

**Toekomstbestendige
ondergrond en bovengrond**
*de binnenstad voorbereiden op uitrol
van digitale infrastructuur*

RAPPORT

Rapport uitgebracht aan
Gemeente Eindhoven

Hilversum, 7-5-2020

Inhoudsopgave

Managementsamenvatting.....	5
1 Introductie en aanpak	10
1.1 Aanleiding	10
1.2 Complicatie.....	10
1.3 Vragen	11
1.4 Onze analyse van de vraag	12
2 Een slimme nieuwe binnenstad.....	14
2.1 Het centrum van Eindhoven verleden en toekomst.....	14
2.2 Stratumseind en de Rechtestraat.....	15
2.3 Wat zit er al in de ondergrond?	17
2.4 Werkzaamheden in de ondergrond.....	19
2.5 Wat voor plannen zijn er voor Eindhoven als Smart City?	20
2.6 Energietransitie	21
2.7 Andere ontwikkelingen die effect hebben op de ondergrond	22
2.8 Conclusie.....	23
3 Communicatie; kabels en antennes.....	24
3.1 Wat voor telecom is er nu, wat gaat weg en wat blijft?.....	24
3.2 Glasvezel is de basis waarop we bouwen	25
3.3 4G en 5G; meer en meer antennes	26
3.4 Meer communicatie voor IoT.....	27
3.5 Specifieke plannen telecom operators voor Eindhoven.....	29
3.5.1 FttH.....	29
3.5.2 5G.....	29
3.5.3 Tijdspaden	30
3.6 Conclusie.....	30
4 Innovatie in de ondergrond.....	32
4.1 Kabels en leidingen liggen in de ondergrond	32
4.2 Een andere manier van aanleggen	33
4.3 Innovatieve ordening van de ondergrond.....	34
4.4 Slim Graafwerk	37
4.5 Delen van infrastructuur.....	39
4.6 Juridische innovatie	40

4.7	Innovatie in het proces.....	42
4.8	Conclusie.....	43
5	Welke opties heeft de gemeente Eindhoven?.....	44
5.1	Optie 1: zorg voor één open netwerk	44
5.2	Optie 2: zorg voor een ondergrondse buizen of tunnel systeem	45
5.3	Optie 3: slim bestraten.....	47
5.4	Optie 4: coördineren aanleg	47
6	Conclusie en aanbevelingen	49
6.1	Aanleiding en vragen	49
6.2	Verwachte ontwikkelingen	50
6.3	Beoordeling oplossingen	50
6.4	Advies.....	51
Annex A	Innovatieve aanpakken en praktijk.....	52

Managementsamenvatting

De Brainport regio groeit en de binnenstad van Eindhoven ondergaat mede als gevolg daarvan de komende jaren een metamorfose. Zo wordt het stationsgebied de plek een nieuw economisch centrum in het hart van de stad en biedt deze ruimte aan een groot aantal nieuwe inwoners van de stad. De komende jaren wordt verder veel nieuwe hoogbouw in de binnenstad gerealiseerd. De komende jaren wordt verder veel nieuwe hoogbouw in de binnenstad gerealiseerd. Er wordt een sterke bevolkingsgroei verwacht.

De gemeente heeft zich voorgenomen om in 2020 de straten Stratumseind en Rechtestraat op de schop te nemen. De bestrating wordt volledig vernieuwd en zowel ondergronds als bovengronds worden vernieuwingen doorgevoerd. Deze drukke uitgaans- en winkelstraten zijn de eerste straten in het centrum die vernieuwd worden en zullen het voorbeeld zijn voor de vernieuwing van de andere straten.

Aanleiding en vragen

De ondergrond van Stratumseind en Rechtestraat zal ingrijpend veranderd worden. Het riool wordt vervangen door twee gescheiden circuits en ook zal de bestrating en het straatmeubilair worden vernieuwd. Het is daardoor een geschikt moment om te kijken of de ondergrond opnieuw geordend kan worden en of er "slim graafwerk" gerealiseerd kan worden. Hiermee wordt bedoeld om geplande werkzaamheden naar voren te halen, ondergrondse netwerken anders in te richten of om buis en tunnelconstructies te realiseren.

Een complicatie bij de vernieuwing van deze twee straten en waarschijnlijk ook de rest van de binnenstad is dat de uitrol van FTTH en 5G waarschijnlijk extra antennes en glasvezelaansluitingen in het centrum zullen vereisen. De timing van de uitrol van deze technieken is echter gepland vanaf eind 2020. Worst case scenario is dat de nieuwe bestrating van de binnenstad er goed en wel in ligt en dat de straat dan alsnog (meermaals) open moet om glasvezel aan te leggen (bijvoorbeeld voor de 5G infrastructuur, Fiber to the Home, Smart City, etc.). De gemeente zou het liefst willen dat er na de vernieuwing van de binnenstad graafrust heerst en de grond niet meer open hoeft.

De vragen van de gemeente Eindhoven waren:

1. *Kunt u een toekomstbeeld efficiënt en toekomstbestendig glasvezel-grid (met 5G) schetsen?*
2. *Wat voor handelingsperspectief heeft de gemeente met betrekking tot toekomstbestendig glasvezel-grid (met 5G)?*
3. *Hoe kan gemeentelijk glasvezel efficiënt worden hergebruikt?*

Deze vragen zijn geoperationaliseerd door de onderstaande onderzoeksvragen:

1. Welke ontwikkelingen op het vlak van telecom (5G, FTTH, IoT), maar eventueel ook elektriciteit en warmte komen er de komende jaren aan, die zorgen dat er nieuwe kabels en leidingen aangelegd moeten worden?
2. Welke infrastructuur ligt nu al in de straten Stratumseind en Rechtestraat? En wat zijn de plannen voor deze twee straten?
3. Welke technieken zijn er beschikbaar om sleufloos nieuwe ondergrondse infrastructuur te realiseren of om vooraf ducts, buizen, sleuven etc. te realiseren die later de uitrol van nieuwe infrastructuur vereenvoudigen? Hierbij wordt aangesloten bij eerder onderzoek dat al door de gemeente is uitgevoerd.¹
4. Welke beleidsmatige en juridische mogelijkheden zijn er om 'Slim Graafwerk' af te dwingen in de markt? Hoe wordt beheer en exploitatie ingericht? Zijn er staatsteunvragen? Wat voor governance structuur is er nodig als er vooraf infrastructuur wordt aangelegd (ducts, goten, manholes, etc.) en welke inkomsten kan de gemeente hiervoor verkrijgen?
5. Wat zijn de belangrijkste variabelen waar de gemeente mee kan spelen in de combinatie inrichting straat, inrichting ondergrond en bovengrond, verwachte tijdslijn telecomoperators, juridische opties en governance? Wat worden dan de strategische opties?
6. Welke keuzes kan de gemeente maken in de afweging van de strategische opties?
7. Welke keuze adviseert Stratix?

Ontwikkelingen in de binnenstad

Stratumseind en Rechtestraat maken deel uit van het zogenaamde "rode steentjes gebied". Dit gebied is het winkel- en uitgaansgebied van Eindhoven en het visitekaartje van de stad. Het gebied is wandelgebied en kent maar zeer beperkt toegang voor fietsers en auto's. De rode steentjes zijn nodig aan vervanging toe. Ze zijn al meer dan 25 jaar oud. In de loop der jaren zijn er verzakkingen gekomen, zijn er steentjes gebroken en zijn de oorspronkelijke lijnen en ideeën verwaterd door nieuwe stedelijke ontwikkelingen. Dus zelfs al zou er geen groot plan zijn tot vernieuwing van de binnenstad, dan nog is het reëel dat de grond open gaat en er nieuwe bestrating en straatmeubilair nodig is.

Alle straten krijgen een gelijkvloerse stoep-straat-stoep indeling, begrensd door banden in natuursteen. Er is een nieuwe steen voor het gebied ontwikkeld. De nieuwe, Eindhovense steen is van modern beton en heeft een warme, grijze basiskleur. De levendige schakering van kiezelstons in verschillende kleuren verwijst naar de ondergrond. De nieuwe betonsteen komt in de stoepen, het straatgedeelte (middenloper) wordt uitgevoerd in asfalt of materiaal met dezelfde eigenschappen. Zo'n honderd bomen en (onder)beplanting moeten de binnenstad een groener karakter geven, passend bij het Brabantse landschap. Ondergronds komt een klimaatadaptief watersysteem, door de aanleg van gescheiden riolering en ondergrondse berging.²

Het doel is om Stratumseind en Rechtestraat de voorbeelden te maken die als mal voor de rest van de ontwikkeling van de binnenstad gelden. De principes die daar gebruikt worden, worden ook elders toegepast, maar dan wel aangepast op het gebruik van die straten.

¹ Innovatieproject Kabels en Leidingen Stationsplein-Zuid te Eindhoven. 20 April 2017

² Eindhovense steen voor Groenere binnenstad <https://www.eindhoven.nl/persberichten/nieuwe-eindhovense-steen-voor-groenere-binnenstad>

In de ondergrond van deze straten zitten nu al veel infrastructures. Gas, water, elektrisch, telecom etc. liggen kris kras over en onder elkaar door het centrum. De ondergrond is niet statisch, zeker niet in een binnenstad als die van Eindhoven. Sinds 2016 zijn er in totaal 98 graafacties uitgevoerd in de straten Stratumseind en Rechtestraat, waarbij de gemeente een belangrijke opdrachtgever is. Nieuwe ontwikkelingen die impact hebben op de ondergrond, zoals die voor de energietransitie en nieuwe hoogbouw, zijn te verwachten en dat maakt dat het zeker is dat er in de toekomst nog regelmatig gegraven zal worden.

Ontwikkelingen in de telecom

In de grond onder de Eindhovense straten liggen nu al veel verschillende types communicatiekabel: telefoonkabel, coaxkabel, glasvezel, kabels voor verkeersregelinstallaties, etc. (zie ook paragraaf 2.3) Een deel daarvan heeft nog een lang leven, een ander deel (telefonie) heeft de langste tijd gehad. KPN heeft zich voorgenomen het telefonienetwerk te vervangen door glasvezel. VodafoneZiggo zal haar bestaande coax-netwerk nog jaren in stand houden.

Voor 4G en 5G zullen de komende jaren meer antennes nodig zijn.³ De komende jaren zullen operators nog zo veel mogelijk gebruik maken van bestaande opstelpunten maar op termijn zullen ze op zoek gaan naar mogelijkheden voor celverdichting van hun (5G) netwerk. Hiervoor zullen zogenaamde 'small cell' antennes worden ingezet. Dit zijn kleinere antennes met een dekking van enkele tientallen tot enkele honderden meters. Dit zal vooral in de binnensteden het geval zijn.

IoT ofwel 'Internet of Things' is een verzamelnaam voor nieuwe toepassingen waarbij meer 'dingen' dan tot nu toe via internet kunnen communiceren en daarbij bijvoorbeeld data kunnen doorgeven over status van zichzelf en hun omgeving of op afstand kunnen worden bediend. Steden maken hier ook gebruik van in het kader van smart city toepassingen. Ook hier zijn communicatienetwerken en elektriciteitsnetwerken nodig, welke graafbewegingen vergen.

Innovatie in de ondergrond

Voor het graven in de binnenstad van Eindhoven is geen pasklare innovatie beschikbaar. De ondergrond van het centrum en specifiek de Rechtestraat en Stratumseind is te complex en de werkzaamheden die er gepland zijn, zijn te ingrijpend. Een combinatie van maatregelen kan helpen om later graafwerkzaamheden te beperken:

- Traditioneel graven is gezien de ingrijpende werkzaamheden en de complexe ondergrond de enige oplossing
- Het vooruit leggen van mantelbuizen onder de asfaltstrook in het midden van de Rechtestraat en Stratumseind lijkt wel verstoring van die asfaltstrook te kunnen voorkomen. Het is dus aan te raden om iedere 25 meter een aantal mantelbuizen te

³ 4G en 5G zijn voor het komende decennium de basis van mobiele netwerken. 2G en 3G worden in de periode tot 2025 afgeschakeld. (Vodafone heeft 3G al uit gezet)

leggen die de asfaltstrook kruisen. Mogelijk kan dit in de toekomst ook op drukke kruispunten en vergelijkbare locaties gedaan worden.

- Gezamenlijk aanleggen, ook voor toekomstig gemeentelijk gebruik, kan in Eindhoven voor alle publieke en marktpartijen een belangrijke kostenbesparing opleveren. Voor de gemeente is het wel belangrijk om op haar infrastructuur goed beheer te zetten of dit onder te brengen bij een organisatie als BRE. Het zelf in beheer hebben van ducts heeft in het verleden tot onverwachte kosten geleid en is daarom niet de meest optimale oplossing.
- Gedwongen medegebruik is niet eenvoudig te realiseren. De dreiging kan onderhandelingen tussen marktpartijen misschien faciliteren, maar in de praktijk lijkt dit van weinig praktisch nut.
- Het belangrijkste is veel en frequent overleg met eigenaren van infrastructures (ook die binnen de gemeente).

Geen van deze oplossingen is een panacee. Goed beleid, veel betrokkenheid, veel overleg klinkt als een standaard polderoplossing maar zal in de praktijk toch de beste oplossing blijken.

