



Delft University of Technology

Document Version

Final published version

Citation (APA)

Hooimeijer, F. L., Duijn, M., Boreel, C., Nurmohamed, M. F. F., & More Authors (2025). *Tabula Scripta: Ontwerpend onderzoek naar ruimtelijke strategieën in reactie op klimaatverandering en bodemdaling / Research driven by design into spatial strategies in response to climate change and subsidence*. Delft University of Technology, Faculteit Bouwkunde.

Important note

To cite this publication, please use the final published version (if applicable).
Please check the document version above.

Copyright

In case the licence states "Dutch Copyright Act (Article 25fa)", this publication was made available Green Open Access via the TU Delft Institutional Repository pursuant to Dutch Copyright Act (Article 25fa, the Taverne amendment). This provision does not affect copyright ownership.
Unless copyright is transferred by contract or statute, it remains with the copyright holder.

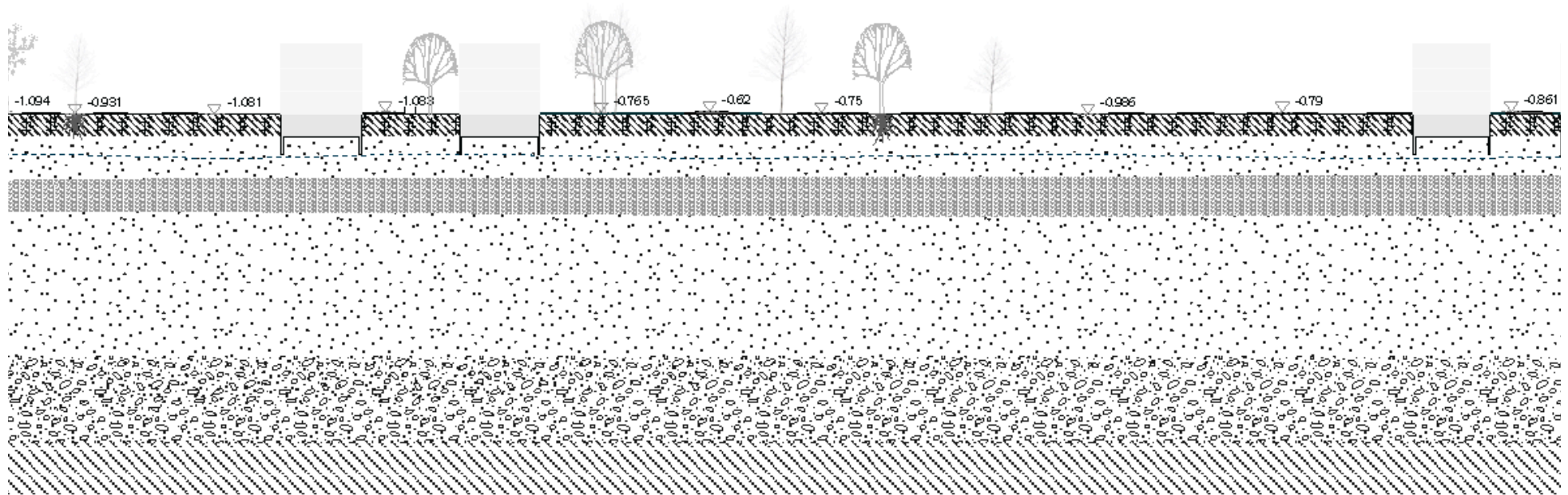
Sharing and reuse

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download, forward or distribute the text or part of it, without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license such as Creative Commons.

Takedown policy

Please contact us and provide details if you believe this document breaches copyrights.
We will remove access to the work immediately and investigate your claim.

This work is downloaded from Delft University of Technology.



Tabula Scripta

*Ontwerpend onderzoek naar ruimtelijke strategieën
in reactie op klimaatverandering en bodemdaling*
*Research driven by design into spatial strategies
in response to climate change and subsidence*

Inhoudsopgave

Contents

Introductie / Introduction

Ontwerpend onderzoeken / Research by Design.....	3
Tabula Scripta.....	4
Bloemhof.....	5

Onderzoek / Research

Statische kaarten / Static Maps.....	6
Dynamische kaarten / Dynamic Maps.....	9
Conclusie kaarten / Conclusion Maps.....	11
Workshops.....	14

Oplossingsrichtingen / Design Solutions

Drie oplossingsrichtingen / Three Design Solutions.....	16
Blok voor blok / One Block at a Time.....	18
Nieuw Singelplan / New Singel Ring Plan.....	22
Waterhof / Water Court.....	26

Aanvullende thema's / Supplementary Themes

Governance: socio-ruimtelijke problemen / Governance: Socio-Spatial Problems.....	30
Op zinkende grond / On Sinking Grounds.....	34

Slotwoord / Final Notes

Afsluiting / Closing.....	40
Verwijzingen en voorbeelden / References and Examples.....	44
Colofon / Colophon.....	46

Ontwerpend onderzoek

Research by Design

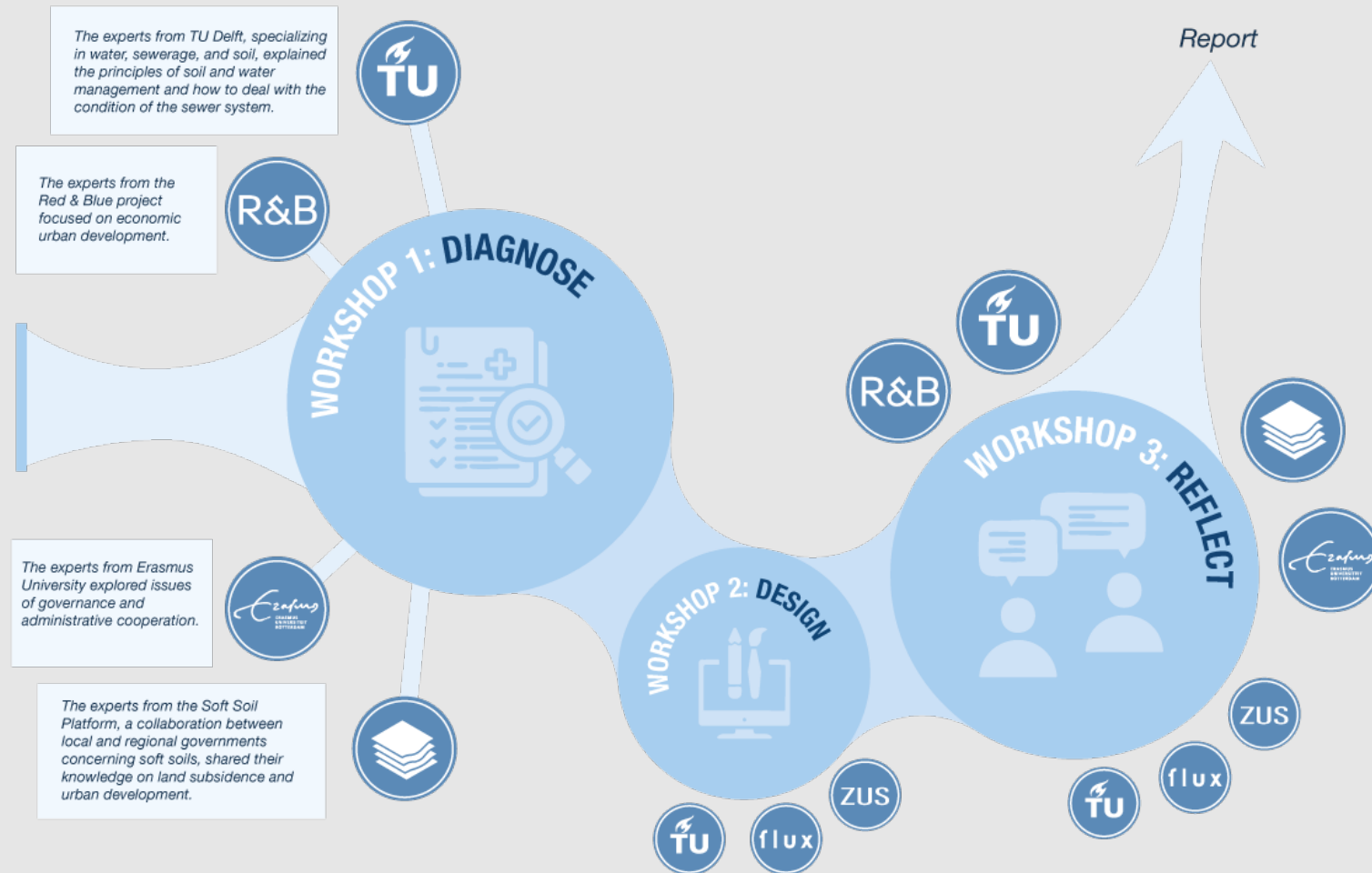


Figure 1: Project trajectory, workshop overview (TU Delft, 2025).

Ontwerpen is (her)uitvinden.
Designing is (re)inventing.
- Lodewijk van Nieuwenhuijze

Tabula Scripta

Dit verkennend ontwerpend-onderzoek is binnen het kader van het Resilient Delta-initiatief uitgevoerd ter ondersteuning van het project Red & Blue (gefinancierd door de Nationale Wetenschapsagenda, NWA). Het doel was om inzicht te krijgen in en te leren van de bandbreedte(s) van ruimtelijke mogelijkheden die de omgang met bodemdaling en klimaatadaptatie met zich meebrengen, en met oog op sociale, financiële en politieke overwegingen. Door het ontwerpen van drie ruimtelijke strategieën worden de fysieke, technische en sociale grenzen voor het toekomstbestendig maken van bestaande stadsdelen die worstelen met bodemdaling en klimaatadaptatie verkend. Met deze verkenning is nagedacht over andere manieren van governance- / financieringsregelingen gericht op (meer) menselijke gelijkheid, gezondheid en welzijn.

This exploratory design-based research was carried out within the framework of the Resilient Delta initiative to support the Red & Blue project (funded by the Dutch National Science Agenda, NWA). The aim was to gain insight into and learn from the range of spatial possibilities that arise in addressing land subsidence and climate adaptation, while considering social, financial, and political aspects. Through the design of three spatial strategies, the physical, technical, and social boundaries of making existing urban areas, affected by land subsidence and climate challenges, more future-proof were explored. This exploration also reflected on alternative forms of governance and financing arrangements aimed at promoting human equality, health, and well-being.

De delta-bodem is niet alleen grond en water, sediment en organisch materiaal, maar kan ook worden gezien als de machinekamer van de stad. Het levert vitale ecosysteemdiensten, zoals afvoercapaciteit voor overtollig water; bodemgezondheid en grondwater voor het leven van de plantengemeenschap; afbraakcapaciteit voor vervuiling, draagkracht voor bebouwingen ‘opslagruimte’ voor het herbergt kabels en leidingen (water, elektriciteit, gas, riolering) en cultureel erfgoed (archeologie). Steden in deltagebieden zoals het westen van Nederland staan voor grote uitdagingen, waaronder bevolkingsgroei en daarmee samenhangende stedelijke verdichting, en de effecten van klimaatverandering en (versnelde) bodemdaling. In het licht van deze uitdagingen kan de ondergrond van de stad dus een bron van zorg zijn, maar het is bovendien de ruimte waar oplossingen gezocht kunnen worden.

Er zijn veel gebieden in Nederland die vanwege de staat van hun ‘machinekamer’ transformaties moeten ondergaan om te kunnen reageren op de uitdagingen van klimaatverandering, bodemdaling, energietransitie en verdere verstedelijking. In dit project hebben we de Rotterdamse wijk Bloemhof als voorbeeld genomen van vele andere gebieden die met dezelfde kwesties te maken hebben.

The delta subsurface is not only soil and water, sediment, and organic material, but can also be seen as the engine room of the city. It provides vital ecosystem services, such as drainage capacity for excess water; soil health and groundwater for plant life; degradation capacity for pollutants; carrying capacity for buildings; and storage space for cables and pipes (water, electricity, gas, sewers) as well as cultural heritage (archaeology). Cities in delta areas, such as the western Netherlands, face major challenges, including population growth and related urban densification, as well as the impacts of climate change and (accelerated) land subsidence. In light of these challenges, the subsurface of the city can be a source of concern, but it is also the space where solutions can be sought.

Many areas in the Netherlands, due to the condition of their “engine room,” need to undergo transformations to respond to the challenges of climate change, land subsidence, the energy transition, and further urbanization. In this project, we have taken Bloemhof, a neighbourhood in Rotterdam, as a case study representative of many other areas facing the same issues.

Bloemhof

Bloemhof is gebouwd in de jaren dertig van de twintigste eeuw op een zeer natte en slappe bodem met voortdurende verzakkingen tot gevolg. De woningvoorraad is grotendeels gefundeerd 'op staal', zonder palen die de bebouwing tot de zandlaag stabiliseren, maar er staat ook een deel op houten palen- langs randen en enkele ensembles die worden vernieuwd. Dit maakt het beheer van de grondwaterstand enorm ingewikkeld en als oplossing heeft een woningcorporatie, eigenaar van het merendeel van de stalen woningen, al op een aantal plekken waterpompen geplaatst om wateroverlast, schimmelvorming etc. te voorkomen. Verder is de technische staat van de voorraad woningen niet toekomstbestendig en voldoet de stedenbouwkundige structuur niet meer aan de eisen van vandaag (smalle straten, weinig ruimte voor parkeren, groen en spelen en ondiepe kavels) voor een gezonde en aantrekkelijke leefomgeving. Bovendien moet het riool worden vernieuwd en weer op peil gebracht om aan te sluiten op het omliggende systeem. Dit kan eigenlijk alleen door het hele gebied op te hogen, en dus in zijn geheel slopen, of anders moet er een pomp geplaatst worden om het water omhoog te pompen. De vraag is hoe het gebied op de lange termijn ontwikkeld kan worden, met de ambitie om dit te doen in combinatie met 1) het tegengaan van (versnelde) bodemdaling die in sterke mate afhangt van het grondwaterbeheer,2)

een adaptatie opgave voor het klimaatbestendig maken van een gebied,3) een mitigatie opgave inzake klimaatverandering door een "energieneutraal-doelstelling" in de gebieds(her)ontwikkeling, en vooral een 4) hoogwaardige en gezonde leefomgeving voor mens, dier en plant.

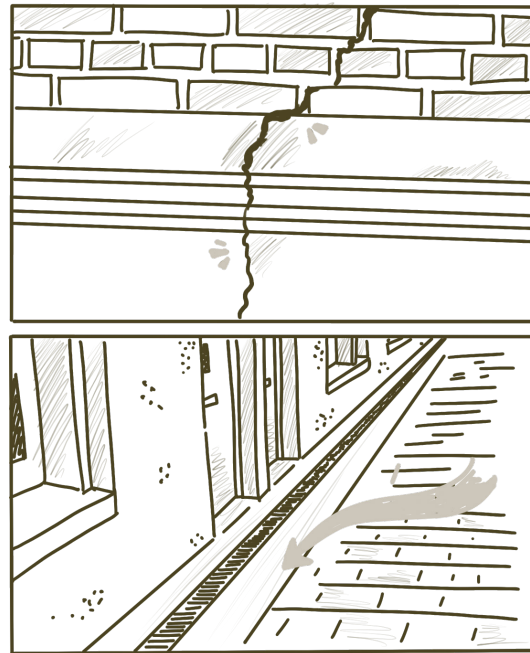


Figure 3-4: Sketches of challenges in Bloemhof (TU Delft, 2025).

Bloemhof is a neighborhood built in the 1930s on very wet and soft soil, resulting in constant subsidence. Most of the housing stock is founded "on steel", without piles reaching the sand layer, but some buildings along the edges and certain ensembles are on wooden piles. This makes the management of the groundwater level enormously complicated and as a solution, the owner of the majority of the steel-supported houses, a housing corporation, has already installed water pumps in a number of places to prevent flooding, growing of mould etc. The technical condition of the housing is also not future-proof, and the urban structure no longer meets today's requirements: narrow streets, limited space for parking, greenery, and play, and shallow plots. In addition, the sewer system needs to be renewed and brought back to the correct level to connect with the surrounding network. This can realistically only be achieved by raising the entire area, meaning a complete redevelopment, or by installing pumps to lift the water. The key question is how the area can be developed in the long term, with the ambition to simultaneously address: 1) (accelerated) land subsidence, which largely depends on groundwater management; 2) climate adaptation; 3) climate change mitigation through an energy-neutral objective in area (re)development; and especially 4) creating a high-quality, healthy environment for humans, animals, and plants.

Statische kaarten

Figure 5: Construction years (TU Delft, 2025).



De ontwikkeling van Bloemhof is begonnen aan het begin van de twintigste eeuw. Voor overzicht is ervoor gekozen om de categorieën te reduceren naar vijf. De wijk bestaat uit een mix van grotendeels oude woningen die gebouwd zijn op een staalfundering voor een korte duur (1920-1940) en relatief klein aantal nieuwe gerenoveerde woningen.

The development of Bloemhof began in the early twentieth century. For clarity, construction periods were reduced to five categories. The neighborhood consists of a mix of mainly older dwellings, built on shallow steel foundations between 1920 and 1940, and relatively newer, renovated housing stock that reflects later phases of urban renewal.

Static Maps

Figure 6: (Simplified) ownership distribution (TU Delft, 2025).



Deze kaart toont een versimpelde weergave van het eigendom in Bloemhof, met per perceel één eigenaar in plaats van meerdere. Hieruit blijkt dat woningcorporatie Woonstad het grootste deel bezit, gevolgd door Hefwonen. Ook particuliere eigenaren hebben een aanzienlijk aandeel, terwijl de gemeente slechts enkele panden in bezit heeft.

