TU Delft

Delft University of Technology

Document Version
Final published version

Licence
Unspecified

Citation (APA)
Hooimeijer, F. L., Rizzetto, F., van den Broek, J., Vermeulen, S., Goselink, C. C., Kreulen, M. M., de Roode, M. W., & van der Voorn, A. C. M. (2021). *Verrijking van het Ruimtelijk Uitvoeringsplan met de ondergrondse dimensie: ontwerpend onderzoek voor de Vlaamse Overheid* . Delft University of Technology.

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.

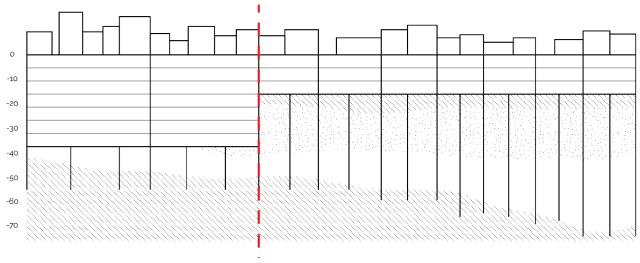
This work is downloaded from Delft University of Technology.

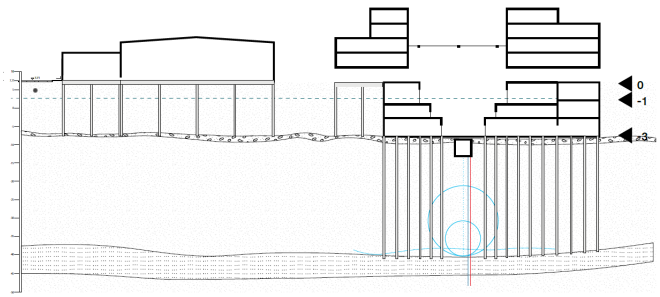
DEPARTEMENT
OMGEVING

TU Delft / onderzoek

VERRIJKING VAN HET RUIMTELIJK UITVOERINGSPLAN MET DE ONDERGRONDSE DIMENSIE

4.01.2021





Vlaanderen
is omgeving

www.omgevingvlaanderen.be

Colofon

Opdrachtgever
Departement Omgeving, afdeling beleidsontwikkeling en juridische ondersteuning

Opdrachtnemer, team TU Delft
Fransje Hooimeijer (TU Delft opdrachtnemer)
Francesca Rizzetto (externe ontwerper)
Jort van der Broek (student stedenbouw TU Delft)
Stefan Vermeulen (student stedenbouw TU Delft)
Cas Goselink (student stedenbouw TU Delft)
Marijne Kreulen (student stedenbouw TU Delft)
Menno de Roode (student stedenbouw TU Delft)
Amber van der Voorn (student stedenbouw TU Delft)

Deelnemers, adviseurs Vlaanderen
Shana Debrock (Vlaamse Overheid)
Julie Dalle (Vlaamse Overheid)
Katrien De Nil (Vlaamse Overheid)
Tinneke De Rouck (Vlaamse Overheid)
Geert Mertens (Vlaamse Overheid)
Anke Vancaudenberg (Vlaamse Overheid)
Veerle Van Hassel (Vlaamse Overheid)
Leen Vincke (Vlaamse Overheid)
Jan Zaman (Vlaamse Overheid)
Marleen Van Damme (Vlaamse Overheid)
Inge De Vrieze (OVAM)
Karel Vanackere (AG Stadsvernieuwing Oostende)
Muriel Claeys (AG Stadsvernieuwing Oostende)
Kris Derveaux (Klimaat manager stad Oostende EOS)

© TU Delft 2020
Research group Delta Urbanism
Department Urbansim
Faculty of Architecture and the Built Environment
University of Technology Delft
Delft, Netherlands

INHOUD

1 Management samenvatting 5
2 Introductie 7
2.1 Visie op het beleidsthema 7
2.2 Uitwerking vraagstelling 8
2.3 Uitgewerkt plan van aanpak en methodiek 8
3 Analyse van RUP 10
3.1 Concept generiek raamwerk 11
4 Integratie van de ondergrond in RUP 13
4.1 Acceptatie van de ondergrond & kwalitatieve meerwaarde van de ondergrond 13
4.1.1 Informeel 13
4.1.2 Formeel 14
4.2 Meerwaarde van de ondergrondse dimensie in het planproduct 19
4.3 Informatie integratie 21
4.3.1 SVRO-methode 21
4.3.2 Technisch profiel 22
4.3.3 Provocatief ontwerp 24
5 Experimenteren met verbeelding 28
5.1 Doorsnede 28
5.2 Plattegrond 31
5.3 Perspectief/axonometrie 32
5.4 3D: GIS, BIM en Voxel 34
5.5 Samenwerkende instrumenten 37
5.6 Verbeelden van richtlijnen 39
6 Het Project: casus Oostende 42
6.1 Project RUP Ondernemen in Oostende 42
6.2 SVRO-methode 42
6.3 Analyse technisch profiel 43
6.4 Provocatief scenario dobber 46
6.4.1 Concept 46
6.4.2 SWOT 46
6.4.3 Ontwerp 46
6.4.4 Stedenbouwkundig randvoorwaarden 49
6.5 Provocatief scenario slagschip 51
6.5.1 Concept 51
6.5.2 SWOT 52
6.5.3 Ontwerp 53
6.5.4 Stedenbouwkundige voorschriften 55
7 Nieuw RUP 58
7.1 Bestaande ruimtelijke structuur + technisch profiel 58
7.2 Verordenend grafisch plan 59
7.2.1 Strategische projectlocaties 60
7.3 Stedenbouwkundige voorschriften 61

7.3.1 Inrichtingsstudies 64
7.4 Integratie PLanMER 69
8 Verrijking RUP: generiek raamwerk 71
9 Beleidsaanbeveling 76
9.1 Ontwikkelen van een standaard RUP 76
9.1.1 Bewustwording ten aan zien van de noodzaak 76
9.1.2 Terminologie verduidelijken 76
9.1.3 Visualisatie & legenda 77
9.1.4 Koppelen onderzoek aan ontwerp 77
9.1.5 Ontwikkeling gebiedscategorieën 77
9.1.6 Aandacht voor gebiedskarakteristieken 78
9.1.7 Ontwikkeling kavelpaspoort 78
9.1.8 Legitimatie van ondergrondse ruimte 79
9.1.9 Toekomstvisie en standaarden ondergrondse infrastructuur 79
9.2 Relevante beleidsontwikkelingen 80
9.3 Bredere en diepere Planning context 80
9.4 Ondergrond in 2D of 3D? 81
9.5 Bijsluiter 81

Bibliografie
Annex 1: Artikelen RUP
Annex 2: Onderzoek TUD
Annex 3: Paper distributed Agency between 2D and 3D in subsurface planning
Annex 4: Paper Balance4p
Annex 5: Excel overview detailed
Annex 6: Technisch profiel

1 MANAGEMENT SAMENVATTING

Het Beleidsplan Ruimte Vlaanderen (BRV) richt zich op het bijkomend ruimtebeslag stelselmatig terugdringen door het ruimtelijk rendement te verhogen of wel te verdichten. Dit kan met behulp van klassieke verdichtingsstrategieën zoals hoogbouw of multifunctioneel grondgebruik, maar ook de ondergrond kan als volwaardige ruimte tegemoetkomen aan de vraag naar ruimte. Dit voegt een geheel nieuwe dimensie toe aan het ruimtelijk rendement, maar is nog niet een vanzelfsprekend onderdeel van het ruimtelijke instrumentarium.

Het beter integreren van de ondergrond aan het omgevingsbeleid is het doel van de beleidsverkenning van het Departement Omgeving: 'Verrijking van het omgevingsbeleid met de ondergrondse dimensie'. Hiertoe is de vraag gesteld hoe het Vlaamse plansysteem, planinstrumentarium en planprocessen verrijkt zouden worden met de ondergrondse dimensie om kwalitatief een bijdrage te leveren aan de verdichting. Het departement zoekt antwoord op volgende beleidsvraag: 'Hoe kan het Vlaams planinstrumentarium verrijkt worden met de diepte- dimensie'?

Binnen deze opdracht is specifiek gefocust op het stedelijk ruimtelijk uitvoeringsplan (RUP) met als testlocatie industriezones Oosteroever in Oostende. Voor de case is een analyse van de ondergrond informatie uitgevoerd en via ontwerpend onderzoek is geëxperimenteerd met visualisatie technieken waarmee een ruimtelijk uitvoeringsplan en de onderliggende deelproducten kan worden verrijkt met de ondergrond.

Het concrete resultaat van de studie en het experiment is een upgrade van een generiek RUP waarbij de ondergrond (visueel en inhoudelijk) is geïntegreerd in alle noodzakelijke deelproducten. Dit heeft de volgende beleidsaanbevelingen opgeleverd:

1) Ontwikkelen van een standaard RUP + ondergrond

Er zijn zeer veel mogelijkheden de ondergrond beter te betrekken in het ruimtelijke plan, de volgende aspecten zouden daarvoor geïmplementeerd moeten worden:

a) Bewustwording ten aanzien van de noodzaak stimuleren, inspireren,
b) Terminologie verduidelijken om interdisciplinair ontwerp te versterken,
c) Visualisatie & legenda uitbreiden met technische aspecten,
   - Huidige situatie uitbreiden met technisch profiel
   - Grafisch plan uitbreiden met schalen, doorsneden en gebiedscategorieën
   - Stedenbouwkundige voorwaarden uitbreiden met de categorieën maaivelden en ondergrond
   - Inrichtingsstudie uitbreiden met 3d studies, lagenstudies
d) Koppelen onderzoek aan ontwerp in het ruimtelijk ontwikkelingsproces,
e) Ontwikkeling gebiedscategorieën waarin meer mogelijk is, mixen van functies,
f) Aandacht voor gebiedskarakteristieken per landschappelijk gebied, lokale condities,
g) Ontwikkeling kavelpaspoort waarin op de prestatie (van bv. Waterberging) wordt gestuurd,

h) Legitimatie van ondergrondse ruimte in ruimtelijke strategie en kwaliteit,
i) Toekomstvisie en standaarden in ondergrondse infrastructuur om efficiëntie en impact te verbeteren.

2) Relevante beleidsontwikkelingen

In de gesprekken met de betrokkenen bij deze studie zijn verschillende voorbeelden van relevante beleidsontwikkelingen uit het verleden en in het nu voorbij gekomen. Het zou interessant zijn daarvan te leren. Wat hadden deze ontwikkelingen als doel en waarom is het wel of niet vigerend beleid geworden?

3) Bredere en diepere Planning context

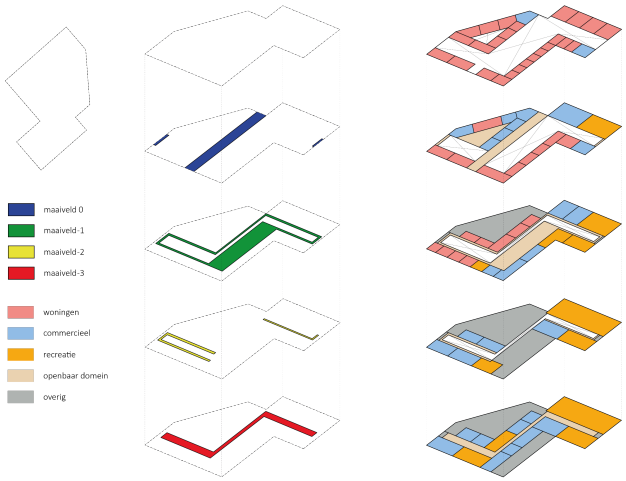
De aanbevelingen voor het RUP kunnen niet bestaan zonder een blik op de grotere context en ook de diepere context. De grotere context gaat over de positie van een project RUP in de planning systematiek. Het is belangrijk om de ondergrondse ontwikkelingen ook tussen de schalen te linken om het te kunnen bevorderen. De diepere context is de koppeling aan andere beleidsterreinen in wet- en regelgeving en planning instrumenten.

4) Ondergrond in 2D of 3D?

Interdisciplinair werken is het verenigen van disciplinaire informatie, maatregelen en doelen. Het integreren van informatie moet stapsgewijs gedaan worden met een regie die stuurt op steeds grotere resolutie, steeds grotere detail niveau. Dat kan worden gedaan in 2D en 3D, wanneer is welk instrument in het RUP-proces relevant en effectief.

5) Bijsluiter

Deze studie zou beter tot zijn recht komen binnen een breder onderzoek naar de stand van zaken in het Vlaams grondgebied omtrent het integreren van de ondergrond in de ruimtelijke planning.



Maaivelden openbare ruimte en bestemmingscategorieën in axonometrie strategische projectlocatie

2 INTRODUCTIE

Het Beleidsplan Ruimte Vlaanderen (BRV) richt zich op het bijkomend ruimtebeslag stelselmatig terugdringen door het ruimtelijk rendement te verhogen of wel te verdichten. Dit kan met behulp van klassieke verdichtingsstrategieën zoals hoogbouw of multifunctioneel grondgebruik, maar ook de ondergrond kan als volwaardige ruimte tegemoetkomen aan de vraag naar ruimte. Dit voegt een geheel nieuwe dimensie toe aan het ruimtelijk rendement, maar is nog niet een vanzelfsprekend onderdeel van het ruimtelijke instrumentarium.
Het beter integreren van de ondergrond aan het omgevingsbeleid is het doel van de beleidsverkenning van het Departement Omgeving: 'Verrijking van het omgevingsbeleid met de ondergrondse dimensie'. Hiertoe is de vraag gesteld hoe het Vlaamse plansysteem, planinstrumentarium en planprocessen verrijkt zouden worden met de ondergrondse dimensie om kwalitatief een bijdrage te leveren aan de verdichting. Het departement zoekt antwoorden op volgende beleidsvraag: 'Hoe kan het Vlaams planinstrumentarium verrijkt worden met de diepte- dimensie'? Binnen deze opdracht is specifiek gefocust op het stedelijk ruimtelijk uitvoeringsplan (RUP) met als testlocatie industriezones Oosteroever in Oostende. Voor de case is een analyse van de ondergrond informatie uitgevoerd en via ontwerpend onderzoek is geëxperimenteerd met visualisatie technieken waarmee een ruimtelijk uitvoeringsplan en de onderliggende deelproducten kan worden verrijkt met de ondergrond.
De verworven inzichten moeten aanleiding geven om de ondergrondse dimensie beter te integreren in het omgevingsbeleid, om ruimtelijke planners en ontwerpers te inspireren en sensibiliseren en om ondergrond als volwaardige dimensie mee te nemen.

2.1 VISIE OP HET BELEIDSTHEMA

De ondergrond is in de breedste zin des woord de basis van de stad, in feite is de helft van de stad ondergronds. Het is de technische ruimte, de motor, waar natuurlijke en menselijke systemen verborgen liggen. Het is de basis van natuurlijk leven, van cruciaal belang in de opgaven van klimaatverandering, energietransitie en biodiversiteit. Het zien van de ondergrond en bovengrond als een integrale ruimte is van belang om uitdagingen van voorgaande verstedelijking op een duurzame manier op te kunnen lossen.
Aan de TU Delft wordt sinds 10 jaar onderzoek en onderwijs gedaan en gegeven die de ondergrond als ruimtelijke eenheid in beeld moet brengen, en meer laten zijn dan de achterkant van het bestemmingsplan waar de techneuten zich zorgen over moeten maken. Het samenbrengen van onder- en bovengrond in de ruimtelijke planvorming is niet eenvoudig omdat het betekent dat vele verschillende disciplines samen moeten werken en gezocht moet worden naar een gezamenlijke taal en verbeelding. De verbeelding is belangrijk omdat dat het idee plaatst in de context zodat iedere actor mee kan denken over de samenhang. Als de ondergrond vanaf het begin van een planvorming proces niet wordt getekend, dan bestaat het in feite niet. Een RUP is het resultaat van een ontwikkelings- en ontwerpproces waar de ondergrond een vanzelfsprekend

onderdeel van zou moeten zijn. De opdracht om het om te draaien en ervoor te zorgen dat de ondergrond integraal onderdeel uitmaakt van een RUP zal ook het meenemen van de ondergrond als belangrijke ruimte aan het begin van het planproces stimuleren. Het is dan duidelijker welke informatie en producten geleverd moeten worden om aan de wettelijke regels te kunnen voldoen en een MER-procedure te kunnen doorlopen. De focus op ondergronds bouwen, als een van de ruimteclaims in de ondergrond, is een vanzelfsprekende omdat daar de ruimtelijke verbinding het meest onderdeel kan uitmaken van urgente ruimtelijke vraagstukken. Daarbij moet wel opgemerkt worden dat puur het kijken naar ruimte niet voldoende is, er moet ook worden gekeken naar de systemen die zich door de onder- en bovengrondse ruimte bewegen. De onderlinge relaties maken ook deel uit van de verbeelding.

2.2 UITWERKING VRAAGSTELLING

De begeleidende hoofdvraag is: Hoe kan het Vlaams planinstrumentarium verrijkt worden met de diepte-dimensie? Het antwoord op de vraag wordt gegeven in deze rapportage door met behulp van een ontwerpend experiment het RUP te voorzien van 1) een manier om deze diepte dimensie te verbeelden en 2) eveneens in beeld te brengen hoe deze dimensie zich verhoudt tot de andere ondergrondse systemen.
In het bestuderen van het RUP in het algemeen en het bekijken van een specifieke casus worden ook vragen ten aanzien van data, informatie, deelproducten, stromen of eigenschappen, toevoegen van data en methoden van visualiseren meegenomen. De voorstudie heeft zich gericht op het RUP en de onderwerpen die daarin aan bod komen, gekeken is welke onderwerpen zullen moeten worden toegevoegd en de vertaalslag is gemaakt van data naar informatie die een rol speelt in relatie tot de ondergrondse ontwikkeling van ruimte. Daarbij is ook gekeken naar de relatie tussen deze verschillende onderwerpen en het detailniveau van informatie waar mee gewerkt moet worden. Deze informatie is visueel gemaakt, gebruikt in een ontwerp experiment en terugvertaald naar een algemeen RUP.

Het concrete resultaat van de studie en het experiment is een upgrade van een ruimtelijk uitvoeringsplan waarbij de ondergrond is geïntegreerd in alle noodzakelijke deelproducten en in beeld is gebracht. Deze is gemaakt voor de casus in Oostende en is omgeven door een breder onderzoek die de keuzes onderbouwt en heeft geleid tot een generiek advies toepasbaar op RUP's in het algemeen.

2.3 UITGEWERKT PLAN VAN AANPAK EN METHODIEK

Zoals gesteld in de opdracht is het project gericht op drie uitkomsten:

- Het ontwerpmatig uitwerken van de casestudy (project)
- Het verrijken van het ruimtelijk uitvoeringsplan
- Het formuleren van concrete beleidsaanbevelingen

De startbijeenkomst had als doel om de betrokkenen vanuit verschillende invalshoeken (ruimte, bodem, ondergrond, stadsontwikkeling) te introduceren op het betrekken van de ondergrond op de bovengrond.

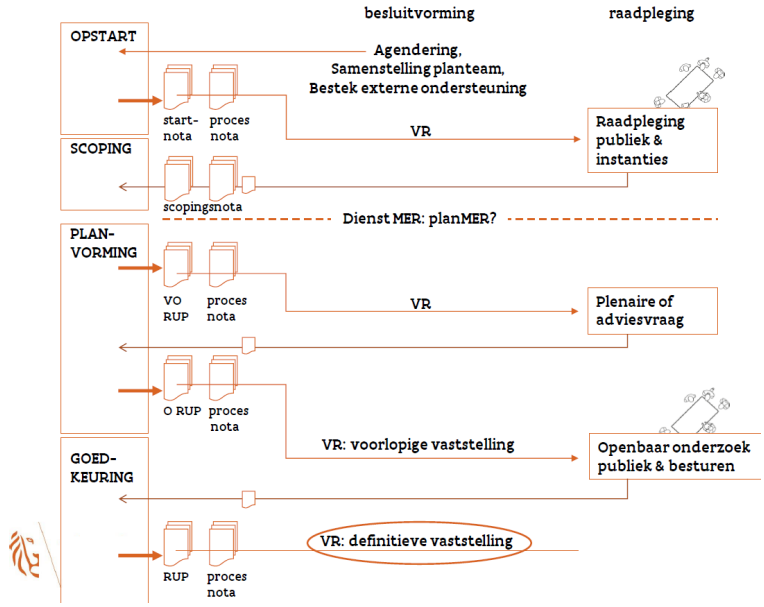
Daarnaast is ook de casus toegelicht. Ter voorbereiding van de ontwerpsessie die erop volgde is overleg geweest met specialisten ondergrond en is een (voorlopig) technisch profiel van de casus gemaakt en twee provocerende scenario's gekozen.
De ontwerpsessie startte met het doorlopen van de informatie van de casus met specialisten (voorbereid) met behulp van de methode Systeem Verkenning Ruimte en Ondergrond (SVRO). Deze methode is een systeemoverzicht van informatie van de ondergrond en de bovengrond. Door deze systematisch door te nemen worden relaties en interferenties duidelijk. Deze informatie werd meegenomen in het vervolgens uitwerken van de scenario's in twee groepen. De scenario's zijn ontworpen op basis van extreem verschillende invullingen en uitwerking van de ondergrondse ontwikkeling: het plaatsen van ondergrondse ruimte als kavelsgewijze ontwikkeling, de dobber, en het aanbrengen van grote publieke ruimtes ondergrond, het slagschip. Beide ruimtelijke concepten zijn in relatie gebracht met aspecten zoals onder meer: geologische toestand van de ondergrond, reeds bestaande ondergrondse ontwikkelingen, grootschalige ondergrondse netwerken, grondwater en bodemkwaliteit.
De scenario's zijn uitgewerkt in de ontwerpsessie door een SWOT uit te voeren, het te relateren aan de kennis over de ondergrondse condities en hebben tot een ruimtelijk ontwerp geleid. De twee ontwerpen zijn gebruikt om te verkennen hoe boven- en ondergrond zich in een RUP kunnen verhouden en hoe dit ontwerp te vertalen naar een generiek RUP, toepasbaar op andere casus. Door te experimenten met extreme ruimtelijke concepten is het mogelijk om de grenzen van de huidige opzet van het RUP te verkennen en kansen te zien voor het betrekken van de ondergrond en ondergrondse ruimte.
Ten slotte zijn in een slotbijeenkomst de resultaten en de beleidsaanbevelingen besproken en aangescherpt.

3 ANALYSE VAN RUP

Deze paragraaf beschrijft het huidige RUP in de context van de ruimtelijke opgave. De informatie is gebaseerd op Vlaamse Overheid (2020) en VCRO (2020).

Een RUP geeft uitvoering aan een ruimtelijk structuurplan/beleidsplan (ruimtelijke beleid) en is het plan waarmee de overheid in een bepaald gebied de bodembestemming borgt door voor alle percelen vast te leggen wat er kan en wat niet kan middels stedenbouwkundige voorschriften.
De ruimtelijke uitvoeringsplannen worden op de volgende niveaus opgemaakt:
1° gewestelijke ruimtelijke uitvoeringsplannen voor een of meer delen van het grondgebied van het gewest;
2° provinciale ruimtelijke uitvoeringsplannen voor een of meer delen van het grondgebied van de provincie;
3° gemeentelijke ruimtelijke uitvoeringsplannen voor een of meer delen van het grondgebied van de gemeente.

Een ruimtelijk uitvoeringsplan bevat in grote lijnen een toelichting, een grafisch plan stedenbouwkundige voorschriften, feitelijke, beleids- en juridische context en MER-integratie. Een ruimtelijk uitvoeringsplan is het resultaat van een ruimtelijk planningsproces waarbij onderzoek (zoals de milieu effectbeoordelingen) procedureel en inhoudelijk geïntegreerd moet worden in het proces. De mogelijke uitkomsten van het onderzoek kunnen in het voorgenomen ruimtelijk uitvoeringsplan mee worden genomen. In dit proces, zie figuur 1, zouden kansen van de ondergrond als ruimte van energie, ecologie en ook ondergrondse ruimte precies meegenomen kunnen worden.



Figuur 1: Planproces RUP (Vlaamse Overheid, 2020)

De eerste analyse is gericht op het begrip van de rol van beeld in het instrumentarium en het toevoegen van relevante ondergrondse aspecten per hoofdstuk van het RUP. Dit heeft geresulteerd in een concept generiek raamwerk voor het RUP.

3.1 CONCEPT GENERIEK RAAMWERK

Het RUP kent een algemene indeling: Planning context, Juridische context, Analyse van de bestaande toestand, Visie en concepten, Decretale bepalingen en het Verordenend deel (Vlaamse Overheid, 2020; VCRO, 2020). Deze zaken worden verbeeld in een serie kaarten en figuren. Voor deze opgave is een analyse gemaakt van het RUP en gekeken wat aanknopingspunten zijn om de ondergrond er beter in te betrekken en welke verbeeldingen er in de huidige opzet worden meegegeven. Dit leidde tot het volgende concept generiek raamwerk (zie tabel 1) waarin deze zaken schematisch zijn weergegeven.

Tabel 1: concept generiek raamwerk RUP (Vlaamse Overheid, 2020; VCRO, 2020).

Hoofdpunten/deel-producten	**Aanknopingspunten**	**Verbeelding**
Planning context	Positionering van het RUP ten aanzien van andere kader stellende planningsdocumenten.	
Juridische context	Gewestplan, bijzondere plannen van aanleg, verkavelingen natuurbescherming, cultuurbescherming, bouwkundig erfgoed	(Waarderings) kaarten: Grenzen RUP, BPA, Gewestplan, ruilverkaveling Buurtwegen Waterlopen Beschermde monumenten Bouwkundig erfgoed Hoogspanningsleiding
Analyse van de bestaande toestand	Inpassing bestaande plannen, SWOT	Kaart: publiek en privaat domein, grenzen, rooilijnen, bouwlagen, grondgebruik (bouwgrond akkerland, weiland, tuin, functies (handel, horeca) utiliteitsinfrastructuur, bomen, haag, muur, hekwerken
Visie en concepten	Concept, gewenste ruimtelijke structuur (ontwerp), densiteit in het	

	gebied, groene dooradering	
Decretale bepalingen	Opgave van de strijdige bepalingen, Ruimtebalans, Watertoets, Integratie PLanMER	Kaarten watersysteem Kaarten PlanMER
Verordenend deel	Grafisch plan Stedenbouwkundige voorschriften Inrichtingsstudie Planbaten & schade	1. verordenend grafisch plan: Bebouwing publiek en privaat, grenzen, zones, opgeheven verkavelingen, aantal bouwlagen, V/T-index, overdruk 2. stedenbouwkundige voorschriften: principe tekeningen en referentiebeelden 3. Inrichtingsstudie: tenminste een grondplan schaal 1/250 4. Planbaten & schade: Bebouwing publiek en privaat, grenzen, planbaten, planschade

Dit raamwerk is gebruikt om voor de casus het nieuwe RUP te maken en de beleidsadviezen te structureren.

4 INTEGRATIE VAN DE ONDERGROND IN RUP

De centrale beleidsvraag “Hoe kan het ruimtelijk uitvoeringsplan verrijkt worden zodat het rekening houdt met de ondergrond als volwaardige dimensie?” wordt begeleid met de vraag over acceptatie van de ondergrond als onderdeel van de ruimtelijke ordening en hoe deze een kwalitatieve ruimtelijke meerwaarde kan zijn, ook in het ontwikkelingsproces van een stedelijk gebied. In deze paragraaf worden inzichten ten aanzien van deze vraagstelling behandeld. Dit zijn inzichten verkregen uit eerder onderzoek of tijdens de studie aangebracht door de deelnemers.

4.1 ACCEPTATIE VAN DE ONDERGROND & KWALITATIEVE MEERWAARDE VAN DE ONDERGROND

De acceptatie van de ondergrond als onderdeel van de ruimtelijke ordening en hoe deze een kwalitatieve meerwaarde kan zijn ruimtelijk, maar ook tijdens het ruimtelijk ontwikkelingsproces is onderdeel van een institutionele verandering. Dat wil zeggen dat het enerzijds formeel geregeld kan worden met regels en wetgeving maar anderzijds ook echt in de informele regels en werkwijzen moet landen.

4.1.1 Informeel

De economische meerwaarde van de ondergrond in breedste zin des woord (zoals water, energie, ecologie) is vrij goed in beeld gebracht door verschillende onderzoeken van het COB (Centrum ondergronds Bouwen) en TNO (COB, 2016; TNO, 2002; TNO, 2003; TNO, 2009). Ook heeft het COB al verschillende onderzoeken gewijd aan de economische meerwaarde van ondergronds bouwen (2004).
De kwalitatieve meerwaarde van de ondergrond, dus hoe het bij kan dragen aan de ruimtelijke en/of functionele kwaliteit van de stad, is van belang voor de acceptatie de ondergrond in het ruimtelijk plan te betrekken. Deze waarde is juist moeilijker in kaart te brengen omdat het ook ongrijpbare waarden zijn zoals de impact van natuur op de gezondheid (Zwerver en Van den Bogaard, 2009), impact van groen op het microklimaat (WUR, 2008).
De economische meerwaarde van ondergrondse ruimte is in kaart gebracht door GHARP (Nd) waarin de volgende succes factoren zijn benoemd:

- Schaalgrootte,
- Mixiteit en functiemenging,
- Densiteit – stedelijke druk, druk op de markt,
- Ruimtelijke kwaliteit en financiële of economische meerwaarde sporen samen.

Voorwaarde voor deze succes factoren is al vroeg in een planproces de kansen voor ondergronds

ruimtegebruik in kaart brengen. Faalfactoren:

- (12% tot 300%) duurder dan dezelfde functie bovengronds
- Marktdrempel
- Ondergrondse structuur determineert de bovengrondse
- Faseerbaar in de bouw
- Vacuüm in de reglementering
- 'First money out, last money in'
- Verschil in afschrijvingstermijnen

Waarbij met name de acceptatie vanuit de overheid de faalfactor 'vacuüm in reglementering' en de kwalitatieve meerwaarde de marktdrempel zou kunnen mitigeren. Tijdens de studie zijn ten aanzien van het ruimtelijk ontwerp een aantal aspecten belangrijke kwalitatieve aspecten naar voren gekomen:

Directe kwaliteit:

- Aanbrengen van een kwalitatieve en functionele gelaagdheid in de stad (Les Halles, Koopgoot)
- Ruimtelijk rendement
- Combineren van functies (danszaal in een woongebied)

Indirecte kwaliteit:

- Wegwerken van storende functies uit het maaiveld (garages, vuilopslag, infrastructuur)
- Schakel in verdichtingsstrategieën (EMC Rotterdam)

4.1.2 Formeel

Het laten landden van de ondergrond in de formele instituties van wetten en regelgeving is onderzocht in het project Balance4p (Chalmers University, Deltares, TU Delft, VITO; 2015) waarin is gekeken naar de mogelijkheid om de ondergrond in de breedste zin van het woord beter op te nemen in de planningssystemen van Zweden, Nederland en Vlaanderen (zie appendix 4 en 5). Daaruit is naar voren gekomen dat deze inpassing in brede zin gedaan kan worden in de ruimtelijke planvorming op de verschillende overheidsniveaus, en in diepere zin beter uitgewerkt kan worden in beleid en regelgeving.

Ondergrond in brede zin

Een voorbeeld van de ondergrond in brede zin inpassen in de ruimtelijke planvorming is het Nederlandse beleid op nationaal, provinciaal en stedelijk niveau. Het is duidelijk dat de ondergrond op elk schaalniveau van overheid op een andere manier ingekaderd wordt, dat wil zeggen de onderwerpen van de ondergrond die aan de orde zijn verschillen per schaalniveau.

Nationaal

De nationale Structuurvisie Ondergrond (Nationaal) richt zich op duurzaam, veilig en efficiënt gebruik van bodem en ondergrond waarbij benutten en beschermen met elkaar in balans zijn. Het is een gezamenlijke visie van de ministeries van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) en het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK). De ontwerpen die aan bod komen (omdat de nationale overheid verantwoordelijk en eigenaar is

van 500 meter diep en dieper) zijn 1) Grondwater voor de drinkwatervoorziening en 2) Mijnbouwactiviteiten voor de energievoorziening (MIW&EZK, 2018)
Op 1 januari 2022 wordt de nieuwe Omgevingswet actief waarmee de overheid de regels voor ruimtelijke ontwikkeling wil vereenvoudigen, samenvoegen en een integrale aanpak wil stimuleren (Rijksoverheid, 2021)
Op Nationale schaal is het nieuwe instrument de Nationale Omgevings Visie, die nu in opmaak is (MBZKR (2021). Centraal in de NOVI is duurzaamheid, dat met name tot uitdrukking komt in een andere aanpak ten aanzien van grondgebruik en energievoorziening. Dat vraagt een andere structuur van het planningsysteem dat tot op de dag van vandaag in Nederland nog steeds sectoraal van aard is. Het omslaan naar een ruimtelijke planning die met de blik op de lange termijn integraliteit stimuleert is hiervan de kern. De conditie van de bodem en grenzen aan bestaand bebouwd gebied zijn belangrijk in het maken van duurzame keuzes en daarom is de basiskaar van de NOVI opgebouwd uit de lagen van de hoogte- en diepteligging, bodemtypologie en bestaand bebouwd gebied. Deze visie in ontwikkeling toont al het begrip van het belang van veel ondergrondse onderwerpen zoals archeologie, kabels en leidingen, stabiele bodem, water, energie, vruchtbare bodem, ecologie en delfstoffen
(Deltametropool, 2021).

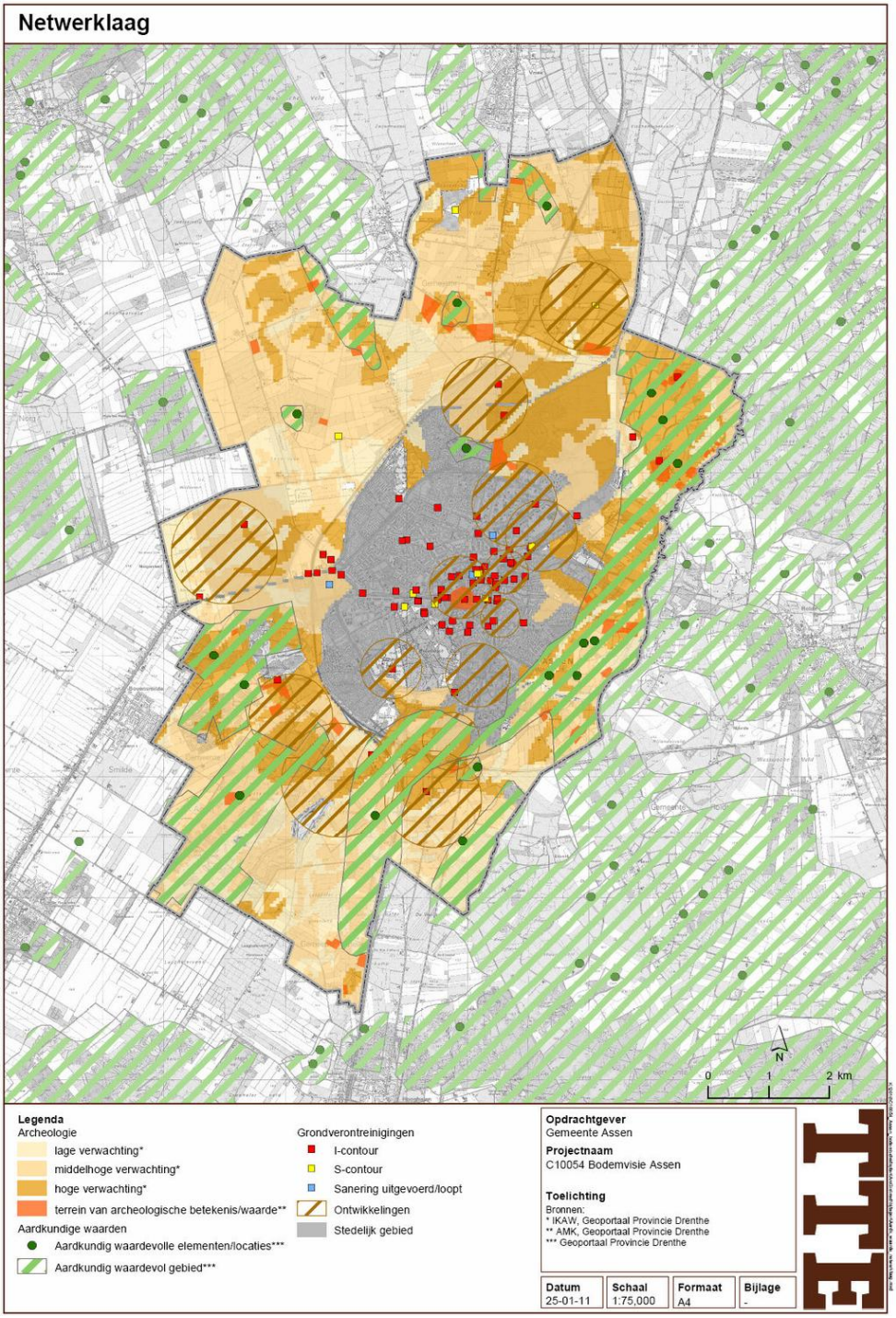
Provincie
Op provinciaal schaalniveau is de Beleidsvisie Bodem en Ondergrond van de Provincie Zuid-Holland een goed voorbeeld (Provincie Zuid-Holland, 2013). De provincie Zuid-Holland koos toen voor de volgende beleidsprioriteiten waarvoor zij de strategische belangen van de bodem en ondergrond van de provincie Zuid-Holland wilde behartigen:
(a) Meer hernieuwbare energie uit bodem en ondergrond;
(b) Effectiever en efficiënter gebruik van de ondergrond voor ondergrondse infrastructuur;
(c) Voldoende grondwater van goede kwaliteit:
(d) Verbeteren van lokale en diffuse bodemkwaliteit;
(e) Het verantwoord benutten en beschermen van de intrinsieke bodemwaarden;
(f) Het evenwichtig verdelen van ondergrondse ruimte.



Figuur 2: De Bodemladder van de provincie Zuid-Holland (Provincie Zuid-Holland, 2013)

De provincie Zuid-Holland werkt aan een duurzaam, veilig en efficiënt gebruik van bodem en ondergrond. Doelstelling is dat een zorgvuldige afweging van gebruik en bescherming van bodem en ondergrond in de komende jaren structureel onderdeel wordt van alle relevante ruimtelijke planprocessen in Zuid-Holland. Naast de bovengrondse 'occupatie' en 'netwerken' vormt 'bodem en ondergrond' de derde dimensie van ruimtelijke ordening; aangeduid als '3D-Ordening'. Dit is een opgave voor provincie, omgevingsdiensten en gemeenten, in samenwerking met kennisinstituten, onderwijsinstellingen en bedrijfsleven (Provincie Zuid-Holland, 2013).
Om deze aspecten in het beleid te kunnen borgen zijn drie instrumenten geoperationaliseerd: de Ondergrondwijzer (= proceshandreiking 3D-Ordening) de Bodematlas (= kaartmateriaal 3D-Ordening) en de Bodemladder (= afwegingskader en handelingsperspectief) zie figuur 2.
Een jaar na het vaststellen van deze Bodemvisie is het geheel geïntegreerd in de Provinciale Structuurvisie (2014). Deze visie is nu geïntegreerd in de nieuwe Omgevingsvisie van de provincie (2019). De ondergrond is heel zichtbaar in deze visie opgenomen met visie kaarten vergelijkbaar aan die van de NOVI. Het analytische deel presenteert een ruimtelijke hoofdstructuur van de ondergrond. Daarnaast wordt in de vaststelling van de ambities op ruimtelijke kwaliteit ook de laag van de ondergrond gekenmerkt. Gekeken wordt naar de geomorfologische kenmerken van de drie aanwezige landschappen: kustlandschap, veenlandschap en rivierendeltalandschap die voorwaardelijk zijn voor het menselijk handelen. De drie instrumenten die met de oorspronkelijke Beleidsvisie Bodem en Ondergrond in werking zijn gesteld functioneren ook binnen de Omgevingsvisie om een zorgvuldige afweging van gebruik en bescherming van bodem en ondergrond structureel onderdeel te laten zijn van ruimtelijke planprocessen in Zuid-Holland.

Stad
Op stedelijk niveau is het voorbeeld van Arnhem dat in 2009 een van de eerste gemeenten was die zo expliciet aandacht aan de ondergrond besteedde. Aanleiding daartoe was dat ruimtelijk planners zich vaak op de bovengrond richtten en consequenties op en vanuit bodem en ondergrond over het hoofd zagen. In het project ‘De ondergrond in het bestemmingsplan’ (Meeuwissen en Schurink, 2013) hebben ze gekeken in hoeverre een bestemmingsplan of tegenwoordig omgevingsplan, het Nederlandse RUP, voor de ondergrond een optie is. De visie op de ondergrond was in Arnhem de basis voor de structuurvisie, het masterplan bodemenergie en het grondwaterbeheerplan. Ze verzamelden expertise vanuit verschillende invalshoeken: milieu, ruimtelijke ordening, archeologie, etc. en werkten samen met de provincie, waterschappen en externe adviseurs.
Ook andere steden zoals Assen en Maastricht hebben dergelijke visies of masterplannen opgesteld. De Bodemvisie van Assen (2011) gaat in op archeologie, aardkundige waarden en grondverontreiniging.
In Maastricht heeft een bodemstrategieverkenning (2005) de meerwaarde van de ondergrond inzichtelijk gemaakt te ondersteuning van de ruimtelijke strategie. Reden was beter zicht te hebben op de lokale problemen en kansen, zoals respectievelijk wateroverlast en de integrale aanpak van de ondertunneling van de A2. In de structuurvisie (2012) heeft de ondergrond een eigen hoofdstuk gekregen waarin deze gepositioneerd wordt als een belangrijke ruimte voor een duurzame en geleidelijke stadsontwikkeling. Om de ondergrond beter te betrekken hebben ze een ‘databank ondergrond’ gemaakt waarin de vertaalslag wordt gemaakt van data naar informatie (COB, 2012).



Figuur 3: Bodemvisie van Assen 2011 (Gemeente Assen, 2011)

De Omgevingsvisie van Maastricht (2020) is al vastgesteld en heeft een integrale blik op boven en ondergrond als een ruimte, de zogenoemde 3D-benadering. In de visie wordt het belang van de ondergrond als basis van alles goed neergezet en een aanpak geformuleerd waarin bovengrond en ondergrond van planvorming tot en met uitvoering in samenhang worden benaderd.
Voor het maken van de Omgevingsplannen hebben de gemeentes tot 2029 te tijd. Deze plannen vervangen het huidige bestemmingsplan, vergelijkbaar met het RUP. Het omgevingsplan moet goed aansluiten bij de waterschapsverordening van het waterschap en heeft als doel een evenwichtige toedeling van functies aan locaties. De regels houden meer in dan alleen het bestemmen zoals in een bestemmingsplan, er zijn ook (ondergrondse) functies aan toegevoegd zoals de netwerkfunctie (kabels en leidingen) of waterbergende functie (milieu).
Het Omgevingsplan wordt digitaal ontsloten in het omgevingsloket waar een interactieve kaart bestaande uit verschillende kaartlagen via de regels die van toepassing zijn op de fysieke leefomgeving uitleggen. Naast de regels zal de informatie over bijvoorbeeld bouwwerken, infrastructuur, water, bodem, lucht, natuur en cultureel erfgoed ontsloten worden.
Belangrijke procedure wijziging is het opnemen van de MER eerder in het proces van het vaststellen van het plan dan nu wordt gedaan. Met name hier ligt ook de kans de ondergrond integraal mee te nemen in het plan en de functies en activiteiten daar op af te stemmen.
Het Bestemmingsplan *an sich* had geen ruimte voor het opnemen van de ondergrond. De kaart heeft nooit legenda eenheden gehad die hiernaar verwezen. In de rapportages zijn wel aspecten terug te vinden vooral in paragrafen milieu (bodemvervuiling, ecologie) en water (grondwater, bodemafdekking) of cultuurhistorie (archeologie), maar een visualisatie die de prestatie van de ondergrond in het tot stand brengen van stedelijke kwaliteit bestaat niet in het oude Nederlandse ruimtelijke planinstrumenten.
Het omgevingsplan Binckhorst (Den Haag) is een van de pilots in Nederland waarbinnen de nieuwe (toekomstige) regelgeving van de Omgevingswet al toegepast mag worden. Het omgevingsplan wordt ontsloten via een ArcGIS viewer waarin alle informatie van het gebied en het beleid te vinden is. De website heeft de kopjes:

- Beschikbare ruimte, waar de ontwikkelingsruimte te zien is
- Achtergrondkaarten, dit is informatie over de bestaande toestand waarin oom archeologie, kabels en leidingen en water en groen onderwerpen zijn opgenomen.
- Beleidskaarten, met daarin regels voor het bouwen, ondergronds bouwen zou hieraan makkelijk kunnen worden toegevoegd.
- Twee tabellen feitelijke bouwhoogte, in 2D en 3D.

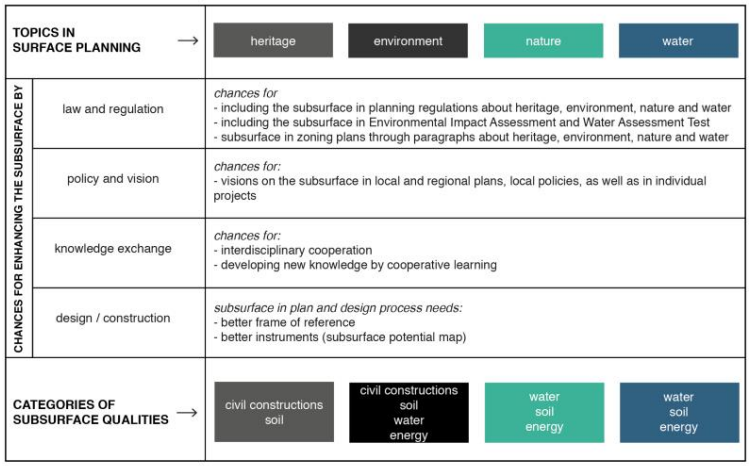
Link naar de kaart:
https://denhaag.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=ae8f6acda6654ede948fcce5f06e764b

Vlaanderen
Er zijn al voorbeelden in Vlaanderen ook waar steden en provincies in hun beleidsvisies aan de slag gaan, of aan de start staan van, de integratie van bodem en ondergrond in ruimtelijk beleid, zoals Stad Gent en Antwerpen. Deze studie had niet de reikwijdte om deze voorbeelden te analyseren.

Ondergrond in diepe zin
Het onderzoek Balance4p (2015) keek ook naar het uitwerken van de ondergrond in bestaande wet- en regelgeving in Zweden, Nederland en België en specifiek het Vlaams Gewest. Hiervoor is per land voor alle ondergrondse onderwerpen gekeken hoe ze gereguleerd worden. Vervolgens is gekeken hoe dat verbeterd zou kunnen worden. Het resultaat was dat met name op het gebied van monumenten, milieu, natuur en water er veel kansen liggen de ondergrond beter op te werken als meer bewust aspect van de ruimtelijke orde.

4.2 MEERWAARDE VAN DE ONDERGRONDSE DIMENSIE IN HET PLANPRODUCT

De meerwaarde van de ondergrondse dimensie voor het planproduct is gelegen in het feit dat hoe meer data op tafel ligt, hoe meer er duidelijk is in de planvorming, hoe beter een planproduct kan leiden tot een duurzame stedelijke ontwikkeling. In Nederland ligt deze noodzaak van integreren van de ondergrond aan de voorkant van de planvorming al enkele jaren op de tafel en is onderwerp van De carrousel Ondergrond en Waarde dat sinds 2017 is ondergebracht bij het Platform Meerwaarde ondergrond van het COB. Met name ingenieursbureaus van gemeenten waren lid van de Carrousel, omdat zij er tegenaan liepen dat veel problemen bij de uitvoering van projecten ontstonden doordat aan de start van het project de ondergrond niet was meegenomen. Dat komt doordat de data van de ondergrond niet bij de planvorming wordt meegenomen maar pas bij de uitvoering (COB, 2016; Amsterdam, 2019).
Het beantwoordt aan de volgende vragen:
- Wordt het beoordelen van een vergunning gemakkelijker? Ja, want er ligt meer data op tafel.
- Kan een project goed gefaciliteerd worden en worden onzekerheden uitgesloten? Ja, omdat ook de effecten van de ondergrond, die vaak onzeker en duur zijn, op voorhand zijn meegenomen.
- Worden de potenties van de ondergrond duidelijk? Ja, want er is gezocht naar de relaties met de bovengrond om zo tot een betere afweging te komen.
- Worden de conflicten tussen ondergrondse gebruiken onderling en met de bovengrond vermeden? Ja, want de conflicten worden op voorhand gezien en kunnen worden opgelost.



Figuur 4: Resultaat van de diepere analyse van wet en regelgeving van project Balance4p (Hooimeijer en Tummers, 2017).

Water	institutions	laws	policy/instruments	regulation	
EU		Water Framework Directive Urban Wastewater Directive Ground Water Directive			
National	Flanders Environment Agency	Surface Water Act	Sigmaplan (flood protection)		
Regional	Provinces Water Boards			Decreet Integraal Waterbeleid	
Local	*Watering*			Water Assesment Test	
Subsoil	**institutions**	**laws**	**policy/instruments**	**regulation**	
EU		European Strategy & Soil directive: protection and remediation. Covering, pollution, erosion, loss organic material, saltification, densification, biodiversity, landslides); Directive on Waste Directive on Landfill of Waste	European Soil Strategy		
National	Ministry of Economic Affairs (Belgium Geological Department)	Mining of Minerals Act			
National /Flanders	Flanders Department for the Environment, Nature and Energy (Public Waste Compagny)		Subsoil Information System	Soil Protection and Contamination Decree (2006) > Brownfield decree	
	Brownfield Cel		Brownfield Decree	Brownfield Covernant	
Regional					
Local					
Civil constructions	**institutions**	**laws**	**policy/instruments**	**regulation**	
EU			European Convention on the Protection of the Archaeological Heritage (1992)		
National /Flemish	Flanders Department for the Environment, Nature and Energy (Department Space and Monuments, Flemisch Insitute for Heritage)			Decree Protection of Archaeology (1993)	
	Platform of Cables and Pipes			KLIP information system cables-	
Regional					
Local					

Figuur 5: Voorbeeld van de tabel van Balance4p voor het linken van de ondergrond aan wet en regelgeving. Deze tabel dateert uit 2015 dus een studie naar de actuele stand van zaken moet nog gedaan worden. Voor de complete tabel zie appendix 5 (Hooimeijer en Tummers, 2017).

4.3 INFORMATIE INTEGRATIE

Bij het verrijken van een RUP zijn in deze studie de volgende vragen ten aanzien van de instrumentele kant van de RUP onderzocht en toegepast op de casus in Oostende:
- Welke informatie met betrekking tot de ondergrond dient er toegevoegd te worden en op welke wijze kan dit gebeuren?
- Welke deelproducten missen welke data of informatie?
- Welke stromen in of eigenschappen van de ondergrond zijn bepalend bij ondergrondse planning en moeten geïntegreerd worden?
- Op welke wijze kan de data toegevoegd worden?
- Op welke manier kan de ondergrond gevisualiseerd worden?
- Welke informatie wordt visueel toegevoegd?

Deze vragen, die beantwoord worden in de volgende paragrafen, zijn getackeld met eerder beproefde methoden. De TU Delft, onderzoeksgroep Delta Urbanism, heeft methoden ontwikkeld om de ondergrond in het bovengronds ontwerp te integreren en in het stedenbouwkundig ontwerpproces te voorzien van instrumenten. Interessant aan deze studie voor de Vlaamse Overheid is dat het een ander planningsysteem en instrumentarium betreft, en dus het instrumentarium op een andere context getest kan worden, plus dat de ondergrondse ruimte centraal staat. De methoden die zijn toegepast in deze studie zijn de SVRO-methode, technisch profiel en provocatief ontwerp, deze worden in de volgende paragrafen toegelicht.

