidt tot een hogere arbeidsproductiviteit. De fabrieksmatige, gestructureerde omgeving van een prefab-werkplaats elimineert immers veel van de vertragingen en complicaties die op een bouwplaats kunnen optreden. Prefab bouwen in een fabrieksomgeving heeft ook gevolgen voor de logistiek. Het leidt tot minder personeel op de bouwplaats en derhalve tot minder personeelstransport. Bovendien zijn minder extra ritten/spoedritten te verwachten, om gebreken/falen op de bouwplaats te herstellen. Transport van prefab bouwelementen vergt echter wel voertuigen met een grote capaciteit (vrachtwagen groot, trekker/oplegger) en extra inzet van hijskranen. Over het algemeen levert prefab bouwen een besparing op in het totaal aantal ritten, aangezien het inefficiënties in de vele afzonderlijke transporten van stenen, hout, glas, isolatiemateriaal, maar ook steigers voorkomt. In de praktijkstudie van TNO uit 2018 is in een groot nieuwbouwproject van Van Wijnen (Mariskwartier) aangetoond dat door het toepassen van prefab bouwelementen een besparing van 80% in ritten is behaald op de oorspronkelijk geplande ritten voor dit onderdeel van het bouwwerk. Prefab bouwen is als een van de mogelijke innovaties op het gebied van renovatiebouw verder uitgewerkt in de volgende paragraaf.

<sup>9</sup> [www.tno.nl/nl/aandachtsgebieden/energietransitie/roadmaps/naar-een-energie-producerende-gebouwde-omgeving/succesvolle-wijkaanpak-motiveer-bewoners/](http://www.tno.nl/nl/aandachtsgebieden/energietransitie/roadmaps/naar-een-energie-producerende-gebouwde-omgeving/succesvolle-wijkaanpak-motiveer-bewoners/)

<sup>10</sup> <https://solarmagazine.nl/nieuws-zonne-energie/i21415/1-op-5-nederlanders-wil-komende-5-jaar-zonnepanelen-kopen/>

<sup>11</sup> [www.tno.nl/nl/over-tno/nieuws/2019/6/woningen-en-gebouwen-in-2050-duurzaam-is-haalbare-kaart/](http://www.tno.nl/nl/over-tno/nieuws/2019/6/woningen-en-gebouwen-in-2050-duurzaam-is-haalbare-kaart/)

<sup>12</sup> [www.bouwwereld.nl/bouwkennis/supersnelle-renovatie-door-prefab-gevelement/](http://www.bouwwereld.nl/bouwkennis/supersnelle-renovatie-door-prefab-gevelement/)

### 3.2 Logistieke innovaties

Om de geschetste grote toename in de renovatie bouwopgave te kunnen verwerken en aan de andere kant het bouwlogistieke proces zo schoon en duurzaam mogelijk in te richten, zijn innovaties op het gebied van bouwlogistiek nodig die passen bij de aard en de karakteristieken van dit segment. In dit hoofdstuk worden een aantal bouwlogistieke innovaties geïntroduceerd die kunnen helpen bij dit dilemma.

#### 3.2.1 Innovatie 1: Bouwhub

Een bouwhub is een logistiek consolidatie en distributiecentrum specifiek voor bouwmaterialen (stedelijk distributiecentrum; SDC) aan de rand van een stad, goed bereikbaar vanaf het hoofdwegennet, met een goede ontsluiting naar de binnenstad.

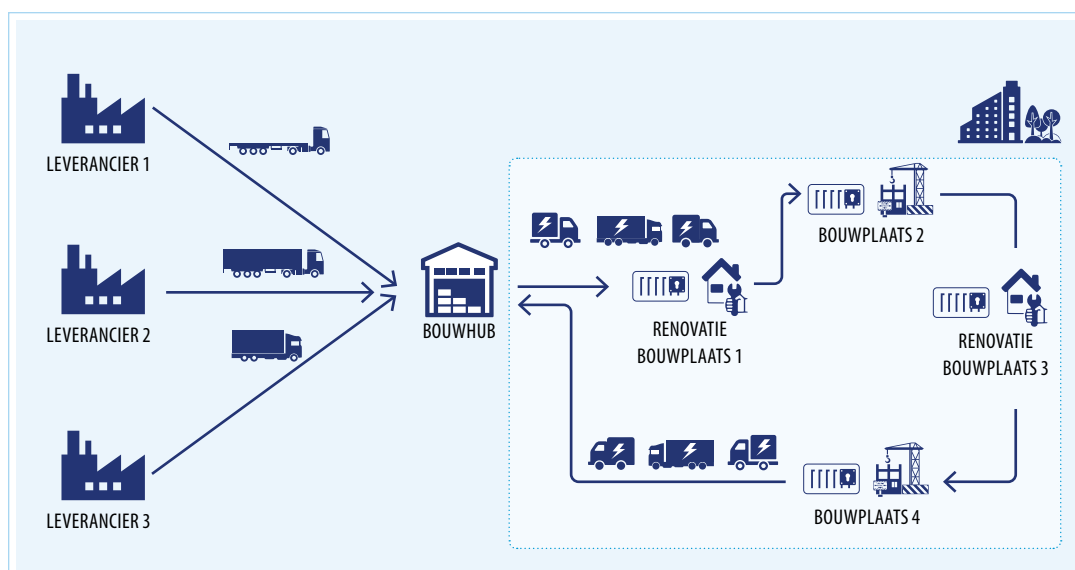
#### Wat is de impact van deze bouwlogistieke innovatie?

Deze bouwlogistieke innovatie biedt een oplossing voor de vele inefficiënte ritten naar een bouwplaats. De bouwlogistieke oplossing voorziet in een bouwhub aan de rand van de stad, waar ontkoppeling plaatsvindt voor de bouwstromen van toeleveranciers van bouwmaterialen naar de bouwplaats(en) in een stad. Een bouwhub wordt op projectbasis al regelmatig toegepast voor grote bouwprojecten in het centrum van een stad met een logistieke uitdaging als gevolg van beperkte ruimte op de bouwplaats en/of een slechte bereikbaarheid van de bouwlocatie. Daarin zijn al aansprekende resultaten behaald, met als mooi voorbeelden: De Trip Utrecht (70% minder ritten); Noordgebouw Utrecht (66% minder ritten) en Geldersekade in Amsterdam als een recent voorbeeld in middelgrote renovatiebouw (47% minder ritten).

#### Hoe ziet het logistiek concept eruit?

Toeleveranciers van bouwmaterialen leveren op de bouwhub. Op de bouwhub worden de bouwstromen gebundeld en wordt transport geconsolideerd naar de bouwplaatsen. De bouwhub heeft ook voor alle projecten binnen het segment renovatiebouw een grote meerwaarde in het bundelen van zoveel mogelijk bouwstromen naar bouwplaatsen in een stad. Het bijbehorende logistiek concept is, zoals hierboven beschreven, een consolidatie- en distributieconcept, waarbij leveranciers op de bouwhub leveren en er vanuit de bouwhub met rondritten (milkruns) aan meerdere bouwprojecten wordt geleverd. Deze rondritten vinden bij voorkeur plaats in verkeersluwe periodes (buiten spits tijden), tijdig en just-in-time (JIT) voordat de bouwactiviteiten waarin de bouwmaterialen benodigd zijn, starten. Just-in-time en niet ruim van tevoren om efficiënt om te gaan met de beperkte opslagruimte op een bouwplaats en niet onnodig lang voorraadruimte in beslag te nemen. Afhankelijk van het aantal bouwprojecten in de stad/stadswijk en de vraag naar bouwmaterialen (de omvang van de leveringen van bouwmaterialen aan de bouwplaatsen) wordt de leverfrequentie bepaald in samenhang met de in te zetten bestelbusjes en/of bakwagens (vrachtauto licht/midden). Dit kan resulteren in een combinatie van verschillende ritten met verschillende voertuigen en zelfs specifiek daartoe uitgeruste bakfietsen.

**Figuur 9**  
Logistiek concept van de bouwhub



### Wat is een voorwaarde voor het succesvol implementeren van dit logistiek concept voor renovatiebouw?

- *Voldoende volume van bouwmaterialen*  
Toepassing van een bouwhub is hierdoor vooral geschikt bij combineren over meerdere bouwprojecten in een stad. De bouwstromen die op de bouwhub gebundeld worden betreffen: ruwbouw ladingdragers, afbouw en materieel (zie ook Tabel 2).
- *Transportplanning & optimalisatie*  
Het consolideren van transport vanuit een bouwhub en gebundelde leveringen aan meerdere bouwprojecten in een stadsgebied vergt transportplanning en optimalisatie. Dit vereist een gedragsverandering bij de kleine aannemers en ZZP-ers: tijdig vooraf plannen en bestellen van de benodigde bouwmaterialen bij de gewenste toeleveranciers. De keuzevrijheid in selectie van bouwmaterialen en toeleveranciers blijft wel behouden. Ook de levering vanaf de toeleveranciers aan de bouwhub dienen vooraf gepland en gecommuniceerd te worden met de exploitant van de bouwhub.
- *Uitbesteding bezorgingsactiviteiten door toeleveranciers*  
Voor de toeleveranciers betekent het een uitbesteding van hun bezorgingsactiviteiten op de last-mile aan een derde onafhankelijke partij. Dit is uiteraard wel het belangrijkste gedeelte (tijdige levering bij de klant) en vergt vertrouwen, goede afspraken over kwaliteit van levering en goede onderlinge communicatie. Dit kan de toeleveranciers ontzorgen van het lastige last-mile leveringsvraagstuk met ZE-zones in de steden en de daaraan gerelateerde investeringsvraagstukken van de eigen transportmiddelen. Aan de andere kant hebben veel van de toeleveranciers logistiek als speerpunt ('unique selling point'; USP) in hun strategie, dus dat vergt wel een aanpassing.

#### 3.2.2 Innovatie 2: Mobiele hub (SRV-wagen voor bouwmaterialen)

Met een mobiele hub wordt een regelmatige rondrit van een vrachtwagen/bestelwagen/bakfiets met bestellingen van bouwmaterialen langs meerdere bouwlocaties (bezorgen) en toeleveranciers (ophalen) bedoeld.

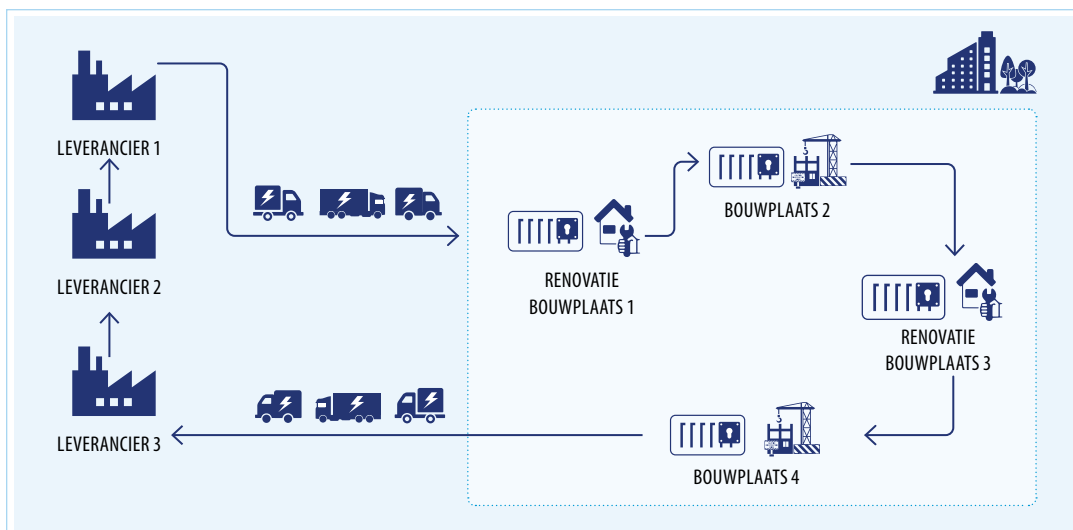
#### Wat is de impact van deze bouwlogistieke innovatie?

Deze innovatie biedt een oplossing voor de vele individuele ritten van kleine aannemers en ZZP-ers die gemaakt worden naar de toeleveranciers en bouwgroothandels voor het (ad hoc) ophalen van benodigde bouwmaterialen. De mobiele hub voorziet in een slim leveringsconcept, waarmee wordt voorkomen dat de bouwvakkers zelf veelvuldig bij toeleveranciers gaan ophalen. Het slim leveringsconcept is gericht op geconsolideerde leveringen van bouwmaterialen voor meerdere bouwprojecten in een stadswijk door een rondrit vanuit meerdere toeleveranciers. Daarmee wordt verwacht transportritten en transportkilometers en daaraan gerelateerde emissies te besparen met name in de stad/stadswijken.

