

LOW CARBON URBANISM

Van gebouw tot gebied: vroeg
sturen op materiaalgebonden CO₂

BURA

LEVS
architecten

**URBAN
CLIMATE
ARCHITECTS**

**LOW
CARBON
URBANISM**

Intro	6
In het kort	8
Ons CO ₂ budget raakt op – nu!	10
De crux: <i>embodied carbon</i>	12
Vroeg kiezen, blijvende impact	14
Waar staan we nu?	16
Gelaagde uitstoot	20
Van kozijn tot wegdek	22
Low carbon gebieden: 7x3 studies	25
Onze aanpak	26
Steward Brand Layers	28
CO ₂ in elke laag	30
Materiaalscenario's	32
Ruim of compact?	38
Wat leert dit ons over CO₂ impact?	69
Niet te hoog, niet te ruim	70
Ongelijke effecten	72
Van inzichten naar acties	79
CO ₂ als ontwerpparameter	80
Toetsen in elke fase	82
LCU-toolbox: Wat kan jij morgen doen?	85
Keuzes die het grootste verschil maken	99
Next steps in <i>Low Carbon Urbanism</i>	117

Intro

De bouwsector kent traditionele werkwijzen en vervuilende industrieën en vraagt om radicale hervorming. Op het gebied van gebouwen en materialen zien we vooruitgang, en er is mogelijk zelfs sprake van een ‘houtbouwrevolutie’. Maar stedenbouw en gebiedsontwikkeling blijven achter. Stedenbouwkundige plannen gebruiken veel CO₂ intensieve materialen en de programmering van een gebied bepaalt mede welke bouwmethoden haalbaar zijn.

Binnen gebiedsontwikkeling kijken we op meerdere manieren naar CO₂ impact. De ruimtelijke en programmatische opzet van een buurt gaat hand in hand met materiaal- en energieverbruik tijdens het bouwen en aanleggen. Maar ook de gebruiksfase en verschillende levensstijlen hebben invloed: denk aan mobiliteit, energieverbruik en consumptie.

In deze studie* richten wij ons met name op de CO₂ impact van de bouw- en aanlegfase. We kijken hierbij naar gebiedsontwikkeling in brede

zin: bodem, infrastructuur, openbare ruimte en gebouwen. Dat is waar we als ontwerpers direct grip op hebben. Tegelijkertijd betekent dit niet dat we onze ogen sluiten voor de belangrijke wisselwerking tussen de gebouwde omgeving en verschillende leefstijlen en gebruiksvormen.

Marco Broekman
BURA

Jurriaan van Stigt
LEVS architecten

Tim Vermeend
Urban Climate Architects

* Deze studie is een initiatief van BURA, LEVS en Urban Climate Architects, ontwikkeld in de periode april 2024 – januari 2026.

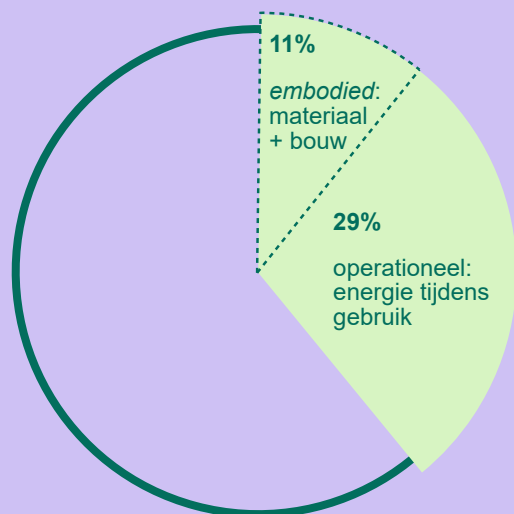
In het kort

De **gebouwde omgeving** is verantwoordelijk voor

40%

van de gehele Nederlandse CO₂ uitstoot.

© DGBC



Low Carbon Urbanism staat voor een **nieuwe manier van denken over stedelijke ontwikkeling**.

Hoe ontwerpen we niet alleen gebouwen, maar ook wijken en steden met een minimale CO₂ impact?

Het doel van dit onderzoek: inzicht krijgen in **welke ontwerpkeuzes** op welk moment de grootste invloed hebben op de materiaalgebonden CO₂ uitstoot van gebiedsontwikkeling.

Ons CO₂ budget raakt op – nu!

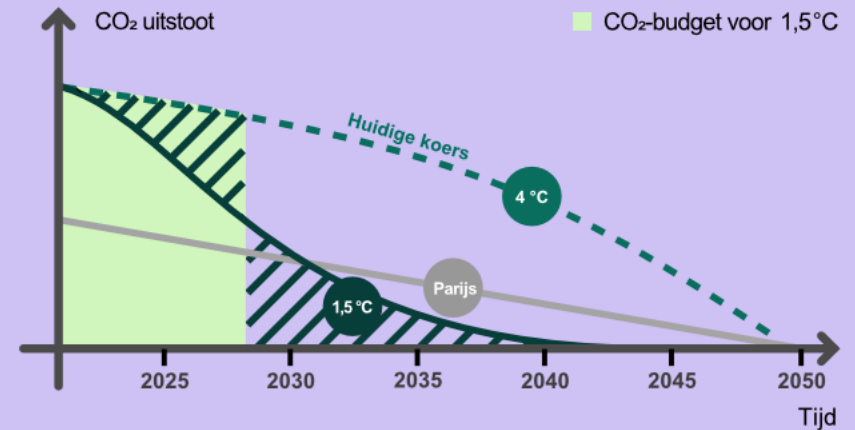
Focus op materiaalgebonden uitstoot

Met *Low Carbon Urbanism* onderzoeken we hoe we materiaalgebonden uitstoot, oftewel *embodied carbon*, drastisch kunnen verminderen door de juiste stedelijke parameters aan te pakken.

Nederland heeft nog tot 2030

Om binnen het 1,5°C klimaatdoel te blijven, heeft Nederland een sterk beperkt CO₂ budget. Bij het huidige tempo raakt dit budget op rond 2030.

Maar de bouw gaat ‘gewoon’ door. Alleen al



tussen 2025 en 2035 is het de bedoeling dat er een miljoen woningen bijkomen. Als we zo doorbouwen, betekent dat enkel voor dit tijdvak al 120 megaton materiaalgebonden CO₂. Daarmee spenderen we 15% van het hele resterende Nederlandse CO₂ budget enkel aan woningbouw.

De keuzes die we **nu** maken in gebiedsontwikkeling bepalen:

- hoeveel materiaalgebonden CO₂ we direct uitstoten (2025–2030)
- voor hoelang deze impact vast ligt (vijftig tot honderd jaar)
- of we binnen het budget blijven of dit overschrijden

Low Carbon Urbanism maakt deze onzichtbare impact zichtbaar.

De crux: *embodied carbon*

	Operationeel (B6–B7)	Embodied (A1–A5)
Timing	Gespreid over 50 jaar	100% bij oplevering
CO ₂ intensiteit	Daalt snel	Blijft hoog
2035 status	80% groen	Nog 60% fossiel
Impact op budget	Telt later	Telt NU volledig
Ontwerp-invloed	Indirect (gedrag)	Direct (100%)

Dit is wat we dachten, maar de verhouding is gekanteld.

We weten steeds meer over de échte invloed van materiaalgebonden CO₂.

De verhouding in ons denken is gekanteld. We dachten dat *operational carbon* (energie) 70% van de impact uitmaakte en *embodied carbon* (materiaal) 30%. Maar het Parijsakkoord laat zien dat het CO₂ budget in 2030 opraakt. Oftewel: we moeten de materiaalgebonden uitstoot terugdringen – **en wel nu**.

Voor materiaalgebonden uitstoot bestaan geen vanzelfsprekende transitie of trends. Ontwerpers moeten er **actief voor kiezen**.

Operationele uitstoot, aan de andere kant, verduurzaamt al. Parallel aan de energietransitie, die zorgt voor 80% groene energie in 2030. Die transitie vraagt ook om materialen, maar hier hebben ontwerpers minder directe invloed op.

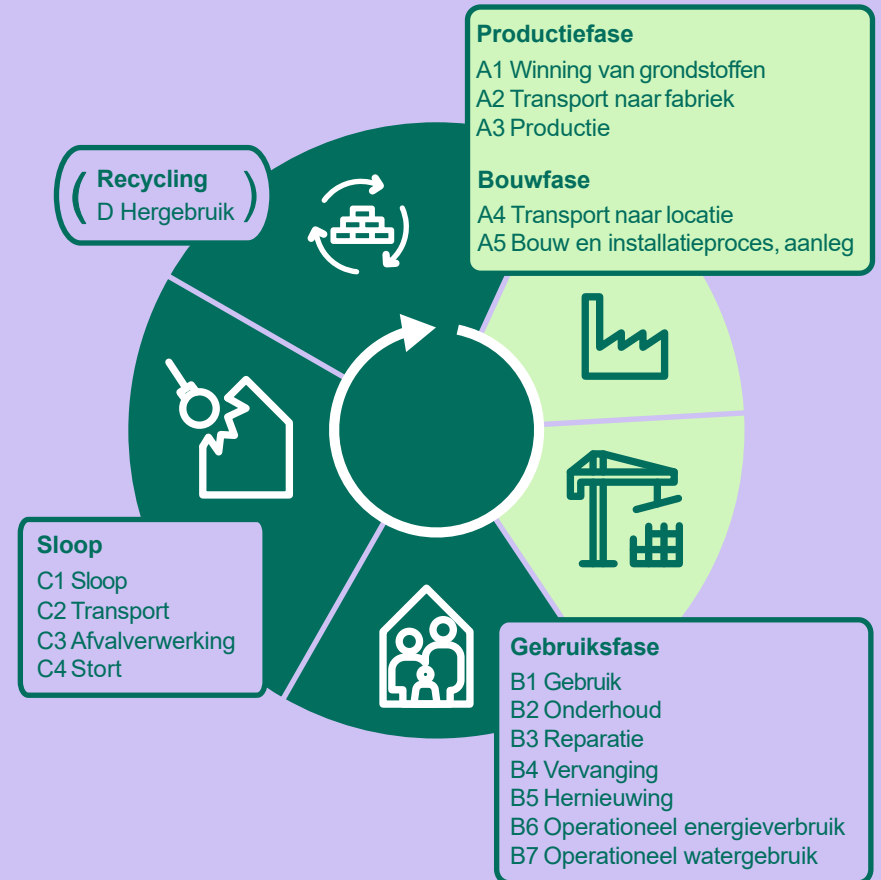
Ontwerpers bepalen materiaalgebonden CO₂ rechtstreeks door keuzes in ruimte, materiaal, constructie, mobiliteitsinfrastructuur en woninggroottes. Menselijk gedrag, daarentegen, hangt ook sterk af van cultuur, inkomen en levensstijl. Denk aan reisgedrag, de aanschaf van apparaten en voedselconsumptie.

Vroeg kiezen, blijvende impact

De grootste CO₂ impact bij stedelijke ontwikkeling zit in de **fysieke totstandkoming** van een gebied en het bijbehorende werk, materiaal en transport. Oftewel: **fase A1–A5** in het diagram hiernaast.

Elke ruimtelijke keuze in deze fase heeft direct materiële implicaties. Daarom zoomen we in op vroege ontwerpkeuzes.

Fase A1–A5 is daarom de game changer!



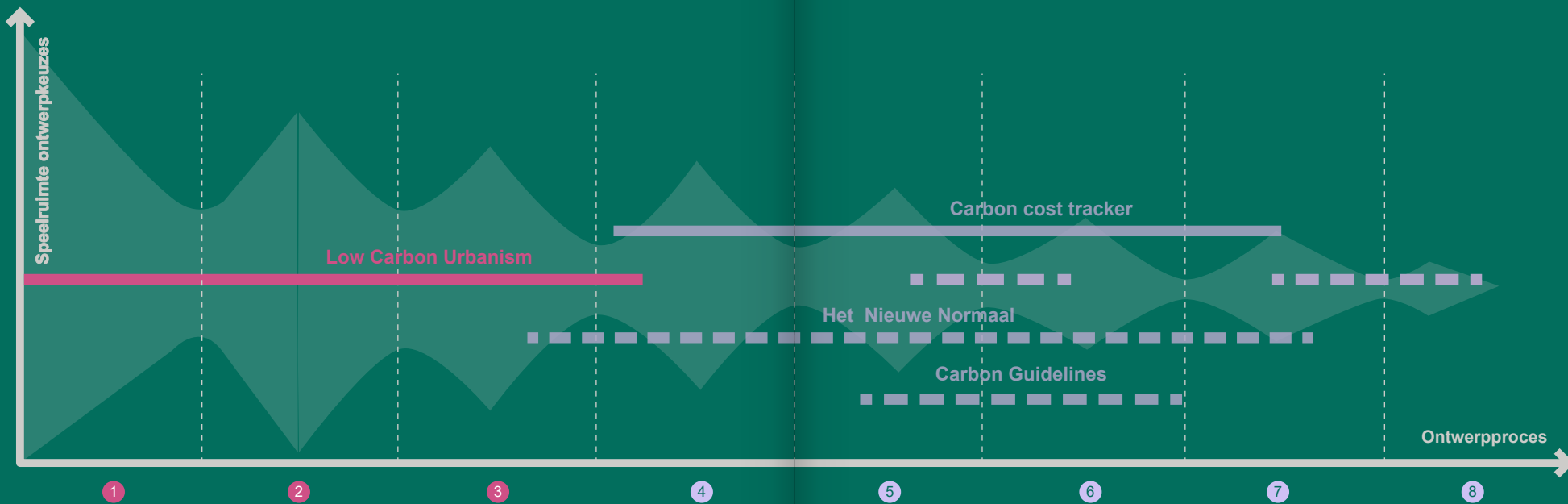
Waar staan we nu?

- 1 Stedelijk beleid (Regio/Stad) - Ambities en strategische keuzes
- 2 Gebiedsvisie (Wijk/Buurt) - Verdichting, programma
- 3 Stedenbouwkundig Plan (Buurt) - Kaders, spelregels, raamwerk
- 4 Bouwblok - Typologieën, massa, methodiek ← Carbon Cost Tracker start hier
- 5 Gebouw VO-DO - Architectonische uitwerking
- 6 Gebouw TO - Technische uitwerking
- 7 Realisatie - Bouw
- 8 Gebruiksfase - Onderhoud en gebruik

De afgelopen jaren ontwikkelde onze sector een hoop tools om meer inzicht en grip te krijgen op de CO₂ uitstoot van gebouwen. Denk aan biobased en circulaire materialen, slim energiegebruik en innovatieve bouwmethoden.