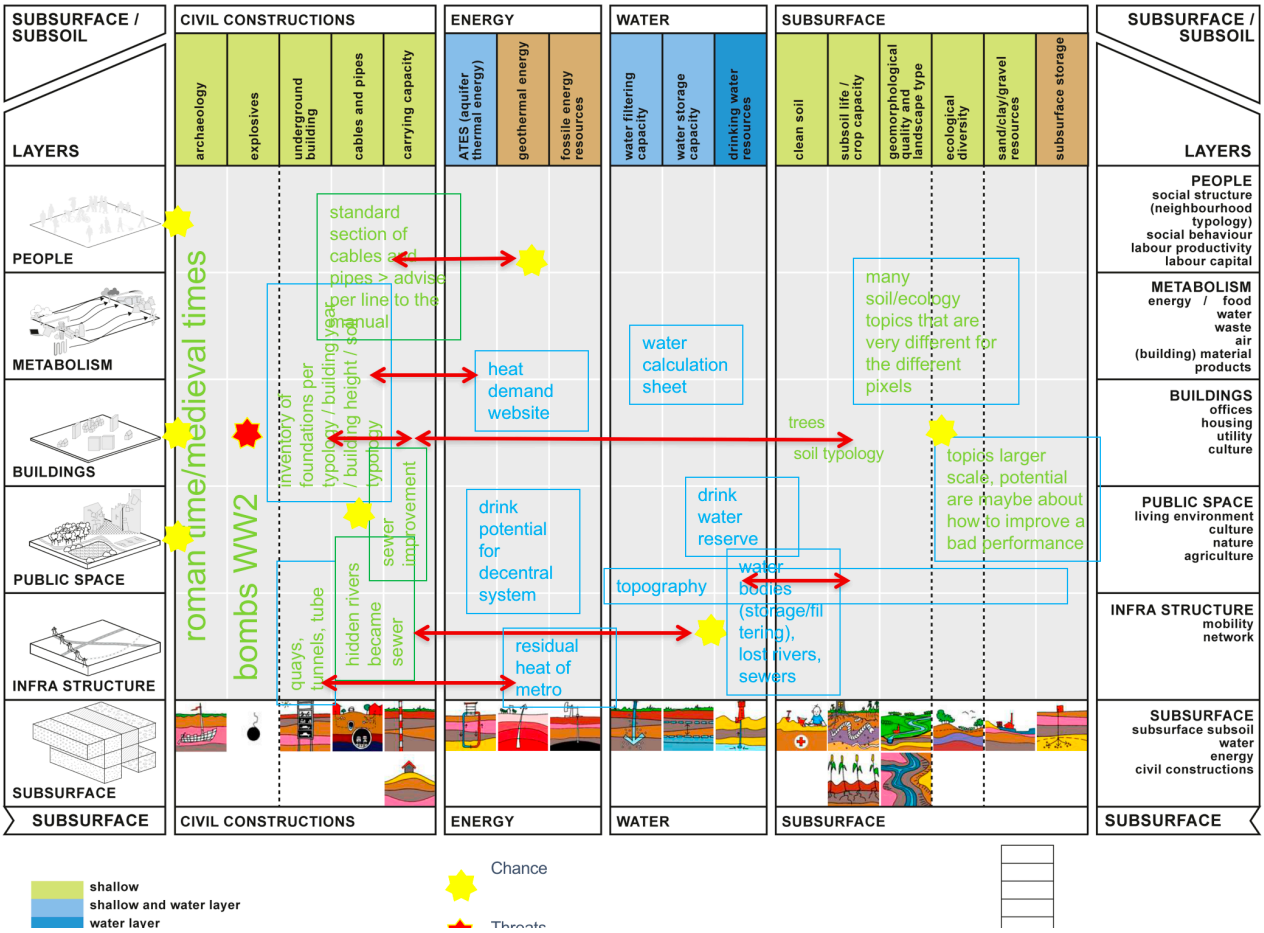
4.3.1 SVRO-methode

De Systeem Verkenning Ruimte en Ondergrond is ontwikkeld door TU Delft, Deltares en Gemeente Rotterdam (Hooimeijer & Maring, 2013) om te gebruiken in een stedelijk ontwikkelingsproject team. Het biedt een systeemoverzicht van informatie van de ondergrond en de bovengrond. Door deze samen met het team systematisch door te nemen worden relaties en interferenties duidelijk. Het systeemoverzicht van de methodiek verdeelt de Y-as in lagen die het fysieke domein beschrijven: ondergrond, netwerken, openbare ruimte, gebouwen, stromen (de ‘software’ water, energie, afval enzovoort en niet de ‘hardware’ zoals het rioolstelsel) en bovenaan de laag van mensen. Ook hier kenmerkt een verschil van dynamiek de verschillende lagen, maar ook zijn verschillende kennisvelden en expertises per laag aan te wijzen. ‘De ruimtelijke ordenaar’ bestaat namelijk niet. Naast analyse van de ruimte is het dus ook mogelijk om met deze indeling ‘kennismakelaardij’ te ondersteunen. Het laat de verschillende domeinen van kennis- en actorgroepen zien, waardoor deze zich ten opzichte van elkaar kunnen positioneren.
De ondergrondlaag is uitgewerkt op de X-as van het systeemoverzicht. Immers, ook ‘de ondergronddeskundige’ bestaat niet. De ondergrondlaag is samengesteld uit ondergrondse kwaliteiten gegroepeerd in de categorieën water, bodem/ecologie en ondergrond, civiele constructie en energie. Dit is niet de indeling die de bodemkundige doorgaans hanteert. Die heeft het over de regulerende, producerende, informerende functies en de draagfunctie van de ondergrond. Maar deze indeling blijkt niet aan te sluiten bij

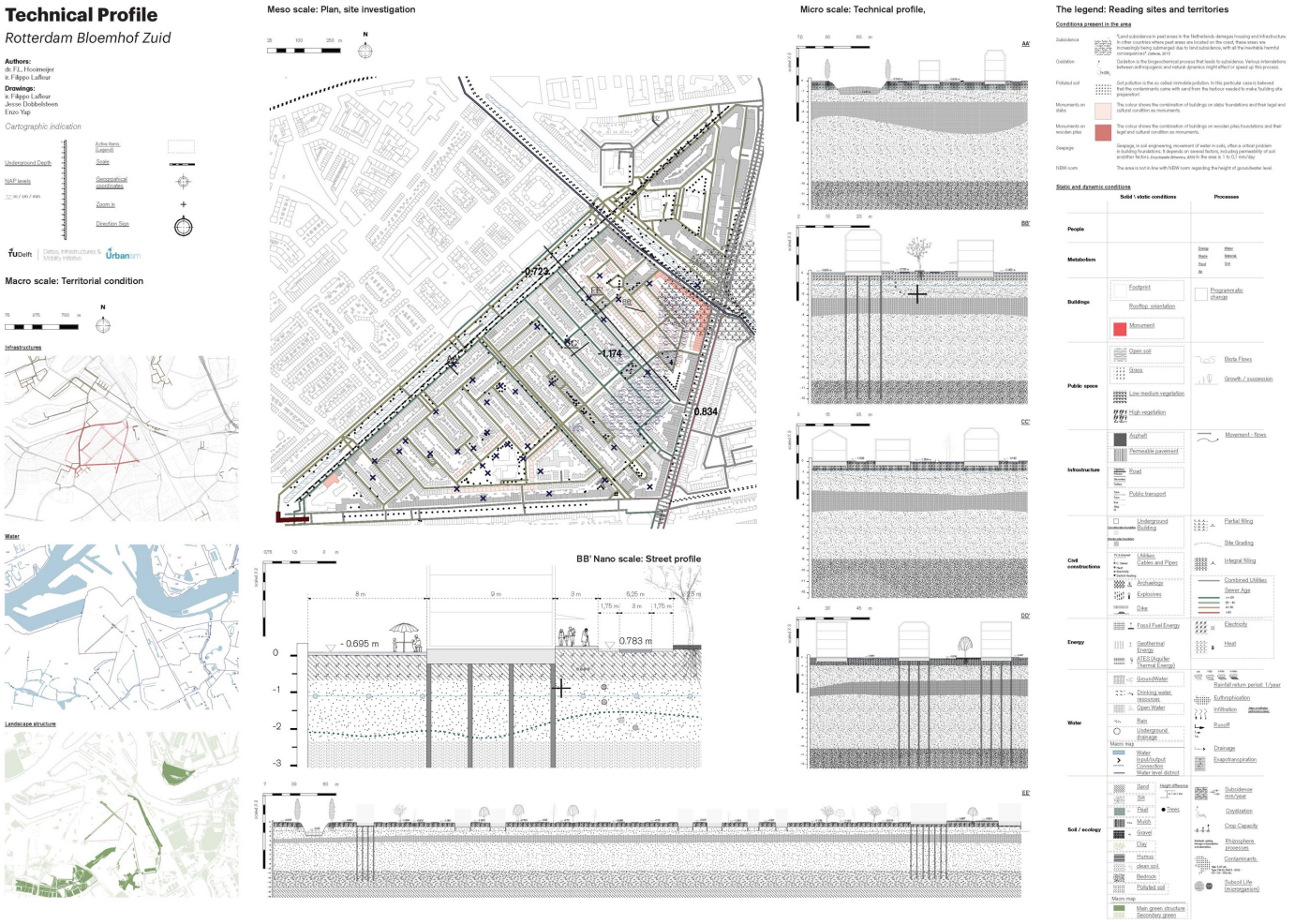
de taal en concepten van de ruimtelijke ordening. Water, energie, civiele structuren en bodem/ecologie en ondergrond zijn categorieën die wel begrijpelijk en logisch zijn binnen stedelijke opgave.
De ondergrondlaag is naast de categorieën ook verdeeld in diepten. De domeinen ondiepe ondergrond, waterlaag en de diepe ondergrond kennen namelijk andere soorten gebruik, maar ook andere bevoegdheden. De diepe ondergrond is het domein de Mijnbouwwet (NL) en dus van het ministerie van Economische Zaken (NL). In de waterlaag hebben in Nederland met name de provincies en waterschappen het voor het zeggen. De ondiepe ondergrond wordt in Nederland gedomineerd door de provinciale en vooral ook gemeentelijke praktijk. Ook hier is de indeling naar kennisveld en bevoegdheid dus erg functioneel.
De methodiek brengt de inhoud systematisch bij elkaar en stimuleert systematisch denken. Hierdoor worden op voorhand kansen en problemen in plannen geïdentificeerd. De betrokkenen kunnen elkaar in een creatief proces meenemen in elkaars verhaal, zowel van boven- als ondergrond.
De stedenbouwkundig ontwerper kan op basis van deze informatie een Technisch Profiel maken. In deze kaart is de impact van de ondergrond op de bovengrond in beeld gebracht zodat daarmee in het ruimtelijk ontwerp gewerkt kan worden.

4.3.2 Technisch profiel

Het technisch profiel is de vertaling van alle relevantie technische data naar een serie tekeningen die het mogelijk maakt de verschillende onderwerpen tegelijkertijd te analyseren. De tekeningen zijn een plattegrond met een langs- en dwarsdoorsnede, doorsnedes van straatprofielen en thematische kaarten op grotere schaal. Het linken van de impact van specifieke technische condities tussen drie schalen is een belangrijk aspect. Het format schrijft ook al de onderwerpen op het hoge schaalniveau voor: ecologie, water en energie en eveneens op het laagste schaalniveau waar het met name de ondergrondse infrastructuur van kabels en leidingen en funderingen in beeld brengt. Op basis van het technische profiel kunnen allerlei oplossingen worden voorgesteld die in een tweede kaart met behulp van dezelfde tekeningen in beeld worden gebracht. In Figuur 3 is een voorbeeld van een technisch profiel voor de wijk Bloemhof-Zuid in Rotterdam te zien. Daar was een probleem met het grondwater in relatie tot twee verschillende funderingstype, een deel van de huizen staan op staal en de buitenrand van de wijk staat op houten palen. Door bodemdaling hebben de huizen op staal last van water, maar het grondwaterpeil kan niet verlaagd worden vanwege de kans op paalrot bij de huizen op palen (Hooimeijer en Lafleur, 2018a).



Figuur 6: Voorbeeld van een ingevulde SVRO (Systeem Verkenning Ruimte en Ondergrond) voor M4H een case in het project Balance4P (2015)



Figuur 7: Voorbeeld van een technisch profiel in Bloemhof-Zuid Rotterdam (Hooimeijer en Lafleur, 2018a)

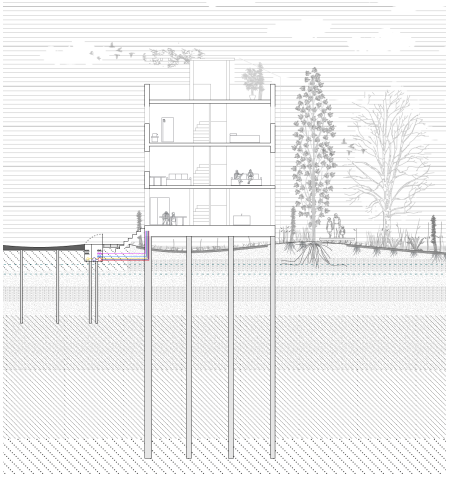
4.3.3 Provocatief ontwerp

Zoals tot aan de Industriële Revolutie een plan gebaseerd is op hoe het gemaakt wordt, staat na de Tweede Wereldoorlog enkel nog het visuele plan centraal. De connectie tussen het ruimtelijk plan en hoe het in elkaar zit en wat het doet, is verbroken. Ontwerpend onderzoek kan een katalyserende en integrerende rol spelen in de complexe opgave waar de stadsontwikkeling nu voor staat. Hoe vervul je de wensen vanuit het humane systeem, sluit je aan bij het natuurlijke systeem om je stad veerkrachtig en klimaatbestendig te maken?

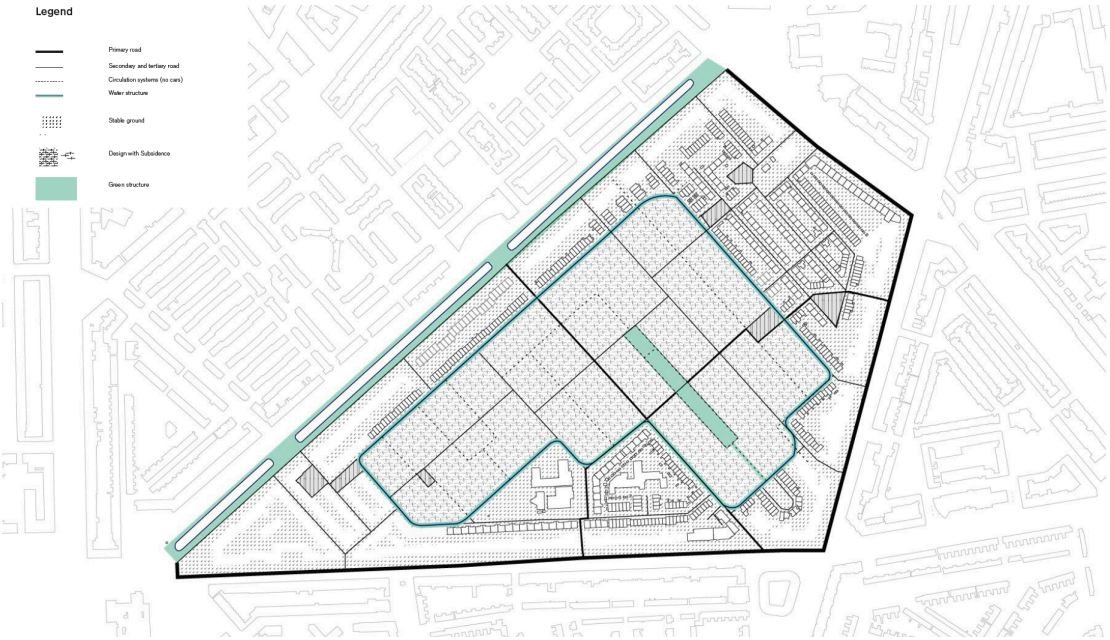
Tabel 2: Oplossingsstrategieën voor problemen en doelen gekoppeld aan maatregelen (Van de Ven et al., 2009 na Thompson en Tuden, 1964).

Maatregelen ↓	Problemen en doelen →	
	Bekend en met bestaande overeenstemming	Onbekend en er is geen overeenstemming
Bekend	Optimalisatie	Onderhandeling
Onbekend	Innovatie	Ontwerp

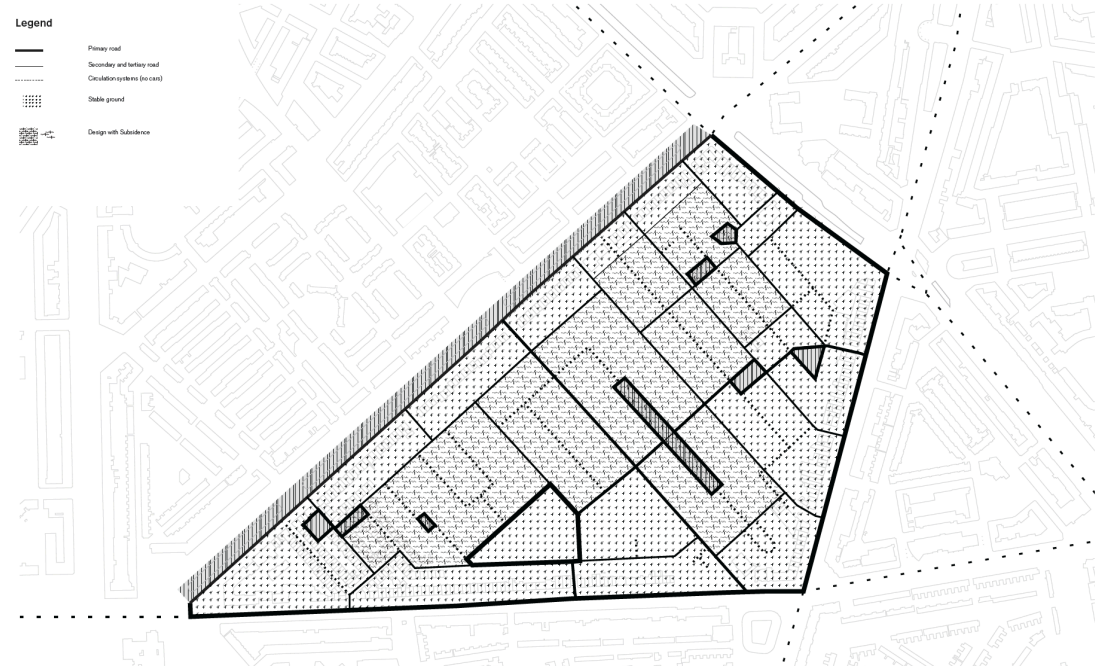
Volgens de oplossingsstrategie voor ongestructureerde problemen van Van de Ven et al. (2009) in navolging van Thompson en Tuden (1964) is het “ontwerp” de manier om te komen tot een integrale aanpak met te nemen maatregelen voor de gewenste doelen. Het ontwerp is een activiteit die de maatregelen en middelen afstemmen op het op te lossen probleem en de doelstellingen. Het ontwerp helpt interdisciplinair en de meerdere stakeholders overeenstemming te krijgen over wat het einddoel is en hoe men daar wil en kan komen. Het is een afstemmingsmodel, ontwerpend onderzoek waarin het klimaat en het natuurlijk systeem respectievelijk belangrijke doelen en middelen zijn.
Ontwerpend onderzoek is een belangrijk middel om het “hoe” van het maken terug te brengen als ruimtelijk element en zo weer beter in balans met het natuurlijk systeem te komen en klimaatbestendigheid te bewerkstelligen. De aanpassingen op de veranderende water- en energiebalans door de klimaatontwikkelingen en het opraken van fossiele brandstoffen moeten vanuit dat natuurlijke systeem gemaakt worden. De wensen van het cultuurlijke systeem kunnen zo efficiënt (lees een zo goed mogelijke afstemming tussen *people*, *planet* en *profit*) vertaald worden in een stedelijke ontwikkeling die gebaseerd is op systeem principes en niet op een visueel plan of eindbeeld. Stedenbouw als integrerende discipline staat voor die taak.
In figuur 8 t/m 12 zijn voorbeelden van provocatieve scenario te zien die gebruikt zijn in workshops met stedelijke ontwikkelingsteams van de Gemeenten Rotterdam en Leiden.



Figuur 8: Visualisatie van de architectuur in het scenario op palen voor Bloemhof-Zuid, Rotterdam (Hooimeijer en LaFleur, 2018a).



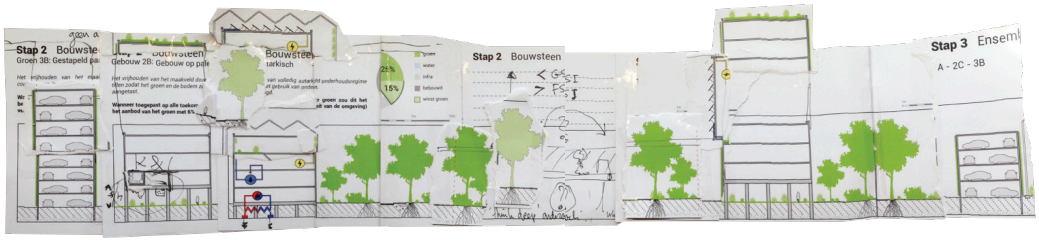
Figuur 9: Provocatie ontwerp voor Bloemhof-Zuid in Rotterdam waarbij het waterprobleem wordt opgelost door een nieuwe polder in de wijk aan te leggen die het grondwater preciezer beheert (Hooimeijer en LaFleur, 2018a).



Figuur 10: Provocatie ontwerp voor Bloemhof-Zuid in Rotterdam waarbij het waterprobleem wordt opgelost door alle bebouwing in de wijk op palen te zetten en het landschap te laten vernatten (Hooimeijer en LaFleur, 2018a).



Figuur 11: Twee provocatieve scenario voor het Bio Science Park in Leiden (Hooimeijer en Van der Heijden, 2018), de eerste gaat uit dat alle private grond groen is, de tweede gaat ervan uit dat alle publieke grond groen is en dus alle ondergrondse en bovengrondse infrastructuur op de private kavels wordt ondergebracht.



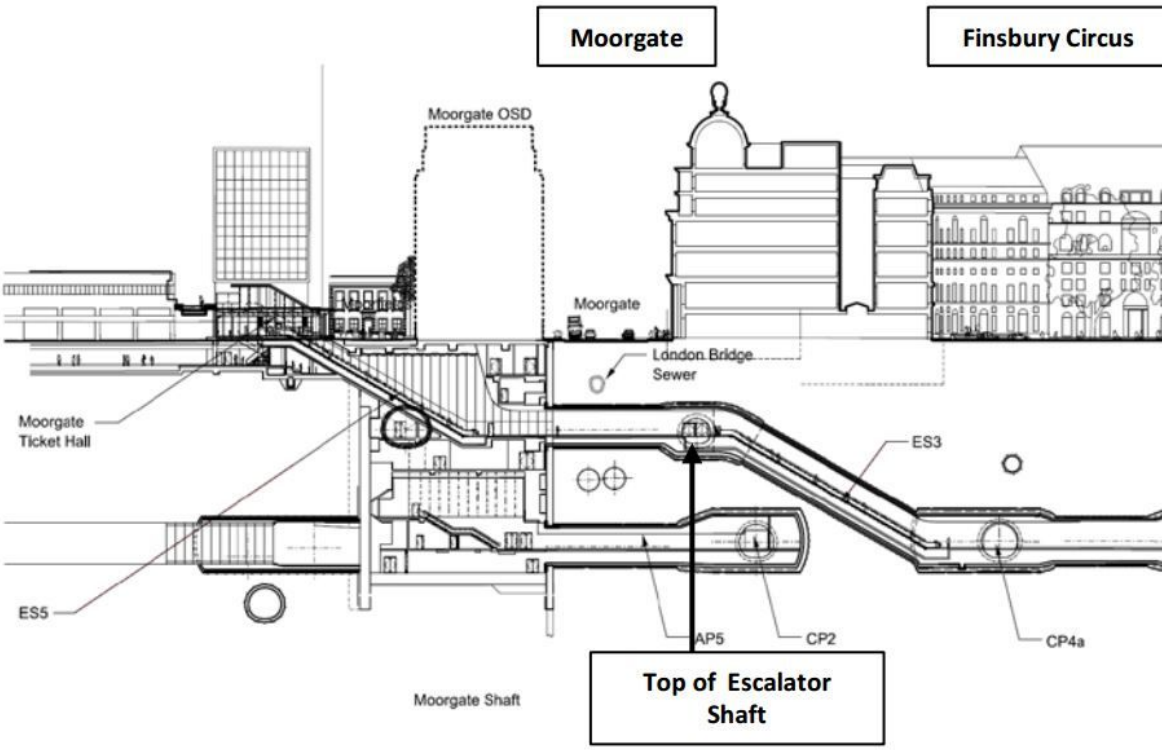
Figuur 12: De uitwerking van het extreme groen scenario door een van de groepen in de workshop van het Bio Science Park Leiden (Hooimeijer en Van der Heijden, 2018)

5 EXPERIMENTEREN MET VERBEELDING

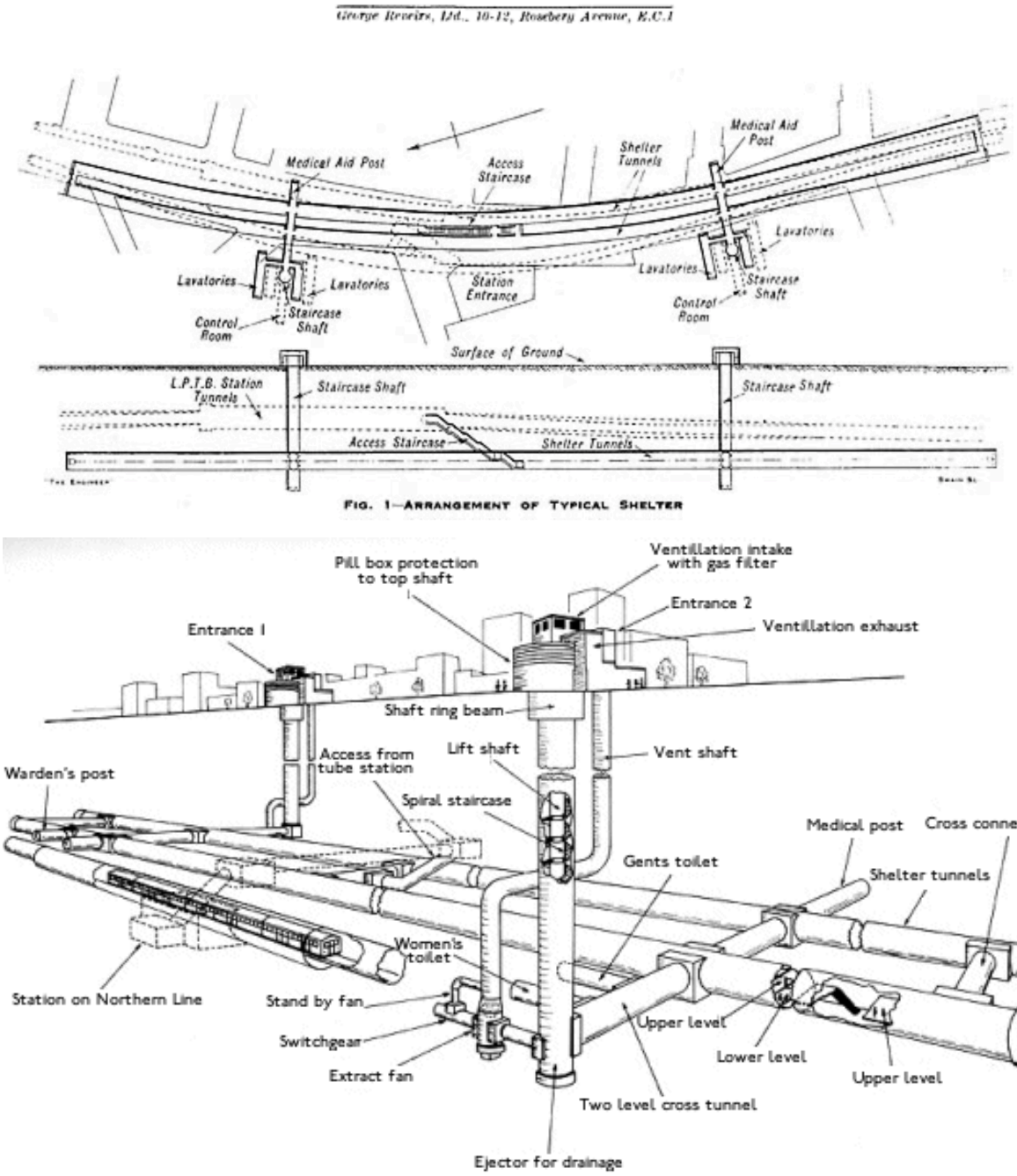
Deze paragraaf besteed aandacht aan visualisatie en voorbeelden uit de praktijk. Het verbeelden van de ondergrond om goed te kunnen begrijpen hoe het in elkaar zit en hoe erop te sturen en in te grijpen is door het hybride karakter en mate van veelzijdige complexiteit nog steeds object van onderzoek. Hoe kun je de realiteit verbeelden die eigenlijk niet te bevatten is? In deze paragraaf besteden we aandacht aan de doorsnede, plattegrond, perspectief/axonometrie en 3D.

5.1 DOORSNEDE

Het begrijpen van de relatie onder- en bovengrond begint bij een doorsnede. Stedenbouwkundigen tekenen in hun doorsnedes vaak niet de ondergrond (wortels, grondwater, funderingen etc.). De meest publieke ondergrondse ruimte betrokken op de bovengrond zijn metrostations. Hierin zijn de relaties en interacties tussen publiek en privaat te zien.



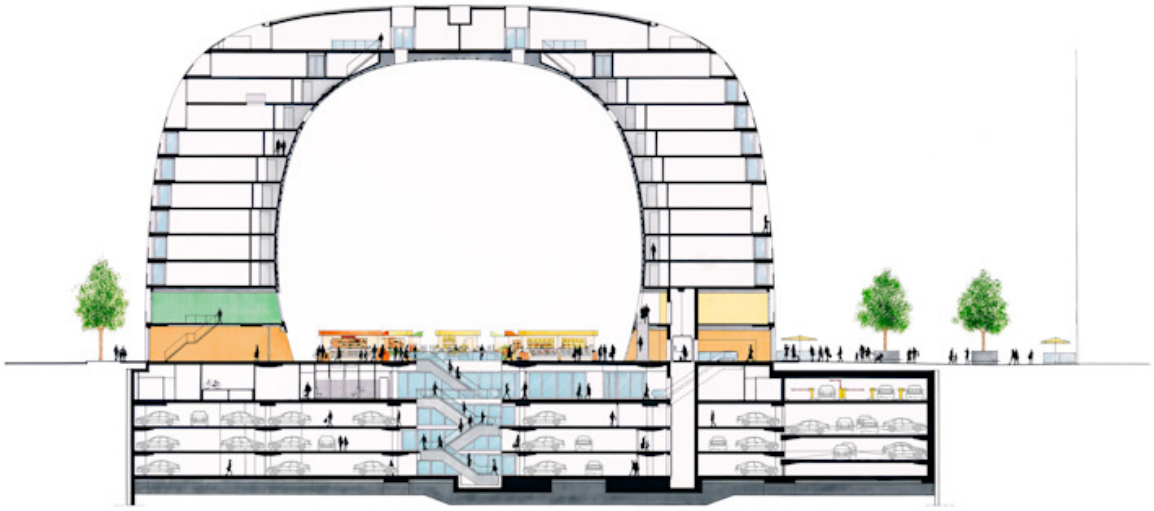
Figuur 13: Doorsnede van Moorgate Crossrail Station, London
(anonw.com/2016/11/01/crossrail-will-be-making-noise-on-moorgate/)



Figuur 14: Plattegrond, doorsnede en axonometrie van ondergronds gangensysteem naar ondergrondse schuilplaatsen in Londen verbindt (www.subbrit.org.uk/features/deep-level-shelters-in-london/)



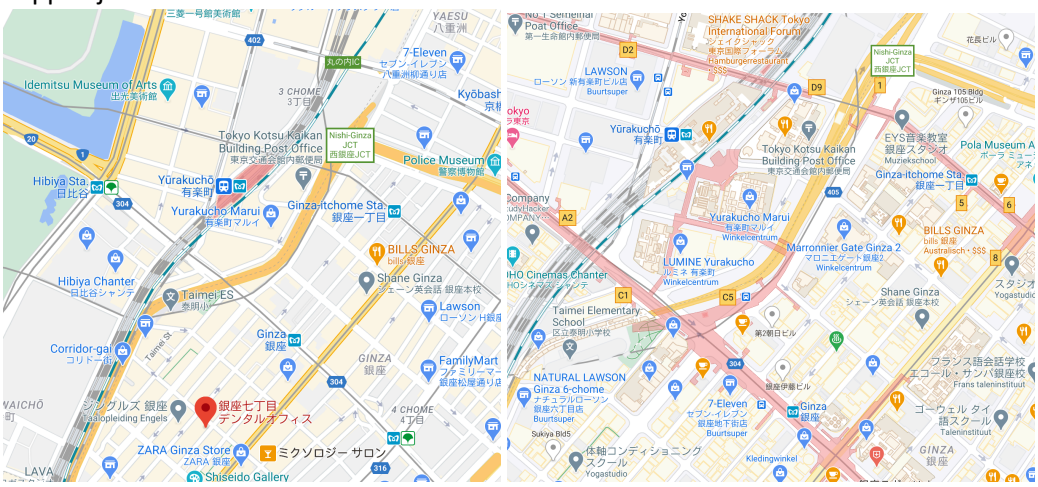
Figuur 15: Voorbeeld van een publieke ondergrondse infrastructuur met een privaat gebouw erboven, 101 Moorgate Crossrail Oversite Development, London EC2 (www.jra.co.uk/projects/workplace-new-build/101-moorgate-crossrail-oversite-development-london-ec2/).



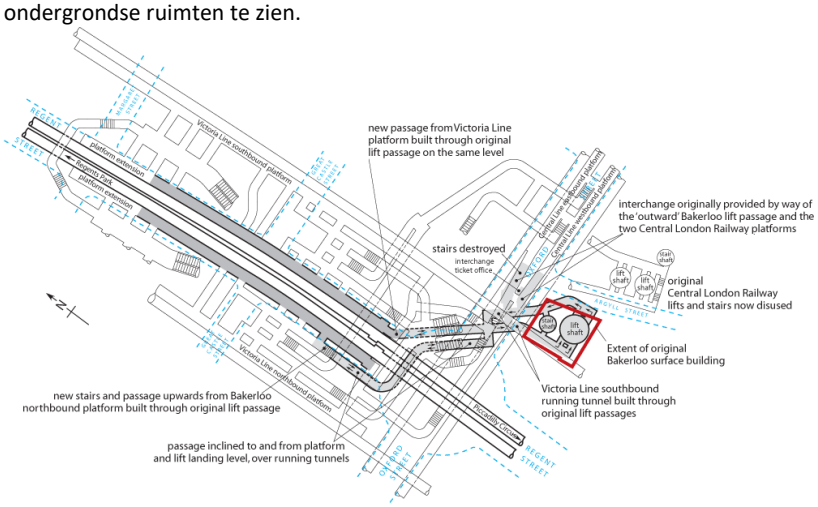
Figuur 16: Voorbeeld van de Markthal in Rotterdam waar een publieke ondergrondse garage met private woningen erboven en semipublieke/semi private ruimte ertussen (MVRDV).

5.2 PLATTEGROND

De stadsplattegrond is het instrument om stedelijke ruimte inzichtelijk te maken voor bezoekers of in het stedelijk ontwerpproces en uiteindelijke plan. Op de grotere schaal is het minder gangbaar, zoals in gebouwen, om verschillende plattegronden per niveau te maken. Wanneer er ook meer onderwerpen aan een plattegrond wordt toegevoegd, met name ondergrondse onderwerpen, wordt een plattegrond door de veelheid en het overlappen van informatie onleesbaar. Zeker als je naar de ruimte wil kijken als een meerlaagse ruimte schiet een enkele plattegrond te kort. Digitale plattegronden kunnen dat wel oplossen, bijvoorbeeld in Google Earth wordt met inzoomen de resolutie steeds groter, en als je door het maaiveld heen zoomt dan komen de ondergrondse ruimten in beeld. Zie figuur 17, in figuur 18 is het maaiveld nog in blauwe stippellijn te zien.



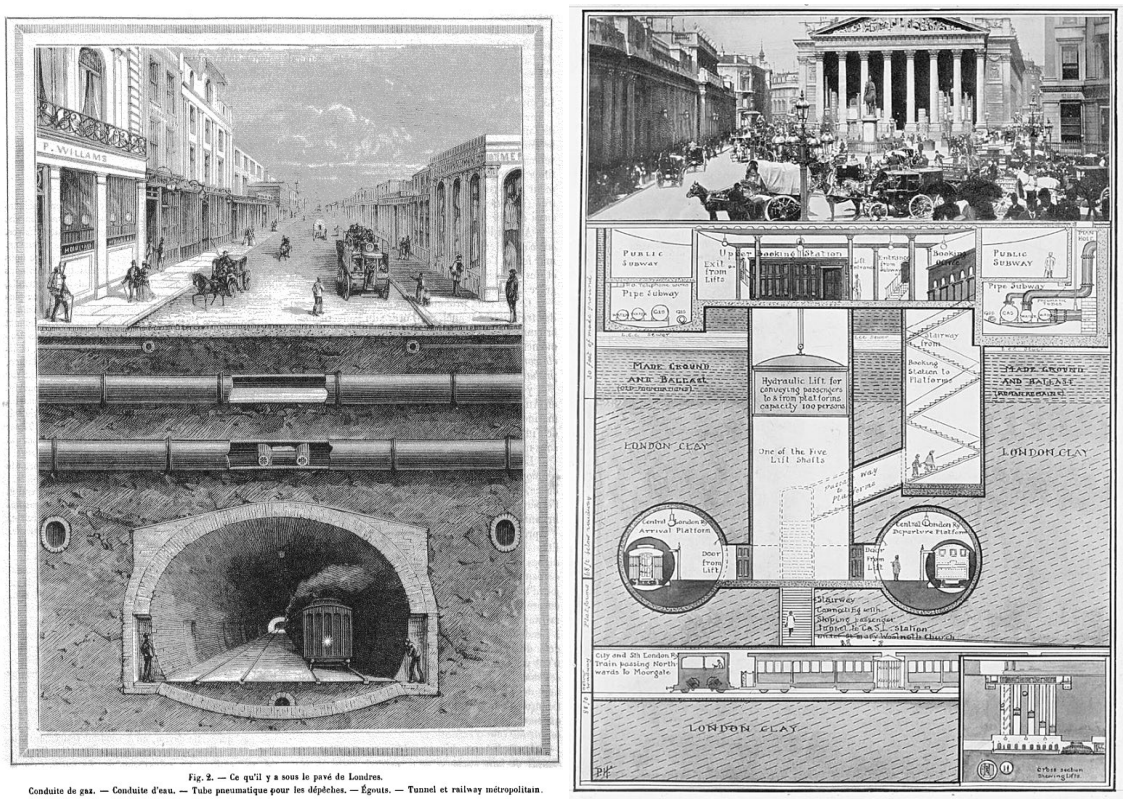
Figuur 17: Google earth kaarten van Ginza-itchome metrostation in Tokio, links op maaiveld en rechts onder maaiveld zijn in roze de ondergrondse ruimten te zien.



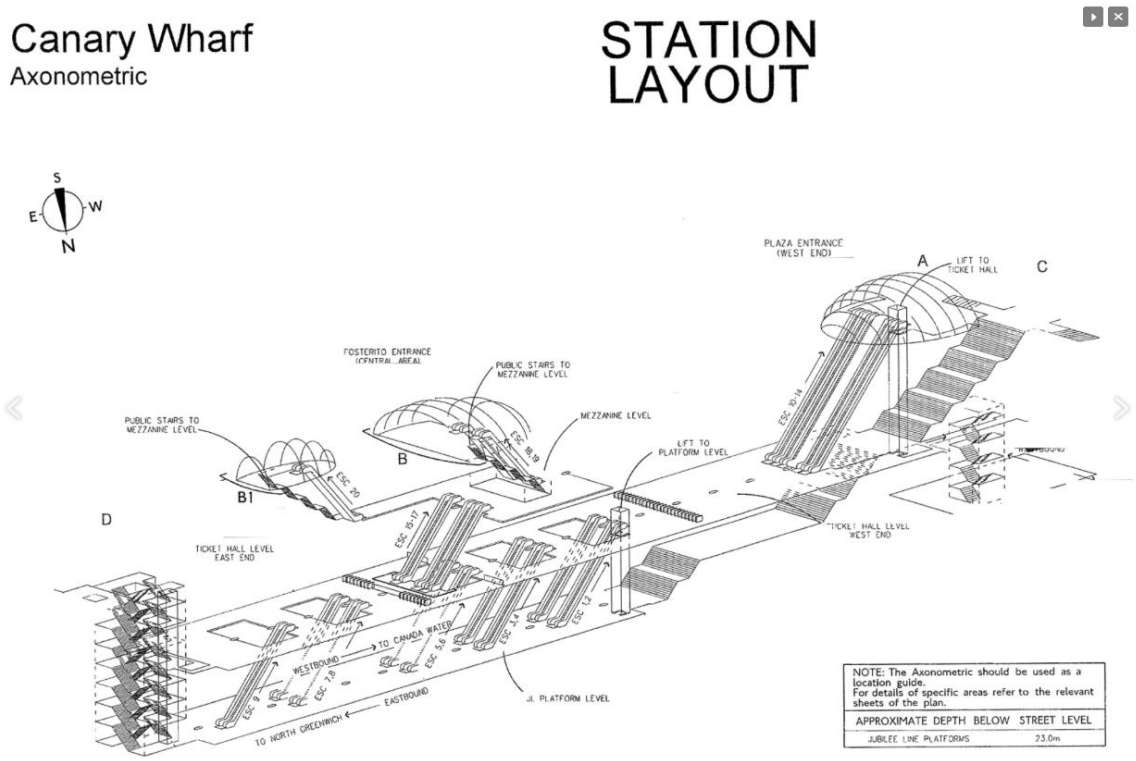
Figuur 18: Plattegrond van een metrostation in UK met in blauwe de contouren van het maaiveld getekend. (www.dougrose.co.uk/index_tiles.htm)

5.3 PERSPECTIEF/AXONOMETRIE

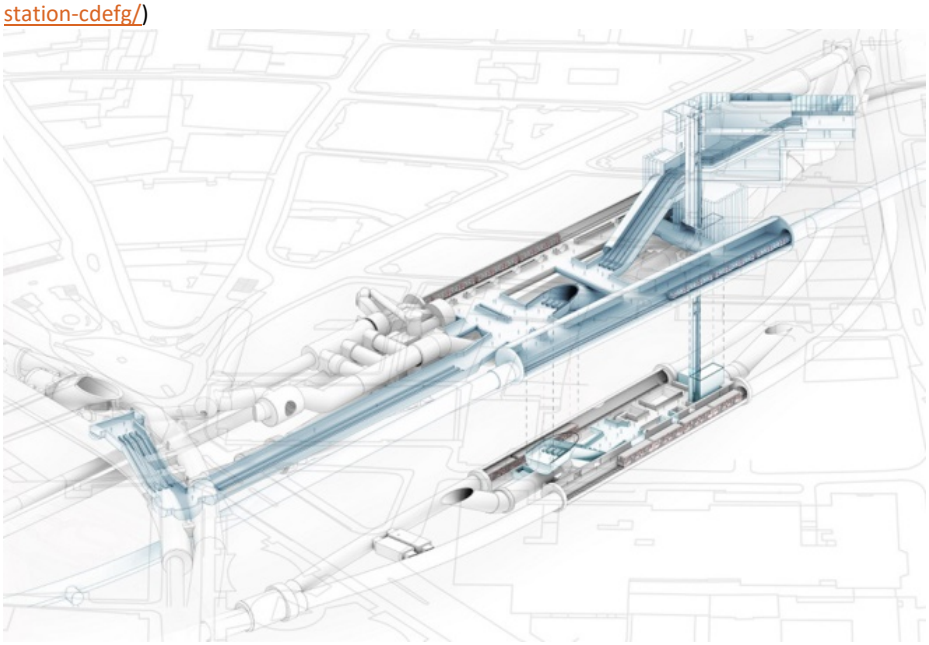
Voor de computer het 3D visualiseren van ruimte makkelijk maakte, werd gebruik gemaakt van perspectief en axonometrie tekeningen (zie figuur 19). Het perspectief legt relaties in de ruimte tussen boven en ondergrond maar ook naar hogere schalen van de ruimtelijke systemen (zoals een straat heeft een doorsnede en een lengte die beide anders in het netwerk functioneren). Het perspectief in de ondergrond verblijft in die zin dan tot de doorsnede, zoals de zien is in de voorbeelden.
Een axonometrie legt relaties tussen de ruimtelijke onderdelen, en kan bijvoorbeeld ook tot een 'exploded view' gemaakt worden om uit te leggen hoe iets in elkaar zit (zie figuur 20 en 21). Deze worden vaak gemaakt voor producten, zoals meubels van IKEA, om te helpen hoe ze in elkaar gezet moeten worden.



Figuur 19: Metroverbeeldingen in London, compilatie van doorsnede, perspectief en foto (www.londonreconnections.com/2015/londons-lost-pneumatic-railway-the-worlds-2nd-oldest-underground/; https://www.reddit.com/r/london/comments/gi79yu/cross_section_of_the_tube_and_other_services/)



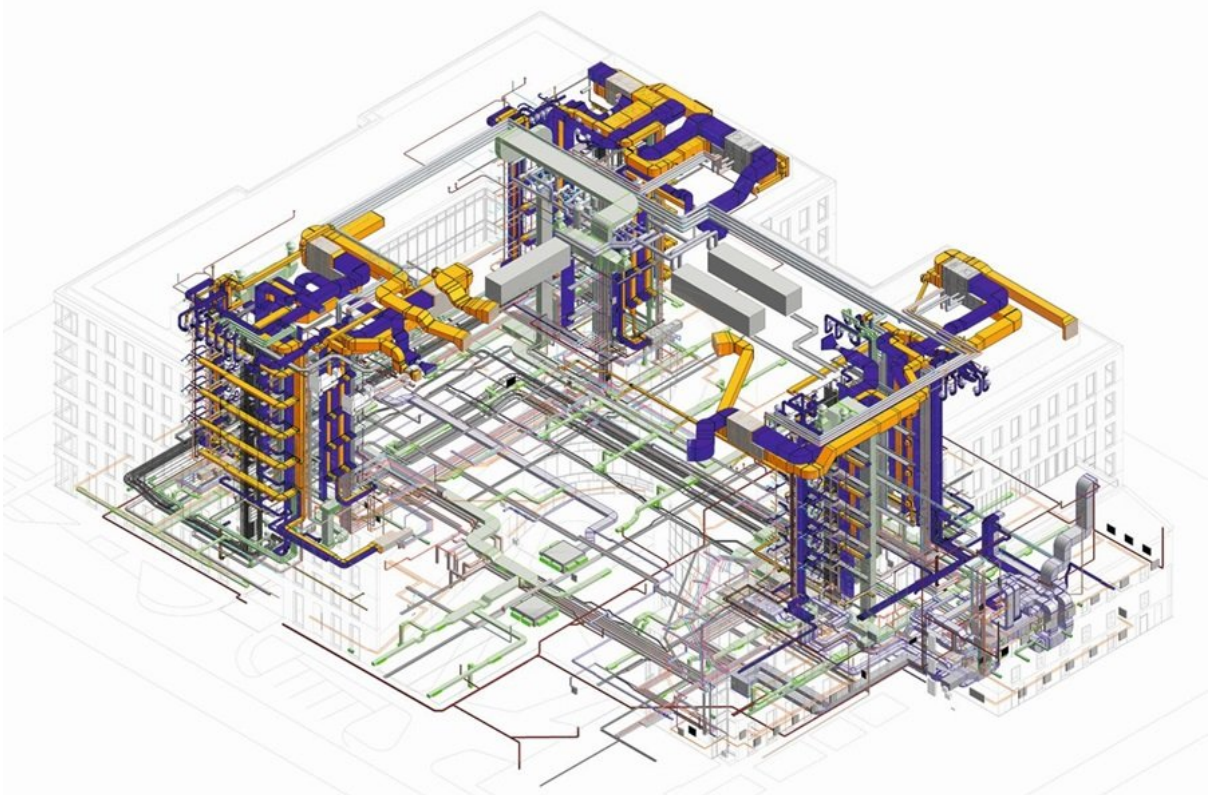
Figuur 20: Axonometrie van Carnary Wharf by Ian Visits (www.ianvisits.co.uk/blog/2015/07/12/3d-maps-of-every-underground-station-cdefg/)



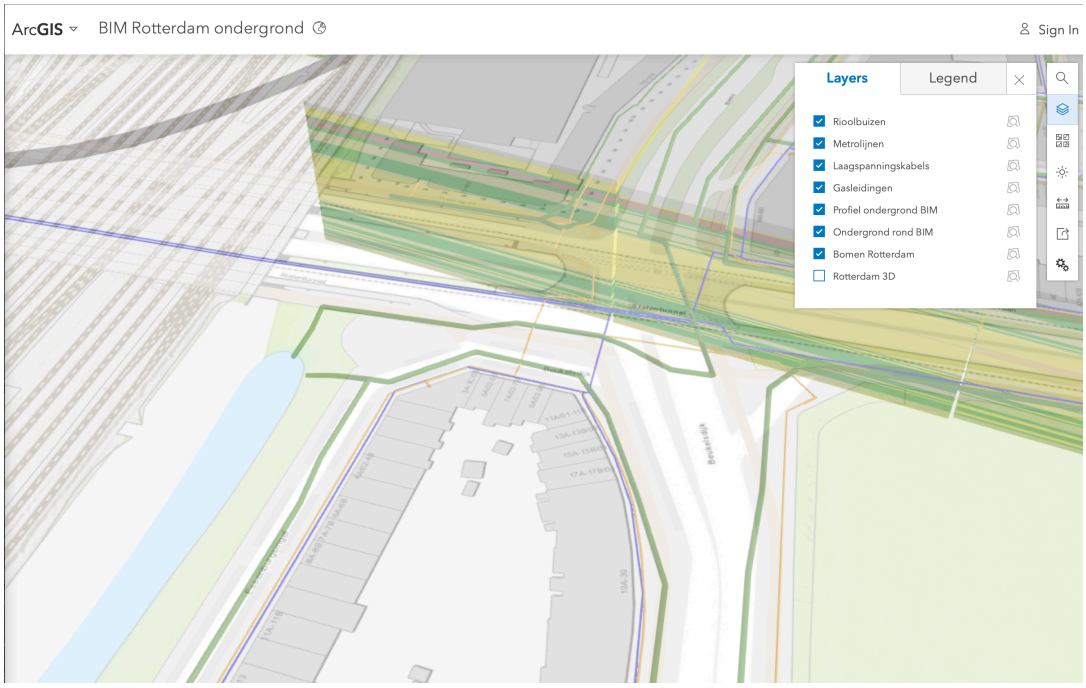
Figuur 21: Axonometrie van Bank & Monument stations in London (www.dougrose.co.uk/index_tiles.htm)

5.4 3D: GIS, BIM EN VOXEL

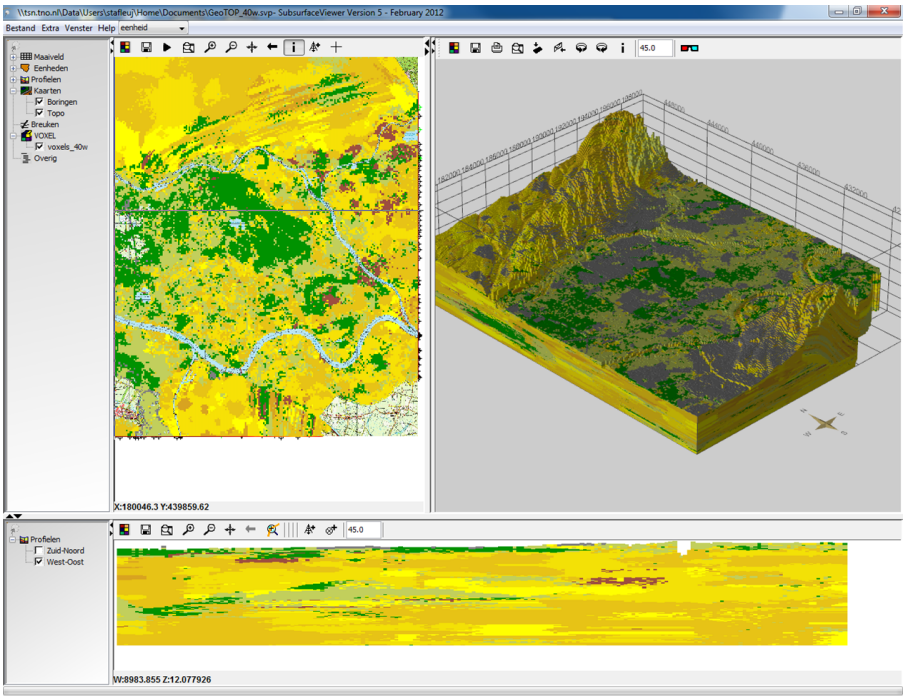
GIS is een Geographic Information System waarmee ruimtelijke en geografische data verzameld en verbeeld kan worden in 3D. BIM is Building Information Modeling dat verder gaat dan een 3D visualisatie omdat het gebruikt kan worden om een bouwproject geheel te begeleiden in ontwerp, constructie, bouwproces en contracten (zie figuur 22). Deze systemen gebruiken de plattegrond in 2D om daar 3D uit te genereren. In de gemeente Rotterdam hebben ze ook een BIM systeem ontwikkeld voor de ondergrond, zie figuur 23)
De BIM toepassing werkt in lijnen, vlakken, rasterbeelden en punten, daarnaast zijn er ook Voxel modellen die werken met volumes. In een Voxel model worden bepaalde prestaties van de onderwerpen die aan de volumes zijn toegekend tot elkaar in relatie gebracht en geanalyseerd (zie figuur 25 en 26).



