

Maatschappelijke impact van Slimme en Duurzame verstedelijking

Verkenning op basis van een integrale benadering
van de domeinen Ruimte, Mobiliteit en Energie

Opdrachtgever: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Rotterdam, 20 augustus 2021



Maatschappelijke impact van Slimme en Duurzame verstedelijking

Verkenning op basis van een integrale benadering van de domeinen
Ruimte, Mobiliteit en Ruimte

Opdrachtgever: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Rotterdam, 20 augustus 2021

Inhoudsopgave

Samenvatting	7
1 Context en vraagstelling	13
2 Methodiek en aanpak	17
2.1 Gehanteerde methodiek	17
2.2 Beschrijving van de drie alternatieven	18
2.3 Aanpak en gebruikte bronnen	21
3 Impact van ‘slimme oplossingen voor duurzame verstedelijking’ op hoofdlijnen	23
3.1 Scope van de effectbepaling	23
3.2 Kwantificering van de impact	24
3.3 Verdeling van de investeringen en maatschappelijke meerwaarde over actoren	27
3.4 Geografische spreiding van de meerwaarde	28
4 Impact per domein	31
4.1 Ruimte	31
4.2 Mobiliteit	39
4.3 Energie	57
4.4 Voorbeelden van slimme oplossingen in andere domeinen	65
5 Nabeschuiving	71
Geraadpleegde literatuur	73

Samenvatting

Ecorys heeft een verkenning uitgevoerd naar de maatschappelijke effecten van investeren in slimme en duurzame verstedelijking. Uit deze verkenning blijkt dat met een slimme inbreiding in steden een substantiële maatschappelijke meerwaarde ontstaat ten opzichte van de traditionele manier om een stad uit te breiden, middels nieuw uitleg. De verkenning laat tevens zien dat er een integrale aanpak nodig is om een slimme inbreiding in steden mogelijk te maken. Er moet samenhangend worden geïnvesteerd in de domeinen ruimte, mobiliteit en energie. De forse baten in het energiedomein kunnen bijvoorbeeld niet worden gerealiseerd zonder de investeringen in het ruimtelijke domein (compact bouwen van energiezuinige woningen). Tegelijkertijd zien we dat de relatief grote investeringen in het mobiliteitsdomein (o.a. de mobiliteitshubs) worden terugverdiend in het ruimtelijke domein, door het beperkte autobezit en de daarbij behorende vrijkomende parkeerplaatsen en extra groen in de stad. Indien de investeringen en maatschappelijke effecten separaat per domein worden bekeken, kunnen er verkeerde conclusies worden getrokken.

Duurzame verstedelijking door slimme oplossingen en investeringen

Recentelijk is een G40 rapport¹ opgeleverd, waarin enkele effecten van Smart City concepten zijn benoemd en becijferd. Hieruit blijkt bijvoorbeeld dat de ontwikkeling van slimme wijken, waarbij ontwikkelprincipes in samenhang met digitale oplossingen, kunnen leiden tot grote maatschappelijke baten en lagere kosten voor infrastructuur. De genoemde effecten in het G40-rapport zijn illustratief voor de maatschappelijke effecten die slimme oplossingen voor duurzame verstedelijking kunnen bieden, maar bieden geen totaaloverzicht van het potentieel.

Aan Ecorys is vervolgens gevraagd om **gestructureerd en gekwantificeerd de maatschappelijke effecten in beeld te brengen wat investeren in slimme en duurzame verstedelijking oplevert**, door het versnellen van de toepassing van digitale technieken en diensten in 44 gemeenten (G40 + G4). Aanleiding is de grote opgaven van **verstedelijking**, te combineren met **verbetering van het klimaat** en de **informatiesamenleving** te stimuleren.

Impact assessment met denken in nulalternatief en projectalternatieven

Het doel van de studie is om de potentiële impact van investeringen in Smart City concepten in kaart te brengen. Hierbij gaat het zowel om financiële als maatschappelijke effecten. Aangezien niet alle maatschappelijke effecten van een project zijn meegenomen in de berekeningen, is er geen sprake van een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA).

Er is echter wel, volgens het denkkader van een MKBA, gebruik gemaakt van een nulalternatief en een projectalternatief. Een nulalternatief schetst de meest waarschijnlijke toekomstige ontwikkeling zonder nieuw beleid of een nieuw project. Dat wil niet zeggen dat de wereld in de toekomst 'net zoals nu' zal zijn; er zijn immers ook autonome ontwikkelingen gaande los van Smart City concepten. De kern van het gehanteerde nulalternatief is dat gebiedsontwikkeling met name via 'Nieuwe uitleg' plaatsvindt. In deze studie worden er daarnaast twee projectalternatieven gehanteerd. In het projectalternatief 'Inbreiden Traditioneel' wordt de nadruk weliswaar op meer verdichting gelegd, maar via traditionele stedenbouwkundige principes. In het tweede projectalternatief genaamd 'Inbreiden Slim', staan Smart City concepten centraal.

¹ CapGemini (maart 2021), SAMENWERKING G40 EN RIJK: SLIMME DUURZAME VERSTEDELIJKING: Digitalisering inzetten op maatschappelijke opgaven en kansen bieden aan het Nederlandse bedrijfsleven.

Gebruik van draaiknoppen

In de impact assessment staat de 'verhaallijn' van de bovengenoemde verstedelijkingsalternatieven vast, maar er moeten nog wel aannames worden gedaan over de kenmerken van de toekomstige stad. Hier ontstaat een keuzemogelijkheid: bijvoorbeeld hoeveel woningen er in de toekomst zullen bij komen, hoeveel de stedelijke dichtheid zal toenemen, hoeveel mobiliteitshubs erbij zullen (moeten) komen, enzovoort. De keuze voor deze aantallen, bepaalt de uitkomsten van de impact assessment en fungeert daarmee als het ware als een draaiknop. In onze analyse hebben we de draaiknoppen bepaald op basis van wat het meest realistisch past bij het betreffende verstedelijkingsalternatief, maar uiteindelijk betreft het hierbij ook beleidsmatige keuzes. De draaiknoppen zouden dus theoretisch gezien ook op de meest 'optimale' waarde gezet kunnen worden, die de hoogste welvaartseffecten oplevert.

Aanvullende optimalisatiemogelijkheden

Het verschil in uitkomsten tussen het 'de Nieuwe Uitleg' en 'Inbreiden Slim' kan gezien worden als de potentiële impact van Smart City concepten. In het projectalternatief is echter uitgegaan van een 'basale' implementatievorm met daarin de belangrijkste Smart City concepten. Er zijn aanvullende implementatievormen denkbaar, zoals bijvoorbeeld toepassing van yield management in het OV². Door middel van dergelijke optimalisatiemogelijkheden kan de potentiële impact van Smart City concepten verder vergroot worden ten opzichte van het basisalternatief. De optimalisatiemogelijkheden zijn niet doorgerekend, maar komen in dit rapport wel met kwalitatieve voorbeelden – uit binnen- en buitenland - aan bod.

De verkenning laat zien dat de domeinen met elkaar samenhangen – vanuit mobiliteit en energie kan gestuurd worden op de woningbouwopgave en omgekeerd. Alleen door een integrale aanpak komen de effecten tot stand. Hieronder zijn de belangrijkste effecten per domein beschreven.

Ruimte: meer groen en hogere productiewaarde door maximaal verdichten en mengen

- Door vanuit het ontwerpprincipes van maximale verdichting binnen de bestaande bebouwingen extra woningen realiseren, ontstaat er ruimtewinst. Er blijft groen behouden in het buitengebied en daarnaast wordt extra groen gecreëerd in de steden, die een maatschappelijk waarde vertegenwoordigen.
- Door vanuit het principe van maximaal mengen van functies en veranderen van bestaande functies, gebieden slim te ontwerpen en meervoudig ruimtegebruik in het openbare gebied te stimuleren, worden aantrekkelijke binnenstedelijke gebieden gecreëerd. De hoge dichtheid die hier ontstaat, leidt tot agglomeratie-effecten, uitgedrukt in een hogere productiewaarde per werknemer.

Mobiliteit: fysieke ruimte en een betere leefomgeving door 'actieve mobiliteit'

- De genoemde ruimtelijke ontwerpprincipes worden gecombineerd met vormen van actieve mobiliteit (o.a. mobiliteitshubs aan de randen van de steden), waarbij er (door minder autobezit) fysiek ruimte wordt gewonnen in de (binnen-)steden. De effecten hiervan zijn in het ruimtelijke domein tot uitdrukking gebracht in de vorm van behoud van en meer groen in en rond de steden.
- Als gevolg van minder autogebruik, ontstaat er tevens minder geluidsoverlast, betere luchtkwaliteit en een betere verkeersveiligheid in de steden. Tevens wordt de sociale veiligheid verbeterd, omdat er meer wordt gelopen en gefietst.
- De actievere levensstijl die zo ontstaat, met meer lopen en fietsen, leidt aanvullend tot een betere gezondheid en een beter woonklimaat.

² Revenue management of yield management is een vorm van prijsbepaling die gebruikmaakt van prijselasticiteit. Het optimale aantal producten wordt aangeboden aan het juiste aantal klanten tegen de beste prijs. Denk bijvoorbeeld aan last minute aanbiedingen.

Mobiliteit: korte termijn extra investeren in mobiliteitshubs, op termijn besparingen mogelijk

- In het slimme inbreidingsalternatief zijn (forse) extra investeringen in mobiliteitshubs nodig. Deze hubs kunnen (deels) worden gefinancierd door private partijen. Het blijven hiermee kosten voor de maatschappij, maar de investering kan wel worden terugverdiend met een positieve exploitatie. De benodigde investeringen voor de overheid kunnen op deze manier worden beperkt;.
- In deze studie is in de berekeningen geen rekening gehouden met mogelijk lagere investeringen als gevolg van slim inbreiden. De verwachting is dat er (op de langere termijn) eventueel ook besparingen op investeringen in mobiliteit kunnen worden gerealiseerd door slim in te breiden, bijvoorbeeld door minder weginfrastructuur aan te leggen en/of minder extra bus of tramlijnen te realiseren. In welke situatie, en in welke mate, deze besparingen daadwerkelijk kunnen worden gerealiseerd, is op basis van thans beschikbare studies niet te bepalen. Het ligt niet voor de hand dat de totale investeringslast van de slimme oplossing lager worden dan het investeringsvolume van de traditionele inbreiding. Er blijven immers in beide alternatieven forse investeringen in (OV-)infrastructuur noodzakelijk.

Energie: lagere energierekening en externe effecten door compact bouwen

- Als gevolg van de verdichting en een veranderende woningmix (meer gestapelde woningen in stedelijke gebieden), zal de vraag naar energie voor warmte afnemen. Kleinere gestapelde woningen hebben immers minder energie nodig om de woningen te verwarmen dan grotere vrijstaande woningen. Naarmate er in de alternatievenalternatieven meer verdichting plaatsvindt, zal de vraag naar energie voor warmte verder afnemen. Naast het veranderen van de energiemix kan de energieprestatie van woningen extra verhoogd worden met het opstellen van hoge isolatie-eisen. Deze ontwikkelingen leiden tot een financieel effect van de verdichting, in de vorm van lagere energielasten. Tevens is er een maatschappelijk effect in de vorm van lagere CO₂-emissies;
- Als gevolg van het toenemende gebruik van Zon-PV op de daken van nieuwbouwwoningen, wordt de energiemix duurzamer. Dit leidt tot een afname van negatieve externe maatschappelijke effecten van energieopwekking in de vorm van uitstoot van fijnstof, NO_x en CO₂. Ook is er een financieel effect in de vorm van bespaarde energiekosten voor de bewoners. Omdat woningen zelf goedkope elektriciteit produceren hoeven ze geen elektriciteit af te nemen van het elektriciteitsnet.

Energie: investeringen in zon-PV en slimme netten

- Ondanks dat er minder dak oppervlak beschikbaar is als gevolg van meer gestapelde woningen, wordt er toch meer in zon-PV geïnvesteerd. Dat komt omdat de adoptiegraad voor zon-PV hoog is als gevolg van efficiënt benutting van het dak door energiecoöperaties (samen investeren in zon-PV op het beperkte beschikbare dakoppervlak). Naarmate er in de alternatieven meer geïnvesteerd wordt in zon-PV zullen zowel de financiële als maatschappelijke baten evenredig toenemen;
- Fluctuerend aanbod als zonnestroom leidt traditioneel gezien tot investeringen in de capaciteit van de energie-infrastructuur. Met slimme netten kunnen fluctuaties in de vraag en aanbod van energie beter op elkaar afgestemd worden, waarmee capaciteitsuitbreidingen voorkomen kunnen worden.

Maatschappelijk gezien levert inbreiden meer op dan ontwikkelen buiten de stad

Het is maatschappelijk gezien verstandiger om in te breiden in bestaand stedelijk weefsel dan de benodigde extra woningen buiten de steden te ontwikkelen. Er ontstaat per saldo naar schatting een maatschappelijke meerwaarde van circa 1,2 miljard euro over de gehele periode tot 2050, indien dit op de 'traditionele wijze' wordt uitgevoerd. Er zijn meer investeringen voor nodig (circa

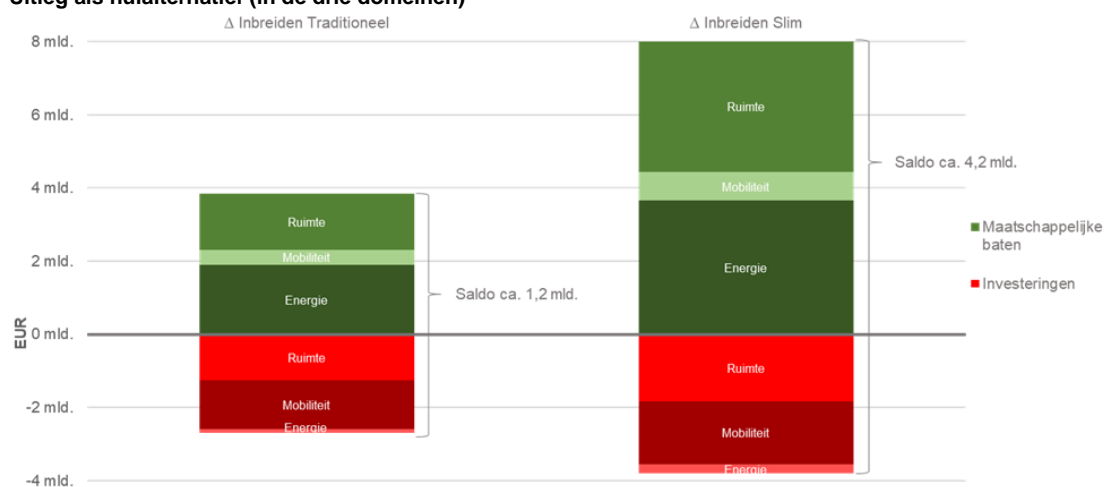
2,7 miljard euro), maar dit wordt gecompenseerd door de maatschappelijke effecten, die kunnen oplopen tot bijna 4 miljard euro tot 2050.

Meerwaarde van 'slim' inbreiden is substantieel ten opzichte van 'traditioneel' inbreiden

Uit de analyse blijkt tevens dat indien de inbreiding wordt gecombineerd met slimme oplossingen, er een substantiële meerwaarde ontstaat van ruim 4 miljard euro. De investeringen lopen verder op tot bijna 4 miljard euro, maar hier staan ruim 8 miljard aan baten tegenover.

De maatschappelijke meerwaarde van de slimme oplossingen wordt inzichtelijk indien de twee inbreidingsalternatieven met elkaar worden vergeleken. Hieruit blijkt tevens dat het kiezen voor slimme oplossingen voor duurzame verstedelijking op termijn substantieel meer waarde genereert voor de maatschappij dan dit op een meer traditionele manier te doen. Het verschil bedraagt bijna 3 miljard euro (4 miljard versus ruim 1 miljard euro). Onderstaand figuur geeft de resultaten weer:

Figuur S.1: Maatschappelijke meerwaarde van Inbreiden Traditioneel en Slim ten opzichte van Nieuwe Uitleg als nulalternatief (in de drie domeinen)



Veel leefbaarheidseffecten zijn nog niet afdoende gekwantificeerd

Een deel van de benoemde effecten, zijn binnen deze verkennende impactstudie niet gekwantificeerd. Er is immers geen volledige maatschappelijke kosten-batenanalyse uitgevoerd. Dit betekent dat de maatschappelijke meerwaarde van de slimmer oplossingen nog verder kunnen toenemen, indien deze leefbaarheidseffecten (bijvoorbeeld sociale veiligheid en gezondheid) ook worden meegekomen.

Verdeling van de effecten: overheden investeren in positieve effecten voor de burger

Zoals bij vele investeringen in grootschalige integrale oplossingen, komen de maatschappelijke effecten van de inbreidingsalternatieven niet altijd terecht bij degene die investeert. Voor de huiseigenaren is de business case zeer positief. Zij profiteren vooral van een lagere energierekening en woonkosten omdat ze kleiner gaan wonen. De gemeente investeert mee, maar profiteert niet direct (in financiële zin). De meerwaarde voor de gemeenten wordt gevormd door de positieve effecten voor de maatschappij als geheel (betere leefomgeving, klimaat), waar hun inwoners deel van uitmaken. Dit geldt ook voor het Rijk, de benodigde investeringen worden "terugverdiend" door de positieve maatschappelijke effecten. De aanname is voorlopig dat het bedrijfsleven beperkt (mede)investeert in de mobiliteitshubs, en dat de exploitatie van de hub budgetneutraal verloopt. In de praktijk zal de investering en exploitatie van de mobiliteitshubs waarschijnlijk in de vorm van publiek-private samenwerking verlopen. Eventueel zijn er dus mogelijkheden voor de overheden om op termijn te besparen op investeringen in mobiliteit, maar dit is nog ongewis.

Digitalisering voor Nederlandse samenleving optimaal benutten

De digitalisering van de samenleving is een autonome trend, waarvan de we kansen optimaal moeten gaan benutten. Digitalisering vormt een belangrijk 'fundament' voor de bouw van slimme en duurzame steden, waarmee de gewenste verdichtingsopgave effectief mogelijk wordt gemaakt. Voor de overheid is daarbij sprake van een win-winsituatie. De overheid moet investeren, maar kan meeliften op investeringen die bedrijven al doen uit eigen beweging (denk aan bijv. 5G) en nieuwe mobiliteitsdiensten. Tevens kan de overheid hiermee tegemoetkomen aan de veranderende woning- en mobiliteitsbehoefte van burgers, en, op termijn, kosten besparen op eigen asset management. Deze studie geeft een indicatieve, maar overtuigende, onderbouwing dat een sterke inzet op inbreiden met behulp van digitalisering een grote maatschappelijk meerwaarde biedt.

Verkennend karakter, geen MKBA

De uitvoering en resultaten van deze studie hebben een verkennend karakter. Er is geen maatschappelijke kosten-batenanalyse uitgevoerd volgens de leidraad omdat er geen concrete investeringsimpuls of beleidswijziging voorhanden is. Wel is indicatief aangegeven welke extra investeringen er gemaakt moeten worden om (slim) in te breiden in de huidige steden en wat dit in potentie kan opleveren. Op deze wijze moeten de resultaten ook worden geïnterpreteerd.

Verschillenanalyse, geen inzicht in totale investeringen

De analyse is uitgevoerd door de verschillen tussen alternatieven te bepalen. Dit betekent dat er geen inzicht is in de totale benodigde investeringen per alternatief, maar wordt wel inzicht geboden in de extra investeringen die de inbreidingsalternatieven vragen - en de extra baten - die deze alternatieven opleveren ten opzichte van nieuwe uitleg. Dit komt onder meer doordat gerekend is met het verschil in de uitkomsten van de grondexploitatie per woning. Dit is al een saldo van investeringen en opbrengsten, waardoor de totale benodigde investering uit beeld is.

Realiteitsgehalte van slimme oplossingen nog ongewis: toetsen in de praktijk

De tijdshorizon van de alternatieven is 2040 tot 2050, ver vooruit dus. We hebben daarom uiteraard (forse) aannames moeten maken over de toekomstige situatie in de verschillende alternatieven. De gevoeligheidsanalyse geeft al aan dat een aantal aannames bepalend zijn voor de resultaten, zowel ten aanzien van autonome ontwikkelingen als tussentijdse beleids- en ontwerpkeuzen t/m 2040/50 op alle overheidsniveaus (nationaal/regionaal/lokaal).

Vooraf het realiteitsgehalte van de mogelijkheden van inbreiden zijn natuurlijk ongewis. Er zijn wel studies die aangeven dat er voldoende mogelijkheden zijn op een fors aantal woningen in het stedelijk gebied te plaatsen³. Dit is uiteraard sterk situatieafhankelijk en vraagt lokaal maatwerk. De vraag is echter niet alleen of het ruimtelijk past, maar bovenal of de toekomstige bewoner het ziet zitten om in een dergelijke omgeving te wonen, werken en recreëren. Dit is en blijft lastig om nu al te bepalen, en moet in de praktijk worden getoetst. De eisen die worden gesteld aan de woning en de woonomgeving zal per doelgroep/segment verschillen. Uit een vergelijking tussen landen blijkt wel dat de gemiddelde Nederlander nu relatief ruim woont.

Wie gaat wat investeren (en wanneer) vraagt nader onderzoek

In deze studie is een korte verkenning gedaan naar de partijen die naar waarschijnlijkheid gaan investeren. Hierbij is geredeneerd vanuit de huidige kennis en ervaringen met investeringen in infrastructuur, en een korte doorkijk naar nieuwe business modellen. Voor een uitgebreid inzicht in de investeringsbereidheid en financieringsmogelijkheden van de investeringen in de verschillende alternatieven is nader onderzoek nodig.

³ KAW (2020), Ruimte zat in de stad. Onderzoek naar beter gebruik van de ruimte die we hebben.

Vertaling naar gemeenten mogelijk, maar vergt maatwerk

De berekening van de investeringen en effecten zijn in deze verkenning bepaald op een hoog geografisch schaalniveau van de G40 & G4 gemeenten. Er is gebruik gemaakt van gemiddelde waarden (per woning), zonder echt rekening te houden met de specifieke kenmerken van de individuele gemeenten. De wijze van berekening, biedt echter wel mogelijkheden om een vertaalslag te maken naar een specifieke gemeente. Hierbij zijn er naar verwachting grote verschillen per gemeente in de bestaande situatie en uitvoeringskeuzes, waardoor dit veel maatwerk vergt.

1 Context en vraagstelling

Duurzame verstedelijking door slimme oplossingen en investeringen

Recentelijk is een G40 rapport⁴ opgeleverd, waarin enkele effecten van Smart City concepten zijn benoemd en becijferd. Hieruit blijkt bijvoorbeeld dat de ontwikkeling van slimme wijken, waarbij ontwikkelprincipes in samenhang met digitale oplossingen worden toegepast, kunnen leiden tot grote maatschappelijke baten en lagere kosten voor mobiliteitsinfrastructuur. De genoemde effecten in het G40-rapport zijn weliswaar illustratief voor de maatschappelijke effecten die slimme oplossingen voor duurzame verstedelijking kunnen bieden, maar bieden geen totaaloverzicht van het potentieel ten opzichte van het niet optimaal benutten van digitale oplossingen.

Aan Ecorys is vervolgens gevraagd om **gestructureerd en gekwantificeerd de maatschappelijke effecten in beeld te brengen wat investeren in slimme en duurzame verstedelijking oplevert**, door het versnellen van de toepassing van digitale technieken en diensten in 44 gemeenten (G40 + G4)⁵.

Aanleiding is de grote opgaven van **verstedelijking** (woningbouw van 1 miljoen extra woningen binnen 10 jaar), te combineren met **verbetering van het klimaat** (zowel beperking van uitstoot als maatregelen om adaptatie te organiseren en uit te voeren) en de **informatiesamenleving** te stimuleren (digitalisering, automatisering, sensing, besturing, online samenleving, platform- en data-economie).

De scope van de effectbepaling is gefocust op slimme oplossingen in het **fysieke domein**, gericht op de **lange termijn (2035/40)**, opgesplitst in drie deeldomeinen:

Integrale benadering vanuit drie fysieke domeinen

In deze studie staan de drie fysieke domeinen ruimte, mobiliteit en energie centraal. Per domein wordt onderzocht de belangrijkste (digitale) ontwikkelingen geschetst volgens de principes van slimme en duurzame verstedelijking, waarbij nadrukkelijk aandacht besteed aan de (noodzakelijke) samenhang tussen deze ontwikkelingen.

Ruimte

- Vanuit ontwerpprincipes van maximale verdichting binnen de bestaande bebouwingen extra woningen realiseren.
- Vanuit het ontwerpprincipe van maximaal mengen van functies en veranderen van functies, meervoudig ruimtegebruik in het openbare gebied waarbij digitalisering kan worden ingezet om functies per tijdvak te veranderen en het gebruik en impact digitaal te monitoren en bijsturen.

Mobiliteit

- Uitgangspunt is meer lopen en fietsen, gezondere leefomgeving en woonklimaat.
- Verderegaande transformatie naar actieve mobiliteit, hoog geautomatiseerde vervoermiddelen, hubs (personen en goederen) in wijken en aan standsronden, deelmobiliteit (peer2peer, alle vervoermiddelen t/m WMO vervoer en alternatief voor lease auto's).

⁴ CapGemini (maart 2021), SAMENWERKING G40 EN RIJK: SLIMME DUURZAME VERSTEDELIJKING: Digitalisering inzetten op maatschappelijke opgaven en kansen bieden aan het Nederlandse bedrijfsleven.

⁵ Digitalisering speelt ook een belangrijke rol in het overheidsbeleid gericht op krimpregio's, bijvoorbeeld bij het ondervangen van teruglopende voorzieningen, zoals E-health en sociale netwerken. Deze studie richt zich echter primair op de verstedelijkingsopgave in de G44.

- Inzet van Mobility as a Service, voertuig-infrastructuur communicatie, hoog gedigitaliseerde logistiek en transport, innovatieve producten en organisatievormen (coöperaties, peer-2-peer), aanzienlijke verlaging van parkeernormen.

Energie

- verdergaande lokale opwekking van energie, load balancing, smart grids, elektrificatie;
- maximale uitstoot reductie, energiebesparing, adaptatiemaatregelen (opvang neerslag, verminderen hitte stress).

Scopeafbakening

Deze studie is in een relatief kort tijdsbesprek tot stand gekomen en heeft een verkennend karakter. De scope van het onderzoek is als volgt afgebakend:

- De focus van de opdracht ligt bij de **gezamenlijke directe effecten** van de Smart City concepten. De effecten worden benoemd en (zo veel mogelijk) doorgerekend op basis van kengetallen en praktijkcases in de drie domeinen 'energie', 'mobiliteit' en 'ruimte'.
- Er is aandacht besteed aan **zowel de initiële kosten als de beheer/exploitatiekosten** die deze inzet met zich meebrengt.
- We geven een doorkijk naar optimalisatiemogelijkheden in de (verre) toekomst, zoals yieldmanagement en datagedreven besluitvorming. Hiervan worden voorbeelden benoemd, geen berekeningen gemaakt.
- De indirecte effecten, doorwerkend in het **brede welvaartsbegrip**, worden en passant meegenomen / benoemd indien deze worden geconstateerd tijdens de uitvoering, maar hier is **geen nader onderzoek** naar uitgevoerd.

De analyse bevat nadrukkelijk **geen maatschappelijke kosten-batenanalyse** van een overheidsprogramma of investeringsbesluit. Er wordt geen kosten-batentabel opgesteld of een kosten-batenratio berekend. Wel kijken we nadrukkelijk naar de gezamenlijke effecten en de samenhang/synergie en benoemen we eventuele dubbelingen tussen de effecten. De effecten geven we weer in benodigde extra investeringen, potentiële effecten en de meerwaarde (verschil tussen effecten en investeringen).

Wat is een Smart City / Smart Society, en waarmee maken we de vergelijking?

Voor het begrip Smart City sluiten we aan bij VN-definitie die is gebruikt in de genoemde G40-studie. Een Smart City wordt door de VN gedefinieerd als *“Een innovatieve stad die informatie- en communicatietechnologie toepast samen met andere middelen om de kwaliteit van leven, efficiëntie van stedelijke diensten en services en concurrentiekracht te verbeteren en om te voorzien in de behoeften van huidige en toekomstige generaties op economische, sociale, milieu- en culturele aspecten.”*

Onder de naam Smart Society werkt VNG samen met gemeenten, bedrijven en kennisinstellingen aan het faciliteren en benutten van de digitaliseringskansen. Publieke waarden staan hierbij centraal en worden gekoppeld aan innovatieve oplossingen uit het bedrijfsleven. In 2019 kwamen meer dan 80 partijen bijeen (gemeenten, ondernemers en wetenschap) om van gedachten te wisselen en uit te spreken dat ze gaan samenwerken aan de smart society van Nederland. Dit resulteerde onder meer in een omarming van de gezamenlijk steunverklaring Smart Society. Centrale begrippen in deze verklaring zijn:

- verantwoorde en vooruitstrevende inzet van data en technologie;
- integrale oplossingen voor opgaven in alle sectoren;
- meer kennisuitwisseling en opschaling;
- van collectief leiderschap naar een gezond en innovatief ecosysteem.

Uitgangspunt is dat de datarevolutie en de informatiesamenleving volop kansen bieden aan de lokale overheid, o.a. door met data de eigen inwoners en ondernemers beter te leren kennen en de dienstverlening aan hen op een hoger peil te brengen. Het doel is om kennis over datagedreven werken en de informatiesamenleving samen met gemeenten te genereren, te bundelen en te delen (bron: VNG Realisatie).