Op stedenbouwkundig niveau **ontbreekt nog een integrale aanpak**. Juist in de fase van stedelijk beleid en bij het opstellen van gebiedsvisies leggen we al een groot deel van de uiteindelijke ruimtelijke invulling – en daarmee de impact – vast. Waar en hoeveel we bouwen staat bij de uitwerking van een stedenbouwkundig plan vaak al vast.

Low Carbon Urbanism vult deze leemte door de **impact van stedenbouwkundige keuzes** in deze **vroege ontwerpfasen** inzichtelijk te maken: van infrastructuur en bodemgebruik tot dichtheid, openbare ruimte en mobiliteit.



Daar sleutelen we al veel aan duurzaamheid: ▶

Maar **hier** worden de belangrijkste ruimtelijke, implicaties vastgelegd, terwijl een scherpe, uitstootgerichte aanpak nog ontbreekt: ▼

1 Stedelijk beleid (regio/stad)

Strategische keuzes met betrekking tot o.a. verdichting, bouwlocaties, infrastructuur, bodem en functiemenging.

2 Gebiedsvisie (stadsdeel/wijk)

Stedelijke ambities landen in locatie-specifieke ambities zoals ruimtelijke kwaliteit, dichtheid, programma en karakter van openbare ruimte.

3 Stedenbouwkundig plan (buurniveau)

Bredere ambities omgevormd tot concrete kaders, spelregels en een definitief stedenbouwkundig raamwerk.

4 Bouwblok

Uitwerking stedenbouwkundig plan tot een bouwblok of ensemble, typologieën, massa's en bouwmethodieken.

5 Gebouw (VO – DO fase)

Architectonische uitwerking van de gebouwen, inclusief plattegrond, materiaal, constructie en beeld.

6 Gebouw (TO fase)

Technische uitwerking van de gebouwen en optimalisaties in materiaal en detaillering.

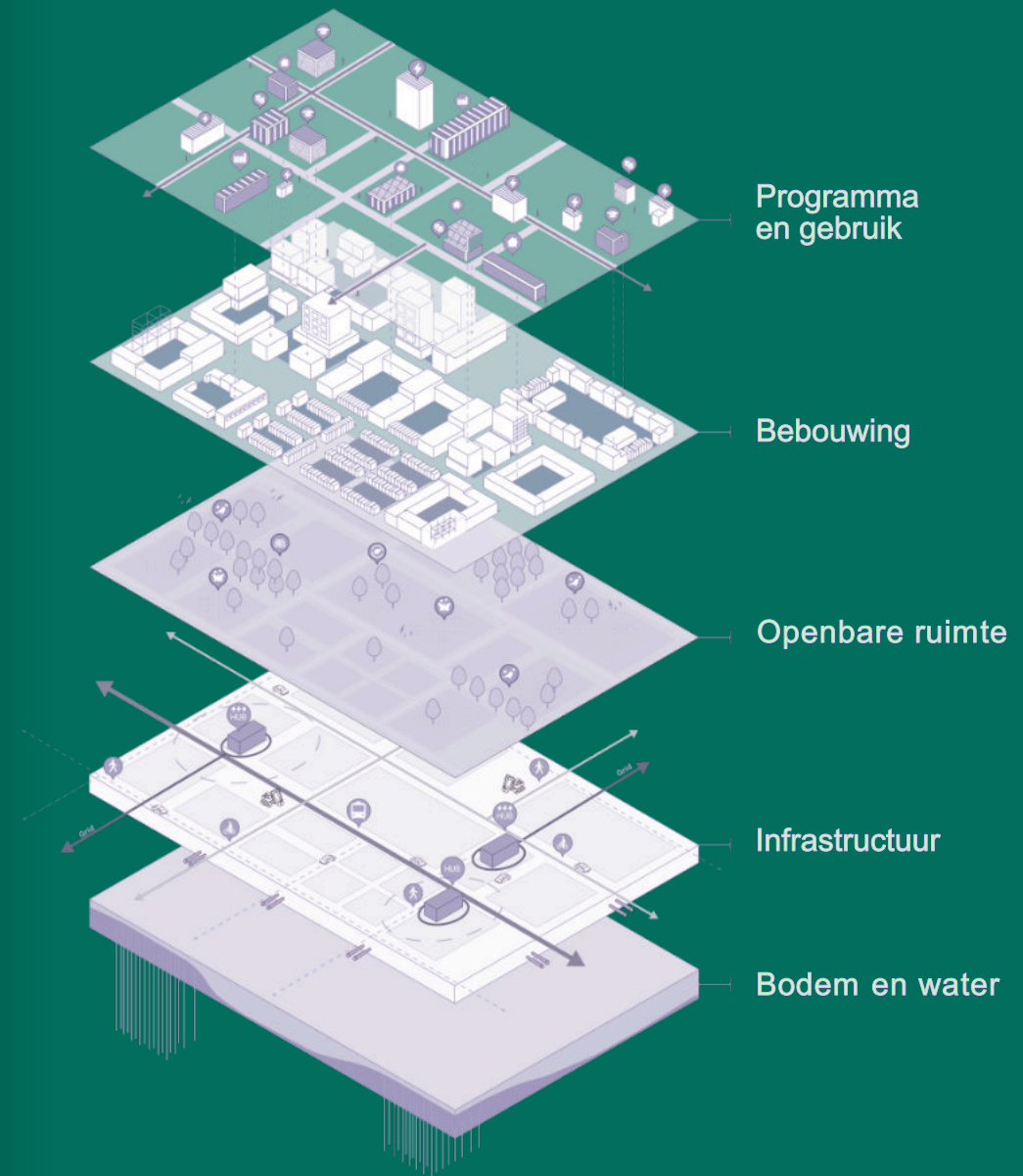
7 Realisatie/bouw

8 Gebruiksfase

Na oplevering: onderhoud en gebruik van het gebouw.

Gelaagde uitstoot

Ook in de eerste ontwerpfasen beïnvloeden de materiële basislagen al het programma en het gebruik. Daarom kijken we in dit onderzoek hoe we beide aspecten – zowel harde, materiaalgebonden data als effecten op stedelijk gebruik – kunnen uitdrukken in voorspelbare CO₂ uitstoot.

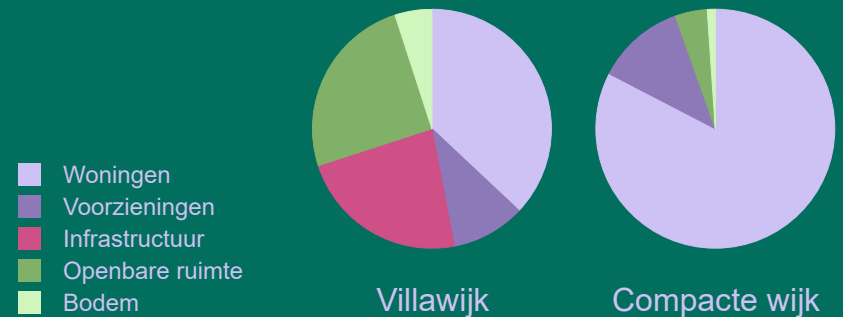


Van kozijn tot wegdek

Bij stedelijke ontwikkeling komt materiaalgebonden uitstoot niet alleen uit gebouwen, maar ook uit:

- **Gebouwen**
Woningen, voorzieningen, parkeergarages
- **Openbare ruimte**
Verharding (tegels, klinkers), groenvoorziening, (teelaarde, zand), straatmeubilair
- **Infrastructuur**
Wegen (asfalt, fundering), fietspaden, trottoirs, riolering, kabels (elektra, telecom, water), straatverlichting
- **Bodem en water**
Grondverzet, fundering/paalfundering, drainage, waterberging

... en de verdeling kan flink uiteenlopen.

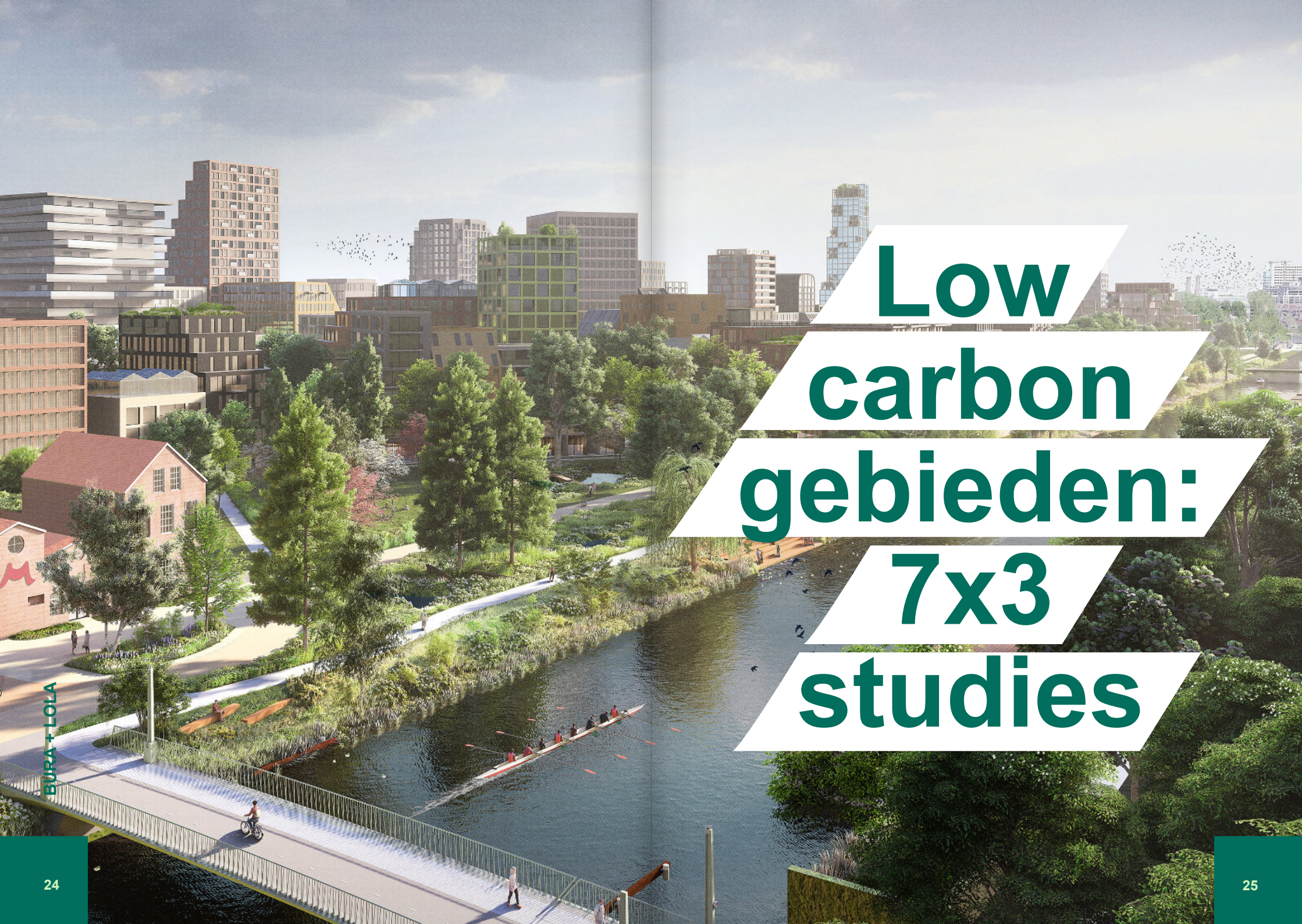


Zo vereist de éne wijk, afhankelijk van de stedenbouwkundige keuzes, twintig keer meer infrastructuur en openbare ruimte per woning dan de andere wijk. Met grote gevolgen voor de uitstoot.

Gebiedsontwikkeling draait dus om meer dan kwesties als 'beton of hout'. Het gaat vooral om:

- **waar** bouwen we?
(nieuw vs bestaand stedelijk weefsel)
- **hoe dicht** bouwen we?
(infrastructuur per woning)
- **hoe groot** bouwen we? (m² per persoon)

Deze keuzes maken we in fase 1–3: een nog deels conceptueel begin, maar met cruciale implicaties voor de harde ontwerpkeuzes later in het proces.

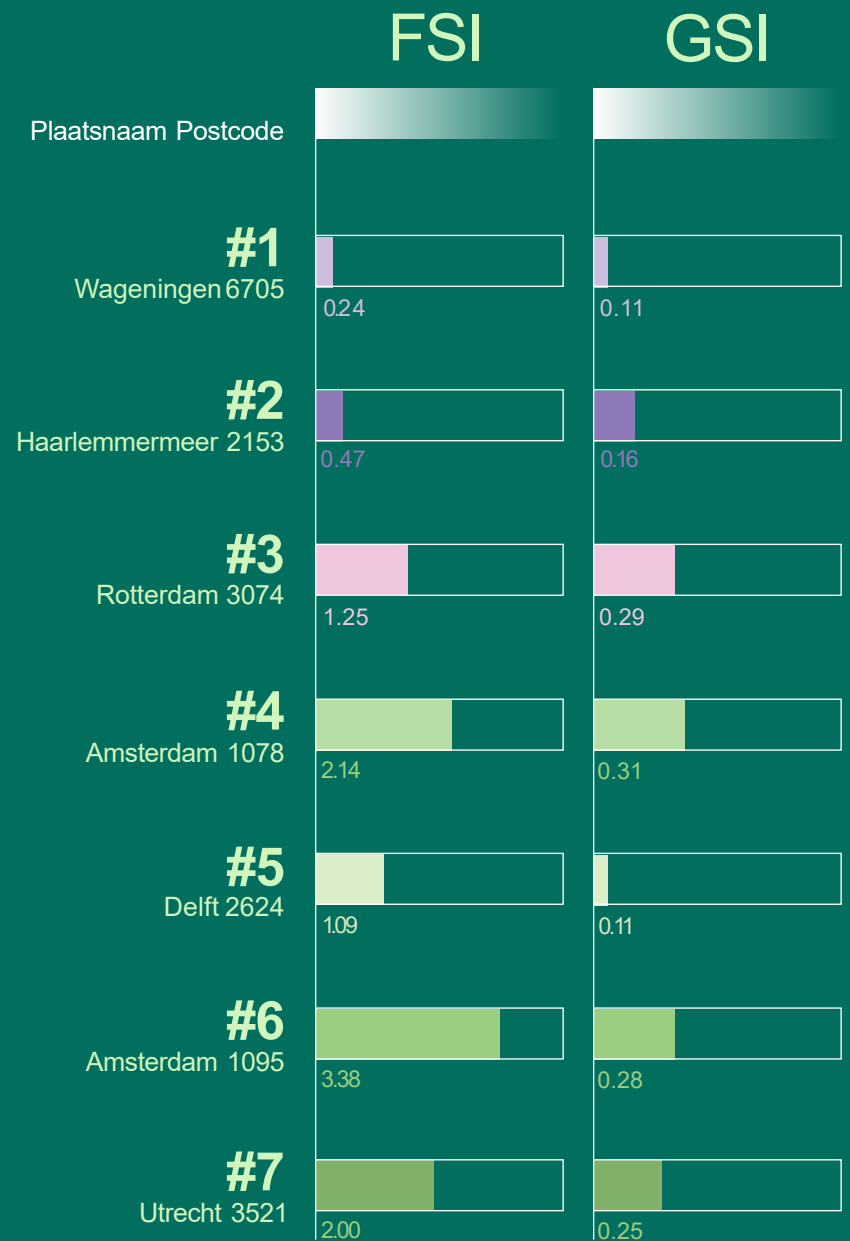
An architectural rendering of a sustainable urban development. The scene features a river flowing through a lush green area with many trees. A modern bridge with a metal railing spans the river, with a person riding a bicycle and another walking. In the background, there are several modern buildings, some with green facades and solar panels. The sky is blue with some clouds. The text 'Low carbon gebieden: 7x3 studies' is overlaid on the right side of the image in a white, stylized font.