This map presents a simplified view of property ownership in Bloemhof, showing one owner per parcel instead of multiple. It reveals that housing association Woonstad owns the largest share, followed by Hefwonen. Private ownership is also significant, while the municipality holds only a few buildings within the neighborhood.

Figure 7: Foundations (TU Delft, 2025).



In Bloemhof staan woningen vooral op houten palen of stalen funderingen. Aan de randen staan de meeste huizen op houten palen, elders vooral op staal. Houten palen reiken tot de zandlaag en voorkomen verzakking, terwijl stalen funderingen langzaam zakken. Dit veroorzaakt scheuren wanneer stalen en houten funderingen naast elkaar staan.

In Bloemhof, houses are mainly supported by wooden piles or steel foundations. Along the edges, most buildings rest on piles, while elsewhere steel dominates. Wooden piles reach the sand layer and prevent settlement, whereas steel slowly subsides. Cracks emerge when houses with wooden and steel foundations are constructed directly adjacent.

Figure 8: Different typologies (TU Delft, 2025).



De meest voorkomende architectonische typologie in Bloemhof bestaat uit rijtjeshuizen van één of twee verdiepingen. Aan de noordkant van de wijk staan vooral appartementsgebouwen, naoorlogse portiekwoningen en hoogbouw tot wel twintig verdiepingen. Maisonnettewoningen, tweelaagse appartementen, liggen verspreid door de wijk.

The most common architectural typology in Bloemhof consists of terraced houses with one or two storeys. In the northern part of the neighborhood, there are mainly apartment buildings, post-war walk-up flats, and high-rise structures of up to twenty storeys. Maisonnette dwellings, two-storey apartments, are scattered throughout the area.

Figure 9: Current ground level (TU Delft, 2025).



De hoogte van Bloemhof is weergegeven met het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN), het digitale terreinmodel van Nederland. De uitgiftepeil van Bloemhof zit op -0.65 m, dus 65 cm lager dan het NAP. Op vele plekken in de buurt liggen de straten een stuk lager dan deze waarde.

The elevation of Bloemhof is shown using the Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN), the digital terrain model of the Netherlands. The desired surface level of Bloemhof is at -0.65m, so 65 cm below NAP. In many places in the neighbourhood, the streets lie significantly lower than this level.

Figure 10: Cables and pipelines (TU Delft, 2025).

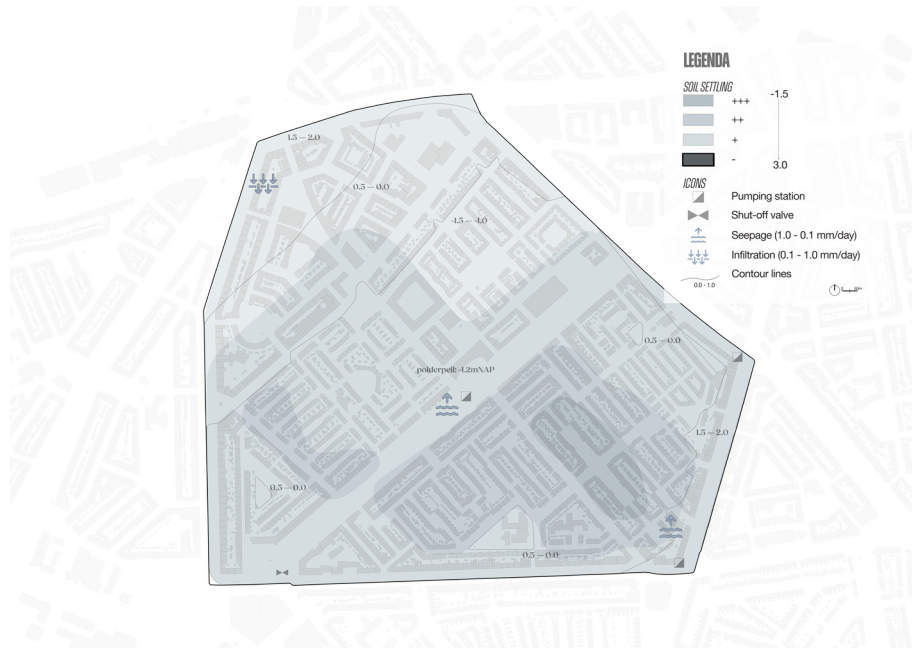


In de wijk zijn nutsvoorzieningen op traditionele wijze ingepast: het riool ligt in het midden van de straat, terwijl kabels en leidingen onder de stoepen langs de gevels lopen. Door de smalle straten is er weinig ruimte voor bomen of nieuwe infrastructuur, zoals stadsverwarming, dat net langs Bloemhof heen loopt, of een gescheiden riool.

In the neighborhood, utilities follow a traditional layout: the sewer runs through the center of the street, while cables and pipelines lie beneath the sidewalks along the façades. The narrow streets leave little space for trees or new infrastructure, such as district heating, which currently bypasses Bloemhof, or a separated sewer system.

Dynamische kaarten

Figure 11: Land subsidence (TU Delft, 2025).

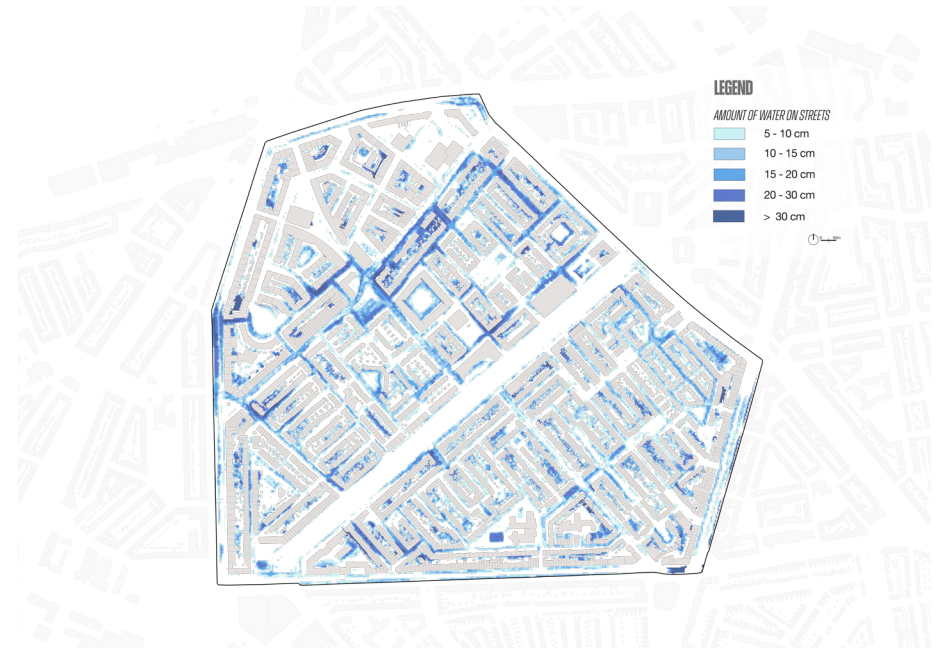


Om bodemdaling te visualiseren is gekeken naar de zetting: gebieden met meer zetting ervaren sterkere ongelijkmatige verzakking. Tegelijkertijd treedt er vrijwel overal kwel op, behalve in het noordwesten waar infiltratie plaatsvindt. Tot slot wordt het polderpeil op -1,2 m NAP gehandhaafd met drie pompen en een afsluiter.

Land subsidence is visualized through settlement patterns: areas with greater settlement show more severe differential sinking. Simultaneously, seepage occurs across most of the area, except in the northwest, where infiltration takes place. The polder water level is maintained at -1.2 m NAP through a system of three pumping stations and a sluice.

Dynamic Maps

Figure 12: Flooding risks (TU Delft, 2025).



Hierop is te zien welke delen van de stad onderlopen bij extreme regen, vooral laaggelegen zones en plekken met beperkte rioolcapaciteit of afvoerknelpunten. De kaart toont waterophoping en kwetsbare infrastructuur en ondersteunt bij het plannen van gerichte maatregelen tegen toekomstige wateroverlast en systeemoverbelasting.

The map shows which parts of the city flood during extreme rainfall, mainly low-lying zones or areas with limited sewer capacity and drainage bottlenecks. It visualizes water accumulation and vulnerable infrastructure, supporting the planning of targeted measures to prevent future flooding and reduce pressure on the drainage system.

Figure 13: Maintenance plan Woonstad (TU Delft, 2025).



Voor de fasering van de vervangingsopgave zijn zes parameters vastgesteld: bouwwaarde, verhuurdoorlooptijd, oppervlakte, bijzonderheid (monument of tuindorpkarakter), rioolleeftijd en gemelde wateroverlast. De fasering is hierop gebaseerd. Gegevens kwamen uit openbare bronnen, GISweb en Waardering Bloemhof in Beeld; voor het noorden zijn schattingen gebruikt.

Six parameters guided the replacement phasing: building value, rental turnover, surface area, distinctiveness (monumental or garden-village), sewer age, and reported flooding. Phasing was based on these indicators. Data came from public sources, GISweb, and Waardering Bloemhof in Beeld; estimates were applied for the northern area.

Conclusie kaarten

Om de complexiteit van de panden in Bloemhof te visualiseren, zijn verschillende lagen samengebracht tot één mozaïek. De funderingen zijn weergegeven als arceringen over de bebouwing, terwijl kleur en omlijning het bouwjaar en de typologie aangeven. Het mozaïek ontstaat door het risico van houten palen en het onderhoudsplan van Woonstad te combineren met het eigenaarschap. Elke kleur correspondeert met een specifieke eigenaar, terwijl de tint variaties binnen die kleur de mate van urgentie tonen. Op deze manier maakt de kaart in één oogopslag zichtbaar waar de grootste risico's en verantwoordelijkheden liggen.

To visualize the complexity of the buildings in Bloemhof, multiple layers were combined into a single mosaic. The foundations are shown as hatches over the building footprints, while color and outlines indicate construction year and typology. The mosaic emerges from combining the risk of wooden piles and Woonstad's maintenance plan with ownership data. Each color corresponds to a specific owner, while the shades within that color represent the level of urgency. This approach allows the map to immediately reveal where the highest risks and responsibilities are concentrated.

Conclusion Maps

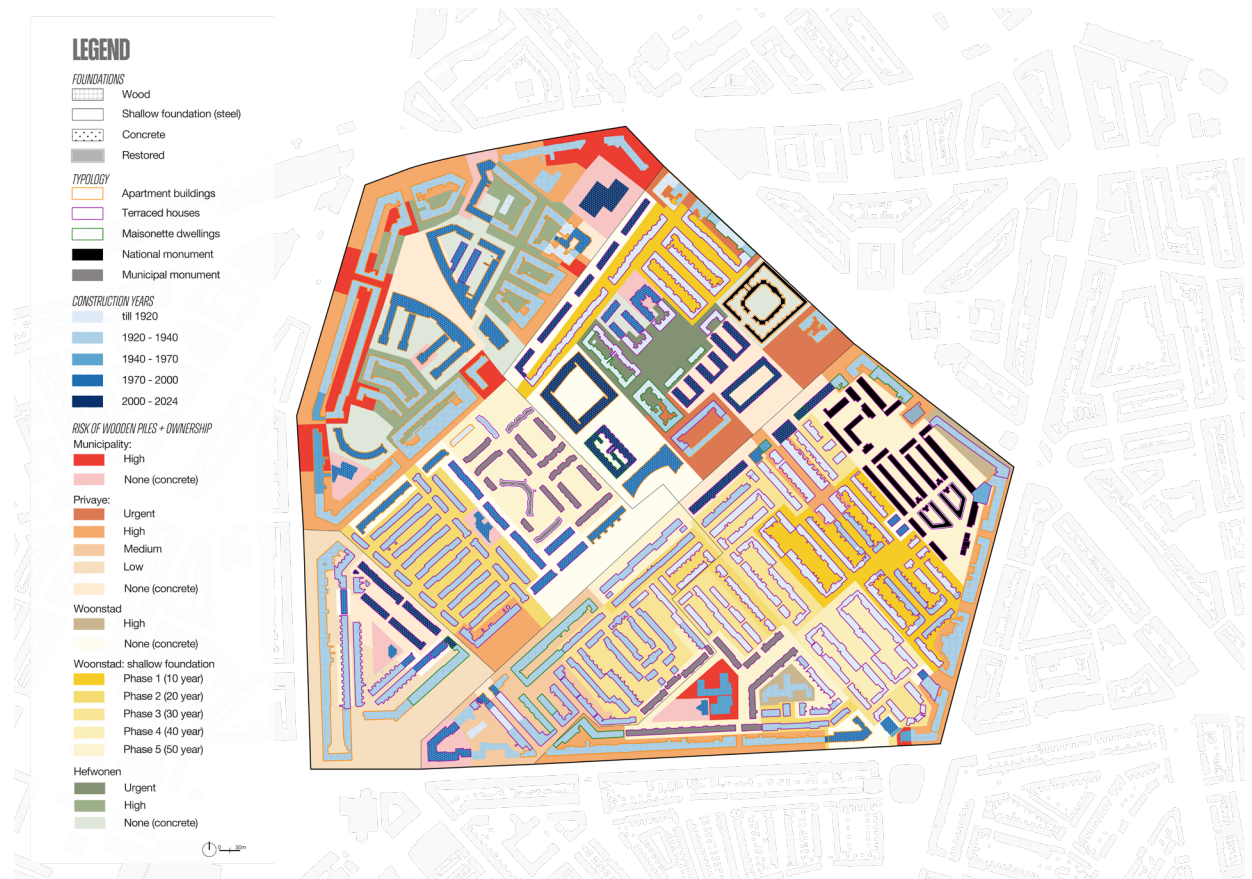


Figure 14: Clusters in Bloemhof (TU Delft, 2025).

Bloemhof heeft een gemengd rioolsysteem in de wijk. Vanwege ruimtegebrek is het nog niet mogelijk een gescheiden systeem in toe te passen. Doordat de bodem daalt in Bloemhof, zakken naast de huizen gefundeerd op staal, ook de straten mee. Hierdoor zakt de rest van het riool verder de grond in, wat problemen veroorzaakt bij de aansluiting op het hoofdriool. Wanneer de huizen worden opgehoofd naar het uitgiftepeil, kan het rioolsysteem hierop opnieuw worden aangesloten en vervangen worden. Hiermee blijft het riool werkend en kan wateroverlast op straat worden opgelost.

Bloemhof has a combined sewer system in the neighborhood. Due to a lack of space, it is not yet possible to implement a separated system. As the soil is subsiding in the neighbourhood, houses with shallow foundations (steel) and the streets sink along with it. As a result, the remaining parts of the sewer sink further into the ground, causing problems at the connection to the main sewer. When the houses are raised to the desired surface level, the sewer system can be reconnected accordingly and replaced. This keeps the sewer functioning and allows street-level water flooding to be resolved.



Figure 15: Zones below desired surface level (TU Delft, 2025).

De bodemdaling en het wateroverlast in Bloemhof gaan hand in hand samen. De kaart laat zien dat op de plekken met de grootste zetting en de onregelmatige verzakking, kwetsbare zones ontstaan wanneer deze samenvallen met zware regenbuien. De opeenhoping van deze effect veroorzaakt een groter risico op wateroverlast toe in deze gebieden. Deze kaart maakt inzichtelijk waar beide problemen elkaar versterken. Daarom is hier extra aandacht nodig voor wateradaptieve, groene oplossingen, waarbij een betere aansluiting op het rioolstelsel wenselijk is.

Land subsidence and flooding problems go hand in hand in Bloemhof. The map shows that in locations with the greatest settlement and irregular subsidence, vulnerable zones emerge when these also coincide with heavy rainfall. The accumulation of these effects lead to a higher risk of flooding and nuisance in these areas. This map clarifies where both problems reinforce each other. Therefore, additional attention is needed for water-adaptive, green solutions, combined with an improved connection to the sewer system.