Strategische opties en conclusie

Er zijn vier mogelijke strategische opties besproken:

1. Zorg voor één open netwerk
2. Zorg voor een ondergrondse buizen of tunnel systeem (ducts, manholes, etc.)
3. Slim bestraten
4. Coördineren aanleg

De eerste optie, één groot open glasvezelnetwerk, valt in het perspectief van Stratix af. Het vergt te grote investeringen vooraf en kan tot discussies leiden met eigenaren van bestaande commerciële netwerken. De tweede optie is te duur en onpraktisch als door het hele centrum mantelbuizen gerealiseerd moeten worden. Wat wel werkt in de Eindhovense context zijn mantelbuizen die ongeveer per iedere 25 meter kruislings onder de asfaltbestrating gelegd worden. Die kruisen van mantelbuizen zouden dan in de middenstrook van Stratumseind, de Rechtestraat en andere straten in het rode steentjes gebied gelegd kunnen worden. Mantelbuizen onder het asfalt zijn ook praktisch op strategische locaties, zoals kruispunten. Op deze wijze wordt voorkomen dat in het asfalt gezaagd moet worden. De opties 3, slim bestraten en 4, coördineren van aanleg liggen in het verlengde van elkaar. Naar de mening van Stratix is het belangrijkste dat de bestrating eenvoudig weggehaald en opnieuw gelegd kan worden. Goed samenwerken met alle netwerkeigenaren is ook van grote waarde, maar geen panacee. Er zullen onverwachte werkzaamheden blijven ontstaan. Geen optie is perfect en dus zal de gemeente er blijvend rekening mee moeten houden dat er in de komende decennia grotere en kleinere graafwerkzaamheden in het centrum zullen zijn.

Het is praktischer om er rekening mee te houden dat de ondergrond in de toekomst nog vele malen zal opengaan, dan om te verwachten dat er grotendeels graafrust zal zijn. Toch zijn er wel aanbevelingen; de drie belangrijkste zijn:

- Ga veel, vaak en goed in gesprek met alle netbeheerders die al infrastructuur in het centrum hebben liggen en zij die er in de toekomst nog bij komen. Het is vaak mogelijk om een businesscase te maken die voor alle partijen rendabel kan zijn.

- Leg mantelbuizen met regelmatige afstanden aan om onder de asfalt middenstrook te komen. Maak deze beschikbaar voor alle netwerken. Dit maakt het eenvoudiger om van de ene kant van de straat naar de andere te komen.
- Zorg er in ieder geval voor dat de bestrating eenvoudig uit de grond kan en opnieuw gelegd kan worden en stel eisen aan de kwaliteit van deze werkzaamheden.

Voor de gemeente betekent dit vooral dat bij iedere graafbeweging er goed toezicht nodig is om ervoor te zorgen dat de impact op de bestrating en de bewoners/gebruikers van het centrum beperkt is. Daarbij vergt het van de gemeente dat het bij iedere graafbeweging communiceert met (bijna) alle netwerkeigenaren, om zoveel mogelijk coördinatie en samenwerking mogelijk te maken. Een graafvergunning is dan niet zomaar het afgeven van een goedkeuring, maar het nadenken over samenwerking en opties. Dit is goed mogelijk maar vergt dat alle lagen binnen de gemeente Eindhoven elkaar ondersteunen en scherp houden.

Concreet betekent dit dat de gemeente nu in overleg moet met alle netwerkeigenaren over de vernieuwing van de binnenstad. Aan aanbieders van FTTH zal gevraagd moeten worden om zoveel mogelijk nu hun werkzaamheden te doen. Aan aanbieders van 5G kan een proeftuin in het centrum aangeboden worden, waar nu innovaties uitgetest kunnen worden. De werkzaamheden hiervoor kunnen meegenomen worden in de visie/werkzaamheden voor het centrum. Ook binnen de eigen gemeentelijke organisatie zullen investeringen zoveel mogelijk naar voren gehaald moeten worden, zodat deze met de vernieuwing van het centrum gerealiseerd kunnen worden.

1 Introductie en aanpak

1.1 Aanleiding

De Brainport regio groeit en de binnenstad van Eindhoven ondergaat mede als gevolg daarvan de komende jaren een metamorfose. Wil Brainport Eindhoven zijn voorsprong behouden en versterken, dan is substantiële verbetering nodig van de agglomeratiekracht, de connectiviteit en het vestigingsklimaat. Zo zijn er ontwikkelingsplannen voor de Internationale Knoop XL, wat met name gebied rondom het station betreft, en de verdere binnenstad. Deze ontwikkeling moet de groeiende mobiliteitsbehoefte faciliteren, metropole allure uitstralen en een knooppunt in de Noord-Europese deltaregio worden. Het zal een aantrekkelijk, groen verblijfsgebied worden en het wordt een gebied met een interactieve, tijdelijke en circulaire identiteit, waarbij het gebied voortdurend verandert, en is ingericht voor hergebruik van gebouwen, openbare ruimte en materialen⁴.

Zo wordt het stationsgebied de plek een nieuw economisch centrum in het hart van de stad en biedt deze ruimte aan een groot aantal nieuwe inwoners van de stad. De komende jaren wordt verder veel nieuwe hoogbouw in de binnenstad gerealiseerd. Eindhoven verwacht een grote bevolkingsgroei. Het aantal woningen in de binnenstad zal minimaal verdubbeld worden. Het gevolg is dat in de komende jaren een groot aantal aanpassingen aan de ondergrond en bovengrond van de binnenstad gerealiseerd moeten worden.

De gemeente heeft zich voorgenomen om in 2020 de straten Stratumseind en Rechtestraat op de schop te nemen. De bestrating wordt volledig vernieuwd en zowel ondergronds als bovengronds worden vernieuwingen doorgevoerd. Deze drukke uitgaans- en winkelstraten zijn de eerste straten in het centrum die vernieuwd worden en zullen het voorbeeld zijn voor de vernieuwing van de andere straten.

1.2 Complicatie

Een complicatie bij de vernieuwing van deze twee straten en waarschijnlijk ook de rest van de binnenstad is dat de uitrol van FTTH en 5G waarschijnlijk extra antennes en glasvezelaansluitingen in het centrum zullen vereisen. De timing van de uitrol van deze technieken is echter gepland vanaf eind 2020. Worst case scenario is dat de nieuwe bestrating van de binnenstad er goed en wel in ligt en dat de straat dan alsnog (meermaals) open moet om glasvezel aan te leggen (bijvoorbeeld voor de 5G infrastructuur, Fiber to the Home, Smart City, etc.). Dit brengt nadelige financiële en maatschappelijke effecten met zich mee, zoals terugkerende overlast voor inwoners, winkeliers en bezoekers. Het gevolg kan daarnaast zijn dat de kwaliteit van de bestrating en het



Figuur 1 Rechtestraat (bron: Gemeente Eindhoven)

⁴ Flyer Fellenoord, <https://daf9627eib4jq.cloudfront.net/app/uploads/2019/05/Flyer-Fellenoord-180509.pdf>

straatbeeld weer snel afneemt. De uitstraling van de binnenstad komt daardoor onder druk te staan.

1.3 Vragen

Gemeente Eindhoven wil daarop anticiperen en onderzoeken wat zij zou kunnen doen om het aantal graafbewegingen na oplevering van de binnenstad tot een minimum te beperken en tegelijkertijd de glasvezelpartijen te verleiden om op de kortst mogelijke termijn glasvezel en daarna 5G in de binnenstad op een duurzame manier te realiseren. Daarvoor stelde de gemeente de volgende onderzoeksvragen:

1. *Toekomstbeeld efficiënt en toekomstbestendig glasvezel-grid (met 5G):* In beeld brengen hoe een efficiënt, toekomstbestendig glasvezel-grid voor de binnenstad er uit ziet, rekening houdend met wat er nu aan glasvezel aanwezig is, rekening houdend met de komst van 5G en anticiperende op ontwikkelingen zoals de nieuwe wetgeving en de ambitie van de Brainport regio.
2. *Handelingsperspectief toekomstbestendig glasvezel-grid (met 5G):* Komen tot een handelingsperspectief: wat is de best mogelijke technische oplossing, om mee te nemen in de bestaande en deels al geplande werkzaamheden rondom de ruimtelijke ontwikkeling van het gebied, om maximaal voorbereid te zijn op de toekomstige situatie en die de maatschappelijke (en financiële) nadelen zoals bovenstaand beschreven minimaliseert?
3. *Efficiënt (her)gebruik van gemeentelijk glasvezel:* gemeente Eindhoven beschikt al over glasvezel voor eigen gebruik zoals ten behoeve van slimme VRI's, veiligheidscamera's en eigen gemeentelijk datanetwerk. Ook andere beleidsvelden zoals Veiligheid en Openbare Ruimte hebben in toenemende mate behoefte aan gebruik van glasvezel. Daar waar mogelijk is gezamenlijk gebruik van glasvezel vanuit efficiëntie wenselijk, zoals bijvoorbeeld het aansluiten van sensoren voor de Proeftuin 'Inzicht Verlicht' van de Roadmap Licht, op het glasvezel netwerk dat aangelegd is ten behoeve van VRI's. Uiteraard mag dit niet tot problemen leiden voor de oorspronkelijke gebruiker(s) van het glasvezel en dient er een goede governance te zijn, waarbij ook naar de inkomsten voor de gemeente gekeken wordt. Om deze reden wil gemeente Eindhoven graag weten wat de randvoorwaarden zijn die geborgd moeten worden om het oorspronkelijke gebruik voor VRI's te garanderen en toch ook I(o)T infrastructuur voor andere toepassingen aan te sluiten op het glasvezel. Wat zijn de mogelijke nadelen voor de werking van de VRI's en welke maatregelen kunnen genomen worden om die weg te nemen c.q. aanvaardbaar te maken.



Figuur 2 Informatiezuil (foto: Stratix)

1.4 Onze analyse van de vraag

Uit de opdrachtformulering, gesprekken in de gemeente en telefoongesprekken is voor ons een beeld ontstaan van een situatie die zich in toenemende mate voordoet in veel gemeenten.⁵ De ondergrond en bovengrond, zeker in stadscentra, is al vol en toch zijn er in komende jaren nog een aantal ontwikkelingen die zullen leiden tot nieuwe kabels en leidingen, met mogelijk allerlei graafwerkzaamheden tot gevolg.

De gemeente heeft de regie over de openbare ruimte en is ook degene waar naar gekeken wordt als de grond (weer) open gaat, met alle gevolgen voor burgers, winkels en bedrijven. Een goede planning en verantwoording van keuzes is dan ook essentieel.

Om deze goede planning en verantwoording te kunnen maken formuleerden wij de volgende sub vragen:

1. Welke ontwikkelingen op het vlak van telecom (5G, FTTH, IoT), maar eventueel ook elektriciteit en warmte komen er de komende jaren aan, die zorgen dat er nieuwe kabels en leidingen aangelegd moeten worden?

De telecom ontwikkelingen zijn beschreven in Hoofdstuk 3. De verwachte ontwikkelingen ten aanzien van Energietransitie worden besproken in hoofdstuk 2.

2. Welke infrastructuur ligt nu al in de straten Stratumseind en Rechtestraat? En wat zijn de plannen voor deze twee straten?

In hoofdstuk 2 wordt de huidige infrastructuur in deze straten beschreven. Hier wordt ook de verwachte ontwikkelingen ten aanzien van telecom en andere infrastructuur besproken.

3. Wat ligt er globaal in de rest van het centrum onder de grond en wat zijn de plannen voor deze gebieden (denk bijvoorbeeld aan het stationsgebied)?

Ook wordt in hoofdstuk 2 de situatie in de rest van het centrum beschreven.

4. Hoe mag er verwacht worden dat de nieuwe infrastructuren uitgerold gaan worden door het centrum (ondergronds, via de achterkant, draadloos etc.)?

Deze vraag wordt deels in hoofdstuk 2 en deels in hoofdstuk 3 behandeld.

5. Welke technieken zijn er beschikbaar om sleufloos nieuwe ondergrondse infrastructuur te realiseren of om vooraf ducts, buizen, sleuven etc. te realiseren die later de uitrol van nieuwe infrastructuur vereenvoudigen? Hierbij wordt aangesloten bij eerder onderzoek dat al door de gemeente is uitgevoerd.⁶

Hierop gaan we in hoofdstuk 4 in.

6. Welke beleidsmatige en juridische mogelijkheden zijn er om 'Slim Graafwerk' af te dwingen in de markt? Hoe wordt beheer en exploitatie ingericht? Zijn er staatsteun-

⁵ Bij de start van de opdracht was het uitgangspunt dat de gemeente alleen de bestrating zou vervangen. Dit is een vervanging van de bovenste 20-30cm en dus is er geen sprake van al te ingrijpende veranderingen in de ondergrond. Voortschrijdend inzicht heeft dit aangepast. In het rapport wordt nu uitgegaan van een vervanging van de riolering, wijzigingen in de waterleiding en wijzigingen in de elektriciteitsnetwerken. Het rapport is hier op aangepast.

⁶ Innovatieproject Kabels en Leidingen Stationsplein-Zuid te Eindhoven. 20 April 2017

vragen? Wat voor governance structuur is er nodig als er vooraf infrastructuur wordt aangelegd (ducts, goten, manholes etc.) en welke inkomsten kan de gemeente hiervoor verkrijgen?

Dit wordt met name in de paragrafen 4.5 en 4.6 beschreven.

7. Wat zijn de belangrijkste variabelen waar de gemeente mee kan spelen in de combinatie inrichting straat, inrichting ondergrond en bovengrond, verwachte tijdslijn telecomoperators, juridische opties en governance? Wat worden dan de strategische opties?

De strategische opties worden beschreven in Hoofdstuk 5

8. Welke keuzes kan de gemeente maken in de afweging van de strategische opties?

Dit wordt beschreven in de hoofdstukken 4, 5 en 6.

9. Welke keuze adviseert Stratix?

Hierop komen we met name terug in hoofdstuk 5 met conclusies en aanbevelingen.

2 Een slimme nieuwe binnenstad

Eindhoven heeft een mooi centrum en dat moet in de komende jaren nog mooier worden. Eindhoven is ambitieus, en streeft ernaar dat technologische innovaties in Eindhoven 5 jaar eerder gebeuren dan dat ze mainstream zijn in de rest van de wereld.