**Low
carbon
gebieden:
7x3
studies**

Onze aanpak

We analyseren **zeven gebiedstypologieën** met elk een andere opzet qua dichtheid, woonprofielen, infrastructuur en openbare ruimte.

Welke stedenbouwkundige keuzes hebben de grootste impact op de totale CO₂ uitstoot?



Steward Brand Layers

Het klassieke model richt zich op gebouwen. Voor dit onderzoek breiden we dit model uit naar het **gebiedsniveau**, waar ook openbare ruimte, infrastructuur en bodem en water de CO₂ impact bepalen.



CO₂ in elke laag



Wat betekenen deze vijf lagen in de praktijk? Elke laag omvat concrete fysieke ingrepen met zowel **directe** als **indirecte materiële uitstoot**.

Directe impact (fysieke basis)

- Bebouwing: hoeveel m² woningen/voorzieningen?
- Infrastructuur: hoeveel meter weg/leiding per woning?
- Openbare ruimte: hoeveel m² verharding/groen?
- Bodem: hoeveel grondverzet/fundering?

Indirecte impact (programma en gebruik)

- Programma: dichtheid → benodigde infrastructuur per woning
- Gebruik: autoafhankelijkheid → grootte en hoeveelheid parkeerplaatsen of -garages



Materiaal scenario's

Voor **elke gebiedstypologie** rekenen we drie scenario's voor materiaalgebruik door.

Traditioneel

De gangbare bouwpraktijk:

- constructies van beton/kalkzandsteen, breedplaatvloeren, spouwmuren met steenwol
- openbare ruimte met betontegels, standaard asfalt en betonbuizen
- minimaal hergebruik

Hybride

Traditionele constructie, maar met duurzamere keuzes:

- gerecycled beton, biobased binnenwanden, houtvezelplaat isolatie
- openbare ruimte met geopolymeer tegels, biobased asfalt waar mogelijk, hergebruikte klinkers
- stapsgewijze verduurzaming

Biobased

Maximaal hernieuwbaar en een radicale circulaire aanpak:

- CLT-constructie (hout), gerecycled beton (alleen voor funderingen), HSB-gevels met bamboe
- openbare ruimte met gerecyclede materialen, biobased bindmiddelen, lokale hergebruikstromen



Wat afval
lijkt, kan
de CO₂
winst van
morgen
zijn.



Onderzoeksmethode:

- **drie** materiaalscenario's (traditioneel, hybride, biobased)
 - voor **zeven** bestaande wijkprofielen met verschillende dichtheden en typologieën
- = **21** casussen

We gebruiken bestaande postcodegebieden. Zo maken we een **brede vergelijking op basis van realistische referenties** en de gebouwde praktijk.

Lage dichtheid

Villawijk

#1 Wageningen 6705



Vinex-wijk

#2 Haarlemmermeer 2153



Middelhoge dichtheid

19^e eeuw

#3 Rotterdam 3074



20^e eeuw (Plan Zuid)

#4 Amsterdam 1078



Wederopbouwwijk

#5 Delft 2624



Hoge dichtheid

Nieuwbouwwijk

#7 Amsterdam 1095



Herstructureringswijk

#6 Utrecht 3521



Ruim of compact?

Van laag naar hoog – van veel naar weinig CO₂. Om aan te tonen hoe dichtheid de CO₂ impact beïnvloedt, presenteren we de zeven gebiedstypologieën.

Hierbij gebruiken we de Floor Space Index (FSI): de verhouding tussen vloeroppervlak en kaveloppervlak.

Dit kunnen we alvast weggeven: **meer dichtheid is niet altijd beter.**

Lage dichtheid vereist veel infrastructuur en openbare ruimte per woning.

Middelhoge dichtheid vraagt om gedeelde infrastructuur en efficiënte openbare ruimte.

Zeer hoge dichtheid gaat hand in hand met zware constructies (hoogbouw) en parkeergarages.

Er is een optimum.

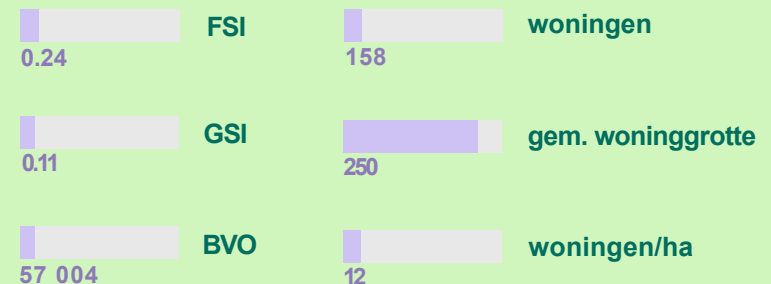
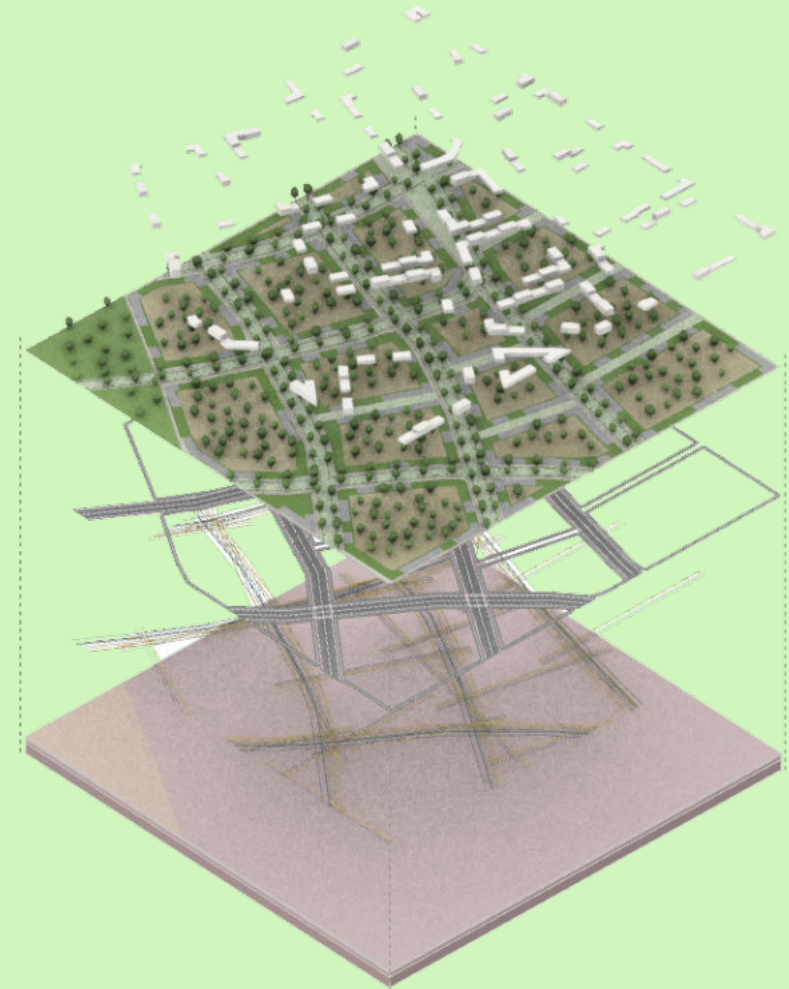
#1

Wageningen 6705

Een ruime villawijk met zeer lage dichtheid, kenmerkend voor welgestelde suburbane plaatsen zoals Wageningen, Heemstede of Bloemendaal. Grote vrijstaande woningen op ruime kavels met wijdse tuinen

Mobiliteit & infrastructuur:

- Ruim opgezette infrastructuur met brede straten
- Meerdere parkeerplaatsen per woning
- Hoge autoafhankelijkheid door lage dichtheid
- Beperkte OV voorzieningen
- Weinig (groene) openbare ruimte



Analyse

Grootste CO₂ post (traditioneel):

44t Woning

28t Infrastructuur

30t Openbare ruimte

Waarom zo hoog?

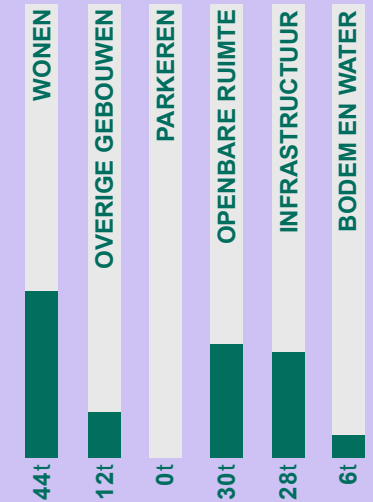
- Woninggrootte: 250m²
= 2.5× gemiddelde Nederlandse woning
- Lage dichtheid: 12.5 woningen/ha
= veel infrastructuur per woning
- Extensieve openbare ruimte:
30t per woning aan aanleg
- Biobased helpt woning (-40%),
maar infrastructuur en openbare ruimte
zijn bepalend

CO₂
totale impact
per woning



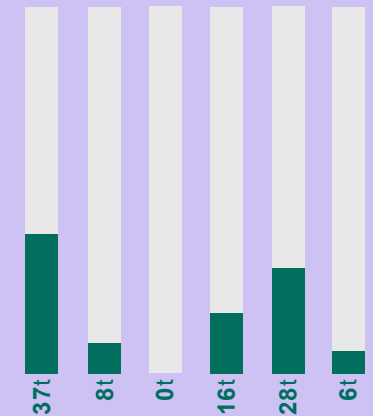
120 ton

TRADITIONEEL



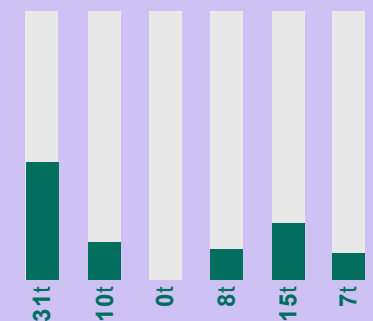
97 ton

HYBRIDE



71 ton

BIO-BASED



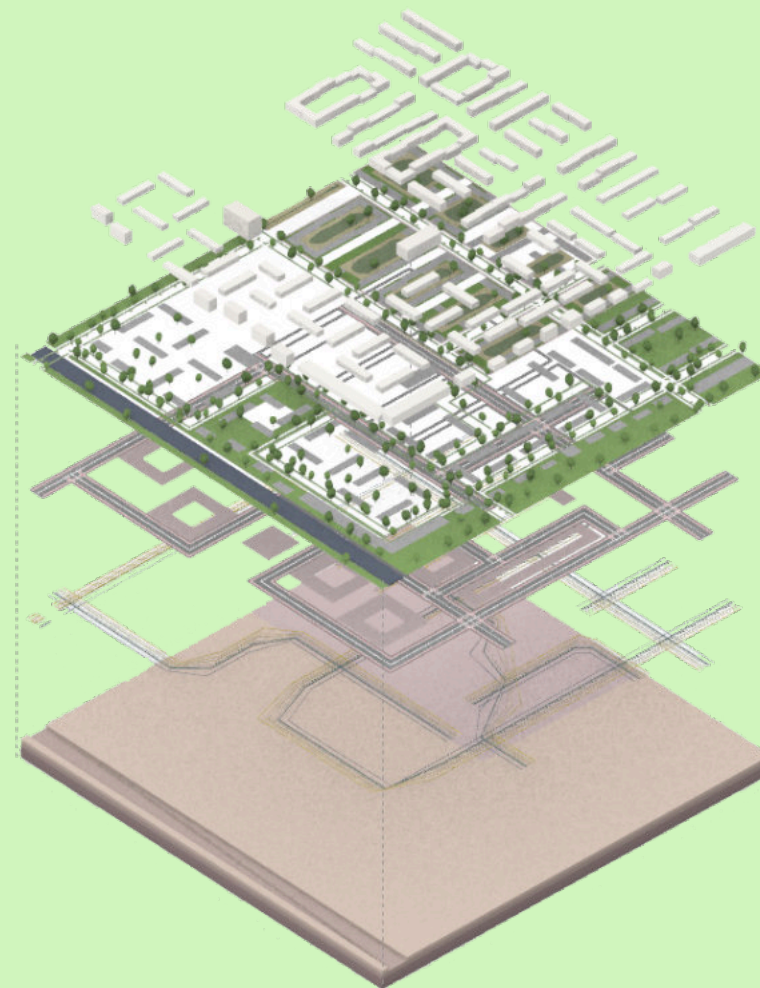
#2

Haarlemmermeer 2153

Een typische Vinex-wijk uit de jaren 1980-1995, met een lage dichtheid en ruime opzet. Voornamelijk eengezinswoningen met voor- en achtertuinen, brede straten en royale parkeermogelijkheden.

Mobiliteit & infrastructuur:

- Brede woonstraten met straatparkeren
- Ruime groenstroken en plantsoenen
- Autogericht ontwerp
- Redelijke OV ontsluiting (buslijn)
- Fietsgebruik matig door afstanden



FSI
0.47

GSI
0.16

BVO
116 866

woningen
807

gem. woninggrotte
128

woningen/ha
32

Analyse

2x lager dan *Wageningen 6705*

Waarom lager?