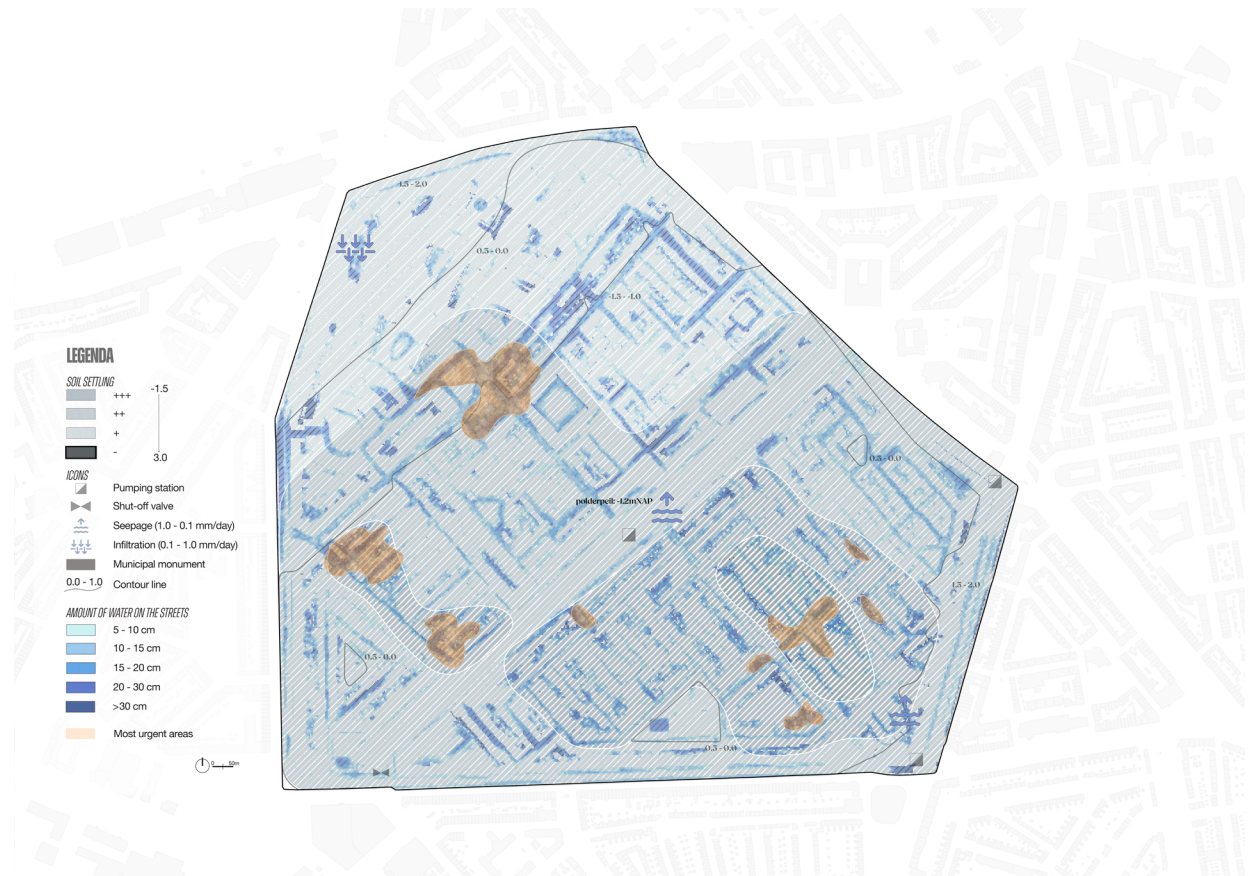


Figure 16: Subsidence and flooding (TU Delft, 2025).

Workshops

Na het verzamelen van de data en de analyse van het gebied (deskresearch) zijn voor het onderzoek vier workshops georganiseerd die de kennis van verschillende belanghebbenden en experts samenbrachten. De experts van de TU Delft op het gebied van water, riool en bodem brachten de principes van bodem en water sturend in, alsmede ideeën over hoe om te gaan met de toestand van het riool. De experts van het Platform Slappe Bodem en het Kenniscentrum Bodemdaling en Funderingen (KBF) hebben kennis aangeleverd over resp. samenwerking tussen lokale en regionale overheden rond gebiedsontwikkeling in gebieden met een slappe bodem en bodemdaling, funderingen en stedenbouw. De experts van het Red & Blue project hebben hun kennis over economische stedelijke ontwikkeling ingebracht, en vanuit de Erasmus Universiteit is expertise over (stedelijke) governance aangeleverd. De workshops verliepen in twee fasen, een fase met experts om de principes van de drie oplossingsstrategieën te formuleren die door de ontwerpers van TU Delft, Flux Landscape architecten en ZUS zijn uitgewerkt: in de tweede fase zijn de oplossingsstrategieën onderworpen aan commentaar en input van dezelfde expertgroep.

After collecting data and analysing the area (desk research), four workshops were organised to bring together the knowledge of various stakeholders and experts. Experts from TU Delft in the fields of water, sewage, and soil contributed principles of soil- and water-based planning, as well as ideas for dealing with the condition of the sewer system. Experts from the Platform “Slappe Bodem” and the Knowledge Centre for Land Subsidence and Foundations (KBF) provided insights into, respectively, collaboration between local and regional governments in weak-soil areas, and issues of foundations and urban design. Experts from the Red & Blue project contributed their expertise on economic urban development, while Erasmus University added knowledge on (urban) governance. The workshops took place in two phases: the first involved experts formulating the principles for three solution strategies, which were then elaborated by the designers from TU Delft, Flux Landscape Architects, and ZUS; in the second phase, these strategies were refined through feedback and input from the same group of experts.

	oplossingsrichting 0	oplossingsrichting 1	oplossingsrichting 2	oplossingsrichting 3
	Het gebied wordt onderhouden op wat strikt noodzakelijk is om het leefbaar te houden, monumentale gebouwen en identiteitsdragers worden gerenoveerd.	Het gebied wordt door de tijd heen vernieuwd door sloop nieuwbouw, monumentale gebouwen en identiteitsdragers worden gerenoveerd.	Het gebied ondergaat een minimale vorm van herstructurering, monumentale gebouwen en identiteitsdragers worden gerenoveerd.	Het gebied ondergaat een maximale vorm van herstructurering, momentale gebouwen worden gerenoveerd.
Programmatisch	Bestaande woningvoorraad in aantal blijft hetzelfde.	Bestaande voorraad ouder dan 1940 wordt vervangen.	Deel van de bestaande voorraad wordt vervangen en nieuwe voorraad wordt toegevoegd.	Bestaande voorraad wordt vervangen in nieuwe voorraad.
Dichtheid	Hetzelfde.	Hetzelfde.	Toename van 10%.	Toename van 15%.
Gebouwen	Onderhoud, renovatie.	Deels sloop/ nieuwbouw van nieuwe architectonische typen.	Deels sloop/ nieuwbouw, toevoeging van nieuwe typen.	Geheel sloop/ nieuwbouw, toevoeging van nieuwe typen.
Openbareruimte	Onderhoud.	Verbetering doordat er meer ruimte gemaakt kan worden.	Verbetering door een nieuwe structuur in de openbareruimte.	Verbetering door nieuwe stedenbouwkundige structuur.
Ontwerpopgave		Architectonische type in relatie tot bodem watersysteem.	Nieuwe structuur in de buitenruimte in relatie tot bodem watersysteem.	Stedenbouwkundig plan in relatie tot bodem watersysteem.
Financiële model R&B voorstel	Model 0.	Model 1.	Model 1.	Model 2 en 3.
	strategic approach 0	strategic approach 1	strategic approach 2	strategic approach 3
	The area is maintained only at the level strictly necessary to remain livable, while monumental buildings and identity carriers are renovated.	The area is gradually renewed over time through demolition and reconstruction, with monumental buildings and identity carriers renovated.	The area undergoes a minimal form of restructuring, while monumental buildings and identity carriers are renovated.	The area undergoes a maximal form of restructuring, with monumental buildings renovated.
Programmatic	The existing housing stock remains numerically unchanged.	The existing stock built before 1940 is replaced.	Part of the existing stock is replaced, and additional stock is added.	The existing stock is replaced by new stock.
Density	Unchanged.	Unchanged.	Increase of 10%.	Increase of 15%..
Buildings	Maintenance, renovation.	Partial demolition/ reconstruction, addition of new types.	Partial demolition/ reconstruction of new architectural types.	Complete demolition/ reconstruction, addition of new types.
Public space	Maintenance.	Improvement achieved by creating additional space.	Improvement through a new structure in public space.	Improvement through a new urban structure.
Design task		Architectural types in relation to soil–water system.	A new open-space structure in relation to the soil–water system.	New open-space structure in relation to soil–water system.
Financial model R&B proposal	Model 0.	Model 1.	Model 1.	Model 2 and 3.

Figure 17: Differences between approaches (TU Delft, 2025).

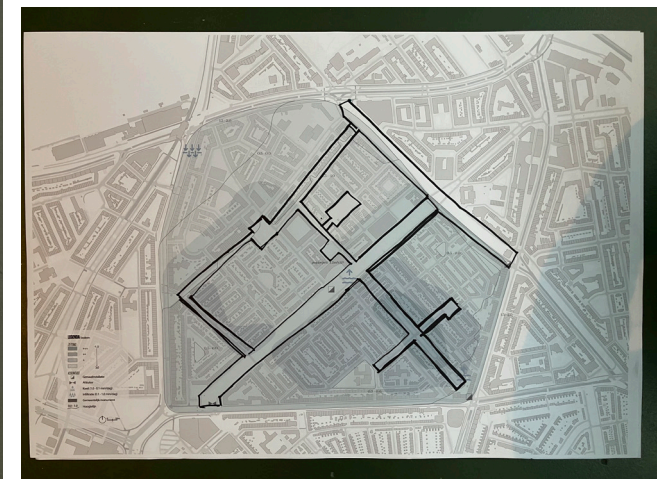
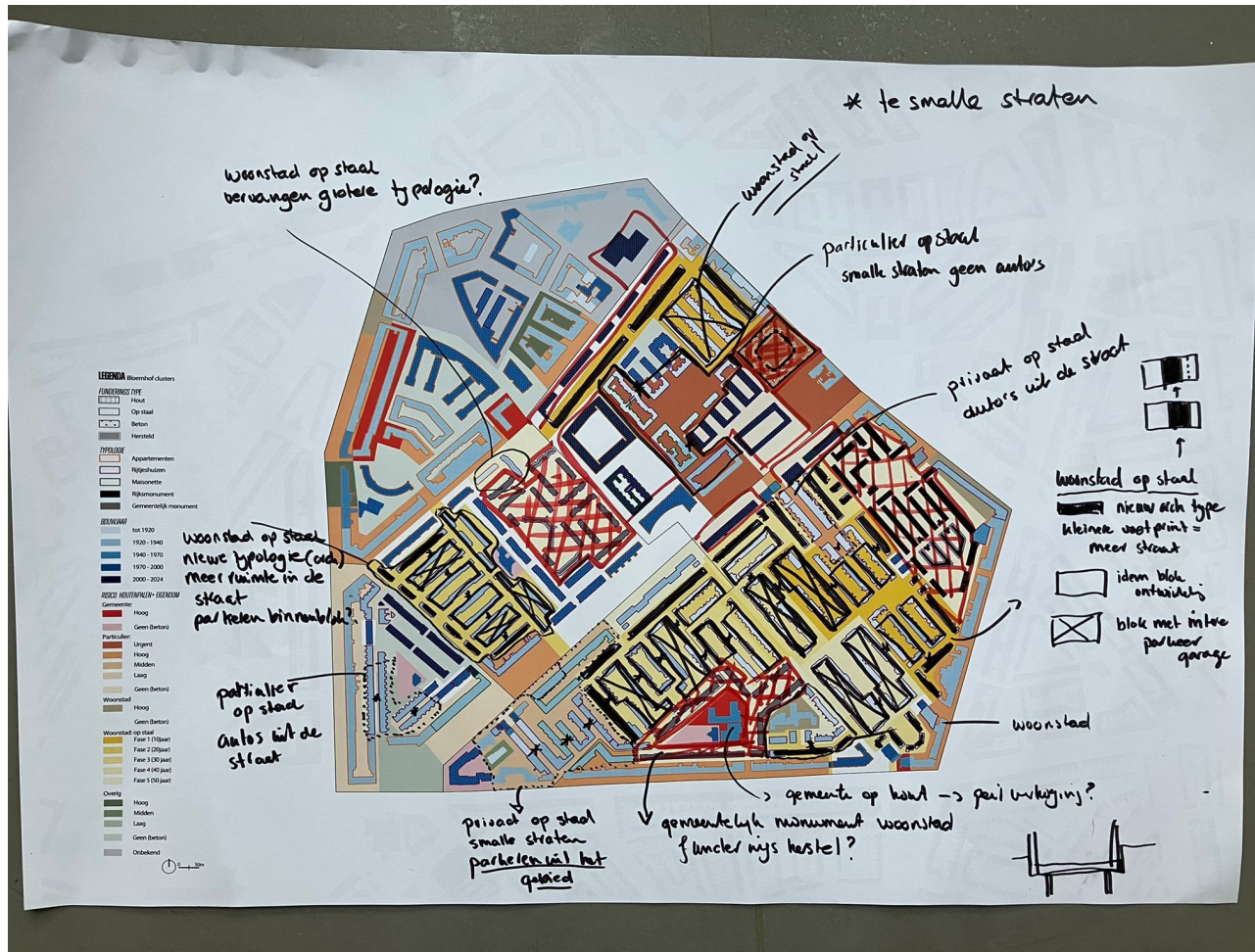


Figure 18: Initial sketches for each approach (TU Delft, 2025).

Drie oplossingsrichtingen Three Design Solutions

Het huidige tuindorp karakter wordt bepaald door de stedenbouwkundige structuur en de woningtypologie. Wanneer in de toekomst deze woningen vervangen moeten worden is het de vraag of er modernere tuindorp woningen terug moeten komen of dat vanwege de exploitatie er een grotere dichtheid teruggebouwd moet worden. Daarnaast is de uitdaging van bodemdaling in kaart gebracht door beantwoording van vragen als: wat wordt het ophogingspeil, wordt er opgehoogd en hoe om te gaan met het riolen, hoe kan er ruimte gevonden worden voor nieuwe leidingen, terwijl er ook vergroend moet worden?

Voor de drie oplossingsrichtingen zijn de volgende generieke uitgangspunten geformuleerd:

- bewust omgaan met effecten van gentrificatie door het bouwen voor de woningbehoefte van de buurt – starterswoningen om kinderen in de gelegenheid te stellen zich in de buurt te vestigen; levensloopbestendige woningen om ouderen in de buurt te kunnen huisvesten
- onderzoeken van verdichting (omhoog) met als doel ruimtelijke kwaliteit en haalbaarheid
- bodem en water sturend betekent programmeren en bebouwen op basis van draagkracht en hoogteverschillen
- nemen van een ruimtelijke integrale beslissing voor het bouwrijp maken en het aanleggen van nieuwe en/of het renoveren van bestaande rioleringen of funderingen.

The current garden city character is determined by the urban structure and housing typology. When these homes need to be replaced in the future, the question is whether more modern garden city houses should be built or whether, due to the ongoing development, a higher density should be introduced. In addition, the challenge of land subsidence has been mapped by addressing questions such as: what should be the new elevation level, should the area be raised, how to deal with the sewer system, and how to create space for new pipelines while also incorporating more greenery?

For the three design directions, the following generic principles have been formulated:

- Consciously addressing the effects of gentrification by building for the housing needs of local residents – starter homes that allow young people to remain in the neighborhood and lifelong homes that accommodate the elderly,
- Researching densification (upward) with the aim of improving spatial quality and feasibility.
- Managing soil and water means programming and building based on load-bearing capacity and height differences.
- Making an integrated spatial decision regarding site preparation, and the construction or renovation of sewer and foundation systems.

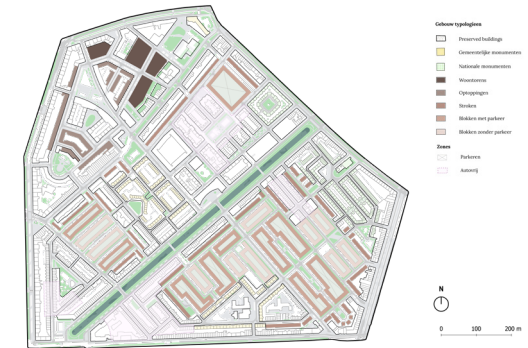
Alternative 1



29% more housing 352 414 -> 455 301 m²

0% more surface water 13375 -> 13375 m²

32% more green public space 72107 -> 95408 m²



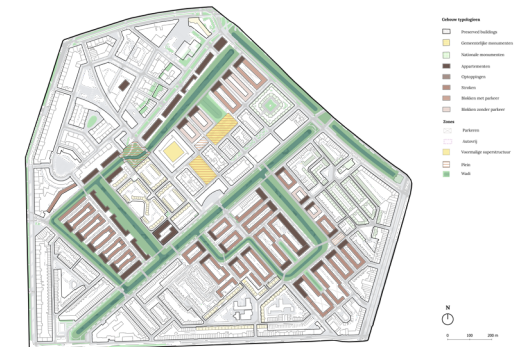
Alternative 2



22% more housing 352 414 -> 430.882 m²

74% more surface water 13375 -> 23242 m²

44% more green public space 72107 -> 103608 m²



Alternative 3



40% more housing 352 414 -> 491 760 m²

800% more surface water 13375 -> 123101 m²

120% more green public space 72107 -> 161040 m²



Figure 19: Overview three alternatives (TU Delft, ZUS, Flux, 2025).

Blok voor blok TU Delft

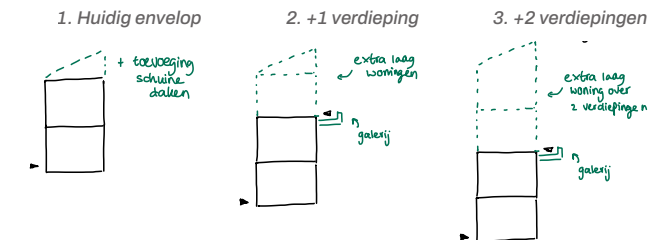
One Block at a Time

Het gebied wordt door de tijd heen vernieuwd door sloop en nieuwbouw en monumentale gebouwen en identiteitsdragers worden gerenoveerd. De vernieuwingsoperatie start met de woningvoorraad uit de jaren 1930 die gebouwd is op staal, in eigendom van de woningbouwcorporatie. De woningen worden vervangen voor nieuwbouw op palen, de openbare ruimte wordt op oorspronkelijk peil teruggebracht voor aansluiting op omliggend riool, dat een gescheiden riool wordt.

De woningbouwcorporatie bouwt drie type blokken terug: : een met parkeren in het binnenhof (opgetilde achtertuin), een blok zonder parkeren in het binnenhof en strokenbouw van eventueel aangepaste typen (groter, hoger aantal units). Bij alle nieuwe blokken wordt de rooilijn 1,5 meter naar achter geplaatst om ruimte te maken in de straat voor nieuwe infrastructuur, infiltratie en bomen. De nieuwbouw kan in drie varianten worden uitgevoerd: een typologie die aansluit bij het huidige karakter van het gebied met een, twee of drie lagen extra.