In dit hoofdstuk beantwoorden we de volgende vragen:

- Welke infrastructuur ligt nu al in de straten Stratumseind en Rechtestraat? En wat zijn de plannen voor deze twee straten?
- Welke plannen zijn er in het algemeen voor het centrum en Eindhoven als 'slimme stad'?

Voor de beantwoording werd onder andere geput uit documentatie van de Gemeente Eindhoven met betrekking tot infrastructuur en graafwerkzaamheden in het centrum en interviews met [Albert Reiling, Victor Wijdeveld en Mieke van Schaikdrie \(beleids\)ambtenaren van de Gemeente Eindhoven](#).

2.1 Het centrum van Eindhoven verleden en toekomst

Het centrum van Eindhoven kenmerkt zich door relatief veel laagbouw voor winkels en woningen. Het centrum is in de Tweede Wereldoorlog gebombardeerd en heeft daardoor vooral naoorlogse bebouwing. Het is het winkelcentrum voor de Brainport Regio. Het gebied is in staat een totaalbeleving te bieden aan de consument met vernieuwingen in de retail, een uitgebreid horeca-aanbod, culturele trekkers en een divers evenementenprogramma. Investerings in het stadscentrum hebben een positief effect gehad, getuige het feit dat de binnenstad van Eindhoven in 2011 is bekroond met de titel 'Beste Binnenstad van Nederland 2011-2013'.⁷

Er staan in het centrum ingrijpende wijzigingen gepland. Er moet meer in het centrum geleefd worden. Het centrum dient vergroot te worden en er dient meer hoogbouw te komen. Vooral ten noorden van het station komen er meer dan 5000⁸ woningen bij, dit wordt de Internationale Knoop XL genoemd. De ambitie van het programma Eindhoven Internationale Knoop XL is om de Eindhovense identiteit van technologie, design en kennis te verbinden aan het gebied. De omgeving rond het station moet hét visitekaartje worden van Brainport Eindhoven en Brabant. Een plek waar mensen elkaar ontmoeten, waar uitwisseling plaatsvindt en waar de economische kracht van de regio zichtbaar en voelbaar is. Het gebied wordt het middelpunt tussen toplocaties in de regio en een gebied dat de regio nationaal en internationaal verbindt⁹.

⁷ Detailhandelsvisie Stedelijk Gebied Eindhoven, BRO 2015

⁸ KNOOPXL <https://www.eindhoven.nl/projecten/knoopxl>

⁹ Stationsgebied Eindhoven: overheden zoeken partners voor ontwikkeling, MinBZK, 16-05-2019 <https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2019/05/16/stationsgebied-eindhoven-overheden-zoeken-partners-voor-ontwikkeling>



Figuur 3: Groen concept herinrichting centrum (bron: ontwerp herinrichting openbare ruimte boeiende binnenstad, work in progress, juli 2019)

Alhoewel een groot deel van de ontwikkeling zich richt op het gebied ten noorden en westen van het station is het de bedoeling dat ook het bestaande centrum worden vernieuwd. Dit is het gebied ten zuiden van het station rond Stratumseind en Rechtestraat, waar nu het belangrijkste winkelgebied en horeca is. In deze gebieden zal ook meer hoogbouw komen en meer een mix van wonen en werken gerealiseerd worden. Ook zal het centrum groener worden en beter aangepast aan het klimaat. Het is nog niet duidelijk waar deze hoogbouw precies zal komen. Hoogbouw vereist een uitbreiding van de infrastructuur naar de hoogbouw locatie.

2.2 Stratumseind en de Rechtestraat

Stratumseind en Rechtestraat maken deel uit van het zogenaamde "rode steentjes gebied". Dit gebied is het winkel- en uitgaansgebied van Eindhoven en het visitekaartje van de stad. Het gebied is wandelgebied en kent maar zeer beperkt toegang voor fietsers en auto's. Bevoorrading van de winkels gebeurt wel via het rode steentjes gebied, omdat Eindhovense winkelstraten veelal geen "achterom" hebben. De bevoorrading gebeurt 's ochtends via de voordeur.

De rode steentjes zijn nodig aan vervanging toe. Ze zijn al meer dan 25 jaar oud. In de loop der jaren zijn er verzakkingen gekomen, zijn er steentjes gebroken en zijn de oorspronkelijke lijnen en ideeën verwaterd door nieuwe stedelijke ontwikkelingen. Dus zelfs al zou er geen groot plan zijn tot vernieuwing van de binnenstad, dan nog is het reëel dat de grond open gaat en er nieuwe bestrating en straatmeubilair nodig is.

Alle straten krijgen een gelijkvloerse stoep-straat-stoep indeling, begrensd door banden in natuursteen. Er is een nieuwe steen voor het gebied ontwikkeld. De nieuwe, Eindhovense steen



Figuur 4 De nieuwe Eindhovense steen

is van modern beton en heeft een warme, grijze basiskleur. De levendige schakering van kiezeltjes in verschillende kleuren verwijst naar de ondergrond. De nieuwe betonsteen komt in de stoepen, het straatgedeelte (middenloper) wordt uitgevoerd in asfalt of materiaal met dezelfde eigenschappen. Zo'n honderd bomen en (onder)beplanting moeten de binnenstad een groener karakter geven, passend bij het Brabantse landschap. Ondergronds komt een klimaatadaptief watersysteem, door de aanleg van gescheiden riolering en ondergrondse berging.¹⁰

Het doel is om Stratumseind en Rechtestraat de voorbeelden te maken die als mal voor de rest van de ontwikkeling van de binnenstad gelden. De principes die daar gebruikt worden, worden ook elders toegepast, maar dan wel aangepast op het gebruik van die straten.

¹⁰ <https://www.eindhoven.nl/persberichten/nieuwe-eindhovense-steen-voor-groenere-binnenstad>



Figuur 5 Visie Rechtestraat

2.3 Wat zit er al in de ondergrond?

In de start workshop liet [en](#) Stratix (heel gechargeerd) het verschil zien tussen de perceptie en de realiteit van de ondergrond. Het linker beeld is dat van de ontwerpers van de nieuwe binnenstad. Het toont een ondergrond die bijna net zo mooi en geordend is als de bovengrond. Er liggen, perfect symmetrisch, een paar buizen voor riolering, water, gas, en telecom aan beide kanten. De realiteit is op de foto ernaast zichtbaar. Een foto genomen in de Kerkstraat laat zien dat er minimaal 60 jaar geschiedenis in de grond zit. Deze geschiedenis drukt zich uit in hoe de infrastructuur onder en boven elkaar ligt; in bochtjes, kruisingen en aftakkingen en in lagen waarbij het nieuwste vaak boven ligt. Het ziet er nu niet altijd logisch uit. Zo ligt telecom veelal bovenaan. Dit is niet alleen omdat het jongste netwerk is (glasvezel wordt pas de laatste 20 jaar op grote schaal toegepast), het is ook omdat glasvezelnetwerken minder dan water of koper last hebben van vorst. Ze kunnen dus ook ondieper worden gelegd.¹¹

¹¹ Eindhoven loopt voorop in Nederland, doordat het glasvezel kabels laat leggen op 40cm diepte, waar andere steden dit vaak nog op 60cm doen. Koperkabels moeten op 60cm diepte vanwege vorstgevoeligheid. Door dit op 40cm diepte te doen is het eenvoudiger om middels de goedkopere borsteltechniek glasvezel aan te leggen. De ervaring van Eindhoven is dat er evenveel of zelfs minder graafschades zijn, omdat graafploegen voorzichter te werk gaan.



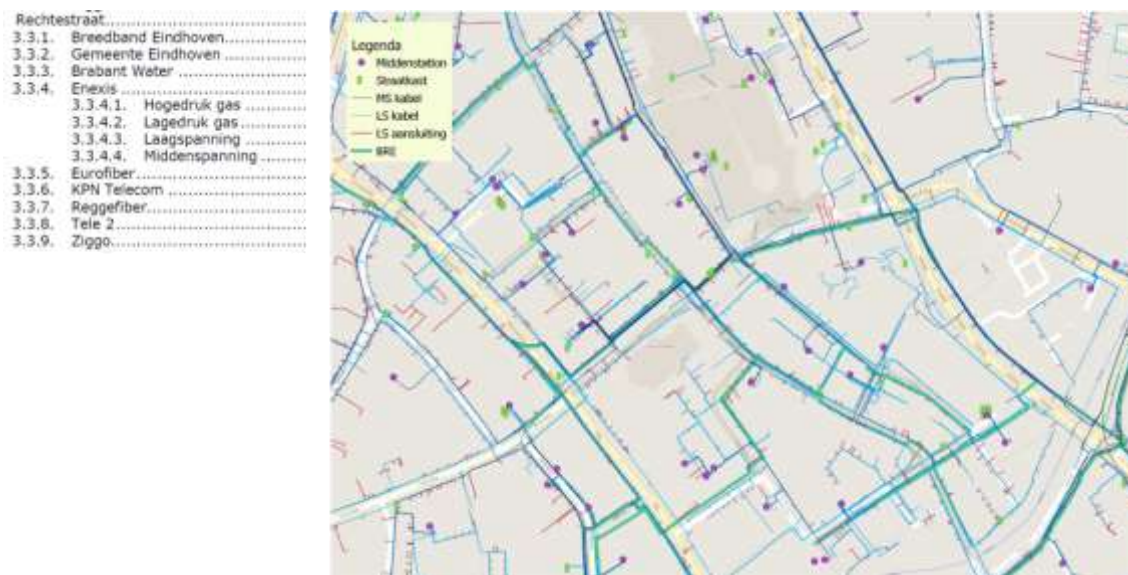
Figuur 6 De ondergrond van Eindhoven (theorie en praktijk)

In de straten Stratumseind en Rechtestraat ligt in ieder geval de volgende infrastructuur:

- Riolering: veelal onderaan, kan soms erg oud zijn en aan vervanging toe. Eindhoven wil naar een gescheiden riool voor hemelwater en een voor afvalwater. Dit betekent een vervanging van het huidig netwerk en meer ruimtebeslag.
- Elektriciteit: de structuur lijkt vaak niet logisch meer. Oud en nieuw zijn zeer met elkaar vervlochten. Toevoegingen en vervangingen gebeurden vaak op basis van wat mogelijk was, waardoor het maar zo kan zijn dat aangrenzende panden via alternatieve routes aangesloten zijn, omdat via die kant wel capaciteit beschikbaar was en niet een hele straat hoefde te worden opengebroken.
- Water: diep genoeg om niet te bevriezen. Iets meer gestructureerd dan elektriciteit maar daardoor soms ook veel ouder dan elektriciteit, hetgeen het kwetsbaar kan maken. Tijdens het onderzoek werd bekend dat het waterleidingnet in de Rechtestraat vervangen moet worden.
- Gas: uit de jaren 60 en 70, nu bijna aan het einde van zijn eerste leven. De afschakeling van gas zal waarschijnlijk nog 20-30 jaar duren, maar het is nog onbekend of het een tweede leven krijgt door middel van waterstof.
- Telefonie (koper): veelal uit de jaren 60 en 70, zeker in het centrum van steden, maar soms nog veel ouder. Vroeger voor spraak, nu vooral voor data (DSL) en alarm-systemen. Nu aan het einde van zijn economische leven, maar afschakeling in heel Nederland duurt nog wel 10 (misschien wel 20 jaar).
- Kabel (koper): ooit uitgerold voor televisie ter vervanging van antenne-installaties op daken. Nu een multifunctionele communicatie infrastructuur waar de levensduur met de nieuwste technieken (Docsis 3.1) waarschijnlijk weer met 10-20 jaar verlengd is.
- Glasvezel(ducts): de glasvezelkabel wordt in plastic buizen gelegd. Wordt sinds eind jaren 90 grootschalig uitgerold. In een buis kunnen honderden vezels geblazen worden, vaak worden hierbij buis in buis constructies gebruikt. Wordt steeds meer naar huizen gelegd voor FTTH, maar ook naar straatkasten FTTB en in toenemende mate ook voor sensoren en camera's.

In principe zijn alle locaties waar kabels en leidingen liggen geregistreerd in het KLIC. Toch blijkt zo nu en dan dat de locatie waar de kabel of leiding ligt, niet helemaal accuraat is

geregistreerd. Dit is wel verbeterd sinds de wetgeving veranderd is; graafschade moet betaald worden door de netwerkeigenaar als er geen juiste informatie is geregistreerd of verstrekt.



Figuur 7 De ondergrondse netwerken in het centrum van Eindhoven (bron: Stratix geografische database op basis van diverse publieke bronnen)

Doordat de riolering, het water en mogelijk ook de elektriciteit in het komende jaar vervangen gaat worden, is het mogelijk veel ingrijpendere oplossingen voor te stellen. Het is nu ook waarschijnlijk dat deze werkzaamheden de ontstane spaghetti aan netwerken en 50 jaar aan lokale oplossingen zullen proberen recht te trekken en rationaliseren, zodat de infrastructuur in de komende jaren minder en kleinere ingrepen nodig heeft. Toch zal het ook dan niet perfect worden alleen al omdat er straat voor straat gewerkt moe worden.

2.4 Werkzaamheden in de ondergrond

De ondergrond is niet statisch, zeker niet in een binnenstad als die van Eindhoven. Sinds 2016 zijn er in totaal 98 graafacties uitgevoerd in de straten Stratumseind en Rechtestraat¹². Deze graafacties zijn als volgt onder te verdelen:

- 13 acties in verband met calamiteiten;
- 14 acties in handholes (bestaande koppelpunten waar gemakkelijker bij te komen is);
- 8 acties zijn vergunning houdend (langere afstanden variërend van 30-220m);
- 40 acties zijn voor elektriciteit en water;
- 58 acties (de rest) is telecom gerelateerd.