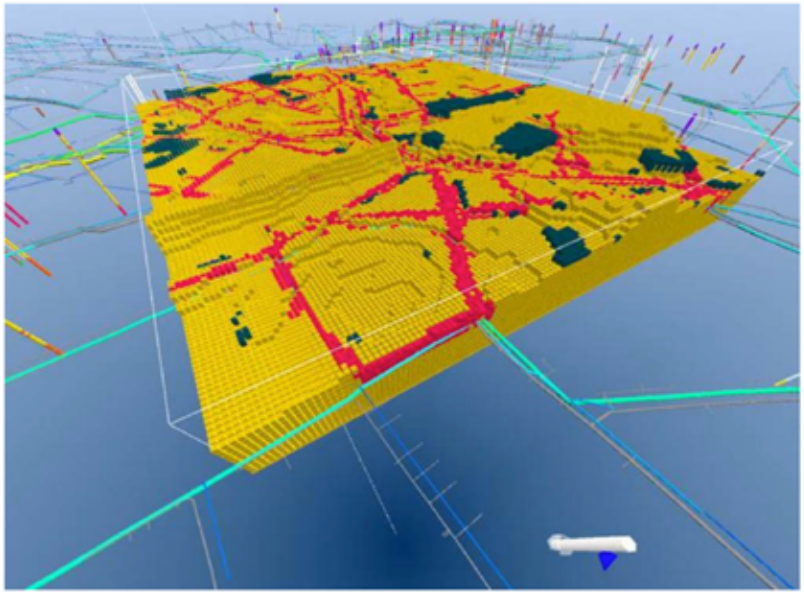
Figuur 22: Voorbeeld van BIM op gebouwschaal (WSP, www.wsp.com/en-PL/services/building-information-modelling-bim)



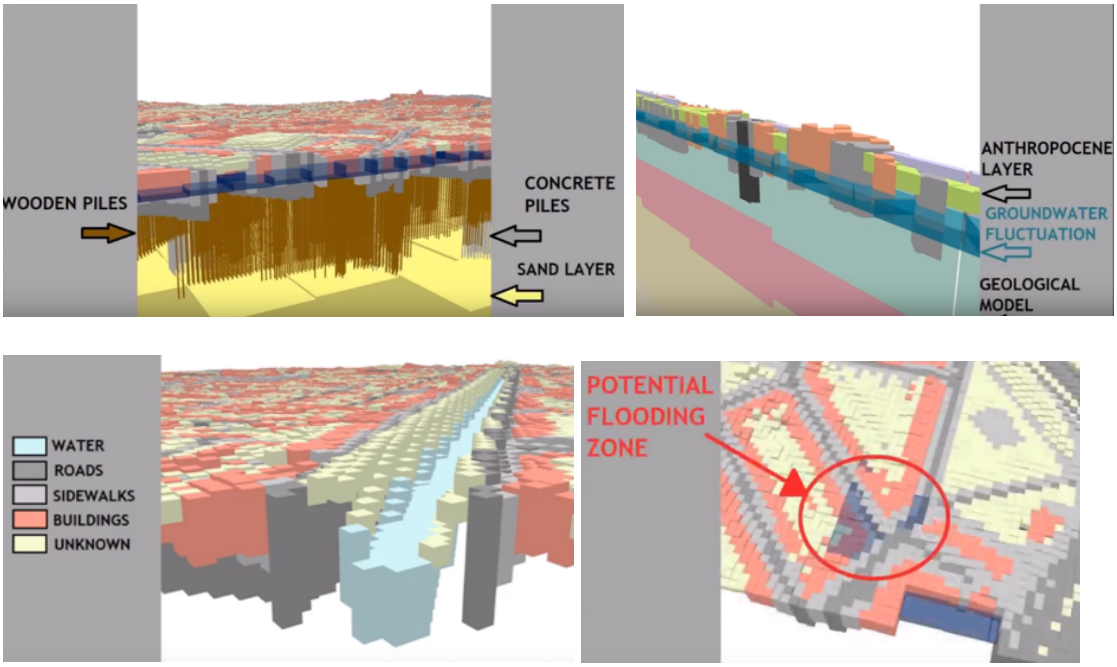
Figuur 23: Voorbeeld van BIM-ondergrond Rotterdam
(www.arcgis.com/home/webscene/viewer.html?webscene=8a6b6626670b4720ac067dc432e7a5fb)



Figuur 24: Voorbeeld van GIS van het DINO Loket om informatie over de ondergrond te krijgen (www.dinoloket.nl/subsurfaceviewer)



Figuur 25: 3D Voxel model van boven- en ondergrond in Odese, Denemarken (Pallesen & Jensen, 2015).



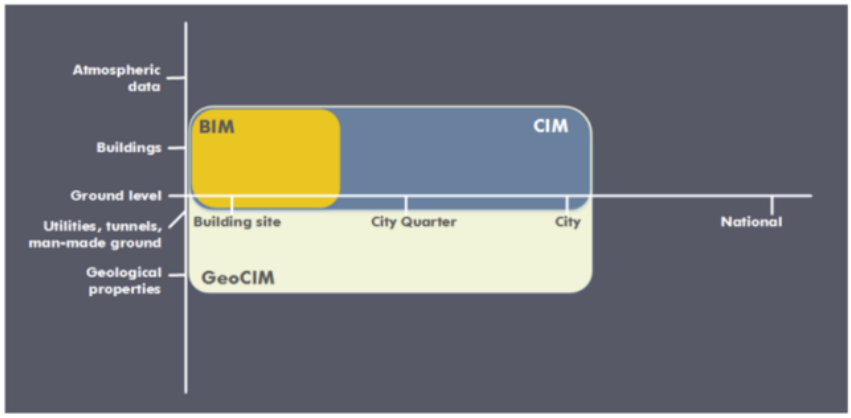
Figuur 26: Voxel model van Bloemhof-Zuid waarin de relatie tussen waterhuishouding en funderingen kan worden geanalyseerd (Van Campenhout en Vuijk, 2017).

5.5 SAMENWERKENDE INSTRUMENTEN

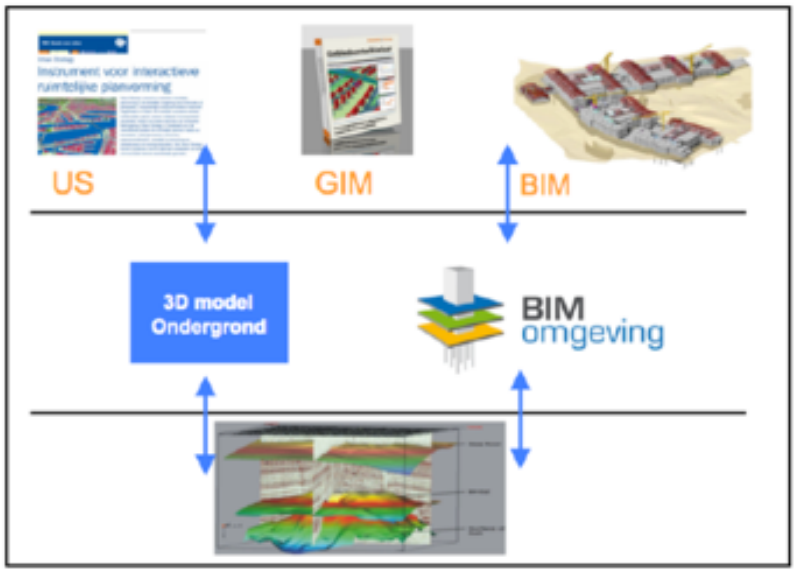
Boundary Spanning ((Slob en Duijn, 2013) is een concept dat bij het verbinden van verschillende werelden of disciplines wordt gebruikt. Het belang van *boundary spanning* bij het werken aan een integrale opgave van stadsontwikkeling is groter omdat omgaan met klimaatverandering en energietransitie betekent dat er informatie en kennis van verschillende sectoren verbonden moet worden.
Het concept *Distributed agency* (Garud en Karnøe, 2003) gaat over het feit dat verschillende specialisten in het ontwikkelen van een product of de stad als product een eigen rol hebben en dat deze rol wellicht niet het hele proces lang van belang is. Tijdens de ontwikkeltijd van een product kunnen verschillende stadia met verschillende betrokken specialisten doorgelopen worden.
Deze twee concepten waren de basis voor een studie waarin gekeken werd welke instrumenten in welke fase van het stadsontwikkelingsproces ertoe doen. De weergave van de stad als zowel als een natuurlijk als technische constructie kan in 2D- en 3D-informatie, die moeten anticiperen op verschillende schalen en fasen van specifieke plannings- en/ of ontwerpfasen. Bovendien moeten ook verschillende onderwerpen van de ondergrond behandelen. Voor elke fase van stedelijke ontwikkeling is gekeken welke 2D- en 3D-informatiesystemen van toepassing zijn. Vervolgens zijn conclusies getrokken over de relatie tussen 2D- en 3D-informatie, en hoe deze de ondergrond beter in het stadsontwikkelingsproces kunnen betrekken.

	VISION	MASTER PLAN	URBAN PLAN	BUILDING
2D	Maps: topography, monuments, and infrastructure Pictures: ambitions	Maps: ownership, spatial structure, risks, spatial analyses, programme, and environmental	Map: situation, programme, urban design conditions, water, infrastructure, and environmental conditions Sections: soil, water	Maps: urban and architectural design, construction, and drawings
3D	Serious Game	SIM, GIM, US SKOO DOO		BIM
	In the vision phase, general information is processed to be able to make decisions for the project, while also creating carrying capacity amongst stakeholders. The resolution of this information is quite rough, and preexisting materials such as pictures are used to support the vision, in addition to topographical maps or data graphs used to create an appropriate understanding of the vision and strategy. In existing built-up areas, the amount of information that needs to be gathered and processed is greater and more complex.	The master plan - also called a structure plan - is the physical translation of the vision and program at the larger scale of an area. The master plan is usually the result of running different scenarios. After the visioning phase, the stakeholders return to their sectoral visualizations, then the issues are clear and able to be developed in a sectoral or bi-sectoral fashion. The resolution has sharpened at this stage, but the planning and design is still based on rough lines and decisions. The definition of newly gathered data and information is also conducted.	As part of the master plan, the urban plan is a detailed phase of development in line with the vision, and is directly connected to spatial quality. At the smaller scale, the information has a high resolution and should become a self-evident part of the urban design. Usually, all data is gathered and clear, while some gaps in information are allowed for the time being.	During the building phase, all data and information should be at the table and translated into construction plans.
	No information on the subsurface	Some information on the subsurface	More information on the subsurface	Detailed information on the subsurface

Figuur 27 overzicht van stadsontwikkeling fase en de 2D en 3D instrumenten die van toepassing zijn (Hooimeijer en Van Campenhout, 2019)



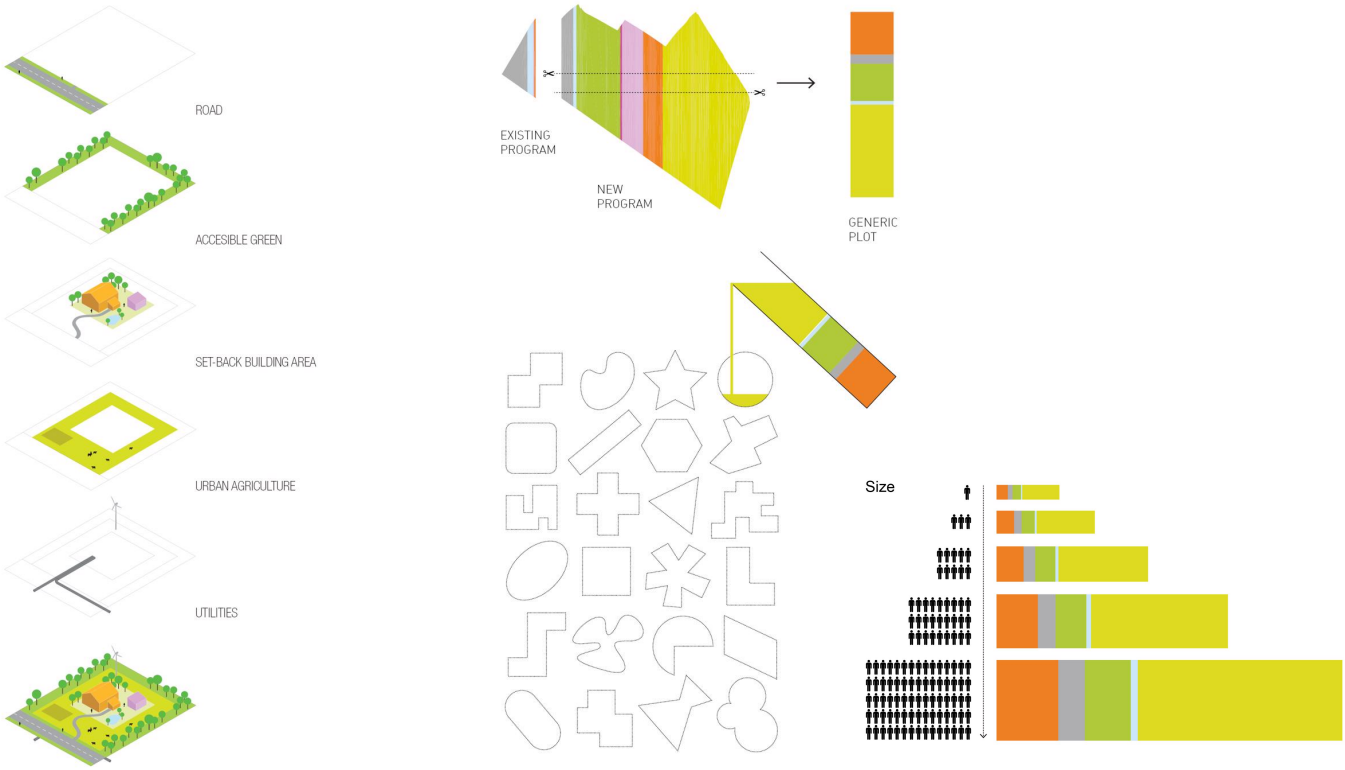
Figuur 28: BIM, CIM en GeoCIM in relatie tot schaal en onderwerken (Schokker et al., 2017)



Figuur 29: Platform dat verschillende modellen met elkaar laat communiceren (Van Campenhout et al., 2016)

5.6 VERBEELDEN VAN RICHTLIJNEN

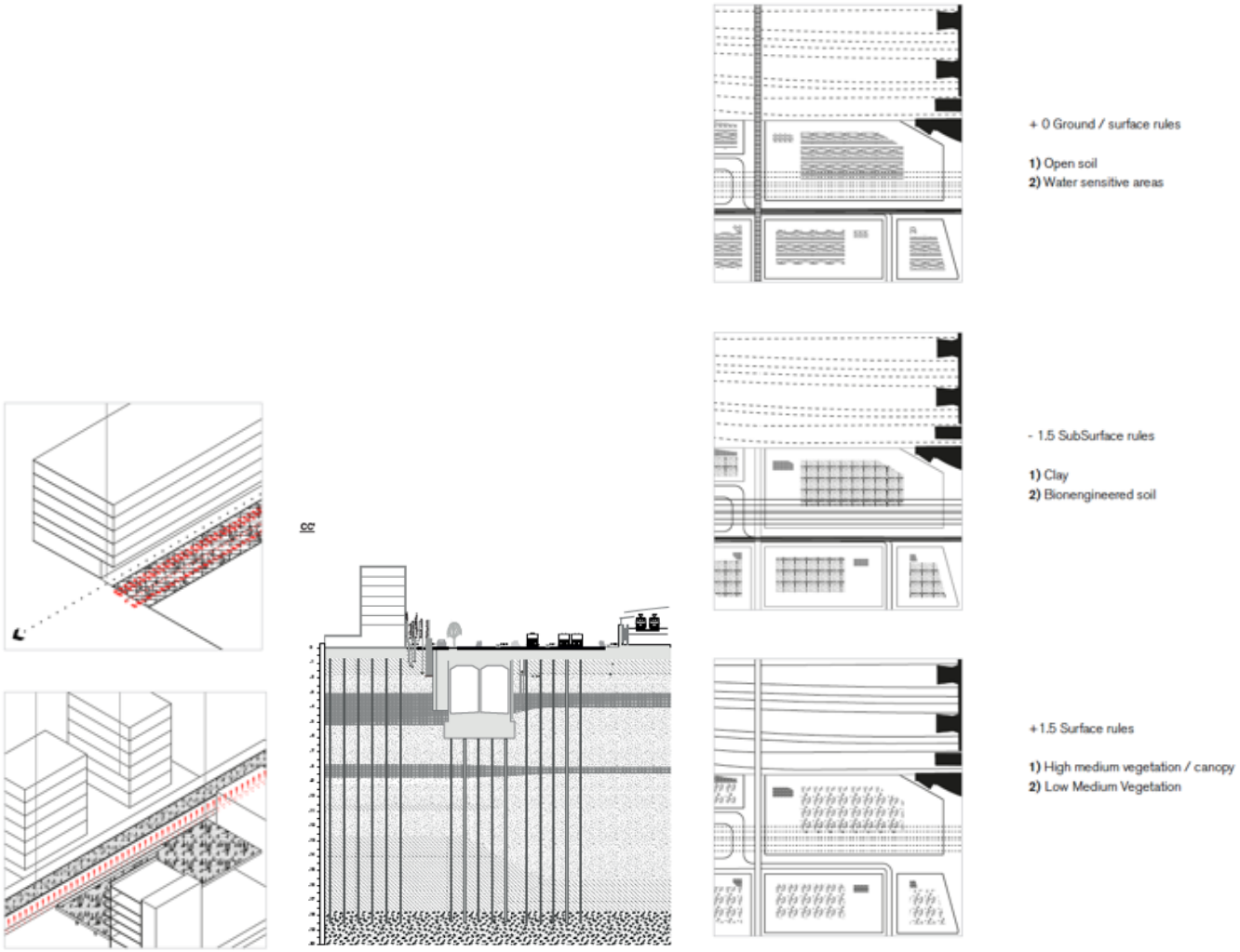
Het vertalen van data naar informatie om daar vervolgens een stedenbouwkundig plan mee te maken staat ook aan de basis van richtlijnen, stedenbouwkundige randvoorwaarden, waarin de presentatie van het ontwerp wordt vastgelegd. In plaats van het maken van een ontwerp kan ook middels deze richtlijnen gestuurd worden op een ontwerp, dit wordt ook wel organische stedenbouw of gebiedsontwikkeling genoemd (RVO< 2021). Het verbeelden van richtlijnen kan een belangrijke rol spelen in het integreren van technisch condities in een RUP. Ze kunnen bijvoorbeeld opgenomen worden op gebiedsschaal, maar ook in kavelpaspoorten om zo de prestatie op gebiedsschaal te borgen.
Een mooi voorbeeld van het verbeelden van richtlijnen zijn het plan voor Oosterwolde van MVRDV (2011). Het is een methode die organische stedenbouw of gebiedsontwikkeling moet begeleiden, dat wil zeggen dat er niet gestuurd wordt door middel van een blauwdruk, maar op de presentatie van het gebied door middel van richtlijnen ten aanzien van onder meer groen, water, voorzieningen en wegen. Dit zijn wel bovengrondse richtlijnen.



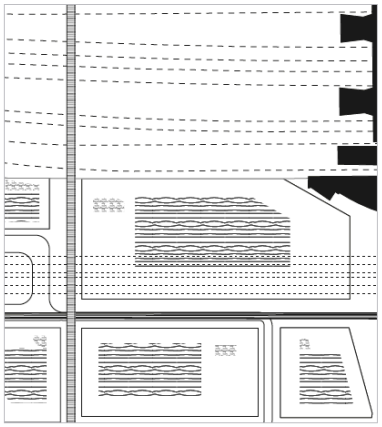
Figuur 30: Organische stedenbouw richtlijnen dat stuurt op logica. Het grondgebruik wordt vastgelegd door middel van een vastgelegd percentage per functie (bebouwd, weg, water, tuin, agrarisch) en er zijn ruimtelijke regels voor het positioneren van deze functies (MVRDV, 2011)

Het verbeelden van richtlijnen die de ondergrond en bovengrond op elkaar betrekken kan gedaan worden door het combineren van een axonometrie, doorsnede en plattegronden op verschillende maaivelden waarin verbeeld wordt:

- Interactie tussen privé en privaat in openbare ruimte en gebouwen
- Regels voor prestaties ten aanzien van water, open bodem, groen



Figuur 31: Relatie tussen axonometrie, doorsnede en verschillende maaivelden in hoog stedelijk gebied (Hooimeijer en Lafleur, 2018b)



2 Meters space forr MUT

Legend

1) 35 % Open soil

2) 15 % Water sensitive areas (Runoff building decentralization)

Figuur 32: Kavelpaspoort waarin de prestatie van de kavels in relatie tot waterberging is vastgelegd (Hooimeijer en Lafleur, 2018b)



Figuur 33: Bestemmingsplan waarin de ondergrond is opgenomen (Mooij, 2014)

6 HET PROJECT: CASUS OOSTENDE

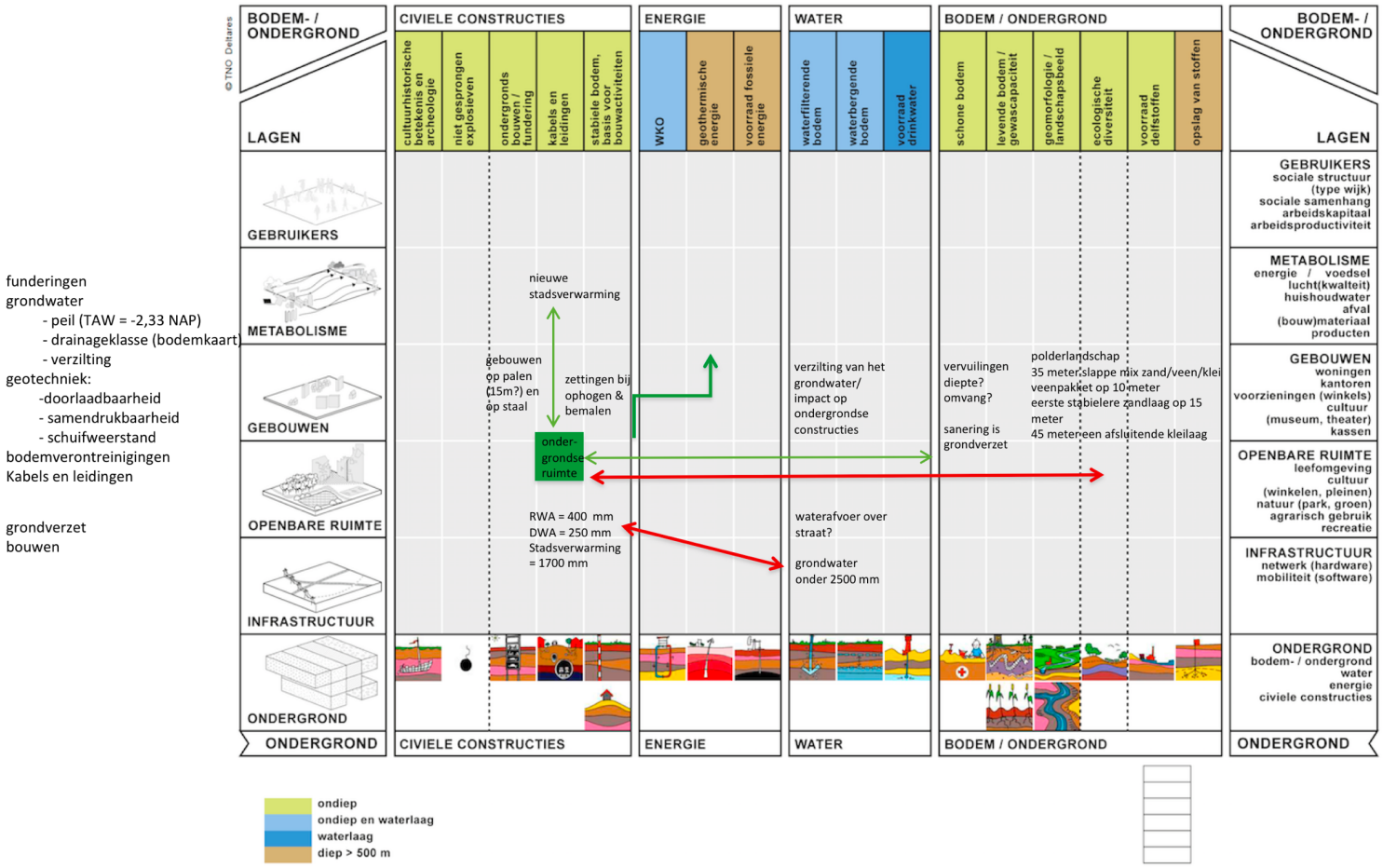
In dit hoofdstuk komen de resultaten van de casus aan de orde, de voorbereiding, de resultaten van de workshop, de latere uitwerkingen en de conclusies.
Als product wordt er een volledig geüpgraded ruimtelijk uitvoeringsplan verwacht, om hier generiek advies over te kunnen geven is er een casus gekozen om een fictief plan voor te maken waarin het betrekken van de ondergrond een belangrijke ruimtelijke ontwikkeling is. Zo kan er gekeken worden welke informatie in welk deelproduct van het RUP toegevoegd moet worden, op welke wijze de informatie toegevoegd of gevisualiseerd kan worden. Voor deze oefening heeft de Stad Oostende zich beschikbaar gesteld met het RUP Ondernemen.

6.1 PROJECT RUP ONDERNEMEN IN OOSTENDE

De casus is in Oostende, een RUP in opmaak waar nu geen nadruk op ondergrond ligt. Het betreft de industriezones Oosteroever gelegen naast stedelijke ontwikkelingsgebieden die volop gerealiseerd worden. Een deel van de industriezone (tussen Victorialaan en Napoleonlaan) wordt ingenomen door leegstaande gebouwen (vroeger bedrijf Frima dat in 2019 failliet ging). Deze gebouwen zijn aangekocht door een ontwikkelaar (Burco) met de bedoeling er een projectontwikkeling in functie van ‘werken’ te realiseren die compatibel is met de projectontwikkelingen die aan de gang zijn op de aanpalende terreinen (huisvesting). Hiervoor is een bureau aangesteld om ontwerpend onderzoek te doen dat de Stad Oostende dan kan gebruiken als inspiratie voor het RUP. Hierin wordt de ondergrond niet meegenomen. Gezien de procedure voor RUP’s nu via een geïntegreerd planproces verloopt waarbij het aanreiken van alternatieven een onderdeel is zal in deze offerte voorgestelde ontwerponderzoek de Stad Oostende helpen om alternatieven af te wegen. Bovendien zal in vergelijking tot de andere studie duidelijk kunnen worden hoe het gebruik van de ondergrond in deze voorwerp kan zijn van een alternatief.
.

6.2 SVRO-METHODE

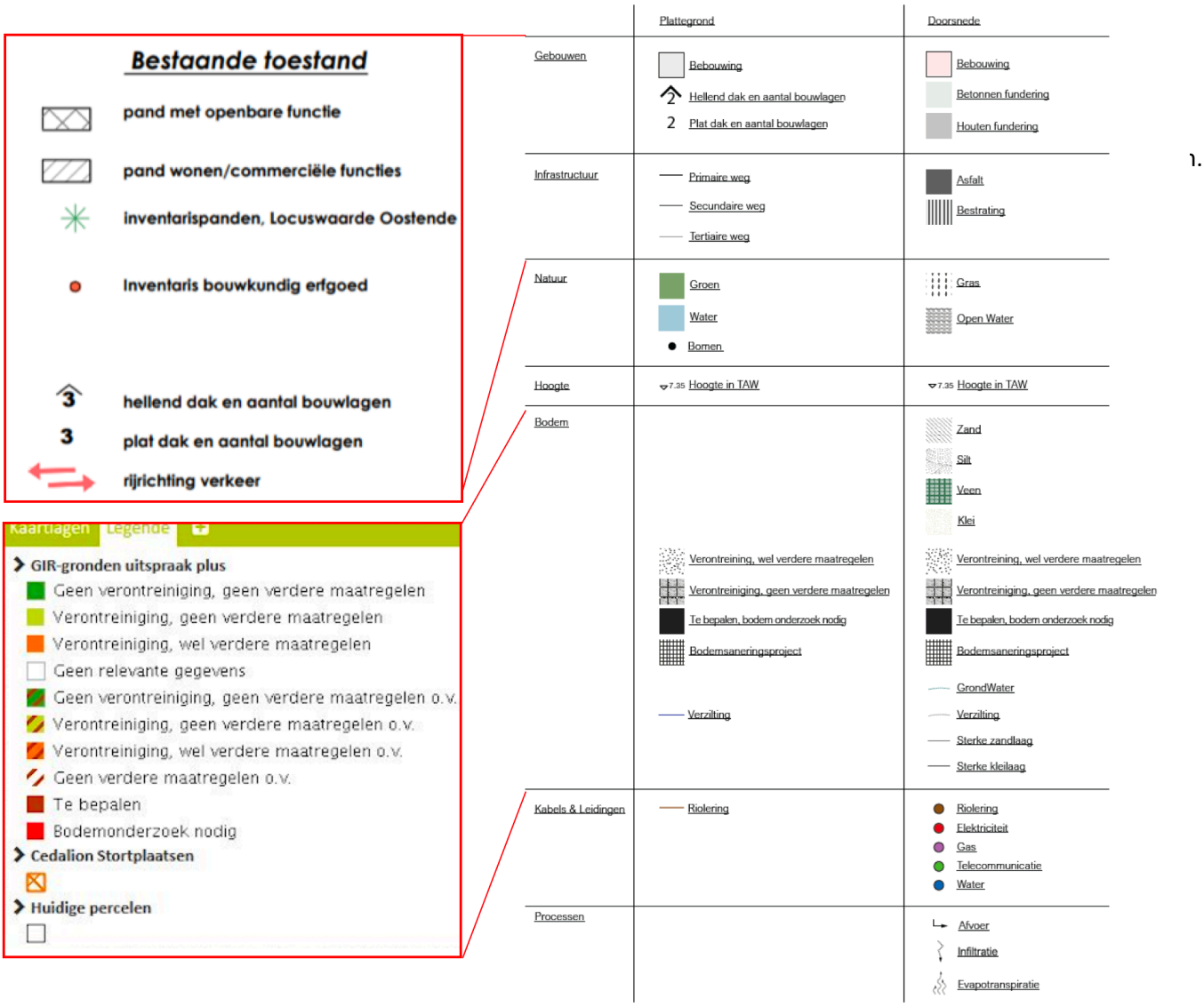
Om de ondergrondse informatie van belang voor ontwikkelingen in en met de ondergrond in kaart te brengen zijn de belangrijkste onderwerpen in de ontwerpsessie aan bod gekomen en zijn de onderwerpen bodemkwaliteit, bodem- en ondergrondgesteldheid, grondwaterwater en energie samen met specialisten (voorbereid) doorgenomen met behulp van de methode Systeem Verkenning Ruimte en Ondergrond (SVRO).



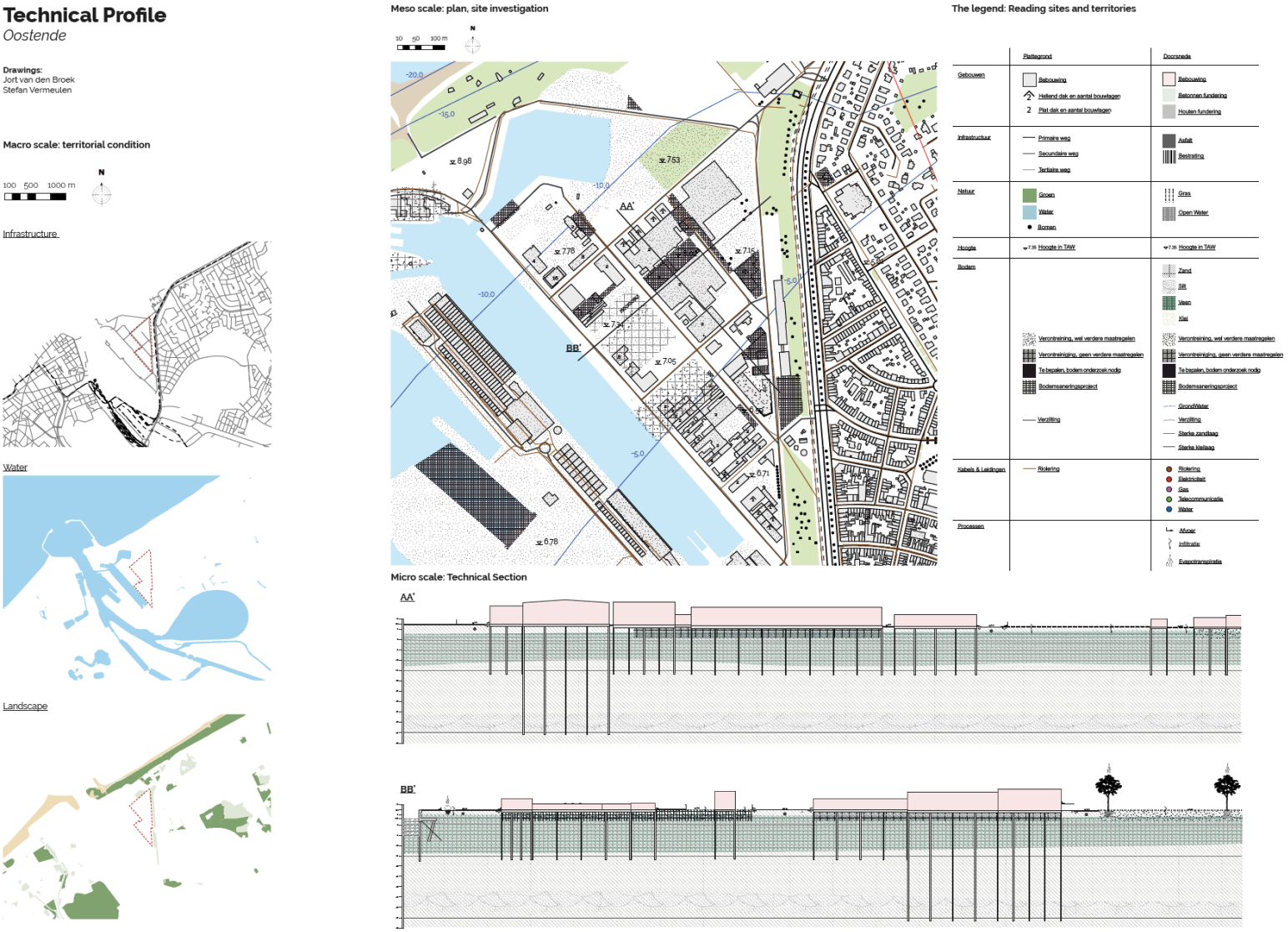
Figuur 34: Resultaat van de presentaties specialisten water, bodem en ondergrond, draagkracht en energie waarin verbindingen tussen de onderwerpen gemaakt kunnen worden in de planvorming

6.3 ANALYSE TECHNISCH PROFIEL

Het belangrijkste van een technisch profiel is de doorsnede en legenda verbonden aan de plattegrond. In relatie tot het bestaande weergave van de bestaande toestand plan zijn de legenda eenheden aangepast. De legenda van het technisch profiel is ook specifiek gemaakt voor de bodemkwaliteit: de gekende fase van een bodemonderzoek zijn via het OVAM Geoloket samengevoegd tot 5 categorieën: Sitebesluit, Oriënterend bodemonderzoek, beschrijvend bodemonderzoek, bodemsaneringsproject en eindevaluatieonderzoek. In dit Technisch Profiel zijn de categorieën vereenvoudigd weergegeven: verontreiniging met geen verdere



Figuur 35: legenda eenheden van de huidige weergave van de bestaande toestand (linksboven), weergave in bodemkwaliteiten (linksonder), vertaald naar de nieuwe legenda van het technisch profiel (rechts).



Figuur 36: Technisch profiel casus Oostende (een leesbare versie is opgenomen in appendix 6)

6.4 PROVOCATIEF SCENARIO DOBBER

6.4.1 Concept

Het scenario dobber refereert naar gebouwen die half boven, half ondergronds ontwikkeld zijn. Door in de uitwerking uitgangspunten als ‘zo ver omlaag, als omhoog’ te gebruiken ‘drijven’ de gebouwen op het maaiveld, gelijk een dobber. De ontwikkeling van de dobbers wordt privaat en kavelsgewijs aangepakt, wat resulteert in kleinschalige ontwikkeling.

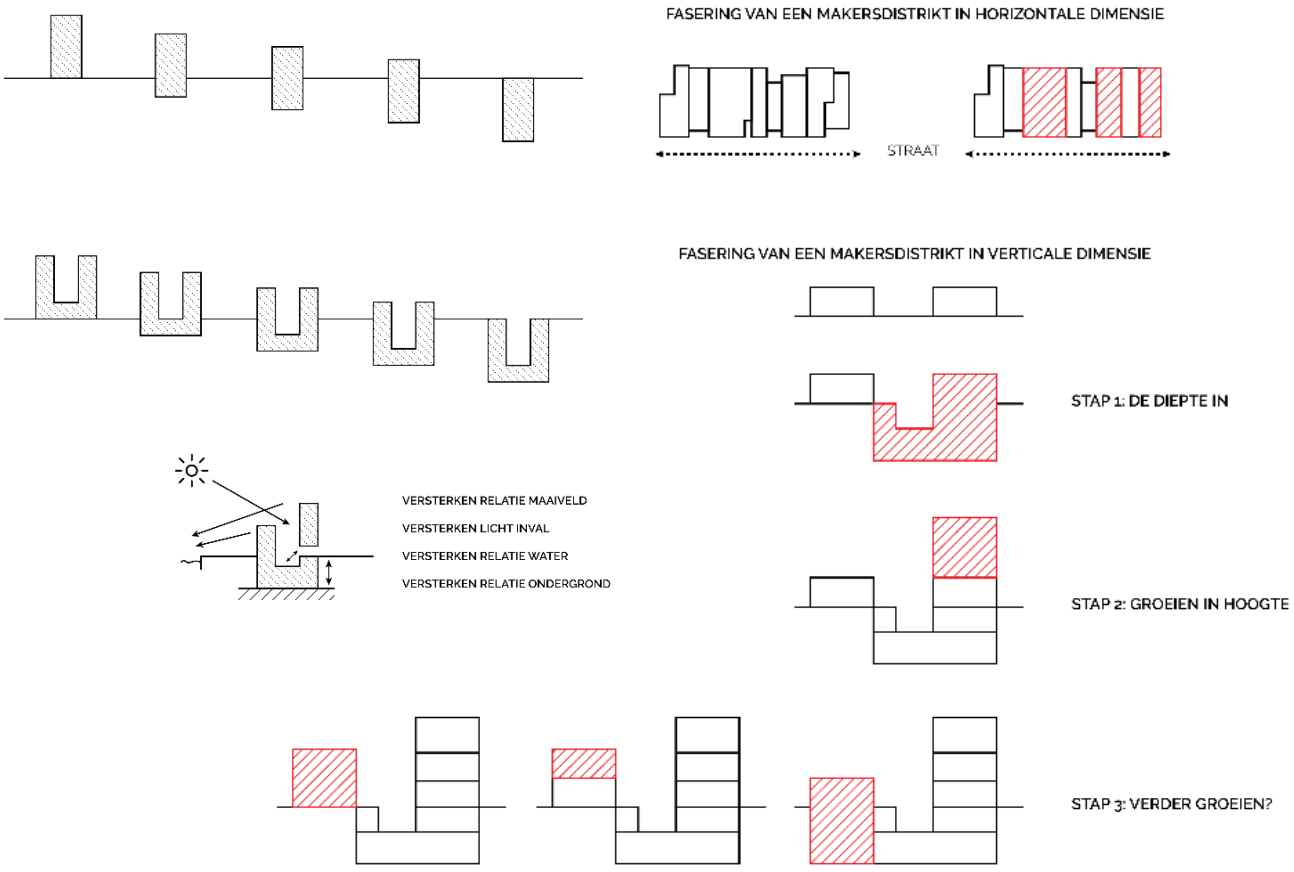
6.4.2 SWOT

Strenghts	Weaknesses
Voornamelijk private ontwikkeling in Vlaanderen, dus beter te integreren Kleinere footprint gebouw, meer open ruimte Verstoppen functies, uit het zicht Besparen op extra maatregelen voor fundering (bijvoorbeeld ankers)	Ondergronds bouwen is niet makkelijk onder bestaande bebouwing, alleen nieuwbouw Hoge kosten voor ondergronds bouwen Ratio ondergronds/bovengrondse functies niet in verhouding Beperking in functies door afwezigheid daglicht
Opportunities	**Threats**
Ondergronds bouwen laat meer ruimte bovengronds voor andere ontwikkelingen Ontharding, meer ruimte voor groen Verbeteren van infiltratie, evaporatie en klimaat adaptatie Hoge stedelijke kwaliteit realiseren	Ondergronds onderhoud (kosten) Hoge kosten in relatie tot functie Complexe opgave (weinig referenties), kan leiden tot bijvoorbeeld onverwachtse kosten

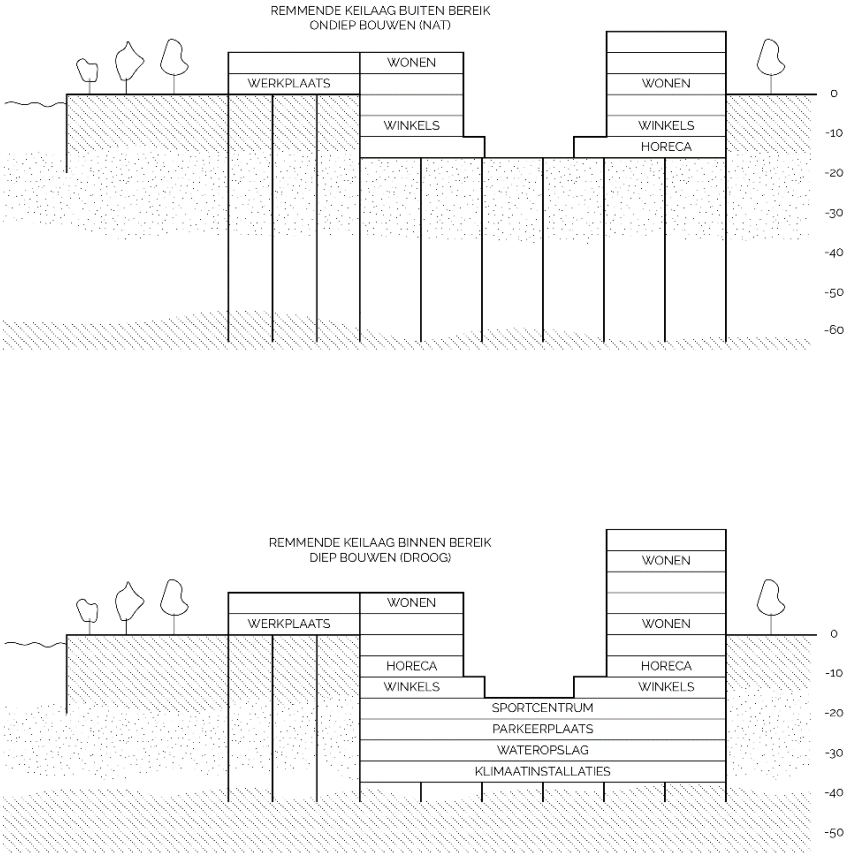
6.4.3 Ontwerp

Het ontwerp voor dit plangebied ontstaat uit het concept van de dobber, een gebouw wat half boven/half ondergronds gesitueerd is. Door in het midden een uitsparing te maken ontstaat er een tweede maaiveld op ondergronds niveau. Door verschillende ingrepen in hoogtes en uitsparingen wordt de relatie met het maaiveld, de ondergrond en de omgeving versterkt. De fasering van het ontwerp zorgt ervoor dat het karakter van het gebied behouden wordt, een maker district. In de eerste fase zal de ondergrondse ruimte worden gerealiseerd, en daarmee ook de nieuwe straat met het tweede maaiveld. In latere fases kan het gebied verder kavelsgewijs worden ontwikkeld. Hoeveel verdiepingen er mogelijk zijn in de ondergrond hangt af van de diepte van de remmende kleilaag. Wanneer deze binnen bereik ligt kunnen er meer ondergrondse verdiepingen gerealiseerd worden, dan wanneer deze niet binnen bereik ligt. In dat geval worden er een klein

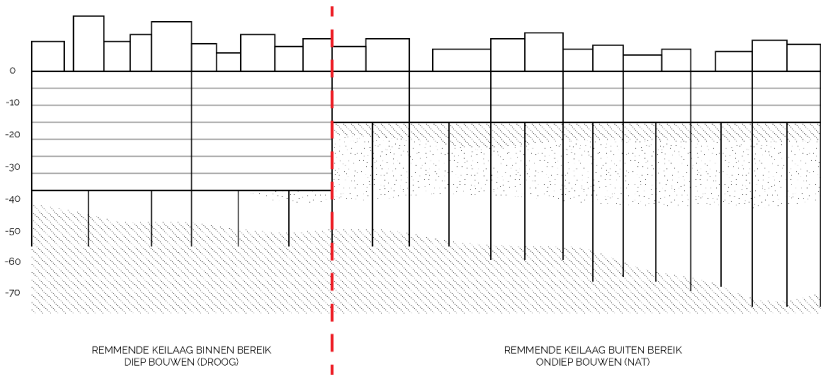
aantal verdiepte lagen gerealiseerd, d.m.v. een natte constructie. Wat betreft functies laat dit ontwerp zien dat er drie categorieën zijn: bovengronds licht, ondergronds licht en ondergronds donker bouwen.



Figuur 37: Ruimtestudies van kleinschalige bouwprojecten.



Figuur 38: Ruimtestudies op de langsdoorsneden van de kavels.

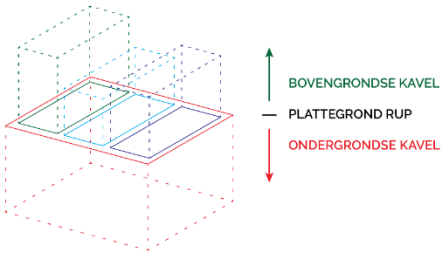


Figuur 39: Ruimtestudies naar de dwarsdoorsnede van de kavels.

6.4.4 Stedenbouwkundig randvoorwaarden

Tabel 3: stedenbouwkundige randvoorwaarden bij het Dobber plan

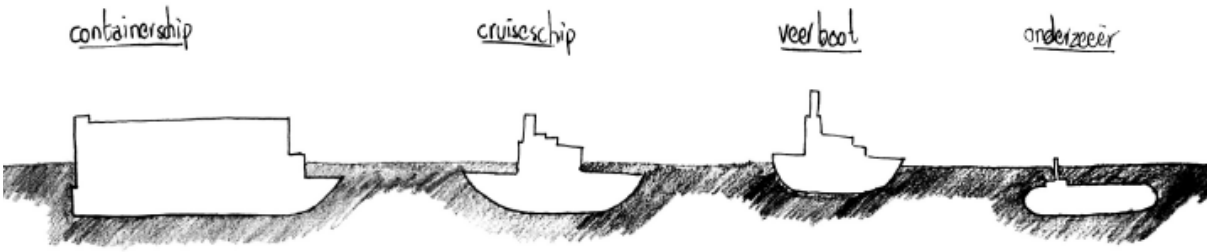
Stedenbouwkundige randvoorwaarden	Toelichting
Remmende kleilaag Als remmende kleilaag ondieper ligt dan x m, dan diepe bouwput met keerwanden tot kleilaag. dan meer bouwlagen ondergronds dan grote kavels uitgeven in RUP behuisd functies die grotere maat nodig hebben zoals parkeren (ook voor de rest van de buurt) Als remmende kleilaag dieper ligt dan [x] m, ondiep, nat bouwen tot 3 bouwlagen diep ondergronds dan kleine kavels uitgeven in RUP behuisd functies die kleinere maat nodig hebben	De diepte van de remmende kleilaag bepaalt hoe veel ondergrondse verdiepingen er mogelijk zijn, de voorschriften zorgen ervoor dat de kosten beperkt blijven.
Functies Functiemix bestaande uit wonen, werken en commercial	De verschillende functies kunnen verdeeld worden over de verschillende lagen. Zo kan er ondergronds ook volwaardige ruimte worden gerealiseerd.
Leefbaarheid ondergrondse ruimtes m.b.t. licht Realiseer lichte bovengrondse ruimtes Realiseer lichte ondergrondse ruimtes Realiseer donkere ondergrondse ruimtes	De verschillende lagen brengen verschillende functies. Zo kan er ondergronds ook volwaardige ruimte worden gerealiseerd.
Klimaatregulatie Verplicht percentage waterberging op eigen kavel Parkeren projecten op grotere kavels 100% onder eigen kavel Etc.	Het verplichten van regulaties op eigen kavel stimuleert het stapelen van functies.

Bouwlagen Ondergrondse kavels ➔ voor noordzijde geldt minimale verdieping van 3 bouwlagen. ➔ Voor zuidzijde geldt geen minimale (of maximale?) verdieping. Verdieping is wel toegestaan! Bovengrondse kavels ➔ aan de noordzijde geldt minimale verhoging van 3 bouwlagen. ➔ Aan zuidzijde geldt een maximale verhoging van 2 bouwlagen.	De maximale bouwhoogte zorgt ervoor dat er genoeg zonlichttoetreding is in het gebied. De verplichte ondergrondse verdieping aan de noordzijde zorgt voor de realisatie van de nieuwe straat op verdiept maaiveld.
Grootte kavels Ondergrondse kavels ➔ Remmende kleilaag dieper dan [x] m, dan grote kavels ➔ Remmende kleilaag ondieper dan [x] m, dan kleine kavels Bovengrondse kavels ➔ Overal zo veel mogelijk de kleine kavelgrootte aanhouden	
Fasering ➔ Eerst: verdiepte binnenstraat maken! ➔ Daarna: gefaseerd optoppen volgt	Binnen de fasering wordt eerst verdiept gebouwd, daarna is er altijd nog de mogelijk om uit te breiden in de hoogte.