The area is being regenerated over time through demolition and new construction, and historic buildings and landmarks are being renovated. The renewal operation begins with the 1930s housing stock, built on steel structures and owned by the housing association. These homes will be replaced with new constructions on stilts, and the public space will be raised to its original level for connection to the surrounding sewer system, which will become a separate sewer system.

The housing association is rebuilding three types of blocks: one with parking in the courtyard (raised rear garden), one block without parking in the courtyard, and strip housing of potentially adapted types (larger, higher number of units). The building line of all new blocks will be set back 1.5 meters to create space in the street for new infrastructure, infiltration, and trees. The new construction can be realized in three variants: a typology that complements the current character of the area with one, two, or three additional stories.



	var. 1	var. 2	var. 3	voorkeur
woningen in m2	370 531	438 201	516 751	455 301

Varianten

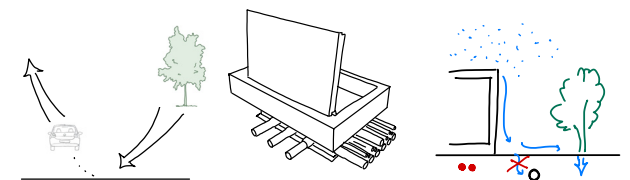


Figure 20-23: Changing building blocks and core principles (TU Delft, 2025).

Figure 24: New building typologies (TU Delft, 2025).

De herinrichting resulteert in een wijk met 29% meer woningen, een gelijkblijvend aandeel oppervlaktewater en 32% meer groene openbare ruimte. De nadruk ligt daarbij meer op de transformatie van de woningvoorraad, dan op klimaatadaptieve ingrepen. Aanpassingen op straatniveau creëren echter ruimte voor nieuwe groenstructuren en een vernieuwd riool- en kabelsysteem.

The redevelopment results in a neighborhood with 29% more housing, the same amount of surface water, and 32% more green public space. The focus lies primarily on transforming the housing stock rather than implementing climate-adaptive measures. However, street-level adjustments create opportunities for new green structures and an upgraded sewer and utility system.



Figure 25: Final map alternative 1 (TU Delft, 2025).

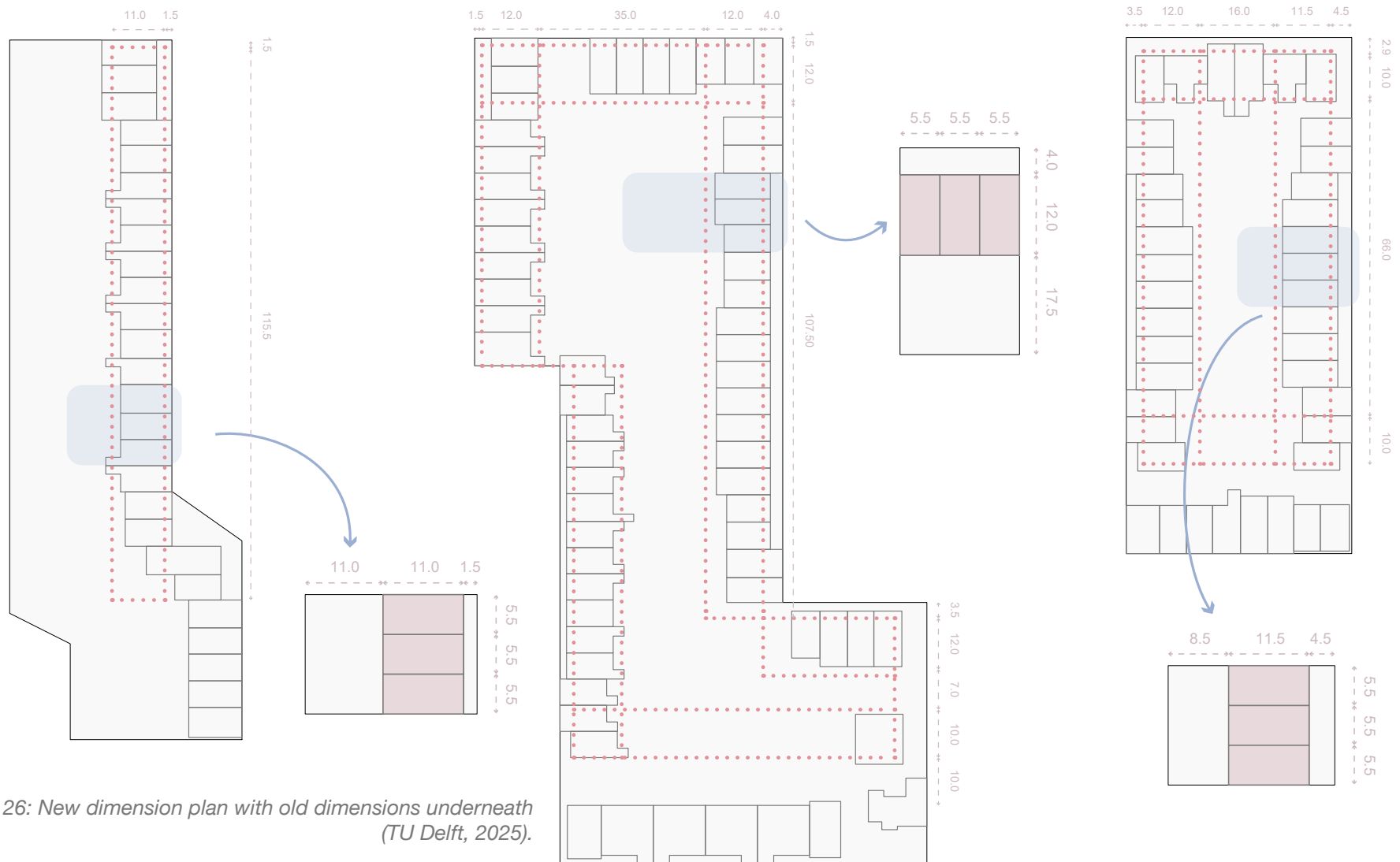
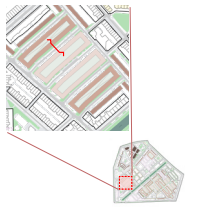
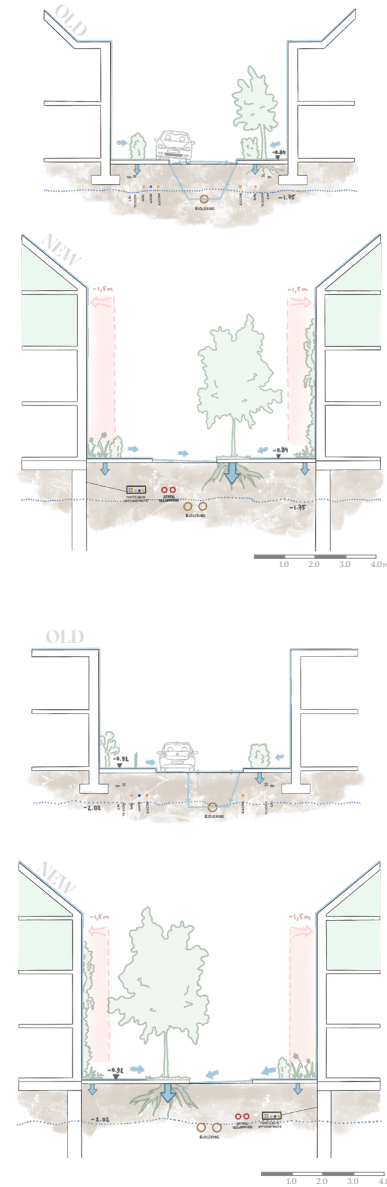
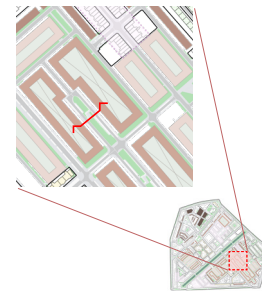
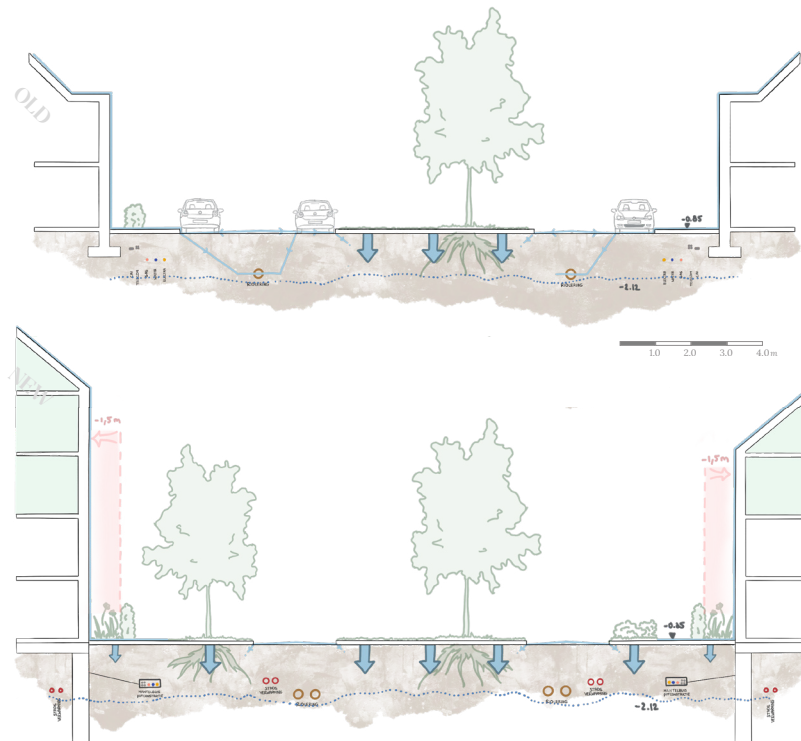


Figure 26: New dimension plan with old dimensions underneath (TU Delft, 2025).

Figure 27-29: A comparison of the existing and proposed urban sections (TU Delft, 2025).



Nieuw Singelplan zus

Het gebied ondergaat een zorgvuldige gedeeltelijke herstructurering waar de meest kwetsbare gebieden (meeste bodemdaling) bloksgewijs worden aangepakt. Met name de blokken die eigendom zijn van de woningbouwcorporaties worden stapsgewijs getransformeerd naar nieuwe woningen met betere funderingen. Deze blokken worden efficiënter vormgegeven, zodat er op maaiveld meer ruimte is voor de integratie van klimaat mitigerende maatregelen. De Rotterdam welbekende Singel wordt vergroot en dieper in de wijk aangelegd zodat water beter kan wegglopen en er meer bomen kunnen worden aangeplant in de wijk en aanleiding zijn voor de aanleg van een nieuw riool- en kabelsysteem. Dit nieuwe groen/blauwe netwerk in de wijk biedt verkoeling op warme dagen en nieuwe ruimte voor mensen om te verblijven en te spelen. Een deel van de bestaande voorraad woningen wordt vervangen en waar ingebreed kan worden, wordt nieuwe voorraad toegevoegd. In dit scenario is ook nauwkeurig gekeken naar de sociale impact van het plan. Door bloksgewijs te ontwikkelen worden steeds kleine stukjes van Bloemhof aangepakt. De beschikbare ruimte in de wijk (pleinen en parken) biedt ruimte voor tijdelijke structuren die een tijdelijk huis kunnen vormen voor de bestaande bewoners van Bloemhof, zogenoemde schuifruimtes. Op deze wijze blijft de sociale cohesie en verbondenheid in de wijk bestaan, waardoor de bewoners een zachte overgang ervaren.

The area is undergoing a careful, partial restructuring in which the most vulnerable zones (those with the greatest subsidence) are addressed block by block. In particular, the blocks owned by the housing corporations are being gradually transformed into new homes with improved foundations. These blocks are designed more efficiently so that at ground level there is more space for the integration of climate-mitigating measures. The well-known Rotterdam Singel is being widened and extended deeper into the neighbourhood so that water can drain more effectively, more trees can be planted, and the redesign can trigger the installation of a new sewer and cable system. This new green-blue network in the neighbourhood provides cooling on hot days and creates new spaces for people to spend time and play. Part of the existing housing stock will be replaced, and where infill is possible, new housing will be added. Attention has also been paid to the social impact of the plan in this scenario. By developing block by block, small parts of Bloemhof are addressed at a time. The available open spaces in the neighbourhood (such as squares and parks) offer room for temporary structures that can serve as temporary homes for current Bloemhof residents, so-called “shift spaces.” In this way, social cohesion and connection within the neighbourhood are maintained, allowing residents to experience a smooth transition.

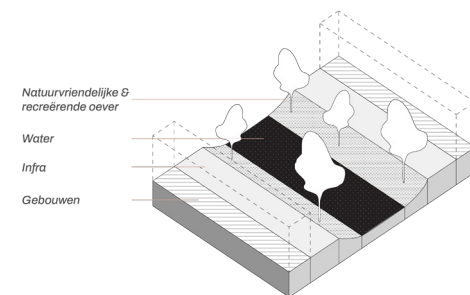
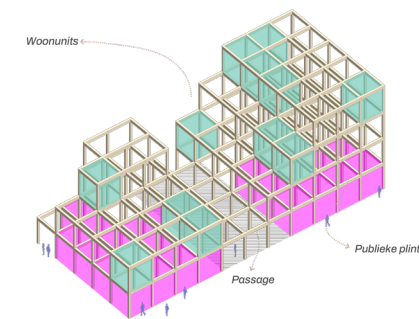


Figure 30-32: Changing building blocks and core principles (ZUS, 2025).

Figure 33: New building typologies (TU Delft, 2025).

De herinrichting resulteert in een Bloemhof 2.0 met 22% meer woningen, 74% meer oppervlaktewater en 44% meer groene openbare ruimte. Het plan kan gefaseerd uitgevoerd worden waarbij de woningbouwcorporaties een belangrijke rol vervullen. De gemeente is verantwoordelijk voor de aanleg van de nieuwe Singelstructuur en groen netwerk. Een belangrijk uitgangspunt is dat de woningen die teruggebouwd worden betaalbaar zijn en nog steeds aansluiten bij de reeds bestaande inwoners. Wel kan er meer diversiteit in aanbod komen, door verschillende woontypologieën aan te bieden die voor een bredere doelgroep interessant zijn.

The redesign results in a “Bloemhof 2.0” with 22% more housing, 74% more surface water, and 44% more green public space. The plan can be implemented in phases, with the housing corporations playing an important role. The municipality is responsible for constructing the new Singel structure and the green network. An important principle is that the reconstructed homes remain affordable and continue to meet the needs of the existing residents. At the same time, the housing supply can become more diverse by offering different dwelling typologies that appeal to a broader range of people.

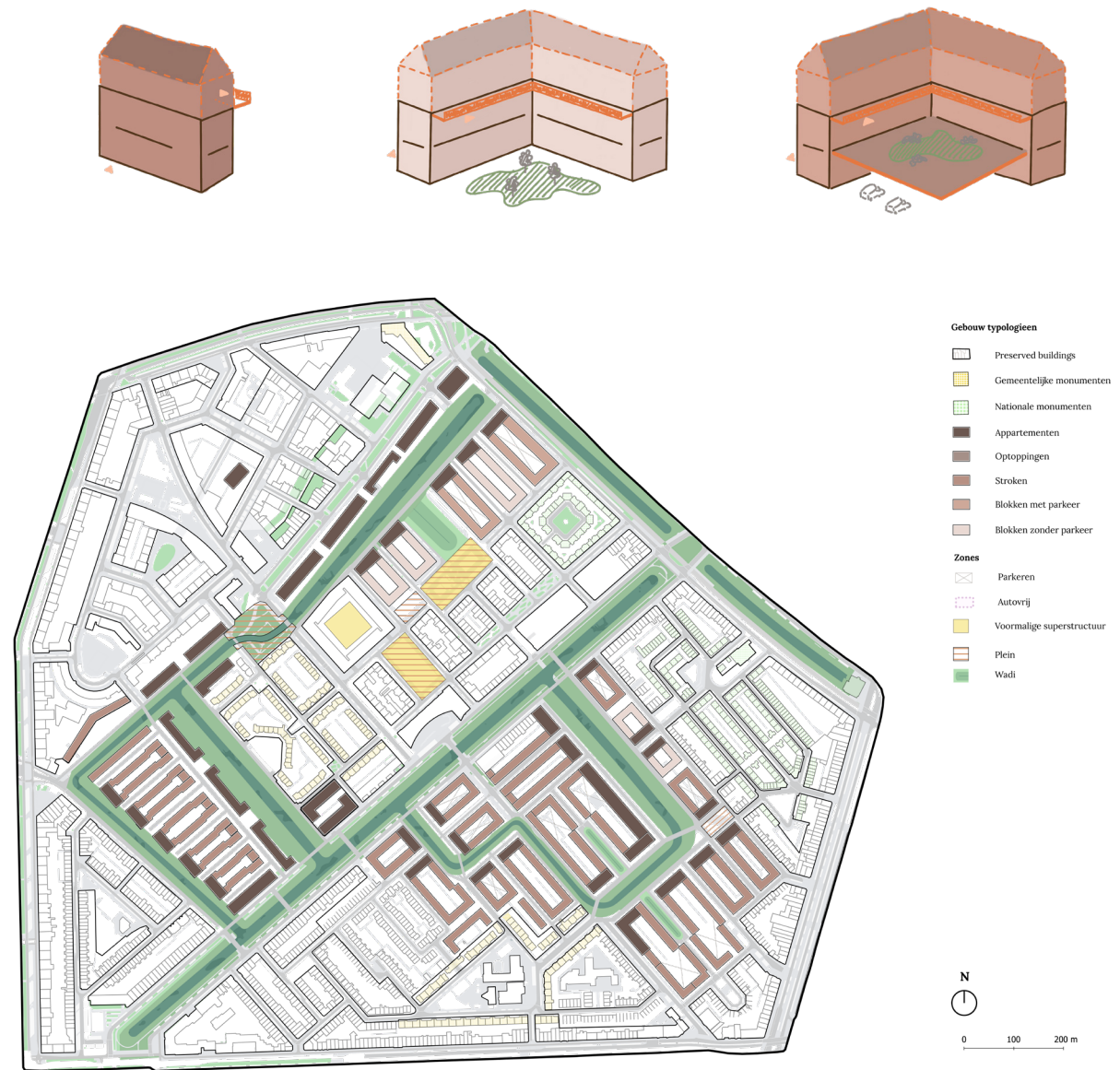


Figure 34: Final map alternative 2 (ZUS, 2025).