#### Hoe ziet het logistiek concept van een mobiele hub eruit?

De bouwlogistieke oplossing van een mobiele hub bestaat uit een logistiek concept dat voorziet in een herhaaldelijke rondrit van een vrachtwagen/bus/bakfiets langs enerzijds meerdere toeleveranciers van bouwmaterialen (lokale filialen in de omgeving van de stad/stadswijk) en anderzijds langs meerdere renovatie bouwprojecten in een stad/stadswijk. Deze oplossing is vooral geschikt voor de micro renovatie bouwprojecten (< 150 m<sup>2</sup> bvo; < 300 K€) in een stadswijk, waar kleine aannemers of ZZP-ers de renovatiewerkzaamheden uitvoeren. Voor de kleine/middelgrote renovatie bouwprojecten is deze oplossing voor een deel van het assortiment bouwmaterialen ook geschikt (afbouwmaterialen beperkt in omvang en volume).

**Figuur 10**  
Logistiek concept  
van de mobiele hub



### Wat is een voorwaarde voor het succesvol implementeren van dit logistiek concept?

- Transportplanning en optimalisatie van rondritten*

Een of meerdere rondritten langs meerdere toeleveranciers en bouwprojecten vergt een goede ritten- en routeplanning. Zeker vanuit het perspectief van just-in-time leveren op de bouwplaats door gebrek aan opslagruimte op een bouwplaats. In één rit worden meerdere klanten bediend, waarbij de afspraken ten aanzien van bezorgtijden leidend zijn en vaak cruciaal voor goede voortgang en aansluiting op het bouwproces. Kortom, een goede en tijdige afstemming tussen het bestelproces en bezorgproces is hierbij cruciaal. Afhankelijk van de omvang en afmetingen van de leveringen van bouwmaterialen aan de bouwplaatsen worden bestelbusjes en/of bakwagens (vrachtauto licht/midden) en zelfs specifiek daartoe uitgeruste bakfietsen ingezet.
- 'Off-the-shelf' afbouwmaterialen beperkt in omvang en volume*

De toepasbaarheid van het concept is voornamelijk gericht op 'off-the-shelf' producten die op voorraad liggen bij bouwmetaal groothandel en toeleveranciers. Dit kan variëren van een klein pakketje spijkers tot een pallet met tegels. Een nadere analyse moet meer inzicht geven in het type bouwmaterialen dat voor een mobiele hub geschikt is, en voor welke afwijkende maten dit wel of niet geschikt is (denk aan gipsplaten, kanalen en leidingen, pvc-buizen, deuren, kramerijen en hang en sluitwerk).
- Planning van bouwmaterialen bij kleine aannemers en ZZP-ers*

Een succesvolle toepassing van deze oplossing vergt een gedragsverandering bij de kleine aannemers en ZZP-ers. Er zal meer gepland moeten worden wat leidt tot tijdig bestellen van de benodigde bouwmaterialen bij de gewenste toeleveranciers. De keuzevrijheid in selectie van bouwmaterialen en toeleveranciers blijft hiermee wel behouden. Zoals eerder toegelicht beschikken veel toeleveranciers van bouwmaterialen al over een online platform/webshop, waaraan nieuwe functies moeten worden toegevoegd die real-time inzicht bieden (voorraadbeschikbaarheid, ETA van levertijden) om het vertrouwen van de kleine aannemer/ZZP-er (klanten) op te bouwen. Een centrale control tower die deze informatie integreert voor meerdere samenwerkende toeleveranciers en logistiek dienstverleners biedt daarvoor een oplossing en is een cruciaal instrument om ketenregie over alle bouwstromen te realiseren. Een dergelijke control tower is echter op dit moment nog niet beschikbaar in dit segment.



- *Uitbesteding bezorgingsactiviteiten door toeleveranciers*

Voor de toeleveranciers betekent het een uitbesteding van hun bezorgingsactiviteiten aan een derde onafhankelijke partij (3PL logistiek dienstverlener). Dit vergt vertrouwen, goede afspraken over kwaliteit van levering en goede onderlinge communicatie. Deze 3PL logistiek dienstverlener kan zich volledig richten op optimalisatie van het last-mile delivery vraagstuk in een stad met voldoende schaal en rekening houden met transitie naar ZE-transportmiddelen ten behoeve van de ZE-zones in een stad richting 2025 en 2030. Dit zal de toeleveranciers ontzorgen van het lastige last-mile delivery vraagstuk met ZE-zones in de steden en de daaraan gerelateerde investeringsvraagstukken van de eigen transportmiddelen. Aan de andere kant hebben veel van de toeleveranciers logistiek als speerpunt (USP) in hun strategie, dus dat vergt wel een aanpassing.

### 3.2.3 Innovatie 3: Mini-containers op renovatie bouwproject

Een mini-container is een container, beperkt in omvang, voor de veilige en droge opslag van bouwmaterialen op een bouwlocatie.

#### Wat is de impact van deze bouwlogistieke innovatie?

Deze bouwlogistieke innovatie biedt een oplossing voor enerzijds de beperkte ruimte op de bouwplaats en anderzijds de beperkte levermomenten voor een leverancier.

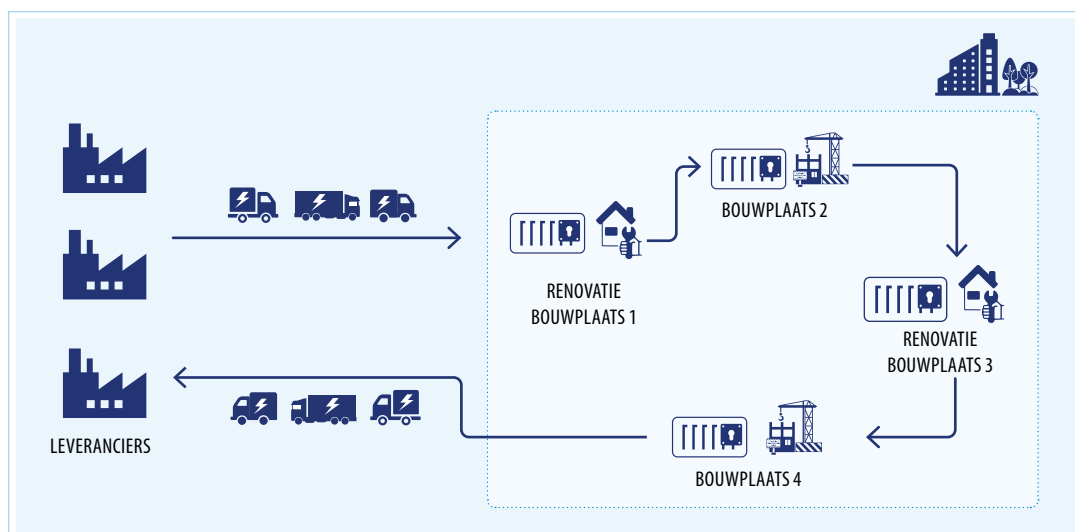
**Figuur 11**  
Visuele weergave van de bouwlogistieke innovatie mini-containers voor renovatie bouwprojecten



#### Hoe ziet het logistiek concept van een mini-container eruit?

In deze oplossing wordt bij ieder renovatie bouwproject een mini-container geplaatst voor de opslag van voorraden bouwmaterialen en/of gereedschap (materieel) op de bouwplaats. Deze mini-container kan worden geplaatst op de (openbare) parkeerruimte bij de bouwplaats, conform en naast de afvalcontainer die bij vrijwel alle bouwprojecten geplaatst wordt. De voorkeur gaat uit naar een technische oplossing waarin een combinatie wordt gerealiseerd van opslag van voorraden bouwmaterialen en/of gereedschap (materieel) met een gescheiden ruimte voor bouwafval in de container. Deze oplossing is vooral geschikt voor de micro renovatie bouwprojecten (< 150 m<sup>2</sup> bvo; < 300 K€) in een stadswijk, waar kleine aannemers of ZZP-ers de renovatiewerkzaamheden uitvoeren. Maar, ook voor de kleine en middelgrote renovatieprojecten kan het een oplossing zijn voor de kleinere en lichtere bouwmaterialen. Het logistiek concept van levering en (her)bevoorrading van de benodigde bouwmaterialen behorende bij deze oplossing is een rondrit vanuit een toeleverancier of bouwhub (stadsdistributiecentrum) langs meerdere bouwprojecten (met of zonder mini-containers) in een stad/stadswijk.

**Figuur 12**  
Logistiek concept van  
een mini-container



### Wat is een voorwaarde voor het succesvol implementeren van dit logistiek concept?

- Ruimte**

Er moet rekening gehouden worden met geen tot zeer beperkte ruimte op de bouwplaats van renovatie bouwprojecten, waardoor (publieke) ruimte op een parkeerplaats of stoep moet worden geregeld voor de plaatsing van de mini-container.
- Kennisontwikkeling over benodigde grootte van de mini-container**

De benodigde grootte van de mini-container zal goed moeten worden bestudeerd net zoals het aantal mini-containers in een woonwijk en de mogelijkheden voor gemeenschappelijk gebruik bij micro renovatie bouwprojecten.
- Relevant voor kleine materialen en afbouwmaterialen**

Het gaat hierbij om de levering en (her)bevoorrading van afbouwmaterialen beperkt in omvang en volume (kleiner of gelijk aan wat op één Europallet past). Dit kan dus variëren van een klein pakketje spijkers tot een pallet met tegels<sup>13</sup>. Hierbij is een meerwaarde als het voorraadbeheer van de mini-container door de leverancier of een logistiek dienstverlener wordt uitgevoerd (Vendor Managed Inventory).
- Combinatie rondrit met retourlogistiek van afbouwmaterialen**

In de rondrit met grotere vrachtwagens kan/moet tevens het bouwafval uit de minicontainer retour worden genomen. Daarvoor zouden de huidige bigbags of palletboxen kunnen worden gebruikt of moet een nieuwe technische oplossing worden ontwikkeld. Door combineren van bezorgen bouwmaterialen en retour nemen van bouwafval in een rondrit kunnen ritten bespaard worden op het ophalen van containers met bouwafval.
- Combinatie met slim leveringsconcept**

Aangevuld met een slim leveringsconcept, zoals een mobiele hub, wordt voorkomen dat de bouwvakkers zelf veelvuldig bij toeleveranciers gaan ophalen. Het slim leveringsconcept is gericht op geconsolideerde leveringen van bouwmaterialen voor meerdere bouwprojecten in een stadswijk door een rondrit vanuit een of meerdere toeleveranciers of een bouwhub.

<sup>13</sup> De vastgestelde afmetingen van een Europallet zijn 800 x 1200 x 144 millimeter en de draaglast van een Europallet is 2000 kilogram.

- *Potentieel reduceren stromen door consolideren vervoer personeel*  
De opslag van gereedschap in de mini-container maakt bovendien mogelijk dat bouwpersoneel niet in eigen bouwbusjes naar de bouwplaats rijdt, maar ook gebruik kan maken van alternatieve wijzen van vervoer door bijvoorbeeld carpoolen of met openbaar vervoer. Dit ontnemt echter deels de vrijheid en flexibiliteit van een kleine aannemer/ZZP-er om meerdere klussen op een dag uit te voeren.
- *Planning van bouwmaterialen bij kleine aannemers en ZZP-ers*  
Een succesvolle toepassing van deze oplossing (minicontainer op de bouwplaats) vergt tevens een gedragsverandering bij de kleine aannemer en ZZP-ers op het gebied van tijdig bestellen van bouwmaterialen (zie advies onder mobiele hub).
- *Ontwikkeling technische oplossing toegang mini-container*  
Om op elk moment van de dag te kunnen leveren en met name in verkeersluwe periodes, is selectieve beveiligde en geautomatiseerde toegang tot de minicontainer nodig voor meerdere logistiek dienstverleners. Veelal zal dit moeten plaatsvinden op momenten dat er geen bouwpersoneel op de bouwplaats aanwezig is. Hiertoe is een technische oplossing nodig zoals bijvoorbeeld geautomatiseerde toegang op basis van een versleutelde code enkel ontvangen door de uitvoerende organisatie (chauffeur) van de levering.

### 3.2.4 Innovatie 4: Prefab bouwelementen (industrialisatie)

Het werken met prefab bouwelementen is een bouwlogistieke oplossing uit de categorie industrialisatie. Daarbij worden bouwwerkzaamheden van het renovatietraject naar voren gehaald in de logistieke keten, dus naar de fabrieks/productielocatie.

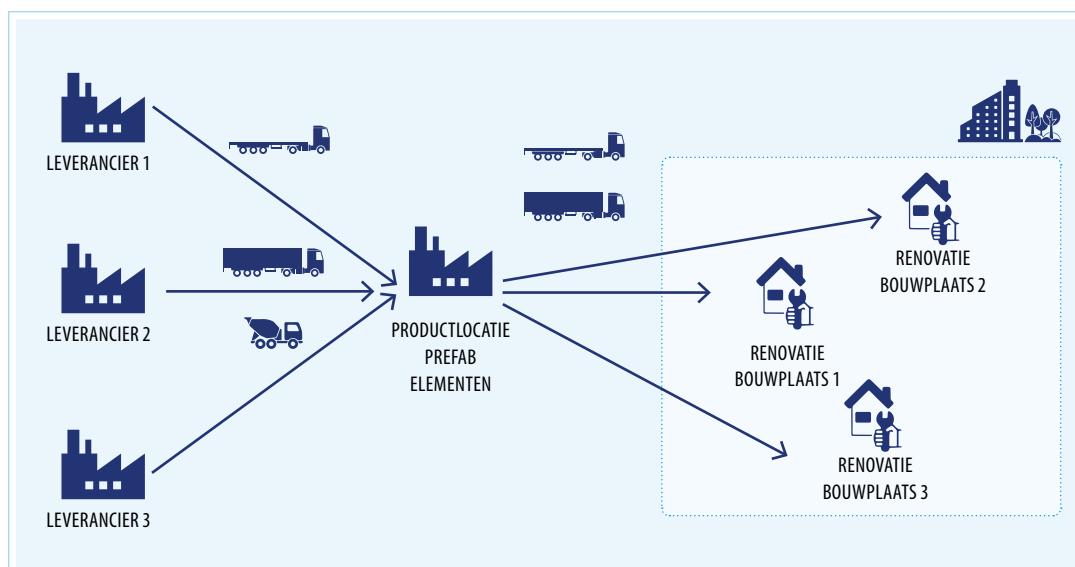
#### Wat is de impact van deze bouwlogistieke innovatie?