Alleen al in dit gebied van twee straten zijn er regelmatig kleinere of grotere werkzaamheden in de ondergrond, meer dan 20 keer per jaar gemiddeld, waarvan grotere werkzaamheden gemiddeld minimaal 2 keer per jaar. De gemeente zelf is een van de grootste opdrachtgevers

¹² Data met dank aan Albert Reiling

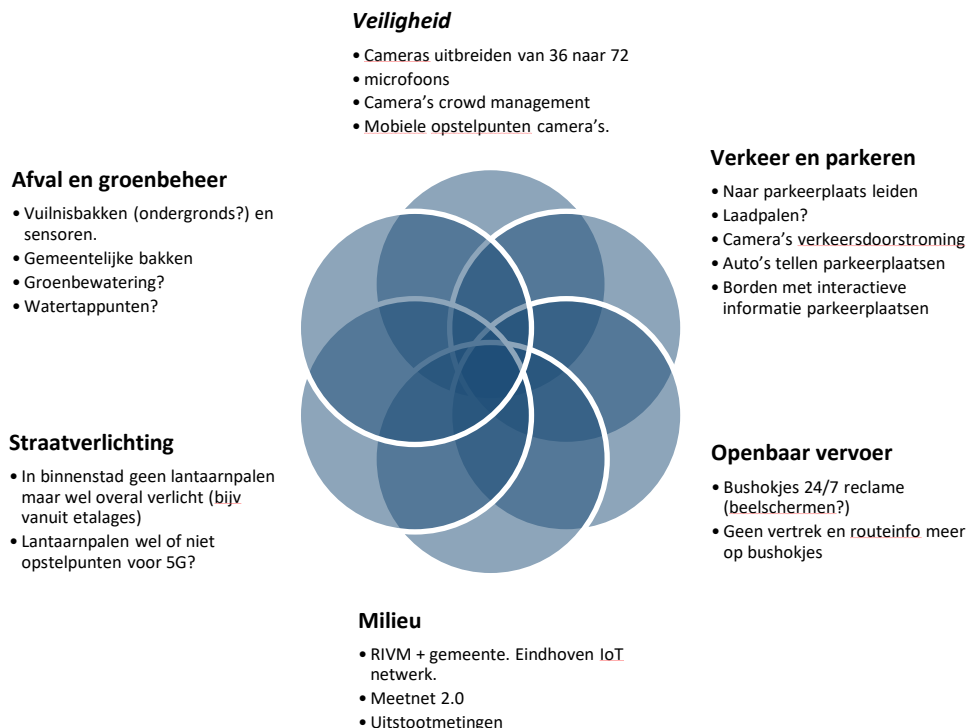
van deze werkzaamheden, bijvoorbeeld voor camera toezicht. Ook de informatiezuilen in de Rechtestraat hebben graafwerkzaamheden nodig gehad. Veel van de telecom gerelateerde werkzaamheden zijn bedrijven en instanties die een glasvezel aansluiting nodig hebben of de aanleg van een antenne voor een mobiel netwerk. 40 werkzaamheden voor water en elektriciteit, kunnen zeer gevarieerd zijn; onderhoud, reparatie, maar ook nieuwe aansluitingen of het opwaarderen van aansluitingen voor nieuwe klanten.

Wat dit vooral laat zien is dat zelfs met de "normale" ontwikkeling van een stad er nog veel werkzaamheden in de ondergrond zijn. Deze vereisen het openbreken van de straat, het trekken van nieuwe kabels en leidingen en verstoren daarmee de bovengrond. De grotere werkzaamheden kunnen ook langer en korter invloed hebben op het gebruik van de stad. Vandaar dat gemeenten altijd op zoek zijn naar innovaties die het effect van werkzaamheden in de ondergrond zoveel mogelijk te beperken.

2.5 Wat voor plannen zijn er voor Eindhoven als Smart City?

In het collegeprogramma is opgenomen dat Eindhoven als effect gerealiseerd wil zien, dat de digitale infrastructuur zodanig wordt opgewaardeerd, dat zij hierin 5 jaar voorop loopt ten opzichte van de rest van Nederland. Als het goed is, dan is het centrum van Eindhoven een ruimte waar andere steden kunnen zien hoe zij het over 5 of 10 jaar ook (willen) hebben. Het blijkt dat bij veel gemeentelijke instellingen ideeën leven om bij te dragen aan de ontwikkeling van Eindhoven als Smart City¹³. Het gaat hier echter in veel gevallen niet om vast omlijnde plannen maar meer om voornemens, en de implicaties daarvan voor straatmeubilair, bestrating of ondergrond zijn hierdoor vaak nog niet te kwantificeren.

¹³ <http://smartcity.nl/kennisbank-smart-city/>



Figuur 8 De facetten van Eindhoven Smart City

Er zijn wel ontwikkelingen die redelijk zeker zijn en waar de binnenstad rekening mee moet houden. Te denken valt aan camera's, slimme verkeersregelininstallaties, geluidssensoren (microfoons), verkeersbegeleiding, slimme lantaarnpalen, OV-informatie. Niet alles zal in Stratumseind en Rechtestraat worden gerealiseerd, omdat het een wandelgebied is en geen autoverkeer/openbaar vervoer kent. Lantaarnpalen zullen naar alle waarschijnlijkheid ook niet hier toegepast worden. Er wordt nu gezocht naar innovatieve verlichtingsconcepten.

Eén van de belangrijkste uitdagingen bij deze plannen is dat ze voortkomen uit ontwikkelingen en verbeteringen in verschillende onderdelen van de gemeente, zoals veiligheid / handhaving, beheer van openbare ruimte, parkeerbeleid en verkeersbeheer, openbaar vervoer en milieu-beheer. Veelal zijn die organisaties gewend om in een zekere zelfstandigheid hun oplossingen te kunnen kiezen, waardoor er vele connectiviteitsoplossingen dreigen te ontstaan, waar het in veel gevallen handig is om voor één gezamenlijke aanpak te kiezen.

Door de gemeente zijn verschillende stappen gezet om te komen tot meer overleg en een meer gezamenlijke aanpak van connectiviteit. Een onderdeel hiervan is het streven naar inzet van BRE (glasvezel)infrastructuur waar mogelijk.

2.6 Energietransitie

In dit onderzoek is de energietransitie niet diepgaand uitgezocht. De reden hiervoor is, dat de implementatie van de transitie nog zeer onduidelijk is. Het is overduidelijk dat de energietransitie zijn effect zal hebben in de ondergrond, maar het hoe en wat is nog zeer onduidelijk. Wel is duidelijk dat de ingrijpendere werkzaamheden aan het riool het ook mogelijk maken om de

bestaande energie infrastructuur op te waarderen en sommige locaties 50 jaar aan kleinere wijzigingen recht te trekken. De energietransitie kan ook tot conflicten leiden over de inrichting van de ondergrond, want het is waarschijnlijk dat er zo nu en dan te weinig ruimte is of dat iemand water bij de wijn moet doen.

Op dit moment wordt er nog veel gebruik gemaakt van aardgas, maar de trend is richting gasloos. Alleen als gas uit andere bronnen, zoals waterstof, kan worden aangevoerd is de impact op de infrastructuur beperkt¹⁴. Maar de kans is groter dat zal worden ingezet op warmtevoorziening door middel van warmtepompen en warmtedistributienetten die bijvoorbeeld restwarmte van energiecentrales en datacentra gebruiken voor het verwarmen van woningen, kantoren en winkels. Beide varianten hebben een enorme impact op de infrastructuur. Het zal lastig zijn om bijvoorbeeld utility ducts hier al op voor te bereiden. Afhankelijk van de keuze moet het gasnet opgewaarderd worden, moet het elektriciteitsnet verzaamd worden of moet er een waterleidingennet voor warmte worden uitgerold. Er is een kans dat 2 van de 3 oplossingen parallel gaan worden gebruikt. De keuzes voor de binnenstad en Eindhoven zijn nog lang niet gemaakt.

Uit interviews bleek wel dat de energietransitie op de agenda staat van de nutsbedrijven. Het is duidelijk geworden dat bestaande kabels en leidingen in het centrum moeten worden opgewaarderd. Doordat de grond diep open gaat, geeft dit de mogelijkheid om elektriciteitskabels op te waarderen en de waterleiding te vernieuwen, maar keuzes voor stadsverwarming of warmtepompen spelen nog niet. Hierdoor is het waarschijnlijk dat er in de komende jaren nog meer werkzaamheden in de ondergrond zullen zijn.

2.7 Andere ontwikkelingen die effect hebben op de ondergrond

Er zijn ook nog andere ontwikkelingen die mogelijk effect hebben, waar in dit onderzoek niet dieper naar is gekeken.

Mogelijke milieuschade oude infrastructuur: op dit moment ligt nog een grote hoeveelheid oude kabels en buizen in de grond. Een deel daarvan is inmiddels ongebruikt. Deze infrastructuur bevat waarschijnlijk zware metalen en plastics maar mogelijk ook asbest. Of, wanneer en hoe oude ongebruikte infrastructuur zal worden weggehaald heeft invloed op een eventuele oplossing. Nu de bodem diep open gaat, geeft dit in ieder geval de ruimte om zoveel mogelijk de oude infrastructuur te verwijderen.

Elektrisch rijden: De overheid heeft als doelstelling dat in 2030 geen nieuwe auto's meer verkocht worden die vervuilende stoffen uitstoten¹⁵. Er is discussie of deze mijlpaal haalbaar is maar dat het aantal elektrische voertuigen snel zal toenemen staat vast. Dit betekent ook een toename van de behoefte aan laadpalen. Voor de autovrije en autoluwe straten zoals Stratumseind en Rechtestraat is dit minder relevant, maar voor het overige centrum wel. Ook

¹⁴ Of als de infrastructuur in een snelle transitie kan worden omgezet van aardgasdistributie naar bijvoorbeeld waterstofgasdistributie, maar dit lijkt een nogal utopische gedachte.

¹⁵ <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/auto/overheid-stimuleert-milieuvriendelijker-rijden>

kan het invloed hebben op de elektriciteitsvoorziening van bijvoorbeeld parkeergarages. Hiervoor moeten mogelijk extra elektriciteitskabels gelegd worden.

Einde levensduur bestaande kabels en leidingen: Een deel van de kabels en leidingen zal enige tientallen jaren oud zijn. Het was aan het begin van het project niet goed in te schatten of er in de komende tien jaar grootschalige vervanging nodig is van deze kabels. Of en hoe deze kabels en leidingen vervangen worden zal aan de betreffende netbeheerder moeten worden gevraagd. Nu het duidelijk is dat de riolering en waterleiding wordt vervangen, is het zaak om zoveel mogelijk ook andere infrastructuur, zoals elektriciteit en gas te vervangen of te verbeteren.

Water: Er zijn mogelijk aanpassingen in het centrum nodig om het water beter te verwerken. Eindhoven heeft een meervoudig probleem. Vroeger stond het grondwater veel hoger dan nu het geval is. Dit grondwater daalde door het industriële gebruik. Nu neemt het industriële gebruik af en stijgt het grondwater. Een deel van Eindhoven bestond vroeger uit grachten, deze grachten zijn nu gedempt, maar hebben nog wel hun effect op de waterhuishouding. Het gaat naar verwachting in de toekomst ook harder regenen. Er moet dus meer water weggevoerd kunnen worden. Er is besloten om een deel van de waterberging onder de grond te doen en een gescheiden afvoersysteem voor hemelwater en rioolwater te introduceren. Ook dit legt zijn beslag op de ondergrond.

2.8 Conclusie

De vraag aan het begin van dit hoofdstuk was:

- Welke infrastructuur ligt nu al in de straten Stratumseind en Rechtestraat? En wat zijn de plannen voor deze twee straten?
- Welke plannen zijn er in het algemeen voor het centrum en Eindhoven als 'slimme stad'?

De conclusie is dat er al veel verschillende infrastructuren in het centrum liggen. Gas, water, elektrisch, telecommunicatie, maar ook systemen voor toezicht en informatievoorziening van de gemeente. In de toekomst zorgen telecommunicatie, smart city en energietransitie in ieder geval voor werkzaamheden in de ondergrond, waar bij de herinrichting van de stad rekening mee gehouden moet worden. Doordat de grond dieper open gaat, kan een deel van het netwerk verbeterd worden en generationaliseerd, maar dat beperkt het aantal toekomstige graafbewegingen maar gedeeltelijk.