6.5 PROVOCATIEF SCENARIO SLAGSCHIP

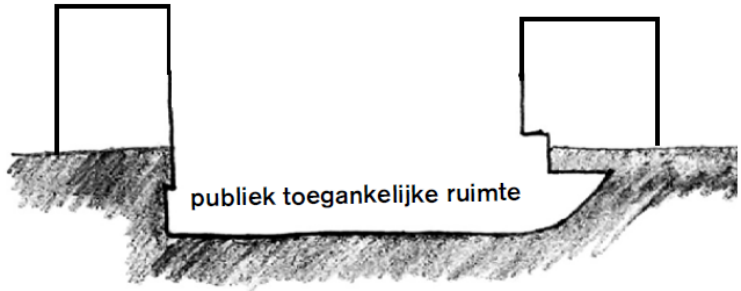
6.5.1 Concept

Het *Slagschepen*-scenario focust op publieke ondergrondse ruimtes met een industrieel karakter. Grote publieke blokken werken als slagschepen in het gebied, met boven- en ondergrondse ruimtes. De slapschepen hebben verschillende typologieën en afmetingen voor verschillende publieke functies.

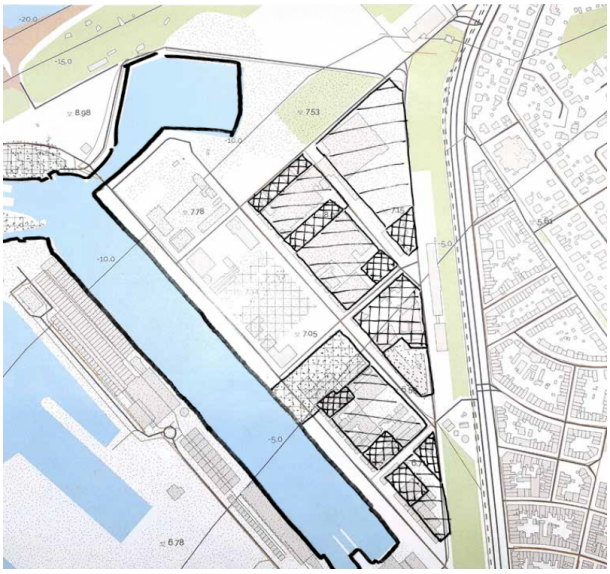


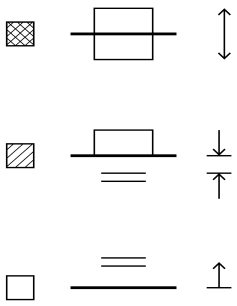
Figuur 40: Ruimtelijke concepten

Echter, de ondergrondse ruimtes in een slagschip verliezen snel kwaliteit door gebrek aan daglicht. Door een inversie te maken van het slagschip ontstaat er een publiek toegankelijke ruimte op een lagergelegen maaiveld. Daarnaast wordt het geveloppervlak vergroot, waardoor er meer daglichttoetreding kan plaatsvinden.



Figuur 41: Ruimtelijk concept containerschip verder gedetailleerd. Het profiel is binnenstebuiten gekeerd, zo wordt het geveloppervlak vergroot.





Figuur 42: Planning met bodemkwaliteit: bodemvervuiling bepaald de ontgraving en situering ondergrondse ruimte = is de programmering van natuurfuncties

De huidige bebouwing en bodemkwaliteit bepalen de vorm en locatie van de slagschepen. Er wordt onderscheid gemaakt tussen drie types: bovenbouw, onderbouw en schakelbouw. Via deze drie types worden er nieuwe maaivelden gecreëerd op verschillende niveaus. Bij een verontreinigde bodem kan er ondergronds gebouwd worden, aangezien deze grond toch moet worden gesaneerd. Als de bodem schoon is, wordt er (bij dit project) gekozen om niet ondergronds te bouwen.

6.5.2 SWOT

Strenghts
• Water
  ○ microklimaat
  ○ luchtkwaliteit
  ○ esthetisch
• Bereikbaarheid
  ○ autoverbinding
  ○ tramverbinding
  ○ strand / voorzieningen
	Weaknesses
	• Haven
	• Verzilting
	• Slechte verbinding met Vuurtorenwijk
	• Slechte verbinding met Centrum
	• Gebied is bijna volledig verhard

Opportunities • Verbinding met binnenstad • Goede locatie voor nieuw, publiek centrum • Recreatie aan de Spuikom • Gentrification	Threads • Zeespiegelstijging • Industrie • Vervuiling: lucht, geluid, water • Gentrification

6.5.3 Ontwerp

Het ontwerp van het Publieke Slagschip is geïnspireerd door twee bekende Nederlandse gebouwen: Het Nederlands Instituut voor Beeld en Geluid te Hilversum en de Koopgoot te Rotterdam, figuur 43 en 44. Het Beeld en Geluid-gebouw is ook een soort groot slagschip die half verzakt ligt. De Koopgoot heeft een verlaagd maaiveld met publieke functies. Het Publiek Slagschip krijgt de diepte van Beeld en Geluid en de breedte van de Koopgoot.





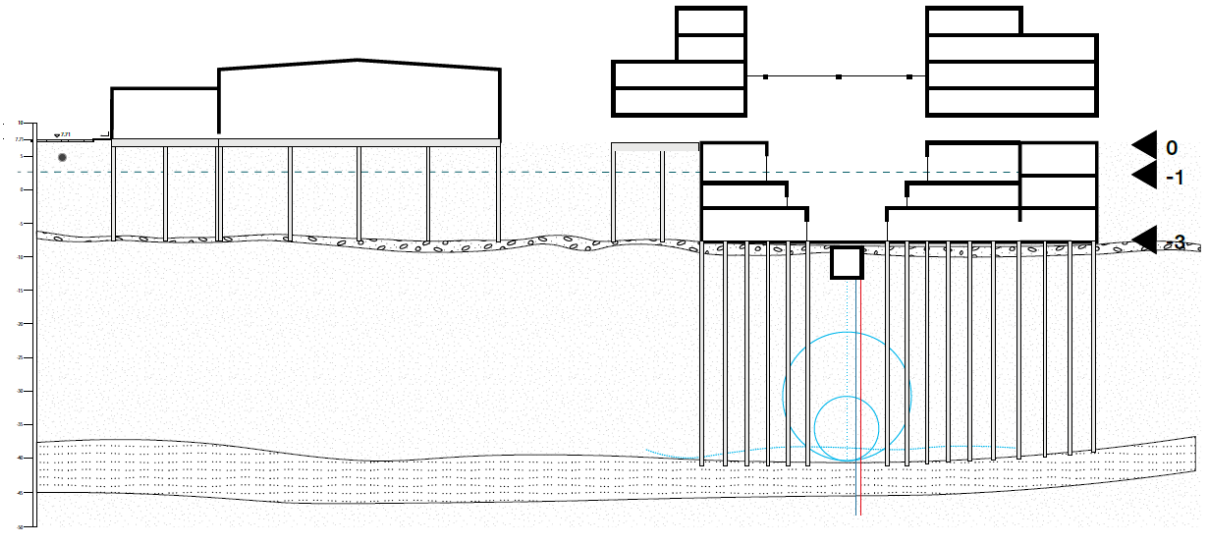
Figuur 43 en 44: Nederlands Instituut voor Beeld en Geluid in Hilversum (www.beeldengeluid.nl) en de Beurstraverse (Koopgoot) in Rotterdam (rotterdam.info/locaties/koopgoot-beurstraverse/).

Het Publieke Slagschip introduceert twee nieuwe maaivelden, naast het huidige maaiveld (maaiveld 0): maaiveld -3 op -15m en maaiveld -1 op -6m. Net als in Beeld en Geluid is er een trapsgewijze afbouw naar de ondergrondse ruimten. De onderkant van het slagschip rust op de sterke zandlaag op -15m, maar door het gewicht van het gebouw zullen er ook palen moeten komen naar de sterke kleilaag op -45m. De ruimte onder het gebouw kan gebruikt worden voor klimaat-technische systemen zoals wateropslag en KWO.



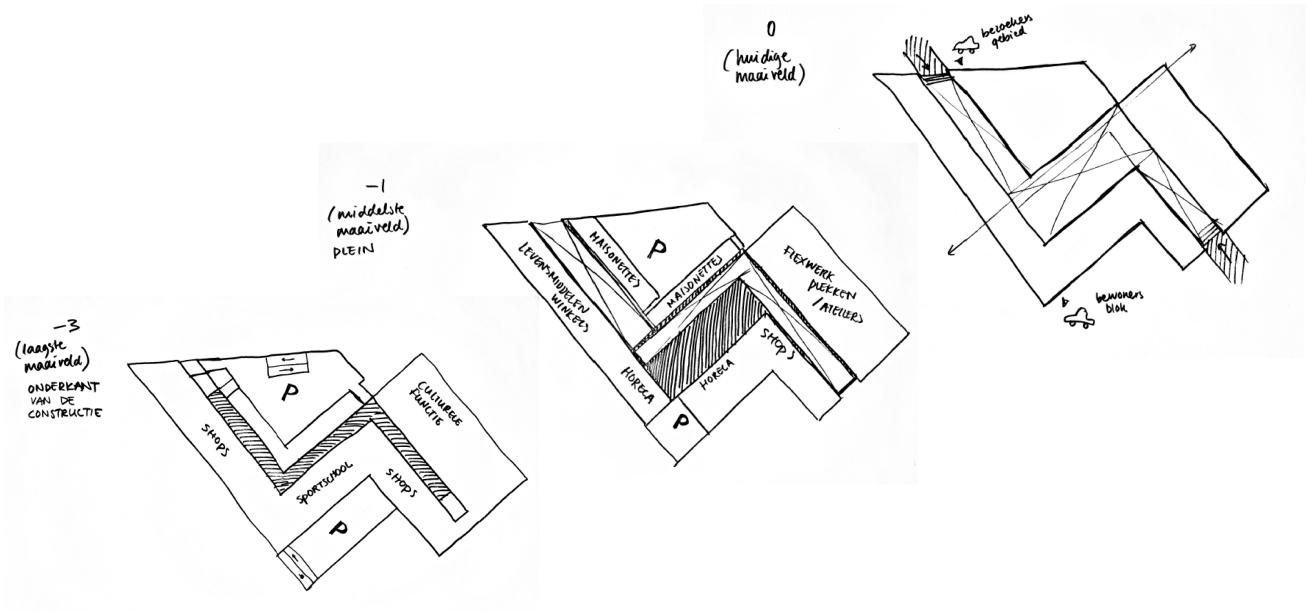
Figuur 45: Zonering van het gebied.

Het rode gebied in figuur 45 markeert een cluster van grond waar bodemonderzoek wordt uitgevoerd, waar volgens de opgestelde principes goed de ondergrond in gegaan kan worden. Het binnenstebuiten getrokken containerschip vormt een publieke route die de verbinding van de Visserijdok en de Vuurtorenwijk verbeterd. Het fungeert als landmark vormt voor het “Nieuwe Centrum”. Het groene gebied wordt behouden om het “makers district” karakter te behouden.



Figuur 46: Gedetailleerde doorsnede van het concept.

De drie maaivelden in figuur 47 hebben allemaal hun eigen functie. Maaiveld -3 vormt een route door het blok, die ook verbonden is aan het stedelijk weefsel en dus ook een route kan vormen op grotere schaal. Het maaiveld -2 is niet publiek. Op maaiveld -1 ligt een centraal publiek plein met sterk publieke functies. Maaiveld 0 heeft als belangrijkste functie om het blok te laten aansluiten op de omgeving. Het Publieke Slagschip moet een divers milieu krijgen om in te wonen, werken, bewegen en recreëren.



Figuur 47: De drie maaivelden krijgen ieder een eigen functionele kaart, het gearceerde deel is de publieke ruimte.

6.5.4 Stedenbouwkundige voorschriften

Tabel 4: Stedenbouwkundige voorschriften bij het ontwerp Slagschepen

Verordenend	Toelichting
stedenbouwkundige voorschriften	*toelichtingen en visie*
Afmetingen	
• Rendabele oppervlakte en volume afhankelijk van constructie kosten en mogelijkheden fundering • Maximale bouwhoogte: 15m ten opzichte van huidige maaiveld (7.21 TAW). Het is een overgangsgebied tussen de hoogbouw aan de Visserijdok en de Vuurtorenwijk. Naastgelegen gebouwen hebben een maximale hoogte van 9m. • Maximale bouwdiepte: -15m ten opzichte van huidige maaiveld (7.21 TAW). Op maximale bouwdiepte ligt het laagste maaiveld. • x m3 staat tegen x m2, nader te bepalen waarden. Er moeten acceptabele verhoudingen aangehouden worden tussen volume en oppervlakte om kwalitatief daglicht en ruimte te waarborgen.	• De maximale bouwhoogte zorgt ervoor dat er een stapsgewijze afbouw is in bouwhoogte van de Visserijdok naar de Vuurtorenwijk. • De bouwhoogte en bouwdiepte zorgen ervoor dat het gebouw gebalanceerd is, er kan worden aangehouden ‘hoe hoog je gaat, hoe diep je gaat’.
Inpassing in Omgeving	
• Bewegingen door het blok moet aansluiten op omliggende straten en netwerken.	• Door routing aan te sluiten op omliggende straten en netwerken zal het blok

• Parkeergelegenheden moeten ontsloten kunnen worden op een doorgaande weg voor goede bereikbaarheid. Er moet zowel ruimte komen voor publieke als voor private parkeergelegenheid. • Distributieverkeer en hulpdiensten moeten zich kunnen bewegen binnen het gebouw, op elk maaiveld.	geïntegreerd worden en gebruikt worden als route. • Distributieverkeer en hulpdiensten kunnen op de lagere maaivelden komen via de parkeergarage, zodat de verder autovrij en voetganger vriendelijk blijven.
Maaivelden	
Maaiveld 0, tevens het huidige maaiveld. • Zorgt voor de verbinding tussen het blok en de omgeving, • Publieke en private functies. Maaiveld -1, gelegen op -6m van maaiveld 0. • Publieke functies • Nauw verbonden met beide andere maaivelden. Maaiveld -3, gelegen op -15m van maaiveld 0. • Vormt een route door het blok die aansluit op het wegennetwerk van de wijk • Publieke functies • Nauw verbonden met maaiveld -1.	• Kavels in het blok werken per maaiveld. Een kavel op maaiveld -3 en een kavel direct daarboven op maaiveld -1, zijn verschillende kavels.
Functies	

• Er moet een functiemix zijn voor een levendige omgeving en sociale controle ten allen tijden.
• Industriegebouwen en loodsen moeten voor zover mogelijk behouden worden voor betaalbare en karakteristieke ruimtes voor het nieuwe Makers District.
Maaiveld 0:
• 55% bebouwd (waarvan: 50% publieke functies, 25% woningen, 25% parkeren)
• 45% onbebouwd (waarvan: 90% open, 10% ontsluiting)
Maaiveld -1:
• 60% bebouwd (waarvan: 50% publieke functies, 25% woningen, 25% parkeren)
• 40% onbebouwd (waarvan: 40% plein, 40% open, 20% ontsluiting)
	• Er moet een functiemix komen voor diversiteit, levendigheid en sociale controle ten allen tijden. Het betreft zowel publieke als private functies:
	  ○ woningen
	  ○ kantoren
	  ○ winkels: levensmiddelen, speciaalzaken
	  ○ recreatie: horeca, theater, bioscoop
	  ○ cultureel: atelier, museum
	  ○ sport: sportschool, sportzaal
	• Er moet genoeg volume onbebouwd gelaten worden voor een ruimte ontsluiting en daglichttoetreding. Zeker in maaiveld -3 is dit essentieel voor genoeg licht. Te weinig licht kan donkere en onveilige plekken veroorzaken. En ander belangrijk aspect hierin is de aanwezigheid van sociale controle.

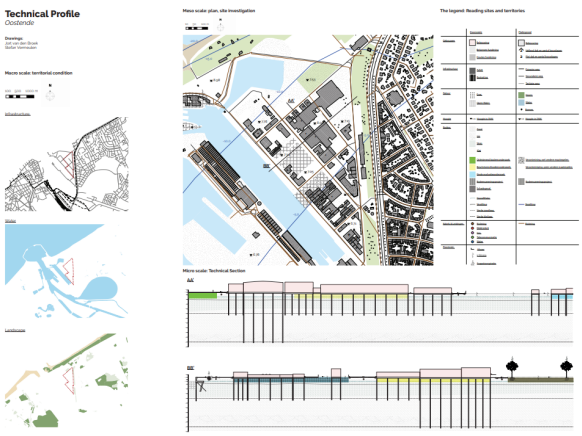
Maaiveld -3: • 80% bebouwd (waarvan: 60% publieke functies, 40% parkeren) • 20% onbebouwd (waarvan: 100% ontsluiting)	• Op maaiveld -3 kan gewerkt worden met publieke functies die minder daglicht nodig hebben, zoals een bioscoop of theater.
Ondergrond	
• Op -15 van het maaiveld ligt een relatief sterke zandlaag. Hier kunnen constructies deels op rusten. Bij zwaardere constructies moeten palen worden geslagen tot -45m, waar een sterke kleilaag ligt. • De ondergrond kan worden gebruikt voor klimaatsystemen, zoals een KWO en water opslag. • De grond die wordt afgegraven moet in de regio worden hergebruikt, bijvoorbeeld voor ophoging van land. • Ondergrondse systemen moeten ver genoeg verwijderd zijn van woningen om lasten te voorkomen.	

7 NIEUW RUP

De resultaten van de workshop zijn de basis voor het opzetten van een nieuw RUP voor de casus locatie. Met name de onderdelen waarin verbeelding een rol speelt zijn uitgewerkt, voor de andere aspecten zijn aanbevelingen opgenomen in het generieke raamwerk van de RUP, de volgende paragraaf.

7.1 BESTAANDE RUIMTELIJKE STRUCTUUR + TECHNISCH PROFIEL

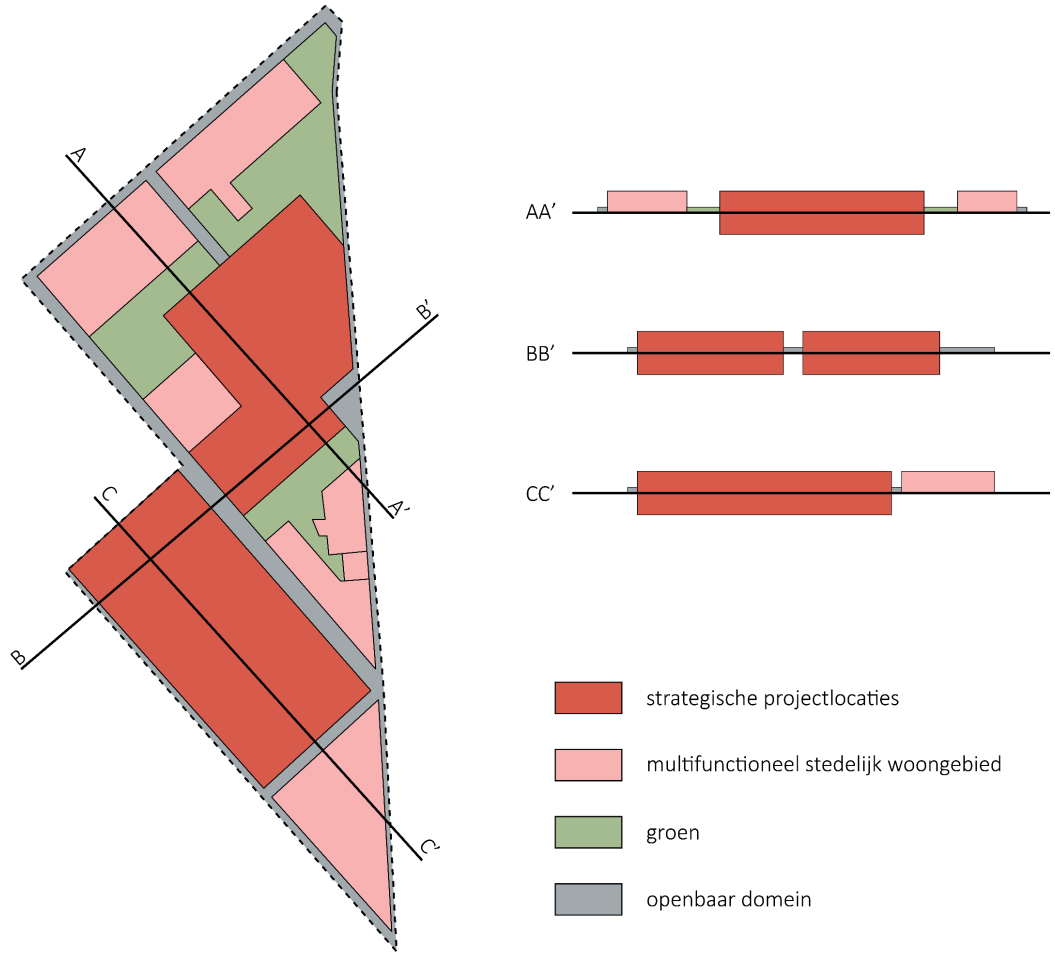
De analyse van de bestaand ruimtelijke structuur is uitgebreid met de elementen van een technisch profiel. Dit betreft een uitbreiding van de legenda, kaartjes op macro schaal, technische doorsnedes over het gebied. Een bestaand onderdeel van het RUP is de bestaande ruimtelijke structuur. In dit document, bestaande uit een plattegrond van het gebied wordt de bestaande situatie aangegeven. De legenda geeft informatie over de bebouwing, door middel van functie en bouwlagen. Daarnaast wordt er informatie gegeven over de bestaande infrastructuur.
Het technisch profiel is ook een weergave van de huidige situatie, alleen wordt er in dit product meer informatie weergeven. Deze extra informatie is ook relevant voor een RUP, daarom wordt het voorstel gemaakt om de bestaande ruimtelijke structuur samen te voegen met het technisch profiel. Hierdoor wordt de bestaande situatie in een RUP weergeven in plattegronden op verschillende schalen en in doorsnedes. Belangrijke extra informatie die toegevoegd wordt aan dit product, is informatie over de bestaande ondergrond. Onderwerpen als bodemsoort, bodemvervuiling, aard van de geologische lagen en kabels en leidingen zijn relevant en nodig in een RUP. Door deze informatie toe te voegen aan de bestaande situatie van een gebied wordt deze niet uit het oog verloren als onderdeel van de volwaardige ontwerpruimte.



Figuur 48: Het technisch profiel van het gebied (zie figuur 36 en appendix 6)

7.2 VERORDENEND GRAFISCH PLAN

Het verordenend grafisch plan in een RUP wordt uitgebreid met overzichtskaarten op grote schaal, deze zorgen ervoor dat het grafisch plan past in de context van het project. Daarnaast worden doorsnedes toegevoegd om ook het grafisch plan voor de ondergrond te weergeven en 3d/axonometrie weergaves op meerdere TAW-niveaus. Een gebiedscategorie gemengde ontwikkeling zou het verwerven van verschillende functies boven en onder elkaar mogelijk moeten maken. Dit met in achtneming van:
- toestaan van nu ongewenste combinaties, op basis van uitsluiting, niet insluiting
- gewenste afstanden tussen verschillende functies
- verweven van voorschriften
- belangrijke aandacht voor het milieugebruik.



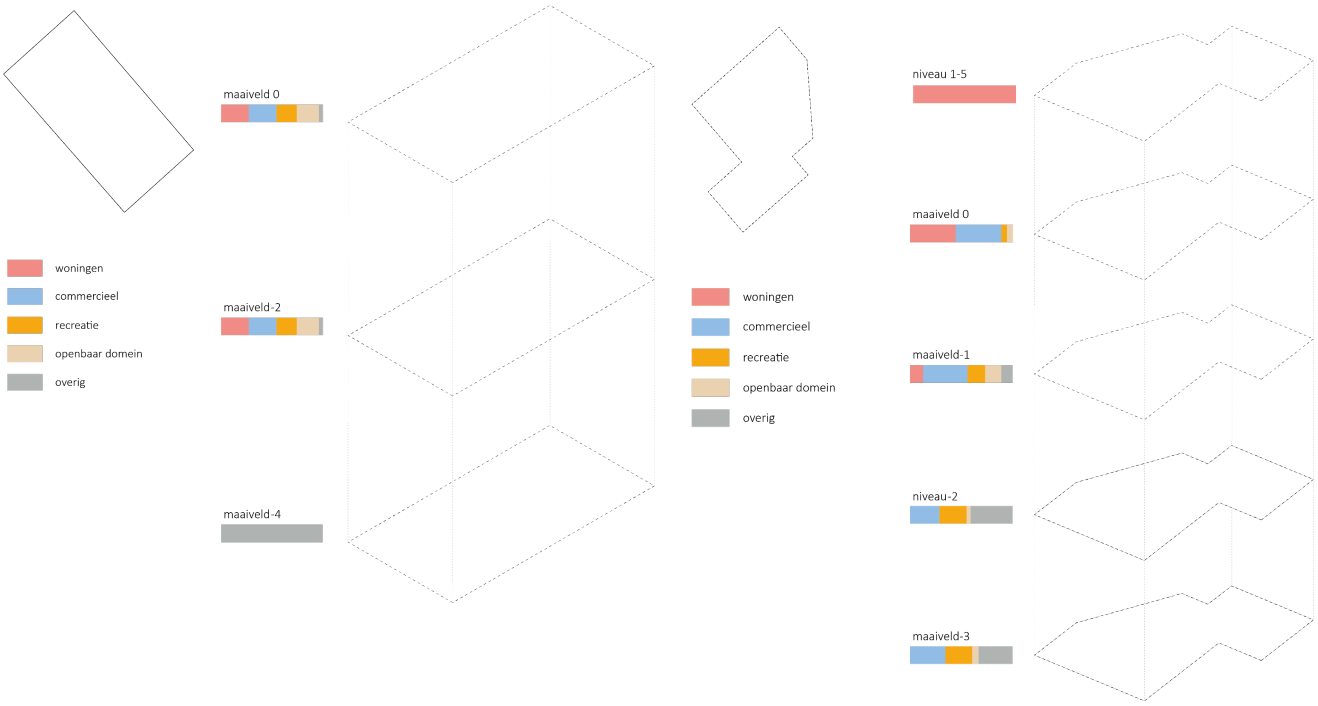
Figuur 49: Grafisch plan met doorsnedes

7.2.1 Strategische projectlocaties

In dit grafisch plan kunnen strategische projectlocaties worden aangegeven. Dit zijn locaties waar bebouwing zowel de diepte als de hoogte in gaan, en dus een uitgebreidere uitwerking dienen te krijgen. De twee projectlocaties in dit grafisch plan zijn de twee uitgewerkte scenario's Dobbers en Slagschepen. In een axonometrie wordt voor elk maaiveld of bouwlaag aangegeven hoe de verdeling van de functies moet worden. Door dit in een axonometrie te plaatsen, kan op een eenvoudige manier de relatie worden bekeken tussen de verschillende maaivelden. In de inrichtingsstudie worden deze axonometrieën verder ingevuld met de informatie uit het grafisch plan en de stedenbouwkundige voorschriften.

Strategische projectlocatie: Dobbers

Strategische projectlocatie: Slagschepen



Figuur 50: Axonometrieën van de categorie strategische projectlocatie per maaiveld als sjabloon voor het uitwerken.

7.3 STEDENBOUWKUNDIGE VOORSCHRIFTEN

De stedenbouwkundige voorschriften van de twee scenario's zijn samengevoegd en aangepast op het grafisch plan. Om de ondergrond beter te betrekken in de stedenbouwkundige voorschriften, wordt een aantal artikelen toegevoegd of aangevuld. Zo worden de artikelen Maaivelden, Ondergrond en Fasering toegevoegd. Het artikel Maaivelden bevat voorschriften over het doel en de functie van de aangegeven maaivelden. Daarnaast wordt de relatie tussen de maaivelden besproken. De voorschriften voor de ondergrond bevatten over de mogelijkheden en kracht van de ondergrond en wat erop gebouwd kan worden. Er wordt ook ingegaan op klimaatsystemen.

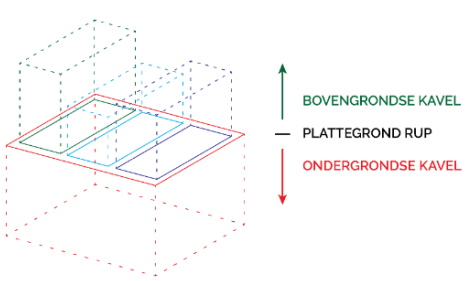
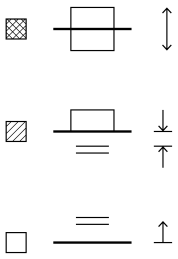
De huidige stedenbouwkundige voorschriften kunnen worden uitgebreid op het gebied van ontginning (afgraven van een gebied is ook het winnen van delfstoffen) en waterwinning, door voorschriften te geven voor bodemkwaliteit, bodem- en ondergrondcondities en grondwater. Daarnaast moeten de gemeenschaps- en nutsvoorzieningen voorzien worden van de ondergrondse infrastructuur. De kwaliteit van het hoofdstuk kan worden verhoogd door te incorporeren met evaluerende aspecten en een relatie te leggen tussen individuele en collectieve oplossingen. Zo kan de watertoets worden uitgebreid met een bodem- en ondergrondtoets of een kavelpaspoort worden geïntroduceerd.

Daarnaast kunnen de stedenbouwkundige voorschriften worden geassisteerd door principe tekeningen en referentiebeelden. Zeker in het weergeven van de relatie tussen ondergrondse- en bovengrondse ruimtes kunnen principe tekeningen, zoals een axonometrie of 3D schets een uitkomst bieden. Door meer informatie te geven voor bouwhoogtes, bouwdieptes, gebouwfuncties en ontwerpconcepten, vormen de stedenbouwkundige voorschriften een sterkere basis voor de inrichtingsstudie. Zeker het gebruik van het visuele aspect kan een sterk beeld geven.

Tabel 5: Stedenbouwkundige voorschriften totale plan

Verordenend	Toelichting
Stedenbouwkundige voorschriften	Toelichtingen en visie
Afmetingen	
• Rendabele oppervlakte en volume afhankelijk van constructie kosten en mogelijkheden bak Als remmende kleilaag ondieper ligt dan x m, ➔ dan diepe bouwput met keerwanden tot kleilaag. ➔ dan meer bouwlagen ondergronds ➔ dan grote kavels uitgeven in RUP	• De diepte van de remmende kleilaag bepaalt hoe veel ondergrondse verdiepingen er mogelijk zijn, de voorschriften zorgen ervoor dat de kosten beperkt blijven • De maximale bouwhoogte zorgt ervoor dat er een stapsgewijze afbouw is in bouwhoogte van de Visserijdok naar de Vuurtorenwijk. • De bouwhoogte en bouwdiepte zorgen ervoor dat het gebouw gebalanceerd is, er

➔ behuisd functies die grotere maat nodig hebben zoals parkeren (ook voor de rest van de buurt) Als remmende kleilaag dieper ligt dan [x] m, ➔ ondiep, nat bouwen ➔ tot 3 bouwlagen diep ondergronds ➔ dan kleine kavels uitgeven in RUP ➔ behuisd functies die kleinere maat nodig hebben • Maximale bouwhoogte: 15m ten opzichte van huidige maaiveld (7.21 TAW). Het is een overgangsgebied tussen de hoogbouw aan de Visserijdok en de Vuurtorenwijk. Naastgelegen gebouwen hebben een maximale hoogte van 9m. • Maximale bouwdiepte: -15m ten opzichte van huidige maaiveld (7.21 TAW). Op maximale bouwdiepte ligt het laagste maaiveld. • x m3 staat tegen x m2, nader te bepalen waarden. Er moeten acceptabele verhoudingen aangehouden worden tussen volume en oppervlakte om kwalitatief daglicht en ruimte te waarborgen.	kan worden aangehouden 'hoe hoog je gaat, hoe diep je gaat'.
Inpassing in Omgeving	
Routing in blok moet aansluiten op omliggende straten en netwerken. Parkeergelegenheden moeten ontsloten kunnen worden op een doorgaande weg voor goede bereikbaarheid. Er moet zowel ruimte komen voor publieke als voor private parkeergelegenheid. Distributieverkeer en hulpdiensten moeten zich kunnen bewegen binnen het gebouw, op elk maaiveld.	Door routing aan te sluiten op omliggende straten en netwerken zal het blok geïntegreerd worden en gebruikt worden als route. Distributieverkeer en hulpdiensten kunnen op de lagere maaivelden komen via de parkeergarage, zodat de verder autovrij en voetganger vriendelijk blijven.
Maaivelden	
Maaiveld 0, tevens het huidige maaiveld. • Zorgt voor de verbinding tussen het blok en de omgeving, • Publieke en private functies. Maaiveld -1, gelegen op -6m van maaiveld 0. • Publieke functies • Nauw verbonden met beide andere maaivelden.	• Kavels in het blok zijn per maaiveld verschillend omdat ze op maat zijn gemaakt voor de functieverdeling. Een kavel op maaiveld -3 en een kavel direct daarboven op maaiveld -1, zijn dus niet precies even groot, van dezelfde eigenaar of met dezelfde functie.

Maaiveld -3, gelegen op -15m van maaiveld 0. • Vormt een route door het blok die aansluit op het wegennetwerk van de wijk • Publieke functies • Nauw verbonden met maaiveld -1.	
Ondergrond	
Op -15 van het maaiveld ligt een relatief sterke zandlaag. Hier kunnen constructies deels op rusten. Bij zwaardere constructies moeten palen worden geslagen tot -45m, waar een sterke kleilaag ligt. De ondergrond kan worden gebruikt voor klimaatsystemen, zoals een KWO en water opslag. De grond die wordt afgegraven moet in de regio zo hoogwaardig mogelijk worden hergebruikt, De delfstoffentoets (https://omgeving.vlaanderen.be/delfstoffentoets en https://www.dov.vlaanderen.be/page/delfstoffentoets-grondverzet) biedt daarbij ondersteuning.	
Functies	
Er moet een functiemix zijn voor een levendige omgeving en sociale controle ten allen tijden. Industriegebouwen en loodsen moeten voor zover mogelijk behouden worden voor betaalbare en karakteristieke ruimtes voor het nieuwe Makers District. Maaiveld 0: 55% bebouwd (waarvan: 50% publieke functies, 25% woningen, 25% parkeren) 45% onbebouwd (waarvan: 90% open, 10% ontsluiting) Maaiveld -1: 60% bebouwd (waarvan: 50% publieke functies, 25% woningen, 25% parkeren) 40% onbebouwd (waarvan: 40% plein, 40% open, 20% ontsluiting)	Er moet een functiemix komen voor diversiteit, levendigheid en sociale controle ten allen tijden. Het betreft zowel publieke als private functies: - Woningen - Kantoren - Winkels: levensmiddelen, speciaalzaken - Recreatie: horeca, theater, bioscoop - Cultureel: atelier, museum - Sport: sportschool, sportzaal Er moet genoeg volume onbebouwd laten voor een ruimte ontsluiting en daglichttoetreding. Zeker in maaiveld -3 is dit essentieel voor genoeg licht. Te weinig licht kan donkere en onveilige plekken veroorzaken. Een ander belangrijk aspect hierin is de aanwezigheid van sociale controle.

Maaiveld -3: 80% bebouwd (waarvan: 60% publieke functies, 40% parkeren) 20% onbebouwd (waarvan: 100% ontsluiting)	Op maaiveld -3 kan gewerkt worden met publieke functies die minder daglicht nodig hebben, zoals een bioscoop of theater.
Fasering	
Binnen de fasering wordt eerst verdiept gebouwd, daarna is er altijd nog de mogelijk om uit te breiden in de hoogte.	
Klimaatregulatie	
Verplicht percentage waterberging op eigen kavel Parkeren wordt zo veel mogelijk op eigen kavel gerealiseerd.	Het verplichten van regulaties op eigen kavel stimuleert het stapelen van functies.

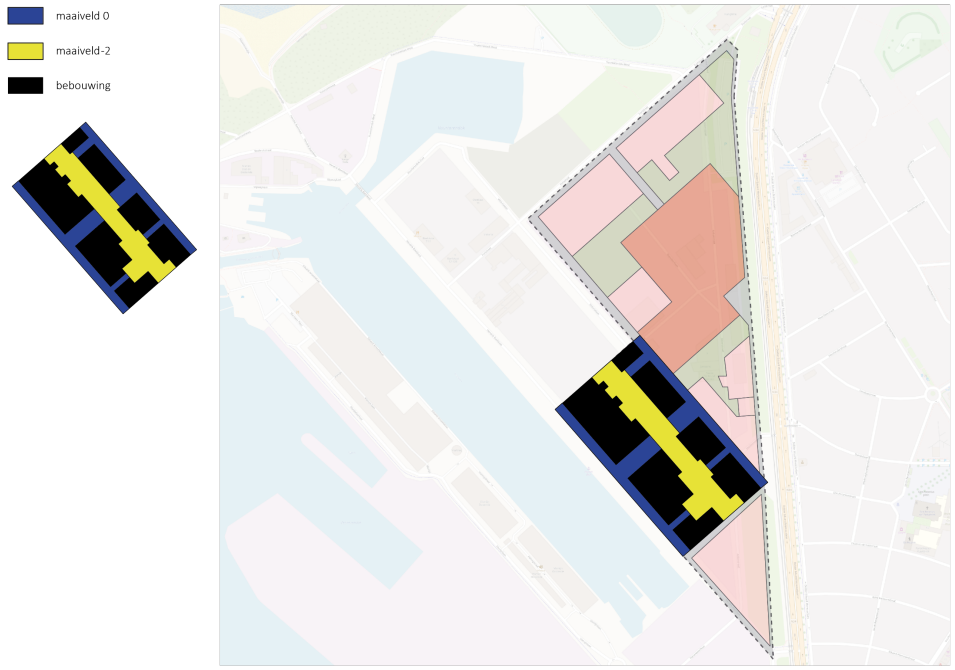
7.3.1 Inrichtingsstudies

De inrichtingsstudies zijn gebaseerd op het grafisch plan en stedenbouwkundige voorschriften. Waar het grafisch plan basisinformatie geeft over de bebouwing, functies en maaivelden, zijn de inrichtingsstudies gedetailleerder. De studies testen het plan en de voorschriften en geven een suggestie voor een mogelijke inrichting. In deze inrichtingsstudie gaat hier niet specifiek over ondergrondse aspecten, echter is het wel een kans om interferentie met andere ondergrondse onderwerpen te laten onderzoeken:

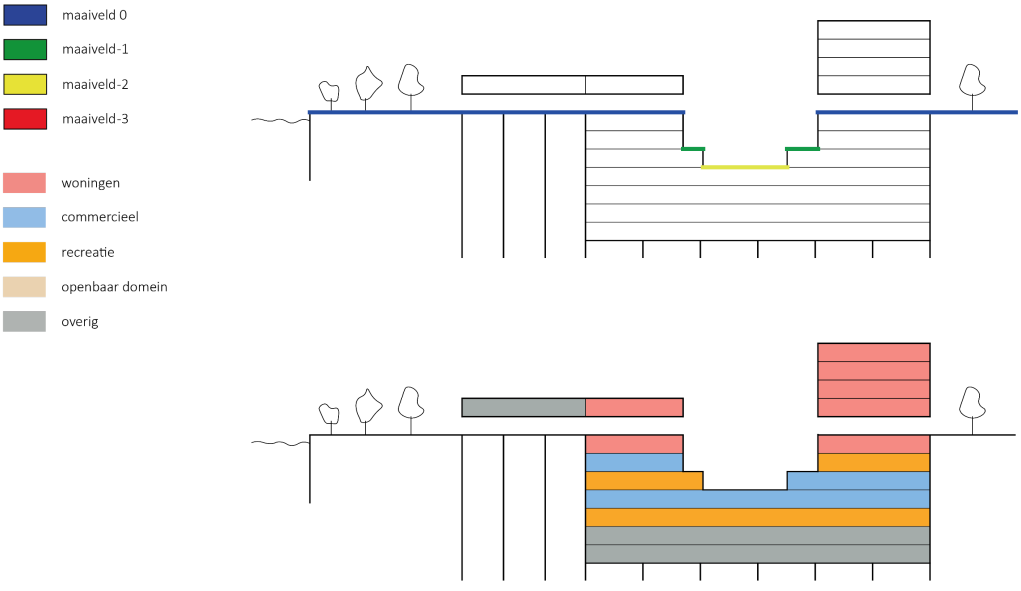
- het aantal ondergrondse bouwlagen moet bekeken worden in functie van de impact op de omgeving, met in het bijzonder water;
- informatie kan leiden tot maatwerken waarin per locatie zaken gestimuleerd of verboden worden;
- regulering van bouw en eindresultaat. De impact van ondergrondse activiteiten kan worden getest, met name tijdens de bouwfase en minder het eindresultaat.

De inrichtingsstudie geeft suggesties over de bebouwing, programmering en maaivelden. Dit wordt gedaan vanuit de plattegrond en axonometrie van het grafisch plan (zie figuur 51-56). In deze inrichtingsstudie is weer gebruikt gemaakt van de twee scenario's, die in het grafisch plan zijn aangegeven als 'strategische projectlocaties'. Per scenario is een aparte inrichtingsstudie gemaakt, die begint met een invulling van het plot in het grafisch plan (figuur 51 en 54). Een doorsnede geeft vervolgens informatie over de bebouwing, programmering en de locaties van de maaivelden (FIGUUR 52 en 55). Ten slotte geven de axonometrieën de relatie weer tussen de verschillende maaivelden, zodat er in één oogopslag kan worden waargenomen op welke maaivelden welke programmering in gesuggereerd (figuur 53 en 56).

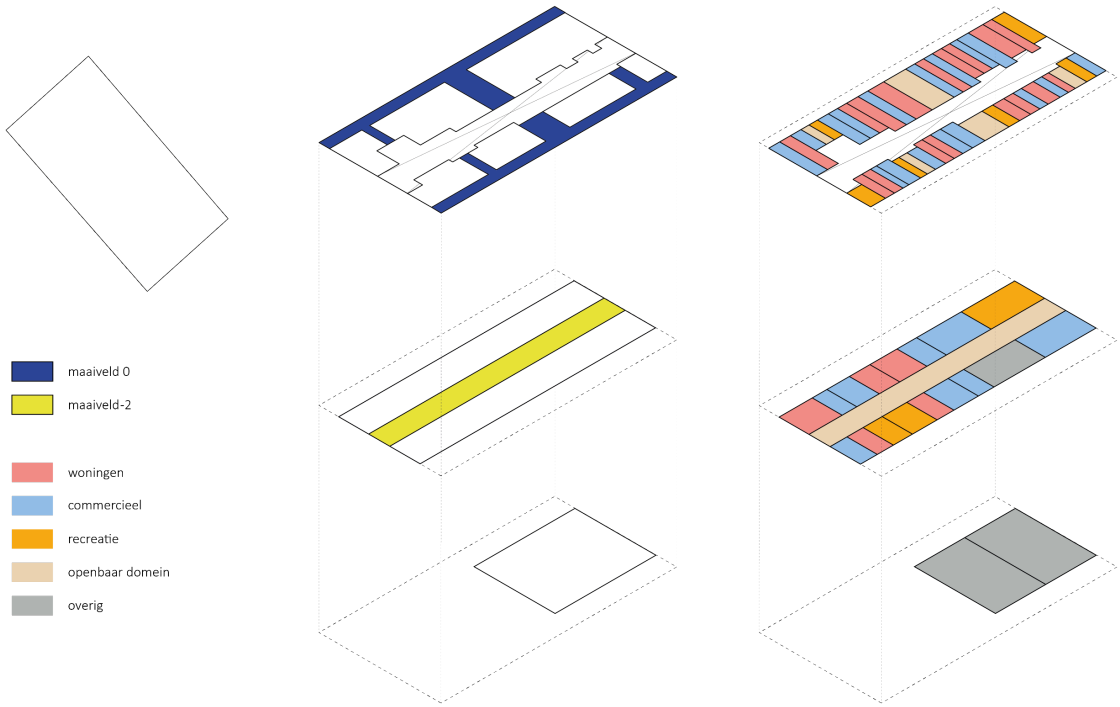
7.3.1.1 Strategische projectlocatie Dobbers



Figuur 51: Definitie en programmering maaivelden strategische projectlocatie Dobber.

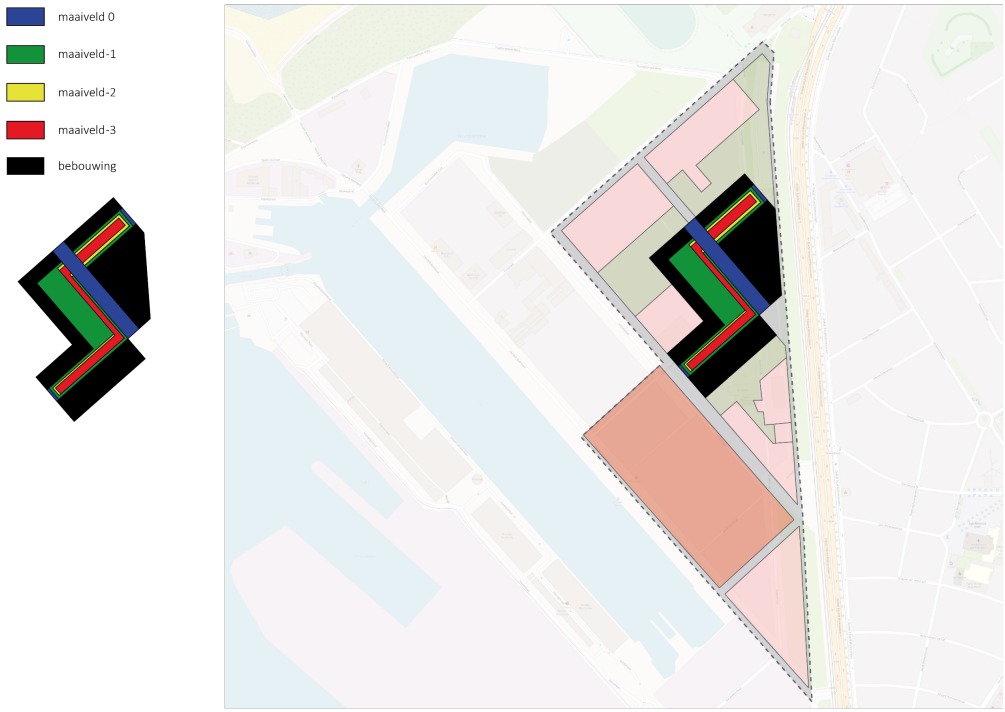


Figuur 52: Maaivelden openbare ruimte en bestemmingscategorieën in doorsnede strategische projectlocatie Dobber.

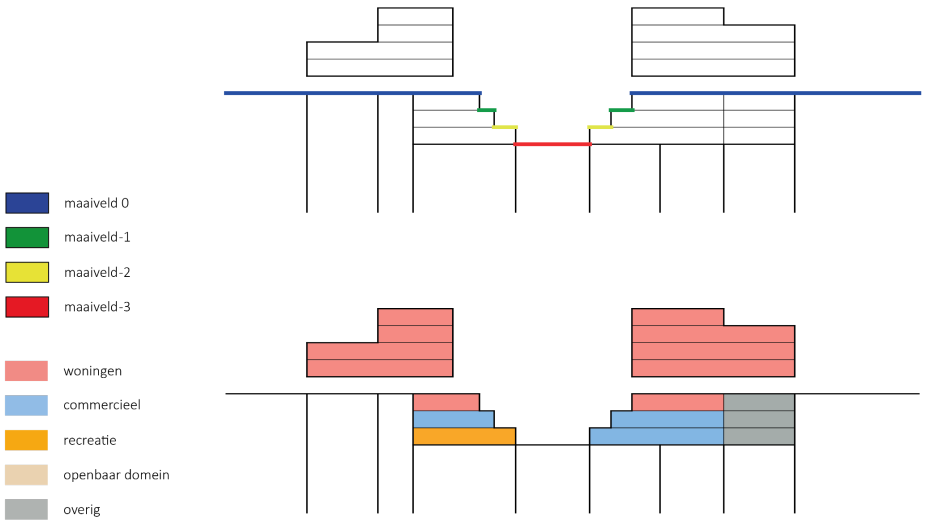


Figuur 53: Maaivelden openbare ruimte en bestemmingscategorieën in axonometrie strategische projectlocatie Dobber.

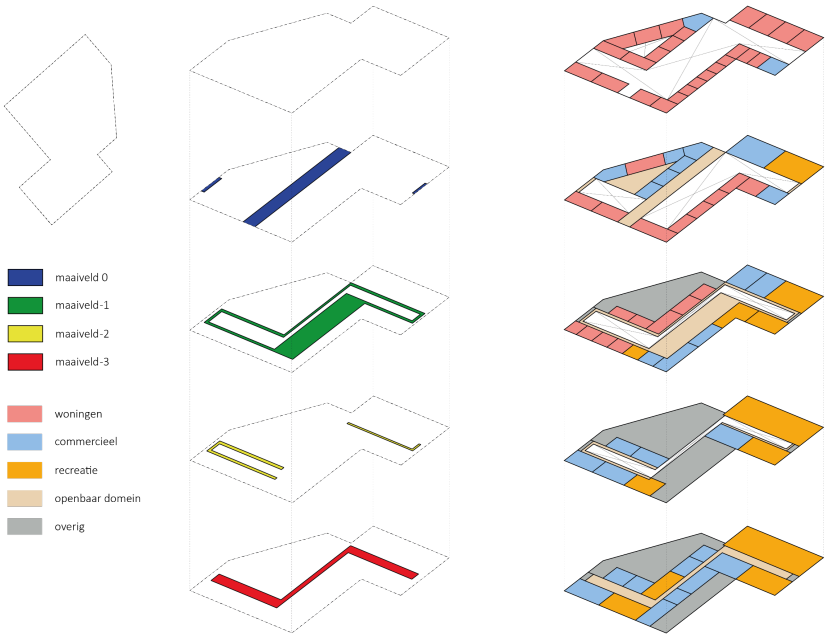
7.3.1.2 Strategische Projectlocatie Slagschepen



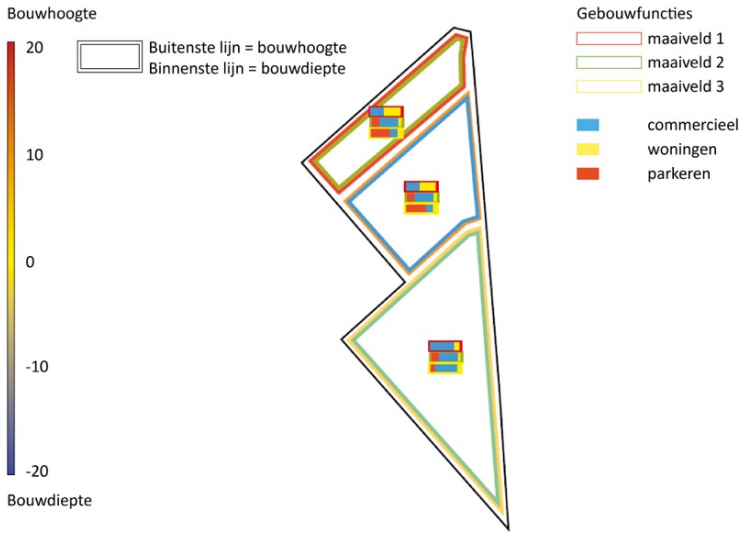
Figuur 54: Definitie en programmering maaivelden strategische projectlocatie Slagschepen.



Figuur 55: Maaivelden openbare ruimte en bestemmingscategorieën in doorsnede strategische projectlocatie Slagschepen.