- Kleinere woningen (128m² vs 250m²)
= -50% gebouw CO₂
- Hogere dichtheid (32 vs 12.5/ha)
= -50% infrastructuur per woning
- Meer groenvoorziening

Maar nog steeds hoog:

- Lage dichtheid
= veel weg/leiding per woning
- Brede straten (autogericht ontwerp)
- Ruime openbare ruimte

Biobased besparing
49% (van 55t naar 28t)

CO₂
totale impact
per woning

●●●●●●●●
55 ton

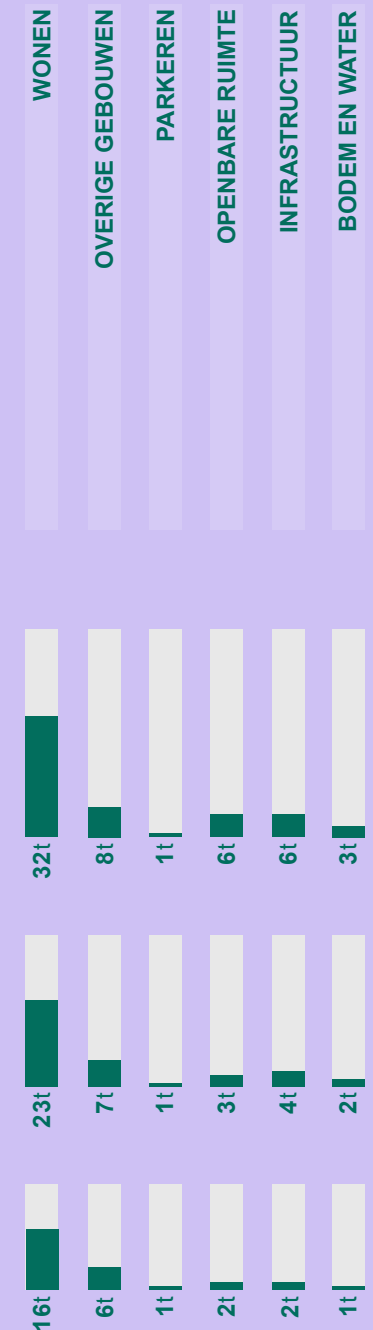
TRADITIONEEL

●●●●●
40 ton

HYBRIDE

●●●●
28 ton

BIO-BASED



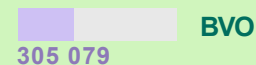
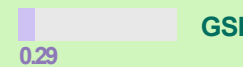
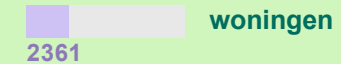
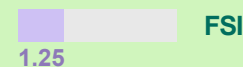
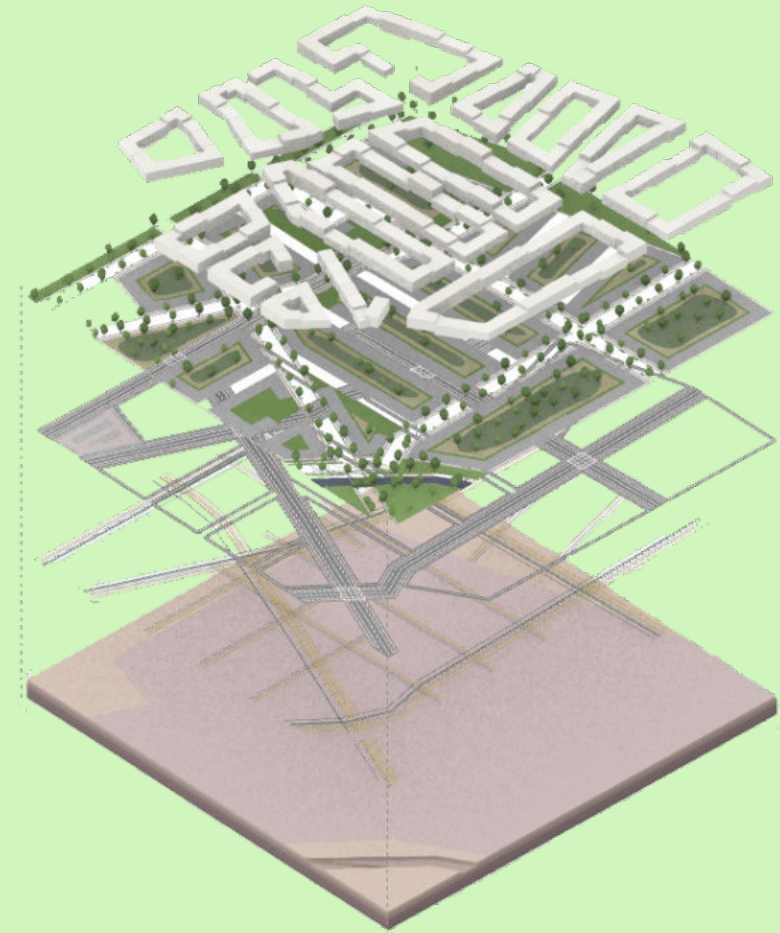
#3

Rotterdam 3074

Een typische 19e-eeuwse stadsuitbreiding zoals Crooswijk (Rotterdam). Vergelijkbaar met de Amsterdamse uitbreidingsgordel en verschillende Haagse wijken. Gesloten bouwblokken met gestapelde woningbouw en compacte binnentuinen.

Mobiliteit & infrastructuur:

- Smalle straten
- Beperkte parkeermogelijkheden, alleen straatparkeren
- Hoge dichtheid: goede OV bereikbaarheid
- Sterke fietsinfrastructuur
- Veel voorzieningen op loopafstand
- Bewoners minder autoafhankelijk



Analyse

Waarom goed?

- Compacte bebouwing
= gedeelde infrastructuur
- Hoge dichtheid (94/ha)
= weinig weg/leiding per woning
- Kleinere woningen (112m²) dan gemiddeld
- Smalle straten = minder materiaal

Voordeel t.o.v. *Delft 2624*:

- Functiemix (wonen + winkels)
= levendigheid
- Historisch stadswefsel = identiteit

Nadeel t.o.v. *Delft 2624*:

- iets lagere dichtheid (94 vs 119/ha)
- Meer openbare ruimte (straten, pleinen)

Biobased besparing
37% (49t → 31t)

CO₂ totale impact per woning

●●●●●
49 ton

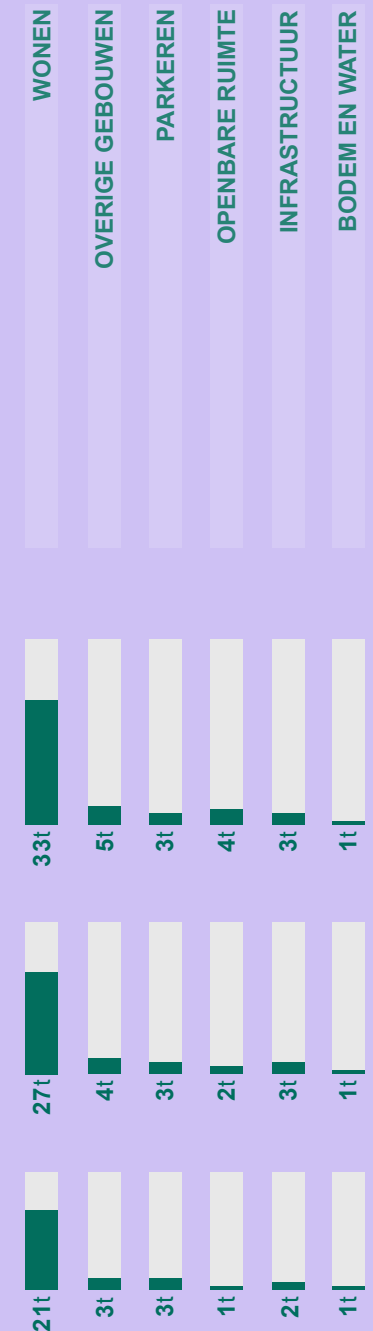
TRADITIONEEL

●●●●●
40 ton

HYBRIDE

●●●●
31 ton

BIO-BASED



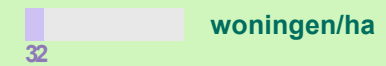
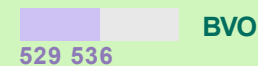
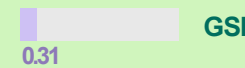
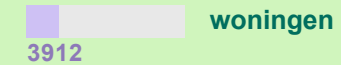
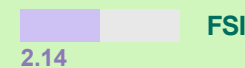
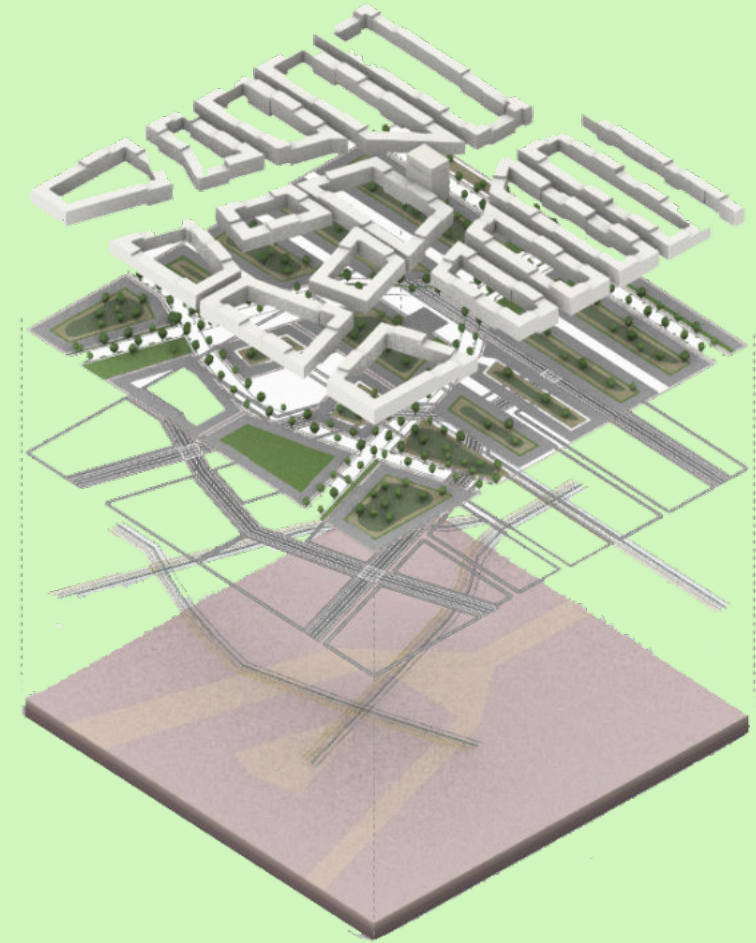
#4

Amsterdam 1078

Een grootschalige stedelijke uitbreiding, naar voorbeeld van Berlage's Plan Zuid in Amsterdam. Vergelijkbaar met wijken als Zuilen (Utrecht) en de mooie lanen in Den Haag. Imposante gesloten bouwblokken met ruime woningen.

Mobiliteit & infrastructuur:

- Brede lanen met bomen
- Beperkt straatparkeren
- Uitstekende OV verbindingen (nabij centrum)
- Veel fietsinfrastructuur
- Mix van wonen + winkels op begane grond
- Levendig straatleven



Analyse

- Grote woningen (116m²)
= veel m²
- Hoge bebouwing (5-7 lagen)
= hoge FSI
- Relatief weinig woningen per hectare
- Bijna gelijke CO₂ met *Rotterdam 3074*
ondanks 2× hogere FSI
- Grotere woningen
= meer materiaal per woning
- Lage dichtheid/ha
= toch relatief veel infrastructuur
- Brede lanen
= meer aanleg

Biobased besparing
42% (48t→25t)

CO₂ totale impact per woning

●●●●●
48 ton

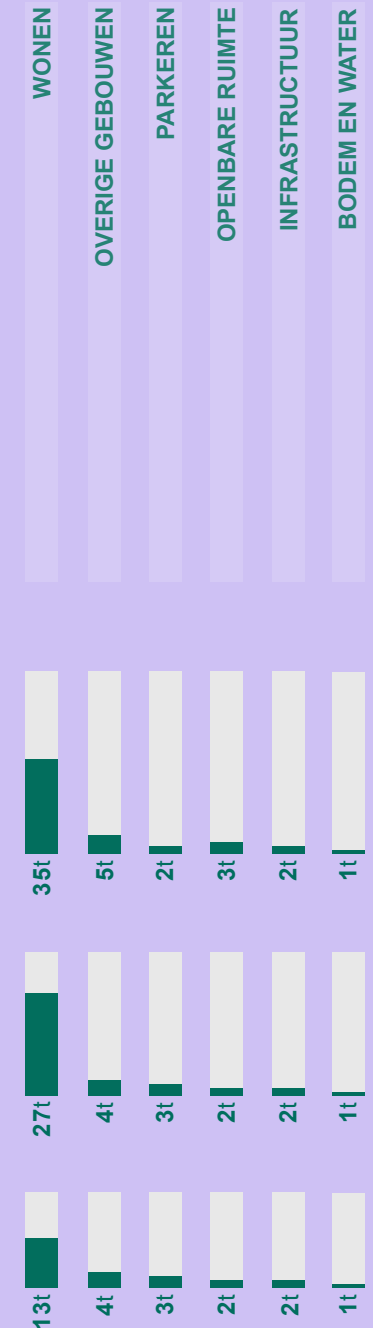
TRADITIONEEL

●●●●●
38 ton

HYBRIDE

●●●
25 ton

BIO-BASED



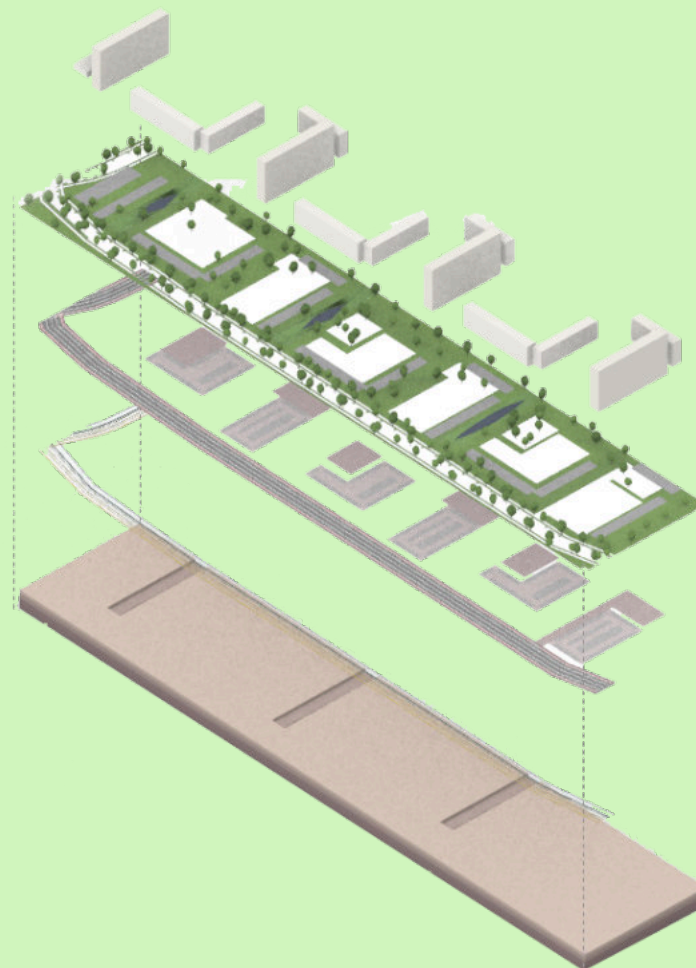
#5

Delft 2624

Een typische grootschalige, naoorlogse bouw zoals Delft Zuid. Vergelijkbaar met Buitenveldert (Amsterdam) of het AUP. Grootschalige gestapelde flats en galerijwoningen. Licht, lucht, ruimte en veel groen.