We vergelijken de maatschappelijk effecten van **slimme, innovatief ontworpen, compacte steden** (waarin er maximaal gebruik is gemaakt van transformaties van de bestaande ruimte in de stad zelf, vergroening, en het gebruik van de fiets en lopen) met een **traditionele invulling van de compacte stad** (waarin het OV-leidend is voor de mobiliteit) en een (historische) wijze van verstedelijking waarin de **ruimte in het buitengebied** wordt gezocht (nieuwe uitleg) en waarbij de auto dominant is als vervoerwijze. Door deze dubbele vergelijking, wordt inzichtelijk gemaakt wat de effecten zijn van de compacte stad 'an sich', maar juist ook wat de meerwaarde is van de slimme oplossing.

Het volgende figuur 1.1 geeft aan van welke (ontwerp)principes in de analyse is uitgegaan.

Figuur 1.1: Grafische weergave van de alternatieven die in deze studie worden vergeleken

	Nieuwe uitleg	Traditioneel inbreiden	Slim inbreiden
Wijze verstedelijking			
Belangrijkste wijze mobiliteit			
Energieproductie en -organisatie			
Inspiratie			

De **wijze van verstedelijking** verschilt per alternatief. Voor 'nieuwe uitleg' is uitgaan van een relatief groot aandeel woningbouw in nieuwe uitleggebieden, aan de randen van de steden. In het 'traditioneel inbreiden' alternatief gaan we er van uit dat een groot deel van de nieuwe woningen wordt gerealiseerd in het stedelijk gebied. De dichtheid in het stedelijk gebied neemt toe. In het 'slim inbreiden' alternatief is dit aandeel nog hoger, waarbij met een nog hogere dichtheid wordt gerekend.

In het alternatief 'nieuwe uitleg' blijft de (elektrische)auto voor de **mobiliteit** dominant, terwijl in het traditionele inbreiden alternatief het OV een groot deel van de reizen overneemt. Voor het slimme alternatief gaan we uit van een 'walkable city', met lopen en fiets als belangrijkste mobiliteitsvormen in de stedelijke centra.

Ook de energieproductie en wijze van organiseren is verschillend. Het aandeel van Zonnepanelen op daken neemt bijvoorbeeld toe van 35, naar 50 en zelfs 86% in het slimme alternatief. In het nieuwe uitleg alternatief is er nog sprake van de traditionele manier van energietoelevering- en afname, met behulp van contracten tussen gebruikers en leveranciers. Energiecoöperaties krijgen een rol in de beide inbreidingsalternatieven, waarbij er in het slimme alternatief ook gebruik wordt gemaakt van slimme netten.

De benodigde [inspiratie](#) en gegevens om de alternatieven uit te kunnen werken, zijn opgedaan door gebruik te maken van relevante studies, zoals bijvoorbeeld de EIB-studie 'Ruimtelijke ordening en bouwlocaties: de potentie van woningbouw in de groene omgeving' (nieuwe uitleg) en de MKBA MOVV voor het traditionele alternatief (met OV als dominante modaliteit). Voor het slimme alternatief is geput uit ervaringen met enkele relevante gebiedsontwikkelingsprojecten, zoals de Merwede-kanaalzone in Utrecht en Crailo in de gemeenten Gooise Meren, Hilversum en Laren.

Meer details over de alternatieven en hoe wij het onderzoek hebben uitgevoerd, leest u in hoofdstuk 2.

2 Methodiek en aanpak

2.1 Gehanteerde methodiek

Impact assessment met denken in nulalternatief en projectalternatieven

Het doel van de studie is om de potentiële impact van investeringen in Smart City concepten in kaart te brengen. Hierbij gaat het zowel om financiële als maatschappelijke effecten. Aangezien niet alle maatschappelijke effecten van een project zijn meegenomen in de berekeningen, is er geen sprake van een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA).

Er is echter wel volgens het denkkader van de MKBA gebruik gemaakt van een nulalternatief en een projectalternatief. Een nulalternatief schetst de meest waarschijnlijke toekomstige ontwikkeling zonder nieuw beleid of een nieuw project. Dat wil niet zeggen dat de wereld in de toekomst 'net zoals nu' zal zijn; er zijn immers ook autonome ontwikkelingen gaande los van Smart City concepten. De kern van het gehanteerde nulalternatief is dat gebiedsontwikkeling met name via 'Nieuwe uitleg' plaatsvindt. In deze studie worden er daarnaast twee projectalternatieven gehanteerd. In het projectalternatief 'Inbreiden Traditioneel' wordt de nadruk weliswaar op meer verdichting gelegd, maar via traditionele stedenbouwkundige principes. In het tweede projectalternatief genaamd 'Inbreiden Slim', staan Smart City concepten centraal. Aan een nadere toelichting op het nulalternatief en de twee projectalternatieven is een volgende paragraaf (2.2) gewijd, waarin de gehanteerde principes en rekenkundige parameters worden beschreven.

Gebruik van draaiknoppen

In de impact assessment staat de 'verhaallijn' van de bovengenoemde verstedelijkingsalternatieven vast, maar er moeten nog wel aannames worden gedaan over de kenmerken van de toekomstige stad. Hier ontstaat een keuzemogelijkheid: bijvoorbeeld hoeveel woningen er in de toekomst zullen bij komen, hoeveel de stedelijke dichtheid zal toenemen, hoeveel mobiliteitshubs er worden gerealiseerd, enzovoort. De keuze voor deze aantallen, bepaalt de uitkomsten van de impact assessment en fungeert daarmee als het ware als een draaiknop. In onze analyse hebben we de draaiknoppen bepaald op basis van wat het meest realistisch past bij de betreffende verstedelijkingsalternatief, maar uiteindelijk betreft het hierbij ook beleidsmatige keuzes. De draaiknoppen zouden dus theoretisch gezien ook op de meest 'optimale' waarde gezet kunnen worden, die de hoogste welvaartseffecten oplevert.

Aanvullende optimalisatiemogelijkheden

Het verschil in uitkomsten tussen het 'de nieuwe Uitleg' en 'Inbreiden Slim' kan gezien worden als de potentiële impact van Smart City concepten. In het projectalternatief is echter uitgegaan van een 'basale' implementatievorm met daarin de belangrijkste Smart City concepten. Er zijn aanvullende implementatievormen denkbaar, zoals bijvoorbeeld toepassing van yield management. Door middel van dergelijke optimalisatiemogelijkheden kan de potentiële impact van Smart City concepten verder vergroot worden ten opzichte van het basisalternatief. De optimalisatiemogelijkheden zijn niet doorgerekend, maar komen in dit rapport wel met kwalitatieve voorbeelden – uit binnen- en buitenland - aan bod.

Tijdpad en geografische scope

In hoofdstuk 1 werd al benadrukt dat Nederland een verstedelijkingsopgave kent met de toevoeging van bijna 1 miljoen woningen aan de woningvoorraad tot 2030. Het zou voor een impact assessment echter niet passend zijn om alleen de komende tien jaar te analyseren. Investerings in het fysieke domein hebben immers een lange terugverdientijd. De potentiële baten komen daarna pas goed tot uiting. Daarom is besloten om aan te nemen dat *de komende tien jaar (tot 2030) Smart City concepten worden geïmplementeerd; de aanlegkosten hebben dus betrekking op de periode 2021-2030. De beheerkosten en baten zijn doorgetrokken tot 2050. De totale effecten zijn gebaseerd op de periode 2030-2050.*

De resultaten zijn in het onderzoeksproces eerst geanalyseerd per nieuw te bouwen woning (in het geval van de domeinen Ruimte en Mobiliteit) of bestaande, te verduurzamen woning (domein Energie). Vervolgens zijn deze resultaten opgeschaald naar het niveau van 44 Nederlandse gemeenten: de vier grootste gemeenten en de G40.

Om te waarborgen dat de effectberekening recht doet aan de verschillende mate van verstedelijking en complexiteit binnen de genoemde gemeenten in de uitgangssituatie, zijn de effecten apart en met andere kengetallen berekend voor de hoogstedelijke gemeenten binnen de G4 + G40 (zie tabel 2.1) en daarnaast voor de overige, meer suburbane gemeenten (zie ook bijlage I). Om te bepalen welke gemeenten tot de categorie 'hoogstedelijk' behoren is gebruik gemaakt van de stedelijkheidsgraad die het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) hanteert.

Tabel 2.1: Geografische scope

G4	G40	G40
Hoogstedelijk	Hoogstedelijk	Suburbaan
Amsterdam, Den Haag, Rotterdam en Utrecht	Delft, Dordrecht, Eindhoven, Haarlem, Hilversum, Leiden, Maastricht, Schiedam, Tilburg en Zoetermeer	Alkmaar, Almelo, Almere, Alphen aan den Rijn, Amersfoort, Apeldoorn, Arnhem, Assen, Breda, Deventer, Ede, Emmen, Enschede, Gouda, Groningen, Haarlemmermeer, Heerlen, Helmond, Hengelo, 's-Hertogenbosch, Hoorn, Leeuwarden, Lelystad, Nijmegen, Oss, Roosendaal, Sittard-Geleen, Venlo, Zaanstad en Zwolle

2.2 Beschrijving van de drie alternatieven

In hoofdstuk 1 zijn al kort de verschillende projectalternatieven en bijbehorende ontwerpprincipes geïntroduceerd. Onderstaande tabel gaat dieper in op welke onderdelen de scenario's van elkaar afwijken, en geeft weer hoe de eindbeelden er met andere keuzes uitzien.

Tabel 2.2 Eigenschappen verstedelijkingsalternatieven

Verstedelijkings-alternatieven	Grote lijnen	Ruimte	Mobiliteit	Energie
Uitbreiden	Nieuwe woningen worden gerealiseerd door te bouwen op nieuwe woonlocaties aan de grenzen van bestaande bebouwing.	<ul style="list-style-type: none"> • Naast binnenstedelijke woningbouw vindt circa 40% van de nieuwbouw ook plaats op uitleglocaties ('in het weiland'); • De bebouwingsdichtheid is gelijk aan recente wijken; • Er wordt op de uitleglocaties groenvoorziening gerealiseerd volgens de huidige stedenbouwkundige norm, en in hoogstedelijk gebied zelfs minder, zoals gebruikelijk. 	<ul style="list-style-type: none"> • Veel parkeerplaatsen; • Weinig investeringen in nieuwe OV-infrastructuur en OV-diensten; • Weinig tot geen deelmobiliteit. 	<ul style="list-style-type: none"> • Isolatie volgens BENG-norm; • Adoptie zon-PV volgens autonome trend.
Inbreiden traditioneel	Nieuwe woningen worden gerealiseerd door te bouwen binnen bestaande bebouwing. In het traditionele inbreidingsalternatief worden veelvoorkomende beleidskeuzes doorgezet richting de toekomst.	<ul style="list-style-type: none"> • Woningbouw vindt alleen plaats in bestaand bebouwd gebied (en dus niet op uitleglocaties); • Om dit te bereiken wordt er in hogere dichtheden gebouwd en een kleiner gemiddeld woonoppervlak; • Er wordt iets meer m² groen per woning gerealiseerd. 	<ul style="list-style-type: none"> • Weinig parkeerplaatsen, voornamelijk in urbane gebieden; • Veel investeringen in nieuwe OV-infrastructuur en nieuwe OV-diensten; • Weinig tot geen deelmobiliteit. 	<ul style="list-style-type: none"> • Isolatie volgens BENG-norm; • Hogere adoptie zon-PV.

Verstedelijkings-alternatieven	Grote lijnen	Ruimte	Mobiliteit	Energie
Inbreiden slim	Net als het voorgaande alternatief worden in dit alternatiefalternatief woningen gerealiseerd door te bouwen binnen bestaande bebouwing. In het slimme inbreidingalternatief worden andere beleidskeuzes gemaakt waardoor de stad leefbaarder, inclusiever, veiliger, en gezonder wordt. Daarnaast wordt de mobiliteits- en logistieke behoefte op een efficiëntere en duurzamere manier ingevuld.	<ul style="list-style-type: none"> • Stedenbouwkundig gezien bouwt dit alternatiefalternatief door op Inbreiden traditioneel, maar met hoger ambitieniveau: <ul style="list-style-type: none"> - Woningbouw in nog hogere dichtheid en nog kleiner gemiddeld woonoppervlak; - Nog meer m² groen per woning. 	<ul style="list-style-type: none"> • De parkeernorm, die gebaseerd is op privéautobezit, wordt vervangen door een deelautonorm of mobiliteitsnorm; • Slimme en gerichte investeringen in ov-infrastructuur en ov-diensten, voornamelijk gericht op de digitalisering en automatisering (het beter benutten van de bestaande infrastructuur); • Uitgebreid aanbod van deeldiensten in hubs aan de rand van de stad en microhubs in de wijk: <ul style="list-style-type: none"> - Voornamelijk deelauto's in suburbane gebieden; - Voornamelijk micro- en actieve mobiliteit in urbane gebieden; - Optimalisering van bouwverkeer en pakketbezorging. 	<ul style="list-style-type: none"> • Isolatie volgens BENG-norm; • Zeer hoge adoptie zon-PV; • Gebruik van slimme netten.

2.3 Aanpak en gebruikte bronnen

Zoals al eerder aangegeven is deze verkennende studie in een kort tijdsbestek uitgevoerd. Er is gebruik gemaakt van een parallelle aanpak, bestaande uit:

- desk research;
- interviews;
- analyse praktijkcases;
- modelbouw en doorrekening effecten;
- rapportage.

Desk research

De basis van het onderzoek is gevormd door een grondige analyse van bestaande studies. Er is uiteraard dankbaar gebruik gemaakt van de G40-studie van CapGemini, maar ook andere relevante studies, zoals bijvoorbeeld de MKBA Schaalsprong MOVV, de MKBA IBO Verstedelijking, Restart onderzoek verduurzaming gebouwde omgeving Rotterdam, Scenario's Energievisie Energieneutraal Utrecht Oost 2030, MKBA van Intelligente Netten, Handelingsperspectief van gemeenten in de energietransitie naar een duurzame warmte- en elektriciteitsvoorziening. In de bijlage is een literatuurlijst opgenomen.

Interviews

Er is een aantal interviews afgenomen met relevante experts, zoals bijvoorbeeld Geert Kloppenburg (journalist en adviseur), Mark Verbeet (adviseur Smart Mobility) en Minze Walvius van Advier (expert slimme mobiliteitconcepten). De interviews hebben zowel bruikbare gegevens voor de berekeningen als aansprekende voorbeelden opgeleverd.

Analyse praktijkcases

Er zijn diverse praktijkcases gestudeerd. Zo is er gebruik gemaakt van de plannen van de gebiedsontwikkeling Crailo, waar met behulp van slimme mobiliteitsconcepten meer groen wordt gerealiseerd in het gebied. Ook is gekeken naar transformatie van de Utrechtse Merwede Kanaalzone, waarin met hogere dichtheden en lage parkeernormen een nieuw stedelijk woongebied wordt gecreëerd. In de rapportage worden deze cases nader toegelicht.

Modelbouw en doorrekening effecten

De gegevens uit de genoemde analyses zijn samengebracht in een integraal rekenmodel, waarmee de maatschappelijke effecten (daar waar mogelijk) zijn bepaald. In het onderdeel methodiek is al beschreven hoe het model op hoofdlijnen is opgebouwd en werkt.

Rapportage

De uitkomsten van het onderzoek zijn verwoord in een bondige rapportage, waarin zowel de resultaten van de berekeningen zijn opgenomen als een aantal sprekende voorbeelden, die meer duidelijk geven aan de effectbepaling. Er is in de rapportage tevens aandacht besteed aan de randvoorwaarden van de effectbepaling.

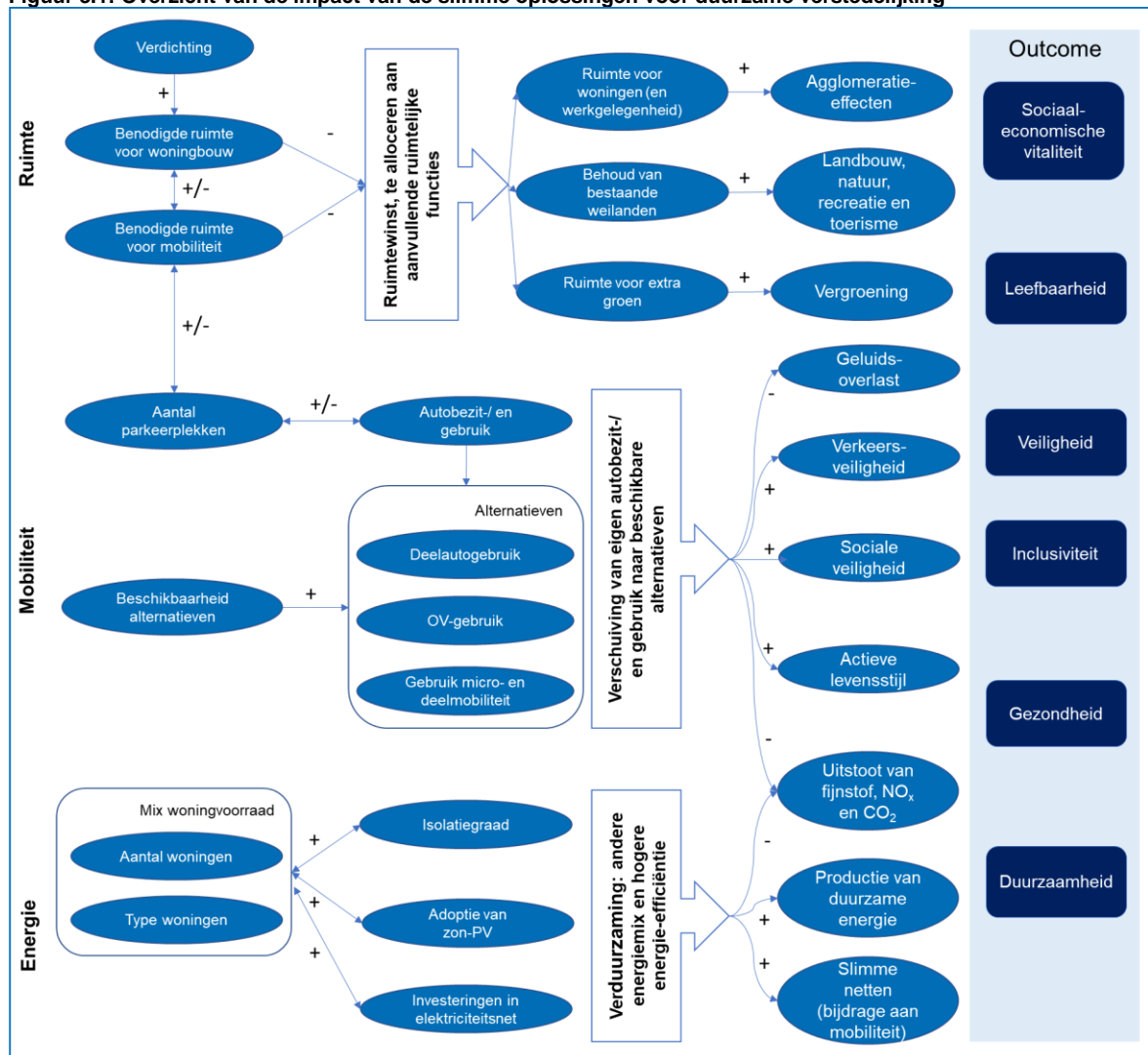
3 Impact van ‘slimme oplossingen voor duurzame verstedelijking’ op hoofdlijnen

3.1 Scope van de effectbepaling

Het doel van deze studie is om (gestructureerd en gekwantificeerd) de maatschappelijke effecten in beeld te brengen wat investeren in slimme en duurzame verstedelijking oplevert, door het versnellen van de toepassing van digitale technieken en diensten in 44 gemeenten (G40 + G4). Zoals al eerder aangegeven, is de aanleiding de grote opgaven van verstedelijking te combineren met verbetering van het klimaat en de informatiesamenleving te stimuleren.

Onderstaand figuur geeft de scope van de effectbepaling weer van de slimme oplossingen in het fysieke domein, gericht op de lange termijn (2035/40), opgesplitst in drie deeldomeinen Ruimte, Mobiliteit en Energie.

Figuur 3.1: Overzicht van de impact van de slimme oplossingen voor duurzame verstedelijking



De figuur laat zien dat de domeinen met elkaar samenhangen – vanuit mobiliteit en energie kan gestuurd worden op de woningbouwopgave en omgekeerd.

Ruimte

- Door vanuit ontwerpprincipes van maximale verdichting binnen de bestaande bebouwingen extra woningen realiseren, ontstaat er ruimtewinst. Er blijft groen behouden in het buitengebied en er wordt extra groen gecreëerd in de steden, welke een maatschappelijk waarde vertegenwoordigen.
- Door vanuit het principe van maximaal mengen van functies en veranderen van bestaande functies, gebieden slim te ontwerpen en meervoudig ruimtegebruik in het openbare gebied te stimuleren, worden aantrekkelijke binnenstedelijke gebieden gecreëerd. De hoge dichtheid die hier ontstaat, leidt tot agglomeratie-effecten, uitgedrukt in een hogere productiewaarde per werknemer.

Mobiliteit

- De genoemde ruimtelijke ontwerpprincipes worden gecombineerd met vormen van actieve mobiliteit (o.a. mobiliteitshubs aan de randen van de steden), waarbij er (door minder autobezit) fysiek ruimte wordt gewonnen in de (binnen-)steden. De effecten hiervan zijn in het ruimtelijke domein tot uitdrukking gebracht in de vorm van behoud van en meer groen in en rond de steden.
- Als gevolg van minder autogebruik, ontstaat er tevens minder geluidsoverlast en een betere verkeersveiligheid in de steden. Tevens wordt de sociale veiligheid verbeterd, omdat er meer wordt gelopen en gefietst.
- De actievere levensstijl, met meer lopen en fietsen, leiden aanvullend tot een gezondere leefomgeving en een beter woonklimaat.

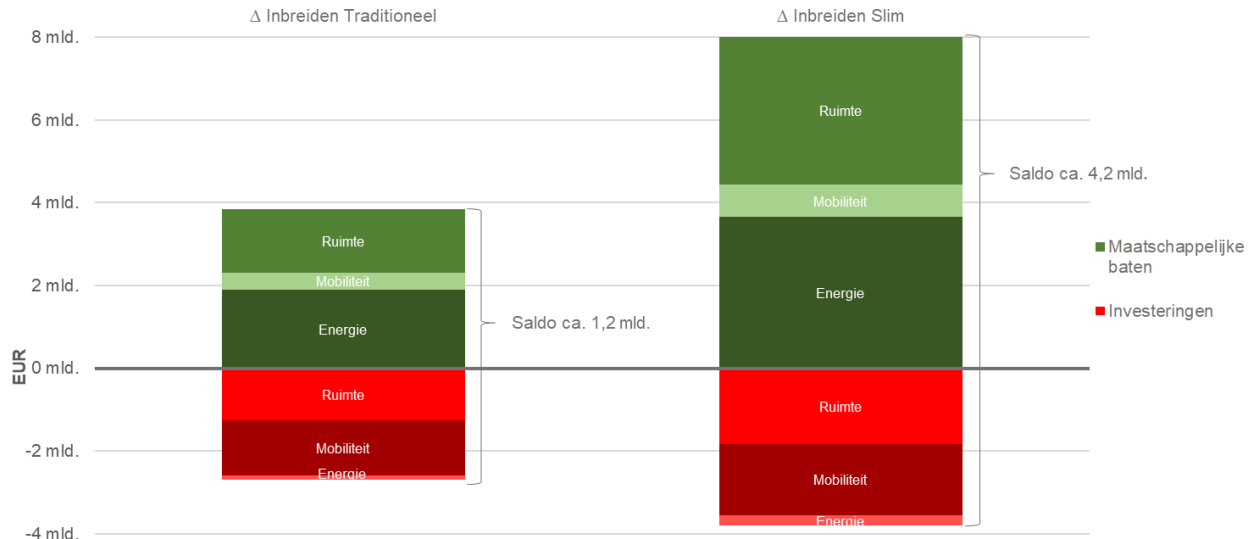
Energie

- Als gevolg van de verdichting en een veranderende woningmix (meer gestapelde woningen in stedelijke gebieden), zal de vraag naar energie afnemen. Kleinere gestapelde woningen hebben immers minder energie nodig om de woningen te verwarmen dan grotere vrijstaande woningen. Naast het veranderen van de energiemix kunnen de energieprestatie van woningen extra verhoogd met het opstellen van hoge isolatie-eisen. Deze ontwikkelingen leiden tot een financieel effect van de verdichting, in de vorm van lagere energielasten. Tevens is er een maatschappelijk effect in de vorm van lagere CO₂-emissies.
- Als gevolg van het toenemende gebruik van Zon-PV op de daken van nieuwbouwwoningen, wordt de energiemix duurzamer. Dit leidt tot een afname van negatieve externe effecten van energieopwekking in de vorm van uitstoot van fijnstof, NO_x en CO₂. Ook is er een financieel effect in de vorm van bespaarde energiekosten voor de bewoners. Omdat woningen zelf goedkope elektriciteit produceren hoeven ze geen elektriciteit af te nemen van het elektriciteitsnet.

3.2 Kwantificering van de impact

Bovenstaande effecten zijn grotendeels gekwantificeerd met behulp van kengetallen en rekenregels. De resultaten van deze kwantificering zijn op hoofdlijnen weergegeven in figuur 3.2. In hoofdstuk 4 worden de resultaten van de kwantificering nader uitgewerkt per domein.

Figuur 3.2: Maatschappelijke meerwaarde van Inbreiden Traditioneel en Slim ten opzichte van Nieuwe Uitleg als nul alternatief (in de drie domeinen)



Maatschappelijk gezien levert inbreiden meer op dan ontwikkelen buiten de stad

Het lijkt maatschappelijk gezien verstandiger om in te breiden in bestaand stedelijk weefsel dan de benodigde extra woningen buiten de steden te ontwikkelen. Er ontstaat per saldo naar schatting een maatschappelijke meerwaarde van circa 1,2 miljard euro over de gehele periode tot 2050, indien dit op de ‘traditionele wijze’ wordt uitgevoerd. Er zijn meer investeringen voor nodig (circa 2,7 miljard euro), maar dit wordt gecompenseerd door de maatschappelijke effecten, welke kunnen oplopen tot bijna 4 miljard euro tot 2050.

Meerwaarde van ‘slimme’ oplossingen is substantieel ten opzichte van ‘traditioneel’ inbreiden

Uit de analyse blijkt tevens dat indien de inbreiding wordt gecombineerd met slimme oplossingen, er een substantiële meerwaarde ontstaat van ruim 4 miljard euro. De investeringen lopen verder op tot bijna 4 miljard euro, maar hier staan ruim 8 miljard aan baten tegenover.

De maatschappelijke meerwaarde van de slimme oplossingen wordt inzichtelijk indien de twee inbreidingsalternatieven met elkaar worden vergeleken. Hieruit blijkt tevens dat het kiezen voor slimme oplossingen voor duurzame verstedelijking op termijn substantieel meer waarde genereert voor de maatschappij dan dit op een meer traditionele manier te doen. Het verschil bedraagt bijna 3 miljard euro (4 miljard versus ruim 1 miljard euro).

Alleen een integrale aanpak loont

De figuur laat tevens zien dat er een integrale aanpak nodig is waarbij er wordt geïnvesteerd in de drie verschillende domeinen. De forse baten in het energiedomein kunnen bijvoorbeeld niet worden gerealiseerd zonder de investeringen in het ruimtelijke domein (compact bouwen van energiezuinige woningen). Tegelijkertijd zien we dat de relatief grote investeringen in het mobiliteitsdomein (o.a. de mobiliteitshubs) worden terugverdiend in het ruimtelijke domein, door een beperking van het autobezit en de daarbij behorende vrijkomende parkeerplaatsen. Indien de investeringen en maatschappelijke effecten separaat per domein worden bekeken, is de maatschappelijke meerwaarde niet altijd evident (zoals in het mobiliteitsdomein), en kunnen er verkeerde conclusies worden getrokken.

Benodigde investeringen verschillen sterk per situatie

Hoewel de figuur laat zien dat Inbreiden een aanzienlijke maatschappelijke meerwaarde heeft ten aanzien van 'Nieuwe Uitleg, valt ook op dat de investeringen hoger zijn. Dit komt omdat er forse investeringen nodig zijn in (H)OV en in het Inbreiden 'traditioneel' alternatief en in mobiliteitshubs in het Inbreiden 'slim' alternatief en het negatieve saldo uit de GREX woningbouw bij Inbreiden (zie tabel 3.1). Hierbij moeten wel kanttekeningen bij worden geplaatst:

- In het slimme inbreidingsalternatief zijn (forse) extra investeringen in mobiliteitshubs nodig. Deze hubs kunnen (deels) worden gefinancierd door private partijen. Het blijven hiermee kosten voor de maatschappij, maar de investering kan wel worden terugverdiend met een positieve exploitatie. De benodigde investeringen voor de overheid kunnen op deze manier worden beperkt. In paragraaf 3.3. gaan we hier nog nader op in. Recent nog is de Amsterdam City Logistic Hub verkocht aan ATP, een van de grootste Europese vastgoedontwikkelaars. Er zijn dus marktspelers die graag willen (mede)investeren in hubs, zie ook paragraaf 4.2;
- In deze studie is in de berekeningen geen rekening gehouden met mogelijk lagere investeringen als gevolg van slim inbreiding. De verwachting is dat er op de langere termijn eventueel ook besparingen op investeringen in mobiliteit kunnen worden gerealiseerd door slim in te breiden, bijvoorbeeld door minder weginfrastructuur aan te leggen en/of minder extra bus of tramlijnen te realiseren. In welke situatie, en in welke mate, deze besparingen daadwerkelijk kunnen worden gerealiseerd, is op basis van thans beschikbare studies niet te bepalen;
- Deze studie is gebaseerd op gemiddelden. In specifieke gebieden kunnen de investeringen veel lager zijn, bijvoorbeeld omdat het gaat om het opwaarderen van bestaande knooppunten, in plaats van nieuwe knooppunten, of het intensiveren van de dienstregeling in plaats van uitbreiden van de capaciteit.