Deze innovatie biedt een oplossing voor de vele inefficiënte bouwlogistieke ritten naar met name de wat grotere renovatie bouwprojecten (hier ingedeeld in klein en middelgroot) van vastgoed van woningbouwcorporaties en bedrijven/instellingen. In deze oplossing worden complete gevelelementen met steenstrips, isolatie, kozijnen en glas in de fabriek geprefabriceerd. Tijdens de renovatie worden ze direct vanuit de fabriek naar de renovatielocatie getransporteerd om daar te worden gemonteerd. Deze oplossing vergt hijscapaciteit op bij het renovatietraject (hijskranen, bouw materieel), maar voorkomt vele afzonderlijke transporten van stenen, hout, glas, isolatiemateriaal, etc., maar ook steigers. Deze oplossing is ook van toepassing voor dakelementen en/of installaties (gas/water/elektra). Daarnaast is minder bouwpersoneel op de renovatielocatie nodig en wordt er sneller gebouwd. Deze oplossing wordt al vele jaren toegepast (met name nieuwbouw), maar dat zal in het licht van de renovatieopgave gekoppeld aan de energietransitie naar verwachting aanzienlijk stijgen om aan de grote renovatieopgave te kunnen voldoen.

#### Hoe ziet het logistiek concept van prefab bouwelementen eruit?

Het logistieke concept passend bij deze oplossing is het best te omschrijven als een logistiek ketenproces, waarbij seriematig logistieke activiteiten worden uitgevoerd voor de renovatieopgave van een wooncomplex van meerdere gestapelde woningen en appartementen of een straat met meerdere geschakelde woningen (zie Figuur 13). De grote uitdaging hierbij is om dit in bewoonde toestand te doen, anders krijg je er nog een extra logistieke uitdaging erbij van het tijdelijk uithuizen van bewoners. Een korte doorlooptijd is in dit concept een belangrijke KPI. Inmiddels zijn er echter al wel concepten waarbij gevelvervanging binnen 1 dag gebeurt.

**Figuur 13**  
Logistiek concept  
van prefab



Door de logistieke activiteiten behorende bij prefab renovatiebouw (strippen bouwwerk, prefabriceren bouwelementen, transport bouwelementen, montage op locatie) seriegewijs uit te voeren voor een hele reeks van woningen, zal een logistiek treintje ontstaan tussen de fabriek en de renovatielocatie, waar logistieke optimalisaties kunnen worden toegepast en verfijnd. Daarbij kan een bouwhub nodig zijn, als centraal coördinatiepunt en bundeling van transportstromen, waar vandaan alle transport en afstemming met het assemblageproces van de prefab bouwelementen op de renovatielocatie plaatsvindt. De oplossing zorgt voor minder transport van zowel bouwmaterialen, bouw materieel en bouw personeel en een kortere bouw tijd<sup>14</sup>.

### Wat is een voorwaarde voor het succesvol implementeren van dit logistiek concept?

- *Opschaling*  
Stimulering van grootschalige productie en standaardisatie van prefab bouwelementen om aan de grote renovatiebehoefte als gevolg van de verduurzamingsopgave en energietransitie te voldoen.
- *Kennisontwikkeling logistiek concept*  
Verdere uitwerking van het logistieke concept voor verschillende typen renovatie bouwopgaven, zoals schilrenovatie bij grondgebonden rijtjeswoningen of gestapelde appartementencomplexen.

<sup>14</sup> [www.bouwwereld.nl/bouwkennis/supersnelle-renovatie-door-prefab-gevelement/](http://www.bouwwereld.nl/bouwkennis/supersnelle-renovatie-door-prefab-gevelement/)

## Scenario's renovatiebouw 2030

Op basis van de ontwikkelingen zijn drie scenario's uitgewerkt, om inzicht te krijgen in de impact van mogelijke acties op de hoeveelheid en type ritten, de gereden kilometers, de CO<sub>2</sub>-uitstoot en de ruimte in 2030. De ontwikkelde scenario's laten zien wat de bijdrage kan zijn van verschillende acties om de klimaatimpact van bouwlogistiek voor renovatieprojecten te verminderen, en de druk om het aantal voertuigbewegingen omlaag te brengen. De ontwikkelingen (uit hoofdstuk 3) komen in onderstaande scenario's in verschillende mate terug. De scenario's richten zich in het algemeen op de volgende aspecten:

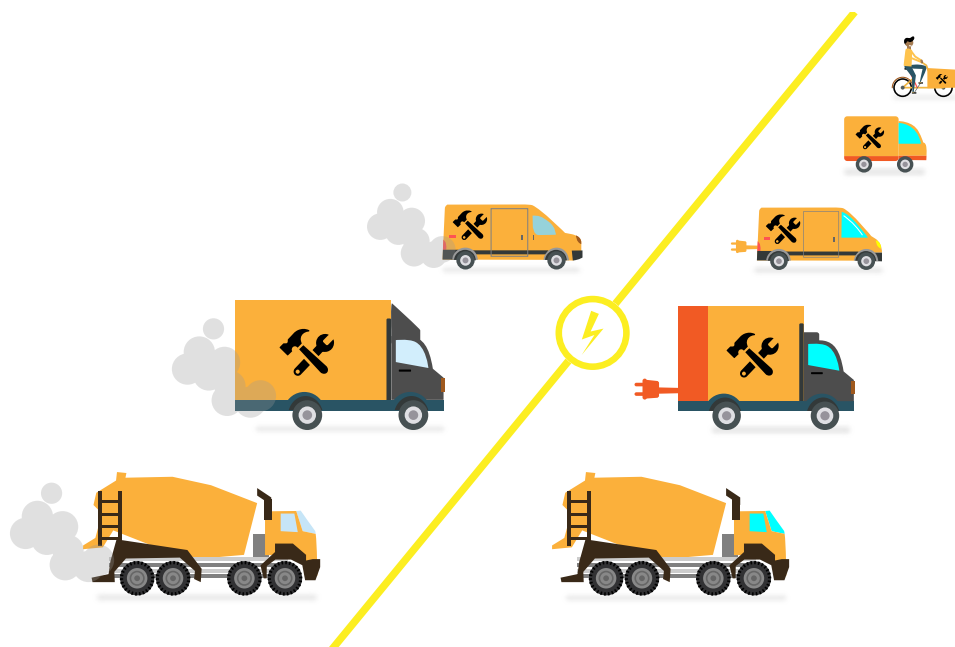
- Scenario 1 (Elektrificatie)*

Huidige bestaande logistieke structuren blijven grotendeels intact. De grootste verandering is de vervanging van alle bestelwagens door elektrische varianten en een deel van de vrachtwagens. Dit scenario is gebaseerd op de invoering van ZE-zones vanaf 2025 (zie Figuur 14).
- Scenario 2 (Bouwcentrum en IT platform)*

Er is meer samenwerking en de logistiek is veelal uitbesteed aan specialistische dienstverleners die leveringen aan een regio/stad bundelen. Deze beschikt over een brede en deels (zo veel mogelijk) elektrische voertuigvloot, voor zowel kleinere leveringen als voor de grote en zware bouwmaterialen. Voor kleine leveringen die nu door ZZP-ers worden opgehaald, is er een platform waar besteld wordt en waar vervolgens leveringen plaatsvinden vanuit een bouwgroothandel. Dit scenario is gebaseerd op de maatschappelijke druk om bouwlogistiek efficiënter te organiseren, de invoering van ZE-zones, toename van digitalisering en informatietechnologie, en veranderingen in bouw(logistieke) processen, in het bijzonder het gebruik van bouwlogistieke innovaties, zoals: bouwhub, mobiele hub en mini-containers.
- Scenario 3: (Gebiedsgerichte aanpak met Control Tower)*

Er is een grotere rol voor de overheid, waarbij het aantal transporten op gebiedsniveau wordt gecontroleerd door middel van een control tower. Om dit te faciliteren kunnen toeleveranciers gebruikmaken van een bouwhub. Toeleveranciers van bouwmaterialen leveren op de bouwhub (tenzij aangetoond kan worden dat het een volle vrachtwagen met 100% beladingsgraad betreft - logistieke structuur 1) en op de bouwhub worden de bouwstromen gebundeld. Dit scenario is in aanvulling op scenario 3 gebaseerd op de innovatie van een bouwhub.

Figuur 14  
Elektrificatie in  
renovatiebouw



De scenario's staan uitgebreid beschreven in bijlage C. Hier wordt ook ingegaan op de ontwikkelingen en innovaties die in de scenario's zijn opgenomen (hoofdstuk 3). De scenario's worden in Tabel 4 samengevat, inclusief de belangrijkste aannames. In alle toekomstscenario's is aangenomen dat als gevolg van de invoering van ZE-zones, alle bestelwagens in 2030 elektrisch zijn. Voor de vrachtwagens is dit in de verschillende scenario's een variërend aandeel (zie Tabel 10 in de bijlage).

**Tabel 4**  
Beschrijving van de  
scenario's

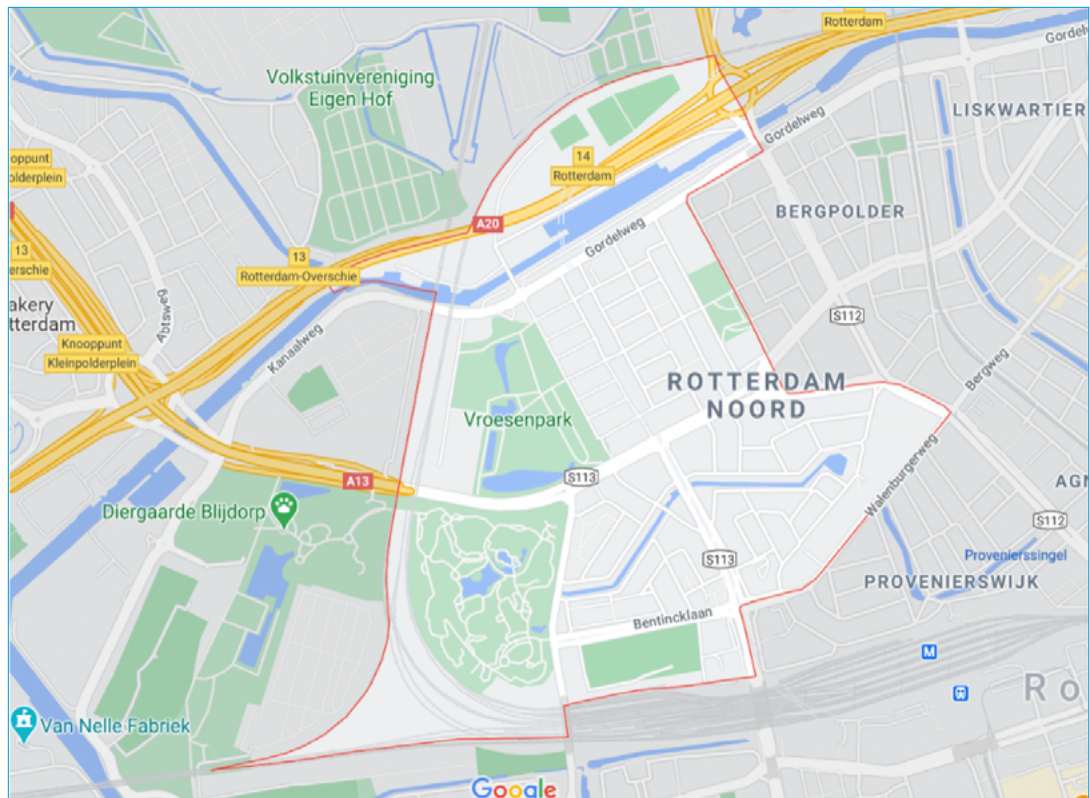
Scenario	Toelichting	Belangrijkste aannames
<b>Traditioneel</b>	Dit is een weergave van de huidige situatie anno 2020 met vele micro renovatiebouw projecten en vele MKB aannemers en ZZP-ers die daarin actief zijn. In dit referentiescenario worden geen extra maatregelen genomen om de logistieke keten voor renovatiebouw projecten efficiënter en schoner in te richten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 70% afhaken en 30% bezorgen (micro renovatiebouw).</li> <li>• Hoge mate inzet bestelwagens.</li> <li>• Huidige inzet elektrisch 3% bestelwagens; 1% lichte vrachtwagens).</li> </ul>
<b>Elektrificatie</b>	Als gevolg van de invoering van ZE-zones, zullen alle bestelwagens in dit segment in 2030 elektrisch zijn. Dit zal deels het geval zijn voor zwaardere voertuigen die in enkele gevallen nog uitgezonderd zijn. In plaats van het zelf ophalen van materiaal, vindt er een kleine verschuiving plaats waarbij toeleveranciers een deel leveren aan renovatie bouwprojecten. Bij vervoerders van bouwmaterialen is er als gevolg van de ZE-zones deels een ont koppeling tussen binnen- en buitenstedelijk vervoer.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1-op-1 vervanging transportmiddelen.</li> <li>• 100% elektrificeren van alle bestelbusjes.</li> <li>• ZE-zones actief in grote steden.</li> <li>• Geen verandering van logistieke structuren.</li> <li>• 70% afhaken en 30% bezorgen (micro renovatiebouw).</li> </ul>
<b>Bouwcentrum en IT platform</b>	Meer samenwerking tussen leveranciers, groothandels, logistiek dienstverleners en vervoerders in bouwmaterialen, waarbij een groter deel wordt uitbesteed aan specialistische vervoerders. Ritten en routes worden meer geoptimaliseerd, vooral omdat leveringen van verschillende leveranciers naar meerdere bouwprojecten gebundeld worden. Er is een afname van ritten door (kleine) aannemers en ZZP-ers omdat er in toenemende mate op een IT-platform besteld kan worden, wat gebundeld leveren aan de projecten mogelijk maakt.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verschuiving naar 70% bezorgen en 30% afhaken (voor micro).</li> <li>• Toeleveranciers besteden vaker uit aan specialistische dienstverleners.</li> <li>• Hogere mate van bundeling en hogere beladingsgraad voor bezorgritten.</li> <li>• Hogere mate van elektrificatie van vrachtwagens op last-mile.</li> </ul>
<b>Gebiedsgerichte aanpak met Control Tower</b>	Grote rol voor de overheid waarbij op gebieds-niveau vanuit ketenregie het aantal transporten wordt gecontroleerd. Toeleveranciers van bouwmaterialen leveren steeds meer aan een bouwhub, van waaruit gebundeld aan de projecten wordt geleverd.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Centrale ketenregie over alle bouwstromen.</li> <li>• Limiet op aantal voertuig-bewegingen per renovatiebouw project (afhankelijk van omvang).</li> <li>• Strenge controle en handhaving op basis van slimme technologie (e.g. ANPR camera's).</li> </ul>