Mobiliteit & infrastructuur:

- Ontworpen in auto-optimistische periode (jaren 60)
- Uitgebreide parkeervoorzieningen op maaiveld
- Parkeervakken langs wegen
- Veel openbare ruimte tussen gebouwen
- Redelijke OV ontsluiting en fietsinfrastructuur



FSI
1.09

woningen
1446

GSI
0.11

gem. woninggrotte
92

BVO
133.045

woningen/ha
118

Analyse

- Scherp contrast tussen bebouwing en openbare ruimte
- Hoge dichtheid (119/ha)
= zeer weinig infrastructuur per woning
- Gestapelde bouw
= gedeelde infrastructuur
- Parkeren op straat
= geen gebouwde parkeervoorziening

Paradox

Hoge dichtheid + straatparkeren = lage totale CO₂. Het gebouwniveau vormt de grootste post. Verdichting is potentieel mogelijk.

Conclusie

Als je hier biobased bouwt, daalt het totaal met 50% (53t → 27t)

CO₂ totale impact per woning

●●●●●●
53 ton

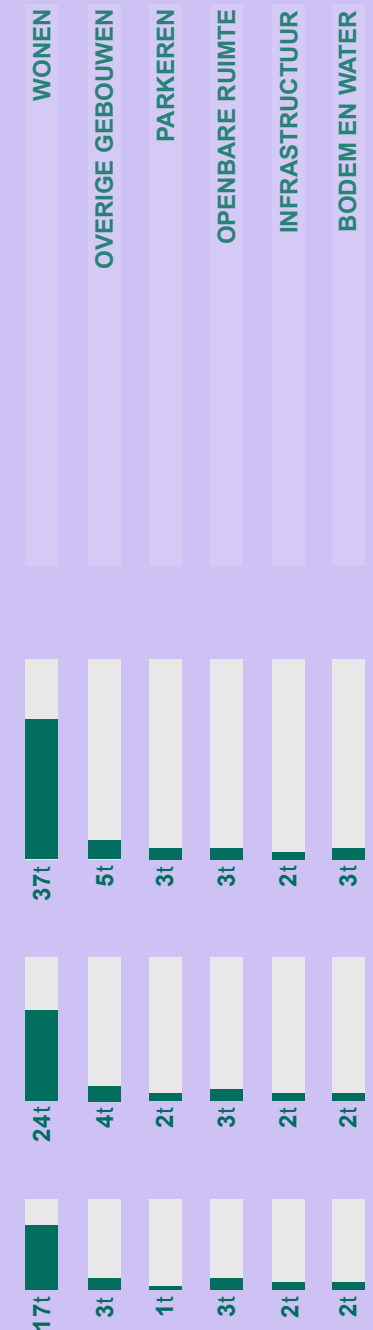
TRADITIONEEL

●●●●●
38 ton

HYBRIDE

●●●
27 ton

BIO-BASED



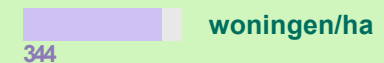
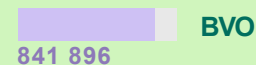
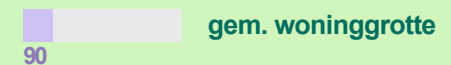
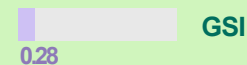
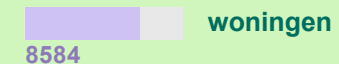
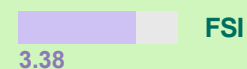
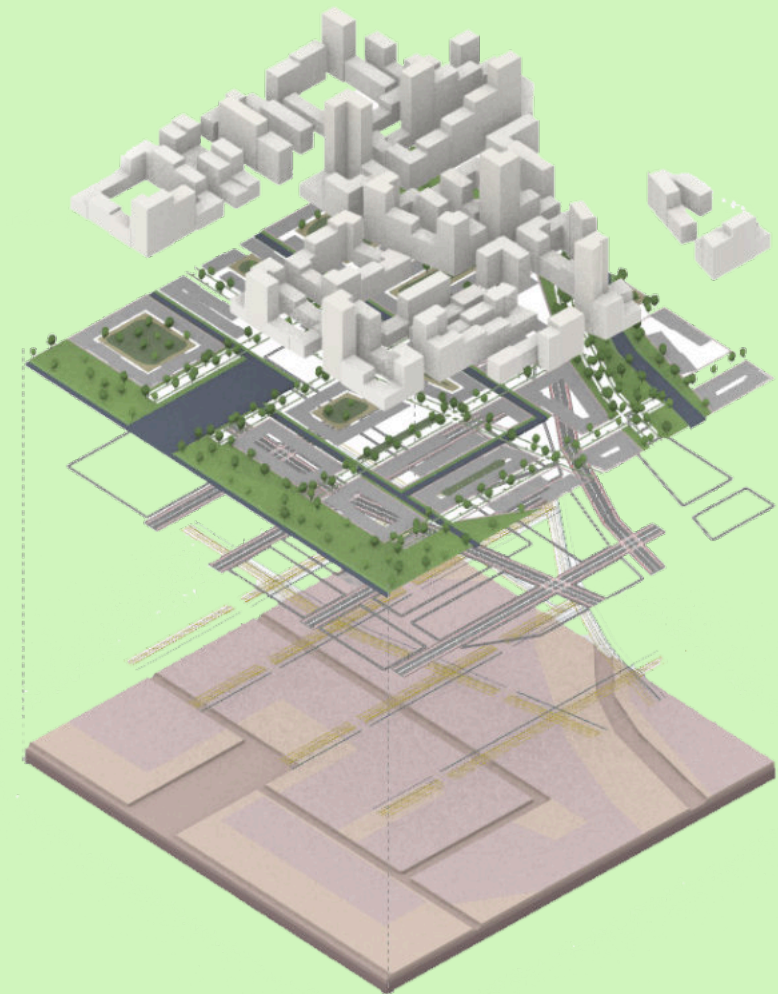
#6

Amsterdam 1095

Hedendaagse hoogstedelijke ontwikkeling zoals de Sluisbuurt (Amsterdam). Vergelijkbaar met de nieuwbouwwijken langs de havens in Rotterdam Zuid of bij Den Haag Centraal. Zeer hoge dichtheid met compacte woningen. Veel verticale stapeling met gevarieerde bouwhoogtes van zes tot dertig lagen.

Mobiliteit & infrastructuur:

- Lage parkeernorm (0.3) gericht op duurzame mobiliteit, parkeerhubs
- Prioriteit OV, fiets en deelmobiliteit
- Mix functies: wonen + werken + voorzieningen
- Actuele transitie naar compact, autoluw leven
- Focus op leefkwaliteit door gedeelde voorzieningen



Analyse

Verwachting:
Hoogste dichtheid (343/ha) = laagste CO₂

Realiteit:

Traditioneel

49t vs *Utrecht* 3521 39t = 25% hoger

Biobased

29t vs *Utrecht* 3521 21t = 27% hoger

Dit staat los van de vraag of biobased
hoogbouw realiseerbaar en betaalbaar is.

Waarom?

- Zwaardere constructie bij hoogbouw
- Complexe parkeergarages
- Kleine woningen maar veel installaties

Conclusie

Meer dichtheid door steeds hogere
gebouwen leidt niet automatisch tot minder
CO₂ uitstoot.

CO₂
totale impact
per woning

●●●●●
49 ton

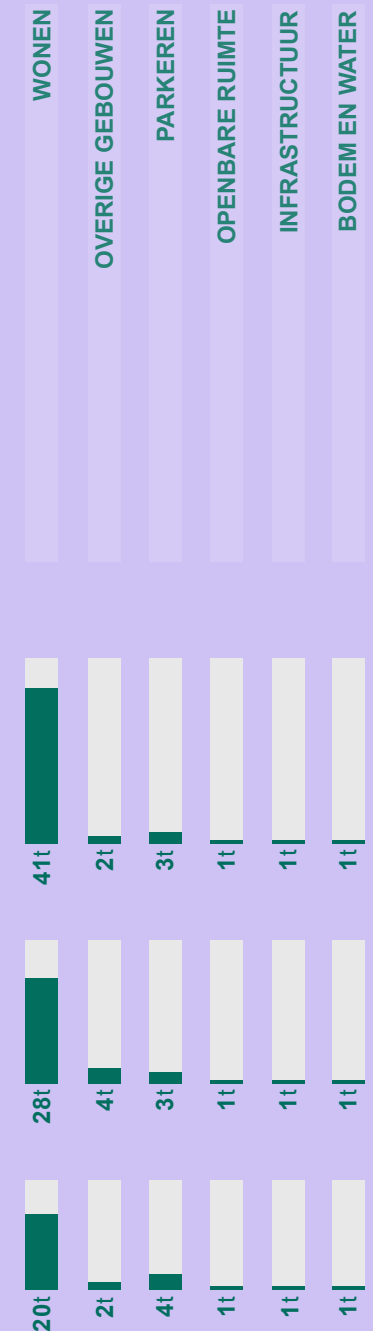
TRADITIONEEL

●●●●●
38 ton

HYBRIDE

●●●●
29 ton

BIO-BASED



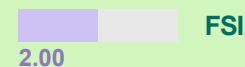
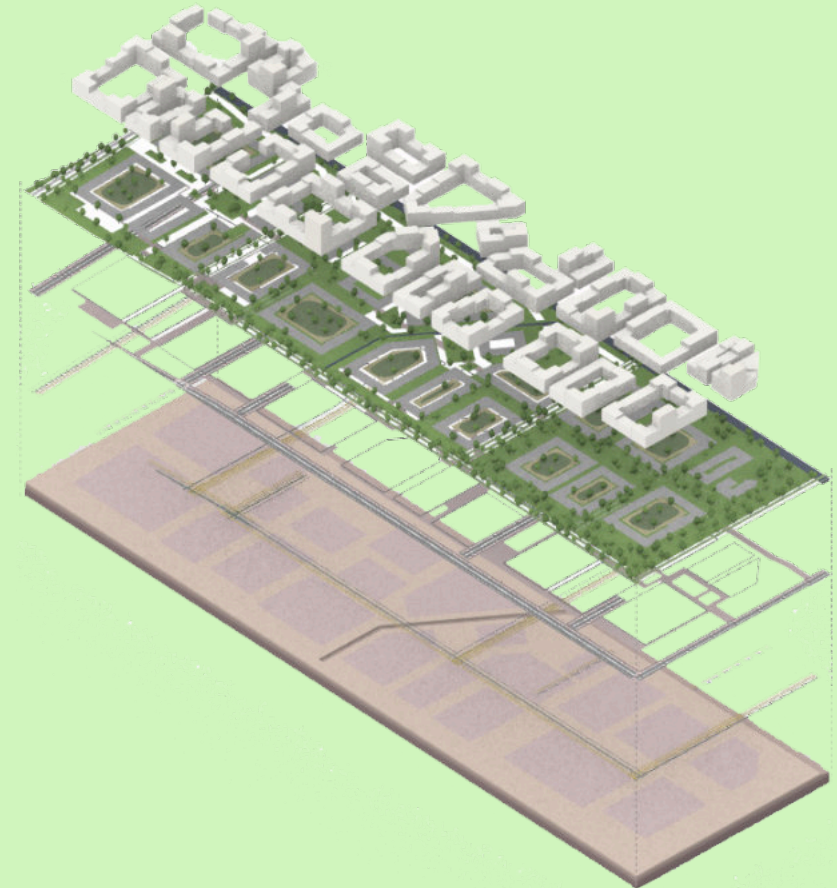
#7

Utrecht 3521

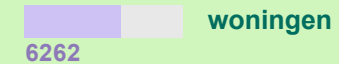
Hedendaagse herstructureringswijken zoals Merwede (Utrecht). Ook te vergelijken met Het Funen (Amsterdam). Autoluwe gebieden met parkeerhubs aan de rand. Openbaar gebied autovrij voor groen, spelen en ontmoeting.

Mobiliteit & infrastructuur:

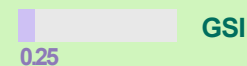
- Autoluw: parkeerhubs aan rand (0.4 plekken/woning)
- Autovrij openbaar gebied
- Prioriteit voor voetgangers, fietsers en openbaar vervoer
- Deelmobiliteit (auto's en fietsen)
- 15-minutenstad: alle voorzieningen op loop- en fietsafstand
- Sterke mix wonen + werken + voorzieningen



FSI



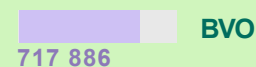
woningen



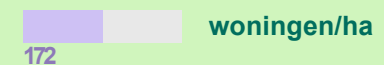
GSI



gem. woninggrotte



BVO



woningen/ha

Analyse

- Bestaande infrastructuur grotendeels hergebruikt
- Compacte woningen (100m²)
- Optimale dichtheid (FSI 2.0, 172/ha)
- Parkeerhub in plaats van verspreide garages
- Compacte maar intensieve openbare ruimte

De kracht van deze casus:

Traditioneel

39t (3x minder dan *Wageningen 6705* (120t))

Biobased

21t (3.4x minder dan *Wageningen 6705* (71t))

CO₂
totale impact
per woning

●●●●
39 ton

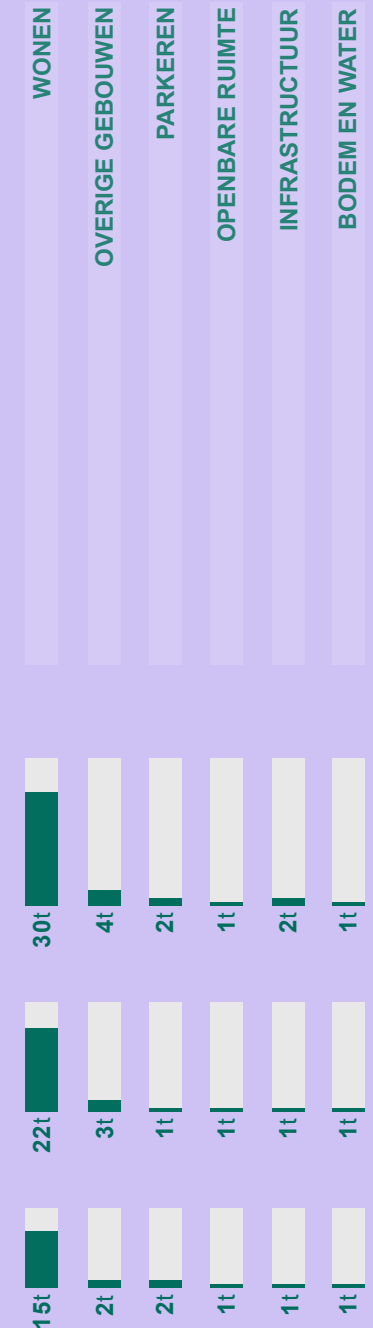
TRADITIONEEL

●●●
29 ton

HYBRIDE

●●
21 ton

BIO-BASED



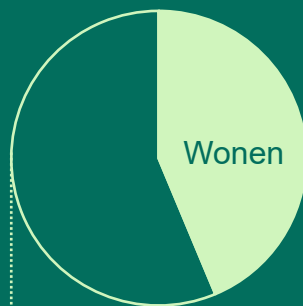


Wat leert dit ons over CO₂ impact?