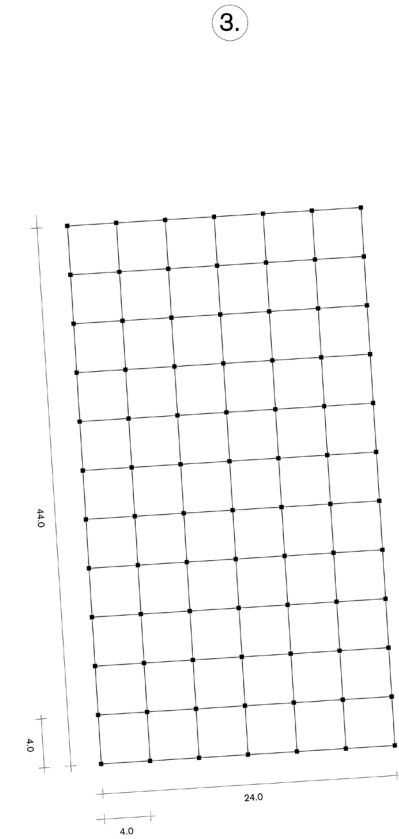
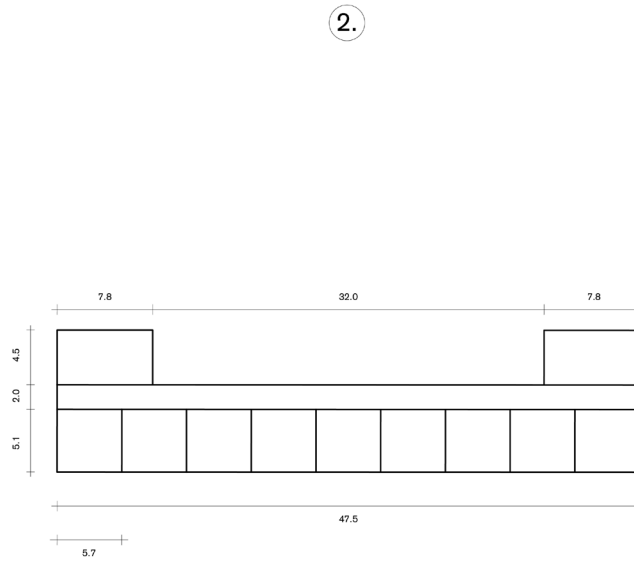
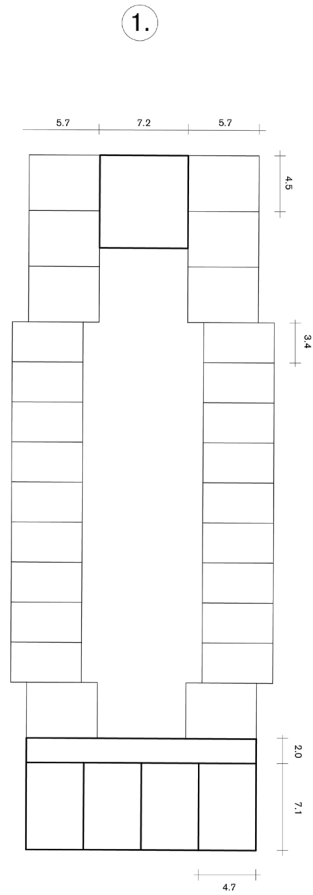


Figure 35: Dimension plan new building blocks (ZUS, 2025).

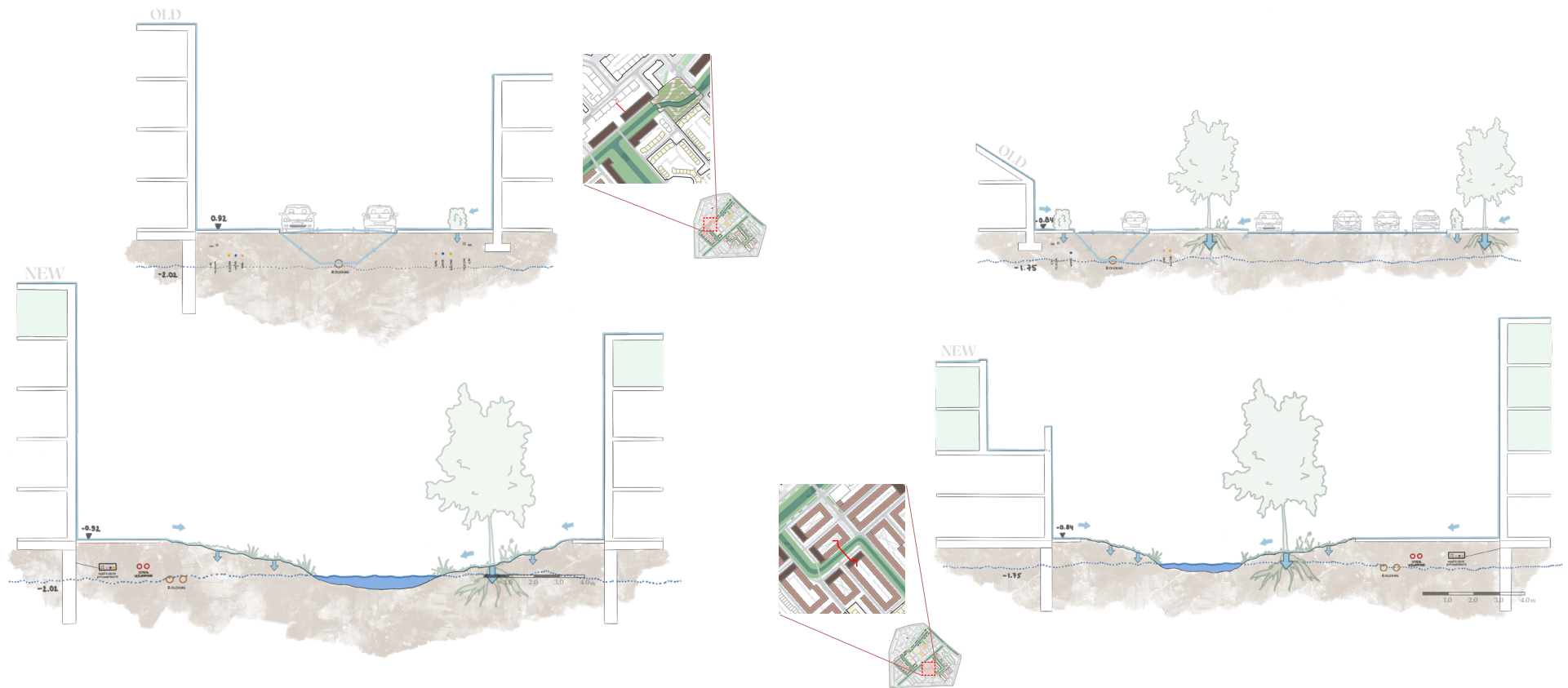


Figure 36-37: A comparison of the existing and proposed urban sections (TU Delft, 2025).

Waterhof Flux

Het gebied ondergaat een maximale vorm van herstructurering met een nieuwe stedenbouwkundige structuur die gebaseerd is op het lokale water- en bodemsysteem. Verschillen in grondwaterstanden, bodemcondities en microreliëf vormen de basis voor de nieuwe inrichting. Het wenspeil wordt in lager gelegen delen verlaagd en een herontwerp van het rioolsysteem is noodzakelijk. Het laagste deel van de wijk, waar kwel optreedt, wordt ingericht als moeraspark. Woningen met funderingsproblemen worden grotendeels gesloopt. De wijk krijgt drie nieuwe woningtypologieën: waterwoningen, appartementenblokken en hoogbouw, wat de doorstroming binnen de buurt bevordert. Nieuwe bouwblokken markeren de rand van dit moeraspark, terwijl rijen waterwoningen de overgang vormen tussen park en straat. Op hogere delen wordt verdicht met hoogbouw. Monumentale gebouwen worden gerenoveerd.

De wijk functioneert als een samenwerkende watermachine: regenwater wordt opgevangen op groene daken, vertraagd afgevoerd via wadi's en opgeslagen in het moeraspark. Deze aanpak draagt bij aan het verhogen en stabiliseren van de grondwaterstand. Hierdoor kunnen bestaan de paalfunderingen aan de randen van de wijk behouden blijven.

The area is undergoing a major restructuring with a new urban design based on the local water and soil system. Differences in groundwater levels, soil conditions, and microrelief form the basis for the new design. The desired surface level will be lowered in lower areas, and a redesign of the sewer system is necessary. The lowest part of the neighborhood, where seepage occurs, will be developed into a wetland park. Buildings with foundation problems will largely be demolished. The neighborhood will feature three new housing typologies: waterfront homes, apartment blocks, and high-rise buildings, which will improve the flow of traffic within the neighborhood. New building blocks will mark the edge of this wetland park, while rows of waterfront homes will form the transition between the park and the street. Higher areas will be densified with high-rise buildings. Historic buildings will be renovated.

The neighborhood functions as a collaborative water machine: rainwater is collected on green roofs, drained slowly through wadis, and stored in the wetland park. This approach contributes to raising and stabilizing the groundwater level. This allows existing pile foundations at the edges of the neighborhood to be preserved.



Figure 38-40: Changing building blocks and core principles (Flux, 2025).

De herinrichting resulteert in een klimaatadaptieve wijk met 15% meer woningen, 800% meer oppervlaktewater en 120% meer groene openbare ruimte. Hoewel de investering aanzienlijk is, biedt het plan op lange termijn financiële voordelen, mede door de mogelijkheid tot het integraal vernieuwen van riolering en kabelinfrastructuur. Het moeraspark draagt daarnaast bij aan verkoeling en biedt ruimte voor recreatie in een verdichtende stedelijke context.

The redevelopment will result in a climate-adaptive neighborhood with 15% more housing, 800% more surface water, and 120% more green public space. While the investment is significant, the plan offers long-term financial benefits, partly due to the possibility of fully renewing the sewer and cable infrastructure. The wetland park also contributes to cooling and provides recreational space in a densifying urban context.

Figure 41: New building typologies (TU Delft, 2025).

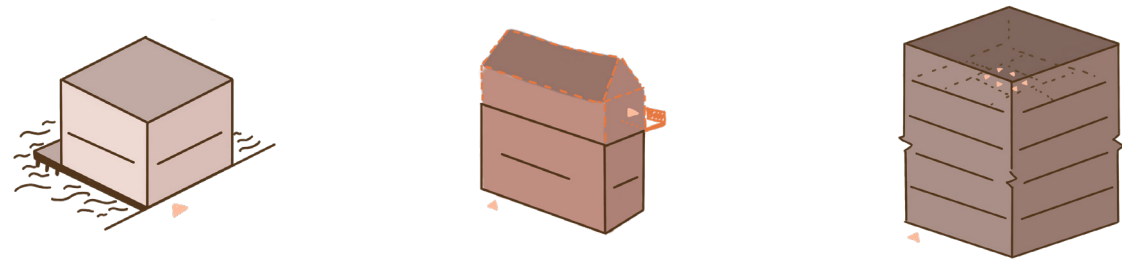


Figure 42: Final map alternative 3 (Flux, 2025).

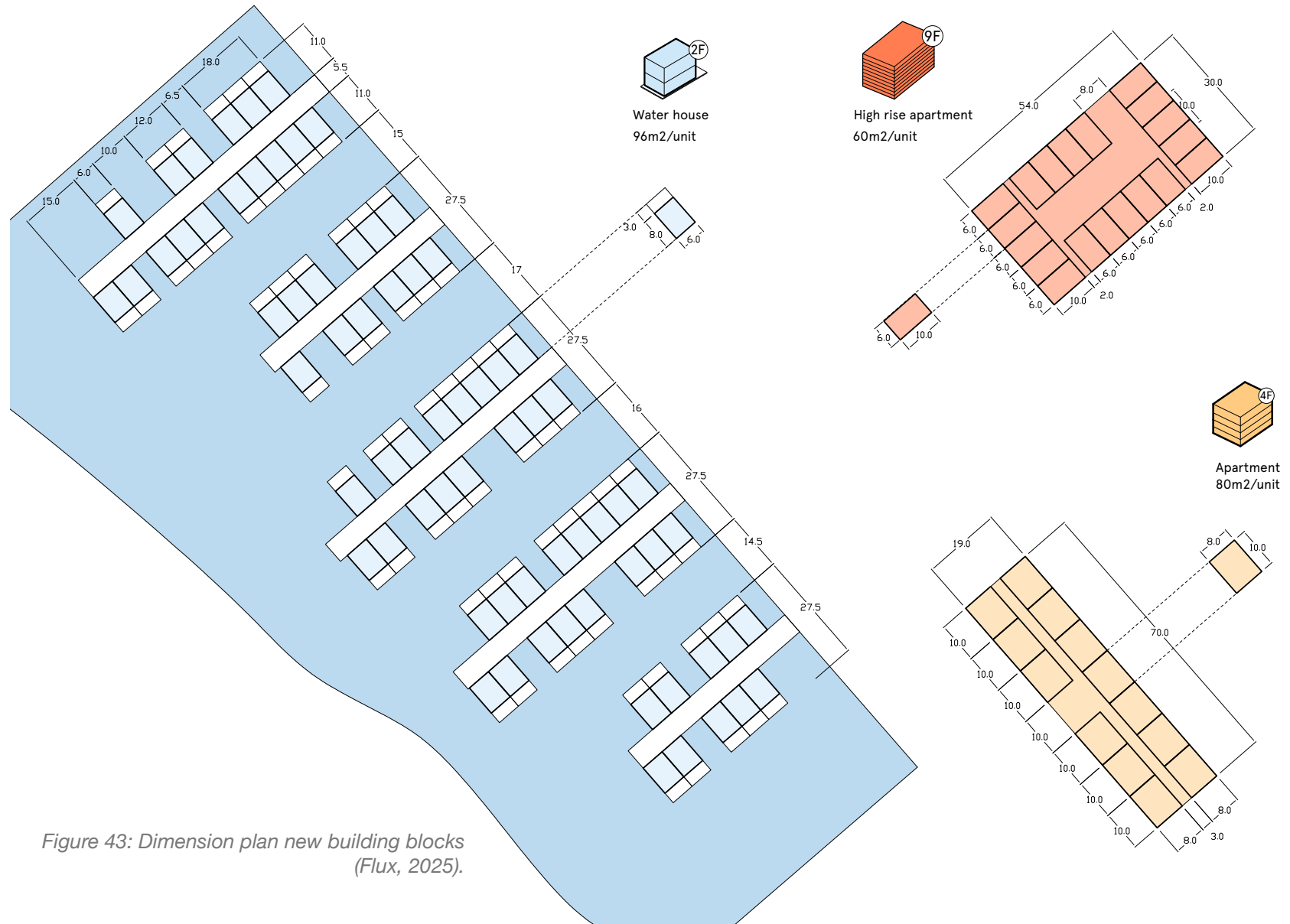


Figure 43: Dimension plan new building blocks (Flux, 2025).