3 Communicatie; kabels en antennes

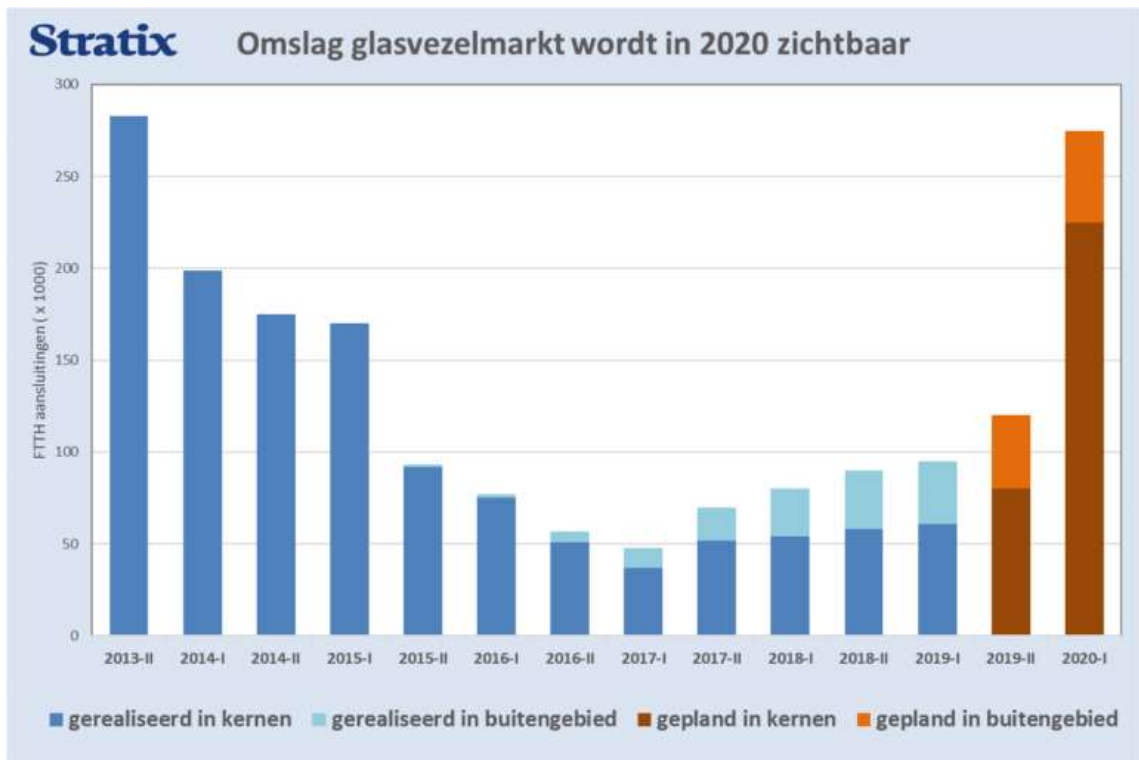
Telecommunicatienetwerken zijn de basis waarop slimme steden gebouwd zullen worden. In dit hoofdstuk gaan we in op de bestaande netwerken, de verwachte nieuwe netwerken en de verwachte timeline waarop het uitgerold gaat worden. Stratix verwacht dan ook dat in de komende jaren in Stratumseind en Rechtestraat (en de rest van het Eindhovense centrum) nog een aantal nieuwe netwerken uitgerold zullen gaan worden. Op dit moment ligt in de Rechtestraat alleen glasvezel van BRE. De uiteinden van Rechtestraat en Stratumseind worden ook door andere glasvezelnetwerken bereikt zoals die van KPN, VodafoneZiggo en Eurofiber.

3.1 Wat voor telecom is er nu, wat gaat weg en wat blijft?

In de grond onder de Eindhovense straten liggen nu al veel verschillende types communicatiekabel: koperen telefoonkabel, coaxkabel, glasvezel, kabels voor verkeersregelinstallaties, etc. (zie ook paragraaf 2.3) Een deel daarvan heeft nog een lang leven, een ander deel (telefonie) heeft de langste tijd gehad.

Al vele jaren wordt betoogd dat de klassieke koperen telefoonlijn zijn langste tijd wel gehad heeft omdat er veel minder data over kan worden vervoerd dan bijvoorbeeld coaxkabel of glasvezel. Maar zeker in binnensteden is aanleg van Fiber to the Home en Fiber to the Office relatief duur en organisatorisch complex. En door allerlei slimme technieken kunnen er steeds hogere datasnelheden door dit oude koperkabeltje worden getransporteerd, mits over korte afstand. Telecombedrijven met klantenaansluitingen op DSL kozen er daarom tot nu toe meestal voor om de snellere glasvezelverbindingen tot in de straat aan te leggen, maar niet tot in de huizen, en voor het laatste stukje nog steeds de oude infrastructuur te gebruiken. Datzelfde geldt voor de aanbieders van coaxkabelaansluitingen. Het vervangen van de laatste aansluitingen naar de huizen en bedrijven kon hierdoor nog steeds kan worden uitgesteld en daarmee voor de korte termijn kosten bespaard. In Eindhoven zien we dit doordat een deel van de stad een paar jaar geleden verglaasd is door Reggefiber, maar dit werd stop gezet na de overname van Reggefiber door KPN.

Toch zien we dat glasvezelaanleg zowel in de kernen als de buitengebieden nu in een versneling is gekomen. Als glasvezel er eenmaal ligt zijn de operationele en onderhoudskosten namelijk veel lager, en bovendien kan er met glasvezel gemakkelijker worden doorgegroeid naar hogere snelheden. Verder rapporteert KPN dat zij op glasvezel netwerken een veel groter marktaandeel heeft, terwijl de uitrol kosten gedaald zijn. Vandaar dat KPN aangekondigd heeft in tot en met 2021 1 miljoen woningen in Nederland van FTTH te voorzien.

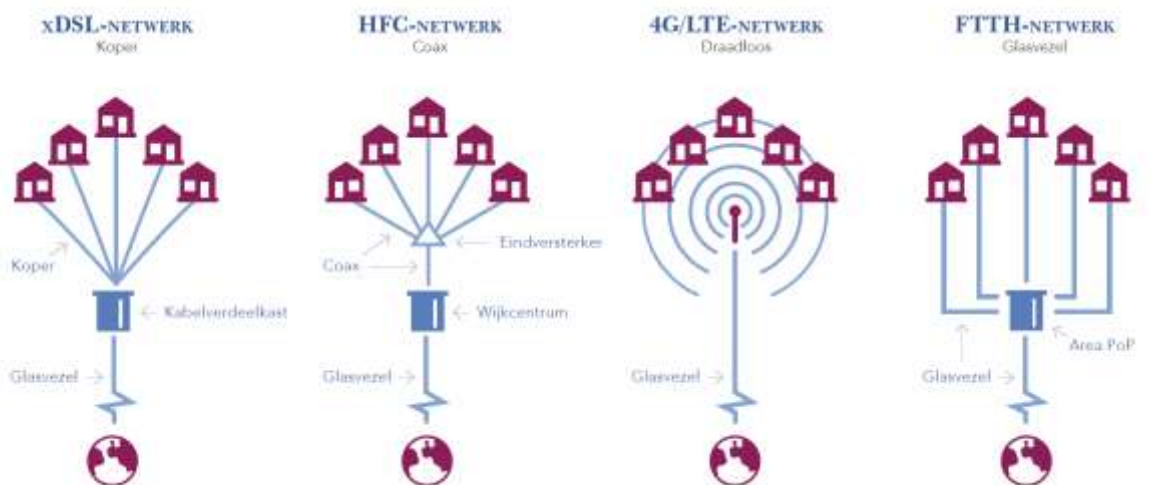


Figuur 9 Aantal nieuwe FTTH aansluitingen in Nederland per halfjaar (mrt-sept / sept-mrt)

In de volgende paragrafen gaan we eerst in op de uitrol van glasvezel (3.2) en dan op de uitrol van 5G netwerken (3.3)

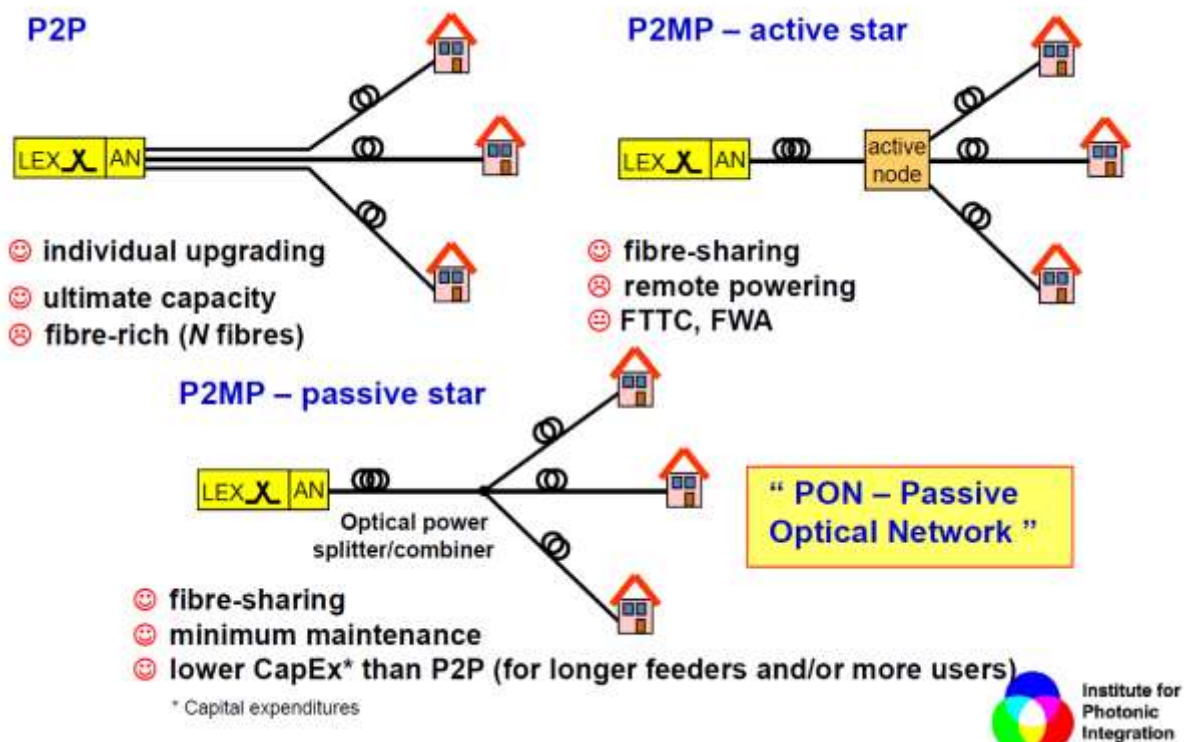
3.2 Glasvezel is de basis waarop we bouwen

Bij koper, coax en zelfs draadloze eindverbindingen worden glasvezelverbindingen gebruikt tot steeds dichterbij de eindgebruiker.



Figuur 10: verschillende aansluitnetwerken (bron: Stratix)

Bij FttH uitrol is in Nederland historisch gezien (onder andere door Reggefiber) veel gebruik gemaakt van individuele punt-punt verbindingen naar PoPs. Inmiddels wordt meer en meer gebruik gemaakt van Passive Optical Networks, PONs waarbij dichtbij de PoP 1 vezel wordt gebruikt die dichtbij de eindgebruiker passief wordt gesplitst in meerdere vezels elk voor elke aansluiting.



Figuur 11: Glasvezel topologieën (bron: prof. Ton Koonen, TUE)

Nadeel is dat 1 vezel wordt gebruikt voor meerdere aansluitingen en dus capaciteit gedeeld moet worden en ook meerdere aansluitingen dezelfde informatie kunnen ontvangen (die door encryptie en/of verschillende kleuren van elkaar gescheiden zijn). Voordeel is dat in en nabij de PoP simpeler en goedkopere oplossingen kunnen worden gebruikt, en dat bij kabelbreuk dichtbij de PoP niet heel veel individuele fibers voor elke eindgebruiker hoeven te worden gelast.

3.3 4G en 5G; meer en meer antennes

De komende jaren zullen operators nog zo veel mogelijk gebruik maken van bestaande opstelpunten maar op termijn zullen ze op zoek gaan naar mogelijkheden voor celverdichting van hun (5G) netwerk. Hiervoor zullen zogenaamde 'small cells' worden ingezet met dekking

van enkele tientallen tot enkele honderden meters¹⁶. Deze small cells zijn kleiner qua formaat dan bestaande antenne installaties die nu op gebouwen staan. Ze zijn een doorontwikkeling van kleinere installaties die bijvoorbeeld voor dekking binnen gebouwen worden gebruikt.

Op dit moment zijn discussies gaande in hoeverre hier gebruik kan worden gemaakt van bestaande infrastructuur zoals bushokjes en lantaarnpalen, en in hoeverre gemeenten verplicht kunnen worden mee te werken om infrastructuur (gebouwen, staatmeubilair) ter beschikking te stellen aan mobiele operators¹⁷. De nieuwe generatie opstelpunten voor kleine cellen zal kleine antennes gebruiken, maar moeten wel zo veel mogelijk via snelle vaste glasvezelverbindingen worden ontsloten. Omdat operators op zoek zijn naar een zoveel mogelijk uniforme aanpak van ontsluiting van 5G opstelpunten zijn hier mogelijk zowel uitdagingen als kansen voor de gemeente.

3.4 Meer communicatie voor IoT

IoT ofwel 'Internet of Things' is een verzamelnaam voor nieuwe toepassingen waarbij meer 'dingen' dan tot nu toe via internet kunnen communiceren en daarbij bijvoorbeeld data kunnen doorgeven over status van zichzelf en hun omgeving of op afstand kunnen worden bediend. Vroeger werd dit veelal 'Machine to Machine' communicatie genoemd. Meestal worden oplossingen bedoeld waarbij het communicatiemechanisme relatief goedkoop is ten opzichte van het 'ding' en vaak wordt ook maar weinig data verzonden zodat het 'ding' lange tijd op één batterij kan communiceren. Voorbeelden zijn vuilniscontainers die aangeven hoe vol ze zijn of sensoren in vergaderzalen die kunnen aangeven of er mensen in de ruimte zijn, en bijvoorbeeld gegevens over temperatuur, luchtkwaliteit etc. kunnen doorgeven. Soms worden ook meer data-intensieve toepassingen als camerabewaking onder 'IoT' geschaard. Hiervoor zijn tenminste mobiele verbindingen en bij voorkeur zelfs vaste verbindingen (glasvezel) benodigd.

Onderstaande tabel vergelijkt verschillende draadloze netwerk technologieën. De meest onderscheidende factoren tussen de technologieën zijn het dienstbereik ofwel de operating range en de te bereiken transmissiesnelheid. Maar ook andere factoren zoals het stroomverbruik zijn belangrijk.