Niet te hoog, niet te ruim

Dit is het biobased scenario per casus. Voor optimale CO₂ reductie bestaat een *sweet spot* in dichtheid: niet te ruim (minder infrastructuur) en ook niet te hoog (minder fundering).

#1
Wageningen
6705



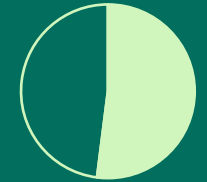
#2
Haarlemmermeer
2153



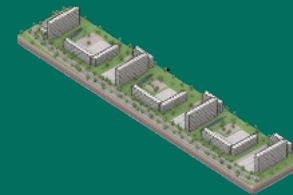
#3
Rotterdam
3074



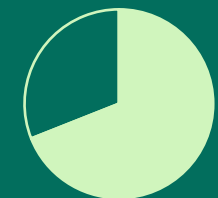
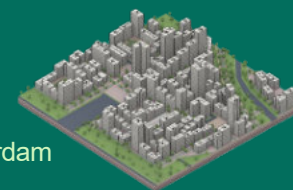
#4
Amsterdam
1078



#5
Delft
2624



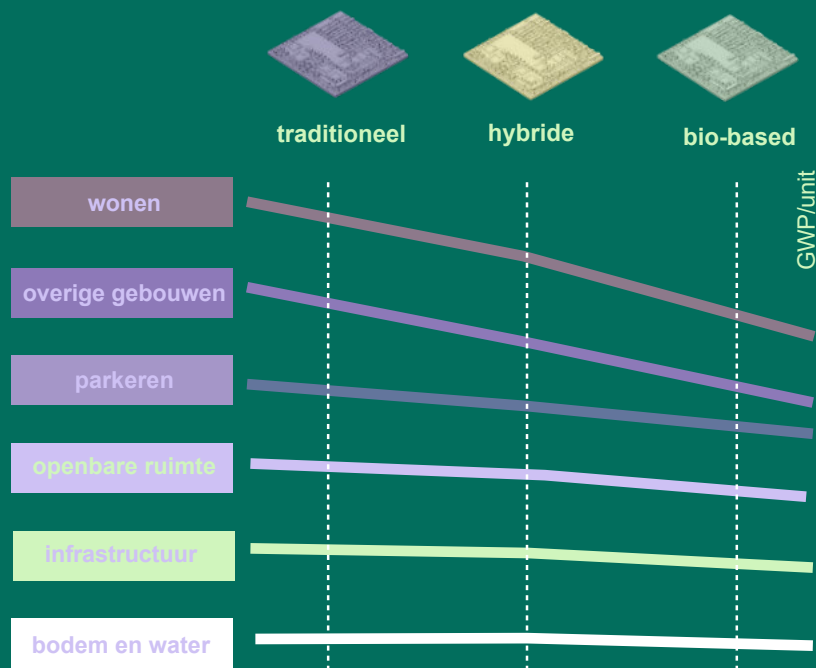
#7
Amsterdam
1095



#6
Utrecht
3521



Ongelijke effecten



Op gebouwniveau draagt het gebruik van biobased materialen in elk scenario bij aan een lagere CO₂ uitstoot.

Maar: dit geldt niet voor stedelijke parameters zoals infrastructuur en bodem. De uitstoot binnen deze lagen **beweegt niet mee** met de verduurzaming van gebouwen.

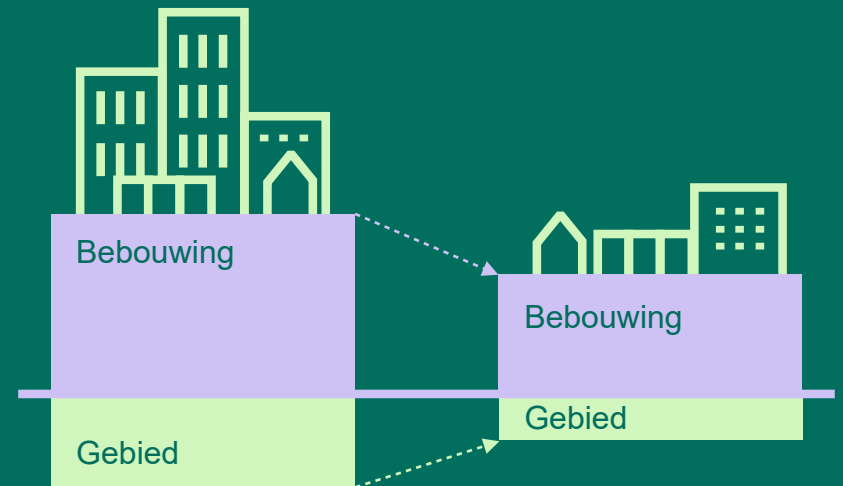
Hoe zit dat precies? Wat moeten we doen om in **elke stedelijke laag** resultaten te boeken?

Een grote hefboom vinden we in de verhouding **tussen het totale bouwvolume en de gemiddelde woninggrootte**: een gemiddelde woninggrootte van 250m² versus 90m² levert een factor 3,5× verschil in CO₂ uitstoot op.

Ook bepaalt het stedenbouwkundig ontwerp **hoeveel infrastructuur per woning** nodig is (denk aan wegen, leidingen, kabels). Dit kan in CO₂ uitstoot per woning een verschil maken van factor 20.

Een FSI tussen de 1,5 en 2,5, gecombineerd met middelhoogbouw van vier tot twaalf lagen, zorgt voor een **optimale dichtheid**. Dit geeft een balans tussen efficiënt ruimtegebruik en beperkte constructiezwaarte. (Let wel: dit is een richtlijn, terwijl in de praktijk een complexe hoeveelheid ruimtevragen, zoals sport, groen, ondergrondse infrastructuur, alsnog kan vragen om meer hoogte.)

Een biobased materiaalscenario heeft veel impact op gebouwniveau (40 tot 50% reductie), maar deze verduurzaming geldt niet automatisch voor het **breder gebied**:



infrastructuur, openbare ruimte, bodem blijven grotendeels fossiel.

Voor parkeren maakt de keuze tussen **straatparkeren** of een **parkeergarage** groot verschil. Straatparkeren verhoogt de CO₂ uitstoot met 1 tot 2%, een parkeergarage met 6 tot 15%.

Goed gebruik maken van **bestaande infrastructuur** levert de grootste winst. Bouwen in nieuw versus bestaand stedelijk weefsel kan een verschil opleveren van 5 tot 10 ton CO₂ per woning.

Voor mij als gemiddelde inwoner van Haarlemmermeer 2153 is **9,3 ton** materiaalgebonden CO₂ uitgestoten!

20,3 t
Wageningen
6705

8,8 t
Rotterdam
3074

8,3 t
Amsterdam
1078

8,0 t
Delft
2624

8,7 t
Amsterdam
1095

7,0 t
Utrecht
3521

... en vergeet niet **de impact** van materiaalgebonden CO₂ uitstoot **per bewoner!**

Biobased scenario



Van inzichten naar acties

CO₂ als ontwerp-parameter

In de huidige gang van zaken presenteren we de eerste kaders van een stedenbouwkundig plan met de bekende parameters.

Bijvoorbeeld:

50.000m² BVO,
800 woningen,
1.200 parkeerplaatsen.

In dit rijtje **ontbreekt** CO₂.

Een compleet plan zou zijn:

50.000m² BVO, 800
woningen, 1.200 parkeer-
plaatsen **én 32.000 t CO₂**.

Dan kunnen we een lijn trekken: 32.000 ton is te veel. Hoe verminderen we naar 25.000 ton? Kleiner vloeroppervlak per woning? Een andere locatie? Biobased materialen? Minder parkeren? Een combinatie?

Dat is wat we moeten doen: vanaf het begin nadenken over CO₂ als **essentiële ontwerpparameter**, waarmee we direct beslissingen verbinden.

Toetsen in elke fase

CO₂ hanteren als ontwerpparameter werkt alleen met een **meetbaar budget** dat we *door het proces heen* blijven aanscherpen.

De eerste stap? Vergelijk de verschillende stedenbouwkundige mogelijkheden en toets elk scenario op een CO₂ budget. Zo wordt de klimaatimpact net zo vanzelfsprekend als ruimte, verkeer of programma.

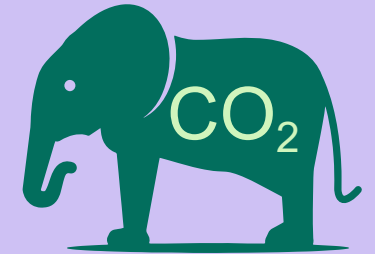
Zo ziet dat eruit:

Fase 1–2

Stedelijk beleid & gebiedsvisie

Keuze locatie (nieuw of herstructurering?), beslissingen rondom dichtheid en FSI, bodem, eigendom, vaststellen programma

Check: bereken embodied CO₂ en bepaal de peildatum rondom de realisatie



Fase 3–4

Stedenbouwkundig plan & bouwblok

Uitwerking openbare ruimte, infrastructuur tracés, parkeernorm en -oplossing, typologieën en bouwhoogtes

Check: bereken embodied CO₂

Fase 5–7

Architectonisch ontwerp & realisatie

Materiaalkeuze (traditioneel/hybride/biobased), constructiesysteem, detaillering

Check: controleer resultaten en geef feedback op fase 1–2



**LCU-
toolbox:
Wat kan
jij
morgen
doen?**

Advies per thema

Ontwerpprincipes op gebiedsschaal

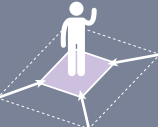
Grootschalige kaders

1



Programma en gebruik

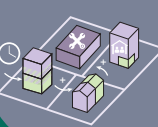
Minder m², meer leven
Compact bouwen en slim delen levert meer kwaliteit met minder uitstoot.



Ontwerp voor minder m² per persoon



Streef naar een geschikte dichtheid



Creëer goede functiemix (met evt. flexibele gebruiksmomenten)

Stuur op kleine woningen en grote collectieve ruimtes

2




Bebouwing

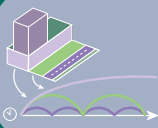
Minder bouw, slim (her)gebruik
Gebruik wat al bestaat en bouw alleen wat nodig is: doordacht, efficiënt en met oog voor de toekomst



Ontwerp volumes met maat & logica



Behoud waar mogelijk bestaande gebouwen en structuren



Neem ook de Life Cycle Assessment mee

Meer belasting op materialen, minder op arbeid?

Depot voor donorgebouwen en -materialen

3



Openbare ruimte

Laat de ruimte werken
De buitenruimte is meer dan decor — het is een actief klimaatsysteem. Maak een ontwerp dat koelt, buffert en verbindt.



Ontwerp openbare ruimte als klimaatbuffer



Verhard alleen waar noodzakelijk




Integreer energie- en klimaatfuncties in de buitenruimte

4



Infrastructuur

Denk licht, beweeg slim
Verminder autooverslaving, bundel slimme netwerken en bouw flexibele, gebiedsgerichte systemen.



Beperk zware mobiliteit en infratructuur



Ontwerp voor zo min mogelijk auto-afhankelijkheid



Maak infrastructuur toekomstbestendig, compact, en op de juiste schaal

Goede OV verbindingen en 'soft mobility'

5



Bodem en water

Maak het grondwerk slim
Werk met de bodem als een levend systeem; interenieer alleen waar het meerwaarde creëert.



Juiste bodem (grond) op de juiste plek



Geef prioriteit aan nature-based oplossingen



Juiste bouwenvelope op de juiste grond

'Bodemdepot' op gemeentelijke / regionale schaal

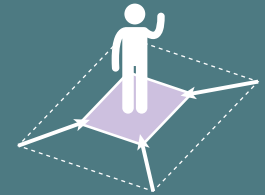


Toelichting

Programma en gebruik

Ontwerp voor minder m² per persoon

- Richtlijn: ±50 m² bvo per persoon?
- Minder geprivatiseerde ruimtes, meer gedeelde ruimtes.



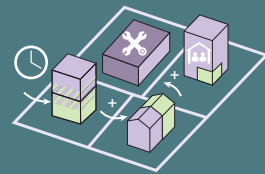
Streef naar een geschikte dichtheid

- Dichtheid afgestemd op draagvlak en context (bijvoorbeeld bodemsituatie)
- Richtlijn: FSI 1–3 voor woongebied, >1 voor werkgebied?
- Vaak betekent dit middelhoog bouwen (6-10 lagen); Idat creëert een balans tussen benodigde infrastructuur en materiaalgebruik op gebouwniveau.