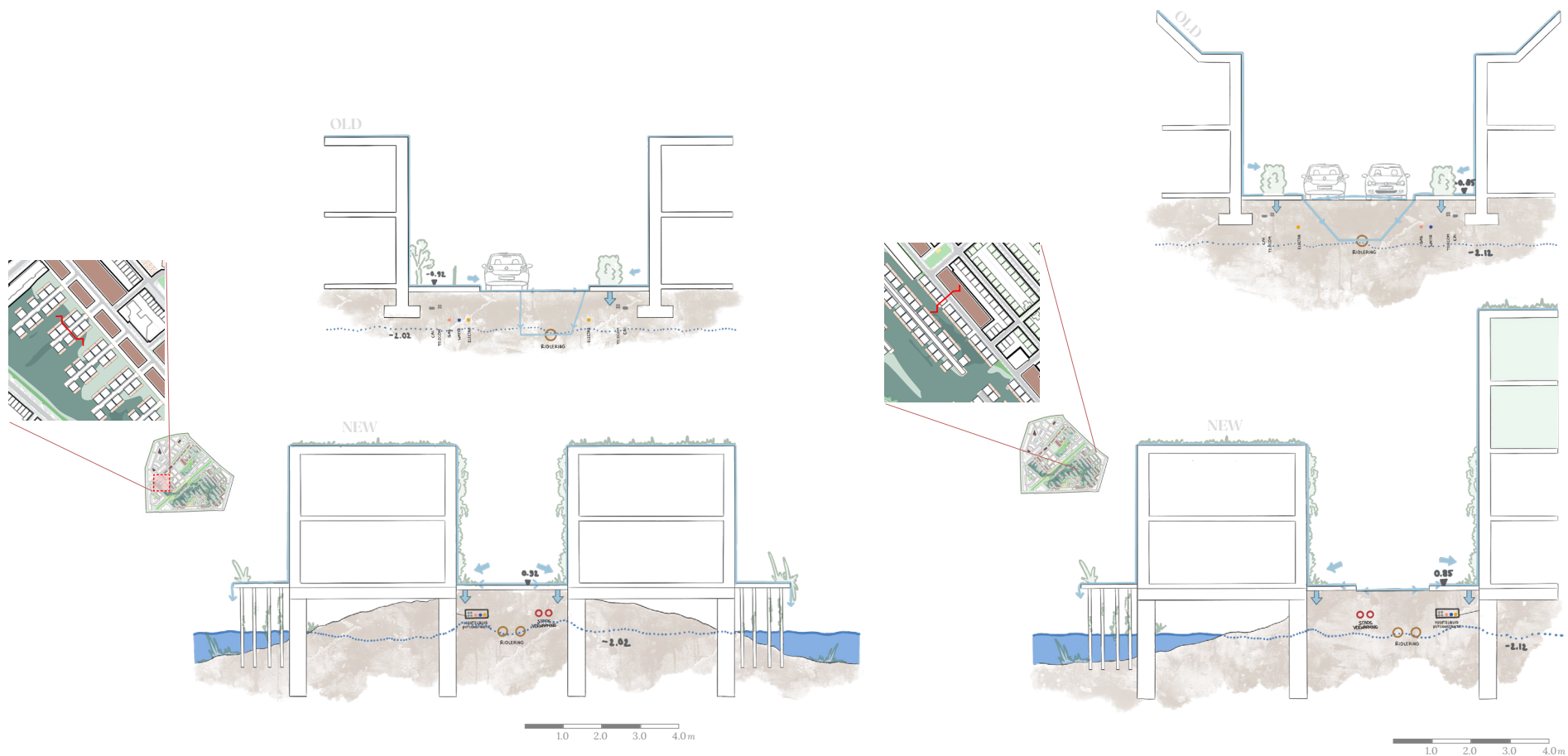


Figure 44-45: A comparison of the existing and proposed urban sections (TU Delft, 2025).

Governance: socio-ruimtelijke problemen **Mike Duijn**

De omgang met bodemdaling kan gekenschetst worden als een ‘wicked problem’, een complex probleem dat zich niet of nauwelijks laat oplossen (Van den Ende et al., 2023). We zien dat gemeenten vaak aarzelend of terughoudend zijn om zo’n probleem aan te pakken waardoor het als een hete aardappel weg- of vooruitgeschoven wordt. De hete aardappel-status van de omgang met bodemdaling en het aanpakken van de gevolgen ervan in wijken en straten van diverse gemeenten in Nederland, heeft verschillende redenen.

De aanpak van de gevolgen van bodemdaling op de bestaande bebouwing en de openbare ruimte, bijvoorbeeld in oude stadswijken zoals Bloemhof, vraagt om grote investeringen. Om deze stadswijken ‘bodemdalingsproof’ te maken, moet bijvoorbeeld geïnvesteerd worden in sloop/nieuwbouw, renovatie en aanpassing van de bestaande bebouwing en/of herinrichting van de openbare ruimte, inclusief groen/blauwe structuren. Een belangrijke reden voor terughoudendheid in investeringen in het beheer en onderhoud van bodem en ondergrond, in het licht van bodemdaling, is dat ze niet (goed) zichtbaar zijn. Niet zichtbare investeringen zijn lastiger ‘te verkopen’ aan de politiek (de gemeenteraad) en de achterbannen (de aandeelhouders) van private partijen, en vragen om (zeer) goed onderbouwde argumenten.

Ook al zijn de argumenten helder en is er een aanpak van het probleem voorhanden, dan nog zal het (gedeeltelijk) ‘ontruimen’ van bestaand stedelijk gebied door bewoners tijdelijk elders in de stad onder te brengen, een aangelegenheid zijn waar veel bestuurders liever omheen lopen. Het betekent nogal wat om delen van een wijk tijdelijk van zijn bewoners te ontdoen om een sloop/nieuwbouw- en/of renovatieproject mogelijk te maken. Waar moeten de betreffende bewoners dan tijdelijk gehuisvest worden? En kunnen zij terugkeren in een nieuwe of gerenoveerde woning die waarschijnlijk een hogere huurprijs heeft? En in het geval dat dit niet mogelijk is, hoe worden bewoners dan geherhuisvest? En wat gebeurt er dan met de onderlinge relaties en sociale cohesie in de betreffende buurt. Dat zijn vragen die politiek-bestuurlijk lastig liggen en graag uit de weg gegaan zullen worden.

Naast de lage zichtbaarheid van investeringen in bodem/ondergrond en de hoge maatschappelijke gevoeligheid van wijk renovaties (‘met de renovatie van slechte funderingen is het lastig om je politiek-bestuurlijk op een positieve manier in de kijker te spelen’) zijn er aanvullende barrières voor een proactieve aanpak van de gevolgen van bodemdaling in oude stadswijken. Ten eerste de lange tijdspanne voor het plannen, ontwerpen en uitvoeren van effectieve maatregelen die zich uitstrekken over de zittingstermijnen van het lokale bestuur heen. De aanpak van de gevolgen van bodemdaling vraagt

om een lange adem, zowel ambtelijk als bestuurlijk. Ook voor het herstellen van fouten uit het verleden, bijvoorbeeld slecht of ontbrekende funderingen, slecht beheer en onderhoud van de openbare ruimte en groenstructuren en/of uitgestelde renovatie van het rioleringsstelsel, zijn ‘moedige’ besluiten nodig die waarvan de consequenties in de tijd, lastig te overzien zijn.

Ten tweede is de sturingsverantwoordelijkheid voor de aanpak van de gevolgen van bodemdaling in oude stadswijken niet eenduidig belegd. Individuele huiseigenaren zijn verantwoordelijk voor het beheer en onderhoud van hun eigen fundering, tuin en aansluiting van kabels en leidingen? Woningcorporaties zijn eigenaar van (sociale) huur vastgoed en zijn verantwoordelijk voor het totale beheer en onderhoud. Gemeenten gaan over het beheer en onderhoud van de openbare ruimte en de riolering. Het is moeilijk om (exact) te bepalen waar de ene verantwoordelijkheid begint en de andere eindigt. Immers, de bodem/ondergrond loopt door onder de woningen van zowel individuele huiseigenaren als woningcorporaties; de openbare ruimte van de gemeente sluit aan op de privétuinen van huiseigenaren en op de binnenterreinen van woningblokken. Het aanpakken van de gevolgen van bodemdaling op wijkniveau, vraagt om geïntegreerde en gesynchroniseerde oplossingen tussen gemeente, woningcorporaties en huiseigenaren.

Ten derde zal bij de noodzakelijke lange termijn-investeringen steeds de vraag gesteld worden of de benodigde investeringen ook maatschappelijk rendement opleveren, zeker gezien het feit dat er vaak publieke middelen nodig zijn om de gewenste herontwikkeling vorm en inhoud te geven. Resulteert de inzet van deze publieke middelen in publieke cq. maatschappelijke waardencreatie (Moore, 1995; Bozeman, 2007; Haynes, 2018) en zo ja, waar bestaan deze waarden dan uit en welke partijen zullen de positieve effecten van de ingezette investeringen dan mogen ‘incasseren’? Leiden publieke investeringen in het aanpakken van de gevolgen van bodemdaling (herinrichting openbare ruimte met groen-blauwe structuren of renovatie van het riolerings- en/of afwateringssysteem in de wijk) tot waardevermeerdering van individueel en corporatievastgoed? En zo ja, is dat dan rechtvaardig? Moeten individuele huiseigenaren investeringen doen om de negatieve gevolgen van slecht onderbouwde publieke besluiten te mitigeren? Idem, voor woningcorporaties? En zo ja, is dat dan rechtvaardig? En kunnen huiseigenaren en/of woningcorporaties de gemoeide kosten wel dragen? Kortom, er kan wel overeenstemming zijn dat de benodigde investeringen cruciaal zijn om de gecreëerde waarden, ook op de langere termijn te kunnen waarborgen, maar wie zet het eerste stapje, zonder het risico dat het langjarige herstructureringsproces niet onderweg weer stilvalt en de gedane investeringen,

tevergeefs worden? En hoe kan free-rider gedrag voorkomen worden?

De aanpak van complexe, ‘onoplosbare’ en (politiek-bestuurlijk) onaantrekkelijke problemen vraagt om een stevig sturend vermogen (Van Pope-ring-Verkerk et al., 2022) van de betrokken organisaties samen. Deze moeten in staat zijn om 1) de noodzaak van collectieve actie in de eigen en tussen de betrokken actoren te benadrukken, 2) een constructieve dialoog te voeren, gebaseerd op wederzijds begrip en gericht op een geïntegreerde bijdrage, 3) hun eigen en de betrokken organisaties mee te laten bewegen met onverwachte, gewijzigde omstandigheden, 4) lessen uit te wisselen en verbeteringen door te voeren ten behoeve van een gezamenlijke prestatie en 5) middelen uit de eigen organisatie te combineren en te coördineren met die van de andere betrokken organisaties.

Van belang is dat er binnen de betrokken organisaties professionals zijn die twee typen rollen kunnen bekleden. De eerste rol is intra-preneurship (Pinchot, 1985) die wordt bekleed door een persoon binnen elke betrokken organisatie, het betreffende onderwerp op de agenda houdt en blijft zoeken naar een, vaak vernieuwende, oplossing, ondanks de specifieke barrières én mogelijkheden binnen deze organisaties. De tweede rol is (institutioneel) entre-preneurship (DiMaggio, 1988; Garud

et al., 2002) waarmee wordt geduid op het vermogen om te handelen over grenzen van instituties en organisaties heen en zo verandering in gang kunnen zetten, binnen een netwerk van actoren. Beide rollen zijn onontbeerlijk. Intra-preneurs zorgen voor urgentie binnen de betrokken organisaties om met het complexe, ‘onaantrekkelijke’ probleem aan de slag te gaan, terwijl entre-preneurs naar samenwerkingsmogelijkheden zoeken, ook al is de oplossing van dit probleem, niet volledig de verantwoordelijkheid van de organisatie waar zij/hij voor werkt.

Intra-preneurs en entre-preneurs zijn in staat het sturend vermogen van de betrokken organisaties, zowel individueel als collectief, voor het oplossen van het complexe, ‘onaantrekkelijke’ probleem, te vergroten. Een manier om dat te doen is door het complexe en ‘onaantrekkelijk’ probleem, te verknoopen met andere problemen in dezelfde wijk die een hogere plek op de politiek-bestuurlijke agenda hebben. Dit type problemen sluit aan bij de urgenties van de betrokken organisaties afzonderlijk en bij de (gevestigde) samenwerkingsmogelijkheden tussen deze organisaties. Denk bijvoorbeeld aan een nieuwe gebiedsontwikkeling, de renovatie van de openbare ruimte (meer groen, veiliger infrastructuur), de aanleg, het beheer en onderhoud van ondergrondse infrastructuur van riolering en kabels en leidingen.

Dealing with land subsidence can be characterized as a ‘wicked problem’, a complex problem that is difficult or impossible to solve (Van den Ende et al., 2023). We see that municipalities are often hesitant or reluctant to tackle such a problem, so that it is pushed away or forward like a hot potato. There are several reasons for dealing with land subsidence and tackling its consequences in neighbourhoods and streets of various municipalities in the Netherlands.

Tackling the consequences of land subsidence on existing buildings and public space, for example in old city districts such as Bloemhof, requires major investments. To make these urban districts ‘subsidence-proof’, investments must be made, for example, in demolition/new building, renovation and adaptation of the existing buildings and/or redesign of the public space, including green/blue structures. An important reason for reluctance to invest in the management and maintenance of soil and subsoil, in the light of land subsidence, is that they are not (well) visible. Invisible investments are more difficult to ‘sell’ to politicians (the city council) and the supporters (the shareholders) of private parties, and require (very) well-founded arguments.

Even if the arguments are clear and an approach to the problem is available, the (partial) ‘clearing’ of existing urban areas by temporarily housing resi-

dents elsewhere in the city will still be a matter that many administrators prefer to avoid. It means quite a lot to temporarily strip parts of a neighborhood of its residents to make a demolition/new construction and/or renovation project possible. Where should the residents in question be temporarily housed? And can they return to a new or renovated home that is likely to have a higher rent? And in the event that this is not possible, how will residents be rehoused? And what happens to the mutual relationships and social cohesion in the neighborhood in question. These are questions that are politically and administratively difficult and will be gladly avoided.

In addition to the low visibility of investments in soil/subsurface and the high social sensitivity of neighbourhood renovations (‘with the renovation of bad foundations, it is difficult to present yourself in a positive political and administrative way’), there are additional barriers to a proactive approach to the consequences of land subsidence in old city districts. Firstly, the long time span for planning, designing and implementing effective measures that extends over the terms of office of the local government. Tackling the consequences of land subsidence requires a lot of patience, both official and administrative. Repairing mistakes from the past, for example poor or missing foundations, poor management and maintenance of public space and

green structures and/or postponed renovation of the sewerage system, also requires ‘courageous’ decisions whose consequences are difficult to foresee over time.

Secondly, the responsibility for managing the consequences of land subsidence in old city districts is not clearly assigned. Individual homeowners are responsible for the management and maintenance of their own foundation, garden and connection of cables and pipes? Housing corporations own (social) rental real estate and are responsible for the total management and maintenance. Municipalities are responsible for the management and maintenance of public space and sewerage. It is difficult to determine (exactly) where one responsibility begins and the other ends. After all, the soil/subsoil continues under the homes of both individual homeowners and housing associations; The public space of the municipality connects to the private gardens of homeowners and to the courtyards of housing blocks. Tackling the consequences of land subsidence at neighbourhood level requires integrated and synchronised solutions between the municipality, housing associations and homeowners.

Thirdly, with the necessary long-term investments, the question will always be asked whether the required investments also yield social returns, especially given the fact that public funds are often needed

Governance: Socio-Spatial Problems

to give shape and content to the desired redevelopment. Does the use of these public funds result in public c.q. social value creation (Moore, 1995; Bozeman, 2007; Haynes, 2018) and if so, what do these values consist of and which parties will be allowed to 'collect' the positive effects of the investments made? Do public investments in tackling the consequences of land subsidence (redevelopment of public space with green-blue structures or renovation of the sewerage and/or drainage system in the district) lead to an increase in the value of individual and housing association real estate? And if so, is that fair? Should individual homeowners make investments to mitigate the negative consequences of poorly substantiated public decisions? Ditto, for housing corporations? And if so, is that fair? And can homeowners and/or housing corporations bear the costs involved? In short, there may be agreement that the necessary investments are crucial to safeguard the values created in the longer term, but who will take the first step without the risk that the long-term restructuring process will not come to a standstill along the way and that the investments made will be in vain? And how can free-rider behaviour be prevented?

Tackling complex, 'unsolvable' and (politically-administratively) unattractive problems requires a strong steering capacity (Van Popering-Verkerk et al., 2022) from the organisations involved together. They must

be able to (1) emphasise the need for collective action within their own and between the actors involved, (2) engage in a constructive dialogue based on mutual understanding and aim at an integrated contribution, (3) allow their own and the organisations involved to move with unexpected, changed circumstances, (4) exchange lessons and make improvements for the benefit of a joint performance and (5) mobilise resources from their own organisation with those of the other organisations involved.

It is important that there are professionals within the organisations involved who can fulfil two types of roles. The first role is intra-preneurship (Pinchot, 1985) which is held by a person within each organization involved, keeps the relevant topic on the agenda and continues to look for a solution, often innovative, despite the specific barriers and opportunities within these organizations. The second role is (institutional) entre-preneurship (DiMaggio, 1988; Garud et al., 2002) which refers to the ability to act across the boundaries of institutions and organisations and thus initiate change, within a network of actors. Both roles are indispensable. Intra-preneurs create urgency within the organizations involved to work on the complex, 'unattractive' problem, while entre-preneurs look for collaboration opportunities, even if the solution to this problem is not entirely the responsibility of the organization they work for.

Intra-preneurs and entre-preneurs are able to increase the steering capacity of the organizations involved, both individually and collectively, to solve the complex, 'unattractive' problem. One way to do this is by linking the complex and 'unattractive' problem with other problems in the same neighbourhood that have a higher place on the political-administrative agenda. This type of problem is in line with the urgencies of the organisations involved individually and with the (established) cooperation opportunities between these organisations. Consider, for example, a new area development, the renovation of public space (more greenery, safer infrastructure), the construction, management and maintenance of underground infrastructure of sewers and cables and pipes.

Op zinkende grond

Charlotte Boreel

Kwetsbare buurten in Nederland worden geconfronteerd met toenemende uitdagingen als gevolg van klimaatverandering en bodemdaling, waardoor zowel de stabiliteit van de infrastructuur als de levenskwaliteit van de bewoners worden bedreigd. Ondanks de dringende noodzaak van aanpassing stuiten financiële belanghebbenden op hardnekkige barrières: inwoners missen vaak de middelen om te handelen, lokale overheden kampen met beperkte budgetten en particuliere investeerders aarzelen vanwege de hoge waargenomen risico's of onvoldoende rendementspotentieel.