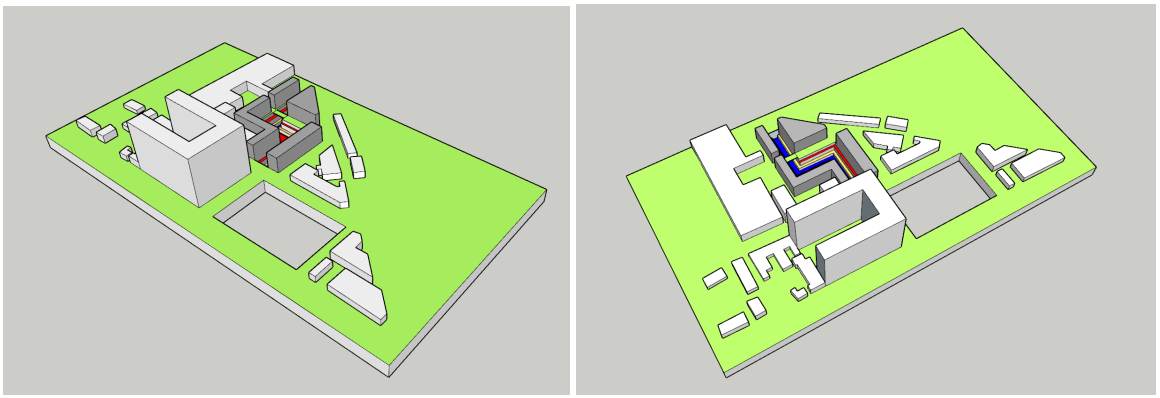


Figuur 56: Maaivelden openbare ruimte en bestemmingscategorieën in axonometrie strategische projectlocatie Slagschepen.



Figuur 57: Programmeren maaivelden van het hele gebied.

Voor het programmeren van de bouwhoogtes maaivelden kan het diagram in figuur 57 worden gebruikt. De bouwhoogtes en bouwdieptes worden per kavel bepaald aan de hand van de bodemkwaliteit en de omgeving. De buitenste lijn om het kavel geeft de bouwhoogte aan, de binnenste lijn de bouwdiepte. De legenda is een hoogtemeter van diep naar hoog, waardoor er per kavel kan worden bekeken wat de maximale bouwhoogte en -diepte mogen worden. Daarnaast wordt in het diagram de gebouwfuncties weergegeven per maaiveld.



Figuur 58: 3D visualisatie van het hele gebied.

Naast een plattegrond, doorsnede of axonometrie kan een 3D visualisatie worden gemaakt zoals in figuur 58. Deze dient vooral om de inrichtingsstudie in te passen in de omgeving. Er kan worden getest hoe de bouwhoogtes en vormen op elkaar reageren, en hoe de ontsluiting van het blok werkt.

7.4 INTEGRATIE PLANMER

Het opstellen van een Milieueffectrapportage is een formele eis die de effecten van het vooringenomen plan in beeld brengt zodat de beslissing om het plan uit te voeren een onderbouwde is. De ongewenste effecten die uit een PlanMER naar voren moeten komen moeten worden opgelost via maatregelen in het plan. Dus, constructiefouten in relatie tot bodemgesteldheid zouden in een projectMER opgelost moeten worden en duidelijk zijn in relatie tot de lokale vergunningen en kennis (aannemers). De onderwerpen die in de PlanMer aan de orde komen zijn: natuur, monumenten en landschappen, archeologie en landschapsbeleving (in het rapport hier en daar nog naar verwezen als landschap en cultuurhistorie) bodem, ondergrond en water. Deze worden en in de bestaande toestand en in de impact die het plan op deze aspecten in het gebied heeft, behandeld. Twee kansen voor het beter betrekken van de ondergrond in het RUP doen zich voor:

1) Het onderzoek dat al gedaan is voor de planvorming is grotendeels hetzelfde als het onderzoek van de bestaande toestand in het MER
2) De toetsing van de impact van de ingrepen voorgesteld in het plan zouden ook inzicht kunnen geven op eventueel toekomstige problemen.

Het zou procesmatig efficiënt zijn om de planontwikkeling en MER-toetsing meer samenhang te geven en dus de informatie die vanuit het MER komt een rol te laten spelen in beslissingen in het planproces. Praktisch wil dat zeggen dat samenwerking tussen de diensten in onderzoek: data die verzameld wordt voor het RUP baseren op wat ook nodig is voor het MER dat volgt, resultaten uit de MER meenemen in het RUP (in bestaande situatie en inrichtingsstudies)

8 VERRIJKING RUP: GENERIEK RAAMWERK

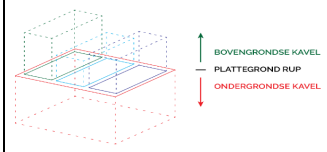
In de voorbereidende fase is een generiek raamwerk gemaakt dat getest is op de casus. In deze paragraaf wordt een generiek uitgewerkt en aangepast RUP gepresenteerd waar de ondergrond mee in rekening werd genomen, waar het nodig gevisualiseerd moet worden en welke relevante informatie inzake ondergrond nodig is.

Tabel 6: generiek raamwerk RUP

Hoofdpunten/deel-producten	**Aanknopingspunten**	**Verbeelding**
Planning context	Positionering van de RUP ten aanzien van andere kader stellende planningsdocumenten. **Integratie van de ondergrond door de lagen en kaders heen**	
Juridische context	Gewestplan, bijzondere plannen van aanleg, verkavelingen, natuurbescherming, cultuurbescherming, bouwkundig erfgoed **Toevoegen** -Onderwerpen uit de PlanMER -Resultaten uit inventarisatieplicht bodemvervuiling -KLIP - Archeologie als aanknopingspunt - Kadaster van de ondergrond (Portugal)	(Waarderings) kaarten: Grenzen RUP, BPA, Gewestplan, ruilverkaveling Buurtwegen Waterlopen Beschermde monumenten Bouwkundig erfgoed Hoogspanningsleiding **Toevoegen** Bodem en ondergrond Kabels en Leidingen Kadaster ondergronds

Analyse van de bestaande toestand	Inpassing bestaande plannen, SWOT **Toevoegen** Uit SWOT economische collectiviteit/ externe effecten Voor de opmaak van een RUP geldt de verplichting om advies in te winnen bij experts/instanties, daar zouden onderwerpen aan toegevoegd moeten worden.	Kaart: publiek en privaat domein, grenzen, rooilijnen, bouwlagen, grondgebruik (bouwgrond akkerland, weiland, tuin, functies (handel, horeca) utiliteitsinfrastructuur, bomen, haag, muur, hekwerken **Toevoegen van een technisch profiel** van de situatie zodat duidelijk is wat de uitgangsituatie is, waarin de volgende onderwerpen zijn opgenomen: Funderingen Grondwater - peil (grondwatermetingen) - drainageklasse (bodemkaart) - verzilting Geotechniek: - doorlaadbaarheid - samendrukbaarheid - schuifweerstand Bodemverontreinigingen Kabels en leidingen
Visie en concepten	Concept, gewenste ruimtelijke structuur (ontwerp), densiteit in het gebied, groene dooradering **Duiden van de noodzaak voor betrekken van technische informatie in de visie en concepten.**	

Decretale bepalingen	Opgave van de strijdige bepalingen, Ruimtebalans, Watertoets, Integratie PlanMER **Toevoegen** - Beter de onderwerpen meenemen in de RUP en de onderwerpen benoemd bij de bestaande ruimtelijke structuur ook in het MER behandeld. - meer richting geven vanuit de MER naar inrichtingsstudies	Kaarten watersysteem Kaarten PlanMER
Verordenend deel	Grafisch plan Stedenbouwkundige voorschriften Inrichtingsstudie Planbaten & schade	
1. verordenend grafisch plan	**Toevoegen** Gebiedscategorie **gemengde ontwikkeling** zou het verweven van verschillende functies boven en onder elkaar mogelijk moeten maken. Met in achtneming van: - Toestaan van nu ongewenste combinaties, op basis van uitsluiting, niet insluiting - Gewenste afstanden tussen verschillende functies - Verweven van voorschriften - Belangrijke aandacht voor het milieuluik	Bebouwing publiek en privaat, grenzen, zones, opgeheven verkavelingen, aantal bouwlagen, V/T index, overdruk **Toevoegen** - Verkaveling/eigendom situaties boven en ondergrond - Legenda items ten aanzien van het technische systeem - 3D dimensie in doorsnede en plattegronden op meerdere TAW-niveaus
2. Stedenbouwkundige voorschriften	**Uitbreiden van sommige artikelen** • gemeenschaps- en nutsvoorzieningen ⇨ Uitbreiden met ondergrondse infrastructuur	Principe tekeningen en referentiebeelden **Toevoegen** Axonometrie voor gemengde categorie

	• Ontginning en waterwinning ⇨ Bodemkwaliteit ⇨ Bodem- en ondergrondcondities ⇨ Water Incorporeren van evaluerende aspecten & relatie tussen individuele en collectieve oplossingen ⇨ De watertoets uitbreiden met een bodem- en ondergrondtoets ⇨ Introductie van een kavelpaspoort ⇨ Management infrastructuur publieke ruimte ⇨ Monitoren Toevoegen van 2 nieuwe categorieën: - Functies per maaiveld - Bodem- en ondergrond	Plaatsing van de gebouwen heeft principe tekeningen, plaatsing van ondergrondse ruimte kan ook voorzien worden van principe tekeningen. Relatie open ruimte ondergronds kan ook in de voorwaarden worden beschreven. 
3. Inrichtingsstudie	**Toevoegen** De eis van een globale inrichtingsstudie is nu niet specifiek over ondergrondse aspecten, dat is wel een kans om interferentie met andere ondergrondse onderwerpen te laten onderzoeken. • Het aantal ondergrondse bouwlagen moet bekeken worden in functie van de impact op de omgeving, met in het bijzonder water. • Informatie kan leiden tot maatwerk waarin per locatie zaken gestimuleerd of verboden worden • Regulering van bouw- en eindresultaat. Impact van ondergrondse activiteiten met	Tenminste een grondplan schaal 1/250 **Toevoegen** Maaiveldstudies volgens format Programmering studie

	name tijdens bouwfase en minder in het eindresultaat.	
4. Planbaten & schade	**Toevoegen** • Grondverzet onder verliezen en winsten bekijken. • Waarde uitwisseling onder- en bovengrond beter in beeld brengen. • Aandacht voor de overgang van gebiedscategorie in relatie tot andere verliezen en winsten	Bebouwing publiek en privaat, grenzen, planbaten, planschade

9 BELEIDSAANBEVELING

Deze paragraaf duidt de bredere beleidsaanbevelingen ten aanzien van de integratie van de ondergrond in een ruimtelijk uitvoeringsplan en in het bredere uitvoeringsgerichte Vlaamse planinstrumentarium om algemene kapstokken ter integratie van de ondergrond als volwaardige dimensie te bieden. In de bijeenkomsten kwam naar voren dat er beleidsontwikkelingen uit het verleden of in andere sectoren interessant kunnen zijn om van te leren. Deze worden in eerste instantie op een rij gezet met het advies daar koppelingen mee te onderzoeken.

1) Ontwikkelen van een standaard RUP op basis van deze resultaten
2) Relevante beleidsontwikkelingen
3) Bredere en diepere Planning context
4) Verbeelding van de ondergrond

9.1 ONTWIKKELEN VAN EEN STANDAARD RUP

Zoals beschreven in paragraaf 7 zijn er zeer veel mogelijkheden de ondergrond beter te betrekken in het ruimtelijke plan, de volgende aspecten zouden voor het ontwikkelen van een standaard RUP dat verrijkt is met de ondergrond geïmplementeerd moeten worden

9.1.1 Bewustwording ten aan zien van de noodzaak

Betrekken van het technische systeem in stedelijke ontwikkelingen is nodig om mee te kunnen evalueren met klimaatverandering, energietransitie en verdere verstedelijking. Het stimuleren van ondergronds ruimtegebruik vraagt ook om het betrekken van het technisch systeem vanwege interferenties. Duiden van de waarde van ondergronds bouwen voor de bovengrond. In het algemeen is er letterlijk en figuurlijk meer diepgang nodig. Bovendien ook een betere uitwerking tussen individuele en collectieve oplossingen.

9.1.2 Terminologie verduidelijken

Met een grotere betrokkenheid van het technische systeem in stedelijke ontwikkelingen komen er ook verschillende terminologische systemen samen. Bodem/ ondergrond is voor geologen en bodemkundigen van zeer andere betekenis, het eerste is ondiep en het tweede is diep. Ruimtelijk ontwerp spreekt van ‘ondergronds bouwen’.

Gebruik van het woord ‘diepte’ in de verordenende stedenbouwkundige voorschriften (het duidt op ruimte achter de voorgevel/rooilijn, niet naar beneden). Ook in relatie tot ondergronds bouwen is het gebruik van verdieping en verhoging, want in de Nederlandse terminologie wordt ‘verdieping’ gebruikt voor bouwlagen in de hoogte. Dat komt doordat we vanuit het dak redeneren (Hoekstra, 2021).

9.1.3 Visualisatie & legenda

Het betrekken van een dimensie die verborgen is, vraagt andere manieren van kijken en een combinatie van visualisaties. Het gebruik van een doorsnede is belangrijk in het verbinden van ondergrondse met bovengrondse dimensies als een verenigde ruimte. Het verbeelden van verschillende maaivelden (axonometrieën, *exploded views*) en gebruik van 3D als onderdeel van de analyses van de bestaande situatie en de verbeelding van het plan en de stedenbouwkundig voorwaarden versterken deze zienswijze. In het kort (voor de volledigheid zie §7):

- Huidige situatie uitbreiden van de legenda
- Grafisch plan uitbreiden met schalen, doorsneden en gebiedscategorieën
- Stedenbouwkundige voorwaarden uitbreiden met de categorieën maaivelden en ondergrond
- Inrichtingsstudie uitbreiden met 3d studies, lagenstudies

9.1.4 Koppelen onderzoek aan ontwerp

Tijdens het proces van het maken, maar ook het monitoren en beheren van een ruimtelijk uitvoeringsplan wisselt onderzoek en beleid (ontwerp en voorwaarden) zich af. Het is nu niet georkestreerd, er is geen duidelijke koppeling tussen onderzoek naar de bestaande situatie, onderzoek naar impact van het plan op de situatie, onderzoek naar de impact van de realisatie van het plan (monitoring) op de vaststelling en beheer van een RUP. Een duidelijk beeld wanneer onderzoek gekoppeld wordt naar het plan en de momenten van evaluatie van het plan weer terug naar onderzoek zou duidelijk gemaakt kunnen worden. Praktisch kan dit al door de MER-procedure en RUP procedure meer te verbinden in samenwerking op data verzamelen, analyse en verbeelding van de bestaande toestand, en meer richting geven vanuit de MER op de gevraagde inrichtingsstudies

9.1.5 Ontwikkeling gebiedscategorieën

Verder onderzoek naar het ontwikkelen van gebiedscategorieën waarin is een functionele mix gemaakt kan worden is noodzakelijk om te komen tot een 3D planning. Het kunnen stapelen van functies is dan alleen mogelijk omdat de omgevingsvergunning wordt afgegeven aan de hand van de bestemming.

9.1.6 Aandacht voor gebiedskarakteristieken

De ondergrond is in Oost-Vlaanderen van een heel ander karakter dan in West-Vlaanderen, derhalve liggen daar ook heel andere opgaven in relatie tot bijvoorbeeld water, bodem en ondergrond. Het is van belang hier oog voor te hebben en om een bovenlokale aanpak te bieden per territoriale differentiatie om lokale overheden handvatten te bieden hoe er dieper gekeken moet worden.
In deze studie is een enkele casus gebruikt waardoor naast de specifieke gebiedskarakteristieken ook locatie specifieke problemen aan bod zijn gekomen. Dat betekent dat er ook onderwerpen in deze studie ontbreken, bijvoorbeeld de context van uitgegraven bodem en duurzaam hergebruik, dit is voor andere locaties zeker relevant.

9.1.7 Ontwikkeling kavelpaspoort

Een kavelpaspoort legt de ontwikkeling vast in richtlijnen, dit kan ook ten aanzien van de ondergrond gesteld worden. Dit zou gekoppeld kunnen worden aan de Inrichtingsstudie waarin de maaivelden tussen (bijvoorbeeld) -10 naar +10 vastgelegd worden en de aspecten van de ondergrond gekoppeld worden. Het paspoort kan ook wat zeggen over waterberging, biodiversiteit of energie.
Het kavelpaspoort zou zo veel mogelijk een duurzame toekomst kunnen bevorderen door het stellen van stedenbouwkundige randvoorwaarden ten aanzien van:
1. Promoot zo veel mogelijk, speciaal in nieuw/ in ontwikkeling zijnde gebieden, het concept van autarkie (zelfstandig functioneren) zowel op gebouw- als wijkniveau.
2. Vereiste voorstel voor productie van eigen energie: zonnepaneel, windmolen, geothermie, KWO.
3. Vereis een plan voor het recyclen van water in gebouwen of aangewezen gebieden in de buurt (parken of tuinen)
4. Ontmoedig het gebruik van gas in de omgeving.
5. Bevorder waar mogelijk het gebruik van ondergrondse ruimtes voor diensten zoals supermarkten, winkels, sportscholen, enz. Alle programma's die geen natuurlijke ventilatie of natuurlijke verlichting nodig hebben als welzijnsnormen.
6. Parkeerplaats dient onder of in het gebouw te worden ondergebracht.
7. Stel programmatische groenstandaarden op in de onderontwikkelingsgebieden in verband met de stadsstandaard.
8. Stel normen voor doorlatende oppervlakken.
9. Bevordering van saneringsbodems in situ.
10. Bepaal de diepte van gebouwen.
11. Bevorder duurzaam hergebruik van uitgegraven bodem.

9.1.8 Legitimatie van ondergrondse ruimte

- Aandacht voor de impact die ondergrondse ruimte kan hebben op een grotere schaal dan de bouw zelf door meervoudig ruimtegebruik op de ene locatie voordelen kan bieden ten aanzien van een betere V/T-balans elders.
- Aandacht voor de kwaliteit die ondergrondse ruimte kan bieden aan openbare ruimte door de ruimtebeleving te versterken of functionaliteit te verhogen.
- Aandacht voor de mogelijkheden om de ondergrondse ruimte te gebruiken als start voor een stedelijke ontwikkeling doordat er ruimte beschikbaar komt, door het plaatsen van een van de bovengrondse functies ondergronds, en er een algehele herschikking binnen een gebied kan worden gedaan (voorbeeld EMC Rotterdam).

9.1.9 Toekomstvisie en standaarden ondergrondse infrastructuur

Ontwikkelen van een visie op de ondergrond als onderdeel van een RUP. Dit schept ook de mogelijkheid om de levenscyclus van de verschillende systemen in kaart te brengen en op te plannen:
1. Leidingen en kabels voor drinkwater, riolering, elektriciteit, telecommunicatie
2. Gebieden met mogelijke thermische extracties
3. Vloeren en programma's van ondergrondse gebouwen
4. Bodemkwaliteit en stabiliteit
Het plan (RUP) geeft het strategisch schema aan van het infrastructuursysteem in een onbepaalde tijd in de toekomst, wanneer theoretisch alle middelen zullen worden geactiveerd en de bepalingen van de verschillende geldende stedenbouwkundige voorwaarden zijn geïmplementeerd moet er worden gemonitord.

Definieer robuuste netwerkstandaarden:
1. Stel advies op voor een standaard en afmetingen voor kabels en leidingen met in achtneming van toekomstige transities,
3. Parkeerplaats dient onder of in gebouwen te worden ondergebracht,
4. Stel normen voor doorlatende oppervlakken,
5. Definieer niet te bebouwen/ verboden gebieden,
6. Bepaal de diepte van gebouwen.

GIS-database
1. Koppeling van data van de verschillende ondergrondse aspecten (KLIck, Bodem, Ondergrond etc.).
2. Stel een handboek op van integratie van ondergrondse systemen.

Monitoring en onderhoud
• het versterken van ondergrondse *governance* de gemeente als coördinator van utiliteitsbedrijven.
• een infrastructuur onderhoudsprogramma opstellen met planningsrichtlijnen, economische aspecten en een tijdsplanning.

• standaard monitoring van het grondwaterpeil in ondergrondse gebouwen.
• het streven om beheer van ondergrondse diensten te optimaliseren;

Kwaliteitscontroles
Stel kwaliteitscriteria op die periodiek moeten worden gecontroleerd.
• Efficiëntie: het vermogen om het rationele gebruik van ondergrondse netwerkdiensten te meten,
• Doeltreffendheid: het vermogen om de kwaliteit van de dienst te garanderen in overeenstemming met de vraag,
• Economisch: kosteneffectiviteit duidt op een maatstaf voor kwaliteit.

9.2 RELEVANTE BELEIDSONTWIKKELINGEN

In de gesprekken met de betrokkenen bij deze studie zijn verschillende voorbeelden van relevante beleidsontwikkelingen uit het verleden en in het nu voorbij gekomen. Het zou interessant zijn daarvan te leren. Wat hadden deze ontwikkelingen als doel en waarom is het wel of niet vigerend beleid geworden? Voorbeelden die genoemd werden door de betrokken deelnemers:

- Plan MER is nu al dichter bij de juridische randvoorwaarden gezet?
- Gewestplan Brussel met mijnbouwactiviteiten heeft drie categorieën, typisch, sterke verwevenheid, residentieel. Een voorbeeld waarin de verweving verplicht is zijn RUP-ondernemingsgebied & stedelijke omgeving Brussel 2013.
- Verkaveling/eigendom situaties boven en ondergrond kunnen verschillen (tunnel Antwerpen/Brussel, decreet diepe ondergrond).
- Brownfield-achtige aanpak of een veralgemeende en/of vereenvoudigde aanpak zoals voorzien in het decreet complexe projecten.

9.3 BREDERE EN DIEPERE PLANNING CONTEXT

De aanbevelingen voor het RUP kunnen niet bestaan zonder een blik op de grotere context en ook de diepere context. De grotere context gaat over de positie van een project RUP in de planning systematiek. Het is belangrijk om de ondergrondse ontwikkelingen ook tussen de schalen te linken om het te kunnen bevorderen. In Nederland is hier een eerste aanzet toe gedaan door op nationale schaal en provinciale schaal een bodem visie op te stellen. Ook op stedelijke schaal zou dit aan te bevelen zijn.
De diepere context is de koppeling aan andere beleidsterreinen in wet- en regelgeving en planning instrumenten. Voorbeeld Balance4P, zie annex 5 en 6, waarin precies gekeken hoe wet en regelgeving op beleidsterreinen van de ondergrond beter verbonden kunnen worden aan het beleidsterrein van de ruimtelijke ordening. Dit onderzoek dateert uit 2015, een revisie van de uitkomsten voor de huidige tijd zou het beter verbinden en versterken van de verschillende (ondergrondse) beleidsterreinen, zoals bijvoorbeeld de PLanMER, leiden tot een verscherping van de omgevingsvergunning.

9.4 ONDERGROND IN 2D OF 3D?

Interdisciplinair werken is het verenigen van disciplinaire informatie, maatregelen en doelen. Het integreren van informatie moet stapsgewijs gedaan worden met een regie die stuurt op steeds grotere resolutie, steeds grotere detail niveau. Het integreren van informatie is moeilijker wanneer het te precies is, zeker informatie van zeer verschillende natuur. De betrokken disciplines hebben allen een eigen verbeelding en instrumentarium die een bepaalde 'agency' hebben in het proces. Het is aan te bevelen deze instrumenten op elkaar af te stemmen en duidelijk te hebben welke rol ze hebben en hoe ze met elkaar uitwisselen. Voorbeeld is het paper Hooimeijer & Campenhout (zie inzet en annex 3).

Abstract Hooimeijer & Campenhout:
Although severely altered, the urban subsurface is the base of the natural system, and is crucial for a stable, green, healthy, and liveable city. It is also the technical space, the engine room of the city where vital functions such as water, electricity, sewers, and drainage are located. This hybrid state needs to be recognized when designing resilient and durable (subsurface) infrastructure within urban renewal projects, so as to properly employ the parameters of both natural and technical systems. Interdisciplinary work is needed in order to be able to link natural systems (a) the water cycle, (b) soil and subsurface conditions, (c) soil improvement technology, and (d) opportunities for urban renewal (e.g. urban growth or shrinkage) in an efficient way.
The importance of implementing "boundary spanning" when doing interdisciplinary work that deals with the effects of climate change is a widely recognized method, and has been an object of study in the city of Rotterdam in the past decade. The particular need for a "distributed agency" became clear during several research projects dealing with climate change, because it enables different actors to contribute to the development of the project at different phases. The representation of the city as both a natural and technical construction has been tested through the use of 2D and 3D information, which has played a significant role in enabling designs to incorporate the dimension of the subsurface. 2D and 3D information needs to anticipate different scales of specific planning and/or design phases, and they must also address various topics of the subsurface. For each phase of urban development, the distributed agency between 2D and 3D information is investigated and reflected upon. Conclusions are then drawn on the relationship between 2D and 3D information, and how it could relate in a productive, boundary spanning act that is inclusive of the subsurface. Based on these potential connections, the design of a new concept which implements boundary spanning as a facilitator is presented.

9.5 BIJSLUITER

Het doel van dit onderzoek was te begrijpen hoe het RUP beter de ondergrondse ruimte zou kunnen meenemen, met de focus op de verbeelding ervan. Ontwerpend onderzoek en workshops stonden aan de basis van de verkenning. De context van het project is het onderzoek dat in de afgelopen jaren is uitgevoerd aan de TU Delft samen met Nederlandse maar ook Vlaamse partners. De resultaten van deze onderzoeken Ontwerpen met de Ondergrond (2012) Balance4P (2015) Intelligent SubSurface (2018) zijn gebruikt als methode en referenties. Voor dit onderzoek is echter geen breder onderzoek gedaan naar de stand van zaken in het Vlaams grondgebied omtrent het integreren van de ondergrond in de ruimtelijke planning. Dat zou onderdeel kunnen zijn van de bovengenoemde aanbevelingen kunnen zijn.

BIBLIOGRAFIE

Amsterdam (2019) Druk op de ondergrond. Plan Amsterdam 3-2019:Published on Oct 28, 2019 https://issuu.com/gemeenteamsterdam/docs/planamsterdam-03-2019www__def_

Campenhout IPAM Van en Vuijk J (2015) 3D Ondergrondpilot "De Rotterdam". https://youtu.be/pLLbRRIr1Ys

Campenhout IPAM Van and Vuijk J (2017) Interne publicatie Bloemhof- Zuid. https://youtu.be/GYl11mwDSIg

Campenhout IPAM van, Vette K de, Schokker J, Meulen M van der (2016) Rotterdam between Cables and Carboniferous. TU1206 COST Sub-Urban WG1-013 Report, www.sub-urban.eu, march 2016

COB (2004) waardering van de ondergrond, de financiële, economische en maatschappelijke waarden van meervoudig/ondergronds ruimtegebruik. https://www.cob.nl/wp-content/uploads/2018/01/E110128.pdf

COB (2016) Meerwaarde met de ondergrond, Inzichten en ervaringen vanuit de Carrousel Ondergrond en ordening. https://www.cob.nl/wp-content/uploads/2018/01/COB_Meerwaarde-met-de-ondergrond_juni2016_web.pdf

COB (2012) Ondergrond in Gemeentelijk beleid. https://www.cob.nl/magazines-brochures-en-nieuws/verdieping/verdieping-maart2012/ondergrond-in-gemeentelijk-beleid/

Deltametropool (2021) Nationale omgevingsvisie. https://deltametropool.nl/projecten/nationale-omgevingsvisie/

Emis (2017) Geïntegreerd planningsproces (RUP, Plan-MER, ...) vanaf 1 mei 2017 https://emis.vito.be/nl/artikel/geïntegreerd-planningsproces-rup-plan-mer-vanaf-1-mei-2017?language=en

Garud R and Karnøe P (2003), Bricolage versus breakthrough: distributed and embedded agency in technology entrepreneurship. Research Policy 32, 277–300.

Gemeente Assen (2011) Bodemvisie. https://docplayer.nl/59727319-Bodemvisie-gemeente-assen.html

GHARP (nd) Kansen voor ondergronds ruimtegebruik. Een analyse vanuit een vastgoedkundig en financieel perspectief. https://omgeving.vlaanderen.be/sites/default/files/atoms/files/Expertenadvies_vastgoedontwikkeling.pdf

Hoekstra MJ (2021) http://www.maartenjanhoekstra.nl/index.php?mid=2&pid=73

Hooimeijer F.L. and Heijden W van der (2018) Intelligent SUBsurface Quality 5: Bioscience Park: Tabula scripta: Structureren, visualiseren en presenteren. Delft: University of Technology.

Hooimeijer F.L. and LaFleur (2018a) Intelligent SUBsurface Quality 3: Bloemhof-Zuid: Tabula scripta: Structureren, visualiseren en presenteren. Delft: University of Technology.

Hooimeijer F.L. and LaFleur (2018b) Intelligent SUBsurface Quality 2: Leiden Stationsgebied: Tabula scripta: Structureren, visualiseren en presenteren. Delft: University of Technology.

Hooimeijer FL and L. Maring (2018) The significance of the subsurface in urban renewal. Journal of Urbanism: International Research on Placemaking and Urban Sustainability, 11:3, 303-328, DOI: 10.1080/17549175.2017.1422532

Hooimeijer FL, F. Lafleur, T.T. Trinh (2017) Drawing the subsurface: an integrative design approach. Procedia Engineering Volume 209, 2017, Pages 61–74 https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.11.131

Hooimeijer FL, I.P.A.M. van Campenhout (2019) Distributed agency between 2D and 3D representation of the subsurface. International Journal of 3-D Information Modeling (IJ3DIM)7(2); https://doi.org/10.4018/IJ3DIM.2018040102

Hooimeijer, F.L. and Maring, L. (2013) Ontwerpen met de Ondergrond. Stedenbouw & Ruimtelijke Ordening, 6(2013), pp. 52-55.

Hooimeijer, F.L. and Maring, L. (2015) Machinekamer van de stad. Land en Water, no. 11 2015, pp. 16-18

Hooimeijer, F.L. and Tummers, L. (2017) Harmonizing subsurface management in spatial planning in the Netherlands, Sweden and Flanders. In: Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Urban Design and Planning Volume 170, Issue 4, August, 2017. 170(4), pp. 161–172DOI: http://dx.doi.org/10.1680/jurdp.16.00033

Maastricht (2012) Structuurvisie. https://www.commissiemer.nl/docs/mer/p28/p2818/2818-025structuurvisie.pdf

Maastricht (2020) Omgevingsvisie. https://www.gemeentemaastricht.nl/omgevingsvisie

MBZKR (2021) Nationale Omgevingsvisie. https://www.novistukken.nl/default.aspx https://www.denationaleomgevingsvisie.nl/publicaties/novi-stukken+publicaties/handlerdownloadfiles.ashx?idnv=1760380

Meeuwissen J en Schurink E (2013) De 3e dimensie in het bestemmingsplan. In Bodem en Ruimtelijke Ordening.
https://soilpedia.nl/Bikiwiki%20documenten/SKB%20Projecten/XX2141%20De%20ondergrond%20in%20het%20bestemmingsplan/006-008_BOD04_ART-1%20%5BAlleen-lezen%5D.pdf

MIW&EZK (Ministeries van Infrastructuur en Waterstaat en het ministerie van Economische Zaken en Klimaat) (2018) Structuurvisie Ondergrond.
https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2018/06/11/structuurvisie-ondergrond/structuurvisie-ondergrond.pdf

Mooij S (2014) Old harbour new possibilities Designing the future transformation of the Merwe-Vierhaven, in a changing delta landscape.

MVRDV (2011) Oosterwold. https://www.mvrdv.nl/projects/32/almere-oosterwold

Norrman J, Yevheniya Volchko, Fransje Hooimeijer, Linda Maring, Jaan-Henrik Kain, Paul Bardos, Steven Broekx, Alistair Beames, Lars Rosén (2016) Integration of the subsurface and the surface sectors for a more holistic approach for sustainable redevelopment of urban brownfields. In: Science of The Total Environment, Volumes 563–564, 1 September 2016, Pages 879-889

Pallesen TM and Jensen NP (2015) Udvikling af en 3D geologisk/hydrogeologisk model som basis for det urbane vandkredsløb. Delrapport 5 - Interaktiv modellering af antropogene lag. Preliminary report about the Odense modelling project, September 2015. Prepared for the VTU-fund. (in Danish)

Provincie Zuid-Holland (2013) Beleidsvisie Bodem en Ondergrond.
https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjg-Lf88PrtAhVS3KQKHbWdDUkQFjAAegQIAhAC&url=https%3A%2F%2Fstaten.zuid-holland.nl%2Fmigratie%2FStatencommissie_Ruimte_en_Leefomgeving_RenL%2F2013%2FAgenda_Statencommissie_Ruimte_en_Leefomgeving_6_maart_2013%2FBespreekstukken%2FBeleidsvisie_Bodem_en_Ondergrond_Zuid_Holland%2FBeleidsvisie_Bodem_en_Ondergrond_Zuid_Holland.org&usg=AOvVaw1jYT7jjmKUhVKjK-vsdtTU

Provincie Zuid-Holland (2014) Provinciale structuurvisie.
https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwir0Pyn8vrtAhXNiqQKHcGnBhQQFjACegQIBBAC&url=https%3A%2F%2Fstaten.zuid-holland.nl%2FDMS_Import%2FProvinciale_Staten%2F2019%2FProvinciale_Staten_20_februari_2019%2FBespreekstukken%2FVisie_Rijke_Groenblauwe_Leefomgeving_en_Uitvoeringsagenda_Rijke_Groenblauwe_Leefomgeving%2FStuknr_678863749.org&usg=AOvVaw1m6M9xQdqsPKgEQYbsG0xS

Provincie Zuid-Holland (2019) Omgevingsvisie. https://www.zuid-holland.nl/publish/pages/26186/omgevingsvisiezuid-holland.pdf

Rijksoverheid (2021) Omgevingswet. https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/omgevingswet

RVO (2021) Toolbox Financieringsconstructies https://www.rvo.nl/initiatieven/financieringsvoorbeelden/organische-ontwikkelstrategie-gebiedsontwikkeling

Schokker J, Sandersen P, Beer H de , Eriksson I, Kallio H, Kearsey T, Pfleiderer S and Seither A (2017) COST SUBURBAN toolbox on integrated modelling. TU1206 COST Sub-Urban Report TU1206-WG2.3-004 Published March 2017

Slob A and Duijn M (2013) Improving the connection between science and policy for risk based river basin management. In: Brils J, Brack W, Müller-Grabherr D, Négrel P, Vermaat JE (eds.) (2013) Risk-Informed Management of European River Basins. Springer pp. 347-367

Stad Oostende (2020) https://www.oostende.be/producten/detail/366/gemeentelijk-ruimtelijk-uitvoeringsplan-kustfront

Thompson JD and Tuden A (1964) Strategies, structures and processes of organizational decision. In: Leavitt HJ and Pondy R (eds.) Readings inmanagerial psychology. Chicago: University of Chicago Press.

TNO (2002) TNO-rapport R 2002/705 Kansen voor de Ondergrond. https://soilpedia.nl/?b5-file=5695&b5-folder=5694

TNO (2003) SV-046 Breed Afwegingskader Gebruik Ondergrond. De ondergrondse ruimte afgewogen. https://soilpedia.nl/?b5-file=5696&b5-folder=5694

TNO (2009) TNO-rapport 034 DTM 2009-01489 Baten van de Ondergrond https://soilpedia.nl/?b5-file=5301&b5-folder=5300

Van de Ven F, H Gehrels, H van Meerten (2009) Land & Water Management in the Urban Environment, Report, Deltares, Delft

Van der Hoeven F en Wandl A (2018) Hotterdam: Mapping the social, morphological, and land-use dimensions of the Rotterdam urban heat island. Urbani Izziv. Vol. 29, No. 1 (junij / June 2018), pp. 58-72

VCRO (2020) https://codex.vlaanderen.be/portals/codex/documenten/1018245.html#H1046248

Vlaamse Overheid (2020) https://omgeving.vlaanderen.be/dsi-platform

WUR (2008) Groen voor Klimaat. https://www.wur.nl/upload_mm/5/8/8/6464c9a7-e6db-4893-ad9c-cd0412364328_GroenvoorKlimaat.pdf

Zwerver, C., van den Bogaard, J. (2009) GGD'en adviseren gemeenten over gezond groen. TVGW 87, 159 . https://doi.org/10.1007/BF03082217

Geraadpleegde websites:

https://www.oosteroever.be/
https://www.burcorealestate.com/baelskaai
https://www.milieuinfo.be/confluence/display/planmerrup/Stappenplan+opmaak+RUP
https://dsi.omgeving.vlaanderen.be/fiche-overzicht
http://www.ruimtexmilieu.nl
https://www.zuid-holland.nl/onderwerpen/ruimte/bodem-ondergrond/
https://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ministerie-van-infrastructuur-en-waterstaat/documenten/rapporten/2018/06/11/structuurvisie-ondergrond
https://www.cob.nl/magazines-brochures-en-nieuws/verdieping/verdieping-maart2012/ondergrond-in-gemeentelijk-beleid/
https://issuu.com/gemeenteamsterdam/docs/planamsterdam-03-2019www__def_

ANNEX 1: ARTIKELEN RUP

§ 1. Een ruimtelijk uitvoeringsplan bevat :
1° een beschrijving en verantwoording van de doelstellingen van het plan;
2° een grafisch plan dat aangeeft voor welk gebied of welke gebieden het plan van toepassing is;
3° de bijbehorende stedenbouwkundige voorschriften inzake de bestemming, de inrichting of het beheer en, in voorkomend geval, de normen, vermeld in artikel 4.2.4 van het decreet van 27 maart 2009 betreffende het grond- en pandenbeleid;
4° een weergave van de juridische toestand;
5° een weergave van de feitelijke ruimtelijke toestand en de toestand van het leefmilieu, de natuur en andere relevante feitelijke gegevens;
6° de relatie met het ruimtelijk structuurplan of ruimtelijk beleidsplan of de ruimtelijke structuurplannen of ruimtelijke beleidsplannen waarvan het een uitvoering is en, in voorkomend geval, een omschrijving van andere relevante beleidsplannen;
7° in voorkomend geval, een zo mogelijk limitatieve opgave van de voorschriften die strijdig zijn met het ruimtelijk uitvoeringsplan en die opgeheven worden;
8° de kwaliteitsbeoordeling en, in voorkomend geval, de verklaring, vermeld in artikel 4.2.11, § 7, eerste lid, 2°, van het decreet van 5 april 1995 houdende algemene bepalingen inzake milieubeleid, en, in voorkomend geval, een overzicht van de conclusies van de volgende effectbeoordelingen waarbij aangegeven wordt hoe die geïntegreerd zijn in het plan :
a) het planmilieueffectrapport;
b) de passende beoordeling;
c) het ruimtelijk veiligheidsrapport;
d) andere verplicht voorgeschreven of gemaakte effectenrapporten;
in voorkomend geval de monitoringsmaatregelen in het kader van de uitgevoerde effectbeoordelingen;
9° in voorkomend geval, een register, al dan niet grafisch, van de percelen waarop een bestemmingswijziging wordt doorgevoerd die aanleiding kan geven tot een planschadevergoeding als vermeld in artikel 2.6.1 van deze codex, een planbatenheffing als vermeld in artikel 2.6.4 van deze codex, of een compensatie als vermeld in boek 6, titel 2 of titel 3, van het decreet van 27 maart 2009 betreffende het grond- en pandenbeleid;
10° in voorkomend geval, een register, al dan niet grafisch, van de percelen waarop een bestemmingswijziging wordt doorgevoerd of een overdruk wordt toegevoegd die aanleiding kan geven tot gebruikerscompensatie als vermeld in het decreet van 27 maart 2009 houdende vaststelling van een kader voor de gebruikerscompensatie bij bestemmingswijzigingen;
11° voor de gewestelijke ruimtelijke uitvoeringsplannen, in voorkomend geval, een overzicht van de geheel of gedeeltelijk gewijzigde of opgeheven erkennings-, rangschikkings- en beschermingsbesluiten inzake onroerend erfgoed, samen met de gegevens, vermeld in artikel 6.2.5 van het Onroerenderfgoeddecreet van 12 juli 2013, met uitzondering van de aanduiding van de plaats van de aanplakking van het bericht over het openbaar

onderzoek op het gegeorefereerde plan;
12° in voorkomend geval, het grondruilplan, vermeld in artikel 2.1.65 van het decreet van 28 maart 2014 betreffende de landinrichting;
13° in voorkomend geval, de inrichtingsnota, vermeld in artikel 4.2.1 van het decreet van 28 maart 2014 betreffende de landinrichting;
14° in voorkomend geval, een overzicht van de instrumenten waarover samen met het ruimtelijk uitvoeringsplan een beslissing genomen wordt door de bevoegde overheid om die aspecten te regelen of om de maatregelen of voorwaarden te bepalen die de bevoegde overheid op basis van het planningsproces, in het bijzonder de effectbeoordelingen, noodzakelijk acht voor de vaststelling van het ruimtelijk uitvoeringsplan en die niet geregeld worden met toepassing van punten 1° tot en met 13°;
15° in voorkomend geval het rooilijnplan, vermeld in het decreet van 8 mei 2009 houdende vaststelling en realisatie van de gewestelijke rooilijnen en het decreet van 3 mei 2019 houdende de gemeentewegen.

ANNEX 2: ONDERZOEK TUD

De onderzoeken die de basis methodologie hebben voortgebracht zijn:

Ontwerpen met de Ondergrond (2009-2012)
Ontwikkeling van de Systeem Verkenner Ruimte & Ondergrond (SVRO) met verschillende cases in Rotterdam en adviserend aan de Nederlandse overheid. SVRO is een methode die ondergrondinformatie ordent en koppelt aan bovengrondse informatie. (Partners: Min I&M, Deltares, Gemeente Rotterdam en gefinancierd door Stichting Kennisontwikkeling Bodem).

BALANCE 4P (2012-2015)
Ontwikkelen van een holistische benadering dat duurzame stedelijke ontwikkeling van vervuilde gebieden ondersteund. Voor dit project zijn de planningsystemen van Nederland Zweden en Vlaanderen bestudeerd en gekeken in hoeverre de ondergrond er in betrokken is en advies gegeven hoe dat beter gedaan zou kunnen worden. (partners: Deltares, VITO, Chalmers University, gemeente Rotterdam, OVAM en gefinancierd door SNOWMAN). http://www.chalmers.se/en/projects/Pages/Balance-4P.aspx.

Intelligent SubSURFACE QUALITY (2016-2018)
Intelligent gebruik van de ondergrond om de stedelijke kwaliteit te verbeteren

Fase 001: inventarisatie
De eerste fase van dit project richtte zich op stedelijke vernieuwing van (delta) steden met als doel veerkrachtige en duurzame herontwikkeling. De vraag luidde: hoe kun je in het herontwikkeling van de stad de ondergrond mee ontwerpen en daarbij de parameters van het natuurlijk systeem goed in samenhang brengen met de beschikbare technologie? De bestudeerde technologieën zijn: bouwrijp maken, stedelijk water management, riool, bodemverbetering en ondergronds bouwen (verschillende leerstoelen bij geo en civiele techniek van de TUD).
De exploratieve methode van dit onderzoek heeft geleid tot inzichten en methoden die interdisciplinair ontwerpen en ontwikkelen ondersteunen. Belangrijke is het nemen van stappen vanuit de harde technologie, naar het ontwerp van de publieke ruimte, naar het ontwerp van de stedelijke structuur. Voor elke stap is een visualisatie gemaakt die de kennis van de ingenieur en de ontwerper met elkaar verbindt. Vervolgens zijn deze stappen in een workshop verbonden aan een visie en *pathways* voor een verdichtende en een krimpend scenario.

Fase 002: Architectonische representatie van de ondergrond in planningsdocumenten

De focus op toekomstige synergie tussen de verschillende ondergrondse technieken en hoe deze kunnen bijdragen aan een gezondere en prettige stad is een manier van werken die in een tweede fase van het project verder wordt uitgewerkt.
Naast het linken van het werpproces van de ingenieur en de stedenbouwkundige is het ook zaak dat deze manier van werken kan landden in de planning processen en documenten. Door het bestuderen van de planningsdocumenten op nationale, provinciale en gemeentelijke schaal met de focus op de rol van de technische informatie, kan een nieuwe legenda ontwikkeld worden die de verschillende ondergrondse technologieën verbeeld. Hiertoe is door de TU en Deltares al de Ondergrond Potentiekaart ontwikkeld, een eerste stap, in dit project wordt deze verfijnd door een precieze legenda die ook dynamische moet kunnen zijn, hoe kan deze zich aanpassen aan ingrepen en effecten?
Dit onderzoek is gedaan middels interviews met experts, interdisciplinaire workshops en visualiseren. Daarnaast is ook naar het buitenland gekeken, hoe gaan ze om met technische informatie in de Verenigde Staten en Japan?
(Partners: Gemeente Rotterdam, Leiden, Zaandam, gefinancierd door DIMI)

ANNEX 3: PAPER DISTRIBUTED AGENCY BETWEEN 2D AND 3D IN SUBSURFACE PLANNING

Distributed agency between 2D and 3D representation of the subsurface

F.L. Hooimeijer[1] I.P.A.M. van Campenhout[2]
[1] *Urbanism, University of Technology Delft, The Netherlands,* [2] *Urban Development Engineering Office, Municipality Rotterdam, The Netherlands*

1. Abstract

Although severely altered, the urban subsurface is the base of the natural system, and is crucial for a stable, green, healthy, and liveable city. It is also the technical space, the engine room of the city where vital functions such as water, electricity, sewers, and drainage are located. This hybrid state needs to be recognized when designing resilient and durable (subsurface) infrastructure within urban renewal projects, so as to properly employ the parameters of both natural and technical systems. Interdisciplinary work is needed in order to be able to link natural systems (a) the water cycle, (b) soil and subsurface conditions, (c) soil improvement technology, and (d) opportunities for urban renewal (e.g. urban growth or shrinkage) in an efficient way.
The importance of implementing "boundary spanning" when doing interdisciplinary work that deals with the effects of climate change is a widely recognized method, and has been an object of study in the city of Rotterdam in the past decade. The particular need for a "distributed agency" became clear during several research projects dealing with climate change, because it enables different actors to contribute to the development of the project at different phases. The representation of the city as both a natural and technical construction has been tested through the use of 2D and 3D information, which has played a significant role in enabling designs to incorporate the dimension of the subsurface. 2D and 3D information needs to anticipate different scales of specific planning and/or design phases, and they must also address various topics of the subsurface. For each phase of urban development, the distributed agency between 2D and 3D information is investigated and reflected upon. Conclusions are then drawn on the relationship between 2D and 3D information, and how it could relate in a productive, boundary spanning act that is inclusive of the subsurface. Based on these potential connections, the design of a new concept which implements boundary spanning as a facilitator is presented.

Keywords: planning, design, subsurface, visualization, distributed agency

2. Introduction

Although severely altered by human interference, the urban subsurface is the base of the natural system, and is crucial for a stable, green, healthy and liveable city. It is also a technical space, the engine room of thr city where vital functions such as water, electricity, sewers and drainage and tunnels are located. This hybrid state needs to be recognized when designing resilient and durable (subsurface) infrastructure within urban renewal projects, so as to properly employ the parameters of both natural and technical systems. Interdisciplinary work is needed in order to be able to link natural systems (a) the water cycle, (b) soil and subsurface conditions, (c) soil improvement technology, and (d) opportunities for urban renewal (e.g. urban growth or shrinkage) in an efficient way (Norrman et al., 2016). This is an urgent issue that can be tackled in order to deal with both the ill effects of climate change and energy transition in spatial planning (Hooimeijer and Tummers, 2017). It is because of these threats that the urban systems of cities need to adapt to a rapidly changing climate by accommodating pluvial, fluvial, and coastal flooding. Cities need to also implement green strategies that control their microclimate in order to reduce health problems related to heat stress; new urban systems need to be implemented, as energy suppiles and demands change and new technologies in dealing with sewer treatement are introduced. In all these issues, the subsurface plays a crucial role in future urban development, and its inclusion both a natural and engineered space will bring about innovation in both the urban development process and the construction of urban systems (Hooimeijer and Maring, 2018).

However, due to the heterogeneity of surface and subsurface characteristics, a large number of various experts (such as planners, designers, traffic specialists, economists, socialists, geologists, archaeologists, hydrologists, civil engineers, and geotechnicians) are involved in urban development, and all have their own specific perspectives, knowledge, concepts, language, and instruments. This issue of heterogeneity has been part of the main question which has guided several research projects in Rotterdam - how could communication between these different fields be facilitated in an effective manner? The main conclusion of these researches was that it could be done by using "boundary spanning" or "knowledge brokerage" which are methods specifically aimed at building, bridging, and connecting fields of different natures. In relation to the processes regarding spanning boundaries, Garud and Karnøe (2003) argue that this method is necessary in order to be able to create innovation due to the need for "distributed agency," a process in which different actors contribute at different phases of a project's development. However, human activity in the digital era is dependent on communication to increase knowledge sharing capacity and creates a condition for information integration, but is unfortunately often neglected and replaced by digital tools and platforms. The human side of "knowledge sharing" is defined here as "direct" or "binding" boundary spanning in which trust, respect, and shared responsibility (or distributed agency) is key (Van Campenhout et al., 2011). It is because of this that the visual representation of data and the ability to generate necessary synergy between the design of the surface and subsurface is the focus of this paper. These ideas are not necessarily new, as the field of architecture already has centuries of experience in representing technical projects in a stakeholder setting of different disciplines and actors, but this paper intends to push interdisciplinary work and design to a new level of understanding how and when to use 2D and 3D instruments.

The representation of heterogenic construction in cities is done in both 2D and 3D information, both by different actors and at different phases of project development. However, the conducted research made it clear that in order to enable designs of the subsurface to take the fourth dimension (time) into account, it is necessary to understand when to use/apply 2D and 3D representation effectively. Doing so will allow for communication between experts by making linkages between the static conditions of construction, and the dynamic conditions of natural processes such as ecological and water systems. The 2D and 3D information needs to anticipate different scales of specific planning and/or design phases, and they must also address topics of the subsurface, which is a new issue in urban development processes. In the creation and development of urban system projects, engineering tends to follows design. The collaborative and interdisciplinary process of mapping therefore becomes a major boundary spanning part of a project, making it possible to link multiple scales, and enables strategic thinking with operational tactics. It also links the past with the future by using time as a medium that orchestrates large-scale effects through the implementation of simple interventions.
As previously stated, there is currently no defined role between 2D and 3D information, with the latter being viewed as merely the next step in representation, and in that sense beeing seen an improvement solely due to its dynamic character. However, in the varying phases of urban development, different boundary spanning activities between different actors and varying resolutions of data is needed. In each phase of project development, actors use and generate multiple types of data and information. Each actor also uses language and concepts according to their knowledge field and expertise. Because of the specialization each actor brings to the project, the consequences of acts by one actor are not directly visible for the other disciplines, and it is not possible to evaluate these various interventions as a coherent whole. After each phase is completed, a set of decisions that determine the possibilities and impossibilities of the next phase; new actors become part of the process, with their own need for information. The transition of going from one planning phase to the other is not accompanied by boundary spanning. Changing plans in later phases also requires the review of knowledge in earlier phases but usually this information already has been lost (Van Campenhout et al., 2016).

This paper is the result of research projects in Rotterdam entitled "Design with the Subsurface" (2012), "Balance4P" (2016), and Intelligent Subsurface Quality (2018) of which the objective of each study was to integrate the subsurface analysis into surface development (Hooimeijer and Lafleur, 2018, 2018a, 2018b, 2018c; Hooimeijer, Bacchin and Lafleur, 2016; Hooimeijer and Tummers, 2016; Hooimeijer and Maring, 2012). The scientific contribution of these projects was the System

Exploration Environment and Subsurface (SEES), the Technical Profile, and ideas to develop the Voxel model (which resulted in several papers). However, while reflecting on the results of all three projects, it is important to state that the quest of this paper is to oversee specific communication tools of a different nature, and how these various tools can cooperate together. To scientifically frame these analyses, the theory of distributed agency is used to explore possibilities in regards to how 2D and 3D visualization support boundary spanning and/or knowledge brokerage between various stakeholders to stimulate innovation in urban development processes. Knowledge boundaries can be bridged through the collaborative generation, integration, and application of so-called "boundary objects". Star and Griesemer (1989) define boundary objects as "tangible artefacts or object-like forms of communication that inhabit several intersecting social worlds and satisfy the information requirements of each of them." These boundary objects are generated, integrated, and applied by professionals who work on either side of any identified community boundary.