Mix slim, zowel in functie als in tijd

- Meng wonen, werken en voorzieningen op buurt- en blokniveau
- Vermijd een te complexe mix op gebouwniveau: beperk installaties en constructies.
- Stimuleer gedeelde faciliteiten (zoals wasserettes, logeerkamers, werkrumtes)



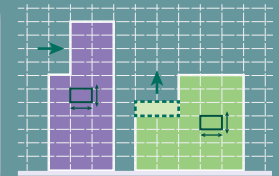


Toelichting

Bebouwing

Ontwerp volumes met maat & logica

- Efficiënte plattegronden; vermijd willekeurige setbacks
- Rationele gevel- en structuurverhouding voor minder materiaalgebruik



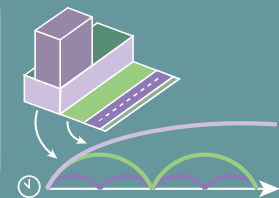
Behoud waar mogelijk bestaande gebouwen en structuren

- Inventariseer bestaande gebouwen, materialen en elementen bij de start van het project
- Hergebruik vooral funderingen, draagconstructies en casco's
- Maak in de vroege fase een 'boodschappenlijst' voor donor-materialen uit sloop en/of voorraad
- Beperk sloop en stimuleer adaptief hergebruik



Pas materiaalgebruik aan de tijdshorizon aan

- Collectief en langetermijn: tolerantie voor hogere CO₂ materialen
- Individueel en kortetermijn: strikt biobased, gerecycled of herbruikbaar



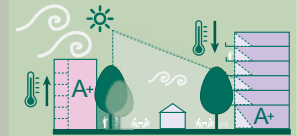


Toelichting

Openbare Ruimte

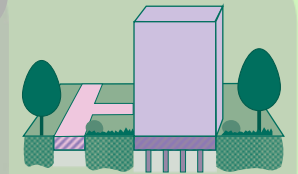
Ontwerp openbare ruimte als klimaatbuffer

- Ontwerp met microklimaat
- Benut en versterk de natuurlijke condities (zon, wind, schaduw, beplanting)
- Ontwerp een gelaagde overgang tussen buiten en binnen (balkons, arcades, serres)
- Verleng buitenseizoen; creëer diverse verblijfsplekken



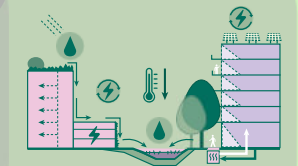
Verhard alleen waar noodzakelijk

- Minimaliseer harde oppervlakken; voorkom standaardasfalt
- Kies circulaire, modulaire en herplaatsbare oplossingen
- Houd rekening met situaties waarin verharding een alternatief kan zijn (zoals een vervuilde bodem)



Integreer energie- en klimaatfuncties in de buitenruimte

- Combineer groenblauwe structuren met wateropvang en koeling
- Integreer collectieve systemen (energie, warmte, PV, hubs) in de openbare ruimte



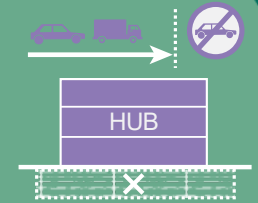


Toelichting

Infrastructuur

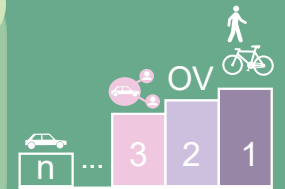
Beperk zware mobiliteit en infrastructuur

- Minder zware toegangen en voertuigen
- Kies hubs (in plaats van ondergrondse of halfverdiepte garages) en lichte modaliteiten
- Bundel noodzakelijke verharde routes
- "Groen, tenzij..." en autoluw



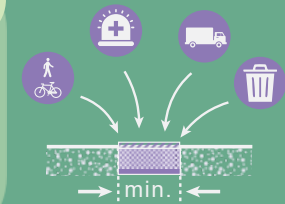
Ontwerp voor zo min mogelijk auto-afhankelijkheid

- Onderhandel over een lagere parkeernorm in de vroege fase van het plan
- Stimuleer deelmobiliteit, goed OV, fietsen en lichte voertuigen



Maak infrastructuur toekomstbestendig, compact en op de juiste schaal

- Realiseer kleinschalig energiesysteem (op gebiedsniveau)
- Optimaliseer tracés en bundel waar mogelijk
- Ontwerp infrastructuur modulair en aanpasbaar voor toekomstig gebruik





Toelichting

Bodem en water

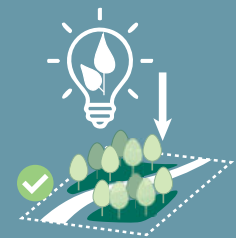
Juiste bodem (grond) op de juiste plek

- Voorkom onnodige kelderbakken of kruipruimten
- Optimaliseer tracés van ondergrondse infrastructuur
- Bodemonderzoek in de vroege fase van een plan
- Gesloten grondbalans op gebied- of buurniveau?



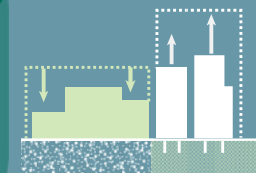
Geef prioriteit aan nature-based oplossingen

- Prioriteer groen op maaiveld (niet alleen op balkonnen en daken)
- Groenblauwe oplossingen moeten niet te veel uitstoot met zich meebrengen (zoals extra fundering en materialen); prioriteer low-tech ingrepen



Juiste bouwvelop op de juiste grond

- Denk aan hogere bouwhoogtes op zand en een balans tussen hoge en lage gebouwen
- Reserveer marges in de bouwvelop voor passieve concepten, zwaardere gevelpakketten, overstekken en specifieke zonering





Keuzes die het grootste verschil maken

Minder m², meer leven

Compact bouwen en slim delen levert meer kwaliteit met minder uitstoot.

- *Zorg voor geschikte dichtheid (FSI 1.5–2.5)*
- *Faciliteer gedeelde functies*
- *Maak woningen flexibel en levensloopbestendig*



Bouw minder, (her)gebruik meer

Gebruik wat al bestaat en
bouw alleen wat nodig is.

- *Prioriteer behoud (renovatie > nieuwbouw)*
- *Pas adaptief hergebruik toe (transformatie)*
- *Ontwerp slimme volumes (met efficiënte maten)*



Laat de ruimte werken

De buitenruimte is meer dan decor – het is een actief klimaatsysteem.

- *Microklimaat (koeling, luwe plekken, zon)*
- *Minder verharding (“groen, tenzij...”)*
- *Integratie energie en water (PV, warmtenet, drainage)*



Denk licht, beweeg slim

Verminder autoverslaving,
bundel netwerken en
bouw aan flexibele
systemen.

- *Minder auto's (parkeernorm 0.3–0.5)*
- *Deelmobiliteit (deelauto, -fiets, -scooter)*
- *Parkeerhubs (centraal aan de rand)*



Anticipeer op bodem en water

CO₂ reductie is alleen mogelijk als we de locaties anders bouwrijp maken dan zo ►

- *Kies de juiste bodem (bouw op geschikte grond)*
- *Integreer nature-based oplossingen (drainage, groen)*
- *Creëer een balans tussen bouwhoogte en bodem in de bouwvelop*



Renovatie

Wat als we niet nieuw bouwen, maar renoveren, verduurzamen en verdichten?

- *Draagconstructie en schil behouden*
- *Isolatie, installaties en geveldelen vernieuwen*
- *Verduurzamen met HR++ glas, warmtepompen en PV panelen*

Zou dat niet nog eens 50% CO₂ reductie kunnen opleveren?



Het is en-en, niet of-of

Het halen van de Parijsdoelen betekent alles aanpakken, niet kiezen tussen opties. Waar, hoeveel en hoe groot bouwen we? Welke materialen? Hoe richten we de infrastructuur en openbare ruimte in? Ook gedrag, energieverbruik en leefstijl spelen een rol, al is de invloedssfeer van gemeenten, ontwerpers en bouwers daar beperkter.

- *Materiaalgebonden CO₂ aanpakken betekent niet dat operationele CO₂ onbelangrijk wordt.*
- *Leefstijl en gedrag beïnvloeden betekent niet dat we met materialen niks doen.*
- *Verdichten in bestaand weefsel betekent niet dat we geen nieuwe gebieden meer ontwikkelen.*

De urgentie vraagt om een en-en aanpak: Σ



Hanteer CO₂ als ontwerpparameter

Integreer *low carbon* in elk gesprek, elke fase en op elk schaalniveau.

Zonder inzicht in CO₂ uitstoot nemen we beslissingen op basis van gevoel, traditie en kosten. De impact blijft onzichtbaar tot fase 7 (realisatie/bouw), wanneer sturing niet meer mogelijk is.

Daarom moeten we sturen op vroege samenwerking tussen Rijk, gemeenten, corporaties, ontwikkelaars en ontwerpers. Hierbij moeten we meerdere schaalniveaus aan elkaar koppelen: van gebied naar bouwblok naar gebouw. CO₂ moet meetellen vanaf het eerste gesprek.





**Next
steps in
Low
Carbon
Urbanism**

Low Carbon Urbanism is een nieuwe zienswijze. Het draait om meer dan één publicatie – dit is slechts de eerste stap. We hebben niet alles tot op de bodem uitgezocht. Daarom zien we de volgende kansen en onderzoeksvragen.

Kennisdeling

Veel organisaties ontwikkelen kennis rondom dit thema, elk vanuit een ander perspectief op de grotere, complexe puzzel. Er bestaat niet één blauwdruk of waarheid. Alle studies zijn relevant en moeten veel meer met elkaar verbonden worden. We zien mogelijkheden om met collegabureaus, die aan vergelijkbare tools werken, samen op te trekken: Cityföörster, PosadMaxwan, Group A, Merosch, MVRDV, Platform Woonopgave, De Bouwcampus, NRP en andere partijen.

Praktijk

BURA, LEVS en Urban Climate Architects passen de principes van *Low Carbon Urbanism* al in diverse projecten toe. BURA werkt met De Urbanisten, LEVS en Quake aan Schiehaven Noord in Rotterdam, bestempeld als 'Paris Proof-

tuin'. Nieuwe lessen over de Paris Proof principes staan hier voorop en worden op gebiedsniveau toegepast, zowel in de bouw- als gebruiksfase. Daarnaast werkt BURA aan Almere Pampus (fase 1), Rijnpark in Arnhem en een manifest voor het Post-Groei Marineterrein in Amsterdam.

We roepen gemeenten, marktpartijen en corporaties op om testgebieden aan te wijzen, zoals Rotterdam met Schiehaven Noord. Zowel op stad- als buurtniveau. Maak ruimte voor anders denken en doen. Reserveer hier tijd en geld voor, en reken daar het nodige "falen en leren" bij mee. Zet 'ontwerpend onderzoek' structureel in om, naast de weerbarstige praktijk, mogelijke toekomst te verbeelden.

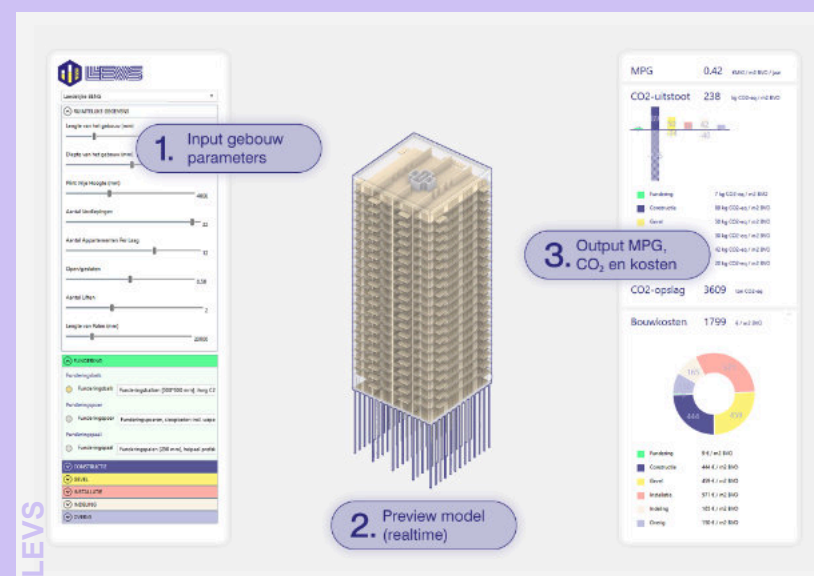
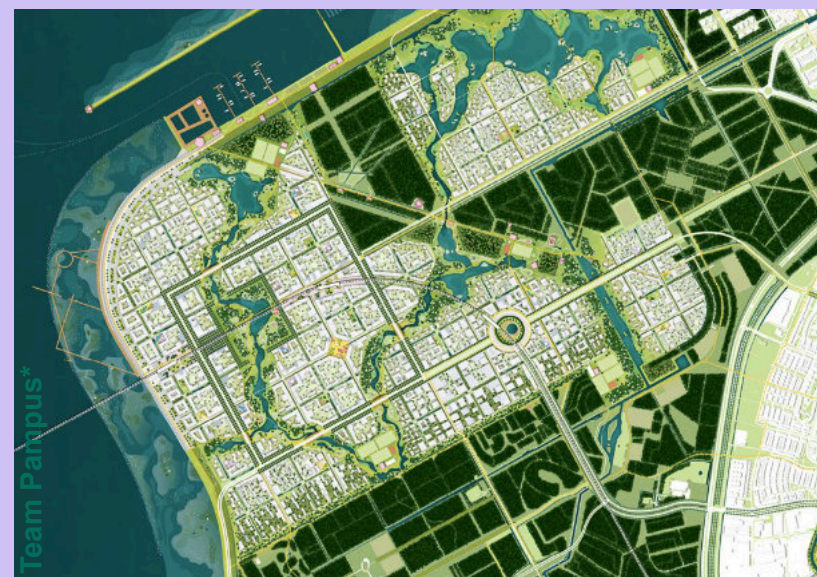
Precieze data, tools en case studies

Er bestaan al vele tools om CO₂ te berekenen. Hebben we een nieuwe tool nodig voor gebiedsontwikkeling? Of breiden we een bestaande uit? We moeten verder werken aan case studies en precieze data, die vervolgens verwerkt kunnen worden in een prototype rekenmethode.

Anders rekenen en tekenen: grip op de GREX

Het succes van *low carbon* gebiedsontwikkeling hangt af van hoe we omgaan met maatschappelijke en financiële belangen in projecten. De sterke verwevenheid van onze stedelijke ontwikkeling met de financiële wereld maakt verandering moeilijk.

Rendementen zijn gekoppeld aan pensioenfondsen, terwijl de marktvrage en opbrengsten worden bepaald door rente-ontwikkelingen. Belangrijke ruimtelijke processen zijn afhankelijk van niet-ruimtelijke dynamiek en beleid. Reeds ingenomen grondposities, verwachte opbrengsten en stedelijke ambities bepalen vaak keuzes rondom sloop versus nieuwbouw, dichtheid, mobiliteit en programmamix. Daarnaast worden de externe effecten van bouwprojecten, zoals CO₂ uitstoot en milieuschade (hier en elders, nu en later), te weinig doorgerekend in de projectprijs. Deze onevenwichtige relatie maakt sloop en nieuwbouw of uitbreiding naar nieuwe gebieden financieel aantrekkelijker.