Het onderzoek 'On sinking ground, A Design- Based Case Study Research of the Systemic Barriers to Climate Adaption in Dutch Vulnerable Neighbourhoods' richtte zich op de hoofdvraag: "Wat zijn de systemische barrières waarmee financiële belanghebbenden worden geconfronteerd bij het implementeren van maatregelen ten aanzien van klimaatadaptatie, mitigatie en bodemdaling in kwetsbare wijken in Nederlandse steden, en hoe kunnen deze barrières worden aangepakt?" Om deze onderzoeksvraag te beantwoorden, richtte het afstudeeronderzoek zich op financiële stakeholders, zoals woningcorporaties, overheden, banken, verzekeraars en ontwikkelaars en onderzocht hun rol bij het mogelijk maken of juist belemmeren van milieutechnische maatregelen.

Het afstudeerproject sloot aan bij het ontwerp onderzoek en leverde een bijdrage aan de ontwikkeling van de oplossingsstrategieën voor Bloemhof. Om de drie alternatieven te toetsen en systemische barrières aan het licht te brengen, werd een reeks interviews, een ontwerpessie en meerdere expertpanels gehouden met financiële en andere betrokken belanghebbenden.

De bevindingen onthullen drie onderling samenhangende barrières, op verschillende abstractieniveaus voor collectieve aanpassing:

1. Op systeemniveau is er geen landelijke coördinatie en geen aangewezen probleem eigenaar voor de milieutechnische problemen in kwetsbare wijken. Nationaal beleid, regelgeving en waarderingssystemen (zoals regels voor het afschrijven van woningen, marktgebaseerde taxatiemodellen en hypotheek criteria) houden geen rekening met fysieke risico's op de lange termijn, zoals verval van funderingen of bodemdaling. Dit creëert een kloof tussen urgente fysieke dreigingen en institutionele reacties. De huidige financiële regelingen geven prioriteit aan kostenbeheersing op de korte termijn boven waardecreatie op de lange termijn. In plaats van zich af te vragen "wat levert dit op?", zitten belanghebbenden vast in de logica van "wie betaalt?", wat de institutionele inertie en het vermijden

van risico's versterkt. Ontwerp Alternatief 3 (Waterhof), dat een volledig geherstructureerd en door water geleid stedelijk weefsel voorstelt, was technisch veelbelovend, maar benadrukte dat een dergelijke transformatieve aanpassing onhaalbaar is zonder experimentele wettelijke kaders, langetermijninvesteringinstrumenten en nationaal leiderschap.

2. Op wijkniveau ontbreekt het aan geïntegreerde financieringsmodellen die gezamenlijke investeringen voor klimaatadaptatie mogelijk maken. De bestaande subsidies zijn versnipperd en ontoereikend en hebben vaak alleen betrekking op geïsoleerde interventies. Tegelijkertijd zijn de kosten en baten van adaptatie ongelijk verdeeld: van sommigen wordt verwacht dat ze investeren, terwijl anderen er baat bij hebben zonder bij te dragen. Er zijn geen mechanismen om waardecreatie eerlijk te herverdelen. Dit werd duidelijk in alternatief 2 (De 'Natte T'), dat voorziet in herstructurering en vernieuwing van de openbare ruimte. Ondanks het enthousiasme van belanghebbenden legde het de noodzaak bloot van gefaseerde investeringsregelingen die rekening houden met onzekerheden, financiering waarin publieke en private actoren gezamenlijk investeren op basis van gedeelde belangen en langetermijndoelen, en egalisatie mechanismen om implementatie op schaal te

ondersteunen.

3. Op het niveau van de belanghebbenden opereren actoren binnen strenge mandaten en institutionele logica die samenwerking en aanpassing in de weg staan. Elke belanghebbende handelt volgens zijn formele verantwoordelijkheden, maar niemand neemt de verantwoordelijkheid voor de collectieve uitdaging. Deze fragmentatie leidt tot het vermijden van risico's en het verschuiven van de schuld. Ook blijkt er een mismatch te zijn in wie er aanwezig is aan de besluitvormingstafel en wie aanwezig zou moeten zijn. . Alternatief 1 (Blok-voor-blok) werd het meest haalbaar geacht binnen de bestaande rollen en verantwoordelijkheden, maar het reproduceerde de huidige logica en biedt beperkte klimaatbestendigheid. Dit toont aan hoe institutionele routines en de huidige besluitvorming 'de status-quo' vergrendelen.

Om de barrières die in dit proefschrift zijn geïdentificeerd te overwinnen, worden vijf aanbevelingen voorgesteld. Elke aanbeveling richt zich op een barrière op een van de drie onderling samenhangende niveaus (systeem-, buurt- en stakeholders schaal), en samen schetsen ze een pad om een collectieve milieutechnische aanpak op de lange termijn mogelijk te maken:

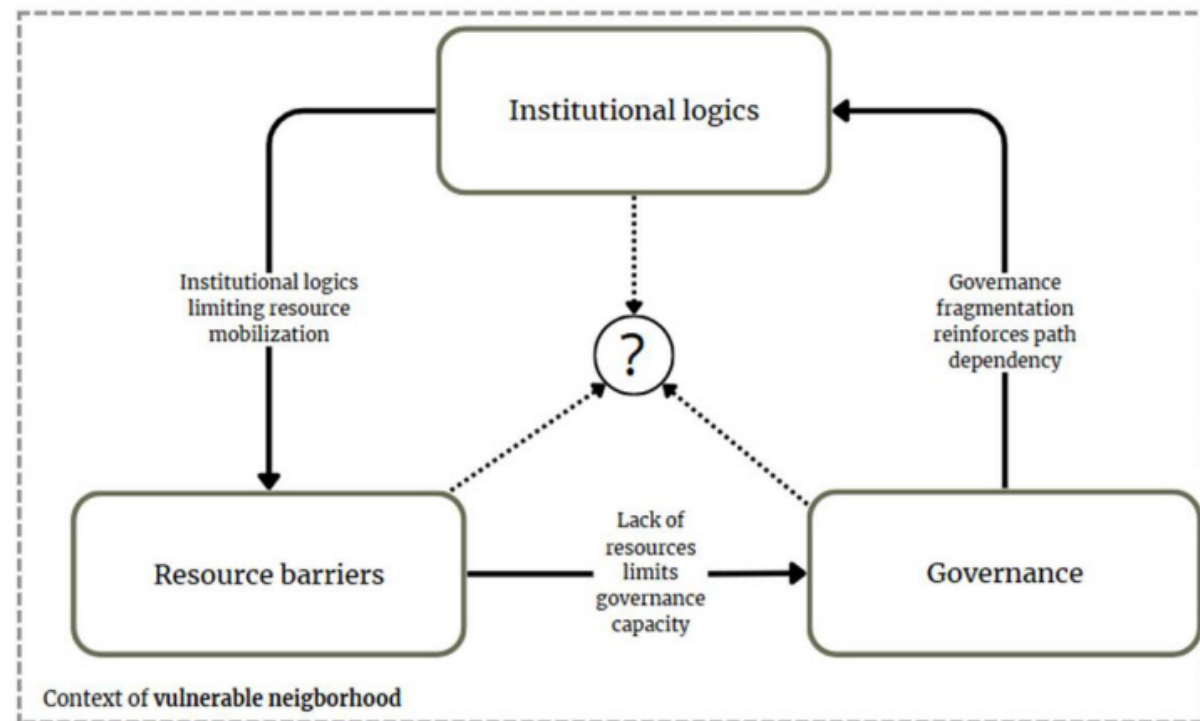


Figure 46: Conceptual model thesis (Boreel, 2025).

1. Breng de kosten van niets doen bloot ("scenario 0"): Voer kosten-batenanalyses uit door niets te doen om de fysieke, sociale en financiële gevolgen van niet-handelen op de lange termijn aan het licht te brengen. Dit bouwt urgentie op en ondersteunt strategische besluitvorming.
2. Benoem een nationale probleemeigenaar: Wijs een overheidsinstantie aan om de aanpassing in kwetsbare buurten te coördineren, met mandaat voor financiering, waardering en bestuurshervorming.
3. Experimentele zones inschakelen: De huidige regelgeving en waarderingsregels blokkeren integrale herontwikkeling. Om dit te verhelpen, moeten wijken worden aangewezen waar wettelijke en financiële regels (bv. over de boekwaarde) tijdelijk kunnen worden aangepast om nieuwe benaderingen te testen.
4. Stem tijdlijnen en beslissingsmomenten op elkaar af: Verduidelijk de rollen, belangen en drijfveren van elke belanghebbende in de buurt. Dit houdt in dat moet worden nagegaan wie direct of indirect belang heeft bij de kwestie en onder welke voorwaarden zij bereid zijn deel te nemen.
5. Ontwikkel gebiedsgebonden financieringsmodellen: Ontwikkel gedeelde financiële regelingen die gefaseerde investeringen tussen publieke en private actoren mogelijk maken.

Conclusie

Het onderzoek laat zien dat adaptatie in Bloemhof niet wordt geblokkeerd door een gebrek aan bewustzijn of technische oplossingen, maar door een hardnekkige combinatie van institutionele, resource- en governance-barrières. Hoewel belanghebbenden de urgentie erkennen, opereren ze binnen strenge (strikte/ beperkte) mandaten, risicomijdende logica's en gefragmenteerde beleidskaders. Dit leidt tot inertie: geen enkele actor voelt zich formeel verantwoordelijk en heeft het mandaat om geïntegreerde actie te initiëren. De huidige beleidskaders zijn niet toegerust om de omvang en complexiteit van bodemdaling, verval van funderingen en fysieke degradatie op de lange termijn aan te pakken. Dit maakt "scenario 0" (niets doen) niet alleen waarschijnlijk, maar ook sociaal en economisch duur. Het geval van Bloemhof laat zien dat adaptatie een systemische uitdaging is, waarbij eigendomsstructuren, wet- en regelgeving en financiële verantwoordelijkheden niet op elkaar zijn afgestemd. Met institutionele hervormingen, gedeelde verantwoordelijkheid en nieuwe financiële kaders zou geïntegreerde gebieds(her)ontwikkeling mogelijk kunnen worden.

Design speelt een rol in dit proces, niet als blauwdruk voor implementatie, maar als een instrument om systemische barrières bloot te leggen, dialoog op gang te brengen en mogelijke toekomsten bloot te leggen. Door zichtbaar te maken wat nu beperkt is, maakt ontwerp reflectie mogelijk over wat mogelijk moet worden gemaakt.

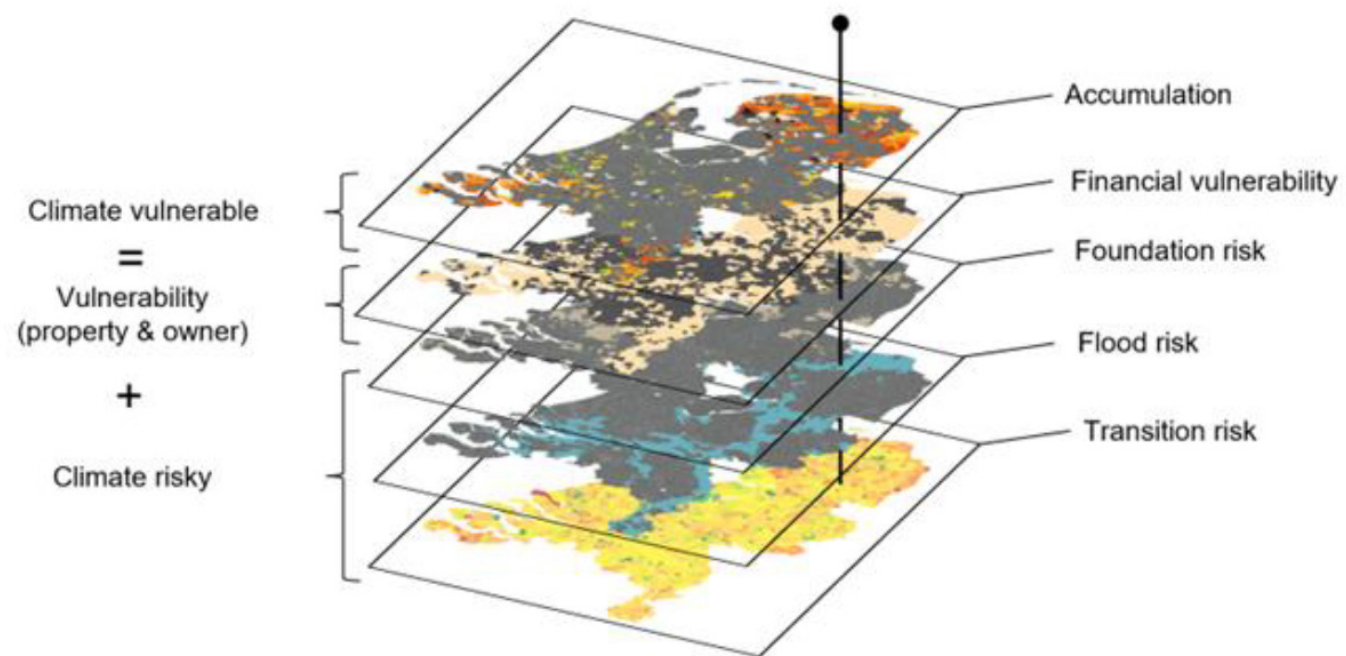


Figure 47: Climate vulnerability at different layers (ABN AMRO, 2023).

On Sinking Grounds

Vulnerable neighbourhoods in the Netherlands face mounting challenges from climate change and land subsidence, threatening both infrastructure stability and residents' quality of life. Despite the urgent need for adaptation, financial stakeholders encounter persistent barriers: residents often lack the means to act, local governments face budgetary constraints, and private investors hesitate due to high perceived risks or insufficient return potential.

The research addressed the main question: "What are the systemic barriers faced by financial stakeholders in implementing climate adaptation measures in vulnerable neighbourhoods in Dutch cities, and how can these barriers be addressed?" To answer this research question, the thesis focused on financial stakeholders, such as housing associations, government agencies, banks, insurers, and developers and role in enabling or blocking climate adaptation. The graduation project was aligned with the research-by-design and contributed to and worked with the design of the solution strategies for Bloemhof.

To test the three alternatives and uncover systemic barriers, a series of interviews, a design-based session, and expert panels were conducted with financial and other related stakeholders. The findings reveal three interrelated barriers to

collective adaptation:

1. At the system level, there is no national coordination and no designated problem owner for climate adaptation in vulnerable neighbourhoods. National policies, regulations, and valuation systems (such as housing depreciation rules, market-based appraisal models, and mortgage criteria) fail to incorporate long-term physical risks like foundation decay or land subsidence. This creates a disconnect between urgent physical threats and institutional responses. Current financial arrangements prioritize short-term cost control over long-term value creation. Rather than asking "what does this yield?", stakeholders are locked in a logic of "who pays?", which reinforces institutional inertia and risk avoidance. Design alternative 3 (Waterhof), which proposes a fully restructured and water-led urban fabric, was technically promising but highlighted that such transformative adaptation is infeasible without experimental legal frameworks, long-term investment instruments, and national leadership.
2. At the neighbourhood level, there is a lack of integrated financing models that allow for collective investment for climate adaptation. Existing subsidies are fragmented and insufficient, often only covering isolated interventions. At the same time, the costs and benefits of adaptation are unevenly distributed: some are expected to invest, while others may benefit without contributing. There are no mechanisms to fairly redistribute value increases. This became evident in alternative 2 (The 'Natte T'), which envisions water-based restructuring and public space renewal. Despite stakeholder enthusiasm, it exposed the need for phased investment arrangements that account for uncertainties, financing in which public and private actors jointly invest based on shared interests and long-term goals, and equalization mechanisms to support implementation at scale.
3. At the stakeholder level, actors operate within narrow mandates and institutional logics that hinder collaboration and adaptation. Each stakeholder acts according to their formal responsibilities, but no one takes ownership of the collective challenge. This fragmentation leads to risk avoidance and blame shifting. Crucially, there is also a mismatch in who is, and who should be present at the decision-making table. Alternative 1 (Block-by-block) was considered the most feasible within existing roles and responsibilities, but it reproduced the current logic and offered limited climate resilience, showing how institutional routines and current decision-making lock in 'the status quo'.

To overcome the barriers identified in this thesis, five recommendations are proposed. Each recommendation targets a barrier at one of the three interrelated levels (system, neighbourhood-and stakeholder scale), and together they outline a path toward enabling collective, long-term climate adaptation:

1. Expose the costs of inaction (“scenario 0”): Conduct cost-benefit analyses of doing nothing to reveal the long-term physical, social, and financial consequences of inaction. This builds urgency and supports strategic decision-making.
2. Appoint a national problem owner: Assign a public authority to coordinate adaptation in vulnerable neighbourhoods, with mandate over funding, valuation, and governance reform.
3. Enable experimental zones: Current regulations and valuation rules block integrated redevelopment. To overcome this, designate neighbourhoods where legal and financial rules (e.g. on book value) can be temporarily adjusted to test new approaches.
4. Align timelines and decision moments: Clarify the roles, interests, and incentives of each stakeholder involved in the neighbourhood. This includes identifying who has a direct or indirect stake in the issue, and under which conditions they are willing to participate.

5. Develop area-based financing models: Develop shared financial arrangements that enable phased investment across public and private actors.