Aan de hand van een case study in de Rotterdamse wijk Blijdorp wordt een inschatting gemaakt van de impact van renovatiebouw. Volgens de methodiek die in paragraaf 2.5 uiteengezet is, gaat 5.1 eerst in op het referentiescenario. Op basis hiervan komen de resultaten van de drie scenario's in 5.2 aan bod.

### 5.1 Case study Blijdorp

Om een inschatting van de impact van het segment renovatiebouw te maken wordt de wijk Blijdorp afgepeld volgens de beschreven methodiek. De wijk Blijdorp werd tussen 1931 en 1940 aangelegd. Voor deze wijk wordt voor een jaar in kaart gebracht wat de impact van dit segment is. Dit dient als een referentiescenario. In het algemeen wordt verondersteld dat in een relatief oude wijk als Blijdorp veel renovatieprojecten plaatsvinden, zeker met de energietransitie en verduurzamingsopgave van woningen. Figuur 15 geeft de locatie van Blijdorp weer. Deze ligt in de voorziene ZE-zone die Rotterdam vanaf 2025 invoert.

*Figuur 15*  
Afbakening case study:  
Blijdorp



#### Stap 1: Schatting aantal renovatieprojecten Blijdorp

De wijk Blijdorp heeft bijna 5600 woningen, waarvan 57% koop- en 43% een huurwoning betreft. Van de huurwoningen is 9% in bezit van een woningcorporatie. In totaal zijn er meer dan 1200 bedrijven in Blijdorp gevestigd, waarvan het merendeel (>1000) minder dan 2 fte hebben. Tabel 8 in de bijlage geeft de exacte indicatoren voor de wijk Blijdorp weer. Op basis van deze kenmerken is er ingeschat dat er in Blijdorp op jaarlijkse basis 631 micro renovatieprojecten plaatsvinden. De renovatieprojecten (klein of middelgroot) bij woningcomplexen kunnen niet ingeschat worden op basis van de beschikbare data. Bij gebrek aan data rond exacte omvang van bedrijven en instellingen wordt het verschil tussen klein en middelgroot bepaald op basis van aantal fte. In de laatste categorie (middelgroot) vallen in het geval van Blijdorp onder andere een verpleeghuis, grote supermarkten en een aantal onderwijsinstellingen. Op basis van deze aannames en de beschikbare data zijn er per jaar 4 kleine en 1 middelgroot renovatieproject (zie Tabel 5).

**Tabel 5**  
*Inschatting aantal renovatieprojecten in Blijdorp per jaar*

Omvang	Type renovatieproject	Aantal projecten per jaar
Micro	Woningen (koop en huur)	504
	Renovaties bij verkochte woningen	123
	Bedrijven (2-5 fte)	5
Klein	Woningcomplexen	Niet bekend
	Bedrijven (5-50 fte)	4
Middelgroot	Woningcomplexen	Niet bekend
	Bedrijven (>50fte)	1

### Stap 2: Vertalen renovatieprojecten naar bouwstromen Blijdorp

Het aantal en type bouwstromen per type project is bepaald en vastgelegd in Tabel 3. In deze sectie wordt voor Blijdorp de vertaling van aantal renovatie bouwprojecten per jaar naar het aantal bouwstromen gemaakt. Per type bouwstroom kan de wijze waarop het bouw materiaal op de bouwplaats komt verschillend zijn ingericht en georganiseerd. Bouwstroom 5 betreft bijvoorbeeld afbouw materiaal. Dit kan de levering van een aantal pallets zijn waarvoor een bakwagen wordt gebruikt en een rondrit met leveringen aan een of meerdere bouwlocaties (logistieke structuur 2). Dagelijks is er per micro renovatieproject een rit voor werkzaamheden waarbij vaak ook enig materiaal wordt meegenomen (logistieke structuur 4). Een micro renovatieproject duurt gemiddeld 20 werkdagen waardoor er per project 20 ritten worden gegenereerd specifiek voor deze bouwstroom en logistieke structuur. Op jaarbasis zorgt dit ervoor dat er in totaal 12.800 ritten zijn. Dit is voor de drie type projecten en de verschillende stromen bepaald door het aantal bouwprojecten te combineren met de aannames uit Tabel 3. Tabel 9 in de bijlage geeft het totaaloverzicht.

### Stap 3: Vertalen bouwstromen naar vervoersbewegingen in Blijdorp

De verschillende bouwstromen per type project worden aan vervoersbewegingen (aantal ritten; een rit is heen en terug) gekoppeld. In de voorgaande stap is het aantal ritten al vastgelegd. In deze stap worden de ritten verdeeld over verschillende typen voertuigen (op basis van Tabel 7 in de bijlage). Dit is van belang om op basis hiervan de vertaling naar het aantal kilometers en andere KPI's zoals emissies te kunnen maken (zie volgende stap). In de onderstaande tabel worden de aannames voor het aantal vervoersbewegingen en de verdeling over voertuigtypen per project weergegeven. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt tussen bestelwagenritten en vrachtwagenritten (licht, midden, groot). Tabel 6 geeft de inschatting van het totaal aantal ritten per voertuigtype per type project in de case study Blijdorp.

**Tabel 6**  
*Totaal aantal ritten per voertuigtype per jaar voor wijk Blijdorp*

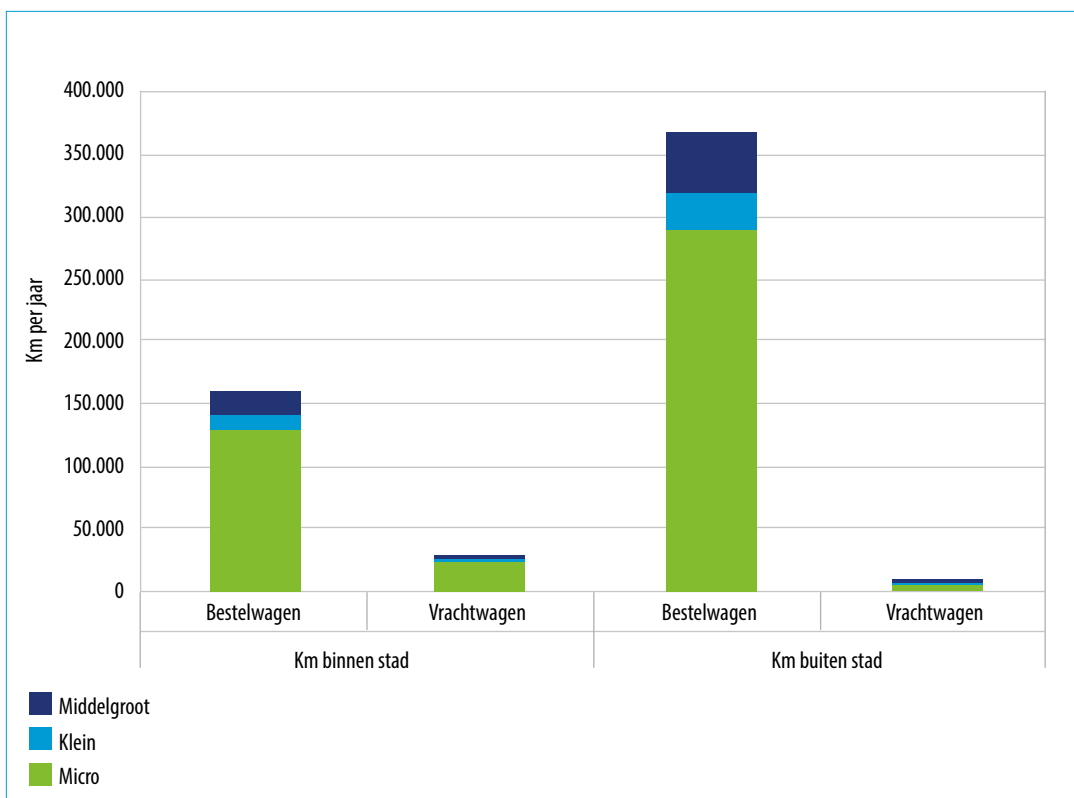
	Bestelwagen	Vrachtwagen licht	Vrachtwagen midden	Vrachtwagen groot	Totaal
Micro	16.060	1.200	1.630	110	19.000
Klein	1.357	26	100	17	1.500
Middelgroot	1.639	32	87	82	1.840
Totaal	19.056	1.258	1.817	209	22.350

### Stap 4: Vertalen vervoersbewegingen naar KPI's voor Blijdorp

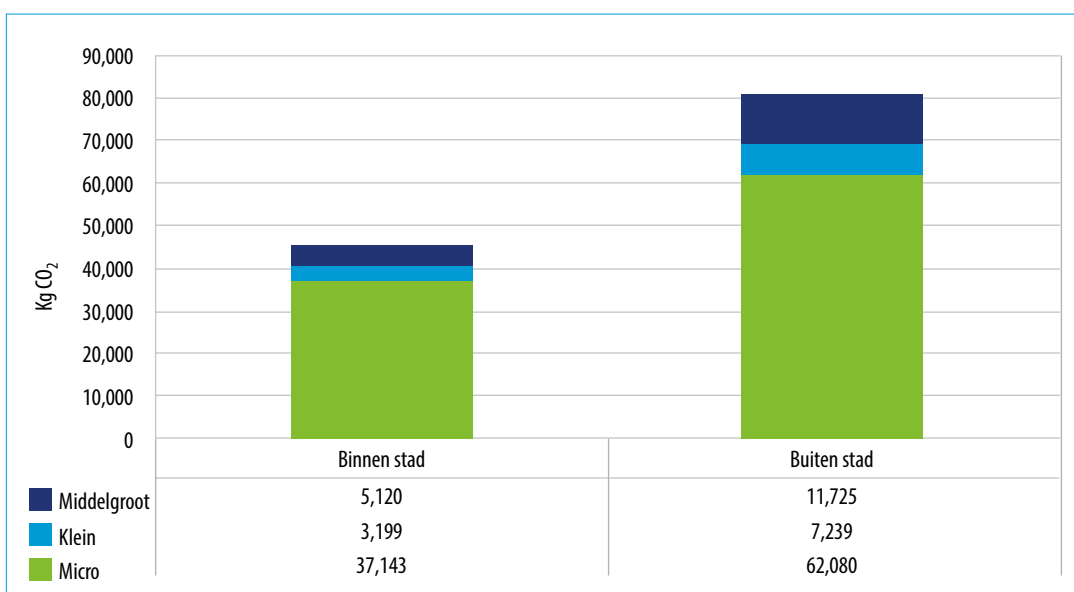
De vervoersbewegingen voor de verschillende voertuigtypen worden vertaald naar aantal kilometers binnen en buiten de stad en vervolgens naar omvang van CO<sub>2</sub>-emissie. De ritten zoals deze bepaald zijn voor Blijdorp (zie Tabel 6), worden gecombineerd met de gemiddelde afstand voor de herkomst en de renovatielocaties (Tabel 3). Inschatting van kilometers per jaar voor renovatiebouw in Blijdorp met onderscheid naar type voertuig, project en binnen-buiten de stad. Figuur 16 geeft de inschatting van het aantal kilometers per jaar voor renovatiebouw in Blijdorp weer. Hierbij is onderscheid gemaakt naar type voertuig, type project, en de kilometers binnen, ten opzichte van buiten de stad. De kilometers buiten de stad zijn tweemaal zo hoog als de gereden kilometers binnen de stad [Gemeente Rotterdam], als gevolg van de aan- en afrijdafstanden. Op basis hiervan wordt de CO<sub>2</sub>-uitstoot in Figuur 17 weergegeven. Deze aantallen dienen als referentiescenario, welke wordt gebruikt voor de vergelijking met de scenario's.