Kortom, de investeringen kunnen ook lager zijn in de inbreidingsalternatieven dan bij Nieuwe uitleg, afhankelijk van de situatie.

Veel leefbaarheidseffecten zijn nog niet afdoende gekwantificeerd

Een deel van de benoemde effecten, zoals beschreven in paragraaf 3.1, zijn binnen deze verkennende impactstudie niet gekwantificeerd. Er is immers geen volledige maatschappelijke kosten-batenanalyse uitgevoerd. Dit betekent dat de maatschappelijke meerwaarde van de slimme oplossingen nog verder kunnen toenemen, indien deze leefbaarheidseffecten (bijvoorbeeld sociale veiligheid en gezondheid) ook worden meegekomen.

Draagvlak voor wonen met een hoge dichtheid

Cruciaal is natuurlijk de vraag of mensen ook daadwerkelijk bereid zijn te verhuizen naar een woning met minder oppervlakte, in een dicht bebouwde omgeving, waarbij afstand moet worden gedaan van de eigen auto. Hierbij moet het volgende bedacht worden:

- Ten eerste gaat het om nieuw te ontwikkelen woningen. Mensen verhuizen vaak bij een nieuwe levensfase, en zijn bereid tot verandering. Het is niet dat voor bestaande bewoners ineens de omstandigheden veranderen;
- De verdichte wijk van de toekomst waar hier van uit wordt gegaan is niet te vergelijken met bestaande minder aansprekende voorbeelden van verdichting, zoals in bepaalde naoorlogse woonwijken met veel hoogbouw, waarin het ruimtelijke beeld monotoon en 'versteend' is. Er is meer ruimte voor groen, functiemenging en leefkwaliteit. Daarbij is in deze berekening uitgegaan van gemiddeld vijf woonlagen bij hoogbouw en 20% laagbouw, het gaat dus zeker niet om een 'woud van torenflats';

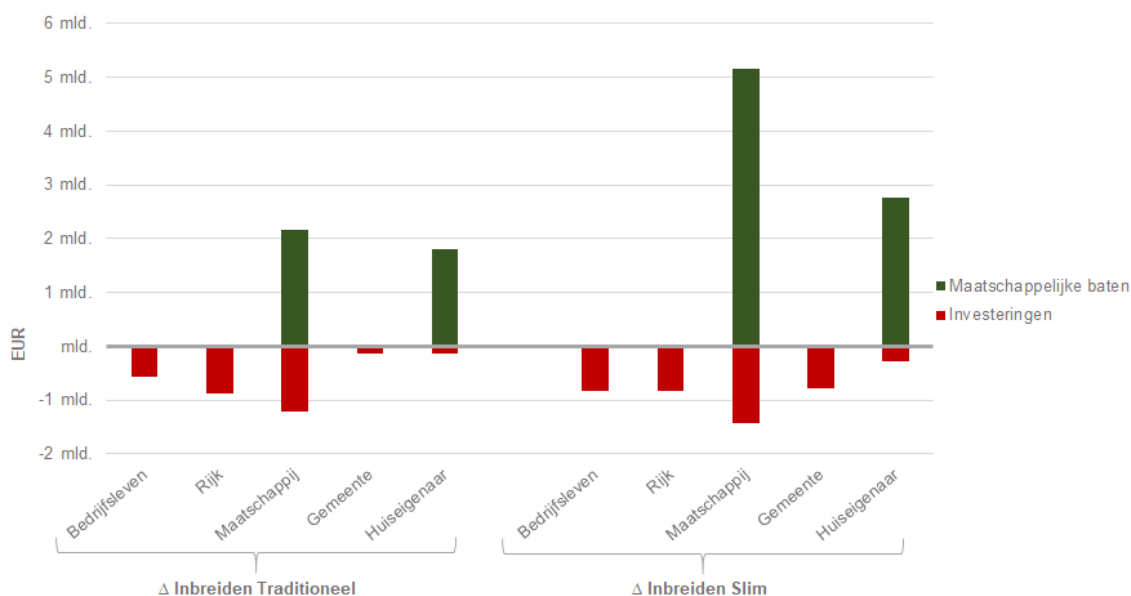
- Uit een vergelijking tussen landen blijkt dat de gemiddelde Nederlander nu relatief ruim woont. Gemiddeld heeft de Nederlander 65 vierkante meter huis per persoon. Daarmee woont de gemiddelde Nederlander een stuk ruimer dan Duitsers, die zo'n 46 vierkante meter per persoon hebben. Een Brit moet het gemiddeld met 44 vierkante meter doen⁶. Er zijn grote verschillen tussen regio's en ook tussen het beschikbare woonoppervlakte naar type huishoudens.

In het volgende hoofdstuk gaan wij hier nog nader op in.

3.3 Verdeling van de investeringen en maatschappelijke meerwaarde over actoren

Zoals bij vele investeringen in grootschalige integrale oplossingen, komen de maatschappelijke effecten van de inbreidingsalternatieven niet altijd terecht bij degene die investeert. Een belangrijke notie, maar de vraag hoe deze verdeling dan uit zal gaan pakken is niet eenvoudig te beantwoorden. In onderstaande figuur is globaal weergegeven hoe de balans per type actor door ons wordt ingeschat.

Figuur 3.3: Verdeling van meer investeringen en meerwaarde over de betrokken actoren



We maken het onderscheid tussen vijf typen van actoren: huiseigenaren, de gemeenten, maatschappij als geheel, het Rijk en het bedrijfsleven. Uit onze analyse komt naar voren blijkt dat alle actoren een bijdrage moeten leveren om de inbreidingsalternatieven te kunnen realiseren, zowel in de traditionele als het slimme inbreidingsalternatief, zonder dat hier altijd baten tegenover staan. Hieruit blijkt nogmaals de noodzaak van een integrale aanpak. Onderstaande tabel geeft aan welke investeringen en maatschappelijke effecten we in beeld hebben gebracht per actor.

⁶ Bron: CBS: Woonoppervlakte in Nederland.

Tabel 3.1 Beschrijving meerinvesteringen en maatschappelijke meerwaarde per actor

Actor	Investerings	Maatschappelijke effecten
Bedrijfsleven	<ul style="list-style-type: none"> • Investerings mobiliteitshub; • Beheer- & Onderhoudskosten mobiliteitshub. 	<ul style="list-style-type: none"> • Exploitatiewinst voorzieningen mobiliteitshub.
Rijk	<ul style="list-style-type: none"> • Investerings mobiliteitssysteem: (H)OV, mobiliteitshubs. 	<ul style="list-style-type: none"> • Accijns.
Maatschappij	<ul style="list-style-type: none"> • Saldo uit GREX woningbouw; • Verlies van weilanden. 	<ul style="list-style-type: none"> • Agglomeratie-effecten; • Extra groen in de stad; • CO₂ baten energieproductie zon-PV (elektriciteit productie); • CO₂ baten veranderde mix nieuwbouw woningen (verlaagde warmtevraag); • Financiële baten slimme netten (vermeden investeringen infra); • Externe effecten mobiliteit (CO₂, lucht, congestie, gezondheid).
Gemeente	<ul style="list-style-type: none"> • Bovenplanse kosten woningbouw; • Aanlegkosten groen; • Beheerkosten groen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Geen directe baten voor de gemeentelijke organisatie, wel de inwoners van de gemeenten?
Huiseigenaar	<ul style="list-style-type: none"> • Investeringskosten zon-PV; • Investeringskosten Isolatie bestaande woningen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Financiële baten energieproductie zon-PV (elektriciteit productie); • Financiële baten veranderde mix nieuwbouw woningen (verlaagde warmtevraag).

Toelichting: bandbreedte tussen Inbreiden Traditioneel (links) en Inbreiden Slim (rechts).

Voor de huiseigenaren is de business case zeer positief. Zij profiteren vooral van een lagere energierekening en woonkosten omdat ze kleiner gaan wonen. De gemeente investeert mee, maar profiteert niet direct (in financiële zin). De meerwaarde voor de gemeenten wordt gevormd door de positieve effecten voor de maatschappij als geheel (betere leefomgeving, klimaat), waar hun inwoners deel van uitmaken. Dit geldt ook voor het Rijk, de benodigde investeringen worden “terugverdiend” door de positieve maatschappelijke effecten. De aanneme is voorlopig dat het bedrijfsleven beperkt (mede)investeert in de mobiliteitshubs, en dat de exploitatie van de hub budgetneutraal verloopt. In de praktijk zal de investering en exploitatie van de mobiliteitshubs waarschijnlijk in de vorm van publiek-private samenwerking verlopen. Eventueel zijn er dus mogelijkheden voor de overheden om op termijn te besparen op investeringen in mobiliteit, maar dit is nog ongewis.

3.4 Geografische spreiding van de meerwaarde

Vervolgens kijken we hoe de meerwaarde geografisch is verdeeld. Ligt een grote meerderheid van de meerwaarde bij de hoogstedelijke gemeentes in urbane gebieden in tegenstelling tot laagstedelijke gemeentes in suburbane gebieden, of is het evenrediger verdeeld? De tabel hieronder presenteert de verdeling voor de meerwaarde van de inbreidingsalternatieven (ten opzichte van het nulalternatief Nieuwe Uitleg) per woning en per verstedelijkingsgraad.

Tabel 3.2 Meerwaarde Inbreiden naar verstedelijkingscategorie

Verstedelijkingscategorie	Inbreiden traditioneel [meerwaarde / woning]	Inbreiden slim [meerwaarde / woning]
Urbaan	+ €4.546	+ €9.535
Suburbaan	+ €3.631	+ €7.171
<i>Delta (urbaan t.o.v sub urbaan)</i>	+25%	+33%

Uit deze tabel kunnen we concluderen dat de meerwaarde van inbreiden ten opzichte van het nulalternatief Nieuwe Uitleg voornamelijk terecht komt bij woningen in urbane gebieden, hoewel ook in suburbaan gebied sprake is van een substantiële meerwaarde. Per domein kan dit als volgt verklaard worden:

- **Ruimte:** De urbane gebieden profiteren in veel grotere mate van agglomeratie-effecten (hogere productiviteit) omdat er een forse toename van de stedelijke dichtheid nodig is om dit effect te bereiken, hetgeen alleen in de stad realistisch is. De suburbane gebieden profiteren naar verhouding juist bijna twee maal zo veel van meer groen per woning dan de urbane gebieden, omdat er in de suburbane gebieden meer ruimte voor beschikbaar is. Netto zorgen deze effecten ervoor dat de urbane gebieden de meeste meerwaarde ontvangen;
- **Mobiliteit:** In urbane gebieden is er sprake van een sterke verschuiving van autogebruik naar openbaar vervoer en kleinere en/of actievere modaliteiten, waar in suburbaan gebied afstanden tot knooppunten groter zijn en de auto een relatief belangrijkere rol speelt. Daarnaast is het aantal beschikbare parkeerplekken lager in urbane gebieden ten opzichte van suburbane gebieden, en wordt er in urbane gebieden dichter op elkaar gebouwd. Hierdoor concentreert de meerwaarde zich voornamelijk rond urbane gebieden;
- **Energie:** In urbane gebieden wonen vaker in meergezinswoningen met een klein oppervlak. Dit in tegenstelling tot mensen die wonen in suburbane gebieden. Daar wonen mensen vaker in vrijstaande woningen met een groter oppervlak. Kleiner wonen leidt tot grote baten in de vorm van vermeden energielasten. Hierdoor is de meerwaarde in urbane gebieden groter dan de meerwaarde in suburbane gebieden.

In het volgende hoofdstuk worden de resultaten per domein nader gespecificeerd per effect en geduid.

4 Impact per domein

In dit hoofdstuk wordt nader ingegaan op de impact per domein. Voor ieder domein wordt achtereenvolgens ingegaan op:

- de draaiknoppen;
- de gekwantificeerde impact;
- de kwalitatieve impact;
- de optimalisatiemogelijkheden.

4.1 Ruimte

De groene, compacte stad

Nederland staat voor een forse nieuwbouwpoging tot en met 2030. Hoewel in 2020 het streefgetal van 75.000 woningen per jaar gehaald werd, stelt minister Ollongren dat er in Nederland tot 2030 circa 900.000 woningen bijgebouwd moeten worden om het woningtekort aan te pakken.⁷ Deze nieuwbouwpoging zorgt voor een forse ruimteclaim op de toch al schaarse ruimte.

Tegelijkertijd staan veel Nederlandse steden ook op andere aspecten voor de nodige uitdagingen. Zo is onder meer voldoende ruimte voor werklocaties van belang en is klimaatadaptie noodzakelijk om de mogelijke negatieve gevolgen van klimaatverandering op te kunnen vangen. Vergroening speelt daar een belangrijke rol bij, door de hittestress te verminderen en de waterafvoer te verbeteren. Groen in de stad zorgt daarnaast ook voor een betere verblijfswaarde voor bewoners en bezoekers. Vergroening kost net als woningbouw ook ruimte. Om zowel woningbouw als vergroening mogelijk te maken is het nodig om op slimme wijze met het benodigde ruimtegebruik in de stad om te gaan.



Draaiknoppen in het ruimtelijk domein

Aantal toe te voegen nieuwbouwwoningen

In de huidige situatie wordt veel gebouwd op uitleglocaties. Het Economisch Instituut voor de Bouw (EIB) heeft onlangs een publicatie uitgebracht waarin wordt gesteld dat er voldoende ruimte is in Nederland om een deel van de woningbouwpoging te realiseren op uitleglocaties.⁸ Het EIB becijfert dat bijna 40 procent van het de opgave 'in het weiland' kan worden gerealiseerd. Vanuit deze aanname is alternatief Nieuwe uitleg alternatief verder vormgegeven.

De veronderstelde aantallen woningen die in de alternatieven worden gerealiseerd zijn op vergelijkbare manier tot stand gekomen als in de EIB-studie. Allereerst is (door middel van de geprognosticeerde huishoudensontwikkeling van het Primos-model) het aandeel van de G44 in de totale Nederlandse plancapaciteit vastgesteld. Daarna is hierop een afslag berekend, omdat in de praktijk een deel van de geplande woningbouwprojecten niet doorgaan. Voor het vaststellen van de harde plancapaciteit is het door EIB gehanteerde kengetal van 72% gebruikt. Net zoals het EIB veronderstellen we dat de bestaande harde plancapaciteit in het bestaande bebouwde gebied

⁷ Rijksoverheid (2020), Doelstelling aantal nieuwe woningen in 2020 gehaald.

⁸ EIB (2021), Ruimtelijke ordening en bouwlocaties. De potentie van woningbouw in de groene omgeving.

wordt gerealiseerd. Het gaat om ruim 422.000 woningen waarvan ruim 261.000 in hoogstedelijk gebied. De verdeelsleutel voor hoogstedelijk en overig is gebaseerd op de Primos prognose voor de huishoudenstoename in de hoogstedelijke gemeenten en de overige gemeenten. Uitgaande van de verdeling bestaand stedelijk gebied – uitleglocaties van 61% - 39% die EIB mogelijk acht, is de resterende 39% berekend die op uitleglocaties kan worden gebouwd: nog eens bijna 270.000 woningen. In totaal rekenen we in het Nieuwe uitleg alternatief dus met een bouwopgave van 692.136 woningen tot en met 2030. In de twee projectalternatieven worden dezelfde aantallen woningen gebouwd.

Realisatie van extra groenvoorziening

In de projectalternatieven worden weliswaar dezelfde aantallen woningen gebouwd, maar in hogere ruimtelijke dichtheden. Daarom is bij Inbreiden Traditioneel met een hogere Floor Space Index (FSI) gerekend, zoals tabel 4.1 laat zien. De FSI is de verhouding tussen het bebouwde bruto vloeroppervlak en de oppervlakte van het terrein weer. Een hoge FSI geeft aan dat de bebouwingsdichtheid hoog is. Op *wijkniveau* is de gemiddelde FSI van bestaande hoogstedelijke gebieden ongeveer 0,65 en van regulier stedelijke gebieden ongeveer 0,4.⁹ Met dit uitgangspunt en een inventarisatie van toekomstige woningbouwplannen waarin meer verdichting wordt nagestreefd (o.a. Sluisbuurt Amsterdam; Merwedekanaalzone Utrecht) zijn hogere FSI's bepaald voor de projectalternatieven. Eveneens wordt in de projectalternatieven uitgegaan van lagere gemiddelde woonoppervlakken per woning – een trend die overigens al bij steeds meer projectontwikkelaars zichtbaar is. De gehanteerde 55 m² gbo per hoogstedelijke woning in Inbreiden Slim is overigens meer dan het minimum van 50 m² wat door KAW is benoemd in de studie 'Ruimte zat in de stad'.¹⁰

Door deze twee vormen van ruimtelijk 'slim' ontwikkelen ontstaat een ruimtewinst ten opzichte van de referentie (tabel 4.1). De ruimtewinst komt eveneens tot stand door een lagere parkeernorm (zie paragraaf 4.2). In de projectalternatieven wordt deze ruimtewinst voor een deel benut voor het realiseren van extra groenvoorziening. Het gaat om jaarlijks 256 hectare extra groen in projectalternatief Inbreiden Traditioneel en jaarlijks 347 in projectalternatief Inbreiden Slim.

Tabel 4.1: Aannames voor de berekeningen met betrekking tot het ruimtelijk domein, per alternatief

Aanname	Nieuwe uitleg	Inbreiden Traditioneel	Inbreiden Slim
Aantal nieuwbouwwoningen			
hoogstedelijk	261.766	429.124	429.124
suburbaan	160.437	263.012	263.012
uitleglocaties	269.933	-	-
totaal	692.136	692.136	692.136
FSI (wijkniveau)			
hoogstedelijk	0,65 ^{a)}	1,20	2,00
suburbaan	0,40 ^{a)}	0,45	0,50
uitleglocaties	0,40 ^{a)}	-	-
Gemiddeld woonoppervlak (m² gbo) bij nieuwbouw			
– hoogstedelijk	91 ^{b)}	63	55
suburbaan	117 ^{b)}	100	85
Ruimtewinst			
hoogstedelijk	N.v.t.	Circa 1.900 ha	Circa 3.100 ha
suburbaan	N.v.t.	Circa 6.900 ha	Circa 8.600 ha

⁹ Planbureau voor de Leefomgeving (2020), RUDIFUN dataset.

¹⁰ KAW (2020), Ruimte zat in de stad. Onderzoek naar beter gebruik van de ruimte die we hebben.

Aanname	Nieuwe uitleg	Inbreiden Traditioneel	Inbreiden Slim
Totaal	N.v.t.	Circa 8.800 ha (ofwel 88 km²)	Circa 11.700 ha (ofwel 11,7 km²)
Realisatie van groen			
Hoogstedelijk	1.178 ha	2.575 ha	3.218 ha
Suburbaan	1.203 ha	2.367 ha	2.630 ha
Uitleglocaties	2.024 ha	-	-
Totaal	4.406 ha	4.942 ha	5.849 ha

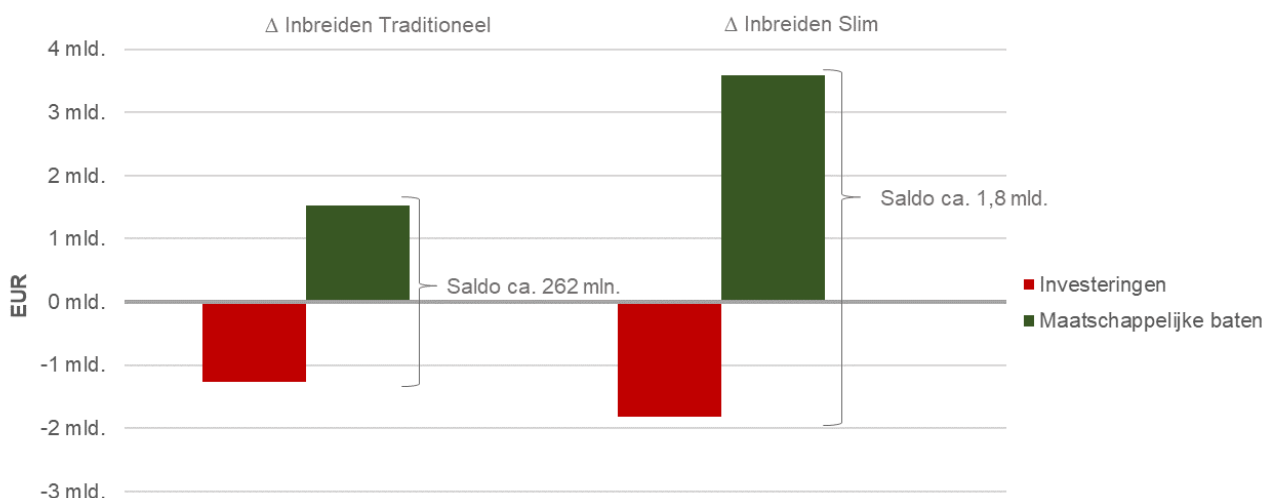
a) Bron: RUDIFUN dataset.

b) Bron: CBS Statline (2021).

Impact gekwantificeerd

De bijdrage van het ruimtelijk domein aan de alternatievenverstedelijkingen Inbreiden Traditioneel en Inbreiden Slim is weergegeven in figuur 4.1. In de grafiek wordt de meerwaarde gepresenteerd ten opzichte van Nieuwe uitleg. Zo wordt duidelijk dat met Inbreiden Traditioneel (ruimtelijk gezien) geen positieve meerwaarde behaald kan worden, maar dat juist Inbreiden Slim wel een netto positief rendement oplevert.

Figuur 4.1: Maatschappelijke meerwaarde van Inbreiden Traditioneel en Slim ten opzichte van Nieuwe Uitleg als nul alternatief (in het ruimtelijk domein)



Investerings en meerwaarde

In het ruimtelijk domein moeten er eerst investeringen worden gedaan voor de realisatie van nieuwbouw en groenvoorziening. Bij de realisatie van nieuwbouw zijn er twee investeringen te onderscheiden:

- Saldo uit de grondexploitatie (GREX): dit is het saldo van de investeringen (grondverwerving, bouwrijp maken, bouwkosten) en de opbrengsten (grondverkoop). De hanteerde kengetallen zijn afkomstig van de MKBA MOVV van Decisio, waar ook het onderscheid tussen binnenstedelijk bouwen en bouwen op uitleglocaties is gemaakt.
- Bovenplanse kosten: dit zijn alle additionele investeringen die gedaan moeten worden om de gebiedsontwikkeling mogelijk te maken. Hieronder vallen bijvoorbeeld uitplaatsingskosten voor bedrijvigheid die naar andere locaties moet verplaatst worden, realisatie van basisinfrastructuur en dergelijke. Ook deze informatie is ontleend aan de MKBA MOVV van Decisio.

Opmerking bij gehanteerde kengetallen

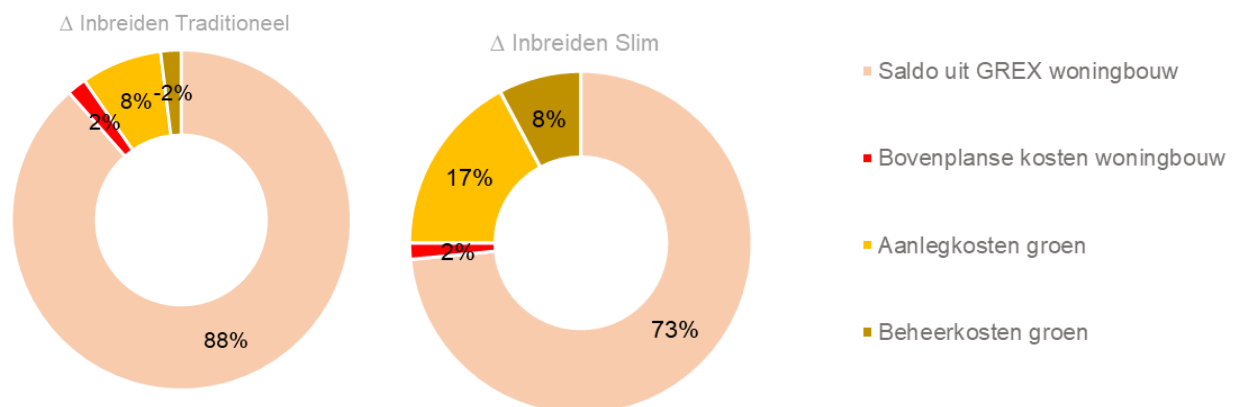
De kengetallen welke zijn ontleend aan de MKBA MOVV van Decisio, laten een negatief GREX-saldo zien voor binnenstedelijk bouwen en een neutraal saldo voor bouwen op uitleglocaties. Deze getallen zijn tijdens het onderzoeksproces vergeleken met andere bronnen. EIB¹¹ en LPBL e.a.¹² hebben andere kengetallen gebruikt met een negatiever saldo voor binnenstedelijk bouwen en een positiever saldo op nieuwe uitleglocaties. Aangezien deze bronnen relatief verouderd zijn en binnen de veranderde woningmarktcontext niet voldoende bruikbaar meer worden geacht, is ervoor gekozen om de kengetallen van Decisio te hanteren. Wel is in de gevoeligheidsanalyse met 10% hogere GREX-kosten voor hoogstedelijke verdichting gerekend. Ten aanzien van de bovenplanse kosten is sprake van een wijziging. De bovenplanse kosten op inbreidingslocaties zijn volgens Decisio lager dan op uitleglocaties. De relatieve complexiteit van inbreidingsprojecten maakt dit onaannemelijk. Ecorys heeft daarom gekozen voor een verhoging van de bovenplanse kosten per woning op inbreidingslocaties zoals door Decisio zijn gebruikt.

Verder is voor de realisatie van groen gerekend met twee verschillende typen investeringen:

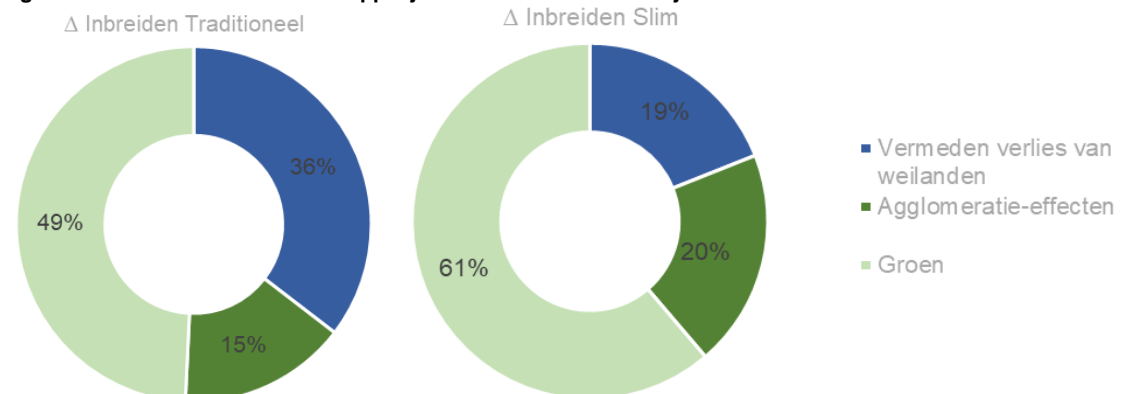
- Aanlegkosten van groen: voor de aangenomen vierkante meters groen per woning die wordt gebouwd rekenen we met een prijs per m² voor de realisatie ervan (periode 2021-2030).
- Beheerkosten van groen, die blijven doorlopen na de realisatie. Voor het tot dan toe gerealiseerde areaal aan groen is met een kengetal voor de beheerkosten per vierkante meter gerekend. Deze investeringen lopen vanaf 2021 door tot het einde van de rekenperiode (2050).

Figuur 4.2 laat alle investeringen ten opzichte van elkaar zien. Dan blijkt dat het GREX-saldo van de woningbouw veruit de grootste categorie is. Bij de maatschappelijke effecten (figuur 4.3) komt meer dan driekwart voor uit de voordelen die meer groen in de stad met zich mee brengt.

Figuur 4.2: Overzicht van investeringen in het ruimtelijk domein



Figuur 4.3: Overzicht van maatschappelijke effecten in het ruimtelijk domein



¹¹ EIB (2013), Kostenverschil binnenstedelijk bouwen en bouwen op uitleglocaties in Noord-Holland.

¹² LPBL, Atlas voor Gemeenten & SEO (2016), Binnenstedelijk of Uitleg? Maatschappelijke kosten en baten van verschillende verstedelijkingsstrategieën tot 2020.

In het volgende onderdeel zijn de afzonderlijke effecten kwantitatief en kwalitatief omschreven.

Positieve agglomeratie-effecten

Bij inbreiding stijgt de stedelijke dichtheid. Een hogere stedelijke dichtheid zorgt voor zogenaamde agglomeratie-effecten.¹³ Dit zijn externe effecten die optreden omdat bedrijven en werknemers productiever zijn naar mate de stedelijke dichtheid toeneemt. Dit heeft twee oorzaken:

- Sortering: de best opgeleide werknemers trekken naar de stad toe.
- Agglomeratievoordelen: een hoge dichtheid zorgt ervoor dat de productie- en transactiekosten afnemen. De achterliggende mechanismen worden in de wetenschappelijke literatuur veelal aangeduid met de termen *sharing*, *matching* en *learning*.¹⁴ Door de kortere onderlinge afstanden als gevolg van hogere dichtheid zijn automatisch ook de afstanden tot toeleveranciers en voorzieningen lager voor bedrijven en werknemers, wat *sharing* van inputs mogelijk maakt en daardoor lagere kosten. Ook zorgt een hogere dichtheid voor een grotere pool van geschikte arbeidskrachten, wat niet alleen de zoekkosten verlaagt (*matching*) maar ook voor hogere kwaliteit van arbeidskrachten en dus betere productie zorgt. Ten slotte staat *learning* voor de kennisdeling en innovatiekracht die een hogere intensiteit bereikt doordat er als gevolg van de hogere stedelijke dichtheid meer handelsrelaties en informele/onbedoelde relaties tussen bedrijven en werknemers ontstaan, waaruit nieuwe verdienmodellen ontstaan.