Conclusion

The research shows that adaptation in Bloemhof is not blocked by a lack of awareness or technical solutions, but by a persistent combination of institutional, resource, and governance barriers. While stakeholders recognize the urgency, they operate within narrow mandates, risk-averse logics, and fragmented policy frameworks. This results in inertia: no actor feels formally responsible and has the mandate to initiate integrated action. Current policy frameworks are not equipped to deal with the scale and complexity of land subsidence, foundation decay, and long-term physical degradation. This makes “scenario 0” (doing nothing) not only likely, but also socially and economically costly. The case of Bloemhof shows that adaptation is a systemic challenge, where ownership structures, laws and regulations and financial responsibilities are misaligned. With institutional reform, shared ownership, and new financial frameworks, integrated area (re)development could potentially become feasible.

Design plays a role in this process, not as a blueprint for implementation, but as a tool to

expose systemic barriers, initiate dialogue, and reveal possible futures. By making visible what is currently restricted, design enables reflection on what should be made possible.

Afsluiting

In dit onderzoeksproject is de Rotterdamse wijk Bloemhof als voorbeeld genomen van vele andere kwetsbare wijken die met dezelfde kwesties te maken hebben: bodemdaling, wateroverlast, hittestress, verouderde woningvoorraad, beperkte mogelijkheden voor klimaatmitigatie. Voor het ontwikkelen van oplossingsrichtingen op deze uitdagingen in kwetsbare wijken zijn de volgende generieke uitgangspunten voor het ontwerpend onderzoek geformuleerd:

- bewust omgaan met effecten van gentrificatie door het bouwen voor de woningbehoefte van de buurt en onderzoeken van verdichting met als doel ruimtelijke kwaliteit, klimaatadaptatie en mitigatie en haalbaarheid;
- bodem en water sturend betekent programmeren en bebouwen op basis van draagkracht en hoogteverschillen met als doel waterberging en hittestress vermindering;
- nemen van een ruimtelijke integrale beslissing voor het bouwrijp maken en het aanleggen van nieuwe en/of het renoveren van bestaande rioleringen of funderingen.
- creëren van mogelijkheden tot het omschakelen naar hernieuwbare energie.

De drie ruimtelijke oplossingsrichtingen die zijn ontwikkeld bieden geen letterlijke oplossing voor de problemen maar zijn bedoeld om van te leren op onderdelen. We leren van oplossingsrichting

1: Blok voor Blok, het voorbeeld van business as usual, dat incrementele transformatie wel mogelijk is, maar niet de problemen voor de toekomst oplost. Het model levert te weinig wateropslag en groene ruimte op en realiseert geen nieuwe woontypen die aan toekomstige woonwensen tegemoet komen. Dit alternatief heeft ook 3 varianten: de bebouwing kan worden teruggebouwd met hetzelfde volume, of met een of twee lagen extra. De laatste zal het meest rendement geven voor de uitvoering van plannen maar het karakter van de wijk zal sterk veranderen.

Van oplossingsrichting 2 Nieuw Singelplan Natte T, leren we dat het maken van publieke ruimte een drager is voor water en bodem (groen en biodiversiteit) en dat maakt de wijk meer future proof en biedt ook kansen voor het diversificeren van de woontypologie. Het vraagt om grotere investeringen en nieuwe partners, en een ruimtelijke herstructurering. In deze oplossingsrichting volgen grote delen van de wijk de ingrepen van Blok voor Blok, die hebben dus ook dezelfde prestatie.

De derde oplossingsrichting Waterhof is een voorbeeld voor grote herstructurering en biedt dus veel kansen voor water, bodem en nieuwe woonvormen. Het betekent wel dat, om ruimte vrij te maken voor waterberging aan de lagere zuidoostzijde, flink verdicht moet worden met hoogbouw aan de westkant van het gebied.

Closing

Het brengt enerzijds wel het risico van gentrificatie met zich mee, maar heeft anderzijds veel te bieden aan mensen die in de wijk willen blijven wonen.

De drie ontwerpen dienen als katalysator om de problemen en de kansen concreter te maken en te begrijpen. Het behouden van het karakter van de wijk is door de schaal van de problemen, waaronder de erfenis uit het verleden, de tijdelijke bouw zonder palen, moeilijk zijn en misschien ook wel ongewenst als het moet aansluiten op wensen van nu en morgen. Het geven van richting aan een toekomst is een publieke zaak, een plan dat wellicht elementen bevat van de drie oplossingsrichtingen is nodig.

Ontwerpend onderzoek is gericht op het verkennen, buiten de huidige realiteit om te kijken hoe het anders kan en niet op het ontwikkelen van een eindbeeld. De drie ontwerpen moeten altijd naast elkaar gehouden worden om van te leren of om te expliciteren wat de problemen zijn en waarom ze opgelost moeten worden. De drie ontwerpen zijn gebruikt in het werk van Charlotte Boreel om financiële barrières voor bodemdaling-gerateerde stedelijke transformatie te begrijpen, en met de betrokken specialisten om de samenhang tussen de problemen en de mogelijke samenhang in oplossingen te bespreken.

Ten slotte zijn er naast de ingrepen op blok, straat en wijk niveau natuurlijk ook ‘no regret’-maatregelen te nemen (ingrepen te doen) die op de korte termijn zouden kunnen helpen om het wateroverlast tegen te gaan, zoals meer infiltratie of waterplein achtige oplossingen, die een nieuw plan niet in de weg zitten. Er zijn wellicht (zeer) versteende gebiedjes die wat (al) vergroend kunnen worden door tegels te wippen. Dit kan samen met bewoners, zodat zij zien wat er nodig is om Bloemhof meer klimaatbestendig te maken. Er kan ook beter gekeken naar worden naar (deels) leegstaande gebouwen / (delen van) woonblokken op (zeer) ongunstige locaties die gesloopt kunnen worden en (tijdelijk) kunnen worden heringericht voor groen/blauwe structuren. Hierin kan samenwerking met de woningcorporaties worden gezocht, maar dat er eerst een plan moet komen is wel duidelijk.

	nu		alternatief 1				alt.2	alt. 3
	%	Volume	1.	2.	3.	V.K.	V.K.	V.K.
Woonstad	34.6	122 065	133 774	174 139	230 489	187 769	170 096	155 960
De HEF	7.0	25 205	25 205	39 915	48 625	39 915	25 205	25 205
Overig	3.7	13 156	13 156	13 156	13 156	13 156	13 156	13 156
Gemeente	6.0	21 189	21 189	23 679	26 169	23 679	21 189	21 189
Privaat	48.7	171 799	177 207	187 312	198 312	190 782	201 236	276 250
Totaal	100.0	353 414	370 531	438 201	516 751	455 301	430 882	491 760

* in vierkante meters

	nu	alternatief 1	alternatief 2	alternatief 3
Groene publieke ruimte	72 107 m²	95 408 m²	103 608 m²	161 040 m²
Watergangen	13 375 m²	13 375 m²	23 242 m²	123 101 m²

Figure 48: Statistics and ownership changes for each alternative (TU Delft, 2025).

	Strategic approaches					
Building stones	1. Blok voor Blok Aanpassen van blokken zonder paal- fundering volgens gangbare systematiek Privaat: individueel en/of collectief (woningcorporatie of project- ontwikkelaar)	Adjusting blocks without pile foundations according to common practice Private: individual and/or collective (housing association or project developer)	2. Nieuwe Singelplan Stedenbouwkundige ingreep, inpassing structuur van openbare ruimte Publiek: collectief (wooncorporatie en/of) en gemeente	Urban design intervention, integrating the structure of public space Public: collective (housing association and/or) municipality	3. Waterhof Herstructurering wijk als geheel met uitgangspunt bodem en water Publiek: collectief (wooncorporatie en/of) en gemeente	Restructuring the neighbourhood as a whole with soil and water as the starting point Public: collective (housing association and/or) municipality
Real estate development (densification & typology)	29 % verdichting, geen nieuwe typen	29% densification, no new types	22% verdichting en tijdelijke superstructuren	22% densification and temporal superstructures	40% verdichting, hoogbouw en wonen op water	40% densification, high-rise and living on water
Climate adaptation (water & heating)	Adaptatie op veranderen watersysteem is laag, wel meer groen in de straat (infiltratie, koelte) en de nieuwe woningen zijn aangepast op klimaat	Adaptation to a changed water system is low, though there is more greenery in the street (infiltration, cooling) and the new houses are climate-adapted	Biedt genoeg ruimte om het watersysteem goed op orde te krijgen en meer groen voor infiltratie en koeling aan te brengen, riool op hoogte dus opgelost	Provides enough space to get the water system properly in order and to add more greenery for infiltration and cooling, sewer at proper height so resolved	Oplossingsrichting is zeer toekomstbestendig Aansluiting op riool niet opgelost	Solution direction is highly future-proof Connection to the sewer is not resolved
Sewers and elevation levels	Gebied wordt opgehoogd naar wenspeil dus riool weer op hoogte, deels ruime voor gescheiden riool	The area is raised to the desired level, including the sewer, there is space for separated sewer system partially	Gebied wordt opgehoogd naar wenspeil, deels ruime voor gescheiden riool en meer water opslagcapaciteit	Area is raised to the desired level, partly space for separated sewer and more water storage capacity	Het grootste deel van het gebied stapt over op een ander afvoersysteem, er is veel water opslagcapaciteit.	Most of the area switches to a different drainage system, there is a lot of water storage capacity.
Energy transition	Er worden mogelijkheden voor inpassing hernieuwbare bronnen en CO ₂ neutrale huizen gecreëerd, maar minimaal	Opportunities for integrating renewable sources and CO ₂ -neutral houses are created, but minimal	Er worden mogelijkheden voor inpassing hernieuwbare bronnen en CO ₂ neutrale huizen gecreëerd	Possibilities are created for integrating renewable sources and CO ₂ -neutral houses	Dit alternatief creëert veel mogelijkheden voor inpassing hernieuwbare bronnen en CO ₂ neutrale huizen	This alternative creates many possibilities for integrating renewable sources and CO ₂ -neutral houses
Soil, foundations, site preparation	Woningen krijgen paalfunderingen, straten blijven opgehoogd	Houses get pile foundations, streets remain raised	Hetzelfde als in 1, met openbare ruimte die (deels) niet zijn opgehoogd	Same as in 1, with public spaces that are (partly) not raised	Woningen drijven of krijgen paalfunderingen, geen ophoging verder	Homes float or get pile foundations, no further raising
Required 'shifting space'	Weinig, incrementele transformatie met blokken tegelijk	Small, incremental transformation with blocks at a time	Aanzienlijk, incrementele maar ook ingrijpende transformatie met blokken tegelijk	Considerable, incremental but also impactful transformation with blocks at a time	Veel, hele straten en bouwblokken elders onderbrengen	A lot, entire streets and building blocks relocated elsewhere

Figure 49: Closing overview (TU Delft, 2025).

In this research project, neighborhood Bloemhof in Rotterdam was taken as an example of many other vulnerable districts facing similar issues: land subsidence, water nuisance, heat stress, an aging housing stock, and limited capacity for climate mitigation. To explore potential approaches to these challenges, the following general design principles were formulated:

- Addressing gentrification by building for local housing needs and exploring densification focused on spatial quality, climate adaptation and mitigation, and feasibility;
- Letting soil and water guide development based on load-bearing capacity and elevation, aiming for water storage and reduced heat stress;
- Making integrated spatial decisions for preparing building sites and constructing or renovating sewers and foundations;
- Creating opportunities to shift towards renewable energy.

The three developed design strategies do not provide direct solutions, but serve as ways to learn from specific aspects. From Block by Block, the “business as usual” approach, we learn that incremental transformation is possible but insufficient for future challenges. It lacks water storage, greenery, and new housing types. This approach

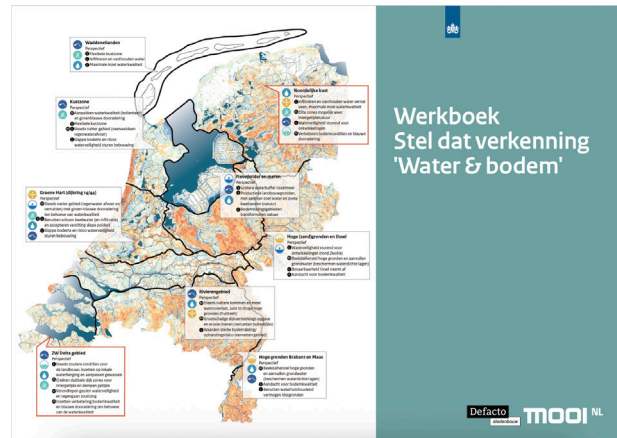
has three variants: rebuilding with the same volume, or adding one or two extra floors. The latter yields more return but strongly changes the neighborhood’s character. From the second option, the New Singel Ring Plan, we learn that creating public space can support water and soil systems, enhance biodiversity, and make the area more future-proof, while also enabling more diverse housing. It requires greater investments, new partners, and spatial restructuring. Large parts of the district follow the Block by Block interventions and therefore show similar results. The third option, Water Court, illustrates large-scale restructuring, offering major opportunities for water, soil, and new housing types. It requires densification with high-rise on the western edge, which brings a risk of gentrification but also benefits residents wishing to remain in the area.

The three designs act as catalysts to concretise and clarify challenges and opportunities. Given the scale of the problems, such as historic legacies and temporary, pile-less construction, preserving the character of the area is difficult and perhaps undesirable if it must meet today’s and tomorrow’s needs. Shaping a future vision is a public task, and a plan combining elements of all three approaches may be required.

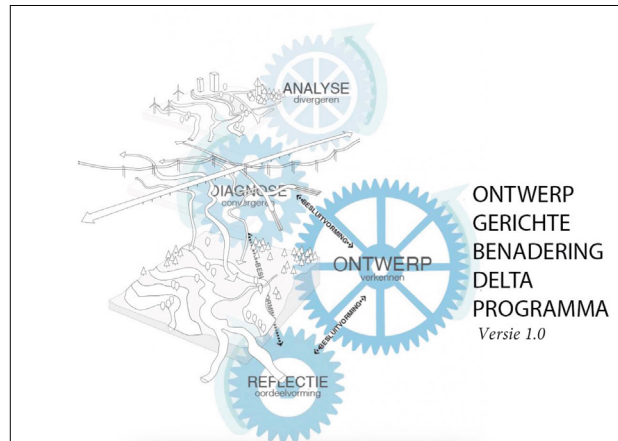
Design-based research focuses on exploration, looking beyond current reality to test alternatives, rather than defining a final plan. The three designs should always be compared to learn and clarify what issues we have and why they must be addressed. These designs were also used in Charlotte Boreel’s work to study financial barriers in land-subsidence-related urban transformation, and in discussions with specialists on the relationships between challenges and integrated solutions.

Finally, beyond block, street, and neighborhood interventions, “no-regret” measures can already help in the short term to reduce water nuisance, such as improved infiltration or water-square-like designs, without hindering future plans. Some highly paved areas could (already) be greened by removing tiles together with residents, to increase their awareness of what is needed to make Bloemhof more climate-resilient. Attention could also go to (partially) vacant buildings or (parts of) housing blocks in (very) poor locations that could be demolished and temporarily converted into green-blue spaces. Collaboration with housing associations could support this, though a clear plan must first be developed.

Verwijzingen en voorbeelden



References and Examples



Colofon

Dit project is gefinancierd door Resilient Delta.

Tekst: Fransje Hooimeijer, Mike Duijn, Charlotte Boreel, Faried Nurmohamed, ZUS and Flux landscape architecture.

Beeld: Faried Nurmohamed (TU Delft), ZUS and Flux landscape architecture

Medewerkers:

TU Delft: Fransje Hooimeijer, Faried Nurmohamed, Charlotte Boreel, Tom Daamen, Olivier Hoes, Mandy Korf, Jeroen Langeveld, Laura Thomas.

EUR: Mike Duijn

Red&Blue: Zac Taylor, Tom Daamen, Audrey Esteban, Mats Lucia Bayer

RDD collectief: ZUS en Flux landscape architecture

Resilient Delta: Zac Taylor

Colophon

Literatuurlijst/Literature:

Bozeman, B. (2007). Public values and public interest: Counterbalancing economic individualism. In *Georgetown University Press eBooks*. <https://doi.org/10.1353/book13027>

Dimaggio, P. (1988). Interest and agency in institutional theory. *Medical Entomology and Zoology*, 1–21. <https://ci.nii.ac.jp/naid/10030010621/>

Garud, R., Jain, S., & Kumaraswamy, A. (2002). Institutional entrepreneurship in the sponsorship of common technological standards: the case of Sun Microsystems and Java. *Academy of Management Journal*, 45(1), 196–214. <https://doi.org/10.5465/3069292>

Haynes, P. (2018). Understanding the influence of values in complex systems-based approaches to public policy and management. *Public Management Review*, 20(7), 980–996. <https://doi.org/10.1080/14719037.2017.1364411>

Moore, M. H. (1995). Creating public value : strategic management in government. *Medical Entomology and Zoology*. <http://ci.nii.ac.jp/ncid/BA26686818>

Pinchot, G. (1985). Intrapreneuring: Why you don't have to leave the corporation to become an entrepreneur. In *Medical Entomology and Zoology*. <http://ci.nii.ac.jp/ncid/BA28266336>

Van Den Ende, M. A., Hegger, D. L., Mees, H. L., & Driessen, P. P. (2023). Wicked problems and creeping crises: A framework for analyzing governance challenges to addressing environmental land-use problems. *Environmental Science & Policy*, 141, 168–177. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2023.01.006>

Van Popering-Verkerk, J., Molenveld, A., Duijn, M., Van Leeuwen, C., & Van Buuren, A. (2022). A Framework for Governance Capacity: a broad perspective on steering efforts in society. *Administration & Society*, 54(9), 1767–1794. <https://doi.org/10.1177/00953997211069932>