**Figuur 16**  
 Inschatting van kilometers per jaar voor renovatiebouw in Blijdorp met onderscheid naar type voertuig, project en binnen-buiten de stad



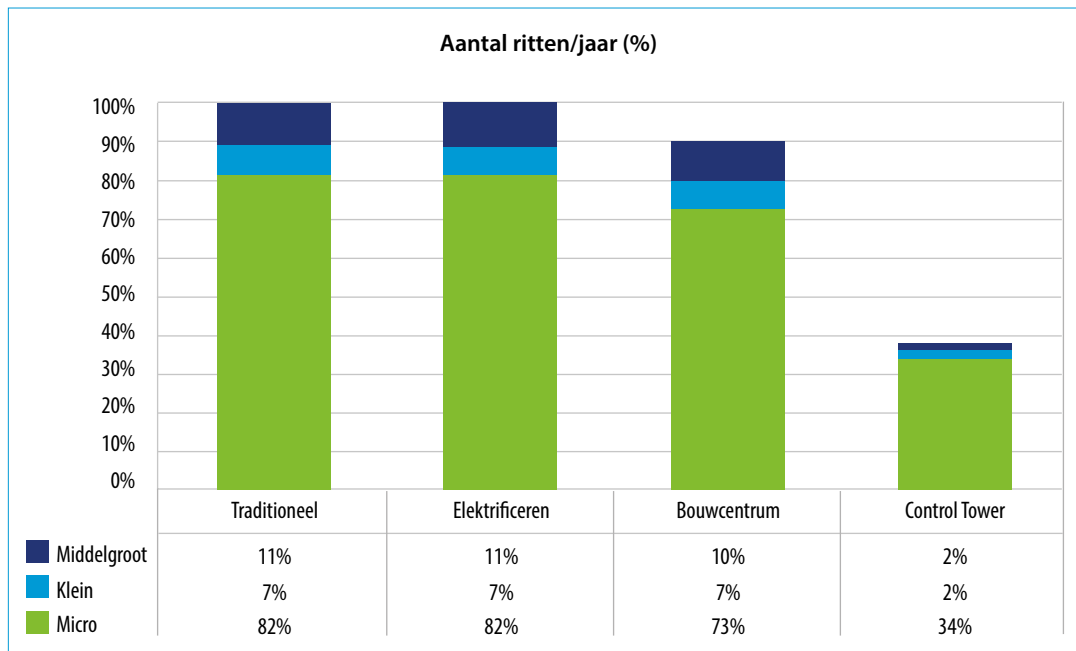
**Figuur 17**  
 Inschatting CO<sub>2</sub>-emissies (kg) in Blijdorp per jaar



## 5.2 Resultaten scenario's

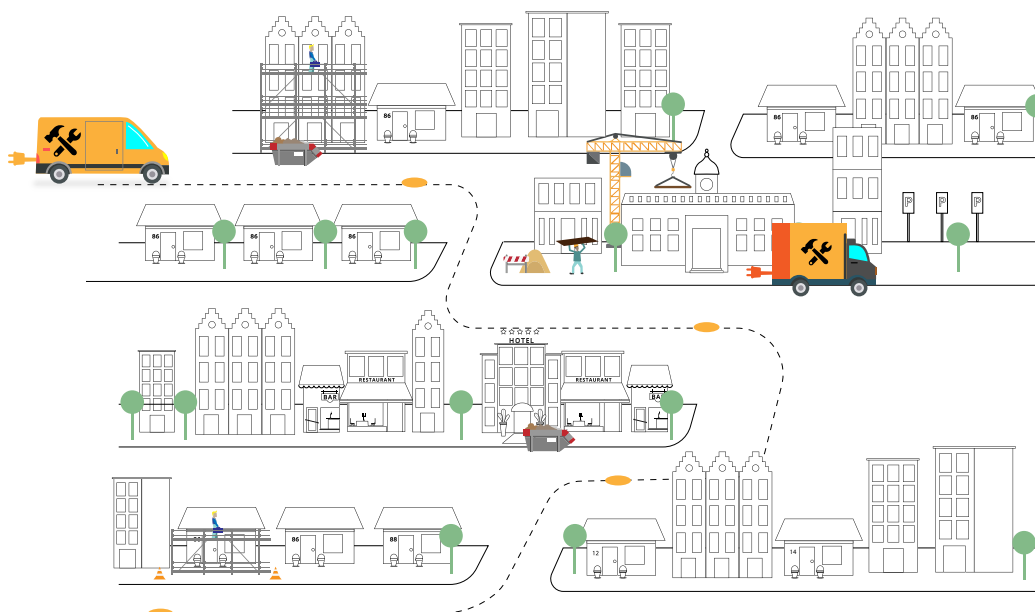
Figuur 18 laat het percentage van het aantal ritten<sup>15</sup> zien van de scenario's ten opzichte van het traditionele scenario.

**Figuur 18**  
Vergelijking van de verschillende scenario's op totaal aantal ritten per jaar in Blijdorp



In het elektrificatie scenario is er geen verandering in het aantal ritten omdat hierin enkel de bestaande ritten emissieloos worden, maar er in de logistieke organisatie niets veranderd. In het bouwcentrum scenario neemt het totaal aantal ritten met 10% af, waarvan relatief het grootste deel wordt veroorzaakt door een vermindering bij micro renovatie projecten. Dit komt doordat een groter deel van het materiaal dat door personeel bij groothandels wordt opgehaald, wordt bezorgd. Verschillende (ad hoc) ritten, worden nu door een rondrit uitgevoerd. Dit wordt weergegeven in Figuur 19.

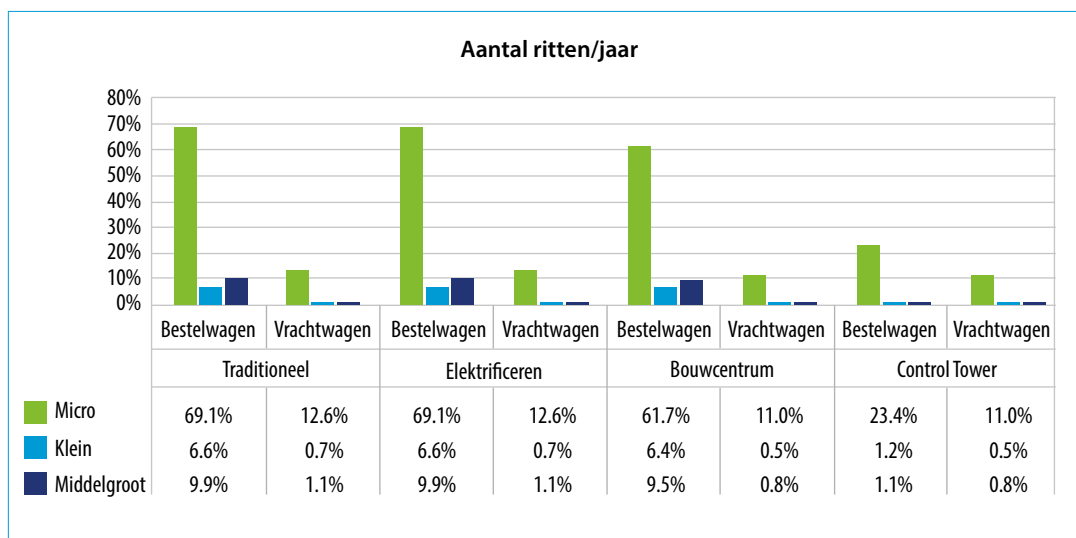
**Figuur 19**  
Weergave rondrit met bouwmaterialen vanuit een bouwgroothandel



<sup>15</sup> Een rit is een voertuigbeweging heen en terug, waarin bouwmaterialen, bouwmaterieel en/of bouwpersoneel worden vervoerd naar en van een bouwlocatie.

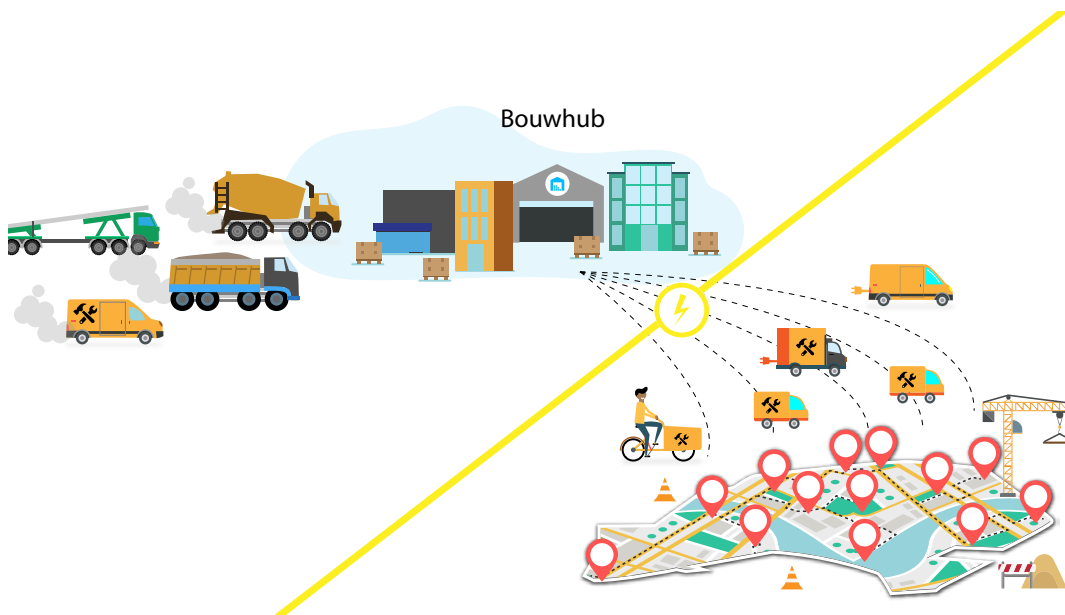
In de resultaten is te zien dat het totaal aantal ritten vooral wordt gedomineerd door de micro renovatie bouwprojecten en deze pas aanzienlijk worden verminderd in het geval van het Control Tower scenario. Inzoomen op het aantal transportritten voor de verschillende voertuigtypen voor alle scenario's levert het volgende beeld op (zie Figuur 20).

**Figuur 20**  
Vergelijking van de verschillende scenario's op aantal ritten per voertuigtype per jaar in Blijdorp



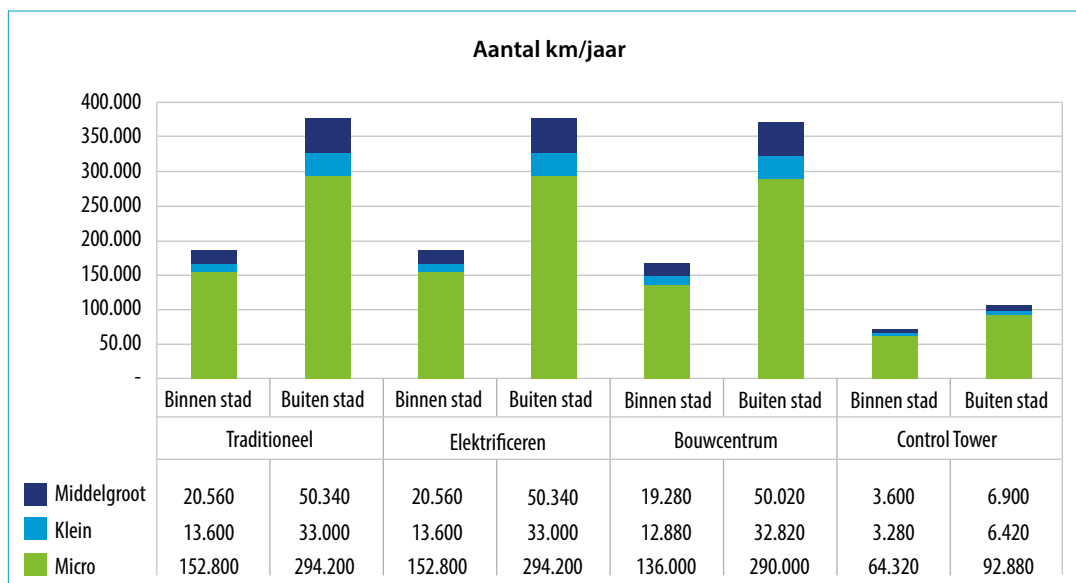
Het is duidelijk dat het aantal ritten wordt gedomineerd door de bestelwagen ritten uit de micro renovatie bouwprojecten. Dit zijn voornamelijk de dagelijkse ritten personeelsvervoer woning-werk met af en toe een bezoekje aan een bouwgroothandel daaraan gekoppeld om bouwmaterialen af te halen. Pas in het scenario van een Control Tower kunnen deze ritten aanzienlijk worden gereduceerd (van 86% naar 26% over alle bouwprojecten). Door de sterke regulering op de verschillende bouwstromen is het mogelijk om met name het 'afhaalgedrag' van de aannemers/ZZP-ers bij micro renovatie bouwprojecten te verminderen en te verschuiven naar het gebundeld bezorgen vanuit een bouwcentrum (gecombineerde bouwhub met last-mile logistiek uitbesteed bij een specialistische LDV op dit gebied). Figuur 21 geeft een fictieve weergave van het gebruik van een bouwhub die in dit scenario van toepassing is. Daarbij wordt er vanuit gegaan dat ook in de bezorging een reductie van bouwstromen kan worden gerealiseerd door de hogere mate van bundeling over meerdere bouwprojecten in de regio, maar deze is vele malen lager dan de reductie op bestelwageritten. De maximaal haalbare reductie in bezorgritten (scenario 2 en 3) is 10%.