In de wetenschappelijke literatuur is de consensus dat een verdubbeling van de stedelijke dichtheid samenhangt met een 2% tot 10% hogere productiviteit. Het CPB merkt echter wel op dat uit Nederlandse case studies blijkt dat het effect in Nederland eerder aan de onderkant van de bandbreedte uit komt. Dit kan verklaard worden vanuit de notie dat er een zeer grote 'kritische massa' (en dus zeer hoge dichtheid) nodig is voor een significante productiviteitsstijging. De meeste voorbeelden van forse agglomeratie-effecten komen uit grote metropolen als New York, Tokyo en dergelijke. Er is dus sprake van een multipliereffect in plaats van een lineair effect.

Om deze reden is voor deze studie gekozen om de onderkant van de bandbreedte – namelijk 2% hogere productiviteit voor elke verdubbeling in dichtheid – aan te houden als elasticiteit voor de verwachte agglomeratie-effecten van Inbreiden Traditioneel en Inbreiden Slim. De waarde van de agglomeratie-effecten is berekend over de toegevoegde waarde die de extra banen in Inbreiden Traditioneel en Inbreiden Slim zullen genereren.

Meerwaarde van extra groen

Ook de extra hectares groen die worden gerealiseerd in de Inbreidingsalternatieven leveren grote meerwaarde op. Het RIVM¹⁵ heeft de maatschappelijke impact van vergroening van steden in kaart gebracht, waaruit blijkt dat de volgende effecten te verwachten zijn van meer groen in de stad:

- retentie van PM10 (fijnstof);
- vermindering van de zorgkosten (doordat groen het algeheel welzijn verbetert);
- vermindering van de kosten van ziekteverzuim (ook door verbetering van het algeheel welzijn);
- vermeden vroegtijdige sterfgevallen door het fietsen van woon-werkverkeer;
- vermindering van de kosten van afvalwaterzuivering.

¹³ CPB (2015), De economie van de stad. CPB-PBL-notitie 4 maart 2015.

¹⁴ Zie o.a. Duranton, G. & Puga, D. (2004), Micro-foundations of urban agglomeration economies. In: Henderson, J.V. & Thisse, J.F. (eds.), Handbook of Regional and Urban Economics, 1 (4) en de Groot, H.L.F., Poot, J., & Smit, M.J. (2009), Agglomeration externalities, innovation and regional growth: Theoretical perspectives and meta-analysis. In: Capello, R. & Nijkamp, P. (eds.), Handbook of Regional Growth and Development Theories.

¹⁵ RIVM (2019), Amsterdam's Green Infrastructure. Valuing Nature's Contributions to People. RIVM Letter report 2019-0021.

De door het RIVM berekende waarde in euro's per hectare van deze voordelen (€ 107.340 per hectare) is toegepast op het areaal groen wat gerealiseerd wordt in de verstedelijkings-alternatieven. Uit de resultaten blijkt dat de meerwaarde van extra groen bij 'Inbreiden Traditioneel' ruim 14 procent bedraagt ten opzichte van Nieuwe uitleg, en ruim 32 procent bij 'Inbreiden Slim' (ten opzichte van 'Nieuwe uitleg').

Behoud van weilanden

Tot slot ontstaat er meerwaarde in de projectalternatieven doordat er geen weilanden opgeofferd te hoeven worden voor woningbouw op nieuwe uitleglocaties. De waarde van de weilanden (voor o.a. landbouw, natuur en recreatie/toerisme) is een baat bij Inbreiden Traditioneel en Inbreiden Slim ten opzichte van het alternatief Nieuwe Uitleg. Deze is berekend op basis van een recente studie van CBS & WUR, waarin de waarde van weilanden is gemonetariseerd.¹⁶

Kwalitatieve effecten

Een deel van de impact is niet gekwantificeerd omdat er geen goede bronnen zijn voor gekwantificeerde effecten en/of monetarisering. Dat wil niet zeggen dat deze effecten niet belangrijk zijn. Daarom gaan wij hieronder in op deze effecten, al betreft het dan een kwalitatieve beschrijving.

Negatieve agglomeratie-effecten

Het is belangrijk om te benoemen dat er door inbreiding ook *negatieve* agglomeratie-effecten optreden, waarvan uiteindelijk een (doorgaans positief) 'saldo' manifest wordt na verrekening met het positieve agglomeratie-effect. Het negatieve deel is met name gelegen in de extra drukte die een hogere dichtheid met zich mee brengt, en doordat de verlaging van het gemiddelde woonoppervlak per woning – wat in de projectalternatieven noodzakelijk is om voldoende te kunnen verdichten – een afname in het wooncomfort met zich meebrengt. Weliswaar wordt dit laatstgenoemde aspect weer gecompenseerd door de extra groenvoorziening die in de projectalternatieven wordt gerealiseerd. Mobiliteitsexperts wijzen erop dat de negatieve agglomeratie-effecten die in de wetenschap bekend zijn, waarschijnlijk niet één op één overgenomen kunnen worden in een scenario met een ander mobiliteitssysteem – dat wil zeggen met inbegrip van de *smart mobility* concepten uit Inbreiden Slim. Er is nog te weinig bekend over de te verwachten negatieve agglomeratie-effecten na toepassing van *smart mobility* concepten.

Klimaatadaptatie: hittestress en waterbuffering, CO₂-opslag

Aanleg van groen draagt bij aan bescherming tegen klimaatverandering doordat bomen en planten kooldioxide vastleggen, koelend werken en zo bescherming bieden tegen hittestress en zorgen voor het beter vasthouden van water in de stad. Het effect van CO₂-opslag per hectare is klein.

De waardering van de CO₂-vastlegging is gelijk aan het aantal hectare maal het aantal ton C per hectare dat wordt vastgelegd maal de schaduwprijs voor C. De schaduwprijs voor C is 3,66 maal¹⁷ de schaduwprijs voor CO₂. Per hectare wordt tussen de 1,37 ton (loofbomen) en 2,0 ton per hectare (gras) vastgelegd¹⁸. Om pragmatische redenen nemen we voor deze vingeroefening de CO₂-prijs in het WLO-hoog scenario in 2030. De schaduwprijs voor C bedraagt € 8019. Per jaar komt de CO₂-vastlegging uit op een baat van bijna € 50.000 per jaar.²⁰ De contante waarde hiervan bedraagt € 2 miljoen. Bij een hogere CO₂-prijs valt de baat navenant hoger uit.

¹⁶ CBS & WUR (2020), Experimental monetary valuation of ecosystem services and assets in the Netherlands.

¹⁷ Massa koolstofatoom (C) is 12,011 g/mol, massa kooldioxide (CO₂) is 44,0095 g/mol.

¹⁸ Witteveen & Bos (2006), Kentallenboek Kentallen Waardering Natuur, Water, Bodem en Landschap, Hulpmiddel bij MKBA's.

¹⁹ Deze prijs is opgehoogd met 18,2% om een vergelijkbare prijs inclusief btw te verkrijgen.

²⁰ (50% x 1,37 + 50% x 2,0) ton/hectare/jaar x 81 hectare x 3,66 x € 80 / ton = € 50.000 per jaar.

Over de hoogte van de lokale effecten op het vermijden van hittestress, wateroverlast en waterstress en de afstand waarover een mitigerend effect optreedt is nog onvoldoende bekend om dit eenduidig te kwantificeren. Het gaat wel om een positief effect.²¹

Natuurwaarde

De groene openbare ruimte op de voormalige parkeerplekken heeft natuurwaarde. De waarde voor de biodiversiteit kan niet worden gemonetariseerd maar wordt uitgedrukt in natuurlinies. Voor deze kleine stukjes groen hebben we geen voorbeeld gevonden dat we kunnen gebruiken voor de weegfactor en kwaliteit om de natuurlinies te kunnen bepalen. Daarom benoemen we de dit effect kwalitatief als positief in de stad.

Tabel 4.2: Samenvatting kwalitatieve effecten in het domein ruimte

Effect	Inbreiden traditioneel	Inbreiden slim
Negatieve agglomeratie-effecten	onbekend	onbekend
Klimaatadaptatie	+	+
Natuurwaarde (biodiversiteit)	+	+

Optimalisatiemogelijkheden

In de inbreidingsalternatieven wordt een deel van de ruimtewinst – die het gevolg is van compacter bouwen en een lagere parkeernorm – gebruikt om meer groen per woning te realiseren. Uit tabel 4.1 blijkt echter dat niet de volle potentie wordt benut. Het is dus mogelijk om nóg meer vierkante meters groen per woning te realiseren. Ondanks de ruimte die hiervoor is in de berekeningen, is er echter voor gekozen om deze potentie niet te benutten omdat de complexiteit (van de ruimtelijke inpassing) zo complex wordt dat het in de praktijk onhaalbaar wordt. Dat neemt niet weg dat op specifieke ontwikkellocaties een hoger ambitieniveau kan worden gehanteerd.

Inbreiden niet alleen voorbehouden aan (sub)urbaan gebied: voorbeeld Crailo

De ontwikkeling van buurtschap Crailo – op het grondgebied van de gemeenten Gooise Meren, Laren en Hilversum – bewijst at daar waar mogelijk nog een stap verder gegaan kan worden, en niet alleen in (sub)urbaan gebied. Crailo wordt de komende jaren getransformeerd van een voormalige legerplaats naar een nieuw gemengd woon-werkgebied. Naast circa 5 hectare bedrijventerrein wordt een woonwijk met 590 woningen (33% sociale huur, 27% middelduur en 40% duur) ontwikkeld.

Om zo efficiënt mogelijk met de ruimte om te gaan, wordt er met een relatief groot aandeel gestapelde bouw gewerkt. Het aandeel appartementen bedraagt namelijk 70%. Normaal gezien zijn zulke percentages alleen gangbaar in hoogstedelijke omgevingen – in meer suburbane gebieden is 40% appartementen eerder gebruikelijk. Ook wordt in Crailo veel ruimte bespaard met het mobiliteitsconcept. Door de plaatsing van een mobiliteitshub met deelauto's wordt ondervangen dat ieder huishouden dubbele parkeerplaatsen (een tweede auto) nodig heeft. Zodoende komt de parkeernorm gemiddeld op circa 1 uit.

Het gevolg is dat er zeer veel ruimte voor natuur en groenvoorziening overblijft in het plangebied. Van het totale areaal van 41 hectare is maar liefst 19,2 hectare bestemd voor groen en water. Dat komt neer op gemiddeld ongeveer 325 vierkante meter groen en water per woning: meer dan het drievoudige van de aanname die in verstedelijkingsalternatief Inbreiden Slim wordt gehanteerd.

²¹ De factsheets van de klimaatschadeschatter geven aan dat het gebruik van het stappenplan voor effecten op lokaal niveau in stad nog niet mogelijk is.



Bron: GEM Crailo BV (2019), Buurtschap Crailo. Stedenbouwkundig en landschapsplan.

Gevoeligheidsanalyse

De belangrijkste onzekerheid in het ruimtelijk domein wordt gevormd door de winstgevendheid van de veronderstelde woningbouwprojecten. De praktijk wijst uit dat verdichtingsprojecten zeer complex zijn, wat kan (ongunstig) kan neerslaan op de kosten. Het is daarom belangrijk om te toetsen wat de robuustheid van het model is bij verhoging van de bouwkosten. Dit komt tot uiting in het resultaat op de GREX.

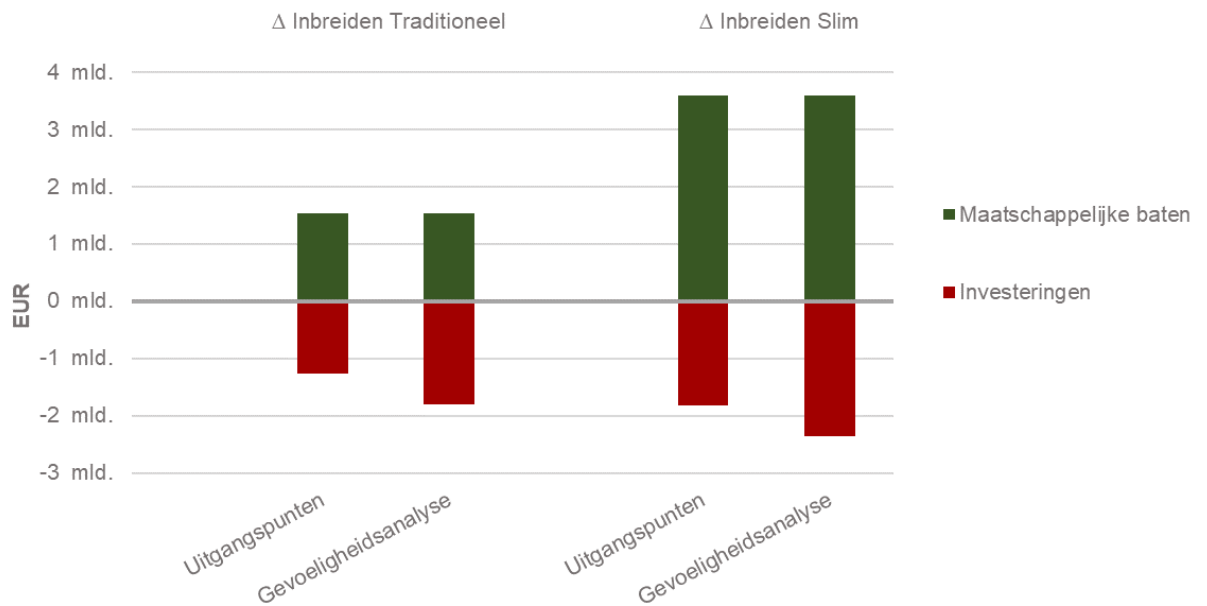
Verslechtering van het GREX-resultaat met 10%

De kengetallen voor de plankosten van verdichting – ontleend aan de MKBA MOVV van Decisio – zijn mogelijk te optimistisch, hoewel hiervoor weinig bewijs vanuit andere onderzoeken beschikbaar is. Toch is het interessant om het effect van een verhoging met 10% te onderzoeken.

Figuur 4.4 laat zien dat wanneer de plankosten met 10% worden verhoogd, er een reductie van de maatschappelijke meerwaarde ontstaat. Het betreft een reductie van 46% bij Inbreiden Traditioneel en 13% bij Inbreiden Slim.

Bij Inbreiden Traditioneel ontstaat een negatieve meerwaarde in het ruimtelijk domein, wat alleen voldoende wordt gecompenseerd door de maatschappelijke effecten in het energiedomein. De relatief geringe daling bij Inbreiden Slim kan verklaard worden doordat de voordelen van de extra groenvoorziening de schade ruimschoots compenseren. De belangrijkste conclusie is echter dat in beide projectalternatieven een netto positieve meerwaarde overblijft.

Figuur 4.4: Maatschappelijke meerwaarde bij 10% ongunstiger GREX-resultaat woningbouw



Break-evenpunt

Ook is berekend tot welk punt het GREX-resultaat ongunstiger mag worden voordat er een negatieve netto maatschappelijke meerwaarde ontstaat. Bij Inbreiden Traditioneel mag het GREX-resultaat verslechteren met 21 procent voordat het break-evenpunt wordt bereikt.

Randvoorwaarden en succesfactoren

Vanuit ruimtelijk oogpunt zijn er geen harde randvoorwaarden voor de verstedelijkingsalternatievalternatieven. Wel is het zo dat verdichting om slimme, flexibele wijzen van ruimtelijke ordening vraagt. Traditioneel, monofunctioneel ruimtegebruik zal het complex, dan wel onmogelijk maken om de gewenste mate van verdichting te bereiken. Daarvoor is juist functiemenging nodig, waarbij men bijvoorbeeld ook in toenemende mate vanuit huis werkt. Niet alleen is dit voordelig voor de mobiliteit (vanuit duurzaamheidsoogpunt, door minder woon-werkverkeer), maar het maakt het eenvoudiger om verschillende ruimtelijke functies in één gebied in te passen.

Bovendien hoort er een redelijk areaal voor werklocaties behouden te blijven. Dit dreigt bij functiemenging en verdichting vaak 'opgeofferd' te worden ten koste van andere ruimtelijke functies, maar in de uitgewerkte alternatievenalternatieven wordt juist de aanname gedaan dat wonen en werken in dezelfde samenhang versterkt worden door Smart City concepten.

4.2 Mobiliteit

De leefbare stad

In Nederland staan auto's gemiddeld 95% van de tijd stil op een parkeerplaats²². Daarmee nemen geparkeerde auto's gemiddeld 214.890 vierkante kilometer aan kostbare ruimte in beslag. Daarnaast vindt 80% van de ritten plaats binnen een straal van 0 tot 25 kilometer, waarvan het merendeel ook nog eens volledig binnenstedelijk wordt afgelegd²³.

²² Bron: Factory (2018), Factcheck: 'Een auto staat 95 procent van de tijd stil' ([link](#)).

²³ Bron: RLI (2018), Van B naar Anders - Investeren in mobiliteit voor de toekomst ([link](#)).

Andere vormen van mobiliteit nemen minder ruimte in beslag en zijn schoner in gebruik. Er zijn in veel urbane gebieden voldoende alternatieven beschikbaar voor eigen autobezit- en gebruik. Hierbij kan je bijvoorbeeld denken aan het openbaar vervoer, maar ook aan actieve mobiliteit zoals fietsen en lopen. Daarnaast neemt de beschikbaarheid van 'nieuwe' (deel)alternatieven, ondersteunt door technologische verbeteringen en door digitalisering, de komende jaren steeds verder toe. Voorbeelden hiervan zijn deelauto's, deelscooters, deelstepjes, deelfietsen etc. Deze deelalternatieven worden in toenemende mate ondersteund door digitale platformen. In suburbane gebieden bieden deelauto's vaak een realistischer alternatief, aangezien afstanden in suburbane gebieden vaak groter zijn dan in urbane gebieden. Tot slot groeit ook de e-bike in populariteit. De goede fietsinfrastructuur in Nederland, in combinatie met de vergrote actieradius van de e-bike zorgt ervoor dat de e-bike een steeds aantrekkelijker alternatief wordt voor autogebruik.



Met behulp gedragsveranderingsmaatregelen (bijvoorbeeld belastingen en subsidies) kunnen inwoners van de slimme stad gestimuleerd om meer gebruik te maken van beschikbare mobiliteitsalternatieven. Hierdoor kan het autobezit en -gebruik verlaagd worden waardoor er minder ruimte nodig is voor mobiliteit in de slimme stad. Mobiliteitsalternatieven als het openbaar vervoer en gedeeld autobezit verlagen de ecologische voetafdruk van mobiliteit en verbeteren de luchtkwaliteit. Daarmee ontstaan er alternatieven voor een leefbare, inclusieve, veilige, gezonde en duurzame slimme stad.

Draaiknoppen in het domein mobiliteit

Er zijn voornamelijk draaiknoppen voor het realiseren van een leefbare slimme stad via de transitie van eigen autobezit- en gebruik naar andere vormen van mobiliteit:

- Het verlagen van het aantal beschikbare parkeerplaatsen en/of het verhogen van de parkeertarieven. Het beter beprijzen van geparkeerde auto's kan bijvoorbeeld worden gerealiseerd door dit te koppelen aan de waarde van de publieke ruimte. Het verlagen van de parkeernorm (of het vervangen van de parkeernorm door ander type normen zoals een deelautonorm of een mobiliteitsnorm²⁴) is een zeer effectieve manier om het aantal beschikbare parkeerplaatsen te verlagen. Voor de effectberekening in deze studie wordt er gefocust op het verlagen van de parkeernorm;
- Het verlagen van het aantal beschikbare (en betaalbare) parkeerplaatsen is alleen effectief als dit samengaat met voldoende beschikbare, betaalbare en toegankelijke alternatieven voor eigen autobezit- en gebruik. Om deze reden is de tweede voornamelijk draaiknop voor de effectberekening de transitie van eigen autobezit- en gebruik naar andere vervoersmiddelen, zowel traditionele als nieuwere en innovatieve (deel)initiatieven. Onder de effectberekening zijn de belangrijkste verschuivingen in de diverse scenario's en de effecten van deze verschuivingen gepresenteerd. Hierna zijn de belangrijkste randvoorwaarden en succesfactoren voor een succesvolle verschuiving naar andere vervoersmiddelen uitgewerkt, waarbij nadruk is gelegd op het belang van integraliteit (bijvoorbeeld door een mobiliteitsnorm te introduceren zoals genoemd onder het vorige opsommingsteken).

²⁴ Deze alternatieve normen zijn onder het kopje randvoorwaarden en succesfactoren verder uitgewerkt.

In ons model resulteert het verlagen van de parkeernorm, samen met het beschikbaar stellen van voldoende alternatieven om in de mobiliteitsbehoefte te voorzien, in een daling van het eigen autobezit, en daarmee ook in een daling van het eigen autogebruik. Deze daling in eigen autogebruik gaat samen met een toename in gebruik van beschikbare alternatieven. Naar welke alternatieven deze verschuiving plaatsvindt verschilt per scenario.

In de *nieuwe uitleg of nulalternatief* is de parkeernorm relatief hoog, en is de beschikbaarheid en kwaliteit van mobiliteitsalternatieven relatief laag, waardoor inwoners sterk afhankelijk zijn van eigen autobezit- en gebruik. In het *traditionele inbreidingsalternatief* wordt een sterke daling van de parkeernorm gecombineerd met forse investeringen in ov-infrastructuur en ov-diensten. Dit resulteert in een sterke modale shift van eigen autogebruik naar openbaar vervoer, voornamelijk in urbane gebieden. In het *slimme inbreidingsalternatief* gaat de daling van de parkeernorm samen met een forse opkomst van aanbod aan nieuwe en digitale deeldiensten op grote schaal, hetgeen resulteert in een sterke verschuiving naar deelautogebruik in suburbane gebieden en naar gebruik van actieve-, micro- en deelmobiliteit in urbane gebieden.

De aannames voor *mobiliiteitsalternatieven* die wij hanteren in deze studie worden hieronder kort toegelicht.

Parkeernorm

Zoals hierboven uitgewerkt is het verlagen van het aantal parkeerplekken per woning een van de belangrijkste draaiknoppen in ons model. De, voor deze studie, gehanteerde parkeernormen zijn hieronder te vinden in tabel 4.3.

Tabel 4.3: Aantal parkeerplekken per woning per alternatief

	Urbain	Suburbaan
Nieuwe uitleg	1,3	1,6
Inbreiden 'Traditioneel'	0,6	1,3
Inbreiden 'Slim'	0,3	0,3

We gaan er hierbij vanuit dat ook in het suburbane gebied een dusdanig alternatief vervoersaanbod kan worden gerealiseerd dat een parkeernorm van 0,3 haalbaar is. Dit is een ambitieuze aanname, maar de hoge parkeernorm die nu vaak in suburbane gebied wordt gehanteerd is vooral gebaseerd op het ontbreken van een goed OV-alternatief. Nieuwe mobiliteitsdiensten kunnen in de toekomst ook in suburbane gebied een volwaardig alternatief gaan bieden voor de auto.

Deelauto's

Het vervangen van eigen autobezit door deelautogebruik is, zeker in suburbane gebieden, een zeer effectieve manier om het ruimtegebruik en de ecologische voetafdruk van auto's te verminderen. Dit is te verklaren door de volgende factoren:

- Er zijn veel minder auto's nodig, doordat meerdere huishoudens gebruik maken van één deelauto's terwijl huishoudens die eigen auto's bezitten gemiddeld méér dan één auto bezitten.
- Deelauto's staan minder vaak stil dan eigen auto's, en worden daarmee efficiënter benut.
- Een persoon die gebruik maakt van een deelauto maakt gemiddeld minder kilometer dan een persoon die gebruik maakt van een eigen auto. De belangrijkste verklaring hiervoor is dat deelautogebruikers bewuster zijn van hun mobiliteitskeuzes en vaker andere keuzes maken voor kortere afstanden dan autobezitters.

Middels een aantal aannames is een inschatting gemaakt van de toename van deelauto's in de verschillende alternatieven:

- In alternatief Inbreiden Traditioneel alternatief wordt aangenomen dat 7 (min) tot 10 (max) woningen gebruik maken van één deelauto. In Inbreiden Slim alternatief wordt er vanuit gegaan dat 10 (min) tot 15 (max) woningen gebruik maken van een dergelijke woningen.
- Bij Inbreiden Traditioneel wordt met name in urbaan gebied gebruik gemaakt van deelauto's (grotfweg 1.400 per jaar in de G44). In suburbaangebied zal in deze alternatief slechts beperkt/geen gebruik gemaakt van deelauto's. Voor Inbreiden Slim geldt echter dat in beide gebieden gebruik zal worden gemaakt van deelauto's. In urbaan- en suburbaangebied komen er jaarlijks respectievelijk 2.000 en 650 deelauto's bij.

Let wel: deze analyse is sterk afhankelijk van de te hanteren parkeernorm en autogebruik, welke in hoge mate afhankelijk is van externe factoren.

Openbaar vervoer

Zoals weergegeven in voorgaande paragrafen is de modale shift naar openbaar vervoer in het traditionele inbreidingsalternatief het meest omvangrijk. Studies²⁵ laten zien dat de mogelijkheden om autogebruik terug te dringen met behulp van investeringen in nieuwe infrastructuur voor openbaar vervoer relatief beperkt zijn. Dit is onder andere te verklaren doordat de capaciteit in het ov-netwerk klein is in vergelijking met die van overige verkeersnetwerken.

Het inzetten op het beter benutten van de bestaande infrastructurele capaciteit in het openbaar vervoerssysteem, bijvoorbeeld met behulp van automatisering en digitalisering, wordt gezien als een efficiëntere en slimmere manier om investeringen in het openbaar vervoer te doen. Hiermee wordt immers de capaciteit van de bestaande infrastructuur op een kostenefficiënte manier vergoot, zonder dat er nieuwe en kapitaalintensieve investeringen noodzakelijk zijn in aanleg, beheer en onderhoud van nieuwe infrastructuur. Daarnaast laten dezelfde studies ook zien dat de kosteneffectiviteit van selectieve, gebiedsgerichte projecten in het lokale openbaar vervoer, voornamelijk gefocust op de mobiliteitsbehoefte en het verbeteren van de bereikbaarheid, groter is dan de kosteneffectiviteit van grootschalige projecten gefocust op de doorstroming in het hoofdrailnet.

In het kader van dit onderzoek zijn we uitgegaan van de volgende modal shift verschuiving als gevolg van minder autokilometers:

- In alternatief Inbreiden Traditioneel alternatief verschuift 60% van het verminderde autoverkeer naar het openbaar vervoer.
- In alternatief Inbreiden Slim is aangenomen dat de reductie in autokilometers voor 40% neerslaat in het openbaar vervoer. Wij verwachten dat de meerderheid van de vervoersbeweging bij andere vormen van micro- en/of deelmobiliteit neer zal slaan.

Let wel: het gaat hier alleen over de modal shift als gevolg van de verandering van autokilometers.

Andere vormen van micro- en deelmobiliteit

De verschuiving naar nieuwe, innovatieve en digitale vormen van actieve-, micro- en deelmobiliteit is het sterkst in het slimme alternatief en in urbane gebieden, voornamelijk op de kortere afstanden die binnenstedelijk worden afgelegd. Studies laten zien dat de potentiële maatschappelijke positieve impact van deze deelvormen groot is. Echter is er voldoende schaalgrootte nodig om dit potentieel ook daadwerkelijk te kunnen benutten.

²⁵ Bron: Centraal Planbureau & Planbureau voor de Leefomgeving (2016). Kansrijk Mobiliteitsbeleid.

Ook voor micro- en deelmobiliteit hebben in de verschillende alternatieven aannames gemaakt. Als gevolg van minder autokilometers voorzien wij in de twee alternatieven de volgende verschuiving:

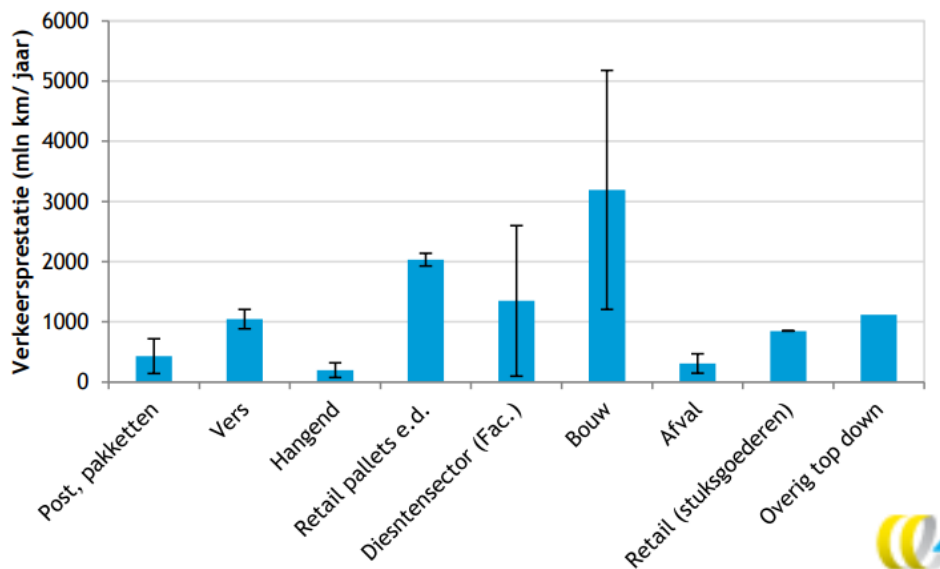
- In 'Inbreiden Traditioneel' alternatief verschuift 40% van het verminderde autoverkeer naar het openbaar vervoer.
- In 'Inbreiden Slim' gaan we uit voor een hoge(re) mate van micromobiliteit. Daarom is aangenomen dat de reductie in autokilometers voor het grootste deel (60%) neerslaat bij deze andere transportvormen.