Thus, 2D and 3D tools can be considered boundary spanning objects which take part in different phases of urban development. The conceptual framework in a urban development project is first designed by combining the theoretical background of multiple methods such as boundary spanning, knowledge brokerage, and "distributed agency" (Garud and Karnøe, 2003) together with the Decision Model Spatial Plans (2004) which are developed by the Municipality of Rotterdam to characterize multiple phases in urban development. This model is useful because it already describes both the actors and types of information necessary to create a project. The second step is to describe the methodology required to produce, both general and specific subsurface, 2D and 3D representations and visualizations. The following paragraph will expand on this methodology by reflecting on the experimental Bloemhof-Zuid Rotterdam project, in which both 2D and 3D support in boundary spanning was consciously applied in its design processes. The results of this project feed into a discussion which evaluates the appropriateness of 2D and 3D representations per phase, and concludes with insights about how 2D and 3D visualizations can be used during urban development processes by optimizing their distributed agency.

3. Conceptual Frame

Spanning boundaries within urban development is of major importance because it can be used to utilize existing qualities, synchronize opportunities and solutions, make optimal designs, and organize cities' maintenance regimes. In dealing with and incorporating the subsurface in urban development, it is especially important to recognize the city as a technical product that needs to be continuously innovated on a daily basis. In that sense, urban developers can be seen as technical entrepreneurs; entrepreneurs are actors within the institutional field that change institutional formal and/or informal rules (Klein Woolthuis et al., 2013). Garud and Karnøe (2003) focused on the purposes of a technical entrepreneur, describing their role in developing new technical products as a shared stakeholder commitment during a process they call "distributed agency." In this process, stakeholders may change according to the steps, or phases, taken in the development of the product. This approach is particularly suitable within the perspective of the city as technical product, or the result of a complex process with existing and varying arrangements. Garud and Karnøe (2003) cite three conditions for the genesis of new technology: (1) the steady accumulation of input into a technology development path, (2) the involvement of a wide range of actors, and (3) the involvement of market processes. The necessary input for innovative technology is generated by the accumulation of knowledge, introduced through a variety of actors. Mutual learning is crucial in technology development, with market processes also playing a role later in the development process.

Knowledge brokers are defined by Hargadon (1998) as "individuals or organizations that profit by transferring ideas from where they are known to where they represent innovative new possibilities." This definition has an overlap with the term "boundary spanning," which refers to the activities that are undertaken to promote cross communication (and thus organizational) boundaries (Slob and Duijn, 2013). These activities obviously do not come easily,they are both difficult and are "prone to bias and distortion" because of excessive specialization in organizations (Tushman and Scanlan, 1981). "Specialization and the existence of organizational boundaries are also associated with the evolution of local norms, values, and languages tailored to the requirements of the unit's work"

(Tushman and Scanlan, 1981). These localized norms, values, and languages hinder communication and interaction also during urban development processes, and thus the transfer of knowledge. There should be a conscious act in an interdisciplinary approach to overcome the fact that "individuals use different meanings in their functional setting" (Carlile, 2002). Slob and Duijn (2013) define four key conditions within the concept of boundary spanning theory: boundary spanning objects, boundary spanners, boundary spanning process, and joint production process.

Table 1: The most important concepts of boundary spanning theory (Slob and Duijn, 2013).

Concepts in boundary spanning theory	
Premise	Communities are separated through boundaries that hamper communication and joint action.
Boundaries	Perceived boundaries between communities that can be of a different nature (organizational, cultural, geographical, etc.).
Boundary spanning	Activities that are undertaken to cross boundaries, such as communication or joint activities.
Boundary spanning objects	Tangible products of joint activities that satisfy the involved communities, such as maps, action plans, policy notes, etc. because they contain knowledge and provoke action.
Boundary spanners	People who cross boundaries and intermediate between different communities. For instance, they are accepted in this role by the communities involved because they are "part" of the different communities.
Boundary spanning processes	Processes that are needed in order to produce the boundary spanning objects with the communities involved.

In order to be able to identify the groups involved, their information needs, the information exchanged, and when possible, the knowledge gaps or misalignments (with respect to the conceptualizations used within the groups), the outline of the urban development processes of the former Dutch Ministry of Spatial Planning (VROM) and the "Decision Model Spatial Plans" (DSMP)[*Het Besluitvormingsmodel Ruimtelijke Plannen*](2004) need to be used.

According to the VROM, the urban development process consists of four phases: the initiative, feasibility, implementation, and maintenance phases (VROM, 2011). The initiative phase is intended to assess if the area being developed is desirable (or whether there are better alternatives) for a vision and an initial plan that can be prepared and approved. The feasibility phase is an intensive and complex phase which can be divided into three sub-phases that are each characterized by its own partial results: (1) the definition phase, which defines the project and its administrative constraints; (2) the design stage, which implements a design that fits the outcomes of the definition phase; (3) the preparation phase, which produces an implementation plan. These sub-phases are part of an iterative process in which calculations and designs are conducted simultaneously. The implementation phase is focused on the allocation of responsibilities, organizing risk management, legal aspects, and streamlining stakeholders. The maintenance phase is the last phase after implementing development of the area.

These VROM phases align closely to the phases that are used in Rotterdam, where both designing and engineering municipal departments work together with the Project Management Department by cooperating on the foundations of the DMSP (2004) by implementing the following phases:

- The vision phase, which involves a financial quick scan;
- The master plan phase, where the determination of financial possibilities and goals are made;

- The urban development phase, verifies the final land exploitation;
- The building phase, where no financial instrument is specified.

Also important are the scale levels for these phases for information resolution:

- The vision phase, which is concieved at the 1:25.000 to 1:2.500 scale;
- The master plan phase, which is implemented at the 1:10.000 to 1:1.000 scale;
- The urban development phase, which developed at the is scale 1:2.000 to 1:500 scale;
- The building phase, which has no specific scale specified.

Due to the fact that a conscious integration of the subsurface into urban development is lacking in these models, the research "Design with the subsurface" (Hooimeijer and Maring, 2012) and "Balance4P " (Norrman et al,. 2014) were aimed at adding the subsurface dimension to the DMSP. In addition to the research, products, decision-making, and actors were coupled to subsurface topics as well (Hooimeijer and Maring, 2012 and 2014). These major additions are implemented to help assess urgent issues in the subsurface, while also translating opportunities to urban qualities.

Table 2: Abstract of Decision Model Spatial Plans (Municipality Rotterdam) with the addition of the subsurface to the development process (Hooimeijer and Maring, 2012).

Phase	Vision	Master Plan	Urban Plan	Building	
Description	• management assignment • vision development • opportunity and problem analyses • distribution of responsibilities • strategy, costs and planning	• structure plan • societal context • project definition • feasibility • financial risks	• spatial planning conditions • urban design conditions • Refinement and detailing of structure plan • Definition of urban quality • Final land exploitation	Actual implementation: • Move stores / businesses, residents • Soil remediation • Demolishment • Issue of land • Transfer of property	
Data	• Topographical map • Policy frame (infrastructure, monuments, safety, etc.) • Vision • SWOT • Scenario's • Brief • Financial quick scan • Strategy	• Ownership map • Policy perspective • Risk contours • Spatial analyses • Programme • Financial feasibility/subsidy sources • Appropriation of land • Societal feasibility • Environmental analyses • Juristic and planning procedures (EIA) • Exemption procedure • Planning • Cooperation options PPP • Credit applications, taxations, temporal governance, preferential right, buildings	• Situation map and existing situation • Final program • Urban design conditions (relation to the context, cultural context, architectonic quality, sun study) • Water management and subsurface infrastructure • Environmental conditions (soil, sounds, air and safety risks) • Traffic circulation and parking • Fine tuning financial frame • Final land exploitation • Partners for development	Construction plan phase • Development private and project developers • Building phasing (PoD, PD, FD) • Municipality leads the process, is responsible for juristic frame, assessment of plans to the master and urban plan. • Building licence, demolishment licence, house withdrawal licence, tree cut licence, road withdrawal licence, Use of hand book Project Integrated Planning and Design of Public Space	Public space design phase under the responsibility of (part) Township coordination with development of building plans by (sub) municipality has a phasing with PvE, VO and DO to use as an instrument: • Note "Organization Outdoor space"
Decision	• Development strategy, implementation program and investment strategy • Choice for a municipal development project >> Intention agreement	• Spatial planning and urban design principles • Spatial program • Financial leads • Legal conditions and procedures • Subprojects • Proposal for expropriation >> Area agreements	• urban design conditions • public space design • land exploitation • building site preparation >> Project development agreement	>> construction plans	
Actors and products	OBR (Development Company): financial quick scan dS + V (City Development): vision on spatial structure	OBR: Economic study financial application programmatic study acquisition & expropriation plan dS + V: environmental and programmatic study, urban planning exploration	OBR: land development dS + V: Urban planning preconditions SMP concept	dS + V: precursor SMP Definitive SMP	dS+V: PvE VO DO
Subsurface integration proposal	• Quick scan subsurface system • Research and synthesis of urgent subsurface topics • Inventory of information needs • Deliver ambitions for the subsurface and translate these into meaning for spatial development	• In-depth research on subsurface-aspects Integrative research • elaboration of ambitions and integration of subsurface qualities • legally required activities, and desirable activities • financial aspects, clarity true reduce costs and benefits	• opportunities in the subsurface translated to urban form • attention to threats and risks (soil quality and water) • actively check whether opportunities have been used • re-examine soil management aspects from a long-term perspective • Establish different furnishing alternatives from subsurface qualities and relate these to usage and perception quality • various cost-benefit analyses in which long-term management is also included	• Supervision • specific research - on request	• Monitoring

In this paper, the distributed agency per phase is defined and coupled with representation options in both 2D and 3D. In general, the importance of visualization can be summed up by landscape architect James Corner, who defines it as a medium that deals with imagination, abstraction, and relations, but also comments that it must involve preciseness and achieve aesthetic conditions (Corner, 1994). "Through rendering multiple visible, and sometimes disparate field conditions, mapping allows for an understanding of terrain only as the surface expression of a complex and dynamic imbroglio of social and natural processes. In visualizing these interrelationships and interactions, mapping itself participates in any future unfolding. Thus, given the increased complexity and contentiousness that surrounds landscape and urbanism today, creative advances in mapping promise designers and planners greater efficacy in intervening in both spatial and social processes" (Corner, 1994). Following the boundary spanning theory (5 concepts) in the conceptual framework for analyzing the distributed agency between 2D and 3D information in the 4 urban development phases (or the

boundary spanning processes, 1st concept) should consider the following aspects to make representations tangible boundary spanning objects (2):

- The boundaries themselves which are found to be diminished (3),
- The boundary spanning activities that need to be undertaken (4),
- And the role of the boundary spanners (4).

These aspects will be discussed further after describing the methodologies involved in the creation of 2D and 3D visualization and the Bloemhof-Zuid project which will be used as a case study.

4. Methodology in 2D and 3D Visualization

In Latin, the act of gathering, comprehension, and understanding is translated as *concipere*, *conceptum*, or concept. The "concept" in design or art represents the connection of the brief - or conditions set by the program of material use being structured with a personal interpretation or passion. The concepts in urban development are usually based on a narrative that will help stakeholders understand the choices made, and by doing so, garner their support for the project. When looking at concept developent through the lens of urban development, there are many stakeholders that need to be appeased, and the process can be described as wicked (Sternberg, 2000). Another important aspect of design in urban developent is that support for the project needs to be there before any project is built. In this sense, visual representation is not a luxury, but a necessity that tests, communicates, and sells the concept. The means in which to depict concepts such as sketches, plans, sections, and models has expanded with an explosion in technological possibilities such as computer-aided drafting, photo-realistic rendering, and virtual reality. However, despite these vast strides, the tools of 2D and 3D representation are a blend of old and new – from techniques that have existed for centuries to the technology of our century alone (Frampton, 1995).

The architectural sketch may be the first tool that every student comes into contact with in design school, and possibly the most practical of them all. Quick and expressive, the sketch not only conveys the basic idea of spatial composition, but also contains the individual style of the designer. Producing plans and sections are a large part of the process in an urban design project. Its greatest advantage is that they present the urban tissue in specific proportions which allow sketches to enable the linking between scales. Also, urbanism should be considered interdisciplinary in essence, and an essential method for boundary spanning. Another important aspect in urban development projects is the re-connection of the plan with the section, or the horizontal and vertical dimensions, which needs to be done in order to encompass all scales of the urban project. The integration of the horizontal and vertical dimensions suggests multiple possibilities (and most often the best options) to link scales in a hybrid urban infrastructure, merging strategic and operational design together. In addition to this representation, the development of models, renders, and virtual reality all help visualization escape from the two-dimensionality of a sheet of paper. 3D models offer the possibility of observing the volumetric composition of the project from various points of view, and the ability to add values to elements in order to perform analyses (Van Campenhout and Vuijk, 2015). This is a significant benefit 3D rendering, as they not only offer a realistic representation. but are easy to use to see how interventions affect multiple natural and technical conditions. Virtual reality is also beneficial in another way because it allows the observer to "enter" into space and be part of it.

The positive and negative aspects of 2D and 3D representation are quite clear in urban development. A great aspect of 2D is that it is possible to map both tangible and intangible (or non-physical) aspects of urban development, and through icons or colours, these aspects can be made present in the urban construct. Another positive aspect is that it is easy to handle, to share, and it is possible have an informal discussion over coffee about the content presented in a hardcopy. It is also possible to sketch on it while conducting direct exchange and communication infront of stakeholders. The negative aspect to 2D is that it is limited in its ability to convey the complexity of urban constructions, which is exactly one of the positive aspects to 3D visualizations, as they allow for the integral evaluations of various topics. Alongside this is another important aspect of 3D to consider, which is the factor of

time. By creating 3D animations, it makes it possible to present various visual scenarios within a short period of time. The next step is from 3D visualizations to 3D models that contain information that allows for a quantitative analysis of a plan. Beyond this, the use of 3D can help visualize complex processes, and can always be translated into 2D. Even after all these positives, one negative aspect is that the development of 3D visualization can be a "black box" which is not easy to handle, as it can take a lot of time to fill, and is unclear what data was used in creating it.

5. Subsurface Representation and Modelling

Most instruments that produce 2D and 3D information are aimed at visualization of the urban project above ground level. In connecting the subsurface with surface developments, several researches have been conducted by looking into the representation of surface and subsurface as one united space (Hooimeijer and Maring, 2018). The System Exploration Environment and Subsurface (SEES) and the Subsurface Potential Map are instruments developed with this aim in mind. The SEES is a system overview in which the domains involved in urban development are mapped out. Each domain has its own specific specialists, concepts, and language that need to be recognized if true interdisciplinary working is to be achieved. The subsurface potential map is a 2D map in which data has been translated into thematic sub-surface information under the categories civil construction, water, energy, soil. and ecology (Hooimeijer and Maring, 2015). In the Intelligent Subsurface Project (TU Delft), the subsurface potential map is being refined and contextualized in the form of a Technical Profile in which multiple scales are represented with a shared precise legend that annotates static, solid, and process items (Hooimeijer et al., 2017). This 2D map is quite functional as a communication tool between disciplines during both the initiative and design phases, and has a specific function which aims at internalizing the subsurface information within the urban design process (Hooimeijer and Lafleur, 2018).

Recent developments in 3D visualization software has been accelerating at a swift pace, and is both contributing to a multidisciplinary approach within the surface domain, as well as an ability to evaluate urban developments in a qualitative manner. At present, 3D visualizations contribute to the evaluation of a particular phase, but not to an optimal boundary spanning between the different phases of the urban development process (Mielby et al., 2017). Alongside this issue, there are 3D models that are focused on either the surface development or the subsurface development, but not on both at the same time. Currently, there are no examples of a fully integrated above ground and underground models in existence. Software such as Urban Strategy and GIM have been working on the inclusion of the subsurface in their models. Two other software programs called SKB ROO and (one out of many BIM tools) BIM environment by Curnet have been specifically developed to analyse and include some topics dealing with subsurface. In addition to these programs, there are serious games which incorporating above ground and the subsurface are increasingly used to create awareness of the contribution of the subsurface to the start of an urban development process prior to its inception.

Experimenting with LEGO building blocks during a "U-scan" workshop with the Urban Development and Engineering Department at the Municipality Rotterdam has led to the conclusion that creating a simple 3D model helps significantly by giving urban planners insight into how the subsurface is built up, while also showing how specific functions are claiming dedicated space below the ground. There are other different types of 3D modelling software which exist, and urban planners make extensive use of of them. There are 3D interactive programs such as TNO's Urban Strategy, which can be used to quickly run through various scenarios, while also answering questions such as "What are the consequences for the environment if I change the course of this road?" There is another program developed by Strategis called the "Gebiedsontwikkelaar" [Area Developer], whose purpose is to quickly go through the economic effects of such measures stated above. When looking below the ground level, civil engineers make use of their BIM software, while in the same shallow zone TNO and the Geological Survey of the Netherlands have presented several geological and geo-hydrological 3D models. In addition to these types of subsurface modelling, the petroleum industry uses sophisticated software for the geological evaluation of the deeper layers of the ground. Unfortunately,

the ability to exchange information and models between these various platforms and approaches is still quite complicated to achieve.

Due to the absence of a 3D visualization and modelling package that integrates above ground and subsurface data with the various scales (from object level to regional scale) and phases of urban development, a number of cities have developed their own 3D visualization and modelling tools for specific urban planning projects, as depicted in Figure 1 (Schokker et al., 2017).

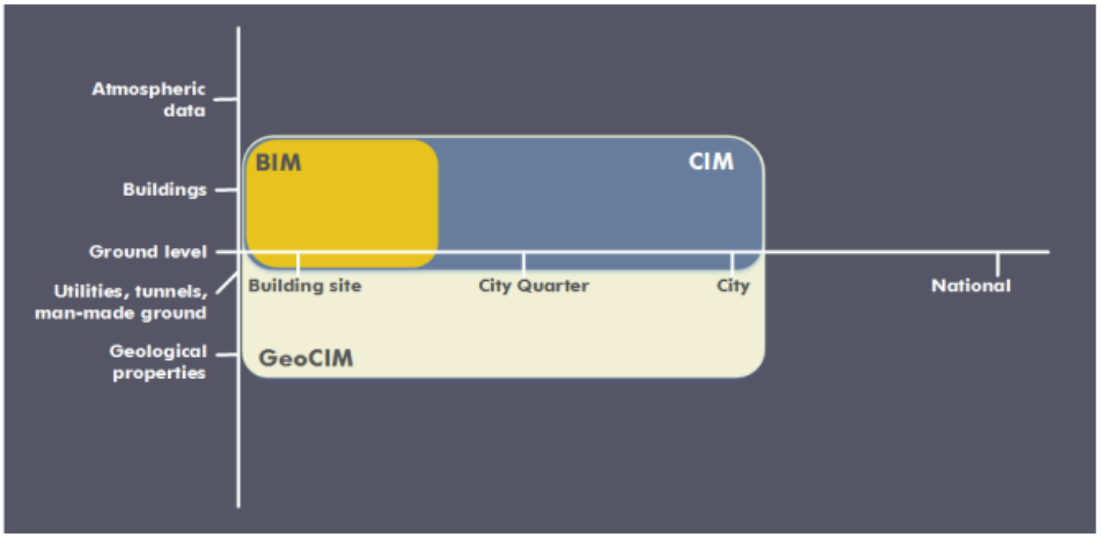


Figure 1: BIM, CIM, and GeoCIM relationships by both geographical scale of interest (x-axis) and data themes that differentiate themselves based on whether they are above or below ground (Y-axis) (Schokker et al., 2017).

Within the organization of the City of Rotterdam, the subsurface is regarded as an integral part of designing the public space of area development projects, as it involves the collaboration of numerous disciplines, and the municipality has to manage a large amount of subsurface data and information when implementing these projects. In order to be able to develop, integrate, and manage both subsurface and surface spaces in an effective way, it is necessary to have a correct representation of that subsurface when it is used, By doing so, properties can be evaluated in connection with the functions it performs, and the potential impact a project may cause in the subsurface. The 3D voxel model of the subsurface, as developed by Odense, was studied and taken as an inspiring example for the City of Rotterdam (Pallesen & Jensen, 2015). An example of this model is shown in Figure 2.

So, why choose Voxel based modelling? The City of Rotterdam decided to construct a 3D model of the subsurface in which the various uses of the subsurface could be evaluated in an integral way. As the use of the subsurface is influenced by geology, it was decided to combine ground use and geology into one common model. TNO's Geological Survey of the Netherlands had already constructed the Geotop 3D Voxel model of the geology in the Netherlands, so subsurface use information just needed to be inserted into it.

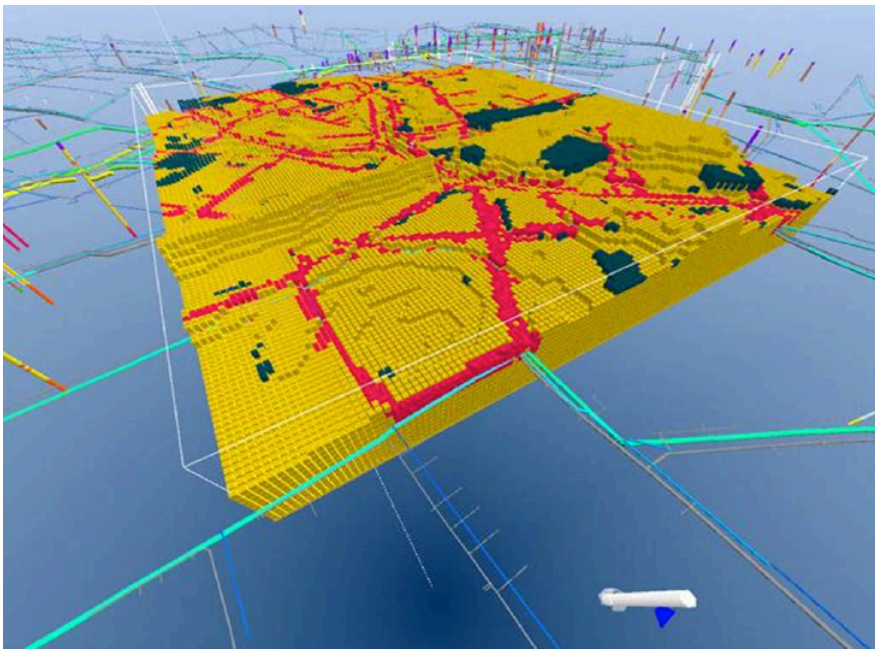


Figure 2: A 3D Voxel representation of both the surface and subsurface in Odense, Denmark (Pallesen & Jensen, 2015).

Together with TNO, the test 3D Voxel model was made for the centre of the city (see Figure 3). In this model, the 3D surface model was combined with various layers and voxel-based geological models (to a depth of 4 km). The next step that will make this very useful in development projects involves the integration of this surface model with the 3D subsurface model that has the information dealing with the subsurface layers (cables, pipes, tunnels, geothermal, oil, gas etc.). Due to differences in scales between geology information and layers such as cables and pipes, this is already a major challenge. The attractive packaging of this inclusive 3D model will represent the final but crucial step in order to make it an effective boundary spanning tool.[1] The first derived application of this model was done for the Bloemhof-Zuid project, which is studied in the case section of this paper.

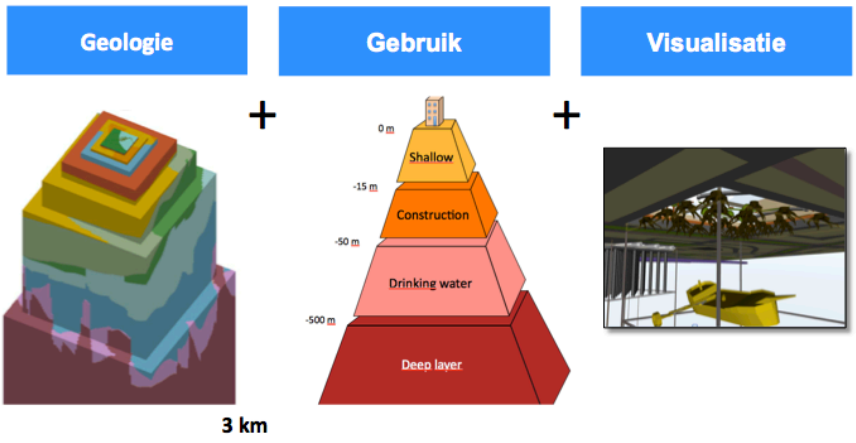


Figure 3: 3D Subsurface pilot for the Centre of Rotterdam (Van Campenhout and Vuijk, 2015)

6. Experiment: The Case Study of Bloemhof-Zuid Rotterdam

Bloemhof-Zuid is an urban district that was built in the 1930s on a very wet and soft terrain with ongoing subsidence issues. In the middle of this district, houses were built on slabs, while houses along the borders of the district were built with wooden bearing piles, thus making the management of groundwater level extremely complicated in this area. The owner that bears the responsibility of most

[1] See link: https://youtu.be/pLLbRRIr1Ys

of the slab houses, the housing corporation *Woonstad*, has placed water pumps in a number of places around them to prevent flooding. However, these houses are not future-proofed, and the urban infrastructure does not meet modern standard of living requirements. The houses exist along narrow streets, have very little space to park, and have only a few green spaces and play grounds around them.

The key challenge that this district presents is how to develop the real estate in the long term while taking the subsidence issues into account. To prevent any further flooding problems, the municipality of Rotterdam and *Woonstad* are cooperating in making a vision (Phase 1 in the DMSP) in which the subsurface conditions dealing with subsidence and water management become an important aspect of design, which is quite new for this phase. Since there was no experience in how to integrate technical knowledge into a vision, there was a need for conscious knowledge brokerage, and thus presented itself the perfect setting to test the use of 2D and 3D tools. The content for the 2D, and the role of the Technical Profile, was developed more precisely in the process of vision-making. This content was made by combining together effort and expertise the municipality of Rotterdam's technical specialists with experts from TU Delft who are involved in the research project Intelligent Subsurface Quality. For 3D visualization, the Voxel model (which was developed by the municipality) was used in the area to test how the crucial topics can be modeled to enable decisionmaking for the vision proposal.

The Technical Profile that had been created for Bloemhof-Zuid is comprised of the translation of all relevant technical data into a series of drawings that allow for various natural and engineered elements to be analyzed simultaneously (see Figure 4). The drawings in the profile include a map with a longitudinal and cross section, additional cross-sections of street profiles, and thematic maps at a larger scale. Linking the smaller scale of the street profile to the more regional scale is important to check the impact of specific technical conditions. These include systematic elements such as water and ecology, which in particular have performance dependencies at the higher scale. At the largest scope, regional scale includes topics of relevance such as ecology, water, energy, and infrastructure. While at the smallest scale, details of the subsurface infrastructure are presented, which include cables, pipelines, and foundations (Hooimeijer, Lafleur and Trinh, 2017; Hooimeijer and Lafleur, 2018a).

The Technical Profile was created on the basis of a workshop where by using SEES, all subsurface experts presented and discussed their field's data and approach for the specific district. The workshop was essential to the gathering and translation of data from specialists and into information that can be used and interrelated. The urban designer then collected the information from the specialists attending the workshop, and finalized the drawings based on the data and help which they provided. The urban designer responsible for the spatial vision used the Technical Profile as backbone of which to deal with the issues at hand. The 2D visualization exercises resulted in the following conclusions (Hooimeijer and Lafleur, 2018a and 2018b):

- The section makes it possible to understand both technical and natural constructions as a hybrid space, and is the best point of departure for the drawing of plans.
- Visualization is a communication tool that is very inward oriented towards its relating field, and the use of forms and colors are expected to be recognized by the expert in the field.
- Visualization is not only a technique for communication, but also a technique for the internalization of data. The Technical Profile as drawn was very much a product that would help the urban designer to get a proper understanding of the technology in an area, and is less so an image to communicate to a wider audience.
- A new research approach was found which answers how to seperately visualize for both decision makers and stakeholders.
- It is important to look at natural and technical artifacts as a hybrid system, to see it in its complexity, and consider its visualization as common shared language. The technical and natural elements represented in the drawings offer a "step between analyses and design" as an important aspect of "design thinking."

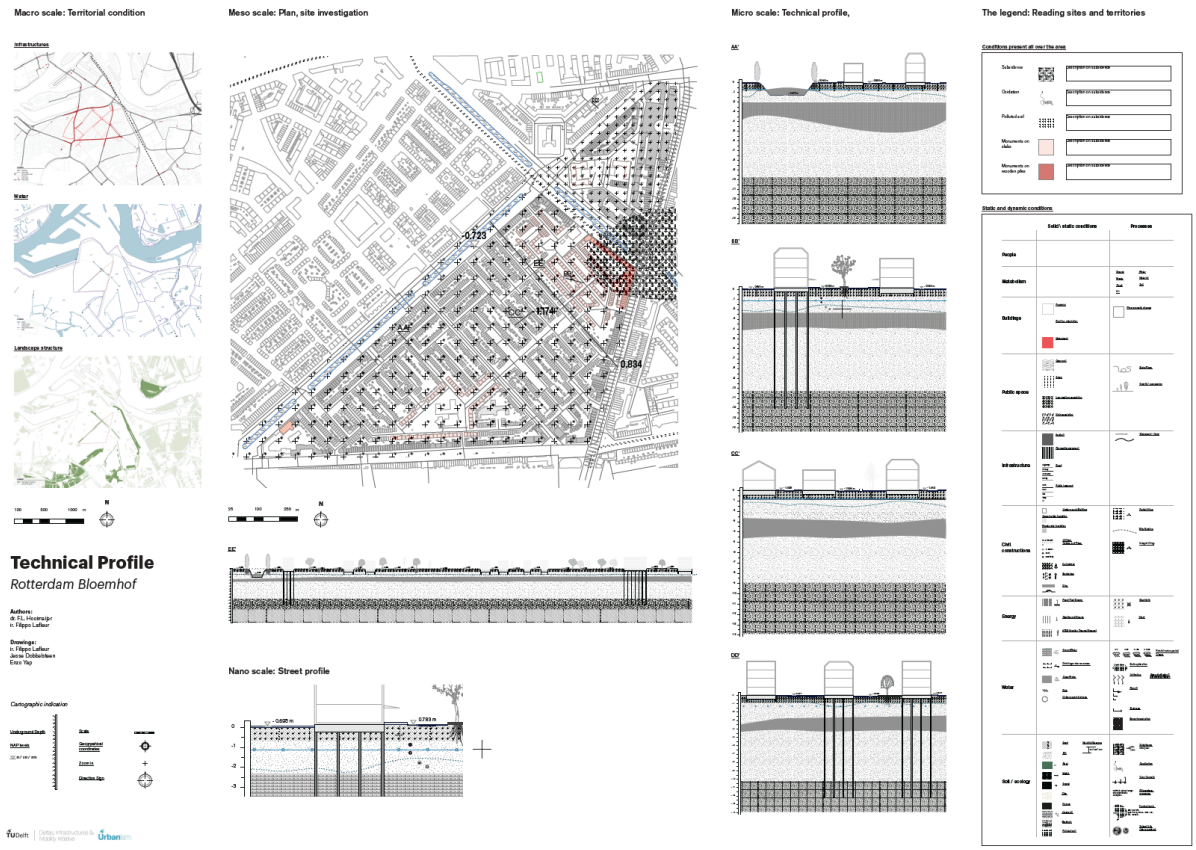
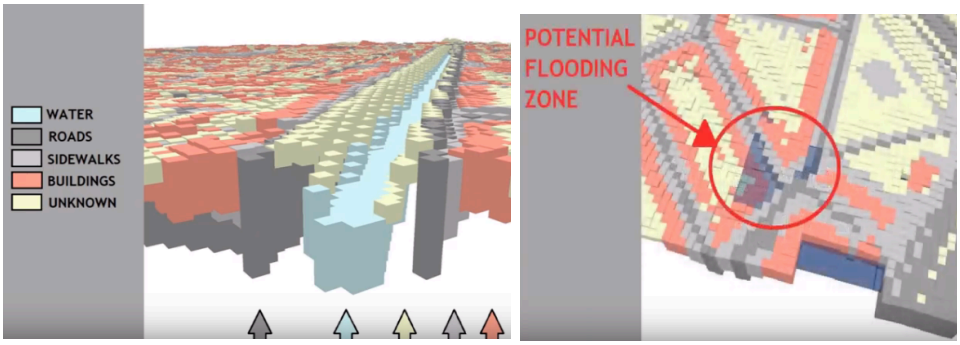


Figure 4: The Technical Profile of Bloemhof-Zuid (Hooimeijer and Lafleur, 2018b).

The SEES workshop also provided for the group that was in charge of developing the 3D model of Bloemhof-Zuid the Voxel model. It combined information from the geological composition and structure of the subsurface (from ground level to a depth of 20 meters) together with the uses of the subsurface (shown as a layered surface), and the model presented together in a single visualization (see Figure 5). The Bloemhof 3D Voxel model was constructed in order to allow better decision making for houses in the area which are at risk to problems with their foundations that are both a result of subsidence and flooding due to exceptional rainfall. This was achieved through the implementation of the following building blocks of the model: elevation map, water (canals), roads (including a 3m section below), sidewalks (including a 2m section below, including cables and pipelines), buildings, foundation piles, groundwater level, and geology. The geology block was created in 100*100*1m voxels, ground water was represented in 25*25*1 m voxels, and the buildings, sidewalks, roads, and water were made in 5*5*1 m voxels (see Figure 5).[2]



[2] https://youtu.be/GYl11mwDSIg

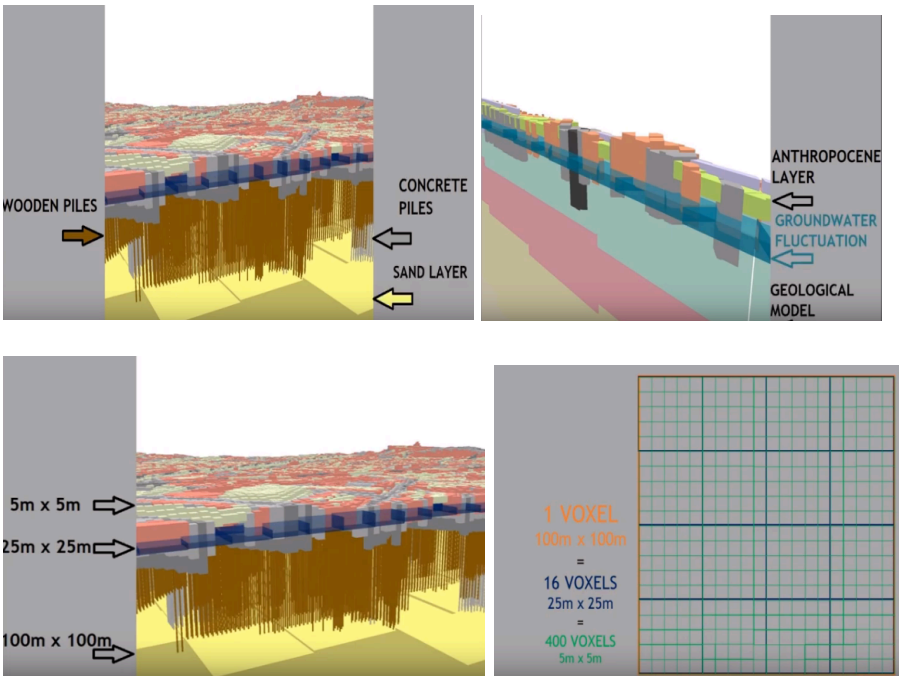


Figure 5: Images from the 3D Voxel model of Bloemhof-Zuid (Van Campenhout and Vuijk, 2017).

The integration of the subsurface in the vision phase was supported by both 2D and 3D representations and modelling. As the 2D Technical Profile considered all subsurface topics, the Voxel model was more focused on the relationship between three topics of which were the most urgent. The model was essential in helping to make decisions about future real estate development, and was the main concern of the involved housing cooperation. Both the Technical Profile and the Voxel model were quite influential in the vision making process. The Technical Profile was successful at developing a proper understanding of the current construction situation of the area, and it allowed for the easy transfer of this type of information in the urban design process.The Voxel model helped significantly in understanding the crucial issues, while also being able to project these issues into the future, and even helped in modeling trends of precipitation. The major difference between 2D and 3D representaiton is that as a part of the urban development process, the urban designer is responsible for both the spatial design of the vision and the 2D visualizations. The 3D, however, is done by a separate expert that has no knowledge of the subsurface topics, and is also not a part of the urban development process. This lack of synergy between the various fields means that the boundaries that needs to be spanned are actually quite large: from subsurface experts to 3D modeller, and from 3D modeller to the actors in urban development. Also, in this urban development phase the resolution of information is not that high, and it is due to the fact that there is a wide span of information that needs to be integrated together. The resolution becomes higher as the project develops through the different phases. In the next section of the paper, the discussion will place these results from the first phase of the DMSP within the context of the other following phases.

7. Discussion

To ensure a smooth spatial planning process, it is necessary to have access to accurate information in both the right form and at the right time. Different actors are involved in every phase of the planning process, and the information provided is often in various formats which do not transition well from one phase to another. As a result, time is often lost when progressing phases, but also actors get lost in translation as well. A need exists for an unambiguous distributed agency between 2D and 3D information in which the subsurface is represented, which must remain available during all phases of project development.

This section presents the analysis of the DMSP of Rotterdam (see the content in Table 2) in which the actors, information needs, and products are defined per phase. These are linked to the representation

options available in both 2D and 3D in order to clarify their distributed agency in the development process (see Table 3). It is important to note that the model is for newly developed greenfields, and not for urban renewal or brownfield development. The difference between the two types of developments is that the information in newly built areas is usually owned by fewer stakeholders (water board, farmers, state, and provincial governments etc.) while in areas already built up, there are many more stakeholders that own data and information (such as owners of lots and buildings, utility companies, and multiple municipal departments). In addition to this, the phases in brownfield or urban renewal development tend to overlap (maintenance can also be development), therefore making the process more complex.

Table 3: The distribution of 2D and 3D visualization of the subsurface in the phases of DMSP.

	VISION	MASTER PLAN	URBAN PLAN	BUILDING
2D	Maps: topography, monuments, and infrastructure Pictures: ambitions	Maps: ownership, spatial structure, risks, spatial analyses, programme, and environmental	Map: situation, programme, urban design conditions, water, infrastructure, and environmental conditions Sections: soil, water	Maps: urban and architectural design, construction, and drawings
3D	Serious Game	SIM, GIM, US SKOO DOO		BIM
	In the vision phase, general information is processed to be able to make decisions for the project, while also creating carrying capacity amongst stakeholders. The resolution of this information is quite rough, and preexisting materials such as pictures are used to support the vision, in addition to topographical maps or data graphs used to create an appropriate understanding of the vision and strategy. In existing built-up areas, the amount of information that needs to be gathered and processed is greater and more complex.	The master plan - also called a structure plan - is the physical translation of the vision and program at the larger scale of an area. The master plan is usually the result of running different scenarios. After the visioning phase, the stakeholders return to their sectoral visualizations, then the issues are clear and able to be developed in a sectoral or bi-sectoral fashion. The resolution has sharpened at this stage, but the planning and design is still based on rough lines and decisions. The definition of newly gathered data and information is also conducted.	As part of the master plan, the urban plan is a detailed phase of development in line with the vision, and is directly connected to spatial quality. At the smaller scale, the information has a high resolution and should become a self-evident part of the urban design. Usually, all data is gathered and clear, while some gaps in information are allowed for the time being.	During the building phase, all data and information should be at the table and translated into construction plans.
	No information on the subsurface	Some information on the subsurface	More information on the subsurface	Detailed information on the subsurface

This table presents an overview in which the necessary information per urban development process phase is presented and connected to the employed 2D and 3D visualizations. It also shows that during the urban development process, several 2D and 3D models that represent the subsurface are used. These models all have varying data needs and scales, and present different information for different purposes to different users. Another important notion to take note is that the information from societal or economic sectors are especially important in the urban development process. This data presented is not visual, even though some has been visualized in the past years with the same aim as this research, which is to integrate it better in the design process of urban development projects (Tillie and Van der Heijden, 2015)

During the vision phase of urban development, there is currently hardly any mention of subsurface topics. Even though the scale and details of the earlier stages can vary significantly from those at the later stage, some topics that influence the project as a whole (such as the water system, soil quality, and subsidence) should be included at the beginning, particularly in the case of urban renewal or brownfield development (Hooimeijer and Maring, 2012 and 2014). The case of Bloemhof-Zuid showed various ways how both 2D and 3D representations can interact and distribute their agency by:

- Collecting data and transforming it into information as an action (not through data platforms),
- Using 2D drawings requires a less detailed focus on the integration of topics,
- Creating 3D visualizations require more detailed resolutions that focus on modelling scenarios of only urgent topics.

As studied in the Bloemhof-Zuid case with regards to the vision phase of area development, the resolution of subsurface information is too high, but it is important to note that there is a real need for a 3D modelling tool (or rather a 4D scenario role) in which only the size and function of space can claim reservation of an object. This model produced during the first phase can evaluate through the other following phases of the DMSP, all while additional data can be added into the development process. In each phase, the 2D maps and 3D models can also be combined with information concerning societal and economic opportunities. The information derived from one sub-process forms the base data for the other sub-process within each phase of the DMSP (see the diagram of Figure 6).

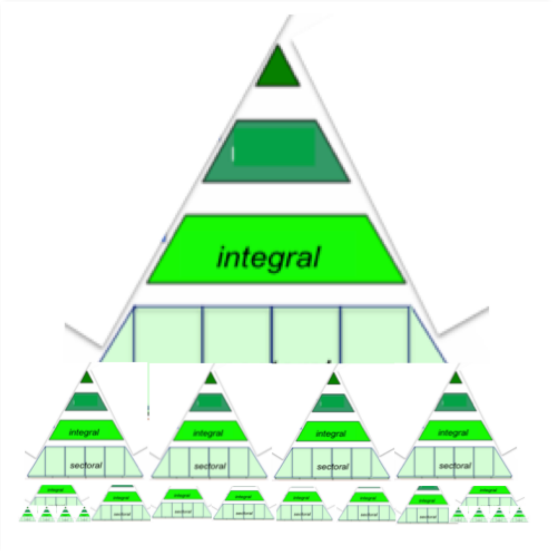


Figure 6: Derived information during one process serves as base data in the following processes (Van Campenhout et al., 2016).

The need for data, information, and modelling is different in every phase of DMSP. Making the right information available at the right time, and in the right format, for the right people - this is the crux of the matter. In the final phase of the development process, the evaluation of the whole, in its coherence and between the parts, should be made possible. In order to do this, a 3D or 4D sectoral modelling that implements the highest resolution of data is needed, but it should be made possible with linkages between the various sectors. Therefore, the question is if this should be a boundary spanning object (a model), and if it should be a spanning process (integrated in the DMSP), should it be organised through boundary spanning activities or specific boundary spanning specialists? Considering all these interconnecting concepts of boundary spanning, the distributed agency between 2D and 3D can not only be considered in the objects themselves, but also as a part of the complete urban development process (actors, products etc.). For DMSP, this means that per phase of development, the information should not only be synchronized in order to integrate surface and subsurface planning, but there should also be the integration of actors over different phases. For example, this is done in the oil and gas industry where there are various types of exploration and production geologists that work on a shared platform. This is a field where models communicate and visualizations from different software packages can be shared (Wen, Tang and Suc, 2017).

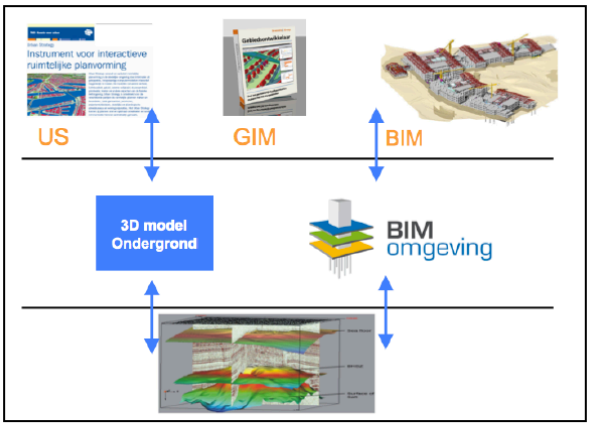


Figure 8: Different 3D Models for different purposes. What is needed is an exchange platform in between various actors (Van Campenhout et al., 2016).

An analogy to this example is in the form of an exchange platform (depicted in Figure 8) for DMSP, and could offer a score depending on the quality of subsurface information, which is based on: (1) how the resolution increases per phase, and (2) how the data of various natures can perform in different stages of development. For example, how data can perform at a more informal setting during the first phase, in comparison to the exchange of very precise data and contracts in the last phase. The distributed agency between 2D and 3D visualization is characterized by the fact that the role of 2D decreases as the role of 3D increases.

In the case of a greenfield development, the platform could first be filled with 2D data, and can start with an empty 3D LEGO model which allows for all stakeholders to input an idea about how their field is a part of the whole project. This process can also reveal how their interest relates to the stakes of others in the process. This beginning is necessary to be able to construct a shared vision with all the stakeholders.

In the case of an urban renewal project or brownfield development, there should already be 2D and 3D information. In this case, the 3D LEGO scale and the detailed level of planning exist in the same dimensions of space and time. This means that you need to be able to switch very quickly from high to detailed scales and resolutions of data and information. For each zoom in resolution, you need new data, which in turn sets the conditions for further zooming.

This platform therefore targets two problems with the boundary spanning between the surface and subsurface involved in urban development, one being that the field which needs to be spanned/bridged, is very wide and deep. Wide in the sense of process and time, and deep in the sense of specialized content. This is all connected through distributed agency, and is guided in the project by the project manager. However, for the exchange of information to happen, there is a gap in which self-evident distributed agency between 2D and 3D information could be realized. This platform could therefore fill this gap, and can be considered a new concept in boundary spanning by being the facilitator in which the people, processes, objects, and activities can cooperate within each of the urban development phases. Unfortunately, this reality is way too complex to be represented in a “one size fits all” model. Therefore, the disciplinary fields will continue to work within their own habitats and with their own tools. However, within these bubbles is also where the technological innovation takes place. The platform will be able to bring 2D and 3D tools together with surface and subsurface data, and with a great synergy fully support the urban development process as a whole.

8. Conclusions

This paper reflects on tne results of three research projects titled “Design with the subsurface” (2012), “Balance4P” (2016), and “Intelligent Subsurface Quality” (2018). This is done to get insight on the

role and interaction of both visual representations and data in the urban development process in order to support synergy between the surface and subsurface as a unified space. The theoretical background required to understand what is needed in order to be able to create this support lies within the fields of boundary spanning and distributed agency. The DMSP of the Municipality of Rotterdam was used to get a firm grip on the urban development, including its actors, processes, information needs, and products in different phases of an urban project. After describing the general 2D and 3D information requirements, visualization options and methods needed to make the subsurface visible within the urban development process were presented. Two of these instruments, the Technical Profile (2D) and Voxel model (3D) were applied in the Bloemhof-Zuid project, which is the case study that provided new tools and processes in the first phase of the DMSP. After these were explained, discussion goes into the general distributed agency of 2D and 3D visualization, and the proposition of a boundary spanning facilitator.

The first obvious conclusion is that the tradition in planning and design of using the integrated approach on surface level is much more developed then in the subsurface. The integration also synthesizes various specialists who make 2D and 3D representations, such as architects, urbanists, and actors in the urban development process itself. Subsurface planning is a new (or maybe even non-existing) field to which there is no tradition. Moreover, previously there had been no participation in the urban development process at all. On top of that, the specialists that make 3D models are not specialists in the knowledge and understanding of subsurface content, thus unable to integrate as a boundary spanner in the urban development process.

The experiment that took place within the case of the Bloemhof-Zuid Rotterdam project involved testing the two boundary spanning objects: the Technical Profile and the Voxel model. It showed that they cooperate in spanning both wide and deep fields by distributing the agency. It was concluded that 2D visualization is important for bridging the with: it is able to bring all different types of surface and subsurface aspects together, therefore activating these in the planning and design process. The 3D Voxel model, bridging depth, was found that it provides the synergy needed to combine various sets of data and information for the most deep and urgent of technical issues.

Conclusions about the distributed agency between 2D and 3D visualization per phase is that it is characterized by:

- The span of instruments go from the use of a pencil to the use of a super computer: design is a matter of the head, the hand, and the heart and these are all connected by the pencil, or 2D, the complexity of cities now needs super computers to be able to describe and analyse;
- 2D is about internalizing data to extract information in order to design, and it is more interactive and informally available, while 3D is about visualizing complexity that is evaluated and projected through modelling. These are complementary boundary spanning objects to the urban development process;
- The constant increase of resolution per phase increases the importance of 3D modelling, this should be a conscious act which can reduce the existing tension between the specialist 3D models and information developed in the planning process;
- The hybrid Voxel model (3D) & pixel model (2D) can communicate with specialist data and have 3D models produce 2D outputs, like complex sections on multiple cuts;
- There are boundary spanners needed between 3D technicians and subsurface specialists, and also between 3D technicians and spatial planners;
- There is a clear accounting of information: inventory of topics, building a 3D model for the vision, the ability to add aspects during the process, and the use of specialist models for the realization phase.

The scientific contribution of this paper is the introduction of the “boundary spanning facilitator” as an expansion of the boundary spanning theory. This facilitator is needed to reach the divide created by the wide and deep spans of information demand in the urban development process that it sets out to bridge. By integrating the subsurface into the processes of urban development, this synergy bridges

enormous spans of (1) disciplines and knowledge fields, (2) phases and time, and (3) also low and high resolutions, which may be the most important issue considering 2D and 3D visualization. This facilitator is necessary to enable the boundary spanning actors, processes, objects, and activities in order to cooperate in covering the wide and deep spanning fields of urban development. This is proposed in the shape of a platform in which the distributed agency between 2D and 3D tools can be consciously organized in order to conceive innovation in the urban development process.

The distributed agency needs more than one model of seeing surface and subsurface as one united space due to the span and character of the urban development process. Specialists will and never should give up their specialist models, as they are necessary for the development of in depth knowledge and experience. Therefore, it is important to fill in the gap between the required tools with a method of distributed agency between all formats of 2D and 3D visualization at the phase that they are most significant. This platform will allow for crossovers by utilizing linkages in order to gain precious expertise and information. Here all 2D and 3D models can exchange information, supply information, and store data utilizing the qualities of the 2D and 3D to their maximum potential. The good quality of 2D visualization is that it can play a role in informal processes that happen between specialists, because it can be printed on paper and is easily traceable. This supports the human side of knowledge transfer, as can be a place where people meet to exchange knowledge in a spontaneous manner, and will enhance knowledge of other professional attitudes, culture, capabilities, and knowledge fields. It will also enhance shared responsibility and distributed agency that can be transferred into the 3D models. The 2D, 3D and 4D tools are crucial to visualize space and time as concepts that might contribute to this common interest of urban development.

References

Campenhout IPAM Van and Vuijk J (2015) 3D Ondergrondpilot “De Rotterdam”. https://youtu.be/pLLbRRIr1Ys

Campenhout IPAM Van and Vuijk J (2017) Interne publicatie Bloemhof- Zuid. https://youtu.be/GYl11mwDSIg

Campenhout IPAM van, Vette K de, Schokker J, Meulen M van der (2016) Rotterdam between Cables and Carboniferous. TU1206 COST Sub-Urban WG1-013 Report, www.sub-urban.eu, march 2016

Campenhout IPAM van, Vette K de, Vuijk J, Deursen W van and Puylaert H (2011) Ondergrondinformatie voor planeconomen. Bodem, tijdschrift voor duurzaam bodembeheer, jaargang 21, nummer 4, august 2011

Carlile PR (2002) A pragmatic view of knowledge and boundaries: Boundary objects in new product development, in: Organization Science, 13(4), 442-455.
Corner J (1999), The Agency of Mapping: Speculation, Critique and Invention. London: Reaktion

Frampton K (1995) Studies in Tectonic Culture. The Poetics of Construction in Nineteenth and Twentieth Century Architecture. Boston: MIT Press.