**Figuur 21**  
Weergave van het gebruik van een bouwhub voor renovatiebouw



Een vergelijking van de toekomstscenario's met de huidige situatie op het gebied van transportkilometers, zowel binnen de stad als buiten de stad, levert het volgende overzicht op, zie Figuur 22.

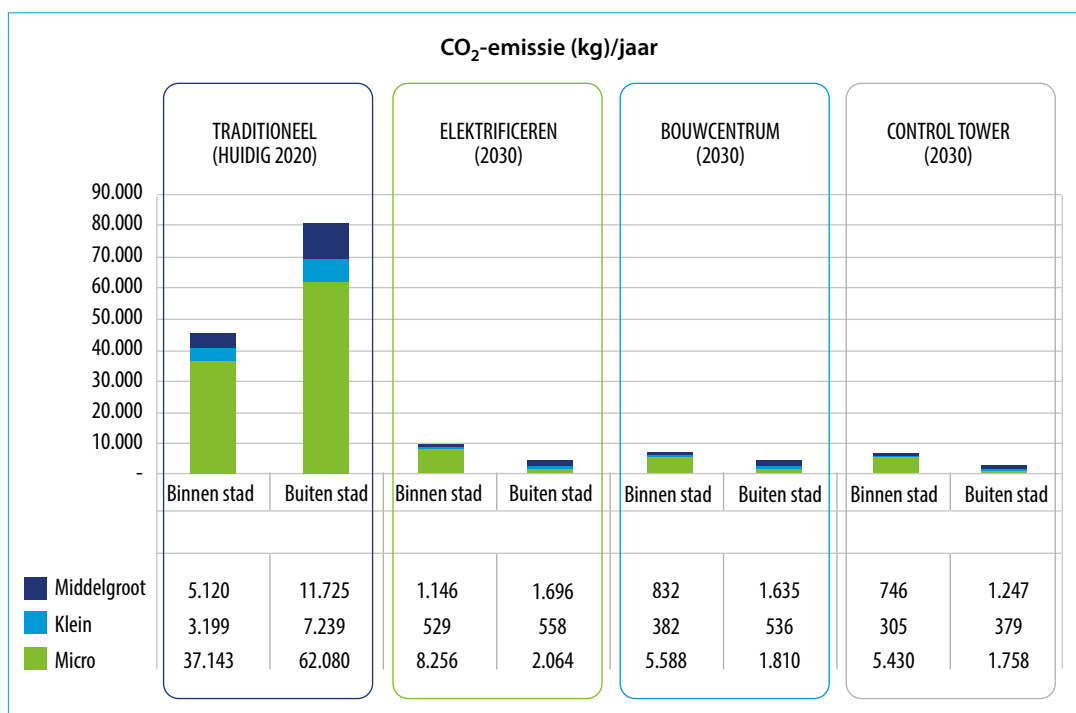
**Figuur 22**  
Vergelijking tussen traditioneel en toekomst scenario's op kilometers binnen de stad en buiten de stad in Blijdorp per jaar



Daarbij is zichtbaar dat de grootste besparing zit in de kilometers binnen en buiten de stad voor micro bouwprojecten, maar ook voor de kleine en middelgrote bouwprojecten. Ook deze besparing wordt pas gerealiseerd in het scenario van de Control Tower en is toe te wijzen aan de reductie in de dagelijkse ritten personeelsvervoer woning-werk.

De vergelijking tussen de scenario's op CO<sub>2</sub>-uitstoot geeft een heel ander beeld. Dit is voornamelijk het gevolg van de overstap naar elektrisch transport gedreven door ZE-zones, zie Figuur 23.

**Figuur 23**  
Vergelijking tussen traditioneel en toekomst scenario's op CO<sub>2</sub> emissies binnen de stad en buiten de stad



De grootste reductie op het gebied van CO<sub>2</sub>-emissie wordt dus gerealiseerd door het elektrificeren van de grootste bouwstroom, namelijk de bestelbusjes voor micro renovatie bouwprojecten. Dit is een gevolg van de aanname dat door de invoering van de ZE-zones deze categorie voertuigen in 2030 volledig elektrisch is. Elektrificeren levert op het totaal een besparing op van ongeveer 90% in CO<sub>2</sub>-uitstoot.

## Conclusies en aanbevelingen

### 6.1 Conclusies

De groeiende bouwopgave in steden gepaard met de steeds grotere druk op de leefbaarheid in de steden noopt tot innovatieve oplossingen voor de bouwlogistieke vervoersstromen gekoppeld aan deze bouwopgave. In de Outlook Bouwlogistiek is al uitvoerig ingegaan op de oplossingen die bouwlogistieke innovaties kunnen bieden. Bouwhubs en gebiedsgerichte ketenregie door middel van control towers kunnen de effecten van voertuigbewegingen voor grootschalige woning- en utiliteitsbouwprojecten in binnensteden significant verminderen. Hoewel in enkele gevallen dezelfde dienstverleners actief zijn in het segment renovatiebouw, heeft dit een totaal andere benadering zoals deze Outlook heeft aangetoond. Het type bouwproject verschilt niet alleen met betrekking tot omvang (m<sup>2</sup> bvo) en werkzaamheden (het geraamte van een bouwwerk (casco) blijft vaak behouden), ook de bouwstromen en het volume zijn kleiner per project. Echter, in aantal bouwprojecten per stadswijk en aantal transportbewegingen (ritten) vormt dit segment een aanzienlijk deel van de vervoersstromen in een stad en dit zal ook in 2030 sterk aanwezig zijn. In deze Outlook wordt een eerste verkenning uitgevoerd naar mogelijke bouwlogistieke oplossingen voor dit segment en de impact van maatregelen op de transportritten en daaraan gerelateerde emissies. Op basis van deze Outlook kunnen er een vijftal conclusies worden getrokken over het segment renovatiebouw in 2030:

- Renovatiebouw blijkt op het gebied van transportstromen een *moelijk grijpbaar segment* (ad hoc, geen vaste locaties voor bestemmingen).
- Invoering en naleving van de *ZE-zones* (scenario 1 elektrificeren) leidt tot de grootste *reductie in CO<sub>2</sub>-uitstoot* binnen dit segment (max. 90%).
- De impact van het toepassen van *bouwlogistieke innovaties* (scenario 2 bouwcentrum en IT-platform) is *relatief klein* in dit segment (max reductie van 10% in ritten).
- *Grote inspanning* nodig voor *aanzienlijke reductie in transportritten* (max. 60%) van zowel markt als overheid (scenario 3 Gebiedsgerichte aanpak met Control Tower).
- *Ruimtelijke aanwezigheid blijft*, maar betere benutting van de (openbare) ruimte is mogelijk.

#### **Renovatiebouw is op het gebied van transportstromen heel zichtbaar in steden, maar onzichtbaar in de data**

Hoewel transportstromen gerelateerd aan renovatiebouw heel aanwezig zijn in steden, is het in de data nagenoeg onzichtbaar. Dit komt mede door de aard van de logistiek met veel ad hoc ritten en kortstondige projecten. Een verkenning van de huidige situatie op het gebied van de logistieke structuren binnen het segment renovatiebouw, gebaseerd op interviews en gesprekken met verschillende partijen uit de bouwsector, leert dat de huidige werkwijze kan worden gekarakteriseerd als een pragmatische aanpak met vele, zeer diverse en inefficiënte bouwstromen van vele verschillende partijen. De uitvoerende partijen in dit segment zijn vooral kleine aannemers (MKB) en zelfstandigen (ZZP-ers) die slechts beperkt vooruit plannen. De grootste vervoersstroom betreft een wirwar van bestelbusjes met kleine hoeveelheden bouwmaterialen die door het bouwpersoneel zelf worden afgehaald bij toeleveranciers op ad hoc basis en in de randuren van de werkdag gecombineerd in het woon-werkverkeer. Deze voertuigbewegingen zijn zeer aanwezig in de steden, maar er is vrijwel geen data te vinden die iets zegt over de aard, frequentie en karakteristieken van deze stromen.

Ondanks dit gebrek aan data hebben we een aanpak ontwikkeld die, bij aanwezigheid van data, gebruikt kan worden om op basis van het aantal en type renovatie bouwprojecten, het aantal ritten en gerelateerde CO<sub>2</sub>-emissies te berekenen. Het is duidelijk dat dit segment op wijk- en/of straatniveau gedurende een korte periode een hoge impact kan hebben. Het gaat hierbij niet alleen om verschillende bestelwagens die geparkeerd staan en waar mogelijk de stoep blokkeren, maar ook om materieel zoals steiger en containers. Desondanks zijn de verschillende transportstromen in kaart gebracht en vertaalt naar de meest voorkomende karakteristieke logistieke structuren voor dit segment. Hierin is sprake van een overlap met de logistieke structuren uit het segment bouw, maar ligt het zwaartepunt in het vervoer van kleinere hoeveelheden afbouwmaterialen.

De volgende conclusies zijn gebaseerd op de case study voor de wijk Blijdorp.

### **Elektrificatie als gevolg van de invoering van ZE-zones leidt tot de grootste reductie in CO<sub>2</sub>-uitstoot voor het stedelijk gebied (binnen ZE-zone)**

Renovatiebouw is een belangrijk segment voor de stadslogistieke opgave die er ligt in het kader van het klimaatakkoord. Gezien de hoge mate van inzet van bestelwagens in dit segment, die vanaf 2025 geleidelijk zero emissie moeten zijn in binnensteden, levert dit segment een aanzienlijke bijdrage aan een reductie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot in binnensteden. Daarbij is de invoering en naleving van de ZE-zones (scenario 1) cruciaal en voorwaardelijk om deze transitie naar zero emissie transport tot stand te brengen binnen dit segment. De voornaamste winst van de invoering van de ZE-zones ligt in een versnelde transitie naar elektrificeren van het vervoer van personeel en afbouwmaterialen. Daarmee wordt wel een grote vermindering gerealiseerd van CO<sub>2</sub>-emissies, maar niet in de vele transportritten bouwbusjes. De maatregel van het toepassen van ZE-zones in steden levert een reductie op in schadelijke emissies van ongeveer 90% voor dit segment (renovatiebouw in de binnenstad).

### **De impact van bouwlogistieke innovaties is relatief klein**

De impact van het toepassen van bouwlogistieke innovaties (scenario 2 bouwcentrum en IT-platform), zoals: bouwhubs, ontkoppelpunten, IT-platform, mini-containers, etc., welke tot een grotere mate van bundeling en consolidatie van bouwtransport op de last-mile moeten leiden, blijft relatief klein in dit segment zonder het afdwingen van de toepassing daarvan. Dit verschilt van de Outlook Bouwlogistiek, waar juist de toepassing van bouwhubs tot aanzienlijke besparingen op transportstromen en emissies kan leiden. Het te behalen effect op reductie van aantal binnenstedelijke ritten is daarbij maximaal 10% op het totaal van alle ritten. Kortom, dit segment wordt duidelijk gedomineerd door de transportritten van kleine aannemers en ZZP-ers met bestelwagens.