Let wel: het gaat hier alleen over de modal shift als gevolg van de verandering van autokilometers.

Stedelijke logistiek

CE Delft heeft in 2016 ingeschat dat er jaarlijks gemiddeld 9.970 miljoen logistieke kilometers per jaar in Nederland worden gereden²⁶. Hiervan worden 7.300 miljoen kilometers gereden door bestelauto's en 2.670 miljoen kilometers door vrachtauto's. Figuur 4.5 geeft het totaal aantal logistieke kilometers per jaar en per logistiek segment, met onzekerheidsmarges, weer.

Figuur 4.5: Totaal aantal kilometers per jaar en per segment



Bron: CE Delft (2016), De omvang van de stadslogistiek.

Diverse studies concluderen dat er ruimte is om de logistieke efficiëntie²⁷ te vergoten, en hiermee het aantal benodigde logistieke kilometers te verminderen. Desondanks zijn gegevens over de logistieke efficiëntie niet ruim voorradig. De Topsector Logistiek gaat ervan uit dat de huidige logistieke efficiëntie rond de 45% ligt.²⁸ De belangrijkste verklaring voor de relatief lage efficiëntie is dat veel van de bijna 10 miljard logistieke kilometers over de weg gereden wordt met vracht- of bestelwagens die niet volledig bezet, of soms zelfs helemaal leeg, zijn. Zo heeft recent onderzoek van Strategy& en Orbit uitgewezen dat vrachtauto's in Europa gemiddeld 20% van de ritten leeg afleggen²⁹. Met slimme maatregelen kan de logistieke efficiëntie worden vergroot, waardoor een gedeelte van die bijna 10 miljard kilometers niet meer gereden hoeven te worden.

²⁶ Bron: CE Delft (2016), De omvang van de stadslogistiek.

²⁷ Logistieke efficiëntie wordt gedefinieerd als het deel van de totale transportcapaciteit van het wegvervoer dat daadwerkelijk gebruikt wordt om goederen over de weg te vervoeren. De logistieke efficiëntie neemt dus af naarmate niet de volledige laadcapaciteit wordt gebruikt en/of met lege vrachtwagens gereden wordt.

²⁸ Bron: Ecorys (2021), Effecten van verbetering van logistieke efficiëntie door innovatie.

²⁹ Bron: Strategy& and Orbit (2021), Smart logistics will transform trucking through unprecedented efficiency: unlocking the potential of software-enabled freight marketplaces.

In onderstaande paragrafen is voor vracht- en bestelverkeer berekend hoeveel kilometers er kunnen worden uitgespaard.

Vrachtverkeer

Ecorys heeft in 2021 een inschatting gemaakt hoeveel vrachtkilometers in potentie uitgespaard kunnen worden. Hierbij is aangegeven dat er bij het berekenen van de potentie rekening moet worden gehouden met de volgende factoren:

- **Volume:** Voor sommige typen wegtransport is de transportcapaciteit in tonnen niet de beperkende factor, maar de transportcapaciteit in oppervlakte of volume. Dit komt bijvoorbeeld doordat goederen niet hoog gestapeld kunnen worden of doordat er speciale ladingsdraggers worden gebruikt. Vervoer van levende dieren, vervoer van consumentengoederen in rolcontainers en relatief kleine zendingen op pallets zijn voorbeelden van typen wegvervoer waar niet de transportcapaciteit in tonnen maar de transportcapaciteit in oppervlakte de beperkende factor is. In dit rapport is ingeschat dat 30% van de maximale potentie als gevolg van deze beperking verminderd wordt;
- **Leegrijden:** Transport is een afgeleide behoefte, en ontstaat vanwege de ruimtelijke spreiding van economische activiteiten. In deze structuur is er geen sprake van balans in stromen. In dit rapport is ingeschat dat 40% van de maximale potentie als gevolg van deze beperking verminderd wordt.

Bestelverkeer

Circa 75% van de kilometers in de stedelijke logistiek worden met bestelauto's gereden, waarbij twee sectoren er duidelijk uitspringen qua omvang en ontwikkeling. Bouwlogistiek was in 2016 goed voor ruim 40% van alle bestelkilometers. Post en pakketten was destijds goed voor 5% van alle bestelkilometers maar dit aandeel neemt snel toe.

Bouwlogistiek

Het vervoer van materieel en personeel naar en vanaf de bouwplaats zorgen voor veel logistieke bewegingen in de bouw. Met bouwhubs kan het aantal bewegingen fors terug gebracht worden. Door middel van een bouwhub kunnen er gebundelde vrachten naar de bouwplaats plaatsvinden in plaats van vele losse leveringen van leverancier naar de bouwplaats. Bovendien kan de bouwhub worden gebruikt als ontkoppelpunt tussen de inzet van conventionele transportmiddelen buiten de stad en zero emissie vervoer in de stad op de last-mile. De bouwhub fungeert zodoende als buffer in tijd en ruimte voor de voorraad benodigde bouwmaterialen en wordt steeds meer gebruikt als locatie voor het samenstellen van werkpakketten (crossdocking activiteiten) en Value Added Logistics, zoals timmerwerk, vlechtwerk bewapening, etc. Hierdoor hoeven deze werkzaamheden niet op de bouwplaats uitgevoerd te worden. Naast het verminderen van het aantal last-mile leveringen heeft een bouwhub hiermee ook een toegevoegde waarde op de efficiëntie op de bouwplaats.

Met nieuwe concepten voor bouwlogistiek kan flink bespaard worden op logistieke kosten en bouwtijd, blijkt uit onderzoek van TNO. Het leidt ook tot een betere doorstroming, minder schadelijke uitstoot en minder hinder voor de omgeving. Zo blijkt het mogelijk om het aantal binnenstedelijke ritten van en naar de bouwplaats met zo'n 50% tot 80% terug te brengen. Bij negen proeftuinen werd onderzoek gedaan, waarvan er bij drie uitgebreide gegevens zijn verzameld en ook besparingen zijn aangetoond. Bij deze drie projecten werd circa 50%, 65% en 80% aan ritten bespaard, totaal ruim 260.000 kilometer³⁰.

³⁰ Bron: TNO (2020), Outlook Bouwlogistiek.

In dit zelfde rapport stelt TNO dat wanneer het gebruik van een bouwhub verplicht wordt voor alle bouwprojecten in de stad ca. 24% van de ritten in de stad kan worden bespaard. Dat is ook het kengetal dat wij in deze studie aanhouden.

Post en pakketten

Dit segment groeit sterk en is hierdoor de komende jaren dominanter in steden aanwezig. Allereerst blijft het aantal online bestellingen (van pakketten en boodschappen) groeien zoals reeds beschreven. Dit wordt grotendeels opgevangen door de grote pakketvervoerders en online supermarkten. Andere producten dan pakketten en boodschappen worden ook steeds vaker online besteld en aan huis geleverd.

Een van de scenario's die TNO in haar Outlook heeft onderzocht is het scenario Microhubs en afhaalpunten. Uitgangspunten zijn:

- Leveringen worden vanuit depots buiten de stad naar verzamelpunten in de stad gebracht. Het gaat hierbij om een dicht netwerk met diverse verzamelpunten.
- 50% van de leveringen wordt door de ontvanger opgehaald (met verschillende vervoermiddelen) en 50% wordt vanuit een microhub door een LEV of bezorger met autonoom voertuig uitgevoerd.

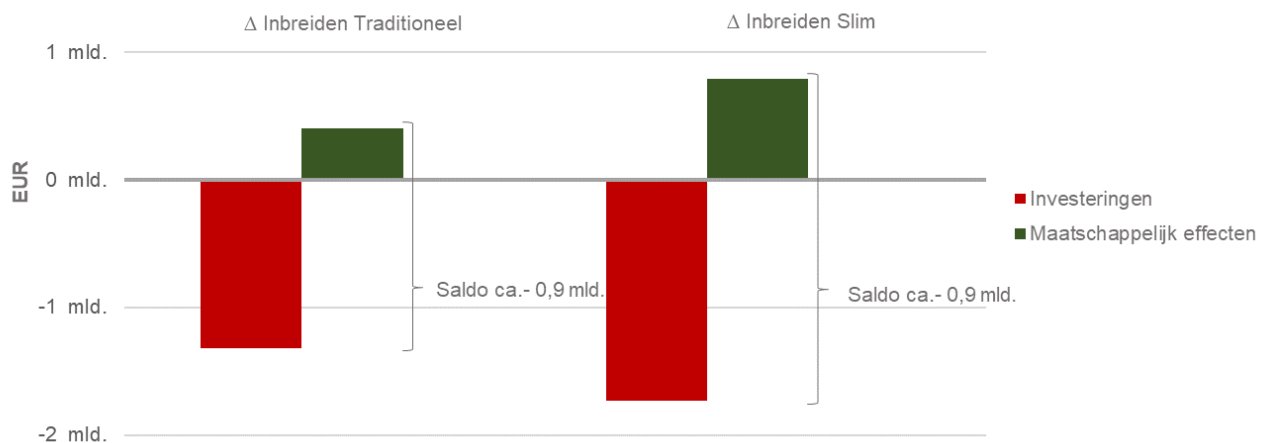
TNO raamt dat door de inzet van microhubs en afhaalpunten het aantal kilometers met 76% afneemt. Hierbij is nog niet rekening gehouden met de kilometers van verzamelpunt naar de ontvanger bij het ophalen.

Impact gekwantificeerd

De bijdrage van het domein mobiliteit aan de verstedelijkingsalternatieven Inbreiden Traditioneel en Inbreiden slim is weergegeven in figuur 4.6. In de grafiek wordt de meerwaarde gepresenteerd ten opzichte van Nieuwe Uitleg. De extra investeringen die er gedaan moeten worden voor een mobiliteitshub in de twee inbreidingsalternatieven ten opzichte van het nulalternatief zijn fors hoger dan de maatschappelijke baten die hieruit resulteren voor het domein mobiliteit. Dit wordt verklaard door de volgende twee factoren:

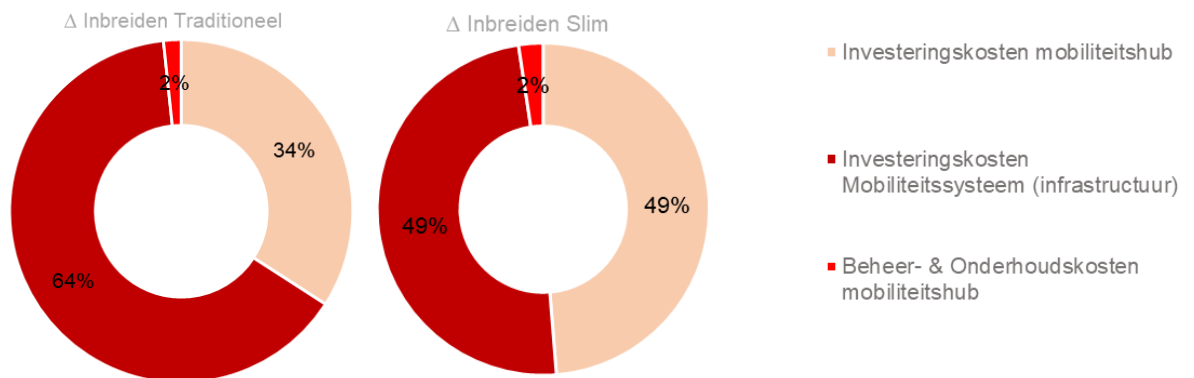
- De baten die worden gerealiseerd door de investeringen in de mobiliteitshub zijn voornamelijk ruimtelijk, en zijn dan ook al reeds in hoofdstuk 4.1 geïllustreerd. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan de extra ruimte die in de inbreidingsalternatieven vrijkomt ten opzichte van het nulalternatief, omdat deze niet meer nodig is voor (auto)mobiliteit;
- Er zijn een aantal 'zachtere' baten, met een sterke link naar het sociale domein, die niet, of in beperkte mate, gekwantificeerd of gemonetariseerd kunnen worden. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan maatschappelijke effecten op het gebied van verkeersveiligheid, sociale veiligheid, gezondheidseffecten dankzij een actievere levensstijl en sociale inclusie.

Figuur 4.6: Maatschappelijke meerwaarde van Inbreiden Traditioneel en Slim ten opzichte van Nieuwe Uitleg als nulalternatief (in het domein mobiliteit)



Figuur 4.7 laat zien waarin voor beide alternatievenalternatieven de investeringen worden gemaakt. Zo zien we dat voor het slimme inbreidingsalternatief bijna de helft van de investeringen worden gemaakt in het mobiliteitssysteem en dat voor het traditionele inbreidingsalternatief bijna de helft van de investeringen toevallen aan investeringen in mobiliteitshubs. Voor beide alternatieven geldt dat het beheer- en onderhoud van de mobiliteitshub een zeer klein gedeelte van de investeringen vormt.

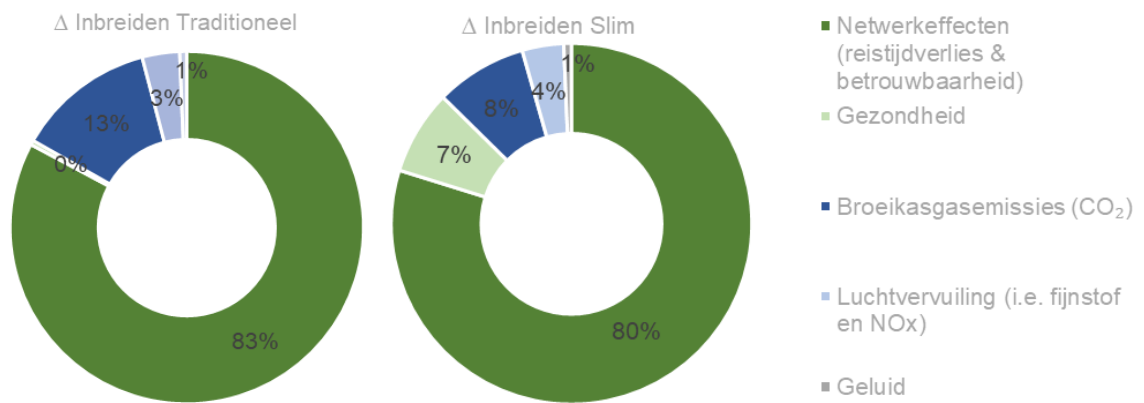
Figuur 4.7: Overzicht van investeringen in het mobiliteitsdomein



Figuur 4.8 laat zien waar de maatschappelijke baten in het mobiliteitsdomein neerslaan. Voor beide alternatieven geldt bijna drie kwart van de totale maatschappelijke baten netwerkeffecten zijn. Hierbij moet er mee rekening worden gehouden dat een aantal effecten niet tot nauwelijks gekwantificeerd zijn. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan de eerdergenoemde zachtere baten. Als deze worden meegenomen is het aandeel van de netwerkeffecten ook lager.

Ook moet worden opgemerkt dat er in deze effectberekening geen rekening is gehouden met de exploitatiebaten en exploitatiekosten van de mobiliteitshub. In plaats daarvan is aangenomen dat, over de gehele looptijd, de exploitatie break-even is en de baten en kosten dus tegen elkaar kunnen worden weggestreept.

Figuur 4.8: Overzicht van maatschappelijke effecten in het mobiliteitsdomein



Hieronder zijn de afzonderlijke effecten kwantitatief en kwalitatief omschreven.

Investeringen en exploitatie slimme mobiliteitshub

Om de eerdergenoemde transitie van eigen autogebruik naar deelautogebruik en andere vervoermiddelen te realiseren zijn, naast investeringen in het digitale domein (om bijvoorbeeld een ecosysteem te realiseren voor innovatie digitale oplossingen), ook flinke investeringen nodig in het fysieke domein. Zo moet er bijvoorbeeld worden geïnvesteerd in de aanleg van een **Smart Mobility Hub** (of in het Nederlands: mobiliteitshub). Deze mobiliteitshub bevindt zich aan de rand van de stad op de belangrijkste uitvalswegen. Hier komen alle modaliteiten bij elkaar, en kan de reiziger of logistieke dienstverlener eenvoudig overstappen op een andere modaliteit. In de toekomst zal een verschuiving optreden in de stad naar duurzame, hoogfrequente of autonome vervoermiddelen met een prioriteit op langzaam verkeer. Parkeren van auto's geschiedt ook zoveel mogelijk bij de hub. Er is sprake van hoogwaardig stedelijk weefsel, met veel ruimte voor wonen, groen, recreëren en kleinschalige winkels. Grootschalige voorzieningen en kantoorcomplexen zijn gecentreerd rond de hubs.

Verdienmodel mobiliteitshubs

De essentie van hubs is dat op deze plek verschillende vervoersmogelijkheden en voorzieningen worden gecombineerd en daarmee verschillende partijen betrokken, bijvoorbeeld een openbaar vervoer bedrijf, aanbieders van deelmobiliteit en de gemeente. Dit leidt tot organisatorische en financiële vragen. Welke kosten worden door welke partij gedekt en wie zorgt voor onderhoud en beheer? Er zijn verschillende opties om de (maatschappelijke) business case voor een mobiliteitshub sluitend te maken. KIM (2021) benoemt de volgende vormen van financiering.

- **De overheid als financier.** De meeste hubs kennen een onrendabele top bij hun ontwikkeling en ook de exploitatie kan onrendabel zijn. In de sector logistiek is dit vooral het geval bij de stadslogistieke hubs. Als met het ontwikkelen van hubs, in combinatie met andere beleidsmaatregelen, investeringen elders binnen en buiten het mobiliteitssysteem voorkomen worden, kan dit een reden zijn voor de overheid om een rol als financier op zich te nemen;
- **(Gedeeltelijke) private financiering.** Een ander voorbeeld is een (buurt)hub met deelvoertuigen. Deze genereert mogelijk besparingen als het autobezit afneemt en hierdoor minder kostbare ruimte aan parkeerfaciliteiten besteed hoeft te worden. Voor zover hubs aantrekkelijke verblijfplaatsen worden, leiden zij er mogelijk ook toe dat de grondwaarden in hun nabije omgeving stijgen, waarna deze door middel van land value capture teruggewonnen kunnen worden voor de financiering van de hub. Hierbij zijn verschillende modellen denkbaar zoals een vastgoedentiteit, sale & lease back, gedifferentieerde PPS.

Een aandachtspunt is dat langjarige financiering nodig is voor de exploitatie van hubs, terwijl bijvoorbeeld een projectontwikkelaar slechts eenmalig bereid is een bijdrage te leveren. Ook zien private partijen mobiliteitshubs nog als relatief onbeproefd en dus riskant, wat de kansen voor private financiering verder beperkt. Voor marktpartijen is de financieringsrente (dan ook) veel hoger dan voor de gemeente³¹.

- **Directe financiering door gebruiker of klant.** Bij buurt- of wijkhubs in woonwijken is de hub bijvoorbeeld sterk gericht op de behoeften van directe omwonenden, die in bijvoorbeeld een Vereniging van Eigenaren ook als financier en medebeslisser aan tafel kunnen zitten. Bij een logistieke hub kan dit een verlader zijn die gemotiveerd is om duurzaamheid en leefbaarheid mee te wegen. De Rijksoverheid is zelf ook afnemer van logistieke diensten, en kan logistieke dienstverleners dus als klant een prikkel geven. Een voorbeeld hiervan is de Rijkshub in Den Haag.

De financiering van de hub raakt ook andere rollen/criteria die bepalen of de hub een succes zal worden.

Regisseur. Het strategische karakter van de hubs maakt deze regiefunctie complex: huidige randvoorwaarden moeten worden gekoppeld aan toekomstige ontwikkelingen. Hierbij ligt een regierol voor decentrale overheden voor de hand. Een andere uitdaging voor decentrale overheden ontstaat wanneer hubs die in de ene gemeente liggen problemen oplossen in een andere gemeente, zoals met name bij de verschillende soorten stadsrandhubs het geval kan zijn. Rijksoverheid kan hierbij een rol spelen als aanjager, kennisdeler en facilitator.

Ontwikkelaar. Er zijn inmiddels private bedrijven op de markt die het hele proces van ontwerp tot ontwikkeling voor hun rekening kunnen nemen, met name voor buurt- of wijkhubs in woonwijken of bedrijventerreinen. Los van de vraag welke stakeholder het meest efficiënt een hub kan ontwikkelen, gaat het er vooral in stedelijk gebied om hoe het diverse en openbare karakter van de stad te waarborgen. Dit kan een reden zijn waarom vooral decentrale overheden de rol van ontwikkelaar op zich nemen.

Regulator. Een belangrijke rol voor de verschillende overheden is het stellen van regels voor het gebruik van hubs. Met name verantwoorde en uniforme (met het oog op opschaling) data-uitwisseling tussen de verschillende mobiliteitsaanbieders speelt hierbij een grote rol. Het bevorderen van nationale datastandaarden kan dus een waardevolle bijdrage zijn aan de ontwikkeling van hubs. Een ander aspect van uniformiteit is de merkvoering (branding). Als iedere gemeente haar eigen beeldmerk voor een hub voert, verhoogt dit voor de gebruiker de complexiteit van het systeem. De Rijksoverheid kan op dit gebied best practices communiceren, of als regulator optreden om consistente merkvoering te waarborgen³².

Voorbeeld Hub Merwedekanaalzone (Utrecht)

In Utrecht wordt in de Merwedekanaalzone in de komende jaren een nieuw gebied ontwikkeld, waarbij mobiliteit een belangrijke rol krijgt om de wijk leefbaar en aantrekkelijk te maken. Een mobiliteitshub wordt hier een onderdeel van. De hub is onder andere aangesloten op een hoogwaardige openbaarvervoerlijn en op de fietsas die de wijk doorkruist. Er komt een digitaal platform dat toegankelijk is voor gebruikers van de mobiliteitshub en bewoners. Ook komt er een fysieke mobiliteitswinkel voor klantenservice, pakketten en aanvullende diensten. Deze locatie is 7 dagen per week, 8 uur per dag voorzien van personeel dat mensen te woord staat, pakketten aanneemt en extra voorzieningen uitlevert. Er zijn voorzieningen gevestigd, gericht op de reiziger en de buurtbewoner zoals een supermarkt, gezondheidscentrum, fietsenmaker en kinderopvang. De business case van dit concept wordt betaald door een combinatie van fonds, servicekosten en betaling door gebruikers. De projectontwikkelaars investeren eenmalig in de aanleg van de mobiliteitshub. Vastgoedeigenaren betalen jaarlijks voor mobiliteitskosten en gebruikers betalen per gebruik of een vast bedrag per maand (Natuur en milieu, Mobiliteitshubs, 2020).

³¹ Uit de studie van Ecorys naar de financiering van Smart Mobility Hub De Nieuwe Kern (2021) is dit de belangrijkste reden dat regulier gemeentelijk financiering het meest gunstig uitpakt.

³² Bron: KiM (2021), Verkenning van het concept mobiliteitshub.

Investerings in nieuwe infrastructuur

In beide scenario's wordt er behoorlijk geïnvesteerd in het mobiliteitssysteem of in de infrastructuur. De totale som van investeringen is in beide scenario's gelijk. In het traditionele alternatief vallen deze investeringen voornamelijk ten goede aan meer infrastructuur, voornamelijk voor het openbaar vervoer. Daarentegen vallen voor het slimme inbreidingsalternatief deze investeringen ten goede aan beter benutten van de bestaande infrastructuur en het anders en slimmer benutten van het gehele mobiliteitssysteem.

Netwerkeffecten

Drie kwart van de totale baten zijn netwerkeffecten in beide alternatieven. Deze baten laten zich voornamelijk verklaren door een grote afname van het aantal autokilometers, voornamelijk binnenstedelijk en tot en met 25 kilometer. In het traditionele alternatief worden er circa 25% minder autokilometers gemaakt en in het slimme alternatief worden er circa 50% minder autokilometers gemaakt ten opzichte van het nulalternatief. Deze autokilometers worden vervangen door andere en slimmere vormen van mobiliteit, zoals in de introductie van dit hoofdstuk is uitgewerkt. Dit alles resulteert in fors minder congestie, waar een flinke baat tegenover staat.

Gezondheidseffecten

Gezondheidseffecten zijn tweeledig. Enerzijds ontstaan er effecten door meer of minder uitstoot van emissies. Deze zijn onder het volgende kopje verder uitgewerkt. Daarnaast ontstaan er gezondheidseffecten door het hebben van een meer actieve of minder actieve levensstijl. In het slimme alternatief ontstaat er een grote verschuiving van inactieve modaliteiten naar actieve modaliteiten, zoals de fiets. Er staan maatschappelijke baten tegenover deze meer actieve levensstijl. Deze maatschappelijke baten vormen 7% van de totale maatschappelijke baten voor het slimme inbreidingsalternatief.

Externe effecten

Door een andere inrichting van mobiliteit in beide verstedelijkingsalternatieven ontstaat er minder verkeer in stedelijk gebied. Dit leidt tot neveneffecten (ook wel externe effecten genoemd). Veranderingen in de verkeersstromen en het verkeersvolume heeft effect op het klimaat, milieu, verkeersveiligheid en geluid. We onderscheiden daarbij specifiek de volgende effecten: broeikasgasemissies (CO₂-uitstoot), luchtvervuiling (fijnstof en stikstof), geluidshinder en verkeersveiligheid.

Deze maatschappelijke effecten zijn in kaart gebracht op basis van de kentallen in de externe en infrastructuurkosten van verkeer.³³ In alle scenario's zijn we ervan uitgegaan dat de opname van elektrische gedreven voertuigen de komende jaren zal toenemen.

Het effect van verminderde broeikasemissies ligt tussen de 9% en 14% ten opzichte van de totale maatschappelijke baten in respectievelijk het slimme alternatief en traditionele alternatief³⁴. De maatschappelijke baten van verminderde fijnstofuitstoot ten opzichte van de totale maatschappelijke baten zijn grofweg 5% in beide scenario's³⁵. Ten slotte is het effect van geluidsbelasting gemonetariseerd. De monetaire waarde hiervan is beperkt³⁶. Echter, een volledig elektrisch

³³ CE Delft (2014), Externe en infrastructuurkosten van verkeer.

³⁴ Uitgaand van een CO₂-waardering van 31,18 tot 123,97 Euro per 1000km, afhankelijk van personenvervoer of vrachtovervoer en binnen de bebouwde kom en buiten de bebouwde kom. Bron: CE Delft (2014), Externe en infrastructuurkosten van verkeer.

³⁵ Uitgaand van een lucht-waardering van 6,09 tot 199 Euro per 1000km, afhankelijk van personenvervoer of vrachtovervoer en binnen de bebouwde kom en buiten de bebouwde kom. Bron: CE Delft (2014), Externe en infrastructuurkosten van verkeer.

³⁶ Uitgaand van een geluid-waardering van 6,50 tot 42,87 Euro per 1000km, afhankelijk van personenvervoer of vrachtovervoer en binnen de bebouwde kom en buiten de bebouwde kom. Bron: CE Delft (2014), Externe en infrastructuurkosten van verkeer.

wagenpark kan naar schatting zorgen voor een geluidsafname van 3 tot 4 dB langs binnenstedelijke wegen.

Kwalitatieve effecten

Een deel van de impact is niet gekwantificeerd omdat er geen goede bronnen zijn voor gekwantificeerde effecten en/of monetaarisering. Dat wil niet zeggen dat deze effecten niet belangrijk zijn. Daarom gaan wij hieronder in op deze effecten, al betreft het dan een kwalitatieve beschrijving.

Verkeersveiligheid

Een belangrijke leemte in veel onderzoeken naar de verkeersveiligheid voor de fiets en de auto, is dat er beperkt rekening gehouden wordt met wáár de modal shift precies plaatsvindt. Een autokilometer is gemiddeld veilig omdat deze vaak op snelwegen plaatsheeft. Binnen de bebouwde kom is deze relatief onveilig. Binnen de bebouwde kom kan afhankelijk van de kwaliteit van de inrichting en het aandeel fietsers de fiets juist veiliger zijn dan de auto. Daarbij gaat het bij beide inbreidingsalternatieven – en zeker Inbreiding Slim - om een systeemverandering, waarbij het primaat veel meer bij het langzaam verkeer komt te liggen, waardoor de huidige kentallen niet goed bruikbaar zijn.

SWOV stelt dat als de helft van de straten met een 50 km/uur-limiet wordt omgezet naar een 30 km/uur-limiet het aantal ernstige slachtoffers (doden en gewonden) binnen de bebouwde kom substantieel dalen, variërend tussen 22 procent en 31 procent.³⁷ De aanname bij deze schatting is dat de straten die een 30 km/uur-limiet krijgen zo zijn ingericht dat de gereden snelheden aan deze limiet voldoen. Wij gaan er daarom hier vanuit dat de verkeersveiligheid belangrijk vooruit zal gaan in beide inbreidingsalternatieven.