De manier waarop we rekenen moet anders. De positieve effecten van *Low Carbon Urbanism* (stikstof, CO₂, gezondheid) moeten meegenomen worden. Hoopvol zijn nieuwe stemmen en initiatieven vanuit bijvoorbeeld *Samen Slim* (Annius Hoornstra), *Circulaire grond- en vastgoedexploitatie* (Alba Concepts) en de gemeente Amsterdam (Max Smit en Juliana Beekenkamp van directie Ruimte & Duurzaamheid) met de *Verkenning Gedeelde Grond*.

Nieuwe bouwcultuur?

De transitie naar low carbon gebiedsontwikkeling, gecombineerd met de ambitie voor betaalbaarheid, vraagt om anders bouwen. Bouwsystemen met een lage carbon footprint spelen een essentiële rol. We moeten het volledige palet van industriële bouwsystemen inzetten: modulair (3D), CLT/flatpack, kolommen/liggers, en nieuwe concepten als *Tim*® (LEVS) en Specials als SAWA. Met deze methodes bouwen we duurzamer, slimmer, sneller en goedkoper.

Stedenbouwkundige plannen moeten dit faciliteren en er in een zo vroeg mogelijk

stadium rekening mee houden.

Producenten, ketenpartners en ontwerpers van bouwsystemen moeten daarnaast systemen ontwikkelen die adaptief zijn en kunnen inspelen op de uitdagingen van toekomstbestendige buurten: dichtheid, menging, mobiliteit en ruimtegebruik. Initiatieven van Federatie Ruimtelijke Kwaliteit, College van Rijksadviseurs en De Bouwcampus zijn goede voorbeelden.

De ontwerpwereld staat in de voorste linie om dit nieuwe verhaal te visualiseren en te verwezenlijken, en bij te dragen aan een nieuwe esthetiek en relatie tot materiaal, consumptie en ruimte.

Een nieuwe bouw- cultuur?

DEFINITIES EN TERMEN

15-minutenstad

Stedenbouwkundig principe waarbij alle dagelijkse voorzieningen (werk, winkels, school, sport, groen) te bereiken zijn binnen vijftien minuten lopen of fietsen. Vermindert autoafhankelijkheid en mobiliteitsuitstoot. Voorbeeld: Utrecht Merwede.

A1–A5 (Productiefase + Bouwfase)

Embodied carbon: CO₂ uitstoot van materiaalwinning, productie, transport en bouw. In dit onderzoek de focus, omdat deze fase 100% door ontwerpers wordt bepaald en nu wordt uitgestoten (binnen CO₂ budget 2025–2030).

B6–B7 (Operational carbon)

CO₂ uitstoot tijdens gebruik: verwarming, koeling, elektriciteit (B6) en water (B7). De uitstoot bij deze fase daalt snel door de energietransitie en is daarom een mindere prioriteit in dit onderzoek.

Biobased materialen

Materialen uit hernieuwbare bronnen: hout (CLT, HSB), bamboe, stro, hennep, mycelium, die tijdens groei CO₂ vastleggen (koolstofopslag). In dit onderzoek: CLT constructies, HSB-gevels, bamboe afwerking, biobased isolatie.

BVO (Bruto Vloer Oppervlak)

Totale vloeroppervlakte van alle verdiepingen inclusief muren,

gemeten langs buitenkant gevels. Bijvoorbeeld: een woning van 100m² BVO heeft ~85m² netto gebruiksoppervlak.

CO₂ budget

Resterende hoeveelheid CO₂ die Nederland nog mag uitstoten om binnen 1,5°C opwarming te blijven (in lijn met het Parijsakkoord). Bij het huidige tempo raakt dit op rond 2030. Bouwgerelateerde *embodied carbon* put dit budget direct uit (2025–2030), *operational* uitstoot pas later (2030–2080).

Embodied carbon

CO₂ vastgelegd in materialen en bouwproces – zie A1–A5. Dit wordt direct uitgestoten bij oplevering, ligt daarna minstens vijftig tot honderd jaar vast en kan niet meer worden teruggedraaid (terwijl *operational carbon* vermindert door de energietransitie).

FSI (Floor Space Index)

Verhouding totaal vloeroppervlak (alle verdiepingen) tot kaveloppervlak.

- FSI 1.0 = gebouw van één verdieping dat een gehele kavel bedekt, of twee verdiepingen op een halve kavel
- FSI 2.0 = gemiddeld twee verdiepingen over een gehele kavel (bijvoorbeeld: vier lagen op 50% kavel)
- FSI 3.0+ = hoogbouw
- *Sweet spot* voor *low carbon*: FSI 1.5–2.5 (middelhoogbouw vier tot twaalf lagen)

Greenfield

Onbebouwd terrein waar nieuwe infrastructuur aangelegd moet worden. Dit leidt tot een hoge hoeveelheid *embodied carbon* door veel nieuwe wegen, leidingen en verharding. Tegenovergestelde van brownfield/herstructurering.

GSI (Ground Space Index)

Percentage van de grond dat bebouwd is (oppervlakte gebouw gedeeld door totaal kaveloppervlak).

- GSI 0.3 = 30% bebouwd, 70% open (tuinen, straten)
- GSI 0.1 = 10% bebouwd, 90% open (gebouw-in-groen, naoorlogse wijken)
- GSI 0.5 = 50% bebouwd (dichte binnensteden)

GWP (Global Warming Potential)

Broeikasgasuitstoot uitgedrukt in CO₂ equivalenten. Alle broeikasgassen (CO₂, methaan, lachgas) omgerekend naar CO₂ impact. Bijvoorbeeld: 1kg methaan = 25kg CO₂ equivalent.

Herstructurering

Herontwikkeling van een bestaand stedelijk gebied, waarbij bestaande infrastructuur (wegen, leidingen) mogelijk wordt hergebruikt. Lagere *embodied carbon* dan bij greenfield. Voorbeeld: Merwede Utrecht (0% nieuwe hoofdinfrastructuur).

Hybride constructie

Combinatie traditionele (beton/staal) en biobased materialen (hout). Bijvoorbeeld: betonnen fundering + CLT vloeren + houten gevels. Middenpositie tussen traditioneel en volledig biobased. - 25 tot -35% CO₂ vs traditioneel.

Middelhoogbouw

Bebouwing met een hoogte van vier tot twaalf lagen (~15–40m). *Sweet spot* voor *embodied carbon*: hoog genoeg voor gedeelde infrastructuur, laag genoeg voor lichte constructie (geen hoogbouw-eisen). FSI 1.5–2.5.

NMD (Nationale Milieudatabase)

Database met milieu-impact van bouwmaterialen. Basis voor MPG

berekeningen en *embodied carbon*. Bevat LCA (Life Cycle Assessment) data per materiaal: beton, staal, hout, isolatie, etc.

Operational carbon

Zie B6–B7. CO₂ uitstoot tijdens gebruik door energie en water, die snel daalt door de energietransitie. Dit onderdeel heeft minder prioriteit in dit onderzoek dan *embodied carbon*.

Paris Proof

Bouwmethode binnen de 1,5°C doelstelling Parijsakkoord. De DGBC-richtlijn benadert dit als een maximale hoeveelheid *embodied carbon* per gebouw/gebied. Het doel: alle nieuwbouw Paris Proof in 2030.

Sweet spot

Optimale balans tussen dichtheid en CO₂ impact. In dit onderzoek: een FSI 1.5–2.5, middelhoogbouw van vier tot twaalf lagen en gemiddelde woninggrootte van 90–110m². Voorbeeld: Utrecht Merwede (39t traditioneel, 21t biobased).

Traditioneel scenario

Gangbare bouwpraktijk met gebruik van een beton/kalkzandsteen constructie, standaard asfalt, betonbuizen, en de hoogste hoeveelheid *embodied carbon* (referentie: 100%). Basis voor vergelijking met hybride en biobased.

Whole Life Carbon (WLC)

Totale CO₂ uitstoot over hele levenscyclus: A1–A5 (*embodied*) + B1–B7 (*operational*) + C1–C4 (sloop) + D (recycling). Dit onderzoek richt zich op A1–A5, omdat deze fase bepalend is voor 2025–2030.

OVERZICHT BRONNEN

Onderzoek en rapporten

1. *Carbon-based Design*
LEVS architecten (2023)
Methodologie *embodied carbon*-berekeningen op gebouwniveau
2. *Post-Growth City*
BURA en Crimson (2024)
Ontwerpend onderzoek
3. *Woningbouw binnen planetaire grenzen*
Copper8, Metabolic, W/E Adviseurs (2023)
CO₂-budget en bouwopgave Nederland

4. *CO₂-impact van woningbouwlocaties*
Copper8, LEVS, Metabolic (2025)
Voorloper van dit onderzoek, eerste gebiedsanalyses

5. *Paris Proof Rekenprotocol*
Dutch Green Building Council (2023)
www.dgbc.nl
Standaard voor embodied carbon berekening

6. *Het Nieuwe Normaal: Kader voor circulair bouwen*
Platform CB'23 (2023)
www.hetnieuwenormaal.nl

7. *The 1.5°C Climate Target*
Architecture 2030 (2021)
www.architecture2030.org
Internationale context CO₂-budget

8. *Global Warming of 1.5°C*
IPCC (2018)
www.ipcc.ch/sr15/
Wetenschappelijke basis klimaatdoelen

Tools en databases

9. Nationale Milieudatabase (NMD)
www.milieudatabase.nl
LCA-data bouwmaterialen

10. *Quick Carbon Indicator en MPG integratie*

DGBC (2024)
www.dgbc.nl/tools
Carbon cost tracker, rekentools

11. *BCI-tooling voor CO₂-analyse*
Alba Concepts (2024)
www.albaconcepts.nl
Gebiedsniveau CO₂-berekeningen

12. *Milieukostenindicator bij aanbestedingen*
PIANOo (2024)
www.pianoo.nl
CO₂ in aanbestedingsprocedures

Materiaaldata en expertise

13. *CO₂-opslag in biobased materialen*
Wageningen University & Research (2025)

14. *Centrum Hout*
www.centrumhout.nl
Expertise houtbouw, CLT-constructies

15. *Laag-voor-Laag Biobased Materiaaldata*
Chrith, S. (2023) [dataset]
Detaildata biobased scenario's

Stedenbouwkundige data

16. *Inrichting Openbare Ruimte – richtlijnen (IOOR)*

CROW (2023) [via Joyce N.]
Standaarden infrastructuur, verharding

17. *Stikstof en asfaltvergelijkingen in verhardingen*
Lubberhuizen, S. (2023) [analyse]
Openbare ruimte materiaaldata

Projecten en casestudies

18. *Ontwikkelstrategie Schiehaven Noord*
Gemeente Rotterdam (2024)
www.rotterdam.nl
Pilot LCU-principes

19. *Paris Proof bouwen binnen het CO₂-budget*
W/E Adviseurs (2023)
www.w-e.nl
Praktijkvoorbeelden

Methodologie

20. *Integraal inzicht in CO₂ GWP (A1-A5)*
Blankendaal, J. (2023)
LCA-methodologie bouwsector

21. *Integraal inzicht in CO₂ voor gebruik en bouw*
Venhoeven, R. (2023)
Gebiedsniveau berekeningsmethodiek

Low Carbon Urbanism

Van gebouw tot gebied: vroeg sturen op materiaalgebonden CO₂

Onderzoeksteam

Marco Broekman, Jurriaan van Stigt, Tim Vermeend, Olga Gumienna, Yunshih Chen, Zofia Dziula, Marijn Luijmes, Anelia Kotseva, Reinoud van der Zijde, Dennis Hauer

Publicatie redactie en vormgeving

Marco Broekman, Jurriaan van Stigt, Tim Vermeend, Teus Hagen, Olga Gumienna, Katja Wachtelborn

© 2026
BURA, LEVS architecten, Urban
Climate Architects

ISBN 978-90-826-9499-4

Download pdf
levs.nl/low-carbon-urbanism



Delen en toepassen van de LCU-principes wordt aangemoedigd. Beeld en tekst van deze publicatie mogen alleen volgens de Creative Commons License CC BY-NC-ND gedeeld en gebruikt worden met bronvermelding *Low Carbon Urbanism*.

BURA

BURA
KNSM-laan 53
1019 LB Amsterdam
020 7372085
info@bura.city
www.bura.city

BURA is een bureau voor stedenbouw en landschap dat ontwerp en onderzoek inzet om tot oplossingen te komen voor vraagstukken op het snijvlak van maatschappelijke opgaven en complexe stedelijke, ruimtelijke uitdagingen. We bouwen met onze plannen voort op de bestaande stad, haar inwoners en aanwezige kwaliteiten.



LEVS architecten
Cruquiusweg 111D
1019 AG Amsterdam
020 6735762
post@levs.nl
www.levs.nl

LEVS architecten is een toonaangevend ontwerp bureau voor architectuur en stedenbouw, gespecialiseerd in complexe stedelijke ontwerp opgaven. Onze ontwerpen zijn de creatieve schakel die de grote uitdagingen van deze tijd beantwoorden in de stad van morgen. Dat doen we aan de hand van drie pijlers: Verbinding, Toekomst, Innovatie.

URBAN CLIMATE ARCHITECTS

Urban Climate Architects
Haagweg 129
2612 CR Delft
085 2735411
info@ucarchitects.com
www.ucarchitects.com

Bij Urban Climate Architects zien we een toekomst voor ons waarin iedereen kan leven, leren, werken en spelen in een gezonde en veilige omgeving. We streven ernaar ruimtes te creëren waar mensen van alle leeftijden, achtergronden en middelen kunnen gedijen, waardoor de kwaliteit van leven voor iedereen wordt bevorderd.

Ons CO₂ budget raakt op. Ontwikkelingen zoals houtbouw zijn belangrijk, toch moeten we breder kijken om de Parijsdoelen te halen.

De grootste materiële implicaties zitten in de samenhang tussen gebouw- en gebiedsontwerp. Die keuzes, en de materiaalgebonden uitstoot die ermee gepaard gaat, leggen we lang voor het eerste ontwerp vast in beleid, gebiedsvisies en stedenbouwkundige plannen.

Low Carbon Urbanism maakt deze impact zichtbaar. Door analyse van zeven gebiedstypologieën tonen we aan waar winst te behalen valt: van dichtheid tot mobiliteit, van openbare ruimte tot bodem.

Dit onderzoek van *BURA*, *LEVS architecten* en *Urban Climate Architects* biedt concrete handvatten om vanaf fase één binnen het CO₂ budget te ontwerpen.

Structurele verandering in hoe we ontwerpen en bouwen vraagt om verdieping, verbreding en vooral: om actie. *Low Carbon Urbanism* zet een nieuwe stap in deze richting.