### **Grote inspanning nodig voor reductie in transportritten van zowel markt als overheid**

Afname in transportritten is mogelijk, maar dit vergt een grote inspanning, bij zowel de inzet van een IT-platform als een control tower met bouwhub, van zowel markt als overheid. Daarbij is een essentiële en cruciale voorwaarde dat er een gedragsverandering plaatsvindt bij de kleine aannemers en ZZP-ers werkzaam in dit segment. Deze gedragsverandering heeft te maken met plannen van werkzaamheden en tijdig bestellen benodigde bouwmaterialen bij bouwgroothandels, die functioneren als bouwhubs. Om die gedragsverandering tot stand te brengen, moet gemak en ontzorging worden geboden door middel van toegankelijke IT-platformen en betrouwbare bezorgservices. In de meest optimale gebiedsgerichte aanpak met een control tower en bouwhub (scenario 3) reguleert een overheid in sterke mate de toegang tot binnenstedelijke gebieden. Daarbij is een reductie in totaal aantal ritten van ongeveer 60% mogelijk. Om die gebiedsgerichte controle doeltreffend te kunnen uitvoeren is geavanceerde technologie nodig (ANPR camera, control towers, monitoringstools...) om volledig geautomatiseerd te kunnen handhaven. Daarnaast is tijd en perspectief nodig voor de kleine aannemer en ZZP-er om hieraan te wennen en nieuwe werkwijzen te ontwikkelen. Hierbij gaat het met name om de transitie van woon-werkverkeer met eigen vervoer naar het gebruik van een transferium en openbaar vervoer. De haalbaarheid van een dergelijk scenario met sterke regulering vanuit een overheid op korte termijn is dan ook onzeker.

### Ruimtelijke aanwezigheid blijft, betere benutting (openbare) ruimte mogelijk

Renovatiebouw heeft een grote impact op de ruimte in steden. Dit komt omdat renovatiebouw niet op een afgesloten terrein plaatsvindt, zoals met nieuwbouwprojecten vaak het geval is. Dit segment zal ook bij toepassing van bouwlogistieke maatregelen en innovaties aanzienlijk aanwezig blijven in steden (bestelwagens in woonwijken tijdens werkzaamheden, containers op straat, steigers op de stoep, etc.). De verschillende maatregelen en innovaties kunnen wel leiden tot een betere en gemeenschappelijke benutting van de beperkte (openbare) ruimte in de steden en tot een reductie van de overlast door met name het transport gerelateerd aan renovatiebouw. Door de bundeling vanuit een bouwhub op de last-mile (scenario 2) en de ketenregie over alle bouwstromen (scenario 3) kunnen de schaars beschikbare zware elektrische voertuigen in deze scenario's effectiever en efficiënter worden ingezet, waardoor een hogere mate van inzet van elektrisch transport kan worden gerealiseerd met een hogere besparing in CO<sub>2</sub>-uitstoot. Deze is echter marginaal ten opzichte van de besparing op de CO<sub>2</sub>-uitstoot van de bestelwagens.

## 6.2 Aanbevelingen

Het *toepassen van ZE-zones* en strikt naleven daarvan, blijkt uit de case studie van de wijk Blijdorp, één van de voornaamste voorwaarden om aanzienlijk te besparen op emissies binnen het segment renovatiebouw. Voor de groothandel en toeleveranciers van bouwmaterialen biedt een samenwerkingsmodel met daarbij toepassing van bouwlogistieke innovaties, zoals bouw hubs, IT-platform en mini-containers de mogelijkheid om op een efficiënte en effectieve manier om te gaan met de schaars beschikbare elektrische voertuigen en de logistieke beperkingen vanuit het toepassen van de ZE-zones. Vanuit deze verkenning voor het segment renovatiebouw wordt dan ook gepleit voor het minimaal vasthouden aan en mogelijk versneld doorzetten van het huidige beleid op invoering van de ZE-zones door beleidsmakers vanuit lokale en nationale overheid. Met name voor de grootste stroom in dit segment de bestelwagens, waarvoor bovendien steeds meer ZE-alternatieven beschikbaar komen. Dit biedt een aanzienlijke verbetering op het gebied van *klimaat en luchtkwaliteit* (de uitstoot van schadelijke emissies door bouwgerelateerde transportstromen).

Op het gebied van *ruimtegebruik en specifiek het aantal transportritten in de stad*, bieden ZE-zones echter geen oplossing. Daarvoor zijn verdergaande maatregelen en innovatieve oplossingen nodig. Ketensamenwerking door producenten, toeleveranciers en logistiek dienstverleners in de bouw, leidt weliswaar tot optimalisatie van de bezorging van bouwmaterialen, maar levert daarbij slechts een relatief kleine verbetering op totaal aantal ritten (10%) zonder een vergaande *gedragsverandering van de aannemers en ZZP-ers* actief in dit segment. In de casus van Blijdorp is dit gesimuleerd in het scenario Gebiedsgerichte aanpak met Control Tower, door strikte handhaving en het limiteren van het aantal binnenstedelijke ritten per renovatie bouwproject. Daarbij is de gewenste gedragsverandering dus afgedwongen door regulering vanuit lokale overheid. Dit is een vergaande maatregel met grote consequenties voor zowel de werkwijze van de aannemers en ZZP-ers, als de organisatie en handhaving vanuit de lokale overheid. De vraag is terecht of dit haalbaar is op korte termijn. De impact die daarmee behaald kan worden is echter relevant genoeg om hier een diepgaande analyse op uit te voeren. Er wordt aanbevolen tot *nader onderzoek naar haalbare scenario's* op het gebied van *regulering van transportritten voor met name de micro renovatie bouwprojecten*. In deze scenario's moeten technologische oplossingen samen komen met bouwlogistieke procesinnovaties (rol voor de markt) en beleidsmaatregelen om deze oplossingen te realiseren (rol voor de overheid).

Gezien de onzichtbaarheid van dit segment op het gebied van betrouwbare data voor gedegen kwantitatieve analyses ten behoeve van goede onderbouwing van beleidsbeslissingen, wordt aanbevolen tot een aanpak die moet leiden tot meer beschikbare en betrouwbare data in dit segment. Daarbij wordt verwezen naar de aanpak zoals die jaren geleden is opgezet voor de grote nieuwbouw projecten op het gebied van bouwlogistiek (TNO, 2016; en TNO, 2018). Daarbij is aan de hand van praktijk pilots (livings labs van bouwprojecten), door samenwerking vanuit kennisinstellingen en marktpartijen, data verzameld over het gedrag de verschillende ketenpartijen en door monitoring van bouwlogistieke vervoersstromen inzicht verschaft in de impact van bepaalde bouwlogistieke maatregelen.

## Referenties

CBS & PBL (2018). Bevolkingsprognose. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2020). Afspraken zero-emissie stadslogistiek.

Luu, D., & Sher, W. (2006). Construction tender subcontract selection using case-based reasoning. *Construction Economics and Building*, 6(2), 32-43.

Osypchuk, O., & Iwan, S. (2019). Construction site deliveries in urban areas, based on the example of Szczecin. *Transportation Research Procedia*, 39, 389-397.

SPES (2019). Stappenplan voor invoeren zero-emissie-zone voor stadslogistiek.

TNO (2016). Van Merriënboer S.A., Ludema, M. TKI project: 4C in Bouwlogistiek.

TNO (2018). Van Merriënboer S.A., Ploos van Amstel, W., Vrijhoef, R. Duurzame bouwlogistiek voor binnenstedelijke woning- en utiliteitsbouw: Ervaringen en aanbevelingen.

Topsector Logistiek (2017). Outlook City Logistics 2017.

Topsector Logistiek (2019). Laadinfrastructuur voor elektrische voertuigen in stadslogistiek.

Topsector Logistiek (2020). Outlook bouwlogistiek. Scenario's voor de reductie van vervoersbewegingen en CO2-uitstoot in de stad voor (grootschalige) nieuwbouwprojecten in 2030.



# Bijlage A

## Aannames methodiek

Tabel 7  
Voertuigverdeling per  
bouwstroom

Omvang project	Bouwstroom (logistieke structuur en type stroom)	Gem. afstand leverancier-bouwproject (km's)	Frequentie transport	Bestel-wagen	Vracht-wagen licht	Vracht-wagen midden	Vracht-wagen groot	
<b>Micro</b>	Onregelmatige leveringen (2) Afbouwmaterialen (5)	10	2x/project	10%	50%	30%	10%	
	Geen leveringen, afhalen woon-werk (4) Afbouwmaterialen (5)	30	dagelijks (woon-werk)	100%				
	Geen leveringen, afhalen ad hoc (4) Afbouwmaterialen (5)	10	1x/week (ad hoc)	100%				
	Punt-punt levering (1) Bouwafval container/bigbag (6)	10	2x/project			100%		
	Punt-punt levering (1) Bouwmaterieel (7)	10	2x/project	50%	50%			
	<b>Klein</b>	Punt-punt levering (1) Ruwbouw ladingdragers (3)	30	4x/project			100%	
		Onregelmatige leveringen (2) Ruwbouw ladingdragers (3)	30	1x/maand			50%	50%
Onregelmatige leveringen (2) Afbouwmaterialen (5)		10	1x/week	10%	30%	50%	10%	
Geen leveringen, afhalen woon-werk (4) Afbouwmaterialen (5)		30	3x dagelijks (woon-werk)	100%				
Geen leveringen, afhalen ad hoc (4) Afbouwmaterialen (5)		10	1x/week (ad hoc)	100%				
Punt-punt levering (1) Bouwafval container/bigbag (6)		10	1x/maand			100%		
Punt-punt levering (1) Bouwmaterieel (7)		10	2x/project		50%	50%		
<b>Middel-groot</b>		Punt-punt levering (1) Ruwbouw ladingdragers (3)	30	2x/maand				100%
		Onregelmatige leveringen (2) Ruwbouw ladingdragers (3)	30	1x/week			50%	50%
		Onregelmatige leveringen (2) Afbouwmaterialen (5)	10	2x/week	10%	30%	30%	30%
		Diverse kleine leveringen (3) Afbouwmaterialen (5)	10	1x/week (ad hoc)	100%			
	Geen leveringen, afhalen woon-werk (4) Afbouwmaterialen (5)	30	6x dagelijks (woon-werk)	100%				
	Geen leveringen, afhalen ad hoc (4) Afbouwmaterialen (5)	10	1x/week (ad hoc)	100%				
	Punt-punt levering (1) Bouwafval container/bigbag (6)	10	2x/maand			100%		
	Punt-punt levering (1) Bouwmaterieel (7)	10	10x/project		50%	50%		

### Legenda bij Tabel 7

#### Materiaalstromen

- 1 = beton
- 2 = ruwbouw groot
- 3 = ruwbouw ladingdragers
- 4 = bulk
- 5 = afbouw
- 6 = afval
- 7 = materieel
- 8 = personeel

#### Logistieke structuren

- 1 = punt-punt leveringen
- 2 = onregelmatige leveringen
- 3 = diverse kleine leveringen
- 4 = niet leveringen

# Bijlage B

## Case study Blijdorp

**Tabel 8**  
Indicatoren en kenmerken Blijdorp (CBS)

Indicator	Aantal	Type project
Aantal inwoners	10.290	
Woningvoorraad	5.595	
Aandeel koopwoningen	57% (3189)	Micro
Aandeel huurwoningen	43% (2406)	Micro
Aandeel woningen van een woningcorporatie	9% (506)	Klein/middelgroot
Aantal bedrijven	1.265	
Aantal arbeidsplaatsen (fte)	2.345	
Aantal bedrijven kleiner dan 2 fte	1.039	Geen
Aantal bedrijven 2-5 fte	47	Micro
Aantal bedrijven 5-50 fte	35	Klein
Aantal bedrijven groter dan 50 fte	7	Middelgroot

**Tabel 9**  
Aantal bouwstromen naar type per jaar in Blijdorp

Omvang project	Bouwstroom (logistieke structuur en type stroom)	Frequentie transport	Aantal ritten per jaar	
<b>Micro</b>	Onregelmatige leveringen (2) Afbouwmaterialen (5)	2x/project	12.700	
	Geen leveringen, afhalen woon-werk (4) Afbouwmaterialen (5)	dagelijks (woon-werk)	2.500	
	Geen leveringen, afhalen ad hoc (4) Afbouwmaterialen (5)	1x/week (ad hoc)	1.100	
	Punt-punt levering (1) Bouwafval container/bigbag (6)	2x/project	1.200	
	Punt-punt levering (1) Bouwmaterieel (7)	2x/project	1.200	
	<b>Klein</b>	Punt-punt levering (1) Ruwbouw ladingdragers (3)	4x/project	20
		Onregelmatige leveringen (2) Ruwbouw ladingdragers (3)	1x/maand	20
Onregelmatige leveringen (2) Afbouwmaterialen (5)		1x/week	1.200	
Geen leveringen, afhalen woon-werk (4) Afbouwmaterialen (5)		3x dagelijks (woon-werk)	90	
Geen leveringen, afhalen ad hoc (4) Afbouwmaterialen (5)		1x/week (ad hoc)	70	
Punt-punt levering (1) Bouwafval container/bigbag (6)		1x/maand	20	
Punt-punt levering (1) Bouwmaterieel (7)		2x/project	10	
<b>Middelgroot</b>		Punt-punt levering (1) Ruwbouw ladingdragers (3)	2x/maand	30
		Onregelmatige leveringen (2) Ruwbouw ladingdragers (3)	1x/week	50
		Onregelmatige leveringen (2) Afbouwmaterialen (5)	2x/week	1.520
	Diverse kleine leveringen (3) Afbouwmaterialen (5)	1x/week (ad hoc)	60	
	Geen leveringen, afhalen woon-werk (4) Afbouwmaterialen (5)	6x dagelijks (woon-werk)	50	
	Geen leveringen, afhalen ad hoc (4) Afbouwmaterialen (5)	1x/week (ad hoc)	90	
	Punt-punt levering (1) Bouwafval container/bigbag (6)	2x/maand	30	
	Punt-punt levering (1) Bouwmaterieel (7)	10x/project	10	

## Toelichting scenario's

### Scenario 1: Elektrificatie

Door de maatschappelijke druk op stiller en schoner vervoer in de stad en de daaraan gerelateerde afspraken in kader van het Klimaatakkoord (juni 2019) en het Schone Lucht Akkoord (januari 2020), wordt sterk ingezet op versneld elektrificeren van de voertuigvloot; zo ook voor bouwlogistiek. De groeiende vraag naar elektrisch aangedreven voertuigen heeft ervoor gezorgd dat fabrikanten het aanbod van elektrisch aangedreven voertuigen zijn gaan vergroten, de techniek is daardoor in een stroomversnelling gekomen en de betaalbaarheid is toegenomen. Dit geldt met name voor de bestelbusjes en lichte vrachtwagens. Voor de zware vrachtwagens geldt een overgangsregeling en daar waar nodig kan zelfs nog sprake zijn van ontheffingen (zie Kamerbrief over afspraken Zero Emissie stadslogistiek). Ook stimuleringsregelingen van de overheid hebben bijgedragen aan een breder aanbod en grotere beschikbaarheid van elektrische voertuigen voor bouwlogistiek.