Sociale veiligheid

Sociale veiligheid wordt vaak gedefinieerd als een veilig ervaren situatie en omgeving (private of publieke ruimte), waarin men zich vrij voelt van dreiging, agressie of geweld van anderen. De maatschappelijke effecten van sociale veiligheid bestaan uit de directe maatschappelijk kosten (uitval door ziekte en kosten van medische behandeling, materiele schade), maar ook de subjectieve beleving (angstig zijn), die moeilijk kan worden gemonetariseerd en gedrag (vraaguitval, niet op de fiets gaan maar met auto of niet vanwege gevoel van onveiligheid). Goede verlichting, open ruimten, een schone omgeving en combinatie van functies (altijd druk) draagt positief bij aan sociale veiligheid. (Veiligheid in Maatschappelijke Kosten-Baten Analyse door Ecorys, 2012). Er zijn geen kengetallen voorhanden. In de praktijk wordt sociale veiligheid vaak kwalitatief gewaardeerd. De sociale veiligheid van de mobiliteitshubs hangt onder andere af van het gebruik door de bewoners. Hoe vaker een mobiliteitshub gebruikt wordt, hoe meer activiteiten er in en rond de faciliteit zijn en hoe veiliger de faciliteit wordt beoordeeld. Wij gaan ervan uit dat in beide inbreidingsalternatieven sprake zal zijn van een grotere sociale veiligheid omdat de leefruimte drukker bezet zal zijn en prettiger ingericht.

Vestigingsklimaat

Een verbetering van het leefklimaat vergroot de aantrekkingskracht van het gebied voor bedrijven. Door verminderde congestie in de stad zijn bedrijven beter bereikbaar en medewerkers ervaren een prettiger werkklimaat. De verandering in de parkeermogelijkheden werkt juist de andere kant op. Werknemers zullen niet meer bij het bedrijf kunnen parkeren, maar voor kort parkeren door bezoekers en leveranciers zijn nog wel mogelijkheden. Wij gaan er hier vanuit dat beide effecten elkaar opheffen.

³⁷ SWOV (2019), Naar een algemene snelheidslimiet van 30 km/uur binnen de bebouwde kom?

Waarde voor passanten/bezoekers

Niet alleen bewoners of werknemers in de bedrijven in de stad zullen profiteren van een beter leefklimaat. Ook passanten en toeristen profiteren hiervan. Denk aan bezoekers van de stad, bewoners, winkels en bedrijven, toeristen en reizigers die door de stad reizen op weg naar werk elders of om te recreëren/sporten. Het aantal passanten varieert sterk afhankelijk van de grootte en de aantrekkingskracht van de stad. Zo gaat het bij de binnenstad van Rotterdam wekelijks om bijna 600.000 passanten en voor de binnenstad van Hengelo om 80.000.

De belevingswaarde voor een verbetering van kwaliteit van omgeving varieert in de verschillende onderzoeken tussen € 0,5 en € 1 per bezoek (bron).

Comfort

In de inbreidingsalternatieven – en zeker bij Inbreiden Slim - neemt het comfort van de autoreis af doordat voor veel bewoners de eigen auto niet meer voor de deur geparkeerd staat. Er is voortransport naar de hub nodig, en mogelijk ook natransport bij de bestemming. De reis met de auto wordt een ketenreis net als een reis per trein. Het ervaren ongemak kan vertaald worden in een toeslag op de reistijd van de auto. Voor het langzaam verkeer in de stad neemt het comfort wel toe door de prettigere omgeving en de afname van het autoverkeer. Dit zou vertaald kunnen worden in een vermindering van de gepercipieerde reistijd. Doordat we geen informatie hebben kunnen vinden over het gepercipieerde nadeel strepen we de effecten tegen elkaar weg.

Sociale cohesie

Een aantrekkelijk woonomgeving met groen en veel voorzieningen, waarbij het langzaam verkeer prioriteit krijgt, maakt het makkelijker en aantrekkelijker om mensen te ontmoeten in de buitenruimte. Bovendien zorgt de invoering van deelmobiliteit ervoor dat er meer mobiliteitsalternatieven beschikbaar zijn, die kunnen bijdragen aan het verminderen van bereikbaarheidsarmoede: mobiliteit wordt voor meer mensen toegankelijk wat de sociale cohesie bevordert. We gaan ervan uit dat de sociale cohesie zal toenemen in beide inbreidingsalternatieven.

Innovatie

Het herontwerp van de stad en de stedelijke mobiliteit door middel van verschillende stedelijke ontwikkelingshubs en parkeerbeperkingen kan innovatiebaten opleveren. Nieuwe mobiliteitsconcepten en vormen van deelmobiliteit vragen nieuwe (digitale) diensten. Voor de optimale vraag -aanbodbalancing van elektriciteit via e-mobiliteit zullen ook nieuwe diensten en technieken ontwikkeld worden. De ontwikkeling van deze diensten kan sneller verlopen bij inzet op parkeren op afstand, meer ketenmobiliteit voor auto's, deeleconomie en de combinatie van laden en opwek. De omvang van dit effect is echter lastig te moneteriseren.

Tabel 4.4: Samenvatting kwalitatieve effecten in het domein mobiliteit

Effect	Inbreiding traditioneel	Inbreiding slim
Verkeerveiligheid	+	+
Sociale veiligheid	+	+
Vestigingsklimaat	0	0
Waarde voor passanten/bezoekers	+	+
Sociale cohesie	+	+
Innovatie	+	+

Gevoeligheidsanalyse

Figuur 4.9 laat de gevoeligheidsanalyse met het aantal parkeerplekken per woning. Deze parkeerplekken worden benut door zowel eigen auto's als deelauto's, waarbij de verhouding hiertussen varieert per scenario. De linkerkant van de figuur geeft de gevoeligheidsanalyse weer voor het traditionele inbreidingsalternatief en de rechterkant van de figuur geeft de gevoeligheidsanalyse weer voor het slimme inbreidingsalternatief:

- Onder uitgangspunten zijn dezelfde uitkomsten weergegeven als eerder gepresenteerd in figuur 4.6;
- De gevoeligheidsanalyse laat zien wat er gebeurt als het aantal parkeerplekken per woning aangepast wordt. Tabel 4.5 laat zien op welke wijze het aantal parkeerplekken per woning aangepast is voor de gevoeligheidsanalyse in het traditionele inbreidingsalternatief en tabel 4.6 laat zien op welke wijze het aantal parkeerplekken per woning aangepast is voor de slimme inbreidingsalternatief.

Tabel 4.5: Aantal parkeerplekken per woning voor het traditionele inbreidingsalternatief

	Urbaan	Suburbaan
Uitgangspunten	0,6	1,3
Gevoeligheidsanalyse	0,8	1,5

Tabel 4.6: Aantal parkeerplekken per woning voor het slimme inbreidingsalternatief

	Urbaan	Suburbaan
Uitgangspunten	0,3	0,3
Gevoeligheidsanalyse	0,1	0,1

Figuur 4.9: Gevoeligheidsanalyse – aantal parkeerplekken per woning



Om de gevoeligheid van de belangrijke parameter, de parkeernorm, te bepalen en ter validatie van het model is de parkeernorm met 0,2 verhoogd in het traditionele inbreidingsalternatief en met 0,2 verlaagd in het traditionele inbreidingsalternatief. Het verhogen van het aantal parkeerplaatsen per woning resulteert in lagere kosten maar ook lagere baten waar het verlagen van het aantal parkeerplaatsen resulteert in het tegenovergestelde effect. De belangrijkste verklaringen hiervoor zijn:

- Het verhogen van het aantal beschikbare parkeerplekken resulteert in een stijging van het autogebruik en in een daling van het gebruik van de beschikbare mobiliteitsalternatieven, waar een verlaging van het aantal beschikbare parkeerplekken resulteert in het tegenovergestelde effect. In beide inbreidingsalternatieven wordt verondersteld dat de beschikbaarheid, betaalbaarheid en toegankelijkheid van alternatieven van voldoende kwaliteit is. Dit wordt constant gehouden voor de gevoeligheidsanalyse.
- Het verschil in benodigde investeringen wordt voornamelijk veroorzaakt doordat een stijging van het autogebruik in combinatie met een daling van het gebruik van alternatieven samengaat met een lagere vraag naar mobiliteitshubs. Door deze lagere vraag zijn er ook minder investeringen in mobiliteitshubs benodigd. Een daling van het autogebruik heeft het tegenovergestelde effect.
- Een andere verklarende factor is het gebruik van openbaar vervoer en deelmobiliteit. Een modal shift van auto naar alternatieve vormen van mobiliteit leidt in het model tot hogere maatschappelijke effecten.

Optimalisatiemogelijkheden

Hieronder wordt een aantal illustratieve cases/voorbeelden – klein en groot, rijp en groen - aangedragen die laten zien hoe 'slimme' oplossingen in het domein van mobiliteit optimaal kunnen bijdragen aan een leefbare stad.

Kansen voor yield management nog veelal onbenut

Revenue management of yield management is een vorm van prijsbepaling die gebruikmaakt van prijselasticiteit. Het optimale aantal producten wordt aangeboden aan het juiste aantal klanten tegen de beste prijs. Het principe is afkomstig uit de luchtvaartsector, maar wordt inmiddels ook in de hotelbranche toegepast. Ook de zogenaamde lastminute-aanbiedingen zijn een vorm van yield management. Luchtvaartmaatschappijen gebruikten hiervoor speciale software op hun eigen reserveringssystemen, die het juiste aantal stoelen aanbiedt aan het juiste aantal passagiers, tegen de juiste prijs. Deze software gebruikt historische en actuele reserveringsgegevens en doet een voorspelling over toekomstige reserveringen en optimaal gebruik van stoelen. Op basis daarvan wordt ook de actuele prijs van het vliegticket bepaald.

Yield management wordt beperkt toegepast in het OV, met bijvoorbeeld korting in de daluren, korting voor senioren of een jaarkaart waarmee je onbeperkt kunt reizen. Maar dit is een statisch systeem volledig gebaseerd op historische gedragspatronen. Inmiddels weten we real time wat reizigers doen of willen via de verschillende verkeersmanagementsystemen. En met de komst van MaaS platformen weten we steeds vaker niet alleen real time vraag en aanbod van 1 modaliteit, maar over alle modaliteiten heen, waarop de reiziger een integraal advies kan worden aangeboden.

Op dit moment worden de tarieven voor OV door de OV-autoriteiten vastgesteld. De vervoerder kan dus geen yield management toepassen. Tegelijkertijd is de gemiddelde bezettingsgraad van zitplaatsen 42% in de spits bij NS (NS, 2019), of 30% over het etmaal (NS, 2013). Verder weten we dat:

- Het aantal mensen dat tegelijk met ov onderweg is, is sterk ongelijk verdeeld over de dag. Er is een sterke, smalle ochtendspits met zijn maximum tussen 7:00u en 9:00u, en een iets bredere middagspits (bijna even hoog) die loopt van ca. 16:00u-19:00u (btm al vanaf 15:00u).
- Op de top van de ochtendspits (rond 8:00u) zijn per trein bijna 4x zoveel mensen tegelijk onderweg als in de periode 10:00u-16:00u, voor bus/tram/metro is dat ca. 3x zoveel³⁸.
- Er is dus nog veel capaciteit te vergeven bij een goed aanbod. In het Toekomstbeeld OV wordt dan ook de wens geuit om (meer) pilots met prijsprikkels en slimme tarieven te starten.

³⁸ KIM (2021), Openbaar vervoer en de coronacrisis.

De fysieke ruimte wordt steeds schaarser. De parkeernorm is een van de belangrijkste knoppen waaraan de gemeente kan draaien om meer ruimte voor wonen en groen te realiseren. Het zijn niet alleen de bewoners die (auto)parkeerplaatsen nodig hebben. In een stad zijn ook laad- en losplekken nodig voor de bevoorrading. Door laad- en losplaatsen adaptief te maken, krijgt een plek meer dan één functie en kan de beschikbare ruimte dus flexibeler en effectiever worden ingezet. Want waarom zou je een laad- en losplek 's ochtends niet kunnen gebruiken als parkeerplaats voor deelscooters, 's middags als laad- en losplek voor pakketjes van PostNL en 's avonds voor recreatieve doeleinden, zoals een terras? Sommige laad- en losplekken worden maar 5% van de tijd bezet.

Schaarse ruimte beter benutten met multifunctionele parkeerplekken

In Amersfoort wordt nu een proef gedaan met een tijdelijke laad- en losplek, die met behulp van een app gereserveerd kan worden. Dit kan dus voor die recreatieve doeleinden, maar ook PostNL kan een deel van de tijd reserveren om pakketten te bezorgen. Pakketbezorgers kunnen van tevoren ruimte reserveren en hoeven geen rondjes meer te rijden op zoek naar een parkeerplaats. In Londen is een vergelijkbaar initiatief getest in één wijk en daarbij werden 20 procent minder kilometers gereden; Maar ook kan de gemeente zo de vinger aan de pols houden over het type voertuigen dat bepaalde tijden in de stad komt en controle uitoefenen over verkeersstromen.

Het volgende voorbeeld laat zien hoe met relatief weinig investeringen en herstructurering nieuwe ruimte kan worden gecreëerd waarmee een grote impact op de leefbaarheid van een bestaande wijk kan worden gemaakt.

Superblocks in Barcelona: tot 90% van de ruimte voor infrastructuur vrijgemaakt voor groen, speeltuinen en parken

De superblocks in Barcelona zijn een goed voorbeeld van (meer) prioriteit geven aan het langzame verkeer en leefbaarheid ten koste van het binnenstedelijk autogebruik. Superblocks bestaan uit een grid van 3 x 3 straten, waarbij de binnenkant is gereserveerd voor langzaam verkeer (lopen en fietsen). Uitzonderingen worden alleen gemaakt voor gemotoriseerd verkeer door bewoners en hulpdiensten en (eventueel) bezorgdiensten.



De superblocks worden als een integrale oplossing gezien voor het optimaal combineren van ruimtelijke en mobiliteitsdoelstellingen: met het reduceren van de ruimte voor auto's wordt het aantal vervuilende verkeersbewegingen teruggebracht en wordt publieke ruimte terug gegeven aan de bewoners in de vorm van groen, speelruimte, horeca en andere voorzieningen. Doordat de rijsnelheid maximaal 10 km per uur bedraagt in het superblock neemt ook de veiligheid sterk toe. Superblocks dragen daarmee bij aan een overall verbetering van de leefbaarheid, een vergroting van de sociale cohesie, en een toename van de economische activiteit. OP basis van de goede ervaringen die zijn opgedaan in Barcelona wordt het concept van

superblock nu ook uitgerold in andere Spaanse steden als Vitoria-Gasteiz, La Coruña, Ferrol, Viladecans en El Prat. Uiteraard is het essentieel om de bewoners te betrekken bij de nieuwe inrichting. Zij weten het beste hoe de nieuw ontstane ruimte het beste kan worden ingevuld. Bovendien moeten de bewoners bereid zijn zich te committeren aan een nieuwe leefstijl met minder autogebruik³⁹.

³⁹ Bron: Pocacito (2016), Smart City – Good Practice: Superblocks ([link](#)).

Interessant is ook het zogenaamde effect van 'mobility evaporation' ofwel mobiliteitsverdamping. Uit ander onderzoek naar de autovrije/luwe stad blijkt dat dat ook buiten de autovrije straten een reductie van de automobilititeit tot 10% kan worden waargenomen in omliggende straten, omdat voor korte trips vaker wordt gekozen voor fietsen ne lopen in plaats van de auto.⁴⁰

Randvoorwaarden en succesfactoren

Hoe verleid je mensen bij een verhuizing naar een binnenstedelijke omgeving om geen eigen auto mee te nemen?

In de inbreidingsalternatieven wordt uitgegaan van een (fors) lager eigen autobezit, mede veroorzaakt door een strenge parkeernorm. Maar wat is nu bepalend om mensen te doen afzien van een eigen auto? Empaction heeft in samenwerking met de TU/e zich gebogen over deze vraag⁴¹.

De basis voor het onderzoek werd gevormd door een gedachte-experiment. 2.500 respondenten zijn bevroegd over een denkbeeldige verhuizing en welke gevolgen dit zou hebben voor hun autobezit. Elke groep uit de Nederlandse samenleving (18+) was goed vertegenwoordigd in de dataset, die daarom als representatief en breed toepasbaar wordt beschouwd.

Uit het onderzoek kwamen de volgende randvoorwaarden voren voor het afzien van de eigen auto die vertaald kunnen worden naar een passend en effectief beleid door gemeenten:

- **Een hoogwaardig aanbod van deelmobiliteit.** Hierbij gaat het niet alleen om beschikbaarheid van voldoende deelmobiliteit, maar ook de zekerheid van beschikbaarheid en diversiteit qua vervoersmiddelen. Dit vraagt waarschijnlijk om een combinatie van aanbieders;
- **Betaalbaarheid van (deel)mobiliteit.** Uiteraard moet het alternatief voor de eigen auto betaalbaar en moeten kunnen concurreren met de kosten van een eigen auto;
- **(Relatieve) nabijheid van een ov-knooppunt.** Een hoogwaardig netwerk van fietspaden en bijvoorbeeld een goed aanbod van elektrische deelscooters kan een ov-knooppunt nóg dichterbij brengen;
- **Fietsparkeervoorzieningen.** Niet alleen een deelalternatief voor de eigen auto bieden is van belang. Ook vervoer per fiets moet overal prominenter worden. En dus zijn hogere fietsparkeernormen en kwaliteitseisen bij fietsenstallingen van belang;
- **Bekend maak bemind (probeerbaar?).** Hebben mensen al eens gebruik gemaakt van deelauto's, dan zijn ze eerder bereid de eigen auto weg te doen of niet tot aanschaf over te gaan dan wanneer ze nog nooit in een deelauto reden; 80% versus 65%.

Al met al is onder bovenstaande 'optimale' omstandigheden 70% van de respondenten bereid om bij een verhuizing naar een binnenstedelijke omgeving geen eigen auto mee te brengen blijkt uit dit onderzoek. Is dat niet het geval en zijn de alternatieven minder goed, dan daalt dat percentage redelijk snel tot net boven de 10%.

Vauban, het succes van een autovrije wijk⁴²

Vauban is een wijk ten zuiden van het stadscentrum van Freiburg in Duitsland. Destijds bij de opzet in 1998 gold Vauban als voorbeeldproject voor duurzaam wonen. De eerste bewoners settelden zich in 2001. Inmiddels heeft de wijk zo'n 5.000 bewoners. de wijk bestaat hoofdzakelijk uit appartementen tot 4 verdiepingen gemixt met tal van voorzieningen als scholen, kantoren, winkels en horeca.

⁴⁰ Bron: Sustrans (2020), Making the case for a low traffic neighbourhood ([link](#)).

⁴¹ Bron: Empaction (2021), Onderzoek wijst uit: met optimale deelmobiliteit minder parkeerplaatsen bij nieuwbouw nodig ([link](#)).

⁴² Bron: nieuwsartikel FastCompany (2019), What can we learn from this thriving, car-free German neighborhood? Get rid of parking spaces ([link](#)).

In de wijk verplaatsen de bewoners zich hoofdzakelijk per fiets of te voet. De wijk is aangelegd langs trambaan die Vauban verbindt met het stadscentrum van Freiburg (ca 15 minuten) zodat alle huizen zich op korte loopafstand van een tramhalte bevinden.

Een groot deel van de wijk is 'stellplatzfrei'. Auto's mogen stapvoets rijden door de wijk voor bezorgen of ophalen, maar niet parkeren (enkele uitzonderingen daargelaten).

Bewoners die een auto bezitten moeten hun auto parkeren in een grote garage op een eigen parkeerplaats (a raison de \$ 40.000) aan de rand van de wijk.

Als gevolg hiervan heeft 70% van de huishoudens in Vauban geen auto en veel aspirant bewoners verkopen hun auto als zij naar Vauban verhuizen. Zo nodig kunnen bewoners gebruik maken van deelauto's.

De wijk is een groot succes. Anno 2020 is de vraag naar huizen in Vauban veel groter dan beschikbaar is.

Van parkeernorm naar mobiliteitsnorm

Uit het bovenstaande blijkt dat onder de juiste voorwaarden – het bieden van een goed mobiliteits-alternatief – het eigen autobezit fors naar beneden kan worden gebracht. Een stringente parkeernorm zal in dit geval niet leiden tot meer druk om de ruimte in omliggende wijken/gebieden, wat veel gemeenten vrezen.

Zowel voor gemeenten als ontwikkelaars liggen kansen bij de ontwikkelingen van mobiliteitsnormen in plaats van parkeernormen. Het ruimtebeslag van (ondergronds) parkeren in de binnenstad is vaak zo duur dat dit ten koste gaat van het realiseren van woningen. Daarbij vertaalt een betere ontsluiting van wijk door bijvoorbeeld HOV zich in de aantrekkelijkheid en verkoopbaarheid van woningen. Reden om bij nieuwbouwprojecten als gemeente samen met ontwikkelaars invulling te geven aan de mobiliteitsnorm, waarbij ook samen wordt geïnvesteerd in mobiliteitsoplossingen.

Mogelijk dat mobiliteitsdiensten in de toekomst dan als onderdeel van de woning bij de verkoop worden aangeboden in plaats van een parkeerplaats (-recht).

Overigens: denk ook aan de groep mensen die al geen auto heeft. Vaak wordt alleen bekeken wat beter OV en/deelmobiliteit voor het aantal parkeerplaatsen betekent. Maar daarmee wordt de groep die toch al geen auto heeft tekort gedaan. Ook daar liggen behoeften en wensen. We moeten in die zin dus breder over (deel)mobiliteit gaan nadenken.

HSK20 in Zwolle, door deelautoconcept zijn meer woningen gerealiseerd

De realisatie van HSK20 maakt deel uit van een versnellingsopgave in Zwolle, om op korte termijn extra woonruimte in de stad te creëren. Het voormalige zorggebouw aan de Harm Smeengekade 20 in Zwolle was voorheen in eigendom van woningcorporatie deltaWonen en had een bestemming om woongebouw te worden, met als voorwaarde dat het pand behouden moest blijven. Dit bleek echter financieel onhaalbaar als er alleen sociale huurwoningen zouden worden ontwikkeld. Daarom werd met BPD afgesproken dat het pand getransformeerd zou worden tot een appartementencomplex voor koop- en huurwoningen voor alle leeftijden. Vanwege beperkte openbare ruimte hebbende gemeente Zwolle, woningcorporatie deltaWonen Rabobank, Athlon Car Lease en BPD gezamenlijk een deelmobiliteitsconcept ontwikkeld voor deze plek in het centrum. Bewoners kunnen daarmee beschikken over een auto, zonder dat ze eigen auto en parkeerplaats hebben⁴³.

⁴³ Bron: BPD (onbekend), HSK20 ([link](#)).

Een betaalbaar én herkenbaar aanbod van (deel)mobiliteit

In de regel werkt hoogwaardigheid kostenverhogend, terwijl de betaalbaarheid juist een cruciale voorwaarde van de gebruiker is. Uit het rapport 'Slimme deelmobiliteit en parkeren Sluisbuurt'44 blijkt dat deelmobiliteit nu al voor veel typen van gebruikers gunstig kan zijn. In dit rapport zijn vijf verschillende gebruikersprofielen onderscheiden. Starters, Digitalen, Gezinnen, Welvarenden en Exclusieven. Ieder gebruikersprofiel heeft een eigen mobiliteitsbehoefte in het aantal kilometers dat zij per jaar afleggen met de auto. Om een vergelijking te maken is er gekozen om één standaardrit als gemiddelde te nemen. Iedere autorit is in deze berekening gemiddeld 150 kilometer (retour), duurt in totaal 4 uur waarvan 2 uur wordt gereden. Er is per groep uitgegaan van een bij deze groep passende auto. Uit de analyse blijkt dat voor alle gebruikersprofielen het autobezit gemiddeld genomen per kilometer duurder is dan wanneer hetzelfde gebruik wordt vergeleken met de huidige deelmobiliteitsaanbieders. Dit scheelt vaak meer dan de helft aan kosten. De duurste optie is het private leasen van de auto, gevolgd door het aanschaffen en bezitten van een nieuwe auto.

Private lease neemt sterk toe de laatste jaren, ten koste van eigen bezit. Dit laat zien dat er behoefte is aan ontzorging en snel (en vaak) kunnen veranderen van auto.

Voordelen die de deelauto ook kan bieden én goedkoper, zeker bij een beperkt aantal kilometers. Het is dan wel zaak dat men zich ook bewust is van de mogelijkheden en voordelen van deelmobiliteit. Hier liggen dan ook nog kansen om het concept en zijn voordelen bekender te maken. Tevens zou deelmobiliteit door haar betaalbaarheid de mobiliteit kunnen verbeteren van groepen die zich nu geen auto kunnen veroorloven.

Het spreekt voor zichzelf dat het altijd om een relatieve vergelijking gaat, afhankelijk van de lokale situatie. In bovenstaand voorbeeld zijn in de kosten per kilometer de parkeerkosten voor een parkeervergunning in de Sluisbuurt verrekend (€ 175,- per maand). De kosten voor parkeren vormen ca. 15% tot 30% van de kosten voor privé mobiliteit. Deze kosten zijn in geval van deelmobiliteit al verrekend in de gebruikskosten (waarbij wordt uitgegaan dat de mobiliteitsaanbieders een vaste bijdrage leveren voor de huur van een parkeerplaats).

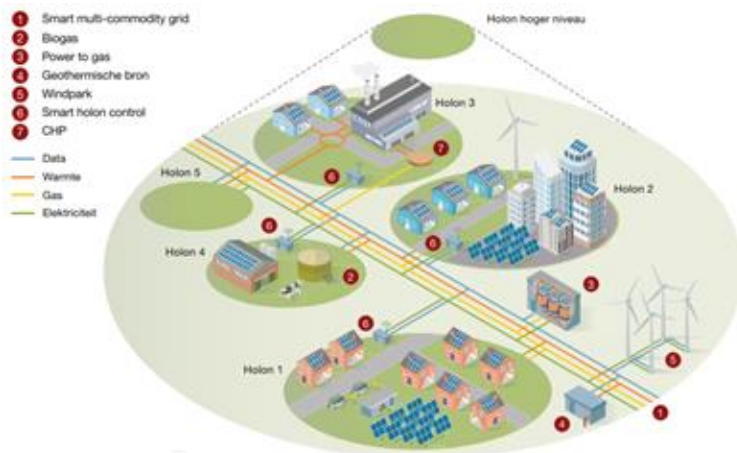
4.3 Energie

De energieneutrale stad

Om te voldoen aan de afgesproken duurzaamheidsdoelstellingen doet het concept *energie-neutraliteit* van de stad opgang. Het idee van de energieneutrale stad is dat de stad *zelf haar energie opwekt en gebruikt*. Een vaak gehoorde ergernis is dat een deel van de bevolking de lasten draagt van duurzame energieproductie (bijv. slagschaduw en lawaai van windmolens), terwijl de duurzame energie elders wordt gebruikt door anderen (bewoners of bedrijven) die geen last ervaren van de duurzame energieproductie. Het streven naar energieneutraliteit (waarbij zowel de productie als het gebruik lokaal plaatsvindt) vergroot het draagvlak voor duurzame energie, waarbij bewoners eerder bereid zijn hierin te investeren.

Niet elke stad zal complete energieneutraliteit kunnen bereiken, omdat de energievraag in dichtbevolkte steden groter is dan het beschikbare oppervlak in de stad om duurzame energie te produceren. Om toch invulling te geven aan energieneutraliteit ambities zullen steden hun tekorten kunnen opvangen uit andere 'energie holons'.

⁴⁴ Bron: APPM, GC en Stad Kwadraat (2019), Slimme deelmobiliteit en parkeren Sluisbuurt.



Figuur uit Topsector Energie (2020). Systeemintegratie – naar een holarchisch energiesysteem

Dit systeem wordt aangeduid als een *holarchisch energiesysteem*; een concept van het geïntegreerde energiesysteem van de toekomst wat de Topsector Energie⁴⁵ identificeert op basis van huidige en toekomstige trends. De 'stad holon' zal zo veel mogelijk in haar energiebehoefte proberen te voorzien. Tekorten zullen aangevuld worden uit andere energie holons, zoals bijvoorbeeld het 'agrarische buitengebied' waar meer oppervlak beschikbaar is om duurzame energie te produceren in verhouding tot een lage energievraag. Deze holons zullen met elkaar moeten communiceren om de energiestromen (vraag en aanbod) op elkaar af te stemmen. Digitalisering van

het energie infrastructuur is een belangrijke randvoorwaarden om een communicerend energiesysteem mogelijk te maken. Hiervoor zijn *slimme netten* nodig; netten die informatie over de vraag- en aanbod van energie kunnen registreren, en deze vervolgens kunnen verwerken om de energiestromen aan te sturen.

Draaiknoppen in het energiedomein

Langs twee belangrijke paden kan invullen worden gegeven aan het doel Energieneutraliteit:

- Verlaging van de energievraag in de gebouwde omgeving. Dit kan bijvoorbeeld worden afgedwongen door het stellen van strenge isolatie-eisen aan gebouwen, waardoor minder energie nodig is om het gebouw te verwarmen;
- Verhogen van de duurzame energieproductie. Elektriciteit wordt één van de belangrijkste duurzame energiedragers in de toekomst. Zon-op-dak is de meeste interessante manier om in een dicht bevolkte stad duurzame energie op te wekken. Hiervoor is het zaak dat het beschikbare oppervlak aan daken in de stad zo efficiënt mogelijk wordt benut voor zon-PV (zonnestroomtechnologie).