Garud R and Karnøe P (2003), Bricolage versus breakthrough: distributed and embedded agency in technology entrepreneurship. Research Policy 32, 277–300.

Hargadon, A. (1998), Firms as knowledge brokers, California management review, 40: 3, 209-227

Hooimeijer FL and Maring L (2015) Machinekamer van de stad. Land en Water, no. 11 2015, pp. 16-18

Hooimeijer FL and Maring L (2018) The significance of the subsurface in urban renewal. Journal of Urbanism: International Research on Placemaking and Urban Sustainability, Published online: 16 Jan 2018. https://doi.org/10.1080/17549175.2017.1422532

Hooimeijer FL, Lafleur F and Trinh TT (2017) Drawing the subsurface: an integrative design approach. Procedia Engineering Volume 209, 2017, Pages 61–74
https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.11.131

Hooimeijer FL and Tummers L (2017) Harmonizing subsurface management in spatial planning in the Netherlands, Sweden and Flanders. In: Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Urban Design and Planning Volume 170, Issue 4, August, 2017. 170(4), pp. 161–172 DOI: http://dx.doi.org/10.1680/jurdp.16.00033

Hooimeijer F.L. and Lafleur (2018b) Intelligent SUBsurface Quality 4:Drawing the subsurface: Integrated Infrastructure and environment design. Delft: University of Technology Delft https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid%3Adb82675d-5fb1-4d5a-914b-3977fb00b7cf?collection=research

Hooimeijer F.L. and Lafleur (2018) Drawing the subsurface: Integrated Infrastructure and environment design. Delft: University of Technology Delft https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid%3Adb82675d-5fb1-4d5a-914b-3977fb00b7cf?collection=research

Hooimeijer F.L. and LaFleur (2018a) Intelligent SUBsurface Quality 3: Bloemhof-Zuid: Tabula scripta: Structureren, visualiseren en presenteren. Delft: University of Technology. See: https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid%3A8b75ee3f-3b1b-4536-a152-87a5caafcff0?collection=research

Hooimeijer F.L. and LaFleur (2018c) Intelligent SUBsurface Quality 2: Leiden Stationsgebied: Tabula scripta: Structureren, visualiseren en presenteren. Delft: University of Technology. See: https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid%3Aebeded93-0cdb-4793-a5c2-c49ff2652fda?collection=research

Hooimeijer FL, Kuchincow Bacchin T and Lafleur F (eds.) (2016) Intelligent SUBsurface Quality 1: Intelligent use of subsurface infrastructure for surface quality. Delft: University of Technology. See: uuid:6eff83a8-d0c6-438e-aa42-0dbd03835ac9

Hooimeijer FL and Tummers L (2016) BALANCE 4P: Balancing decisions for urban brownfield regeneration people, planet, profit and processes. Report WP5: Harmonizing subsoil management in spatial planning: the Netherlands, Sweden and Flanders. Delft: TU Delft. See: uuid:5eb5b44a-7c94-4fa2-b3ae-fdd55065ca17

Hooimeijer FL and Maring L (2012) Ontwerpen met de Ondergrond Ontwikkelen in de bestaande stad *Advies Rotterdam* 1 november 2012 see: https://soilpedia.nl/Bikiwiki%20documenten/SKB%20Projecten/2067%20Ontwerpen%20met%20de%20ondergrond/

Hooimeijer FL and Maring L (2014) Advies voor Merwevierhavens. In: BALANCE 4P: Balancing decisions for urban brownfield regeneration – people, planet, profit and processes. BALANCE 4P Project No. SN-04/01 see: https://soilpedia.nl/Bikiwiki%20documenten/SKB%20Projecten/2067%20Ontwerpen%20met%20de%20ondergrond/

Klein Woolthuis R, Hooimeijer FL, Bossink B, Mulder, G Brouwer J (2013) Institutional entrepreneurship in sustainable urban development - Dutch successs as inspiration for urban transformation. Journal of Cleaner Production, 50 (2013), pp. 91-100

Malinovskyte M, Rüling C. and Mothe C (2014) Knowledge brokerage: Towards an integrative conceptual framework.23rd Conference of the AIMS, 26-28 May, Rennes

Mielby S, Eriksson I, Campbell D, Beer J de, Bonsor H, Le Guern C, Krogt R van der, Lawrence D, Ryżyński G, Schokker J and Watson C (2017) Opening up the Cities for tomorrow; Integrated urban and sub-urban information modelling. TU1206 COST Sub_urban Report WG2 https://static1.squarespace.com/static/542bc753e4b0a87901dd6258/t/58aed9328419c2c2bcbb8aba/1487853904678/TU1206-WG2-001+Opening+up+the+subsurface+for+the+cities+of+tomorrow_Summary+Report.pdf

Municipality Rotterdam (2004) “Decision Model Spatial Plans” (DSMP)[*Het Besluitvormingsmodel Ruimtelijke Plannen*]. Rotterdam: Municipality Rotterdam

Norrman J, Volchko Y, Hooimeijer FL, Maring M, Kain JH, Bardos P, Broekx S, Beames A, Rosén A (2016) Integration of the subsurface and the surface sectors for a more holistic approach for sustainable redevelopment of urban brownfields. In: Science of The Total Environment, Volumes 563–564, 1 September 2016, Pages 879-889

Norrman J, Volchko Y, Maring L, Hooimeijer FL, Broekx S, Garçã R, Beames A, Kain JH, Ivarsson M and Touchant K (2015) BALANCE 4P: Balancing decisions for urban brownfield redevelopment. Technical report of the BALANCE 4P project of the SNOWMAN Network coordinated call IV.

Chalmers University of Technology, Deltares2 TU Delft, VITO, Enveco. See: http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/231843/local_231843.pdf

Pallesen TM and Jensen NP (2015) Udvikling af en 3D geologisk/hydrogeologisk model som basis for det urbane vandkredsløb. Delrapport 5 - Interaktiv modellering af antropogene lag. Preliminary report about the Odense modelling project, September 2015. Prepared for the VTU-fund. (in Danish)

Schokker J, Sandersen P, Beer H de , Eriksson I, Kallio H, Kearsey T, Pfleiderer S and Seither A (2017) COST SUBURBAN toolbox on integrated modelling. TU1206 COST Sub-Urban Report TU1206-WG2.3-004 Published March 2017

Slob A and Duijn M (2013) Improving the connection between science and policy for risk based river basin management. In: Brils J, Brack W, Müller-Grabherr D, Négrel P, Vermaat JE (eds.) (2013) Risk-Informed Management of European River Basins. Springer pp. 347-367

Star SL and Griesemer JR (1989). Institutional Ecology, "Translations," and Boundary Objects: Amateurs and Professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907 - 1939. Social Studies of Science 19: 387-420.

Sternberg E (2000) An integrative theory of urban design American Planning Association. Journal of the American Planning Association; Summer 2000; 66, 3; ABI/INFORM Global pg. 265

Tillie, N and Van der Heijden (2015) Rotterdams's SMART CITY PLANNER: using local and global data to drive performance. Public Sector Digest March 2015 https://publicsectordigest.com/article/rotterdam's-smart-city-planner-using-local-and-global-data-drive-performance

Tushman ML and Scanlan TJ (1981) Boundary Spanning Individuals: Their Role in Information Transfer and Their Antecedents The Academy of Management Journal Vol. 24, No. 2 (Jun., 1981), pp. 289-305.

VROM et al. (2011), Reiswijzer marktpartijen in gebiedsontwikkeling. Den Haag: VROM.

Wen R, Tang W and Suc Z (2017) Topology based 2D engineering drawing and 3D model matching for process plant. Graphical Models Volume 92, July 2017, Pages 1-15 https://doi.org/10.1016/j.gmod.2017.06.0013

ANNEX 4: PAPER BALANCE4P

Urban Design and Planning
Volume 170 Issue DP4

Integrating subsurface management into spatial planning in the Netherlands, Sweden and Flanders
Hooimeijer and Tummers

ice | proceedings

Proceedings of the Institution of Civil Engineers
Urban Design and Planning 170 August 2017 Issue DP4
Pages 161–172 http://dx.doi.org/10.1680/jurdp.16.00033
Paper 1600033
Received 22/06/2016 Accepted 17/02/2017
Published online 14/03/2017
Keywords: government/knowledge management/ municipal & public service engineering

ICE Publishing: All rights reserved

ice Institution of Civil Engineers
publishing

Integrating subsurface management into spatial planning in the Netherlands, Sweden and Flanders

Fransje Hooimeijer PhD
Chair of Environmental Technology and Design, Department of Urbanism, Faculty of Architecture & Built Environment, TU Delft, Delft, the Netherlands (corresponding author: f.l.hooimeijer@tudelft.nl)

Lidewij Tummers MSc
Chair of Spatial Planning and Strategy, Department of Urbanism, Faculty of Architecture & Built Environment, TU Delft, Delft, the Netherlands

The pressures of climate change, energy transition, the financial crisis and retreating governments, call for a reintroduction of the subsurface into spatial planning. Most urban technological infrastructure, including load-bearing capacity, heat and water, is located in the subsurface. It stores water, plays a role in cooling the city and provides geothermal heat as renewable energy. Yet the subsurface is insufficiently recognised as part of the solution in tackling the current challenges. This paper compares the level of integration of subsurface management in Dutch, Swedish and Flemish (Belgium) planning systems. The criteria for the comparison of the planning systems are based on the format developed in COMMIN, a transnational project within the Baltic Sea Region INTERREG III programme. To establish the guiding principles for spatial planning applicable in all three countries, the principal institutions, legal frameworks and planning documents are studied. These are analysed and connected to subsurface management aspects. The analysis of the main differences and overlaps between the planning systems of the three countries forms the starting point for an approach that integrates subsurface decision making into spatial planning. The conclusions argue that, rather than new regulations, a culture change in planning culture is the key to successful integration of the subsurface.

1. Introduction

The pressures of climate change and the energy transition, as well as the financial crisis and retreating governments, call for a reintroduction of the subsurface into urban planning and development practices. Most urban technological artefacts, such as infrastructure, load-bearing capacity, heat and water, are located in the subsurface. Therefore, the subsurface is part of the solution in tackling the current challenges. Moreover, using the subsurface intelligently can be financially rewarding.

With the increased role of technology, the connections between natural systems and urban development have been lost. Although the Netherlands is famous for making land, it is also a great example of 'forgetting' that the soft and wet soil conditions need special attention (Hooimeijer, 2014). As a result, Dutch cities are now very vulnerable to climate change. Ecosystem services that arise from the subsurface system, such as industrial and drinking water, clean and fertile soil for urban green areas and unsealed healthy soils for rainfall regulation, have become overlooked in urban development. Furthermore, privatisation provides an additional challenge – that is, national and municipal authorities are leaving urban development more and more to the private sector (Heurkens *et al.*, 2014). This new 'bottom-up' approach brings new roles and new flows of information exchange between specialists and private developers, especially concerning the public domain knowledge of the subsurface.

Spatial planning needs to integrate the technosphere of the city in order to create long-term, resilient and sustainable development plans. At the same time, soil legislation and management have become more important when adapting to climate change, the energy transition and foremost to (re-)develop cities with lower costs.

To understand in the ways in which a planning system can include subsurface management, a study 'Balance4P: Balancing decisions for urban brownfield regeneration – people, planet, profit and processes' was conducted into the planning contexts of the three participating countries: the Netherlands, Sweden and Belgium (Norrman *et al.*, 2016). The main research question was 'how to integrate the subsurface better into urban development?' This paper reflects on the results of this study. It first presents the framework and the approach used in Balance4P, followed by short descriptions of spatial planning in the Netherlands, Sweden and Belgium. The criteria for the comparison of the planning systems are based on the format developed in COMMIN, a transnational project within the Baltic Sea Region INTERREG III programme (COMMIN, 2017 and Section 1.1). The sections that follow describe the main features of spatial planning in each country,

Offprint provided courtesy of www.icevirtuallibrary.com
Author copy for personal use, not for distribution

including the guiding principles, main institutions, legal frameworks and planning documents, connecting each to the subsurface management aspects. The fourth section provides an overview of the main differences and overlaps between countries. This allows for the identification of the potential strategies to integrate subsurface decision making into spatial planning (Hooimeijer and Tummers, 2015). The conclusions recommend steps to take towards making use of this potential.

1.1 Method and definitions

The Balance4P project studied the 'planning systems' and 'building practices' in the three participating countries, for a better understanding of how the subsurface can be incorporated into urban development. The term 'planning system' refers to the formal processes of planning (Nadin and Stead, 2003), but recognises that the professional structures of planning do not only consist of formal, written procedures and regulations. There are also unplanned territorial interventions, unwritten assumptions and concepts, informal roles of inhabitants, changing reliability of governments and different perceptions of the importance of nature that form the 'planning culture' (Reimer *et al.*, 2014). Both formal and informal influences have to be taken into account when relating planning to subsurface management.

In spatial planning and design, the very general sustainability aspects of the'triple bottom line' consisting of the three P's: people, planet and prosperity (UN, 2002) are translated into territorial interventions seeking balance and synergy. This crucial strategic activity is captured by a fourth P in the 4P tetrahedron theory by van Dorst and Duijvestein (2004) (Figure 1). The fourth P represents both project and process. 'Project' stands for the physical results of the balance between the triple P and represents spatial quality, relations through scales, (bio)diversity, robustness and aesthetics. 'Process' regards the interaction between stakeholders, their skills and the institutional context in realising a balanced design (van Dorst and Duijvestein, 2004).

Figure 2 shows how the planning system is a process in which the spheres of law, regulations, policy and institutions work together at different scales, influence each other and set the planning conditions for urban redevelopment. The urban redevelopment process consists of four phases (Figure 2): (*a*) initiative, (*b*) plan, (*c*) realisation and (*d*) maintenance (Verburg and Dam, 2004; VROM, 2011). Phases (*a*) and (*b*) are considered to be part of the 'planning process', whereas (*c*) and (*d*) are part of the 'implementation process'. Although these phases are variable, this division serves to distinguish planning from actual implementation of the plan. This mainframe is applicable to the three countries in the study.

To understand the possible opportunities or challenges for integrating subsurface management into spatial planning, the COMMIN framework was applied to analyse the planning cultures in the three participating countries. The aim of the COMMIN project was to make heterogeneous planning systems comparable (COMMIN, 2017; Nilsson and Rydén, 2012). Balance4P applied the COMMIN method to create a framework of five categories: constitutional, national scale, regional scale, local scale and participation (Table 1). For each of the countries involved, it identified the guiding principles and objectives defined for planning, and the principal planning

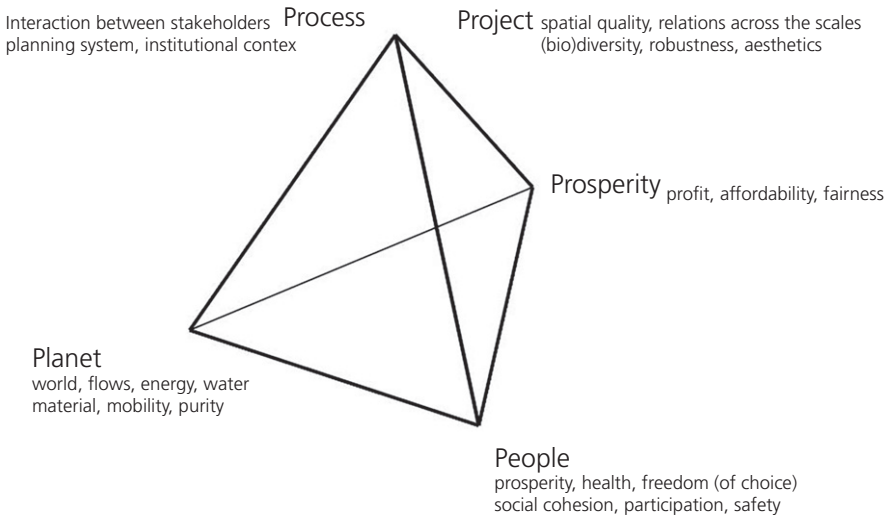


Figure 1. The tetrahedron of sustainable construction (van Dorst and Duijvestein, 2004)

Offprint provided courtesy of www.icevirtuallibrary.com
Author copy for personal use, not for distribution

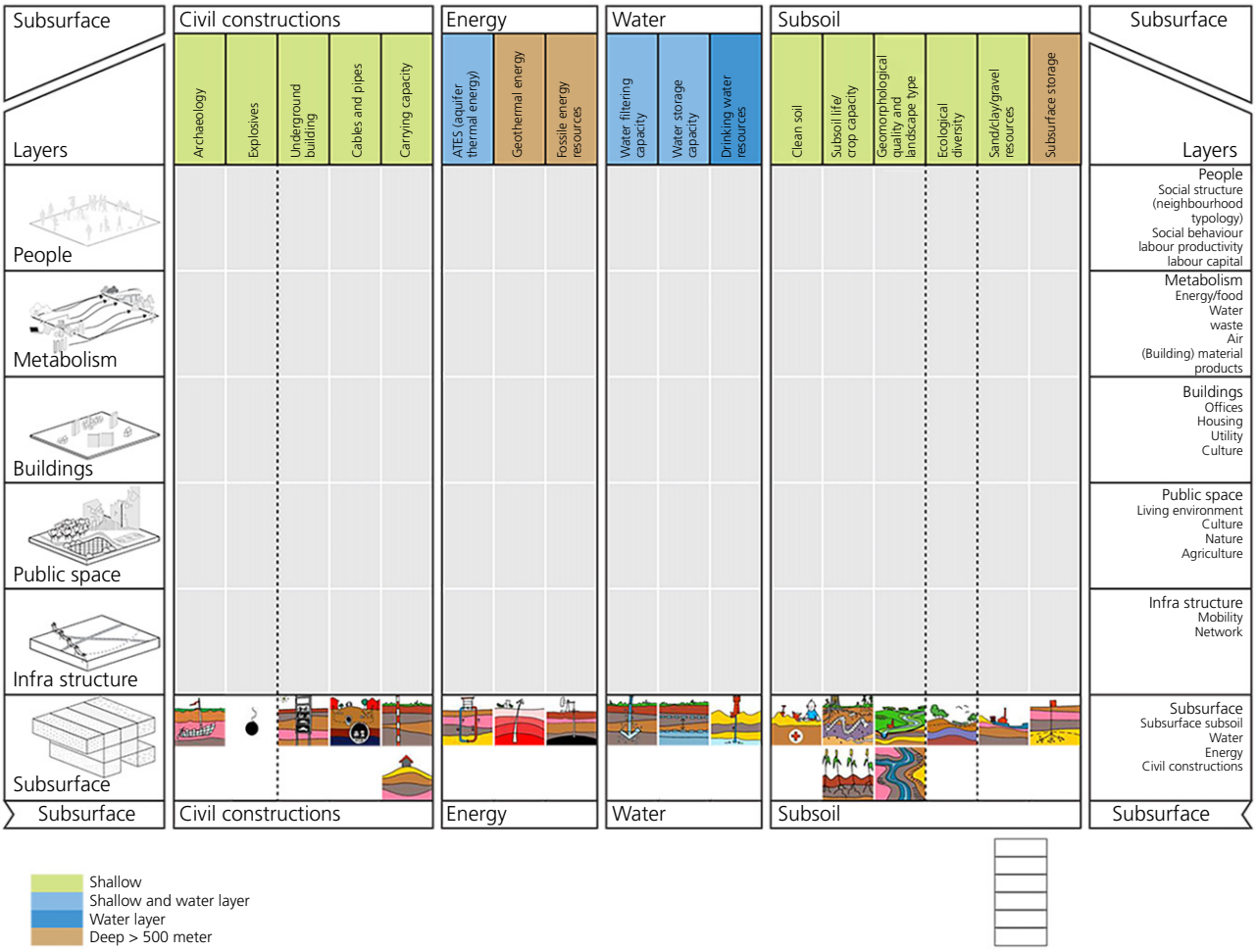


Figure 2. The 'System Exploration Environment and Subsurface' (Hooimeijer and Maring, 2013)

Table 1. Summary of the planning systems in the participating countries (Hooimeijer and Tummers, 2015)

	The Netherlands	Sweden	Flanders
Constitutional	Planning on three levels: national, province and municipality. Strong constitution; public responsibility; planning for public cause	Municipalities have a monopoly in planning with strong constitution from the state; public responsibility; planning for public cause	State, province and municipality form a strong constitution; public responsibility; planning for public cause
National	Ministry of Infrastructure and Environment; Environmental Act; EIA (independent)	Ministry of Health and Social Affairs; Ministry of Environment Planning and Building Act; Environmental Code; EIA done by municipality	Ministry of Environment Nature and Energy; Planning Decree; EIA done by certified expert
Regional	12 provinces; water boards; structural plan; water assessment; ATES control	21 county administrations; five water authorities; Göteborg and Stockholm	12 provinces; water boards; Structural Plan
Local	Planning and building department; Vision, Master Plan; Zoning Plan is strongly related to building permit	Planning and Building often separate departments; Municipalities (290) develop: comprehensive plans and detailed plans	Planning and building department; municipal structure plan; municipal implementation plan
Participation	Organised	Organised	Organised
Building practice	67·1% private house owners. Top-down changing to bottom-up (urban redevelopment)	69·6% house owners Public–private development	72·3% house owners Bottom-up development

Offprint provided courtesy of www.icevirtuallibrary.com
Author copy for personal use, not for distribution

institutions. Second, it summarised the planning acts and other legally binding contexts and planning documents that are commonly used and generally recognised. For each category, the question was raised as to if and how soil management is handled.

Next to the planning system comparison, the Balance4P project also assessed to what extent subsurface management is included in building practices. To capture the drivers and processes of building practices, the following questions were added to the COMMIN framework.

- Who initiates urban development?
- What steps in urban development define the process and related products?
- What role does the government play in development?
- How is knowledge integrated into the planning and design process?
- How is the subsurface taken into account in the development process?

The subsurface includes everything below the (land)surface. The Dutch 'Manual for planning with the subsurface' identified subsurface qualities that are meaningful to the surface (Ruimtexmilieu, 2017). Hooimeijer and Maring (2013) regrouped these qualities into new categories, relating to issues in urban development.

- Civil constructions (archaeology, explosives, underground building, cables and pipes, load-bearing capacity).
- Water (infiltration, storage and drinking water resources).
- Energy (aquifer and underground thermal energy storage, geothermal and fossil energy).
- Soil (clean soil, soil life and ecology, crop capacity, diversity and geomorphology, mineral resources and underground storage).

Figure 3 shows how the model 'system exploration environment and subsurface' brings these categories together (Hooimeijer and Maring, 2013). The categories are used to study the planning systems, focusing on the institutions, laws, policy instruments and regulations, and management of the subsurface (Nilsson and Rydén, 2012).

2. Spatial planning in the Netherlands, Sweden and Flanders (Belgium)

This section presents results of the investigation into the three planning systems. Each country profile starts with a brief description of the planning culture, followed by the main elements of the planning system and ending with the 'state of the play' regarding subsoil management. 'Culture' is formed, among others, by the historical developments, topography of

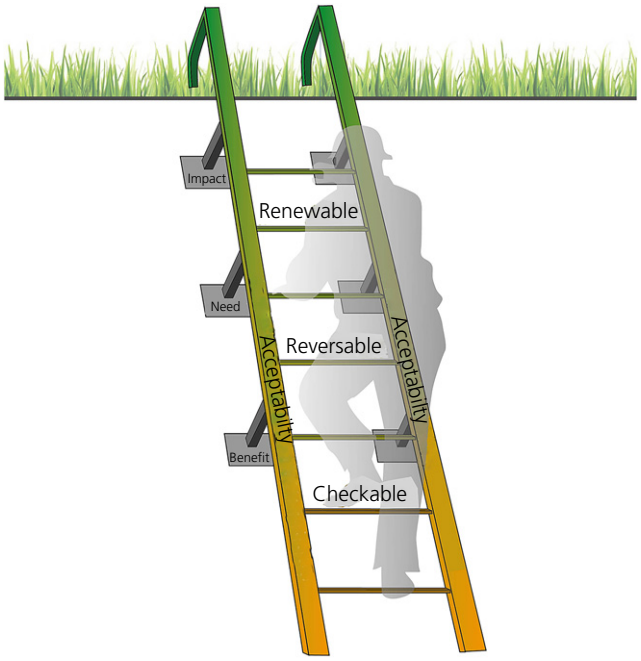


Figure 3. The soil ladder (Province Zuid-Holland, PSH, 2013)

the territory and population density. The Netherlands and Flanders are comparable topographically and geographically – water is an important spatial component in the territorial characteristics of these small countries – whereas in the much larger Sweden, the landscape is dominated by rock.

2.1 The Netherlands: poldering

Due to its wet and soft territory, the Netherlands has an old and strong governance tradition (Hooimeijer, 2014; van der Cammen and de Klerk, 2012). Flood management, in particular, as a main condition for spatial development, has been institutionalised and considered of national concern since the start of the Monarchy in 1814 (van der Woud, 1987). From early on, agricultural, civil and trade interests related to water management, met in regional 'Waterschappen' (water authorities), which exist today alongside three levels of government (local, provincial, national). It is said that the creation of polders brought with it the necessity for collaboration and the resulting 'polder model', the negotiation process of which is the verb 'poldering' (Lendering, 2005).

2.1.1 Spatial planning

Due to its territorial conditions, spatial planning has been perceived as a public task for centuries. Planning in the Netherlands has a long tradition, expressed in its institutions, laws, policy instruments and regulations: the 1901 Housing Act is generally considered to be the first planning law

Offprint provided courtesy of www.icevirtuallibrary.com
Author copy for personal use, not for distribution

(van der Cammen and de Klerk, 2012). During the twentieth century, urban development in the Netherlands was government driven and implemented by private or semiprivate developers.

However, in the current neo-liberal era, the Dutch government is reconsidering its central role and devolving responsibilities to lower governments and the market. Deregulation is the trend and private developers are invited to engage in urban development through public–private partnerships. Citizens are invited to develop initiatives to form the so-called 'participatory society' (Heurkens *et al.*, 2014). The tradition in the Netherlands, however, is 'provision' rather than (individual) self-building. Until 2000, home owners were a minority but, as a consequence of national policies, are now more than 60% (CBS, 2015).

Presently, there is an ongoing process of integration across sectors and governmental organisations. For example, at the national level the ministries of water and spatial planning recently merged; at the provincial level, the departments of soil and spatial planning; and at the municipal level, engineering and urban development departments are coming together (Rijksoverheid, 2017). Integration is also taking place at the legal level, notably through the joining of different types of building and environmental licences into one. It is also perceptible when one observes the term 'gebiedsontwikkeling' (integrated area development) replacing 'masterplanning'. Nevertheless, spatial development is still considered primarily a public task, based on land-use regulation.

A longstanding planning instrument is the 'Structuurvisie' (long-term development vision), used at the national, provincial and municipal scale to set priorities and frame spatial development. The implementation of these visions is made specific at the district scale with the use of zoning plans. These are still the only legally binding spatial plans for private initiatives (van der Cammen and de Klerk, 2012).

Typical of the Netherlands polder model is the 'welstandscommissie': the local committees that perform a qualitative check of architectural and urban planning proposals. This mechanism to adjust private plans to the public consensus is viewed as an undesirable controlling body in the current shift towards a more liberal urban development.

Other important instruments are the environmental impact assessment (EIA) (to ensure the environmental quality) and the 'Watertoets' (water impact assessment). The 'Watertoets' is mandatory to ensure that local plans fit the national contingency criteria (Watertoets, 2017). 'Structuurvisies' and zoning plans need to go through the EIA procedure to ensure that important data for the project is available, in order for decision makers to make an informed decision. Even though the advice of the National EIA Advisory Institute is not binding, a negative response is usually a strong base for preventing these plans through a court order. However, when a plan is found to have negative effects on the environment, it may still be built, depending on the decision makers (MER, 2017).

2.1.2 Subsurface

In the Netherlands, the subsurface is increasingly being used for different functions. This instigated the setting up of a 'National Vision on Spatial Planning of the Subsurface' (Dutch acronym: STRONG) (RWS, 2017). STRONG covers the period 2010–2015 and addresses both the deep and shallower subsurface. State, provinces, municipalities and water authorities reached an agreement on ambitions concerning remediation and sustainable use of the subsurface. The agreement encompasses different functions of the subsurface – such as sustainable use of resources (e.g. strategic ground water resources) and energy (shale gas, effects of gas winning, soil energy) – to ensure that the use of the subsurface cannot be considered separately from spatial developments and societal challenges such as climate mitigation, energy transition, clean (ground) water provision and economic development.

In line with general policy development, several provincial authorities have produced 'Soil Visions'. In 2006, the province of Zuid-Holland made soil part of a policy plan about ecology, water and environment and took another 7 years for their Soil Vision (PSH, 2013). Another important step was to merge their departments of soil and spatial planning and integrate the Soil Vision into their new Structural Vision in 2014. One major new instrument in the Structural Vision is the 'Bodemladder' (soil ladder, Figure 4). The vertical beams of the 'Bodemladder' question if the proposed uses are acceptable for the society and the horizontal steps ask: 'Is it controllable? Is there a possibility to change it back? Is it renewable?' In each step the usefulness, necessity and impact need to be discussed before moving further up.

2.2 Flanders: decentralisation

Spatial planning in Belgium has always been a complex balance between local initiative and central liberal government. Until the 1970s, central government created the conditions and supplied the budgets for infrastructure and later also for social housing. The, mostly very small-scale, municipalities were responsible for realisation of the national policy. This situation became even more complicated after the division into three regions – Flanders, Brussels and Walloon – each with a regional government, which together form the federative administration of Belgium. The (then national) Planning Act of 1962 (NGB, 1962) is still present in the background of legislation and district plans at all three levels

Offprint provided courtesy of www.icevirtuallibrary.com
Author copy for personal use, not for distribution

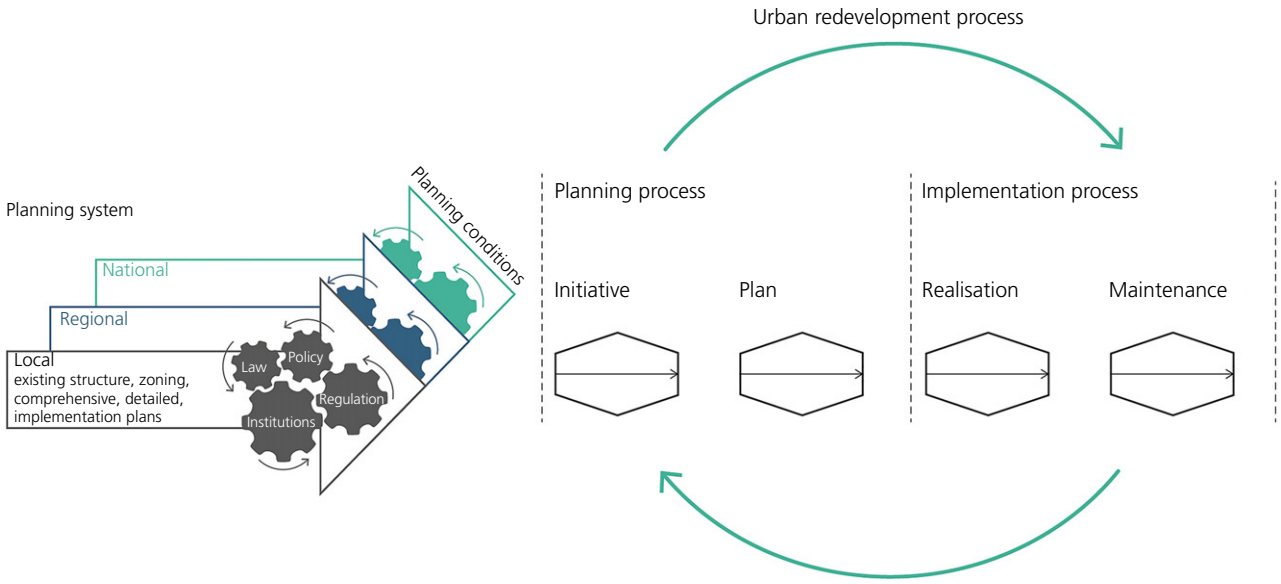


Figure 4. The urban redevelopment process operates within the planning conditions. Illustration by F. L. Hooimeijer, drawn by Janneke van der Leer, ©Chalmers University 2015, reproduced by permission

(Ryser and Franchini, 2008; Verbeeka *et al.*, 2014). Since the state reform in 1980, the federation has no constitutional powers regarding spatial planning, excepting some environmental issues. De facto, today there are three planning systems, based on regional autonomy.

2.2.1 Spatial planning

The Balance4P project took place within the region of Flanders, which is considered comparable to the Dutch and Swedish national context. In Flanders, three planning levels – the region, provinces and municipalities – work together on principles of subsidiarity and top-down framework control, which are translated into RUPs (spatial implementation plans). The institutions, laws, instruments, policies and regulations in Flanders are very comparable to the Netherlands. Like in the Netherlands, spatial plans are subject to EIA procedures; however, in Flanders, only certified agencies can perform EIAs. Unlike the Netherlands, a 'Watertoets' is needed not only for governmental pre-plans but also for private developments that apply for building permission. Even though in their instruments the planning systems of the Netherlands and Flanders are comparable, the elaboration of these is very different, as Flanders traditionally supports private ownership and building, whereas in the Netherlands building is largely institutionalised.

Due to the strong role of the municipalities, the typical small-scale landscape of Flanders was urbanised in a scattered way. From the nineteenth century onwards, citizens were also encouraged to build their own house, with the result that only 6% of households live in rental houses and 75% are owner-occupied (Dehaene and Loopmans, 2003). This practice, known as 'Nevelstad' (urban sprawl), is characterised by scattered urban development over a landscape of urbanised roads, with large gardens at the back of each house.

2.2.2 Subsurface

The main legislation in Flemish soil policy is the Flemish Soil Remediation Decree, drawn up in 1995 and updated in 2006. The guiding principle of the Flemish soil policy is to treat all historical soil pollution by 2036, and to prevent all new pollution or treat it immediately. The most essential directives in the decree are: the land information register, soil certificates (making relevant information available) and remediation. The new Soil Remediation and Protection Decree, together with the adapted VLAREBO (Order of the Flemish Government establishing the Flemish regulation on soil remediation and soil protection) came into force on 1 June 2008. It not only emphasises soil remediation but also soil protection – that is, preventive measures.

The redevelopment of brownfields is stimulated through the implementation of the Brownfield Decree and Brownfield Covenant, which came into force in 2007 (Ovam, 2007). The Brownfield Covenant promotes cooperation and synergy between the various project stakeholders (organised in a brownfield cell) and also provides some financial and tax benefits for redevelopers.

Offprint provided courtesy of www.icevirtuallibrary.com
Author copy for personal use, not for distribution

2.3 Sweden: regulating public interest

In 1810, land in Sweden became a tradable commodity through a law granting land ownership rights to Swedes regardless of their social class. However, uncontrolled development of privately owned land led to urban sprawl, low hygiene standards, fire hazards, lack of space for public functions and speculations on the housing market. A planning system was established in the 1900s, in order to balance between public and private interests with respect to land use (Blücher, 2013). Public interests that are promoted and included in planning are: health and safety, cultural and ecological values, environmental and climate aspects, social issues, aesthetics, resource efficiency and growth (Hedström and Lundström, 2013). Historically in Sweden, municipalities have a planning monopoly – that is, spatial plans are formulated, approved and adopted at the local level.

2.3.1 Spatial planning

Swedish national policy documents, like the National Transport Plan, set out the larger scale guidelines. Institutions at the national and regional scale work closely with the municipal scale, where detailed plans (comparable to the Zoning Plan) are made and assessment of the quality of the built environment is carried out. In contrast to the Netherlands and Flanders, an EIA is only performed if the municipality finds that the proposed development may cause 'substantial environmental impact'. An EIA is usually carried out by the municipality, with consultation from the County Administration Board and the adjacent municipalities.

Urbanisation in Sweden took off only after the 1930s; today 85% of the population lives in urban areas (SS, 2007). Between 1965 and 1974, one million houses were built with the aim to provide affordable houses for everyone: the 'Miljonprogrammet'. In the 1970s and 1980s, a strong public resistance arose against this development programme because it lacked context, identity, cultural meaning and diversity. As a result, abandoned city cores were revitalised into working and living environments, which became popular among small households and professionals. Planning and urban development are also connected to property ownership (Kalbro and Mattsson, 1995). In the latest revision of the building and planning legislation (SFS, 2010: p. 900), municipalities may define special regulations in the detailed plan that specifies property subdivisions, land reserves for jointly owned facilities, easements and such.

2.3.2 Subsurface

In Sweden, there is the Environmental Code that applies to issues of soil contamination (SEC, 2017). However, there is no clear link between the Environmental Code and the Planning and Building Act with regard to the development of contaminated sites (SNBH and SEPA, 2006). Furthermore, different authorities are responsible for planning and soil remediation, which complicates redevelopment of brownfields.

Swedish soil policy is focused on the establishment of a 'non-toxic environment', to prevent the negative effects of non-naturally occurring substances on human health and biological diversity. Risks posed to subsurface qualities are usually assessed by screening the concentration of contaminants in the soil.

3. Comparison of planning systems and subsurface management

The results of the investigation into the three planning systems of the Netherlands, Sweden and Flanders (Belgium) are summarised in Table 1. Each country operates within the European Union umbrella of law and regulations. Planning is not a formalised activity at the European level, but other laws and directives steer national policies of the member states in the same direction (Hooimeijer and Tummers, 2015). For example, the EIA is a European regulation issued in all three countries, but assigned a different purpose and role. In addition, in each country the agents who produce these assessments are different, which also affects decision making in urban development.

The Netherlands is a small country with strong spatial planning at a national scale to optimise the use of the land. In Flanders this has been the same, with the distinction that even though planning is top-down, most urban development has been in the hands of private developers supported by local policy. Sweden is a large country and municipalities are in control. Presently, the Netherlands is moving towards a more bottom-up governmental system, similar to Sweden, and also a more bottom-up development practice, as used in Flanders.

The comparison of subsurface management in the three participating countries was done with the same method of analysis and is represented in Table 2. As the subsurface is a large field and fragmented through the planning system, the comparison can only be made by establishing what is specifically done for the subsurface. Here it can be established that there are significant differences between the three countries. The geography is quite leading: the Netherlands and also large parts of Flanders are quite wet, thus the water issue is very well organised and, in the last years, integrated into urban planning and development. In the Netherlands, this is increasingly included in its policies and visions, and instruments to make the subsurface better integrated into surface planning are under development. This new focus comes from the former attention to soil pollution, which is still the main emphasis in Flanders.

Offprint provided courtesy of www.icevirtuallibrary.com
Author copy for personal use, not for distribution

Table 2. Summary of subsurface management (Hooimeijer and Tummers, 2015)

	The Netherlands	Sweden	Flanders
National	Subsurface policy and regulations: National Structure Vision Subsoil (STRONG) soil covenant; SV shale gas; basis registration subsoil (EU INSPIRE). National responsibility is >500 m, mostly considering oil and gas winning. For cables and pipes there is KLIK info-system. Archaeology is also steered on a national level	Subsurface policy and regulations: (*a*) 'soil and ground water quality': Environmental Code; (*b*) 'archaeology': Heritage Conservation Act of 1988; (*c*) 'use of natural resources': Water Act of 1983, Mineral Act of 1991, Peat Deposits Act of 1985, and Continental Shelf Act of 1966; and (*d*) 'underground installations': Pipelines Act of 1978, the Water and Sewerage Act of 1970, Public Heating System Act of 1981, Electrical Installations Act of 1985, and Telecommunication Ordinance of 1985	Subsurface policy and regulations: Brownfield Decree (Ovam, 2007) and Covenant promote co-operation and synergy between the various stakeholders and provide some financial (tax) benefits for redevelopers Additionally, a 'brownfield cell' was installed in 2008. This is a board advising the Flemish Government. Archaeology and KLIP registration (cables and pipes) are part of planning
Regional	Provinces: Soil Vision; Soil Ladder; extraction permits for ground water; contamination and archaeology. Water boards are responsible for water management	The archaeological and soil remediation procedures are coordinated by the County Administration Boards. The County Administration Boards also oversee hazardous activities, such as energy facilities, quarries and mines	Provinces have supervision over extraction permits for ground water, contamination and archaeology. Water boards are responsible for water management
Local	Through the Zoning Plan some categories of the subsurface are touched on at the municipal level. However, next to water, remediation, archaeology and cables and pipes there is no active management or vision. Rotterdam is working on a Master Plan for the subsurface	Archaeological concerns are integrated into the planning process (early stage); soil remediation also integrated (late stage). Contaminated soil related issues are handled on both municipal and regional levels. There are special regulations in the detailed plan defining land reserves for jointly owned facilities, easements and utility easements	Through the RUP (spatial implementation plans) some categories of the subsurface are touched on at the municipal level. Next to water, soil remediation, archaeology and cables and pipes there is no active management or vision. 'Wateringen' are water boards on municipal level
Building practice	There is now no common practice concerning introducing the subsurface into development, this works through experts who enter late in the process	There is now no common practice concerning introducing the subsurface into development, this works through experts who enter late in the process	There is now no common practice concerning introducing the subsurface into development, this works through experts who enter late in the process

In Sweden, the subsurface – even pollution – is not an urgent matter, probably because there is less claim for space.

Despite the relative similarities in the formal planning systems and urban development processes, some intangible elements of planning culture lead to different outcomes (Table 3). The cultural aspects of planning become clear when noting that, for example, although formally the Netherlands and Flanders have very comparable laws, regulations and policy, these are applied differently with various results, due to the informal culture of perception and interpretation of these various instruments.

The comparative analyses in the three participating countries show that planning and the subsurface are still two separate domains (Hooimeijer and Tummers, 2015). The experts in one domain have no overview of the other and vice versa. In planning, subsurface elements are predominantly perceived as nuisances for development that should be solved technically, setting boundaries in a financial and spatial sense. When

Table 3. Cross-analysis overview of planning and subsurface management (adapted from Hooimeijer and Tummers, 2015)

B4P integration subsoil in planning	Planning system	Planning culture	Building practice	Subsurface
The Netherlands	Top-down > bottom-up	Collaborative, poldering	Top-down > bottom-up	STRONG = top-down instruments for integration in planning
Flanders	Bottom-up > top-down	Self-provision	Bottom-up	Pollution/remediation oriented
Sweden	Bottom-up	Local autonomy	Top-down	Sectoral, dispersed

Offprint provided courtesy of www.icevirtuallibrary.com
Author copy for personal use, not for distribution

reconstructing an existing urban area or brownfield, it is important to realise that the subsurface is already being used in many ways. In particular, restoring nature in such areas demands a completely different approach towards (urban) development.

4. How to integrate subsurface management into spatial planning?

This section presents the most opportune ways to integrate subsurface management into spatial planning and building practices. It exploits the latent potential in current policies and practices, building on existing considerations of the subsurface identified in Section 3.

Looking from the European level through to building practices (by way of the national, provincial and municipality levels), four existing fields in surface planning were found to hold this potential to mainstream the subsurface: heritage, environment, nature and water (Table 4). These fields could easily integrate subsurface management by amending the following: law and regulation, policy and visions, knowledge exchange, and design and construction in urban development (Hooimeijer and Tummers, 2015). If legal regulations regarding subsurface aspects were in place, and their implementation was demanded in policies and visions, then professionals in charge would include the subsurface in the planning process. The following paragraphs provide examples of concrete opportunities that could be realised in the short term.

4.1 Law and regulation

The domain of law and regulation offers opportunities to include the subsurface when considering the heritage, environment, nature and water in the redevelopment of cities. Heritage protection is set by law and is part of the planning process through specific paragraphs dedicated to heritage in structure and zoning plans. This can be expanded to archaeology and other human remains in the subsurface. In Sweden, law and regulation is already strong with regard to the protection of archaeological remains. The benefit of including archaeology as early as possible is that it gives more clarity during the planning process, leading to better management of budgets and time. Moreover, it could bring more legibility of local identity into the design of public space.

The EIA is secured in all three countries. Since this is the only formal review carried out by decision makers before implementing a project, there is the chance to integrate a requirement for subsurface information. During the resulting process of information gathering, which would include different specialists, synergies between the natural system, the (civil constructed) conditions of the site and the development plans can be identified, thus promoting integrated planning.

Surface water, namely the river system, is a well-organised topic in planning, starting on the European scale with the Water Framework Directive, which is consequently developed into regional plans for each country and regional water basin. There is also a ground water framework directive but that is much less mainstreamed into planning. Considering surface water and ground water as one system should support more integrated planning and design in which trade-offs and synergies between the natural and the artificial system are exploited.

Finally, nature protection is organised at the European level with Natura 2000 and at national planning scales. Considering

Table 4. Potential for mainstreaming subsurface in existing planning topics (Norrman *et al.*, 2016)

Topics in surface planning		Heritage	Environment	Nature	Water
Chances for enhancing the subsurface by	Law and regulation	Chances for ■ including the subsurface in planning regulations about heritage, environment, nature and water ■ including the subsurface in EIA and water assessment test ■ subsurface in zoning plans through paragraphs about heritage, environment, nature and water			
	Policy and vision	Chances for ■ visions on the subsurface in local and regional plans, local policies, as well as in individual projects			
	Knowledge exchange	Chances for ■ interdisciplinary co-operation ■ developing new knowledge by co-operative learning			
	Design/construction	Subsurface in plan and design process needs ■ better frame of reference ■ better instruments (subsurface potential map)			
Categories of subsurface qualities		Civil constructions soil	Civil constructions soil water energy	Water soil energy	Water soil energy

Offprint provided courtesy of www.icevirtuallibrary.com
Author copy for personal use, not for distribution

the subsurface as part of this natural system is a small step, but opens up the possibility for strong connections with existing nature-related laws and regulations. The benefit is mutual because the quality of the natural areas depends heavily on water and soil conditions. Adding reliable information makes nature development plans more robust.

4.2 Policy and visions

The Dutch case shows that visions for the subsurface can be integrated into the structure plans. It also shows that integrating the subsurface at a policy level successfully stimulates early and explicit consideration in the planning process. Such visions could emphasise different qualities of the subsurface at different scales and set the agenda for structure plans. Subsurface visions would also allow plans to connect to the planning themes of heritage, environment, nature and water.

4.3 Knowledge exchange

Knowledge exchange is the key for better integration of subsurface management into spatial development of the surface. It enhances interdisciplinary cooperation and leads to new insights that make it possible to handle uncertainties in a qualitative manner. In traditional planning practice, knowledge exchange is often practiced by means of documents, reports and formal meetings. Direct and conscious knowledge exchange is more effective when more active instruments such as workshops and dialogues are used. However, it takes a culture change to organise such communication differently. The three cases in the Balance4P project made use of system exploration environment and subsurface (Norrman *et al.*, 2016), a method which supports and registers the knowledge exchange between experts of different fields. The method gives an overview of the urban system and, by relating the 'above-ground' layers to 'subsurface qualities', guides the dialogue between respective specialists (Hooimeijer and Maring, 2013).

4.4 Design/construction

Most of the options for integrating the subsurface into the design can be found during the design and construction phase (Hooimeijer and Maring, 2013). In each of the four phases in Figure 4, and most articulated in the plan phase, two modes can be observed: a diverging mode – opening up the field of choice to consider as many relevant options as possible and a converging mode – narrowing down this field of choice through various decisions (Friend and Hickling, 2005). The diverging mode is an exploratory process to outline the project. Ideally it includes identifying subsurface options and defining system boundaries for the decisions to be taken in the final design. In this mode, various designs are made and tested. In the next step, the converging mode, that complexity is reduced to allow for progression through the (re)development process, resulting in the most optimal design. This type of intensified collaborative planning produces less sectoral frictions and more effective long-term results.

5. Conclusions: no spatial plan without the subsurface

This paper reports on the results and experiences of the Balance4P research project, a European collaboration addressing the integration of subsurface management into spatial planning. The main reason for integrating the subsurface into urban (re)development is to achieve sustainable urban renewal, respond to climate change and energy transition, and to mainstream smarter development. Analysing and comparing the planning systems of the Netherlands, Sweden and Flanders (Belgium), identified the bottlenecks and also showed that the lack of integration can quite easily be solved. Integration is still rudimentary in all three countries but in comparing the three systems it made it easier to identify gaps or successful implementation of policy. Second, the opportunities for better integration of the subsurface into existing instruments used in planning and urban development have been revealed.

Spatial planning is a dynamic field involving interrelating governmental fields and institutions. Even when formal systems look quite similar, informally they work out very differently. Integrating subsurface management into spatial planning requires primarily a change of culture. It requires another approach to mitigation and adaption, for example, when facing issues due to climate change.

Given the current trend of liberalisation, decentralisation and (attempted) deregulation of spatial planning, a plea for more regulation between subsurface and surface would be counterproductive. More importantly, the existing instruments offer sufficient opportunities to begin integration into the existing structures and plans. Therefore, rather than new regulations, it is the planning practice that must support the culture change.

Decision makers and professionals need to realise that integrating the subsurface into spatial planning and urban development supports a range of objectives. It can help achieve energy neutrality targets, adapt to the changing hydrological system, reduce air pollution and urban heating (smart planning leaves more open soil for green which is an important factor in this), and finally is also more cost effective. It requires a culture change that follows the strategy of action captured in the 4P tetrahedron theory. When balancing out the triple bottom line, the result is the 'Project' P; the city as a construction of human and natural systems. The 'Process' P concerns interdisciplinary working and changing common behaviour to be able to respond to climate change, the energy transition and densifying cities.

Offprint provided courtesy of www.icevirtuallibrary.com
Author copy for personal use, not for distribution

Governments can take action in several ways: (*a*) set the right example in their projects, (*b*) promote interdisciplinary collaboration and (*c*) facilitate knowledge brokerage. This would create a frame of reference for issues and plans at the local and regional scales, which not only serves public departments but also private partners involved in spatial development.

Acknowledgements

The authors acknowledge the larger research team of the project Balance4P: Linda Maring (Deltares, Unit Soil and Groundwater systems, Department of Urban Water and Soil Management), Yevheniya Volchko and Jenny Norrman (Chalmers University Goteborg Department of Civil Engineering), Jaan-Henrik Kain (Chalmers University Goteborg Department of Architecture), Kaat Touchant and Steven Broekx (Flemish Institute Technological Research). The SNOWMAN Network and the national funders in this network are acknowledged: SNOWMAN (SN04-01), Formas (Dnr 216-2013-1813), Stichting Kennis Bodem (SKB, D3146), and OVAM. In addition, the Municipality of Rotterdam, Port of Rotterdam, Gebiedsteam M4H, Programmabureau Stadshavens Rotterdam and Gemeentewerken Rotterdam are acknowledged for their willingness to invest both money and time into the work, providing the case study within the research project and being enthusiastic about it. Hanna Kaplan, Christian Carlsson from the City of Gothenburg and Elisabeth Forsberg representing the private developers HSB and Balder are acknowledged for investing time and effort in the work with the Fixfabriken case study, always having a positive attitude, and being co-explorers, despite limitations in time. All students and stakeholders are acknowledged for contributing with their time, skills, experiences and knowledge. Finally, the authors thank Kate Unsworth for her English editing and support in presenting this broad and complex topic in a clear manner.

REFERENCES

Blücher G (2013) Planning legislation in Sweden – a history of power over land-use. In *Planning and Sustainable Development in Sweden* (Lindström MJ, Fredriksson C and Witzel J (eds)). Swedish Society for Town & Country Planning, Stockholm, Sweden, pp. 32–42.

CBS (Central Office for Statistics) (2015) http://www.clo.nl/indicatoren/nl2164-woningvoorraad-naar-eigendom (accessed 06/03/2017).

COMMIN (2017) http://www.commin.org (accessed 06/03/2017).

Dehaene M and Loopmans M (2003) De argeloze transformatie naar een diffuse stad. Vlaanderen als Nevelstad. *Agora* **19(3)**: 4–6 (in Dutch).

Friend J and Hickling A (2005) *Planning Under Pressure: The Strategic Choice Approach*. Routledge, London, UK.