Door de invoering van de ZE-zones binnen alle grote en middelgrote steden is in 2030 reeds een deel van de voertuigvloot voor de bouw elektrisch. De toeleveranciers, logistiek dienstverleners en vervoerders van bouwmaterialen hebben een deel van hun voertuigvloot vervangen door zero emissie vervoer, maar nog niet volledig. Met name voor de zware vrachtwagens is een middenweg bewandeld tussen enerzijds stimuleren van de ontwikkeling van zwaar elektrisch aangedreven vrachtwagens, en anderzijds een versoepeling van de ZE-zones door het ontbreken van voldoende elektrische zware vrachtwagens voor de grote bouwopgave. De kleine aannemers en ZZP-ers hebben hun bouwbusjes inmiddels vervangen door elektrische varianten. Deze laatste groep (MKB aannemers en ZZP-er) blijven voor een groot gedeelte wel op dezelfde wijze werken als voorheen, waarbij veel zelf wordt gereden naar de toeleveranciers om bouwmaterialen op te halen (kleine verschuiving van 70% -> 60%). Met name in de micro renovatie bouwprojecten en voor de categorie afbouwmaterialen zie je hierdoor vrijwel geen verandering in logistieke structuren en het aantal bouwlogistieke ritten in de binnensteden. De elektrificatie heeft uiteraard wel een grote impact op de emissies van schadelijke stoffen.

De toeleveranciers van bouwmaterialen zullen steeds vaker de logistiek van het leveren aan bouwprojecten in binnensteden gaan uitbesteden bij specialistische logistiek dienstverleners, aangezien dit door de ZE-zones slechts beperkt mogelijk is met de bestaande bestelbusjes en lichte en zware vrachtwagens (diesel Euro V en VI). Dit geldt voor zowel de kleinere en lichtere bouwmaterialen (transitie naar vervoer met ZE busjes en fietskoeriers) als voor de zwaardere bouwmaterialen. Met name bij vervanging van bestaande voertuigen zal voor de zwaardere vrachtwagens vaker en sneller de keuze voor uitbesteding worden gemaakt, als gevolg van de kortere periode van inzet en gebruik (en derhalve ook afschrijving) van een vrachtwagen gebaseerd op brandstoftechnologie.

Vervoerders van bouwmaterialen zullen naast het elektrificeren van de eigen voertuigvloot door de invoering van de ZE-zones gaan specialiseren in binnenstedelijk en buitenstedelijk vervoer. De vervoerders gericht op het binnenstedelijke vervoer zullen de voertuigvloot versneld vervangen door zero-emissie voertuigen, terwijl de vervoerder gericht op buitenstedelijk vervoer langzamer vervangen en vooral die bouwmaterialaalstromen blijven vervoeren waarvoor ontheffing mogelijk is (zware bouwmaterialen, waarvoor nog niet voldoende elektrisch aangedreven zware vrachtwagens beschikbaar zijn).

De toepassing van de bouwlogistieke innovaties zoals vermeld in hoofdstuk 3.3. die een impact hebben op de logistieke structuren blijft beperkt. De toeleveranciers en logistiek dienstverleners die zich richten op het binnenstedelijk transport van bouwmaterialen, zullen echter wel steeds meer als ontkoppelpunt gaan fungeren voor het zwaar transport van zware bouwmaterialen: buitenstedelijke aanvoer op basis van traditionele brandstoftechnologie, ontkoppeling van trekker en trailer op een bouwhub en vervolgens binnenstedelijk transport met elektrische trekker. Deze technologie is in ontwikkeling, maar vergt nog verdere standaardisatie van trekker en opleggers op elektrische aansluiting.

## Scenario 2: Bouwcentrum en IT platform

Vanuit de maatschappelijke druk op stiller en schoner vervoer in de stad en de beperkte beschikbaarheid van de schaarse elektrische (zware) vrachtwagens zijn leveranciers, groothandels, logistiek dienstverleners en vervoerders in bouwmaterialen noodgedwongen gaan samenwerken op logistiek gebied. De logistiek is veelal uitbesteed aan een specialistische logistiek dienstverlener/vervoerder gericht op een regio/stad. Deze beschikt over een brede en deels (zo veel mogelijk) elektrische voertuigvloot, zowel voor kleinere leveringen (stroom 5; afbouwmaterialen met elektrische bezorgfietsen en bestelbusjes) als voor de grote en zware bouwmaterialen (stroom 3; ruwbouw ladingdragers en stroom 7; bouwmaterieel met zware elektrische vrachtwagens/trekker-opleggers). Er vindt ritten- en routeoptimalisatie plaats over alle leveringen in de stad en er wordt een hoge beladingsgraad voor transport gerealiseerd door bundeling en consolidatie van leveringen van verschillende leveranciers voor meerdere bouwprojecten in de stad. Voor de (kleine) aannemer en ZZP-ers in de bouw wordt het tijdig plannen en bestellen van bouwmaterialen gemakkelijk gemaakt door een IT-platform met daaraan gekoppeld een geïntegreerd planningssysteem voor alle transport van aangesloten leveranciers/groothandel naar meerdere bouwprojecten in de stad. Zo is duidelijk wanneer geleverd wordt en kan een aannemer eisen en beperkingen aan een levering meegeven bij een bestelling. Desondanks blijft een afhaalmogelijkheid bestaan bij het bouwcentrum, een geografisch cluster van toeleveranciers/groothandel van bouwmaterialen op een goed bereikbaar industrieterrein aan de rand van de stad (one-stop-shop). Door het gemak van en de gewinning aan de betrouwbaarheid van de bezorgservice van de logistiek dienstverlener verbonden aan het bouwcentrum zal het aandeel zelf afhalen echter sterk dalen ten opzichte van de huidige praktijk. Met name voor de micro renovatie bouwprojecten is een verschuiving te verwachten van afhalen naar bezorgen van 70% in 2020 naar 30% in 2030. Door toepassing van bouwlogistieke innovaties, zoals: bouw hubs, mobiele hubs, mini-containers op bouwplaats en ont koppeling buitenstedelijk en binnenstedelijk transport, wordt aanzienlijk bespaard op bouwlogistieke transportritten in de binnenstad en worden de schaarse elektrische voertuigen optimaal ingezet en benut. Voorwaarde hierbij is dat de aannemers/ZZP-ers uit deze conservatieve sector een gedragsverandering doormaken, waarbij veel meer gepland en besteld wordt.

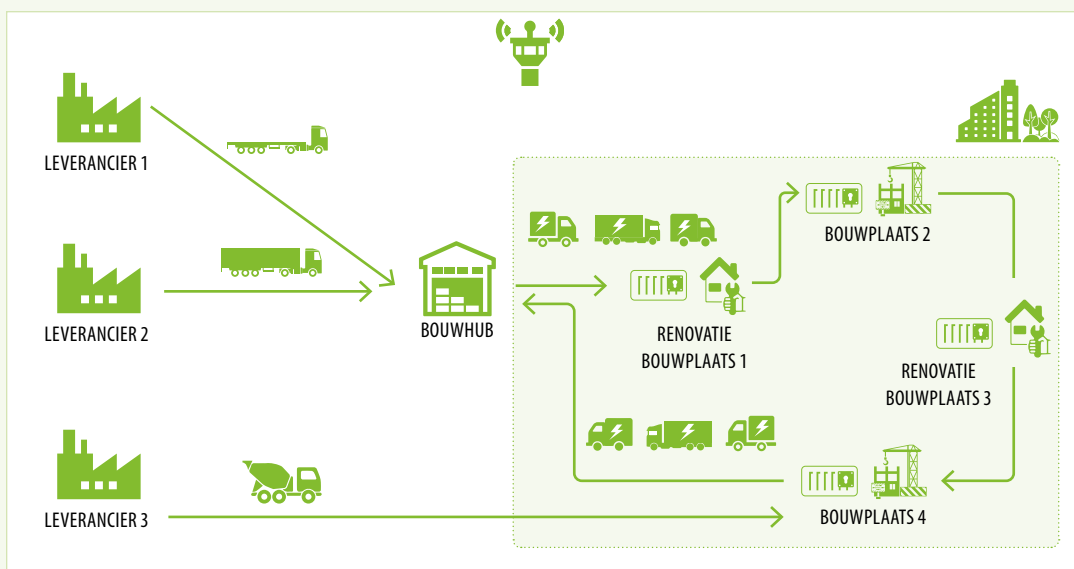
## Scenario 3: Gebiedsgerichte aanpak met control tower

In het scenario van een gebiedsgerichte aanpak ziet de overheid en met name de gemeentes van de 30 tot 40 grote steden zich genoodzaakt een sterke rol te vervullen in de regulering van bouwlogistiek transport in een specifiek gebied/stadswijk. Door het achterblijven van de gewenste verschuiving naar stiller en schoner transport in de binnenstad, met name voor bouwlogistiek, trekt de gemeente de regierol voor alle bouwstromen naar zich toe. Dit is met name gericht op de grote nieuwbouwprojecten en de kleine tot grote renovatie bouwprojecten. Het segment van de micro renovatie bouwprojecten lijkt hiervoor ongeschikt, gezien de veelheid aan verschillende partijen (MKB aannemers, onderaannemers, ZZP-ers, vervoerders, etc.) die hierin actief zijn.

Dit scenario gaat uit van 100% bezorging en centrale ketenregie over alle bouwstromen voor alle grote nieuwbouw en renovatie bouwprojecten (met uitzondering dus van de micro renovatie bouwprojecten) in een gebied. Daarbij wordt vanuit de ketenregie gestuurd en gecontroleerd (gehandhaafd) op een gelimiteerd aantal transporten, wie wanneer mag leveren in een stadsgebied en een minimale beladingsgraad van de transportritten. Hiermee wordt inefficiënt transport voorkomen. Daarmee wordt verwacht transportritten en transportkilometers en daaraan gerelateerde emissies te besparen in het stadsgebied. De bouwlogistieke innovatie van een bouwhub speelt hierin een grote rol. De exploitatie van de bouwhub kan in concessie worden uitgegeven aan een logistiek dienstverlener op basis van een openbare aanbesteding voor een bepaalde tijd. Een voorbeeld van deze oplossing is toegepast in Stockholm voor de wijk Royal Seaport<sup>16</sup>. Deze 3PL logistiek dienstverlener kan zich volledig richten op optimalisatie van het last-mile delivery vraagstuk in een stad met voldoende schaal en rekening houden met transitie naar ZE-transportmiddelen ten behoeve van de ZE-zones in een stad richting 2025 en 2030.

<sup>16</sup> [www.bouwendnederland.nl/media/5887/presentatie-gemeente-stockholm.pdf](http://www.bouwendnederland.nl/media/5887/presentatie-gemeente-stockholm.pdf)

**Figuur 24**  
Illustratie scenario 3  
(Gebiedsgericht aanpak met Control Tower)



**Tabel 10**  
Percentages elektrische  
vervoersmiddelen  
Referentiescenario en  
andere scenario's

Voertuigtype	Traditioneel (2020)	Elektrificeren (2030)	Bouwcentrum (2030)	Control Tower (2030)
<b>Bestelwagen</b>	3%	100%	100%	100%
<b>Vrachtwagen licht</b>	1%	30%	75%	75%
<b>Vrachtwagen midden</b>	0%	20%	30%	30%
<b>Vrachtwagen groot</b>	0%	5%	7%	7%

**Connekt/Topsector Logistiek**

Ezelsveldlaan 59

2611 RV Delft

+31 15 251 65 65

[info@connekt.nl](mailto:info@connekt.nl)

[www.connekt.nl](http://www.connekt.nl)