Tabel 1: Vergelijking van verschillende draadloze netwerk technologieën op basis van stroomverbruik, transmissiesnelheid, netwerktype (personal area, local area, wide area of Low Power Wide Area), operating range, frequentieband en of er gebruik wordt gemaakt van gelicenseerde frequenties of niet (Bron: Stratix gebaseerd op informatie van PredictableDesigns, <http://www.iea-4e.org/document/384/energy-efficiency-of-the-internet-of-things-and-other-sources>)

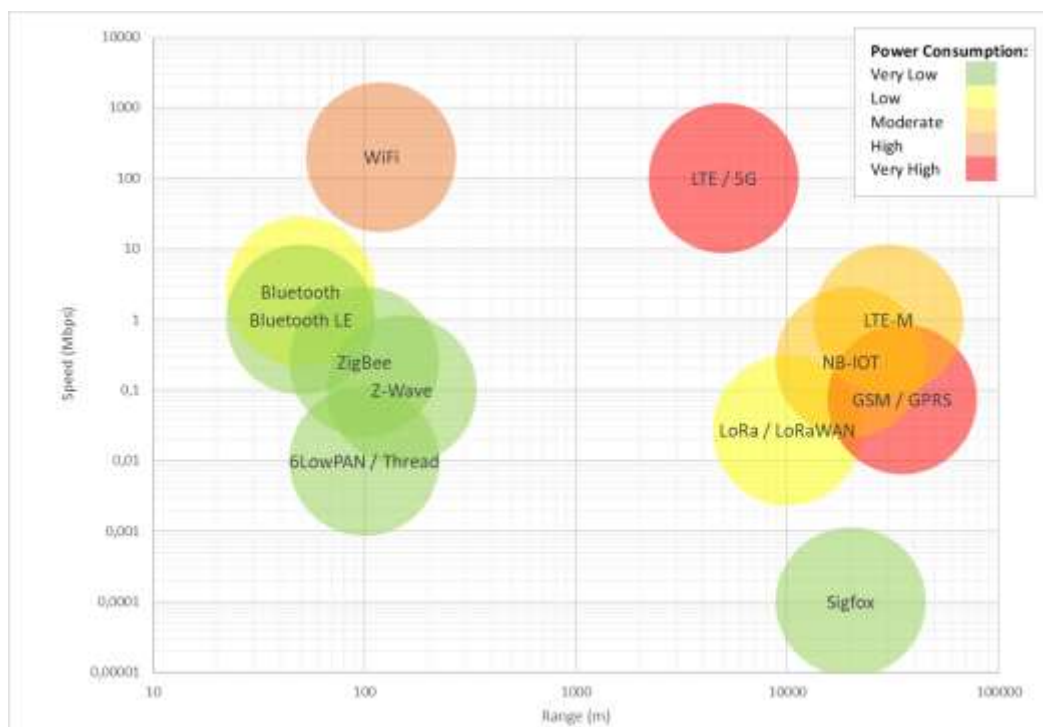
	<u>Vermogen</u>	<u>Snelheid</u>	<u>Type</u>	<u>Bereik</u>	<u>Frequentie</u>	<u>Licentie</u>
Bluetooth	Low	2-3 Mbps	PAN	50m	2.4 GHz	no
Bluetooth LE	Very low	1 Mbps	PAN	50m	2.4 GHz	no

¹⁶ https://www.stratix.nl/wp-content/uploads/2019/05/SmallcellsenmassiveMIMO-eenverkenning_DEF.pdf

¹⁷ Zoals n.a.v. de consultatie van de implementatie van de Europese Telecomcode: <https://www.internetconsultatie.nl/telecomcode>

ZigBee	Very low	250 kbps	PAN	100m	915 MHz / 2.4 GHz	no
Z-Wave	Very low	100 kps	PAN	150m	868 MHz / 908 MHz	no
6LowPAN / Thread	Very low	Low	PAN	100m	2.4 GHz	no
Wi-Fi	High	100-250 Mbps	LAN	100m+	2.4 GHz / 5 GHz	no
GSM/GPRS	Very high	Moderate	WAN	35 km	900 MHz / 1.9 GHz	yes
LTE / 5G	Very high	High	WAN	Long	Various	yes
LoRa / Lo-RaWAN¹⁸	Low	27 kbps	LPWAN	10km+	868 MHz	no
Sigfox	Very low	100 bps	LPWAN	20km+	868 MHz	no
NB-IOT	Moderate	250 kbps	LPWAN	20km+	Various	yes
LTE-M	Moderate	1 Mbps	LPWAN	Long	Various	yes

Onderstaande figuur laat een visuele vergelijking zien van operating ranges en datasnelheden van de technologieën uit bovenstaande tabel.



¹⁸ LoRa is the wireless technology, LoRaWAN represents the datalink layer needed for (larger) networks. The LoRa alliance supports LoRaWAN and interoperability of LoRaWAN products.

Figuur 12: Vergelijking van draadloze netwerktechnologieën voor IoT (bronnen: <http://www.iea-4e.org/document/384/energy-efficiency-of-the-internet-of-things>, PredictableDesigns, Stratix)

De grafiek biedt een orde-grootte vergelijking door middel van cirkels die elk een technologie representeren. De werkelijk bereikbare operating ranges hangen af van aspecten zoals geografische omgevingseigenschappen, zichtlijnen, in pandig of buitengebruik. De werkelijk bereikbare transmissiesnelheden hangen af van aspecten zoals aantal apparaten en gateways in een bepaalde omgeving, en kunnen binnen technologie standaarden ook per generatie verschillen.

3.5 Specifieke plannen telecom operators voor Eindhoven

De meeste Nederlandse telecom operators kondigen in hun plannen de inzet van nieuwe technologieën aan. Uit publicaties en ook in de interviews die we met verschillende operators hadden zien we geen specifieke plannen voor de binnenstad van Eindhoven. Over het algemeen zien de operators hun bestaande infrastructuur nog als voldoende voor de komende jaren.

Er zijn wel lange termijn plannen voor upgrades maar de timing daarvan is niet specifiek. Wel laten een aantal operators weten dat ze meer dan vroeger oog hebben voor eigenschappen van specifieke gebieden zoals winkelgebieden, die ze als special case kunnen ontsluiten in overleg met gemeenten in plaats van als onderdeel van een grotere beweging om een hele wijk of stad te verglazen. Nu het centrum ingrijpend wordt afgegraven is het goed om het centrum van Eindhoven zo'n special case te laten zijn voor telecombedrijven. Het verhaal kan zijn; kom nu, dan kan de infrastructuur er met minimale inzet bijgelegd worden. Dit kan toekomstige graafbewegingen voorkomen.

3.5.1 FttH

De binnenstad van Eindhoven heeft nog geen FTTH, in tegenstelling tot een groot deel van de buitenwijken. KPN versnelt de uitrol van glasvezel in FttH projecten en T-Mobile kondigt glasvezelprojecten aan in een aantal steden. Het is daarom redelijk om te verwachten dat FTTH in de komende jaren uitgerold wordt in het centrum van Eindhoven, maar wanneer is nog niet bekend.

VodafoneZiggo blijft vooralsnog gebruik maken van het coaxnetwerk voor de laatste meters naar eindgebruikers maar uiteindelijk zal ook deze operator vermoedelijk verglazen omdat de operationele kosten van een glasvezelnetwerk lager zijn dan die van een kopernetwerk. De aanzienlijke investering in FttH is echter een drempel. De organisatorische fasering van landelijke uitrol en de timing daarvan houden de operators daarom graag in eigen hand.

3.5.2 5G

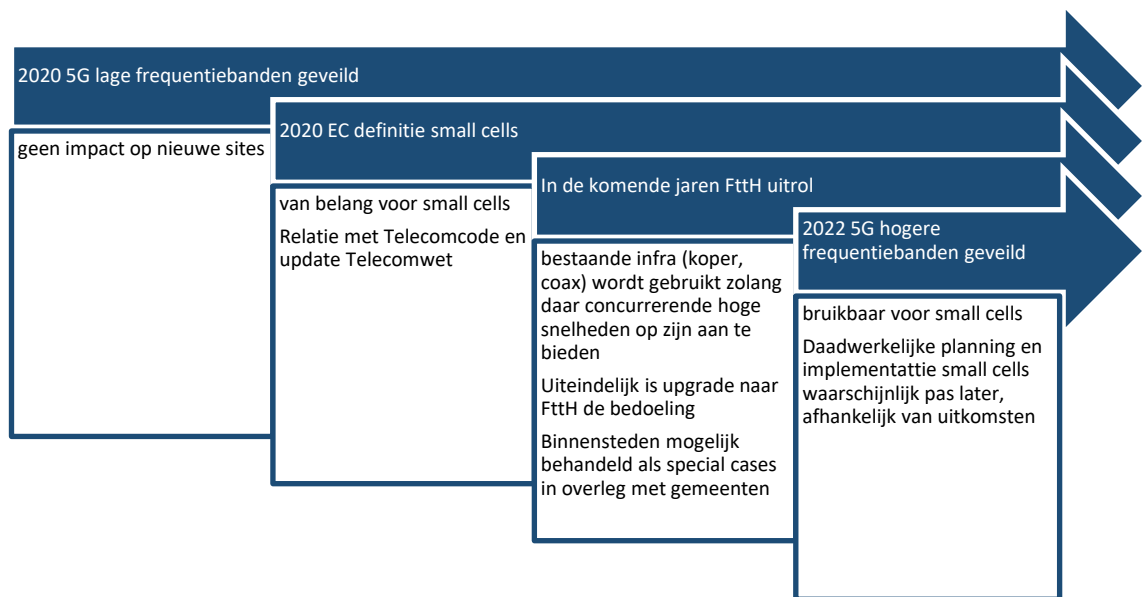
Ook met betrekking tot de introductie van 5G zijn voor Eindhoven geen specifieke plannen bekend. Eindhoven is wel een stad waar veel proeven met 5G gedaan worden. Het is dus redelijk om te verwachten dat de uitrol vroeg zal zijn, maar de exacte locatie en soort antennes

zijn nog onbekend. De eerste introductie van 5G zal gebruik maken van lagere radiofrequenties. Hiervoor zullen over het algemeen alleen bestaande antenne opstelplaatsen gebruikt worden. Een verdere verdichting van cellen is pas na de veiling van hogere frequenties voorzien, en dan ook nog niet meteen.

Hoe dit verder zal worden ingericht hangt af van de resultaten van de veiling, maar ook van de Europese definitie van een small cell¹⁹ waarvan op dit moment de consultatiereacties worden verwerkt door de EC en waarover volgend jaar een definitief besluit wordt verwacht.

Sommige onderzoekers verwachten een antenne op iedere lantaarnpaal. De Nederlandse telecomoperators zeggen dat het zo'n vaart niet zal lopen en dat 10% meer antennes realistisch is voor de komende jaren. De signalen die ze afgeven over waar die antennes komen te staan zijn echter verschillend. Zo lijkt het er in sommige plannen toch op dat een stadscentrum als dat van Eindhoven enkele tientallen extra antennes zal krijgen. Dit valt in het niet bij het aantal FTTH aansluitingen dat gerealiseerd moet worden. Toch is het een significant aantal meer dan wat er nu staat.

3.5.3 Tijdspaden



3.6 Conclusie

De onduidelijke planning van de uitrol van 5G en FTTH in het centrum kan tot gevolg hebben dat er gegraven moet worden, net nadat het nieuwe centrum opgeleverd is. Beleidsmatig gezien is dit uiterst onhandig. De uitrol van glasvezels naar winkels en woningen is een zekerheid. Het zou dan ook goed zijn als dit gebeurt voordat het centrum opnieuw ingericht wordt en niet erna. Dit vergt vooral overtuigingskracht naar de telecomaanhouders. De uitrol van 5G is een

¹⁹ https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/initiatives/ares-2018-5660684_en

stuk complexer, ook omdat de telecomaانبieders zelf nog niet goed weten hoe de uitrol zal plaatsvinden en welke keuzes zij zullen maken. Het is redelijk om te verwachten dat de aanwezigheid van een glasvezelnetwerk door het hele centrum de uitrol van 5G zal vergemakkelijken en de graafacties zal verminderen, maar een garantie is het niet.

4 Innovatie in de ondergrond

De ideale situatie zou zijn dat in het Stratumseind en de Rechtestraat in de komende jaren geen graafbewegingen meer nodig zijn. Het zou ideaal zijn als er een innovatie zou zijn die er voor zorgt dat de bestrating, de bomen²⁰ en straatmeubilair voor 10 tot 20 jaar onaangetast kunnen staan en liggen. In dit hoofdstuk onderzoeken we de Nederlandse situatie en verschillende innovaties. Er zijn verschillende vormen van innovatie in de ondergrond mogelijk²¹. Deze zijn ruwweg te splitsen in een andere manier van aanleggen, maar nog steeds rechtstreeks in de ondergrond en door het gebruik van infrastructuur waar kabels en leidingen in of tussen gelegd worden. Daarbij zijn er innovaties in proces mogelijk of door het vooruit leggen van infra of door het organiseren van het proces door marktpartijen.

In dit hoofdstuk wordt onderzocht of er innovatieve manieren zijn in:

- aanleg,
- ordening,
- gezamenlijk aanleggen,
- delen van infra,
- regelgeving en
- proces

die de uitrol vereenvoudigen en de impact verlagen van nieuwe netwerken in het centrum van Eindhoven.

4.1 Kabels en leidingen liggen in de ondergrond

In Nederland is de grond slap, los en eenvoudig open te maken. Klei, zand en veen zijn de veelvoorkomende grondsoorten waar gravers in Nederland rekening mee moeten houden. Daarbij is Nederland relatief dicht bebouwd, waardoor er maar beperkt afstanden moeten worden afgelegd. Nederland is relatief rijk en kan de grotere investeringen vooraf in ondergrondse infrastructuur afzetten tegen de lagere exploitatiekosten later. Deze bodem heeft ervoor gezorgd dat in Nederland iedere netwerkinfrastructuur in de grond wordt gelegd. Iedere infrastructuur heeft zijn eigen diepte op basis van eisen, zoals vorstbestendigheid en mate waarin er toegang benodigd is.²²

De slappe grond maakt dat Nederland andere opties heeft en daarmee keuzes maakt dan andere landen. Veel landen hebben een harde rotsachtige ondergrond. Graven kan dan niet, boren en breken is dan een optie. De oplossing waar in zulke landen veelal voor gekozen wordt

²⁰ Voor bomen zijn er verschillende oplossingen, zie deze studie in Rotterdam <https://www.rotterdam.nl/wonen-leven/leidingenbureau/Toolkit-kabels-leidingen-versus-bomen.pdf>

²¹ <https://www.rotterdam.nl/wonen-leven/leidingenbureau/Visiedocument-ondergrondse-infrastructuur.pdf>

²² Een anecdoten zegt dat kabels en leidingen in Nederland andere eisen stellen dan in landen met een rotsachtige bodem. Zo zou in Nederland de treksterkte belangrijker zijn, omdat door de slappe en inklinkende grond de kabels kunnen verschuiven en trekken.

is het leggen van bakken, waar leidingen en kabels doorheen worden gelegd. De bakken zijn veelal van een gemeente of van een (voormalig publiek) nutsbedrijf. Er zijn ook plaatsen waar tunnels geboord zijn, veelal voor de riolering, maar hier maken andere netwerken soms gebruik van. Parijs is een goed voorbeeld van een dergelijke aanpak. In andere landen is het gebruikelijker dat kabelgebonden infrastructuur over palen en langs gebouwen door de lucht wordt gespannen.