Hedström RT and Lundström MJ (2013) Regional planning in Sweden. In *Planning and Sustainable Urban Development in Sweden* (Lundström MJ, Frederiksson C and Witzell J (eds)). Swedish Society for Town & Country Planning, Stockholm, Sweden, pp. 167–178.

Heurkens E, de Hoog W and Daamen T (2014) *De Kennismotor, Initiatieven tot Faciliteren en Leren in de Rotterdamse Gebiedsontwikkelingspraktijk*. TU Delft, Delft, the Netherlands (in Dutch).

Hooimeijer FL (2014) *The Making of Polder Cities: A Fine Dutch Tradition*. Jap Sam Books, Heijningen, the Netherlands (in Dutch).

Hooimeijer FL and Maring L (2013) Ontwerpen met de ondergrond. *Journal Stedebouw & Ruimtelijke Ordening* **94**: 52–55 (in Dutch).

Hooimeijer FL and Tummers L (2015) *Harmonizing Subsurface Management in Spatial Planning: The Netherlands, Sweden and Flanders*. Repository University of Technology Delft, Report. See http://repository.tudelft.nl/view/ir/uuid%3A5eb5b44a-7c94-4fa2-b3ae-fdd55065ca17/.

Kalbro T and Mattsson H (1995) *Urban Land and Property Markets in Sweden*. UCL Press, London, UK.

Lendering J (2005) *Polderdenken. De Wortels van de Nederlandse Overlegcultuur*. Athenaeum, Amsterdam, the Netherlands (in Dutch).

MER (2017) http://www.commissiemer.nl/english (accessed 07/03/2017).

Nadin V and Stead D (2003) European spatial planning systems, social models and learning. *disP – the Planning Review* **44(172)**: 35–37.

NGB (National Government Belgium) (1962) *Wet "houdende organisatie van de ruimtelijke ordening en van de stedenbouw"*. Belgium parliament, Brussels, Belgium (in Dutch).

Nilsson KL and Rydén L (2012) Spatial planning and management. In *Rural Development and Land Use* (Rydén L and Karlsson I (eds)). The Baltic University Programme, Uppsala, Sweden, pp. 215–227.

Norrman J, Volchko Y, Hooimeijer F *et al.* (2016) Integration of the subsurface and the surface sectors for a more holistic approach for sustainable redevelopment of urban brownfields. *Science of the Total Environment* **563–564**: 879–889.

Ovam (2007) http://www.ovam.be/brownfields (accessed 07/03/2017).

PSH (Province South Holland) (2013) *Bodem Visie*. Province South Holland, The Hague, the Netherlands (in Dutch).

Reimer M, Getimis P and Blotevogel HH (eds) (2014) *Spatial Planning Systems and Practices in Europe. A Comparative Perspective on Continuity and Change*. Routledge, New York, NY, USA.

Rijksoverheid (State Government) (2017) http://www.rijksoverheid.nl/ministeries (accessed 07/03/2017).

Ruimtexmilieu (2017) http://www.ruimtexmilieu.nl (accessed 07/03/2017).

RWS (Rijks Water Staat, State Water Department) (2017) http://rwsenvironment.eu/subjects/soil/policies-and/ (accessed 07/03/2017).

Ryser J and Franchini T (eds) (2008) *International Manual of Planning Practice*, 5th edn. ISOCARP, Den Haag, the Netherlands. See http://www.isocarp.org/index.php?id=141 (accessed 16/12/2013).

SEC (Swedish Environmental Code) (2017) http://www.government.se/legal-documents/2000/08/ds-200061/ (accessed 07/03/2017).

SFS (Swedish Code of Statutes) (2010) *Plan- och bygglag. Resource Efficient Use of Mixed Wastes*. Swedish Code of Statutes. See http://rkrattsdb.gov.se/SFSdoc/10/100900.PDF (accessed 07/03/2017) (in Swedish).

SNBH (Swedish National Board of Housing) and SEPA (Swedish Environmental Protection Agency) (2006) *Naturvårdsverkets Föreskrifter om Miljörapport*. NFS 2006:9. SNBH and SEPA, Stockholm, Sweden. See http://www.naturvardsverket.se/Documents/foreskrifter/nfs2006/nfs_2006_9.pdf (accessed 07/03/2017) (in Swedish).

SS (Statistics Sweden) (2007) *Yearbook of Housing and Building Statistics 2007*. Energy, Rents and Real Estate Statistics Unit, Stockholm, Sweden.

Offprint provided courtesy of www.icevirtuallibrary.com
Author copy for personal use, not for distribution

UN (United Nations) (2002) *UN Report of the World Summit on Sustainable Development, Johannesburg, South Africa*. United Nations, New York, NY, USA.

van der Cammen H and de Klerk L (2012) *The Selfmade Land. Culture and Evolution of Urban and Regional Planning in the Netherlands*. Uitgeverij Unieboek | Het SPectrum BV., Houten – Antwerpen, Belgium.

van der Woud A (1987) *Het Lege Land. De Ruimtelijke Orde van Nederland 1798–1848*. Meulenhof, Amsterdam, the Netherlands (in Dutch).

van Dorst MJ and Duijvestein CAJ (2004) Concepts of sustainable development. In *The 2004 International Sustainable Development Research Conference* (s.n. (ed.)). University of Manchester, Manchester, UK, pp. 176–183.

Verbeeka T, Boussauwa K and Pismana A (2014) Presence and trends of linear sprawl: explaining ribbon development in the north of Belgium. *Landscape and Urban Planning* **128**: 48–59.

Verburg J and Dam J (2004) *Het Besluitvormingsmo del Ruimtelijke Plannen Rotterdam*. OBR and dS+V, Rotterdam, the Netherlands.

VROM (Ministry of Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu) (2011) *Reiswijzer Marktpartijen in Gebiedsontwikkeling*. Ministry VROM, The Hague, the Netherlands (in Dutch).

Watertoets (2017) http://www.dewatertoets.nl (accessed 07/03/2017).

How can you contribute?

To discuss this paper, please email up to 500 words to the editor at journals@ice.org.uk. Your contribution will be forwarded to the author(s) for a reply and, if considered appropriate by the editorial board, it will be published as discussion in a future issue of the journal.

Proceedings journals rely entirely on contributions from the civil engineering profession (and allied disciplines). Information about how to submit your paper online is available at www.icevirtuallibrary.com/page/authors, where you will also find detailed author guidelines.

ANNEX 5: EXCEL OVERVIEW DETAILED

Source for criteria: COMMIN THE BALTIC SPATIAL CONCEPTSHARE reference to the original document http://commin.org/en/planning-systems/comparison-of-planning-systems/			*information filled by BALANCE4P* **NETHERLANDS** **Spatial Planning**	*information filled by BALANCE 4P is highlighted with light blue, the text in dark blue is based on COMMIN* **SWEDEN** **Spatial Planning**	*information filled by BALANCE4P* **FLANDERS** **Spatial Planning**
CONSTITUTIONAL	1 Planning legislation	Which types of by-laws exist outside the central legislative council(s) of the state and by whom are they adopted?	Municipalities have the right to enhance the national building law with local regulations (gemeenteverordening)	Only the parliment (Riksdagen) can develop new and improve old laws in the field of planning.	Land and building Decree(to regulate social housing); rDecree for renewal (to prevent empty stock); Housing Act
	2 State-municipal division	Which constitutional principle(s) regulating state-municipal relations exist and what is it called?	Planning Act (Wet Ruimtelijke Ordening)	State-municipal relations are regulated by municipal self-government.	Before 1970s, the Belgian Federal Government was the planning authority; this are now the regional governments. Brussels, Flanders and Walloon
	3 What are main responsibilties of:	state	Main responsabilities of the state are: legilative; Structure vision infrastructure & space	Protection of national interests and sectoral planning are main responsibilities of the state.	Flanders planning system operates on a subsidiarity principle. Competences are regulated in 1996 Spatial Planning Decree
		regional and	Main responsabilities of the Provinces are: regional vision (Streekplan); check land-use plans against Streekplan; management of infrastructure; assist municipalities. Grant permits considering the middle deep layers. Water Boards are there for organising and maintaing the water system.	The County Administration Board (the main regional authority) is responsible for guiding and scrutinizing municipal comprehensive plans with regard to national interests and for adressing appeals to municipal detailed plans.	Provincial plans are checked by the regional department; Provinces checks the municipal plans.
		municipal planning agencies	Municipal planning departments make development plans and land-use plans (bestemmingsplan; issue local ordinances and grant building permission. also involved by subsurface user functions related to land use planning (bestemmingsplan)	The municipality is responsible for comprehensive planning and legally binding detailed planning.	Main responsibilities of the municipal planning agencies is making Spatial Structure Plans and Implementations plans.
	4 Access to public authority matters	The people's right to be informed and their right to give their voice: Are they defined as constitutional rights and what is the name for that principle?	Yes, Wet Openbaarheid Bestuur New plans need to be published online.	Yes. The free access to official documents (offentlighetsprincipen) and citizens' participation in planning are the constitutional rights of citizens.	Yes, Flanders has a Decree Publicity of Governance. Plans need to be published.
	5 Property rights	Does the constitution protect property rights against public intervention and what is the constitutional principle in case of public taking?	Yes, the constitution protects property rights against public intervention. In case of public taking the principle of expropriation for public needs against compensation is applied.	Yes, property rights are protected against public intervention by the constitution. Under the Expropriation Act, the privately owned land can be expropiated for public needs (e.g. using the compulsary purchase procedure); the market value of the expropriated parcel is compensated to the landowner.	Yes, the constitution protects property rights against public intervention. In case of public taking the principle of expropriation for public needs against compensation is applied.
	6 Public rights to the use of land	Is there a general access to land and water and is there a specific right for it?	general access to land and water is not regulated. so-called 'recht van overpad' is private and historically present or not in contracts	According to "everyman's right" (allemansrätt) everyone has the right to cross and stay temporarily on another's land and water areas provided his behaviour is not disruptive and he does not cause any damage. The right is guaranteed in the Constitution (Chapter 2, article 18, [Sveriges grundlagar]). It is allowed to pick mushrooms, wild berries, pinecones, wild flowers and suchlike on another person's land (regulated in Chapter 12, Section 2, Penal Code [brottsbalk 1962:700]).	The freedom to roam, or everyman's right is the general public's right to access certain public or privately owned land for recreation and exercise. The right is sometimes called the right of public access to the wilderness or the right to roam.
	8 Groups to be prioritized in planning	Is planning meant to give favour to particular groups of the population and if so, which groups are favoured?	Planning is meant to balance acces to urban resources for all citizens	All groups of the population ara eqaly treated in planning.	Planning is meant to balance acces to urban resources for all citizens
NATIONAL	1 Planning organization	A) Are the legal responsibilities for planning and management at national level within one ministry?	Legal responsibilities for planning and management at national level lie with the Ministry of Infrastructure and Environment (housing = Min. Internal Affairs). and Minsitry of Economic Affairs	No, different ministries have different legal responsibilities for planning and management at national level. E.g. the Swedish National Board of Housing, Building and Planning [Boverket] is a central government authority administered by the Ministry of Health and Social Affairs responsible for planning legestation. The Environmental Protection Agency [Naturvårdsverket], the Ministry of the Environment, responsible for legislation with regard to natural resource management in planning projects	Legal responsibilities for planning and management at national level lie with the Ministry of the Environment, Nature and Energy
		B) What is the name of the planning law at national level?	Wet Ruimtelijke Ordening (Territorial Planning Act). Soon Environmental Act	The Planning and Building Act is the name of the law at national level.	The name of the law at Flanders level is Planning Decree
	2 Laws of particular importance in planning	Which laws have a particular importance in planning at national level?	A number of Laws have impact on planning such as: Environmental Code, Noise pollution Act; Roads & dangerous transport Act, Railway Act (etc), Mining Law, WBB?	Environmental Code, The Roads Act, The Railways Act are laws having a particular importance in planning at national level.	Structural plans give guidelines. Decreeing power lies in implementation plans
	3 Regulations and instruments in central government policies and planning	A) Which policy guidelines exist in central government policies and planning?	The National Territorial Structure Vison (SVIR) is informed by international competetiveness, flood protection and	The central government policy that governs a planning process includes environmantal quality objectives summarized e.g. in The Swedish environmental objectives system 2013 (http://www.miljomal.se/Global/24_las_mer/broschyrer/the-swedish-environmental-objectives-system-M201301.pdf).	SVIR 2012: Productive landscape; long term uncertainty & governance; welfare & wellbeing
		B) Which legally binding regulations exist in central government policies and planning?	A legally binding regulation in central government policies and planning is the Territorial Planning Act.	The Planning and Building Act and Environmental Code are legally binding regulations in central government policies and planning.	A legally binding regulation in central government policies and planning is the Planning Decree and a number of ordinances.
	4 EU regulations	Which EU regulations are adopted/ applied?	Natura 2000, Soil Protection Act; Malta Treaty, Water Framwork Directive, Environmental Impact Assesment	Natura 2000, Water Framework Directive, Waste Directive, Environmental Impact Assessment	Natura 2000, Soil Protection Act; Malta Treaty, Water Framwork Directive, Environmental Impact Assesment

	5 Subsoil management (*Included by BALANCE 4P*)	**Which instruments / regulations considering soil management are applied?**	There is a Nation Structure Vision Subsoil (STRONG) in preparation; soil convenant and SV shalegas (both in preparation), Basis registration subsoil (EU INSPIRE) National rsponsibility is >500m mostly considering oil and gas winning. For Cables and Pipes there is KLIK info-system and also archaeology is steered on national level	Legislation related to the subsurface can be divided into four groups: (i) "soil and groundwater quality" regulated by the Environmental Code; (ii) "archeology" regulated by the Heritage Conservation Act (kulturmiljölagen) of 1988; (iii) "use of natural resources" regulated by the Water Act (vattenlag) of 1983, the Mineral Act	
	6 Nature conservation and cultural heritage	Which nature conservation instruments, and which instruments relating to cultural heritage are applied?	Nature conservation instruments applied are: Flora & Fauna Act Heritage is protected by Monuments Act.	Environmental Code and The Heritage Conservation Act are nature conservation instrument and cultural heritage instrument respectively.	Nature, Forrest, Bird, Protecten Flora & Fauna and Habitat Decrees; Protection of Monuments and Town and City Scapes (1976), Decree Protection of Landscape (2010) and Decree Protection of Archaeology (1993)
	7 Integration of sectoral aspects	A) Are there certain bodies/ instruments for integration of sectoral aspects?	Structure visios, Regional Plans & zoning plans integrate sectoral aspects	Legally binding land and water use restrictions through special area regulations (områdesbestämmelser) in comprehensive plans, e.g. recreational amenities, communication routes, restricted areas and safety zones.	The Spatial Structure Plans are the integration of sectoral aspects.
		B) Which formal duty for integration of sectoral aspects exists?	Environmental Impact Assesment	Integration of sectoral aspects is a formal duty of the County Administrative Boards.	
	8 Environmental Protection *(Included by BALANCE 4P)*	**Is there an independent Environmental Impact Assesment Committee?**	Yes, it requires structure plans and zoning plans to consider all relevant data of environmental assesment in order to make a sound decision, advice is not binding but in case of a law suit it's advice is ussually adopted by the court	No, Environmental Impact Assessment (EIA) is done on the municipal level only for (not legally binding) comprehensive plans in consultation with the County Administration Board and sometimes neighbouring municipalities. EIA for the legally binding detailed plans is performed only if the municipality judges (behovsbedömning) that the proposed development may cause "substantial environmental impact" (betydande miljöpåverkan).	The project needs to hire an certified EIA expert to lead the team of experts that make the report. This certification is to ensure quality of the report and takes a procedure leaded by th Environmental Licences department and supported by different other departments. The report is assesed by the Department of EIA.
REGIONAL	1 Territorial organization	A) Are decentralized state agencies, regional and municipal entities acting authorities in planning?	Yes, decentralized state agencies, regional and municipal entities are acting authorities in planning.	Yes, decentralized state agencies, regional and municipal entities are acting authorities in planning. However, the municipality has a planning monopoly. Regional bodies only consult to ensure national and public interests in a planning process.	Yes, decentralized state agencies, regional and municipal entities are acting authorities in planning.
		B) What is the territorial unit of the regional level, what is the decentralized state authority and what is the regional planning authority? (*Included by BALANCE 4P*)	The territorial unit at regional level is the Province, for regional planning and inter-municipal coordination. The decentralized state authority is the Province administrative board. The regional planning authority is the Regional planning body.	Regional planning is only undertaken for the Stockholm and the Gothenburg regions. The Stockholm County Council (Stockholms län landsting) and the Gothenburg Regional Association of Local Authorities (Göteborgsregionens komunalförbund) are governmental bodies responsible for regional planning in the respective region. Regional plan is adopted only for the Stockholm County. In the Gothenburg Region, regional planning is carried out without formal regional plans. In orther cases the County Administration Boards are regional bodies which does not have planning competence but consult and coordinate the municipalities in the planning process to secure national and public interests in the plans	The territorial unit at regional level is the Province, for regional planning and inter-municipal coordination. The decentralized state authority is the Province administrative board. There are also Arrondissements.
	2 Forms of planning at regional levels (planning process)	Which forms of planning/ planning processes exist at regional level?	superimposed or self-organized regional (planning) associations	The forms of planning/ planning processes at regional level are regional development programming, regional planning for Stockholm County and Gothenburg region.	The Provences and Arrondissements are part of the three step planning system of Flanders, regional and municipal scale.
	3 Statutory categories of plans (planning products)	Which statutory categories of plans/ planning products exist at regional level?	Statutory categories of plans ar regional level are development program and structure vision by the Provencies, the water Boards make Water Plans	The regional development programme and the regional plan (voluntary) are plans/ planning products at regional level carried out for Gothenburg and Stockholm respectively.	The Provincial Development Agency makes a Spatial Structure Plan. This is translated to a Spatial Implementation Plan.
	4 Body mandated for initiating and approval of plans	Which body is mandated for the initiation and the approval of plans at regional level?	The Provincial council are mandated for the initiation and approval of regional development programmes	The Stockholm County Council (Stockholms län landsting) and the Gothenburg Regional Association of Local Authorities (Göteborgsregionens komunalförbund) are governmental bodies mandated to initiate and aprove regional plans and programmes respectively in the respective region. Any County Concil can initiate regional planning.	The Flanders government.
	5 Binding force of regional plan	A) Is the regional plan binding on subordinate planning?	Yes, municipalities must check building applications to provincial stuctural plans. The water boards do the water assesment of plans.	No, the regional plan does not have a binding force on subordinate planning.	Yes, municipalities much check building applications to structure and implementation plans
	6 Subsoil management (*Included by BALANCE 4P*)		A numer of provinces made a Soil Vision that is aiming at integrating the subsoil in planning. Methods to integrate subsoil in spatial planning like the Soil Ladder Provinces and water boards are responsible for watermanagement, the province for layer inbetween (aquifers) in relation to extraction permits, they also deal with contamination. The water boards maintain the regional water system, dikes, pumps and open water. The Province is also framing	The concession from the Government is needed for extraction of minerals, The permits for mineral extraction are granted on the national level. The archeological and soil remediation procedures are coordinated on the regional level by the County Administration Boards. The County Administration Boards also oversee hazardous activities, such as energy facilities, quarries and mines.	Waterboards and *wateringen* for water management. For contaminated soil there are Brownfield decrees and convernants.
LOCAL	1 Territorial organization	a) Which local territorial unit(s) exist(s)?	rural *buitengebied,* village *dorpskern,* town *stad, area* wijk	The municipality is a territorial unit at municipal/ local level.	Municipality
		b) Is the local planning authority also the local building authority?	Planning and Building are 2 departments of the same authority	No, the local planning authority and the local building authority are different entities by law.	*Planning and Building are 2 departments of the same authority?*

	2 Local planning authority bodies	A) Which are the local committees and/ or the local supreme authority for initialization and adoption/ endorsement of plans?	The local committee for initialization and adoption/ endorsement of plans is the Standing committee for planning matters (various names, depends on the municipality) and the local supreme authority for initialization and adoption of plans is the Municipal council.	The Standing committee for planning matters (various names, specific name depends on the organisation of the municipality) is the local committee for initialization and adoption/ endorsement of plans. The Municipal Council is the local supreme authority for initialization and adoption of plans.	*The local committee for initialization and adoption/ endorsement of plans is the Standing committee for planning matters (various names, depends on the municipality) and the local supreme authority for initialization and adoption of plans is the Municipal council.?*
		B) Do legally notified instruments exist to cooperate between municipalities and which are the instruments?	Legally regional collaboration may be superimposed by national government, sometimes it is a voluntary initiative of municipalities (non legally notified)	Yes, the regional plan is a legally notified instrument to cooperate between municipalities (used only for Stockholm County). Otherwise, despite the planning monopoly of municipalities, the State has right to interfere in municipal planning in order to protect structures of national interests, national resources and inter-municipal issues	Yes, on the provincial lever the Structure Vision and the Implementation Plan are putting links between smaller units.
	3 Forms of planning	A) Which forms of planning for the territorial unit exist at local level?	Vison for municpal level, Masterplan for distict level (both no binding status) and then on the lowest level the Land use plans (bestemmingsplan) are the legal instrument for planning at local level. These are under development towards and Environmental Plan	The municipal comprehensive plan is the form of planning for the territorial unit at local level.	Spatial Implementation Plans are the legal instrument for planning at local level
		B) Are there plans for various levels and how are they called?	City Vision, Master Plan, Urban Design Plan (Zoning Plan), Public Space Plan	Yes, there are two levels: (i) municipal comprehensive plan (översiktsplan), and (ii) municipal detailed plan (detaljplan), and special area regulations (områdesbestämmelser). In some cases the detailed plan can be deepened (fördjupad	Yes, there are plans on two levels the Municpal Structure Plan and the Municipal Implementation Plan
	4 Regulation instruments of local plans	*A) Are land use zoning categories required in local plans?*	Yes, land use zoning categories are required in 'bestemmingsplan'	Yes, there is a separate legally binding planning product called special area regulations (områdesbestämmelser) with land and water use restrictions, e.g. restricted areas and safety zones, land reservations for communication routes. The municipality can reserve land (markreservat) for public purposes in the datailed plan, e.g. streets, electrical communication network, other communications for public purposes	Yes, land use zoning categories are required in Municipal Structure and Impementation Plan
		B) Which formulations are applied for giving future directions in local plans?	Master plans contain guidelines; Zoning plans provide legally binding regulations concerning land-use and building envelope.	Comprehensive plans contain not legally binding guidelines. Detailed plans provide legally binding regulations concerning building and land use.	Structure Plans (sometimes called Master Plans) contain guidelines; Implementation Plans provide legally binding regulations concerning land-use and building envelope but also
	5 Overall local plan	A) What is the name of the overall local plan(s), and is it legally binding?	The overall local plan is usually the Municipal Development Vision. It is not legally binding	The overall local plan is the municipal comprehensive plan, which covers the entire municipality. It is not legally binding.	The overall local plan is the Municipal Structure Plan. It is legally binding
		B) What are the main components of the overall local plan(s)?	The main components of the overall local plan are diagnoses, vision, maps and indicative timetable	The plan (översiktsplan) that covers the municipality, consulatation report (samrådsredogörelse) and revision statement (granskningsyttrande) are the main components of the overall local plan.	The main components of the RUP are diagnoses (situation physical, jurisdictional, spatial option), urban guidelines in maps, drawings and texts.
		C) Which statutory zoning and land use categories are shown on the plan map?	Identification of districts and their future development, thematic in housing area or centre district.	The comprehensive plan containes specifications on the intended use of land and water areas within the boundaries of the municipality; descriptions on how national interests and environmental quality standards are ensured; how the municipality is intended to develop and protect the built environment; how the comprehensive plan complies with regional and national objectives, plans and programmes with regard to sustainable development; how the municipality ensures housing provision in a long run.	The following should be clear from the plan: the vision of and intended use of land in the area,
		D) Is the time horizon of the overall plan(s) positively limited and for how long?	It differs per city but it usually is about 30-50 years.	The comprehensive plan should be revised at least every 5-6th year. No any legally binding time horizon limitations for the comprehensive plan.	There are no horizon limits.
	6 Detailed plans	A) Is there a free right to initiate a detailed development plan, what categories of these plan(s) exist and are they legally binding?	Yes, there is a free right to initiate a detailed development plan, the municipality need to check the plan before implementation against formal existing plans & regulations	Yes, a detailed plan there can be initiated by private landowners but the municipality can refuse the initiative without a right of appeal (municipal planning monopoly). The detailed plan is legally binding.	The municipality makes the Municipal Spatial Implementation Plans.
		B) Are time limits set for the public handling of detailed development plans and is the time horizon/ validity of these plan(s) positively limited?	Zoning Plan needs to be updated within max 10 years	There are no time limits set by law for the public handling of detailed plans. The time horizon of the detailed plan is positively limited: the not used development rights are protected up to 5 - 15 years.	There is no time limit.
		C) Which statutory land use zoning categories exist in detailed development plans?	Type of plan, type of usage (housing, water, traffic, garden, sports, recreation, nature, societal, trade, green, mixed, service, industry, trade, culture, centre, forrest, agriculture and office), double zoning, type of hindrance contour, type of plan, type of juristicial level.	Land use zoning categories in the detailed plan are (i) districts (kvartermark) with different types of use, e.g. industrial, commercial, residential, mixed; (ii) public spaces (allmänna platser), e.g. recreational amenities, communication routes; (iii) water areas (vattenområden) with different types of water use; and (iv) land reservations (markreservat) for public purposes, e.g. streets, electrical networks, other communications for public purposes.	Boarder, Usage: housing four types), centre (two types), shops, leisure, industry, green, public space, trade and right of sale.
	7 Development control	A) Which statutory density measures are implemented in addition to land use zoning categories?	In addition to land use zoning categories different means are used to regulate building within blocks, height of structures, number of storeys, floor space etc.	Different means are also used to regulate building within districts, i.e. height of structures, number of storeys, floor space etc.	In addition to land use zoning categories different means are used to regulate building within blocks, height of structures, number of storeys, floor space etc.
		B) What are the statutory categories of building permit matters?	Statutory categories of building permit matters are: Building permit, Demolition permit, *woonruimteontrekking* permit.	These are (a) building permit (bygglov), (b) demolition permit (rivningslov), and (c) site improvement permit (marklov).	Statutory categories of building permit matters are: Building permit, Demolition permit, divide permit, change of groundfloor permit. Urban development permits: plot permit, function change permit and care permit.

		C) What are the categories of permits for projects requiring building application and are there time limits for the permit's validity?	Buildingactivities may require a 'light' of 'full' building permit and need to start within a year.	The permits' validity is limited to a two year time period.	The permits' validity is limited to a two year time period.
		D) What relation has the Zoning plan to the building permits? (*Included by BALANCE 4P*)	The zoning plan is checked to see if the building application is meeting the requirements in that zone. There is a very strong connection.	There is a very strong connection between building permits and the leaglly binding detailed plan. The latter is checked to see if the building application meets the requirements in the detailed plan.	The RUP plan is checked to see if the building application is meeting the function requirements in that zone. There is a very strong connection. Private people can ask for a change of of RUP.
	8 Subsoil management (*Included by BALANCE 4P*)		Through the Zoning Plan some categories of the subsoil are touched on a munipal level. But next to water, remediation, archaeology and cables and pipes there is no active management or vision. Some municipalities are working on a Master Plan for the subsoil.	Only archeological procedures integrated into a detailed planning process (early stage). The soil remediation procedures are usually carried out in the late stage of detailed planning or after approval of the detailed plan. Contaminated soil related issues are handled on both municipal and regional levels, but since the division of responsibilities is not clear in the legislation the Swedish Environmental Protection Agency is currently inquiring into this issue. There are special regulations in the detailed plan defining land reserves (markreservat) for jointly owned facilities (gemensamhetsanläggningar), easements (servitut), and utility easements.	Through the RUP some categories of the subsoil are touched on a munipal level: level and relief of the ground floor, pavement of the lots.
PARTICIPATION	1 The entitlement to inform and the right to get access to information (answers sorted by levels)	Are there statutory requirements for informing the public and public access to information?	Zoning Plans need to be available online	Yes. Firstly, the constitution principle of free access to official documents (offentlighetsprincipen) garantees public access to information. Secondly, the rules for regional planning in the Planning and Building Act ensures that the public is informed and has access to information.	All RUP's are availeble online.
	2 Particular participatory instruments beyond information in the planning process	Are there statutory instruments for public participation during the preparation of plans like number of hearings, meetings, etc.?	Yes, plans need to be made public and a period of time that citizens can appeal to the plans.	There are no statutory instruments for public participation at regional level during the preparation of regional development programmes but regional plans require public reviews, public exhibition and comments on public opinions. The public has possibility to leave comennts on the municipal comprehencive plan during the exhibitaion phase (utst'llning). The public is involved during preparation and exhibition of the detaied plans.	Yes, plans need to be made public and a period of time that citizens can appeal to the plans.
	3 The public opportunity to challenge the plan after the plan is formally adopted	Is there an option for an appeal in order to challenge the plan after it is formally adopted?	No	Nobody can appeal in order to challenge the comprehensive plan after it is formally adopted, because it is not legally binding. But the residents can express dissatisfaction with the planning process initiating the local appeal procedure (kommunalbesvär) under the Local Government Act (kommunallag) of 1991. The content of the adopted legally binding detailed plan can be contested by appeal to the County Administrative Board, whose decisions in turn can be contested to the Land and Environmental Higher Court (Mark- och miljööverdomstolen), and ultimately to the Supreme Court (Högsta domstolen). The detailed plans can be appealed to the County Administration Board on the reginal level	No

The Netherlands					
Spatial development:	**institutions**	**laws**	**policy/instruments**	**regulation**	
EU	Board of European Ministers of Spatial Planning		European Spatial Planning Charter (1983); European Spatial Development Perspective (2003)		
		Waste Directives			
		Natura 2000			
				EU Guidelines energy performance for buildings (EPBD)	
			INSPIRE Directive (2007): information gathering		
National	Ministry of Infrastructure and Environment (Institute for Social Research, Environmental Assesment Agency)	Spatial Planning Act (2008) > Environmental Act	Structure Vision Infrastructure and environment 2040 (2012);		
		Nature Protection Act			
		Noise Polution Act			
		Transport Dangerous Substances Act			
	Ministery of Internal Affairs	Building Act (2012)		Building Codes	
	Environmental Impact Assesment Commission	Environmental Protection Management Act		Environmental Impact Assesment (for structure and zoning plans)	
			Ministerial guidelines (no law) for gas and inflamable liquid transport: distance around networks. External Safety ordonance: obligation to register risk with dangerous material.		
		Public Health Act	National Waste Magement Plan (LAP)		
			National Environment and Health Plan 2008-2012		
			Noise and Fine dust zoning		
	Ministry of Education, Culture and Science (Cultural Heritage Agency)	Monuments and Historic Buildings Act			
	Forestry (staatsbosbeheer)				
Regional	Regions		Regional Plan		
	Provences		Structure Plan		
			Area Profiles Spatial Qualities		
			Provincial Environmental Ordonnance		
Local	VNG			Model Ordonannces (modelverordeningen)	
	Municipalites		Vision, Master Plan	Zoning Plan	
			Architectural Quality Assesment	Building Permits	
Water	**institutions**	**laws**	**policy/instruments**	**regulation**	
EU		Water Framework Directive			
		Urban Wastewater Directive			
		Ground Water Directive			
National	Ministry of Infrastructure and Environment (Deltares)	Water Act	National Water Plan		
		Environmental Management Act			
	National Water State Department		Safety Qualification Primary Defence (veiligheids kwalificatie keringen)		
Regional	Provence			Province regulates infiltration and extraction of water (new Waterwet/Water Act in preparation)	
	Water Authority		Regional Water Plan		
			Water Plan	Water Assesment Test	
		Water Level Decree	waterschapslegger		
Local	Municpality		Water Plan		
			local waste-water plan		
Subsoil	**institutions**	**laws**	**policy/instruments**	**regulation**	
EU		Directive on Waste	European Soil Strategy		
		Directive on Landfill of Waste			
National	Ministry of Economic Affairs	Mines Act			
	Ministry of Infrastructure and the Environment (TNO)	Soil Protection Act (1987)	STRONG (National Spatial Planning Strategy for the subsurface) (expected 2015)		
		Excavation Act	Information System Soil		
		Evironmental Management Act	Soil Polici Letter (2003)		
			Soil Convent		
		Nature Protection Act			
Regional	Provences		Soil Vision/Soil Ladder	soil remediation	
Local				soil remediation	
Civil constructions	**institutions**	**laws**	**policy/instruments**	**regulation**	
EU					
National	Ministry of Economic Affairs (Municipal Platform of Cables and Pipes, Cultural Heritage Agency, Centre of Underground Building)				
		Excavation Act			
	Ministry of Education, Culture and Science (Cultural Heritage Agency)				

			External Safety ordonance: obligation to register risk with dangerous material.		
Regional	Provences				
Local	Municipality	Environmental Management Act		sewer regulations Local regulations considering cables and pipes in general.	
Energy	**institutions**	**laws**	**policy/instruments**	**regulation**	
EU		European Energy Strategy Plan (2013)	Energy Technologies and Innovtion (2013)		
National	Ministry of Economic Affairs, Ministry of Infrastructure and the Environment and Ministry of Social Affairs and Employment	Nuclear Energy Law: regulates ministerial competences for storage of radio-active waste; Strategy on Shale Gas (expected 2015)	SER energy agreement (2013)	Energy Prestation Certificate	
Regional **Local**	Provinces		IPO agreement geothermal	license issued under the General Provisions Environmental Law (Wabo) (open systems) reporting closed bottom energy ATES (recorded in amending soil energ , no separate Amvb)	

Sweden

Spatial development:	institutions	laws	policy/instruments	regulation
EU	Board of European Ministers of Spatial Planning		European Spatial Planning Charter (1983); European Spatial Development Perspective	
		Waste Directives Natura 2000		
				EU Guidelines energy performance for buildings (EPBD)
			INSPIRE Directive (2007): information gathering	
National	Ministry of Health and Social Affairs (National Board of Housing, Building and Planning [*Boverket*], Swedish Environmental Protection Agency, National Board of Health [*Socialstyrelsen*])	*riksintresse has 13 laws*		
		Planning and Building Act (*Plan- och Bygglagen - PBL (2010:900*)		Planning and Building Ordinace (plan- och byggförordningen 2011:338) Houskeeping Ordinance [Hushållningsförordningen 1998:896]
		Environmental Code (Miljöbalken (1998:808)		Regulation on implementation of the Environmental Code (Lag om införande av miljöbalken 1998:811)
	Ministry of Health and Social Affairs (National Property Board of Sweden [*Statensfastighetsverk*]) Ministry of Culture (Swedish National Heritage Board [*Riksantikvarieämbetet*])	Cultural Heritage Act (kulturminneslagen 1988:950)		
	Ministry of Health and Social Affairs (National Land Survey *Lantmäteriet*)	Property Subdivision Act (fastighetsbildninglagen 1970:988) Utility Easement Act (ledningsrättslagen 1973:1144) Joint Installation Act (anläggningslagen 1973:1149)		Registration of jointly owned facilities (gemensamhetsanläggningar), easements (servitut), and utility easements (ledningsrätter) in Land Registration System (fastighetsregister)
	Ministry of Environment - Miljödepartamentet (*Swedish Environmental Protection Agency - Naturvårdsverket)*	Environmental Code (Miljöbalken 1998:808) Lag om införande av miljöbalken (SFS 1998:811) Förordningen om avgifter för prövning och tillsyn enligt miljöbalken (SFS 1998:940)		Förordningen om miljökonsekvensbeskrivningar (SFS 1998:905)
		Expropriation Act (expropriationslagen 1972:719) Pre-emption Act (förköpslagen 1967:868) Joint Land Development Act (lagen om exploateringssamverkan 1987:11)	These property rights-related laws serve as important instruments for plan implementation and land development	
	Ministry of Enterprise, Energy and Communications (Transport Administration [*Trafikverket*])	Road Act (väglagen1971:948) Railway Act (järnvägslagen 2004:526)		
Regional	County Counsil *(Landstinget)* is the link between national and municipality		Environmental quality standards, shorelines and human health, safety, risks, flooding, Regional Plans (*Regionplan)* and Regional Development Strategies (*Regionala utvecklingsstrategier)*	
Local	Municipality (Urban Planning Departments *(Stadsbyggnadskontoret),* Urban Planning Committees *(Stadsbyggnadsnämnden)*		Municipal Comprehensive Plan (*Översiktsplan) and Parts of a Comprehensive Plan (* Fördjupad översiktsplan*)*	Detail Plan *(detaljplan)*
			building permit (bygglov) demolition permit (rivningslov) site improvement permit (marklov)	Area Regulations (*Områdesbestämmelser)*

Water	institutions	laws	policy/instruments	regulation
EU		Water Framework Directive Urban Wastewater Directive Ground Water Directive		
National	Ministry of Health and Social Affairs (National Board of Housing, Building and Planning *(Boverket))*	Planning and Building Act (*Plan- och Bygglagen - PBL (2010:900*)		
	Ministry of Environment - Miljödepartamentet (Swedish Environmental Protection Agency - Naturvårdsverket)	Environmental Code (Miljöbalken (1998:808) Water Act Public Water and Waste Water Plant Act (lag om anmälla vattentjänser)		
Regional				
Local				Area Regulations (*Områdesbestämmelser)*

Subsoil	institutions	laws	policy/instruments	regulation
EU		Directive on Waste Directive on Landfill of Waste		

National	Ministry of Health and Social Affairs (*Swedish Environmental Protection Agency, Swedish Geotechnical Institute)*	Environmental Code (Miljöbalken 1998:808) Peat Deposits Act (lagen om vissa torvfyndigheter 1985)		
	Ministry of Enterprise, Energy and Communications (Geotechnical Survey of Sweden)	Mineral Act (minerallagen 1991) Continental Shelf Act (lagen om kontinentalsockeln 1966)		
Regional				
Local				*Special regulations in the Detail Plan (detaljplanebestämmelser), i.e. land reserves (markreservat) for jointly owned facilities (gemensamhetsanläggningar), easements (servitut), utility easements (ledningsrätter)*
Civil constructions	**institutions**	**laws**	**policy/instruments**	**regulation**
EU			European Convention on the Protection of the Archaeological Heritage (1992)	
National	Ministry of Culture (Swedish National Heritage Board [*Riksantikvarieämbetet*])	Heritage Conservation Act (kulturmiljölagen 1988)		
	Ministry of Enterprise, Energy and Communications (Swedish Energy Agency [*Energimyndigheten*])	Electrical Installations Act (ellagen 1985) Public Heating System Act (lagen om allmänna värmesystem 1981) Pipelines Act (rörledningslagen1978) Water and Sewerage Act (lagen om allmänna vatten- och avlopsanlägningar 1970)		Telecommunication Ordinance (teleförordningen 1985)
	Ministry of Health and Social Affairs (National Land Survey Lantmäteriet)	Joint Installation Act (anläggninglagen 1973:1149) applies to facilities common to two or more properties e.g. parking C12 play C14 water and sewarege facilities constructed and maintained by property owners Utility Easements Act (ledningsrättslagen 1973:1144) applies to e.g. water and sewrege facilities constructed and managed by municipalities (legal bodies), telephone lines		Registration of jointly owned facilities (gemensamhetsanläggningar), easements (servitut), and utility easements (ledningsrätter) in Land Registration System (fastighetsregister) by National Land Survey (lantmäteriet)
Regional				
Local				
Energy	**institutions**	**laws**	**policy/instruments**	**regulation**
EU		European Energy Strategy Plan (2013)	Energy Technologies and Innovtion (2013)	
National	Ministry of Enterprise, Energy and Communications (Swedish Energy Agency [*Energimyndigheten*]) Ministry of Health and Social Affairs (Lantmäteriet)	Municipal Energy Planning Act (lagen om kommunal energiplanering 1977:439) Utility Easements Act (ledningsrättslagen 1973:1144) applies to heating main, high- and low-voltage power lines		
Regional				
Local			Energy plan (energiplan)	Special regulations in the detailed plan, i.e. land reserves (markreservat) for jointly owned facilities (gemensamhetsanläggningar) and utility easements (ledningsrätter)

Flanders (Belgium)				
Spatial development:	**institutions**	**laws**	**policy/instruments**	**regulation**
EU	Board of European Ministers of Spatial Planning		European Spatial Planning Charter (1983); European Spatial Development Perspective (2003)	
		Waste Directives		
		Natura 2000		
				EU Guidelines energy performance for buildings (EPBD)
			INSPIRE Directive (2007): information gathering	
National		Planning Act (1962)		
national/Flanders	Flanders Department for the Environment, Nature and Energy (Department Space and Monuments)		Regional Zoning Plan *(gewestplan);* gradually replaced by Spatial Structure Plans (RUP)	Planning Planning Decree 1996
			Spatial Structure Plan Flanders SVIR 2012	
				Decree Protection of Monuments and Town and City Scapes (1976)
				Decree Protection of Landscape (2010)
	Flanders Department for the Environment, Nature and Energy (Flanders Environment Administration)			Nature, Forrest, Bird, Protecten Flora & Fauna and Habitat Decrees
				EIA decree (Milieueffectenrapport)
				Spatial Safety Report (ruimtelijke veiligheidsrapport; RVR)
	Flanders Department of Mobility and Public Works			Mobility Impact Assessment (mobiliteitseffectenrapport; MOBER)
Regional	Provences and Arrondissements (Provincial Development Agency)		Regional Spatial Structure Plan	Regional Spatial Implementation Plan
			Provincial Spatial Structure Plan	Provincial Spatial Implementation Plan
			Strategic Plan Tourism and Recreation and Scheldeland	
Local	Municipality	Local Government Act 1991	Municipal Spatial Structure Plan	Municipal Spatial Implementation Plans
Water	**institutions**	**laws**	**policy/instruments**	**regulation**
EU		Water Framework Directive		
		Urban Wastewater Directive		
		Ground Water Directive		
National	Flanders Environment Agency	Surface Water Act		
			Sigmaplan (flood protection)	
Regional	Provinces			Decreet Integraal Waterbeleid
	Water Boards			
Local	*Watering*			Water Assesment Test
Subsoil	**institutions**	**laws**	**policy/instruments**	**regulation**
EU		European Strategy & Soil directive: protection and remediation. Covering, pollution, erosion, loss organic material, saltification, densification, biodiversity, landslides);	European Soil Strategy	
		Directive on Waste		
		Directive on Landfill of Waste		
National	Ministry of Economic Affairs (Belgium Geological Department)	Mining of Minerals Act		
National /Flanders	Flanders Department for the Environment, Nature and Energy (Public Waste Compagny)		Subsoil Information System	Soil Protection and Contamination Decree (2006) > Brownfield decree
	Brownfield Cel		Brownfield Decree	Brownfield Covernant
Regional				
Local				
Civil constructions	**institutions**	**laws**	**policy/instruments**	**regulation**
EU			European Convention on the Protection of the Archaeological Heritage (1992)	
National /Flemish	Flanders Department for the Environment, Nature and Energy (Department Space and Monuments, Flemisch Insitute for Heritage)			Decree Protection of Archaeology (1993)
	Platform of Cables and Pipes			KLIP information system cables-
Regional				
Local				
Energy	**institutions**	**laws**	**policy/instruments**	**regulation**

EU		European Energy Strategy Plan (2013)	Energy Technologies and Innovtion (2013)		
National				Energy Prestation Certificate	
Regional					
Local					

ANNEX 6: TECHNISCH PROFIEL

Technical Profile

Oostende

Drawings:
Jort van den Broek
Stefan Vermeulen

Macro scale: territorial condition

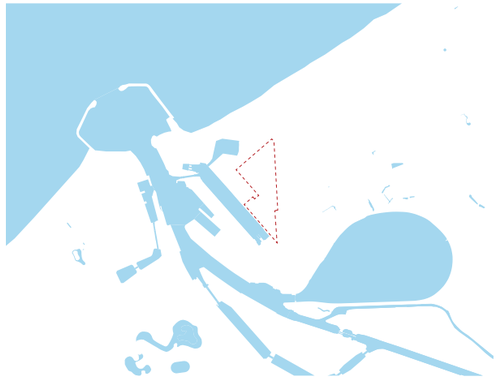
100 500 1000 m

N

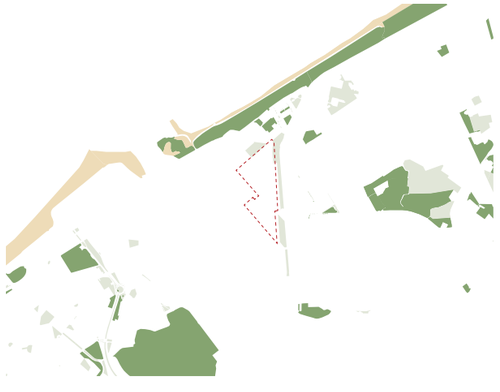
Infrastructure



Water



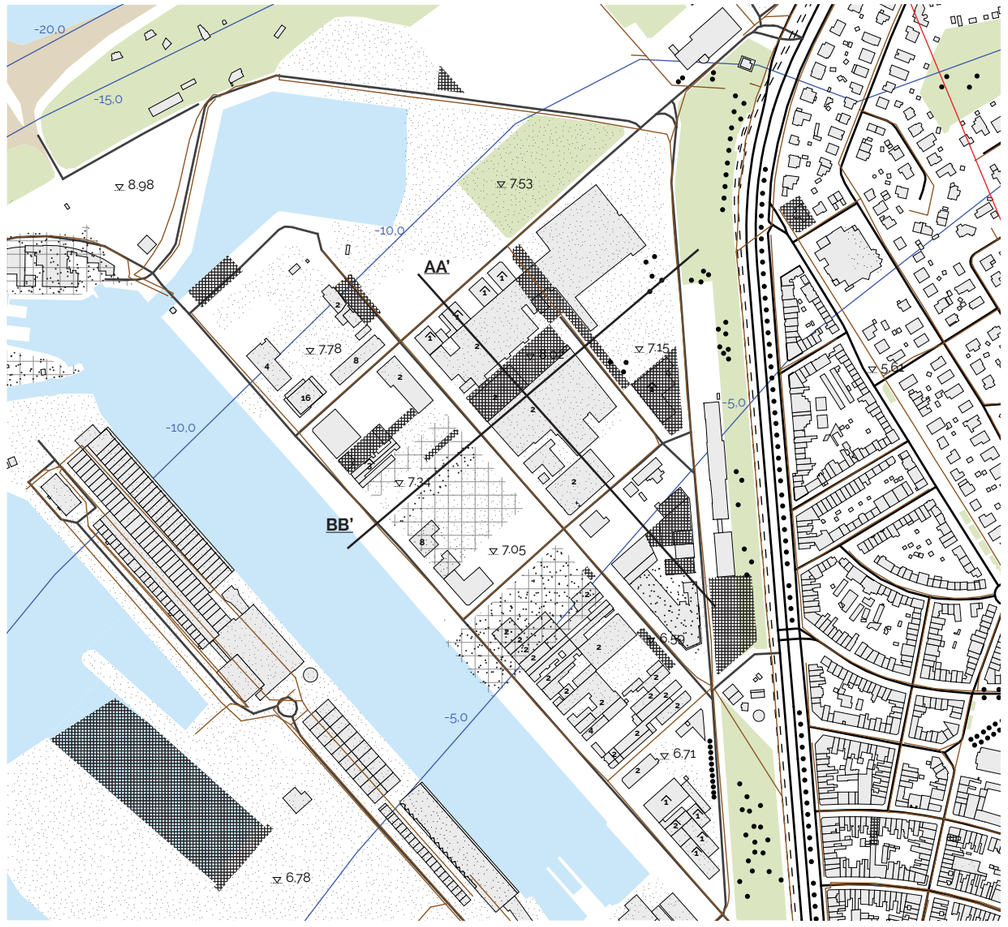
Landscape



Meso scale: plan, site investigation

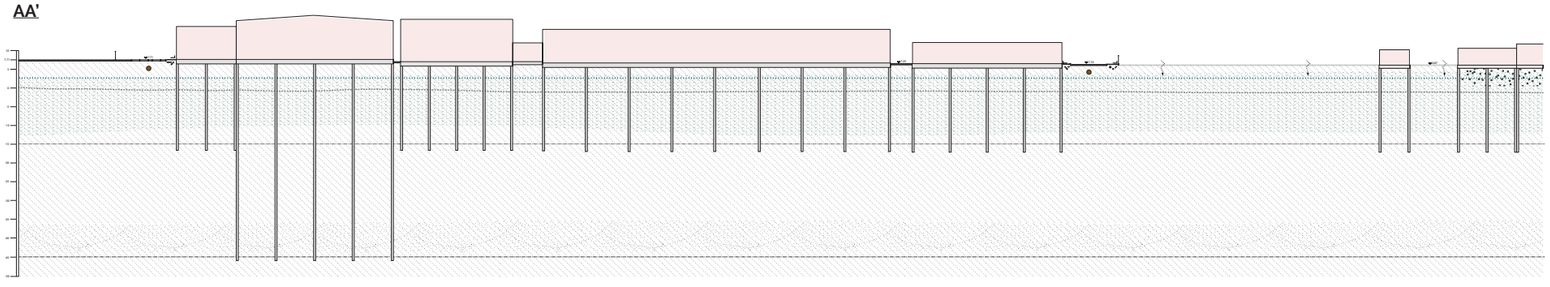
10 50 100 m

N

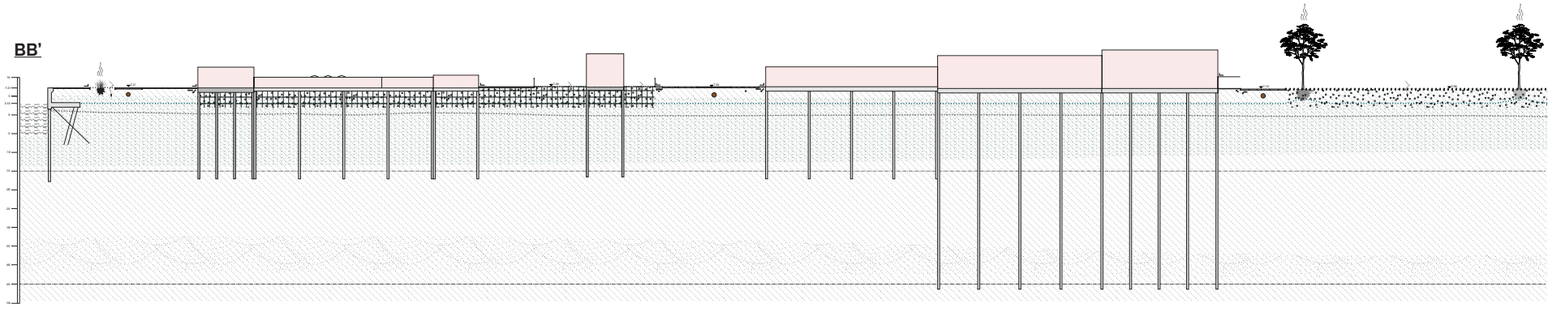


Micro scale: Technical Section

AA'



BB'



The legend: Reading sites and territories

	Plattegrond	Doorsnede
Gebouwen	Bebouwing Hellend dak en aantal bouwlagen 2 Plat dak en aantal bouwlagen	Bebouwing Betonnen fundering Houten fundering
Infrastructuur	Primaire weg Secundaire weg Tertiaire weg	Asfalt Bestrating
Natuur	Groen Water Bomen	Gras Open Water
Hoogte	7.35 Hoogte in TAW	7.35 Hoogte in TAW
Bodem	Verontreining, wel verdere maatregelen Verontreiniging, geen verdere maatregelen Te bepalen, bodem onderzoek nodig Bodemsaneringsproject Verzilting	Zand Silt Veen Klei Verontreining, wel verdere maatregelen Verontreiniging, geen verdere maatregelen Te bepalen, bodem onderzoek nodig Bodemsaneringsproject GrondWater Verzilting Sterke zandlaag Sterke kleilaag
Kabels & Leidingen	Riolering	Riolering Elektriciteit Gas Telecommunicatie Water
Processen		Afvoer Infiltratie Evapotranspiratie