In ons model zijn de isolatiegraad en de adoptie van zon-PV dan ook de centrale draaiknoppen voor het domein Energie. Voor de aard en omvang van het aantal nieuwe woningen gebruiken wij de input uit het domein Ruimte (zie paragraaf 4.1). Zo heeft bijvoorbeeld de verhouding meergezinswoningen en vrijstaande woningen invloed op de adoptie van zon-PV op daken, omdat meergezinswoningen minder dakoppervlak beschikbaar heeft per woning vergeleken met vrijstaande woningen. Daarmee hebben de ontwikkelingen in het domein Ruimte impact op de ontwikkelingen in het domein Energie. Tabel 4.4 beschrijft de aannames die gebruikt zijn in ons model om de draaiknoppen van de alternatieven te beschrijven. Voor overige aannames in het model (bijvoorbeeld voor energieprijzen en energiegebruik per woningtype) is aangesloten bij de kengetallen van de Startanalyse 2020 van het PBL.

Tabel 4.7: Aannames voor de berekeningen met betrekking tot het domein Energie, per alternatief

Draaiknop	Nieuwe uitleg	Inbreiden traditioneel	Inbreiden slim
Isolatiegraad	Conform BENG-eis	Conform BENG-eis	Conform BENG-eis
Adoptie zon-PV	Autonome ontwikkeling tot 35%	Tot 50%	Tot 86% + Slim net

⁴⁵ Bron: Topsector Energie (2020). Systeemintegratie - naar een holarchisch energysysteem.

- **Isolatiegraad:** Er zijn verschillende methodieken en labels waaraan de isolatiegraad gemeten kan worden. Zo zijn er standaarden als het (oudere) EPC-systeem en de (nieuwere) NTA-8800, beide gehanteerd door de Rijksoverheid. Daarnaast zijn er ook bredere richtlijnen voor duurzaamheid (kijkend naar meerdere aspecten van duurzaam bouwen en wonen) zoals de BREEAM standaard. Nieuwbouwwoningen moeten vanaf 2021 voldoen aan de BENG eisen. Deze eisen komen overeen met ongeveer energielabel A conform de EPC-systematiek en de energiebehoefte voor een BREEAM-keurmerk⁴⁶. In de inbreiden traditioneel en inbreiden slim alternatieven hanteren we dezelfde BENG/BREEAM eisen. In het model wordt aangenomen dat de nieuwe woningen worden gerealiseerd in de komende 10 jaar. Het is niet waarschijnlijk dat er voor deze woningen later een hogere eis ontstaat, waardoor ze op korte termijn additioneel isolatiemaatregelen zouden moeten nemen. Daarnaast is de veronderstelde eis hoog, het zijn immers Bijna Energie Neutrale Gebouwen. Daarom worden deze eisen niet aangepast of gedifferentieerd in de verschillende alternatieven. Toch zullen we verschillende effecten gaan zien van de verschillende alternatieven door de samenstelling van de nieuw te bouwen woningen. Vrijstaande woningen met groter vloeroppervlaktes (die meer voorkomen in de inbreiden traditioneel) verbruiken meer energie dan meergezinswoningen met kleinere vloeroppervlaktes (die meer voorkomen in de inbreiden slim).
- **Adoptie zon-PV:** In het basisalternatief wordt uitgegaan van de autonome ontwikkeling van de installatie van zon-PV op daken. Voor nieuwbouwwoningen gaan we uit van een huidige benut beschikbaar dakoppervlak van 20% voor zon-PV. Dit percentage is geschat op basis van de BENG-eisen voor nieuwbouw, waarbij eisen worden gesteld aan het gebruik van duurzame energie bij een woning⁴⁷. Op basis van een scenariostudie naar de ontwikkeling van zon-pv in een G4 stad gaan we er van uit dat de benutting van het beschikbare dakoppervlak autonoom zal toenemen richting 35%⁴⁸ in de toekomst. In het traditioneel inbreiden alternatief gaan we er van uit dat de adoptie van zon-PV kan toenemen tot 50% (early majority, conform de 'diffusion of innovations' model⁴⁹) van het beschikbare dakoppervlak. In het slim inbreiden alternatief gaan we er van uit dat de adoptie van zon-PV verder toeneemt tot 86% (late majority). In het slim inbreiden alternatief kan tevens gebruik gemaakt worden van slimme netten. Deze slimme netten kunnen makkelijker het hoge fluctuerend energie aanbod regelen. In de traditionele alternatieven moeten netinvesteringen gemaakt worden in de capaciteit van de energie infrastructuur om al deze extra woningen met zon-PV productie aan te sluiten. Slimme netten kunnen met de informatie over de vraag en aanbod van energie sturen op het efficiënter gebruik maken van de beschikbare netwerkcapaciteiten. Slimme netten leiden daarmee tot vermeden netinvesteringen in capaciteitsuitbreiding.

⁴⁶ Bron: BREEAM NL (2020). BREEAM-NL Nieuwbouw – Keurmerk voor duurzame vastgoedobjecten.

⁴⁷ BENG-eis veronderstelt een energievraag <50 kWh/m² vloeroppervlak. Zonnepalen produceren netto 50kWh/m² vloeroppervlak (gecorrigeerd voor beschikbaar oppervlak van 30%). De BENG-eis stelt dat 40% van de energievraag duurzaam wordt ingevuld. Hierbij gaan we er van uit dat de helft (20%) wordt ingevuld met de productie van duurzame elektriciteit met zon-pv. De overige helft (20%) wordt ingevuld met een duurzame warmtebron (bijv. restwarmtenet, warmte uit lucht met een elektrische warmtepomp).

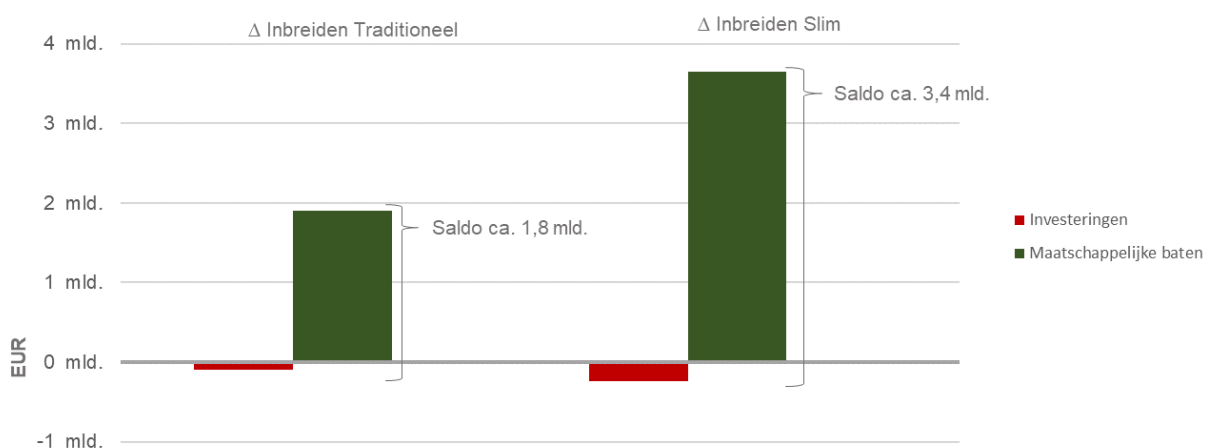
⁴⁸ Bron: CE Delft (2021). Scenario's zon op grote daken - gemeente Utrecht.

⁴⁹ Bron: Rogers (1962). Diffusion of Innovations.

Impact gekwantificeerd

De bijdrage van het domein Energie aan de verstedelijkingsalternatieven Inbreiden traditioneel en Inbreiden slim is weergegeven in onderstaande figuur. In onderstaande grafiek wordt de meerwaarde gepresenteerd ten opzichte van Nieuwe uitleg. In beide inbreidingsalternatieven is sprake van een grote positieve meerwaarde. In de alternatief Inbreiden slim verdubbelt de meerwaarde bijna ten opzichte van het alternatief Inbreiden traditioneel. Het grote verschil tussen de maatschappelijke effecten en de investeringen wordt verklaard door het feit dat de investeringen van de aanleg van duurzame woningen vallen onder het ruimtelijke domein. Dit benadrukt het belang van de integrale analyse van de slimme oplossingen.

Figuur 4.10: Maatschappelijke meerwaarde van Inbreiden Traditioneel en Slim ten opzichte van Nieuwe Uitleg als nulalternatief (in het domein energie)

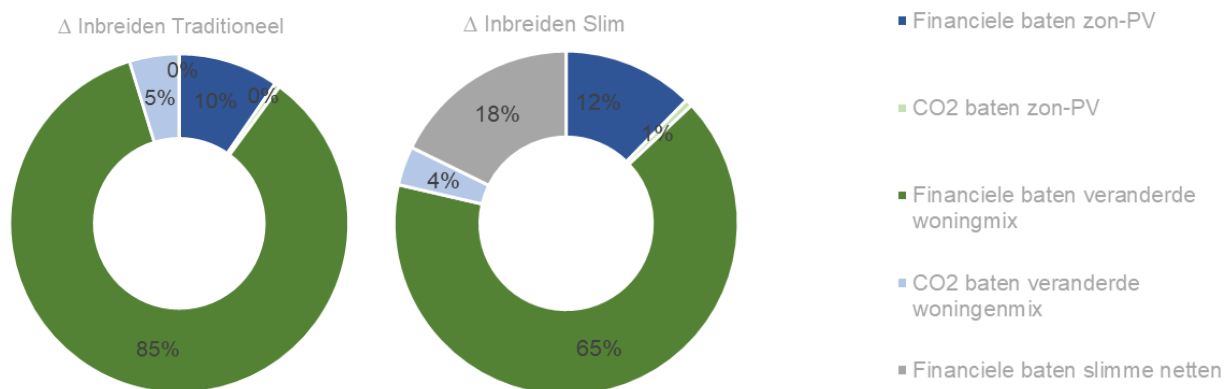


Investerings in zon-PV

De investeringen in dit domein worden volledig bepaald door de aanschaf van zon-PV.

De investeringen zijn hoger in de inbreidingsalternatieven, als gevolg van een hogere adoptiegraad van zon-PV per beschikbaar dakoppervlak in de stad. Hoewel het beschikbare dakoppervlak in het Inbreiden slim alternatief kleiner is dan in het Inbreiden traditioneel alternatief (als gevolg van meer gestapelde woningen), wordt er meer geïnvesteerd in het Inbreiden slim alternatief. Dit betekent dat de hoogste adoptiegraad van zon-PV in het Inbreiden slim alternatief zorgt voor netto de meest geïnstalleerde vierkante meters zon-PV op daken.

Figuur 4.11: Maatschappelijke effecten in het energiedomein



Financiële baten van elektriciteitsproductie door zon-PV

Naarmate er meer wordt geïnvesteerd in zon-PV, worden er meer zonnepanelen aangelegd en meer elektriciteit geproduceerd. Dit resulteert in hogere financiële baten die behaald kunnen worden uit de elektriciteitsproductie van zon-PV. De woningen hoeven namelijk geen (duurder) elektriciteit af te nemen van het elektriciteitsnet, ze produceren het immers zelf. Deze financiële baten zijn groter in beide inbreidingsalternatieven als gevolg van een grotere adoptiegraad van zon-PV.

CO₂ baten van elektriciteitsproductie door zon-PV

Dezelfde redenering gaat op voor de CO₂-baten uit de elektriciteitsproductie door zon-PV. Naarmate er meer wordt geïnvesteerd in zon-PV, worden er meer zonnepanelen aangelegd en meer elektriciteit geproduceerd. Zonder de productie van elektriciteit uit zonnepanelen zouden woningen elektriciteit moeten afnemen van het elektriciteitsnet. De elektriciteit op dit net is niet volledig duurzaam (de elektriciteit in 2030 wordt geschat op ongeveer 75% duurzaam volgens het PBL in de KEV 2020). Een hogere productie van volledige duurzaam elektriciteit uit zonnepanelen resulteert daarmee in een reductie van CO₂-emissies, die normaliter wordt uitgestoten wanneer gebruik gemaakt zou worden van het elektriciteitsnet. De CO₂-baten stijgen daarmee navenant met de financiële baten in beide inbreidingsalternatieven.

Financiële baten van veranderende woningmix

In de verdichtingsalternatieven worden hogere baten gerealiseerd dan bij Nieuwe uitleg als gevolg van een veranderende woningmix. In de verdichtingsalternatieven wordt er in verhouding meer kleinere meergezinswoningen geplaatst dan grotere vrijstaande woningen in tegenstelling tot alternatief Nieuwe Uitleg. Kleiner wonen in de verdichtingsalternatieven leidt te een lager energieverbruik, en dus tot lagere energielasten. Zo worden de jaarlijkse energielasten in het Inbreiden Slimme alternatief ongeveer met 10% verlaagd (ongeveer €170) ten opzichte van de verwachte energielasten in 2030⁵⁰.

De lagere energielasten als gevolg van kleiner wonen resulteren in zeer grote baten (jaarlijkse baten voor 700.000 woningen over een periode van 20 jaar). Kleiner wonen heeft in het Energie domein enkel baten. Echter, mensen hechten meer waarden aan een grote vrijstaande woning dan een kleinere meergezinswoning. Mensen moeten dus ook kleiner willen worden, zoals wordt voorgesteld in deze studie. De kostenpost hiervoor wordt besproken in het domein Ruimte, maar is niet gemonetariseerd in de rapportage. De maatschappelijke waarde die mensen hechten aan het aantal oppervlak is onzeker. Zo kan het afhangen van in welke fase in je leven zit en de voorzieningen in de buurt. Starters zullen bijvoorbeeld meer waarden hechten aan aantrekkelijke stadsvoorzieningen in de buurt en minder aan woonoppervlakte, terwijl bij gezinnen en ouderen dit andersom is. Het is daarom moeilijk te zeggen hoe groot deze kostenpost is (en of er überhaupt een aanzienlijke kostenpost is; gezien de trend de groeiende randstad wat er op kan duiden dat stadsvoorzieningen belangrijker zijn dan woonoppervlaktes). Deze batenpost dient dus met enige terughoudendheid geïnterpreteerd te worden door het ontbreken van de bijbehorende kostenpost.

CO₂-baten van veranderende woningmix

Dezelfde redenering gaat op voor de CO₂-baten uit de veranderde woningmix. Kleiner wonen in de verdichtingsalternatieven leidt te een lager energieverbruik. De warmte-infrastructuur is nog niet volledig duurzaam in de periode na 2030. Een lager energieverbruik als gevolg van kleiner wonen leidt daarom tot lagere CO₂-emissies. Deze CO₂-baten stijgen navenant in beide inbreidingsverdichtingsalternatieven.

⁵⁰ Bron: PBL (2021). Ontwikkeling in de energierekening tot en met 2030.

Financiële baten slimme netten

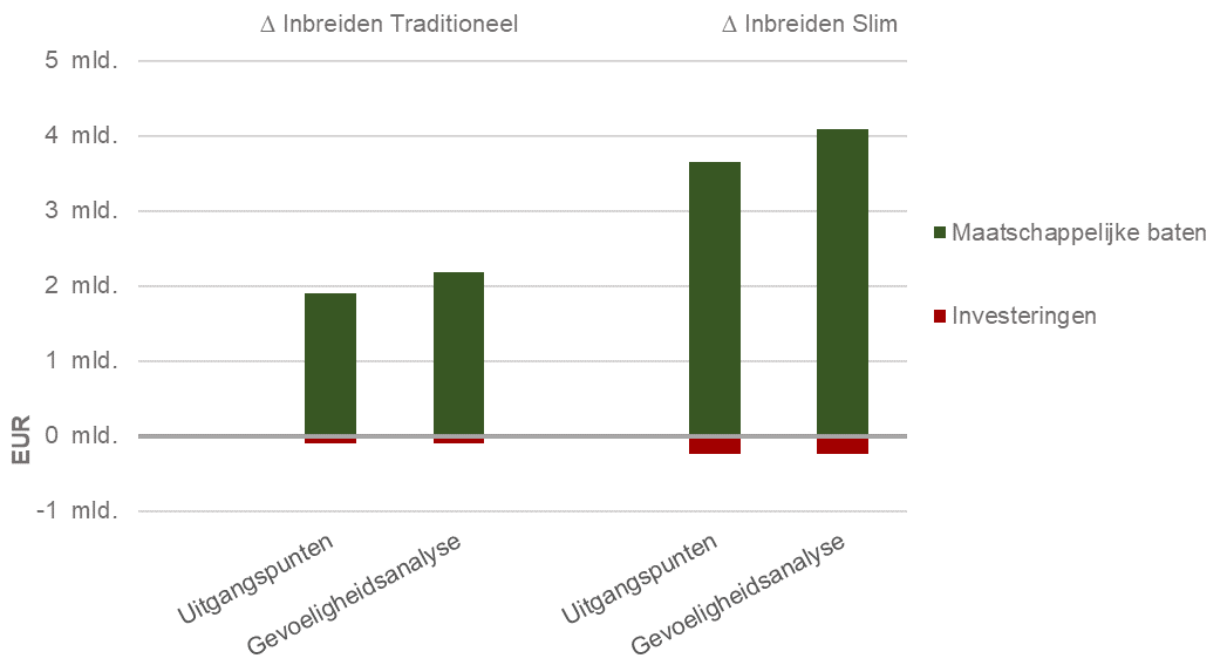
In het Inbreiden slim alternatief wordt gebruik gemaakt van slimme netten. Slimme netten kunnen vraag en aanbod van duurzame energie beter op elkaar af laten stemmen. Hierdoor kunnen capaciteitsuitbreidingen van het reguliere energienet voorkomen worden. Dit leidt tot (netto⁵¹) financiële baten voor slimme netten in de vorm van vermeden investeringen in capaciteitsuitbreidingen.

Gevoeligheidsanalyse

Vervolgens is er ook een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd binnen het Energie domein. Met een gevoeligheidsanalyse kunnen we bepalen in welke mate onzekere parameters variabiliteit veroorzaken in de resultaten. Voor het energie domein is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd naar de prijs voor CO₂ en het voeroppervlak van de woningen.

De CO₂-prijs reflecteert de waarde die men geeft voor het voorkomen van het uitstoten van CO₂. Er zijn verschillende perspectieven over deze waarden. Daarom voeren we voor deze parameter een gevoeligheidsanalyse uit. In de hoofdberekening is gebruik gemaakt van het WLO-hoog scenario van het CPB om de CO₂-uitstoot te monitaren; een prijs van ongeveer 60 euro per ton in 2030, oplopend naar een prijs van 160 Euro per ton in 2050. Zelfs met dit WLO-hoog scenario wordt niet de twee graden doelstelling behaald; om in 2050 een stijging van de gemiddelde wereldtemperatuur te beperken tot onder twee graden Celsius. Het CPB heeft verkend welke efficiënte CO₂-prijs nodig is om deze doelstelling te behalen (met bandbreedte); een prijs van ongeveer 300 euro per ton in 2030, oplopend naar een prijs van 600 euro per ton in 2050.

Figuur 4.12: Gevoeligheidsanalyse – CO₂-prijs



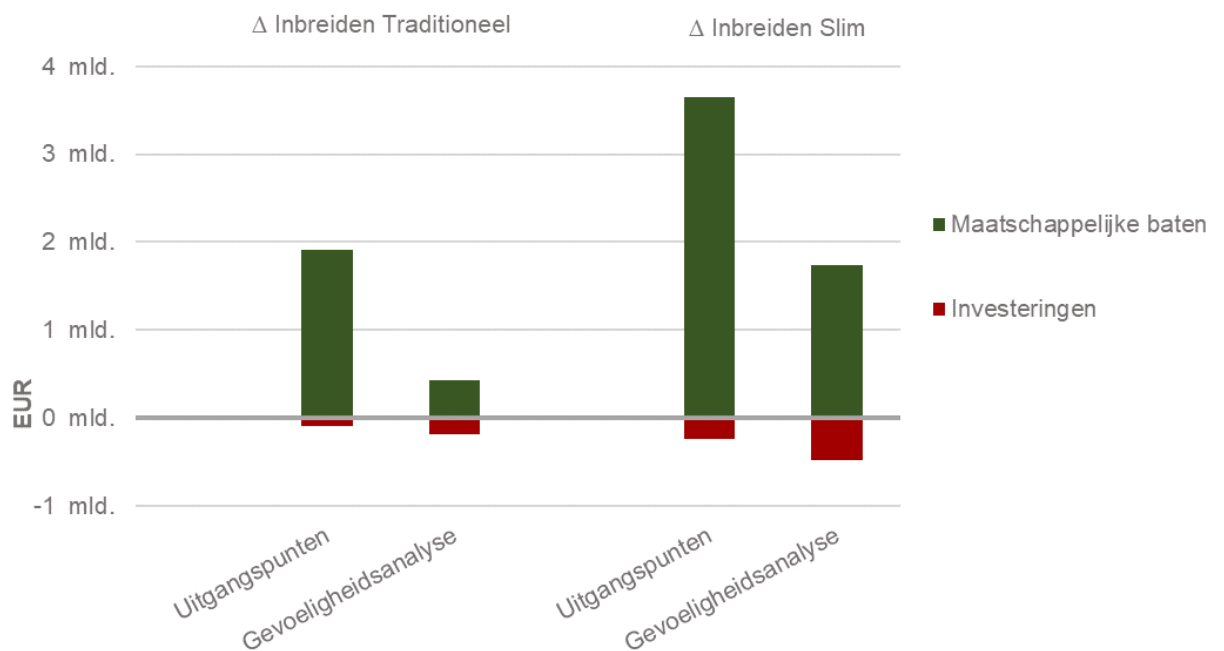
Deze stijging in de waarde van CO₂ resulteert in een stijging van de maatschappelijke baten. Specifiek gaat het om de baten posten: CO₂-baten uit energieproductie zon-PV en CO₂baten veranderde mix nieuwbouw woningen (verlaagde warmtevraag). Deze batenposten stijgen met ongeveer 15% in het alternatief Inbreiden traditioneel en 12% in de alternatief Inbreiden slim als gevolg van een gemiddelde stijging van ongeveer 254% van de CO₂-prijs. Deze beperkte stijging kan verklaard worden door de afname van de CO₂-intensiteit van het centrale energiesysteem in de

⁵¹ Investeringskosten zijn verminderd van de baten, waardoor enkel de netto financiële baten worden gepresenteerd.

toekomst. Door het verduurzamen van het centrale energiesysteem kan er steeds minder CO₂ bespaard worden met de installatie van zon-PV en isolatie.

Tot slot hebben we een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd naar het vloeroppervlak van woningen. In de hoofdberekening gaan we er van uit dat er kleiner wordt gewoond in de alternatieven Inbreiden traditioneel en Inbreiden slim (daling van 15-40% van het vloeroppervlak, afhankelijk van het alternatief en of het gaat om woningen in de urbane of suburbane setting). Dit leidt tot een grote batenpost in de vorm van vermeden energielasten. In deze gevoeligheidsanalyse hebben we berekend wat de gevolgen zijn als het vloeroppervlak niet veranderd (en dus gelijk blijft aan Nieuwe uitleg).

Figuur 4.13: Gevoeligheidsanalyse – vloeroppervlak woningen



Dit leidt tot een flinke daling van de maatschappelijke effecten. Er worden niet meer energielasten vermeden door kleiner te wonen. Enkel de type woningen (verschuiving naar meergezinswoningen van vrijstaande woningen) reduceren de energielasten. Hiermee kunnen we concluderen dat kleiner wonen een grote impact heeft op de maatschappelijke effecten in het energiedomein. Vervolgens zien we dat de investeringen stijgen. Dit kan verklaard worden doordat grotere woningen leidt tot een groter beschikbaar dakoppervlak, waarbij meer zon-PV geïnstalleerd kan worden. Een grotere investering in zon-PV leidt weer tot grotere baten uit de productie van elektriciteit. Echter, de extra baten uit zon-PV productie zijn vele malen kleiner dan de baten uit de vermeden energielasten voor kleiner wonen.

Optimalisatiemogelijkheden

Hieronder worden voorbeelden gegeven van aanvullende oplossingen in het domein Energie die in onze berekening niet zijn meegenomen.

Zon-PV verwerken in verschillende materialen en toepassingen

Zonnepanelen worden tegenwoordig in allerlei materialen verwerkt. Zo bestaan er al ramen die energie opwekken, maar ook fietspaden, geluidsschermen en vangrails. Zon-PV heeft dus meer toepassingen dan alleen daken. De energiemuren zijn nu nog duurder dan zonnepanelen op daken. Er wordt verwacht dat de prijzen in de toekomst flink kunnen dalen, als er massaproductie van dit soort muren ontstaat⁵².

Speciale daken met een koelend effect

O.a. zwarte dakbedekking heeft een laag albedo effect (reflectie van zonlicht) wat resulteert in een hoge absorptie van warmte. Dit soort daken kan er voor zorgen dat het in de zomer te warm wordt in woningen. Om hitte stress in de gebouwde omgeving te verlagen kan er gebruik gemaakt worden van 'koele daken'⁵³. Dit zijn daken die met een witte kleur en reflectieve coating een hoog albedo effect veroorzaken, waarbij zonlicht gereflecteerd wordt en de daken koel blijven. Dit kan resulteren in een verlaagde energievraag in de zomer doordat er minder koude nodig is vanuit airco's. Daarnaast zorgen koele daken ook voor een verhoogde opbrengst voor zonnepanelen. Warmte geabsorbeerd op de daken zorgt voor een rendementsverlies (bij elke 10 graden Celsius temperatuurstijging daalt de opbrengst met ongeveer 5%). Met koele daken dan dit rendementsverlies beperkt worden.

Isolatiegraad van bestaande woningen verhogen

Deze rapportage focust zich voornamelijk op het inbreiden van nieuwbouw woningen. Huidige bestaande woningen zijn ook onderdeel van de stad van de toekomst die leefbaar moeten blijven. Een belangrijk deel van de opgave voor de energietransitie ligt dan ook bij de bestaande woningen. Als onderdeel van de Transitievisie Warmte maken gemeenten al plannen hoe de woningvoorraad verduurzaamd kan worden. Het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties stelt dan ook 'streefwaarden' voor waaraan de energieprestaties van bestaande bouw zich kan committeren⁵⁴. Deze streefwaarde komt uit op ongeveer minimaal energielabel D. Deze streefwaarde is geselecteerd omdat de investering in isolatiemaatregelen naar label D voor het grote deel van de bestaande woningen rendabel wordt geacht.

Steden kunnen ervoor kiezen om de isolatiegraad van bestaande woningen te optimaliseren. Een hogere isolatie-eis leidt tot een lager energiegebruik. In ons model hebben we een grove berekening gemaakt van de kosten en baten van het isoleren van bestaande woningen van label D naar label A (overeenstemmend met isolatie-eis voor nieuwbouw woningen). Hiermee krijgen we zicht op de additionele kosten en baten bovenop de streefwaarde. Voor een gemiddelde woning omvatten de investeringskosten ongeveer zo'n €20.000 tot €25.000, de financiële baten (verlaagde energielasten) ongeveer €235/jaar en de CO₂ baten ongeveer €22/jaar. Isoleren naar label A is voor veel bestaande woningen niet maatschappelijk rendabel. Daarentegen is in deze berekening geen rekening gehouden met effecten als een toename in de waarde van de woning en comfort als gevolg van de isoleren. Deze effecten kunnen de baten laten toenemen.

Randvoorwaarden en succesfactoren

Om de meerwaarde van het (slimme) inbreidingsalternatief te realiseren is het essentieel dat voldaan wordt aan de volgende randvoorwaarden.

Energiecoöperaties voor het beter benutten van gedeelde dakoppervlakken

Naarmate er meer verdichting wordt toegepast op een stad (uitkomsten slimme alternatief Ruimtelijk domein) wordt er veel energie bespaard ten opzichte van het uitbreiden van de stad. Dit komt omdat er een verschuiving plaats gaat vinden van vrijstaande woningen (met een hoog energieverbruik) naar meergezinswoningen (met een lage energieverbruik). Lager energieverbruik zorgt ervoor dat de energievraag afneemt.

⁵² Bron: Ekker (2020). Zonnepanelen niet alleen op daken maar ook op gevels (NOS).

⁵³ Bron: Cool Roof Coatings (n.b.). Rendement op zonnepanelen verbeteren met een wit dak.

⁵⁴ Bron: Min BZK (2021). Kamerbrief – Standaard voor woningisolatie.

Tegelijkertijd is een ander gevolg van deze slimme verdichting dat er minder dakoppervlak beschikbaar is voor het installeren van zon-PV vergeleken met het alternatief Nieuwe Uitleg. Dat komt omdat er bij het slimme verdichtingsalternatief meer meergezinswoningen zijn die hetzelfde dak delen. Bij een gedeeld eigendom is de kosten- batenafweging van investeren in duurzame energie niet aan de individuele huishoudens. Om het beperkte dakoppervlak zo goed mogelijk te benutten en tot een interessante productie van elektriciteit te komen is het inzetten op energiecoöperaties essentieel. Dit is nodig om gedeelde assets te kunnen exploiteren zodat het aantrekkelijk wordt voor de bewoners om mee te gaan doen aan het opwekken van duurzame energie. Hier ligt mogelijk een belangrijke rol voor de gemeente om dit aan te jagen (vanuit het Rijk/provincies zijn er al subsidies om energiecoöperaties te ondersteunen).

Meer duurzame energie maakt slimme netten noodzakelijk

De overstap naar meer duurzaam opgewekte energie, betekent ook een aanbod van elektriciteit dat sterker fluctueert. Het elektriciteitsnet moet hier mee om kunnen gaan. Slimme netten met opslagcapaciteit kunnen de pieken en dalen die duurzame bronnen veroorzaken opvangen om zo onbalans en capaciteitstekorten op het net (met ongewenste gevolgen) te voorkomen. Een slim net is een belangrijk middel om dit tegen te gaan. Dat kan gaan over het doseren van de vraag in afstemming op het beschikbare aanbod (denk bijvoorbeeld aan uitgesteld laden), maar ook over het tijdelijk opslaan van een teveel aan opgewekte elektriciteit (bijvoorbeeld in de batterijen van de elektrische auto's die staan geparkeerd in de mobiliteit-hubs).