Het voordeel van de Nederlandse aanpak is dat kabels en leidingen in redelijke mate onafhankelijk van elkaar gelegd kunnen worden. De gemeente houdt regie op de ondergrond, en zegt waar en op welke diepte mag worden gelegd. Er gaat een bericht uit naar de andere eigenaren van infrastructuur dat er een nieuwe netwerk wordt gelegd en klaar er kan uitgerold worden. Dit zeer gechargeerde voorbeeld geeft aan waarom het relatief goedkoop is voor nieuwe toetreders in de telecommarkt om hun (glasvezel)netwerk uit te rollen. Er hoeft geen ruzie gemaakt te worden over eerlijke toegang tot bestaande infrastructuren. Het nadeel is dat de Nederlandse ondergrond een lappendeken is van elkaar overlappende infrastructuren. Die lappendeken is een doorn in het oog van een ieder die van structuur en orde houdt. Het mag dan dynamisch en flexibel zijn, voorspelbaar en duidelijk is het niet altijd. Nu de grond in het centrum van Eindhoven diep open gaat, kan er mogelijk een alternatief gerealiseerd worden voor deze chaotische ondergrond en een structurele geordende ondergrond worden gerealiseerd. Mogelijk kan op die manier voorkomen worden dat in de toekomst de grond vaak open moet.

4.2 Een andere manier van aanleggen

Graven is het duurste onderdeel van het leggen van een netwerk in de ondergrond. De bestrating wordt verstoord, een gat moet gegraven worden, daarna weer gevuld en de bestrating netjes teruggelegd. Vandaar dat er vooral in de telecommunicatie veel innovatie is in het op een andere manier aanleggen van de kabels. Hoe minder er gegraven moet worden, hoe minder de boven en ondergrond wordt verstoord, hoe minder graafschade er meestal is en hopelijk ook zo weinig mogelijk kosten gemaakt voor de aanleg.

Traditioneel leggen is met graafmachine en schep. Graafploegen kunnen op die manier ongeveer 150m per dag leggen. Indien het goed en secuur gebeurt, dan zijn er weinig schades te verwachten. Helaas vergeten graafploegen nog wel eens hun kaarten goed te bekijken of liggen kabels en leidingen toch niet helemaal op de locatie waar ze (volgens KLIC) horen te liggen en dan kan een graafmachine veel schade aanrichten. Graven leidt wel over tijd tot verzakkingen en het minder gelijkmatig inklinken van de grond. Deze degeneratie is vooral bij bestrating een probleem.

Als graven niet kan dan is een gestuurde boring een mogelijkheid. Dit kan bijvoorbeeld nodig zijn om onder een kanaal of weg door een buis aan te leggen. Een pneumatische boring vergt echter grote machines en werkt dus veelal niet in een kleine binnenstad. Bij de aanleg van FTTH wordt dit gebruikt door een pneumatische perslucht "raketten". Deze worden in Nederland veel gebruikt om van de straat naar een huis te komen, zonder dat de tuin open gegraven hoeft te worden. Alhoewel het mooie systemen zijn, zijn ze niet erg efficiënt voor grotere afstanden en moeten er niet andere netwerken in de weg liggen. Dit maakt ze minder geschikt in een drukke binnenstad.

Een andere manier van leggen is trenching ook wel kettinggraven genoemd. Hiermee kan door middel van een ketting (soms met messen) een zeer smalle sleuf in de grond worden gefreesd. De trencher snijdt een sleuf uit de grond. Dit vergt wel aandacht van de bestuurder, omdat de trencher ook door andere infrastructuur kan snijden. Deze is de breedte van 1 of meer ducts. Op deze wijze kan vrij snel de grond opgehaald worden en een buis erin worden gelegd. Er zijn ook frezen waarmee door beton of asfalt gesneden kan worden om een heel dun lijntje te leggen, dit wordt micro-trenching genoemd. Voordeel van trenching is dat er minder grond verwijderd wordt en er daarom ook minder degeneratie op treedt. Nadeel is zeker bij frezen de werkzaamheden wel zichtbaar blijven in de bestrating. In een binnenstad is de techniek vaak onpraktisch, omdat andere infrastructuur beschadigt kan worden.

Borstelen is een optie die in Nederland steeds populairder wordt in woonwijken en in het buitengebied. Hiermee wordt met plastic borstels de grond laagje voor laagje op hoge snelheid verwijderd. Het grote voordeel is deze borstels infrastructuur die al in de grond ligt en boomwortels niet stuk maken. Daarbij geldt ook dat er veelal maar op een diepte van 40cm in plaats van de gebruikelijke 60cm uitgerold kan worden. Ondanks dat worden er minder graafschades gerapporteerd.²³ Fabrikanten zeggen dat op deze manier tot 600m per dag kan worden aangelegd in Nederland. Ervaring in Eindhoven is dat dit niet goed werkt in de binnenstad, omdat er teveel infrastructuur in de grond zit dat elkaar kruist en soms te ondiep ligt. De borstel raakt te vaak andere infrastructuur, waardoor veel extra werkzaamheden nodig zijn.

Borstelen is in Nederland in de buitenwijken te prefereren boven andere technieken. Het leidt tot weinig graafschade bij bestaande infrastructuur en ook tot relatief weinig degeneratie. In Eindhoven zijn er in woonwijken positieve ervaringen mee en heeft de verminderde diepte niet tot meer problemen geleid. In de binnenstad leveren de genoemde innovatieve technieken veelal echter te weinig op. Er ligt teveel in de grond en dat is niet altijd goed gedocumenteerd. Gevolg is dat graafploegen voorzichtig tewerk moeten gaan en dat er geen voordeel is ten opzichte van traditioneel graven.

4.3 Innovatieve ordening van de ondergrond

Er zijn in de loop der jaren verschillende innovatieve manieren bedacht om de ondergrond technisch anders te ordenen. Zo is er een project geweest rond het Stationskwartier van Eindhoven waar naar verschillende innovatieve oplossingen gekeken is. Ook in de gemeenten Rotterdam, Amsterdam, Den Haag (Scheveningen) en Alphen aan den Rijn zijn innovatieve oplossingen onderzocht en soms toegepast. In onderstaande tabel staat een globaal overzicht van verschillende technische en organisatorische opties. In Annex A staat een verzameling van verschillende indelingen en overzichten uit verschillende bronnen.

Tabel 2: Overzicht verschillende aanpakken en varianten (verschillende bronnen, zie Annex A)

Aanpak	Varianten	Voorbeelden

²³ Dit is mede omdat op kaarten duidelijk aangegeven wordt dat er op een niet standaard diepte aangelegd is, waardoor graafploegen voorzichtiger zijn. Ook bij kabels die op standaarddiepte horen te liggen is dit in de praktijk niet altijd het geval, bv om een boomwortel te ontwijken. Gravers komen de kabel dan tegen op een onverwachte diepte.

Kabels en leidingen in de grond	Iedereen graaft volgens eigen planning	dit is de meest alledaagse praktijk
	Sleufloze technieken	gestuurde boring (onder tuinen, wegen etc.)
	Samenwerken tussen aanleggende partijen om op hetzelfde moment te graven of dezelfde sleuf te gebruiken	gemeentes horen dit te faciliteren maar komt alleen incidenteel voor
	Meerlaags kabels en leidingen leggen	Havengebied Rotterdam op plaatsen waar geen ruimte meer was
Samen door één kabel	Neutraal open access netwerk dat door derde partijen gebruikt kan worden	CAI Harderwijk, maar bijvoorbeeld ook KPN
	Samen uitvoeren	o.a. tunnelconvenant waarbij in veel gevallen één operator aanleg coördineert
	Glasvezeltrajecten die gebruikt kunnen worden door derde partijen	BRE, Eurofiber
Mantelbuizen	Alvast buis neerleggen waar één of meerdere kabels in kunnen worden gelegd.	wordt bij verschillende snelwegen toegepast
Kabels en leidingen in utility ducts	Kunststof of betonnen utility ducts	Utility Duct Müllerpier, Lloydskwartier Rotterdam (2004, 700 meter), Utility Duct Boulevard Scheveningen (2009, ~1 km), Utility Duct Alphen aan den Rijn (216, 40m)
	Leidingengoten	niet in Nederland
	"Plastic road"	Experimenteel, Giethoorn, Zwolle
Kabels en leidingen in utility tunnels (ILT, integrale leidingen tunnels)	Multi purpose tunnels	voorzieningen in steden als Praag, Zurich, Chicago, Yokohama, Hong Kong en Qatar. In Nederland bij een aantal grote stations o.a. leidingentunnel Den Haag (300m), leidingentunnel Amsterdam Zuidas (500m), leidingentunnels onder Utrecht CS, leidingentunnel stationsgebied Arnhem,
	Hergebruik bestaande tunnels	bijvoorbeeld het Parijse riool
	Specifieke toepassingen (zoals vervoer van chemische vloeistoffen)	Buisleidingenstraat van Rotterdam naar Antwerpen met 11 tunnels om wegen en watergangen te kruisen.

Het meest innovatief is toch wel de plastic road van KWS. Het is niet zozeer een innovatie in de grond, als wel op de grond. Het PlasticRoad-concept bestaat uit een prefab, modulaire en holle wegconstructie op basis van gerecycled plastic. Door de prefab-productie, het lichte gewicht en de modulaire opbouw van de PlasticRoad belooft het dat de aanleg en het onderhoud sneller, eenvoudiger en efficiënter is uit te voeren ten opzichte van traditionele wegconstructies. In september 2018 is de eerste pilot gestart in Zwolle, in november van datzelfde jaar de

tweede in Giethoorn.²⁴ Het mooie is dat in de constructie ruimte gemaakt kan worden voor kabels en leidingen (waarbij wel opgemerkt moet worden dat waterleidingen er vanwege bevriezing niet doorheen gelegd kunnen worden. Vooral voor glasvezel kan dit een oplossing zijn. Het concept is echter op dit moment nog te weinig getest om grootschalig ingezet te kunnen worden. Op dit moment gaat de aandacht vooral nog uit naar kosten en duurzaamheid, maar ook van praktisch gebruik bij kabels en leidingen is nog weinig bekend. Zo is van de plastic road nog niet goed bekend wat er moet gebeuren als er onder de weg toegang verkregen moet worden tot riolering of water. Aftakkingen uit de weg naar woningen en bedrijven lijken ook moeilijk.

Mantelbuizen zijn buizen waarin meerdere andere buizen gelegd kunnen worden waar de kabels en leidingen doorheen gaan. Ze hebben als voordeel dat er van te voren niet vastgelegd hoeft te zijn wat voor infrastructuur er gelegd moet worden. Mantelbuizen zijn wel eens voorgesteld als oplossing voor de uitrol van telecominfrastructuren. Ze kunnen bijvoorbeeld worden gelegd als een weg opnieuw is aangelegd. Het nadeel van mantelbuizen is dat ze geen eenvoudige toegang geven voor nieuwe aftakkingen. Ze zijn vooral handig op langere afstanden waar het te voorzien valt dat er nog nieuwe kabels en leidingen uitgerold gaan worden. In de context van een dynamische binnenstad is dit minder eenvoudig. Een andere plaats waar mantelbuizen praktisch zijn is bij het oversteken (ondersteken) van wegen en kruispunten. Op deze locaties is het openmaken van de weg niet gewenst. Door een aantal buizen alvast vooraf aan te leggen is het niet nodig om dit later nog te doen.

In de situatie van Stratumseind en de Rechtestraat kan er gedacht worden om de 25-50m mantelbuizen kruislings op de asfaltbestrating in het midden te leggen. Dit voorkomt dat gravers door het asfalt heen willen snijden. In principe zijn de lege mantelbuizen van de gemeente en is deze verantwoordelijk voor de mantelbuis tot deze gebruikt wordt door een netbeheerder. Als de mantelbuis in gebruik genomen is, dan lijkt het praktisch om het eigendom/de verantwoordelijkheid bij de netbeheerder te leggen. Dit kan anders zijn als er bredere mantelbuizen gebruikt worden, waar meerdere infrastructuren doorheen kunnen. Zaak is wel dat het algemeen bekend is dat deze infrastructuur er is en onder welke voorwaarden er toegang toe is.

Kabelgoten zijn betonnen bakken waarin de kabels gelegd kunnen worden. Ze worden in Nederland vooral gebruikt door ProRail voor kabels langs het spoor. Ze worden niet gebruikt in de openbare ruimte. Hier zijn meerdere redenen voor; het is duurder dan een mantelbuis en ook moeilijk om een aftakking in te maken, het is niet waterdicht, gasleidingen mogen er niet ingelegd worden en het ligt dicht aan de oppervlakte en vaak zichtbaar, hetgeen vandalisme meer mogelijk maakt en de ruimtelijke inpasbaarheid vermindert.