Slimme netten vragen wel om extra investeringen. Uit de MKBA Intelligente netten van CE Delft (2012) komt naar voren het aantrekkelijk is te investeren in slimme aansturingconcepten, zelfs wanneer er geen actief klimaatbeleid wordt gevoerd of wanneer er sprake is van een aanzienlijk centraal karakter van de energievoorziening, dus ook wanneer de adoptiegraad van zon-PV relatief laag blijft (zoals in alternatief Nieuwe uitleg). Deze investeringen zijn vanwege de huidige uitleg van netten op piekbelasting al snel rendabel en leveren financiële voordelen in het gehele systeem. Dit vertaalt zich uiteindelijk in lagere leverings- en transporttarieven voor de eindgebruiker.

Voor optimaal benutten van slimme netten zijn gedragsprikkelers nodig

De mate waarin slimme netten rendabel zijn is in grote mate afhankelijk van de gedragsverandering die kan worden gerealiseerd bij huishoudens om het slimme net ook optimaal te gaan benutten. Er zijn beloningsmechanismen nodig om huishoudens aan te sporen om hun pieken in elektriciteitsgebruik af te vlakken. Dit kan bereikt worden middels gedragsprikkelers⁵⁵. Een klassieke vorm van gedragsprikkelers is het sturen met verschillende prijzen. Door de energieprijzen toe te nemen op momenten dat er een aanbodtekort is kan onbalans verminderd worden. Anderzijds kunnen de energieprijzen dalen als er een aanbodoverschot is. Voor flexibele prijzen zijn slimme netten nodig die de vraag en aanbod van elektriciteit realtime kunnen vertalen naar energieprijzen voor de consumenten. In Nederland is de eerste stap hiervoor al gezet. Veel huishoudens hebben al slimme meters, waarmee ze in theorie realtime energieprijzen data kunnen ontvangen van hun energieleverancier. Echter, flexibele realtime energieprijzen (op het niveau van minuten of uren) worden op dit moment nog niet aangeboden aan consumenten.

4.4 Voorbeelden van slimme oplossingen in andere domeinen

IoT biedt kansen voor slimme oplossingen voor alle domeinen in de stad

In de voorgaande paragrafen is onderzocht wat de impact van slimme oplossingen in de fysieke domeinen van ruimte, mobiliteit en energie kan zijn. Digitalisering en realtime beschikbaarheid van gegevens (IoT) speelt hierbij een belangrijke rol, denk aan deelmobiliteit/MaaS en smart grids.

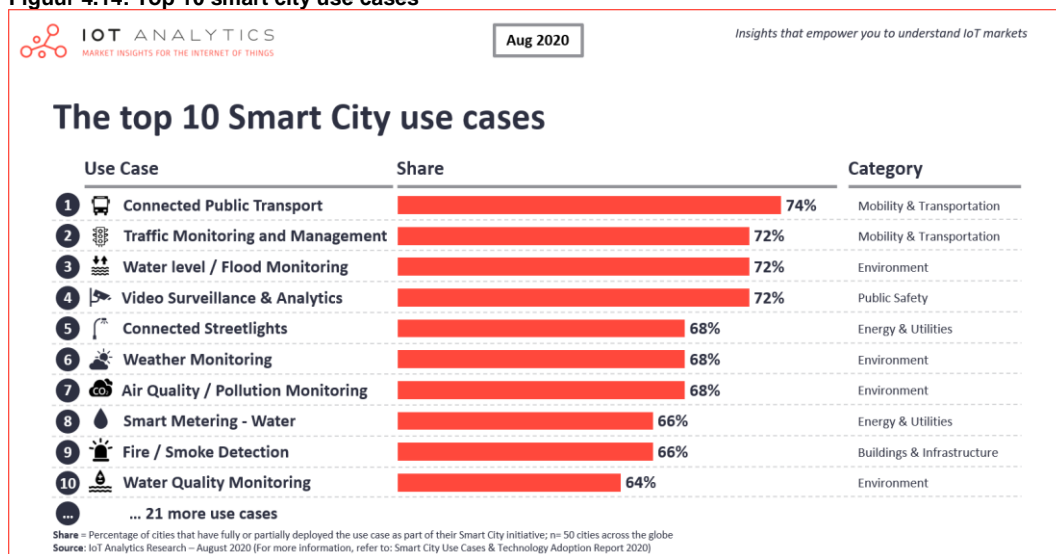
⁵⁵ Bron: TKI Urban Energy (2021). Flexibiliteit in de gebouwde omgeving: wegwijzer voor ondernemers.

IoT maakt het mogelijk om steeds meer ontwikkelingen realtime te volgen, ontwikkelingen aan elkaar te verbinden, ontwikkelingen te duiden voor lange termijnbeleid, direct adequate beslissingen te maken bij een noodsituatie, maar ook om inwoners te betrekken bij besluitvorming, direct te informeren over beslissingen en te adviseren over gewenst gedrag.

We vinden het ondertussen volstrekt normaal om precies te weten wanneer de bus of trein aankomt, ook bij vertraging. File-informatie krijgen we realtime door via navigatie-apps en intelligente verkeersregelinginstallaties reageren realtime op de omvang en snelheid van de verkeersstromen. Uit onderzoek van IOT Analytics onder 50 steden wereldwijd blijkt dan ook dat verkeersmanagement op dit moment de meest verbreide smart city use case is (op dit moment nog gescheiden voor de verschillende modaliteiten, maar op termijn integraal voor alle (deel)modaliteiten zoals in voorgaande paragrafen beschreven).

De top 10 smart city use cases in 2020 luidt als volgt volgens IOT Analytics (figuur 4.14):

Figuur 4.14: Top 10 smart city use cases



Bron: IOT Analytics (2020), The top 10 Smart City use cases that are being prioritized now.

PWC schetst in haar rapport 'Smart cities: digital solutions for a more liveable city'⁵⁶ tal van andere en nieuwe toepassingen - aanvullend op verkeer- en mobiliteitsmanagement – en stelt dat steden hiermee op een aantal leefbaarheidsindicatoren 5-20% verbetering kunnen realiseren in 2025. Voorbeelden hiervan zijn in onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 4.8: Voorbeelden van smart city toepassingen in verschillende domeinen

Domein	Voorbeelden van toepassingen	Voorbeelden van effecten
Veiligheid en criminaliteit	Rt crime mapping (identificeren hot spots en patronen en Predictive policing (pro-actief patrouilleren))	Vermeden sterfgevallen (geweld, ongevallen): 5% Criminaliteitspreventie (inbraak, autodiefstal): 18%
Gezondheid	Dokterconsult op afstand Toezicht op verspreiding infectieziekten (Corona!)	Minder ziektelast (in Disability Adjusted Life Years): 4%

⁵⁶ McKinsey Global Institute (2018): *Smart cities: digital solutions for a more liveable city*.

Domein	Voorbeelden van toepassingen	Voorbeelden van effecten
Energie	'Intelligente' kantoren en voorzieningen (licht, verwarming, koeling)	Minder energiegebruik: 3%
Afval	Digital tracking en pay-as-you-throw	Minder onrecyclebaar afval: 10-20% Optimale vuilnisophaalroutes
Water	Monitoring watergebruik en feedback (bewustwording)	Minder watergebruik: 14%
Sociaal domein	Lokale platforms en apps (interactie)	Toename aandeel inwoners dat zich verbonden voelt met de lokale gemeenschap: 15% Toename aandeel inwoners dat zich verbonden voelt met de lokale overheid: 25%

Bron: PWC (PWC gebruikt 3 voorbeeldsteden in haar analyse met een verschillende baseline, wij gaan in deze tabel telkens uit van de meest gunstige baseline voor de meest reële effecten.).

Randvoorwaarden en succesfactoren

Met de komst van meer data en het combineren van verschillende datastromen zullen steeds meer applicaties beschikbaar komen. Maar deze applicaties maken op zichzelf nog geen smart city. Daarvoor zijn ook slimme bestuurders nodig, die nieuwe digitale oplossingen succesvol weten in te zetten en te managen. PWC noemt hiervoor de volgende randvoorwaarden en succesfactoren.

Stel de inwoners van de stad centraal

Smart oplossingen zijn geen doel op zich maar bedoeld om de leefbaarheid in de stad te vergroten en effectiever en sneller tegemoet te komen aan de wensen van de inwoners van de stad. Veel smart city oplossingen werken bovendien alleen als bewoners en bedrijven hier actief aan meedoen/gebruik van maken. Zorg dus dat inwoners actief worden betrokken bij het ontwikkelen van nieuwe oplossingen. Gebruik de nieuwe technologische mogelijkheden juist om in gesprek te gaan met inwoners en om ook kwetsbare groepen goed in beeld te krijgen.

Combineer smart oplossingen met asset management voor maximale opbrengst

Het belangrijkste doel is om meer te doen met minder en om van statische oplossingen op lange termijn naar meer dynamische oplossingen te gaan die toegesneden zijn op de vraag. Hierbij moet rekening gehouden worden met het feit dat technologie altijd in ontwikkeling zal blijven, en dat de infrastructuur in de stad dus modulair en schaalbaar moet zijn om zich aan de veranderende technologie en veranderende onderliggende behoefte aan te kunnen passen. Digitale applicaties en interactieve platformen kunnen hierin belangrijke support bieden.

Maak gebruik van private partijen om innovatie te stimuleren

Volledig publieke financiering is alleen nodig voor volledig publieke taken. Onderzoek laat zien dat de helft van de benodigde initiële investeringen zich privaat terugverdienen, hetgeen privaat-publieke samenwerking mogelijk maakt. Zo kunnen steden bijvoorbeeld externe partijen inhuren voor het maken van applicaties en voor operationeel management.

Betere én goedkopere diensten door iDiensten

Gemeenten en provincies in Nederland monitoren en managen (vaar)wegen, bruggen en sluizen, tunnels en openbare ruimten nu vanuit ruim 150 locaties. Vanuit deze bediencentrales worden tunnels bewaakt, bruggen en sluizen (op afstand) bediend en wordt verkeersmanagement ingezet. Ook vindt hier centrale monitoring en aansturing plaats van stadstoegang en -beheer (cameratoezicht), parkeren en crowdmanagement. Bovenop de eenmalige investeringskosten zijn daarmee forse kosten gemoeid: jaarlijks besteden decentrale overheden zo'n € 200 miljoen aan deze 150 centrales, vooral aan de personele bezetting ervan.

Vanuit het breed gedragen inzicht dat het beter én goedkoper kan, is het landelijk programma iCentrale opgezet. In een iCentrale worden activiteiten slim gecombineerd en geïntegreerd. In samenwerking tussen gemeenten, provincies en private partijen en het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat zijn diverse iDiensten ontwikkeld en beproefd. Vanuit een afgestemde rolverdeling tussen publieke en private partijen kunnen decentrale overheden de activiteiten rond bediencentrales nu afnemen als dienst, in de vorm van een abonnement. *De opgave wordt daarmee verlegd van zelf doen naar regie voeren op een goede en voorspelbare dienstverlening aan (vaar)weggebruikers, bewoners en bedrijven.*

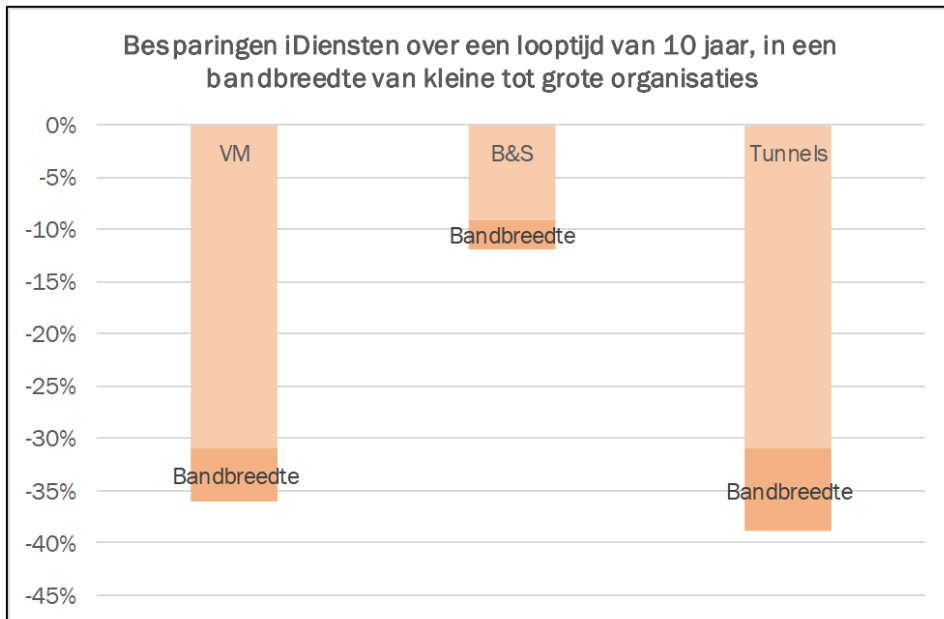
Doordat de iDiensten landelijk worden aangeboden, kunnen de ontwikkelde systemen, applicaties, data en personeel worden ingezet voor meerdere domeinen tegelijk en/of voor meerdere decentrale overheden. Dit schaalvoordeel verlaagt de kosten voor een individuele decentrale overheid fors (<https://icentrale.nl/wp-content/uploads/bsk-pdf-manager/2019/11/191111-18-11-2019-Factsheet-iDienst-TBBaaS.pdf>). Daarbij: De verschillende domeinen van stads- en wegbeheer kunnen slim worden gecombineerd en geïntegreerd om de gezamenlijke netwerkprestaties te verbeteren, zoals het afstemmen van een brugopening op de drukte op de weg.

Ook middelgrote en kleinere stads- en wegbeheerders die zelf geen eigen centrale hebben en deze ook niet willen (of kunnen) hebben, kunnen deze baten realiseren, doordat iDiensten op abonnementsbasis kunnen worden afgenomen en geen grote eigen investering of vervanging vragen. *De CROW-publicatie 'Effecten van verkeersmanagement' noemt een rendementsfactor van 1,9, dat wil zeggen dat elke euro die zinvol wordt besteed aan verkeersmanagement € 1,90 aan maatschappelijke baten oplevert met een terugverdientijd van drie jaar (<https://www.crow.nl/thema-s/verkeersmanagement/icentrale>).*

Door Decisio is een generieke businesscase ontwikkeld om het verschil in kosten en baten van centrale bediening op de domeinen verkeersmanagement, bruggen en sluisen en tunnelbediening- en bewaking voor decentrale overheden (DCO's) in beeld te brengen.

In onderstaande diagram zijn de kostenbesparingen per domein in relatieve zin weergegeven. De daarin geschetste bandbreedte heeft betrekking op het type organisatie (variërend van kleine organisatie met relatief weinig objecten tot grote organisatie met relatief veel objecten). Dit ten opzichte van de 'referentiesituatie' waarin een decentrale overheid zelf in alle onderdelen van de bediening investeert en deze ook zelf organiseert. Het gaat bijvoorbeeld om het inrichten en realiseren van een bediencentrale en het in dienst nemen van personeel.

Figuur 4.15 Besparingen iDiensten over een looptijd van 10 jaat voor Verkeersmanagement (VM), Bruggen en Sluizen (B&S) en Tunnels



Bron: Decisio, Businesscase i-Diensten, 2018.

Samengevat en los van nuances laat de businesscase zien dat een decentrale overheid het volgende kan besparen door het beheer van een domein niet meer zelf uit te voeren, maar dit af te nemen als een iDienst (zichtperiode tien jaar):

Tabel 4.9 Overzicht iDiensten

iDienst	Besparing
Verkeersmanagement	12,5 mio (36%)
Bedienen bruggen en sluizen	10,0 mio (27%)
Bedienen van tunnels	8,0 mio (39%)

Bron: <https://centrale.nl/wp-content/uploads/bsk-pdf-manager/2020/07/2020-07-08-SMDR-iDiensten-brochure-v7.pdf>.

Een ander voorbeeld van een succesvolle samenwerking tussen markt en overheid is de ADAS-alliantie.

ADAS-alliantie levert nieuwe data(combinaties) voor effectief verkeersveiligheidsbeleid

Om een bijdrage te leveren aan veiligere wegen, is medio 2019 onder leiding van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat de ADAS-alliantie gevormd -een samenwerkingsverband van ruim 60 publieke en private partijen, waaronder het Verbond van Verzekeraars. Doel van de alliantie is het verhogen van veilig gebruik van rijhulpsystemen door het bevorderen van doorontwikkeling, bekendheid en aanschaf om op deze manier een belangrijke bijdrage te leveren aan de verkeersveiligheid.

Als onderdeel van de alliantie heeft het Data Analytics Centre (DAC) van het Verbond van Verzekeraars onderzoek gedaan naar de relatie tussen de aanwezigheid van rijhulpsystemen in personenauto's en de schadeclaims waar die voertuigen bij betrokken zijn geweest. Het is de eerste keer dat er op deze schaal onderzoek is gedaan met inzet van unieke data van verzekeraars naar de bijdrage van rijhulpsystemen aan de verkeersveiligheid. Een volgende stap is de combinatie met andere datastromen om oorzaken van ongevallen te achterhalen. Hierbij wordt gedacht aan bijvoorbeeld aan geanonimiseerde ziekenhuis-of voertuigdata. Het Verbond stelt – namens ADAS-alliantie – dat dit onderzoek niet alleen het bewijs levert dat rijhulpsystemen daadwerkelijk bijdragen aan de verkeersveiligheid, maar laat ook zien hoe belangrijk data is voor een effectief verkeersveiligheidsbeleid. 'Zowel consument, de fabrikanten en als de overheid kunnen hiermee hun voordeel mee doen.'⁵⁷

⁵⁷ <https://www.verzekeraars.nl/publicaties/actueel/onderzoek-verbond-gebruik-rijhulpsystemen-vergroot-verkeersveiligheid>.

Investeer in de kennis en het netwerk dat nodig is om vorm te gaan geven aan de smart city

Een smart city is niet zomaar gerealiseerd en vraagt kennis en vaardigheden om nieuwe smart oplossingen te ontwikkelen en zich eigen te maken. Ook – of beter gezegd juist - als de stad grotendeels gebruik maakt van externe partijen voor de ontwikkeling en uitvoering van nieuwe applicaties, moeten de beleidsmaker wel in staat zijn om de applicaties te begrijpen om zinvol in te zetten voor beleid en de regie houden om applicaties in te kunnen zetten voor de beleidsdoelstellingen. Dit heeft onder mee gevolgen voor de manier van aanbesteden die meer flexibel zal moeten worden ingericht.

5 Nabeschouwing

Digitalisering voor Nederlandse samenleving optimaal benutten

De digitalisering van de samenleving is een autonome trend, waarvan de we kansen optimaal moeten gaan benutten. Digitalisering vormt een belangrijk 'fundament' voor de bouw van slimme en duurzame steden, waarmee de gewenste verdichtingsopgave effectief mogelijk wordt gemaakt. Voor de overheid is daarbij sprake van een win-winsituatie. De overheid moet investeren, maar kan meeliften op investeringen die bedrijven al doen uit eigen beweging (denk aan bijv. 5G) en nieuwe mobiliteitsdiensten. Tevens kan de overheid hiermee tegemoetkomen aan de veranderende woning- en mobiliteitsbehoefte van burgers, en, op termijn, kosten besparen op eigen asset management. Deze studie geeft een indicatieve, maar overtuigende, onderbouwing dat een sterke inzet op inbreiden met behulp van digitalisering een grote maatschappelijk meerwaarde biedt.

Verkennend karakter, geen MKBA

De uitvoering en resultaten van deze studie hebben een verkennend karakter. Er is geen maatschappelijke kosten-batenanalyse uitgevoerd volgens de leidraad omdat er geen concrete investeringsimpuls of beleidswijziging voorhanden is. Wel is indicatief aangegeven welke extra investeringen er gemaakt moeten worden om (slim) in te breiden in de huidige steden en wat dit in potentie kan opleveren. Op deze wijze moeten de resultaten ook worden geïnterpreteerd.

Verschillenanalyse, geen inzicht in totale investeringen

De analyse is uitgevoerd door de verschillen tussen alternatieven te bepalen. Dit betekent dat er geen inzicht is in de totale benodigde investeringen per alternatief, maar wordt wel inzicht geboden in de extra investeringen die de inbreidingsalternatieven vragen - en de extra baten - die deze alternatieven opleveren ten opzichte van nieuwe uitleg. Dit komt onder meer doordat gerekend is met het verschil in de uitkomsten van de grondexploitatie per woning. Dit is al een saldo van investeringen en opbrengsten, waardoor de totale benodigde investering uit beeld is.

Realiteitsgehalte van slimme oplossingen nog ongewis: toetsen in de praktijk

De tijdshorizon van de alternatieven is 2040 tot 2050, ver vooruit dus. We hebben daarom uiteraard (forse) aannames moeten maken over de toekomstige situatie in de verschillende alternatieven. De gevoeligheidsanalyse geeft al aan dat een aantal aannames bepalend zijn voor de resultaten, zowel ten aanzien van autonome ontwikkelingen als tussentijdse beleids- en ontwerpkeuzen t/m 2040/50 op alle overheidsniveaus (nationaal/regionaal/lokaal).

Vooraf het realiteitsgehalte van de mogelijkheden van inbreiden zijn natuurlijk ongewis. Er zijn wel studies die aangeven dat er voldoende mogelijkheden zijn op een fors aantal woningen in het stedelijk gebied te plaatsen⁵⁸. Dit is uiteraard sterk situatieafhankelijk en vraagt lokaal maatwerk. De vraag is echter niet alleen of het ruimtelijk past, maar bovenal of de toekomstige bewoner het ziet zitten om in een dergelijke omgeving te wonen, werken en recreëren. Dit is en blijft lastig om nu al te bepalen, en moet in de praktijk worden getoetst. De eisen die worden gesteld aan de woning en de woonomgeving zal per doelgroep/segment verschillen. Uit een vergelijking tussen landen blijkt wel dat de gemiddelde Nederlander nu relatief ruim woont.

⁵⁸ KAW (2020), Ruimte zat in de stad. Onderzoek naar beter gebruik van de ruimte die we hebben.

Wie gaat wat investeren (en wanneer) vraagt nader onderzoek

In deze studie is een korte verkenning gedaan naar de partijen die naar waarschijnlijkheid gaan investeren. Hierbij is geredeneerd vanuit de huidige kennis en ervaringen met investeringen in infrastructuur, en een korte doorkijk naar nieuwe business modellen. Voor een uitgebreid inzicht in de investeringsbereidheid en financieringsmogelijkheden van de investeringen in de verschillende alternatieven is nader onderzoek nodig.

Vertaling naar gemeenten mogelijk, maar vergt maatwerk

De berekening van de investeringen en effecten zijn in deze verkenning bepaald op een hoog geografisch schaalniveau van de G40 & G4 gemeenten. Er is gebruik gemaakt van gemiddelde waarden (per woning), zonder echt rekening te houden met de specifieke kenmerken van de individuele gemeenten. De wijze van berekening, biedt echter wel mogelijkheden om een vertaalslag te maken naar een specifieke gemeente. Hierbij zijn er naar verwachting grote verschillen per gemeente in de bestaande situatie en uitvoeringskeuzes, waardoor dit veel maatwerk vergt.

Geraadpleegde literatuur

- APPM, GC en Stad Kwadraat (2019), Slimme deelmobiliteit en parkeren Sluisbuurt.
- BREEAM NL (2020). BREEAM-NL Nieuwbouw – Keurmerk voor duurzame vastgoedobjecten.
- CBS & WUR (2020). Experimental monetary valuation of ecosystem services and assets in the Netherlands.
- CE Delft (2021). Scenario's zon op grote daken - gemeente Utrecht.
- CE Delft (2016), De omvang van de stadslogistiek.
- CE Delft (2014), Externe en infrastructuurkosten van verkeer.
- Centraal Planbureau & Planbureau voor de Leefomgeving (2016). Kansrijk Mobiliteitsbeleid.
- Cool Roof Coatings (n.b.). Rendement op zonnepanelen verbeteren met een wit dak.
- CPB (2015). De economie van de stad. CPB-PBL-notitie 4 maart 2015.
- Duranton, G. & Puga, D. (2004). Micro-foundations of urban agglomeration economies. In: Henderson, J.V. & Thisse, J.F. (eds.). Handbook of Regional and Urban Economics, 1 (4).
- Ecorys (2021), Effecten van verbetering van logistieke efficiëntie door innovatie.
- Empaction (2021), Onderzoek wijst uit: met optimale deelmobiliteit minder parkeerplaatsen bij nieuwbouw nodig.
- EIB (2013). Kostenverschil binnenstedelijk bouwen en bouwen op uitleglocaties in Noord-Holland.
- EIB (2021). Ruimtelijke ordening en bouwlocaties. De potentie van woningbouw in de groene omgeving.
- Ekker (2020). Zonnepanelen niet alleen op daken maar ook op gevels (NOS).
- Factory (2018), Factcheck: 'Een auto staat 95 procent van de tijd stil'.
- FastCompany nieuwsartikel (2019), What can we learn from this thriving, car-free German neighborhood? Get rid of parking spaces.
- Groot, H.L.F. de, Poot, J., & Smit, M.J. (2009). Agglomeration externalities, innovation and regional growth: Theoretical perspectives and meta-analysis. In: Capello, R. & Nijkamp, P. (eds.). Handbook of Regional Growth and Development Theories.
- KAW (2020). Ruimte zat in de stad. Onderzoek naar beter gebruik van de ruimte die we hebben.
- KiM (2021), Verkenning van het concept mobiliteitshub..
- KiM (2021), Openbaar vervoer en de coronacrisis.
- LPBL, Atlas voor Gemeenten & SEO (2016). Binnenstedelijk of Uitleg? Maatschappelijke kosten en baten van verschillende verstedelijkingsstrategieën tot 2020.
- Ministerie van BZK (2021). Kamerbrief – Standaard voor woningisolatie.
- PBL (2020). RUDIFUN dataset.
- PBL (2021). Ontwikkeling in de energierekening tot en met 2030.
- Pocacito (2016), Smart City – Good Practice: Superblocks.
- Rijksoverheid (2020). Doelstelling aantal nieuwe woningen in 2020 gehaald.

- RIVM (2019). Amsterdam's Green Infrastructure. Valuing Nature's Contributions to People. RIVM Letter report 2019-0021.
- RLI (2018), Van B naar Anders - Investeren in mobiliteit voor de toekomst.
- Rogers (1962). Diffusion of Innovations.
- Strategy& and Orbit (2021), Smart logistics will transform trucking through unprecedented efficiency: unlocking the potential of software-enabled freight marketplaces.
- Sustrans (2020), Making the case for a low traffic neighbourhood.
- SWOV (2019), Naar een algemene snelheidslimiet van 30 km/uur binnen de bebouwde kom?
- TKI Urban Energy (2021). Flexibiliteit in de gebouwde omgeving: wegwijzer voor ondernemers.
- TNO (2020), Outlook Bouwlogistiek.
- Topsector Energie (2020). Systeemintegratie - naar een holarchisch energysysteem.
- Witteveen & Bos (2006). Kentallenboek Kentallen Waardering Natuur, Water, Bodem en Landschap, Hulpmiddel bij MKBA's.

Over Ecorys

Ecorys is een toonaangevend internationaal onderzoeks- en adviesbureau dat zich richt op de belangrijkste maatschappelijke uitdagingen. Door middel van uitstekend, op onderzoek gebaseerd advies, helpen wij publieke en private klanten bij het maken en uitvoeren van gefundeerde beslissingen die leiden tot een betere samenleving. Wij helpen opdrachtgevers met grondige analyses, inspirerende ideeën en praktische oplossingen voor complexe markt-, beleids- en managementvraagstukken.

Onze bedrijfsgeschiedenis begon in 1929, toen een aantal Nederlandse zakenlieden van wat nu beter bekend is als de Erasmus Universiteit, het Nederlands Economisch Instituut (NEI) oprichtten. Het doel van dit gerenommeerde instituut was om een brug te slaan tussen het bedrijfsleven en de wereld van economisch onderzoek. Het NEI is in 2000 uitgegroeid tot Ecorys.

Door de jaren heen heeft Ecorys zich verspreid over de wereld met kantoren in Europa, Afrika, het Midden-Oosten en Azië. Wij werven personeel met verschillende culturele achtergronden en expertises, omdat wij ervan overtuigd zijn dat mensen met uiteenlopende eigenschappen een meerwaarde kunnen bieden voor ons bedrijf en onze klanten.

Ecorys excelleert in zeven werkgebieden:

- Economic growth;
- Social policy;
- Natural resources;
- Regions & Cities;
- Transport & Infrastructure;
- Public sector reform;
- Security & Justice.

Ecorys biedt een duidelijk aanbod aan producten en diensten:

- voorbereiding en formulering van beleid;
- programmamanagement;
- communicatie;
- capaciteitsopbouw (overheden);
- monitoring en evaluatie.

Wij hechten waarde aan onze onafhankelijkheid, onze integriteit en onze partners. Ecorys geeft om het milieu en heeft een actief maatschappelijk verantwoord ondernemingsbeleid, gericht op meerwaarde voor de samenleving en de markt. Ecorys is in het bezit van een ISO14001-certificaat dat wordt ondersteund door al onze medewerkers.



Postbus 4175
3006 AD Rotterdam
Nederland

Watermanweg 44
3067 GG Rotterdam
Nederland

T 010 453 88 00
F 010 453 07 68
E netherlands@ecorys.com
K.v.K. nr. 24316726

W www.ecorys.nl

Sound analysis, inspiring ideas