Utility Ducts zijn constructies waarbij er een serie putten onderling verbonden worden met leidingen waar dan de kabels en leidingen doorheen geleid worden. De putten zijn groot genoeg om mensen in te kunnen laten werken. Het voordeel van dit systeem is dat er een heel geordende ondergrond ontstaat en dat de meeste werkzaamheden zonder graafwerkzaamheden kunnen gebeuren. Hoe groter de ruimtes waarin gewerkt moet worden, hoe meer Arbo eisen er kunnen zijn. Combinatie met gas vereist ook gas-detectie in de manholes. Ongelijke zetting van de weg en de manholes kan ervoor zorgen dat de manholes boven de weg gaan

²⁴ https://www.kws.nl/nl/producten_oud/plasticroad

uitsteken. In Alphen aan den Rijn bleek ook dat er veel aftakkingen naar woningen/winkelpanden gerealiseerd moesten worden, wat voor complexiteit zorgt. De investeringen vooraf zijn veel hoger bij het gewoon leggen van kabels en leidingen of mantelbuizen. Of de investering goed rendeert is erg afhankelijk van de locatie. Het werkt waarschijnlijk beter in omgevingen met relatief veel hoogbouw en weinig grootschalige veranderingen, bijvoorbeeld omgevingen waar wonen en werken worden gecombineerd. De utility ducts geven dan eenvoudiger toegang tot de kelders van de hoogbouw. Nieuwe infrastructures kunnen zo wel naar de panden gerealiseerd worden, maar vereisen geen graafwerk.

Integrale leidingen tunnels gaan nog een stap verder dan utility tunnels. Hier worden mants-hoge tunnels gebouwd waarin de leidingen gelegd worden. Deze manier van bouwen wordt vooral ingezet bij grote projecten waar een heel gebied wordt gereconstrueerd. Bij dit soort projecten wordt vaak voorzien dat werkzaamheden in de ondergrond later zeer onpraktisch zouden zijn. Alhoewel effectief zijn tunnels met afstand de duurste oplossing qua voorinvestering. Een bekend voorbeeld in Nederland is de Zuidas in Amsterdam.

Wat opvalt bij ieder van de genoemde innovatieve oplossingen om de ondergrond te ordenen is dat ze niet goed functioneren in een complexe situatie waar een lappendeken aan nieuwe infrastructuur ligt. De bestaande infrastructuur laat zich moeilijk in mantelbuizen, manholes, etc. drukken. Tenzij er grootschalige reconstructies zijn waar ook de ondergrond op de schop gaat, is het zeer moeilijk deze innovaties in te zetten.

Het gebruik van utility ducts of vergelijkbare oplossingen is te complex in de Eindhovense situatie. Voor deze netwerken moet een volledig nieuwe parallelle infrastructuur van buizen en nutsinfrastructuur moeten worden aangelegd, waarna de aansluiting van oud naar nieuw overgezet moet worden en het oude netwerk verwijderd. Daarbij zijn de up-front kosten ook hoog en de voordelen onzeker in een stadscentrum waar veel dynamiek in zit. Wat wel zou kunnen werken in de Eindhovense situatie is het selectief gebruik van mantelbuizen. Door deze om de zoveel meter kruislings onder de asfaltstrook te leggen hoeven nieuwe kabels en leidingen niet de asfaltstrook stuk te maken.

4.4 Slim Graafwerk

Al in 2000 werd er door de Internet Society een oproep gedaan tot Slim Graafwerk. Dit riep op tot het uitrollen van glasvezel naar ieder huis. Het liefst door het meeleggen bij al bestaande werkzaamheden in de bodem en bij bijvoorbeeld nieuwbouw. Een van de auteurs, ~~ir. Jaap van Til~~ (een oud-partner van Stratix), deed een zelfde oproep in 2009 in het rapport Slim Graven voor Gemeenten²⁵, dat geschreven was in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken. De premisse van beide rapporten was dat het (vooruit) aanleggen van lege ducts, dan wel glasvezel naar de woning/bedrijven/antennes door de overheid te prefereren was boven afwachten totdat de markt het zou doen.

De basis analyse dat FTTH de toekomst had is uitgekomen. Het vooruit aanleggen door gemeenten is geen praktijk geworden. Er zijn veel juridische bezwaren tegen het vooruit aanleggen van infrastructuur door gemeenten (denk aan marktverstoring, concurrentie, staatsteun,

²⁵ <http://www.glasvezelbuitengebied.nl/documenten/slimgravenvoorgemeenten.pdf>

etc.). Voor zover gemeenten een rol gespeeld hebben in de uitrol van FTTH richtte zich dit vooral op de zogenaamde witte gebieden op het platteland waar geen goede kwaliteit breedband beschikbaar was. Het initiële aanjagen door gemeenten van vraagbundeling leidde er toe dat marktpartijen er achter kwamen dat er wel degelijk een goede markt voor FTTH in het buitengebied was.²⁶

Vooruit aanleggen bijvoorbeeld bij een reconstructie in een stad is ook wel gedaan door gemeenten. Uit de interviews bleek dat de ervaringen zowel positief als negatief waren. Positieve ervaringen waren er met gemeenten die bijvoorbeeld mantelbuizen onder kanalen doorgelegd hadden en die ter beschikking van telecombedrijven hadden gesteld. Dit zijn dure boringen voor telecomaanhouders en maakt een groot verschil op de uitrol van hun netwerk. Het vooruitleggen van ducts voor glasvezel werd met meer scepsis bekeken, niet alleen door marktpartijen, maar ook door gemeenten. Marktpartijen waren kritisch omdat deze uitrol vaak concurreert met hun eigen investeringen. Anderzijds als ze zelf nog geen positie hadden op de route, dan kon het nuttig zijn. Toch werd er op gewezen dat de locatie van een buis vaak niet optimaal was ten opzichte van de route die de marktpartij nodig had. Aanbieders geven ook aan dat zij liever het juridisch eigendom hebben van hun infrastructuur. Dit staat beter op de balans, dan wanneer zij het moeten huren.

Ook voor lege buizen is operationeel beheer nodig en voor gemeenten is dit niet altijd prioriteit. Zo blijkt in de praktijk dat lege buizen vaker ongemerkt stuk gaan. Het gevolg is dat een buis vol zand zit, gerepareerd moet worden en het voordeel beperkter is dan initieel gedacht. Als er ducts bij liggen die in gebruik zijn, dan worden deze vaak ook beschadigd, waardoor de graafschade wordt opgemerkt en aangepakt voordat het een probleem is. Ook zijn er wel eens ducts vooruit gelegd, waarbij het bestaan van de ducts niet goed was geadmistreerd en organisatorisch was belegd, met als gevolg dat de duct gevonden werd toen een andere partij ging graven in opdracht van diezelfde gemeente en buizen tegen kwam die niet in KLIC stonden.

Gemeentelijke organisaties hebben ook moeite met administratie en beheer van ducts, zelfs al worden deze gelegd voor eigen infrastructuur, zoals VRI's. Bijvoorbeeld bij grootschalige reconstructies moet de gemeente ook haar eigen ducts verleggen en meebetalen in de kosten. Deze kosten zijn vaak niet voorzien en er is geen voorziening voor. Hetzelfde geldt voor reparaties aan ducts en samenwerking en interactie met andere netbeheerders. Dit zegt niet dat het geen goed idee kan zijn om infrastructuur neer te leggen, maar wel dat een infrastructuur zonder organisatie die het beheert en exploiteert niet kan functioneren. Als er in het investeringsplan geen rekening wordt gehouden met exploitatie en beheer, dan ziet de business case er al snel te rooskleurig uit, maar komen er later significante kosten bij de gemeente te liggen.

Toch zijn er in Nederland veel regionale en gemeentelijke glasvezelinitiatieven, veelal vormgegeven in aparte stichtingen of coöperaties. De achtergrond hiervan is dat tussen 2000 en 2010 in veel gemeenten er zeer beperkt glasvezelinfrastructuren waren. De aanbieders van

²⁶ De ervaring van Stratix is dat de inschrijving voor FTTH in het buitengebied veelal ver boven de vereiste 40% kwam en dat de eigen bijdrage van rond de €2000 veelal vooraf betaald werd. Hierdoor waren de kapitaalsvereisten van de netwerken veel lager dan initieel gedacht. Dit maakte de financiering van de netwerken door banken en investeerders een stuk aantrekkelijker.

deze infrastructures wilden veelal geen dark fiber vezels verkopen, maar diensten en veelal geprijsd per megabit/s/maand. Door samen te werken konden gemeenten, bedrijven en instellingen veel goedkoper een glasvezelinfrastructuur realiseren om verschillende vestigingen en locaties te ontsluiten. De kosten hiervan waren per aansluiting en de organisaties konden zelf kiezen welke snelheden en toepassingen zij wilden gebruiken. Het is niet voor niets dat de Gemeente Eindhoven voor een groot deel van haar kabels en leidingen samenwerkt met andere organisaties in Breedband Regio Eindhoven, dat voor hen kabels en leidingen beheert en onderhoudt. Het voordeel voor de gemeente is dat de exploitatie en beheerskosten van een infrastructuur gedeeld worden met een groot aantal andere partijen in de regio die ook glasvezel infrastructuur nodig hebben. Daarbij kan zij onafhankelijk van dienstverleners bepalen welke toepassingen en bandbreedtes zij op deze netwerken wil gebruiken. De gemeente heeft ook ervaring met ducts en glasvezels welke in eigen beheer zijn. Ervaringen in het verleden zijn dat hier nog wel eens onvoorziene kosten bij zijn.

Het Eindhovense centrum nodigt met de vernieuwing van het rode steentjesgebied wel uit tot slim graafwerk. In principe zou iedere aanbieder die voorziet infrastructuur nodig te hebben deze moeten aanleggen als de grond al open is. Dit bespaart in uitrol kosten. Het zou zelfs mogelijk zijn dat de aannemer die de grond voor de gemeenten de riolering vervangt ook voor de telecomaandbieders infrastructuur neer legt.

4.5 Delen van infrastructuur

Het delen van infrastructuur kan een variant op Slim Graafwerk zijn. Wat als de infrastructuur die door de ene partij gelegd is ook door de andere partij kan worden gebruikt? Zou de gemeente niet aan aanbieders kunnen vragen om de infra te delen? Er ligt uiteindelijk ook maar één elektriciteitsnet, waternet en gasnet. Dit zou toch ook voor telecomkabels en leidingen moeten kunnen. In de praktijk blijkt dit echter keer op keer moeilijk. De redenen hiervoor zijn niet zozeer technisch van aard als wel praktisch en zakelijk.

Technisch is het niet heel moeilijk om naar iedere locatie in een stad een aantal glasvezels te leggen. Aanbieders zouden vanaf een centrale locatie dan toegang kunnen krijgen tot deze glasvezels. Het glasvezelnetwerk van Helmond is een voorbeeld van een netwerk waarbij er meerdere vezels naar ieder huis gaan, zodat er meerdere dienstenaanbieders over deze vezels (maatschappelijke) diensten kunnen leveren. Over een enkele vezel kunnen ook meerdere kleuren licht worden verstuurd, zodat iedere aanbieder met zijn eigen kleur op het netwerk actief is. Dit vergt natuurlijk organisatie en coördinatie, maar het kan wel.

Het delen van infrastructuur komt in de praktijk maar beperkt voor. Op langere afstanden kopen aanbieders nog wel eens vezelparen bij elkaar in. Op kortere routes naar bijvoorbeeld bedrijven zijn ze minder genegen om infrastructuur bij een andere partij in te kopen. De belangrijkste reden is dat veelal eigenaren van verschillende glasvezelnetten elkaars concurrenten zijn bij het aanbieden van diensten. De glasvezel is slechts een middel om allerlei andere diensten te verkopen. Een concurrent toegang geven belemmert dan de verkoop van eigen diensten.

Voor de inkopende partij is het inkopen van vezels ook minder prettig dan het gebruik van eigen infrastructuur. Een eerste reden is dat de concurrent altijd een marge zal vragen. Deze

marge snijdt in de businesscase van de inkopende partij. Een tweede reden is dat de gehuurde lijn niet op de eigen balans staat als een asset van het bedrijf. Het is geen investering, waar rendement uit komt, maar een continue cash-out stroom. Een derde reden is operationeel. Als het netwerk van een ander is, dan is de aanbieder altijd afhankelijk van dat andere netwerk om werkzaamheden te doen en om nieuwe ideeën mogelijk te maken. Bij uitval en innovatie is men altijd afhankelijk van de andere partij om dit mogelijk te maken. Dit blijkt in de praktijk moeilijker dan soms gedacht.

Wat partijen soms wel bereid zijn om te doen is om buizen met elkaar te ruilen. Voor een geruilde buis hoeft geen maandelijkse vergoeding betaald te worden. Een geruilde buis komt op de eigen balans. Bij reparaties, wijzigingen, innovaties, vernieuwingen, etc. hoeft geen rekening gehouden te worden met de andere partij. Belangrijk is wel dat een partij dan iets te ruilen heeft. Dat is eenvoudiger tussen middelgrote netwerken dan tussen twee grote of een kleine en een grote. De grote netwerken hebben bijna alles al wat ze willen hebben. De kleine willen misschien wel meer, maar kunnen weinig terug leveren. Twee middelgrote netwerken hebben beperkte overlap en kunnen dus elkaar versterken.

4.6 Juridische innovatie

Voor telecommunicatienetwerken geldt een gedoogplicht. Dit houdt in dat gemeenten moeten toestaan dat een partij een telecommunicatienetwerk aanlegt en onderhoudt. Ze kan er wel iets invloed op uitoefenen, maar in principe heeft ze het gebruik toe te staan. De gemeente kan over deze netwerken zo lang ze in gebruik zijn ook geen precario heffen. Omdat de netwerken om niet mogen liggen, moeten ze ook om niet verlegd worden, wanneer de gemeente hiervoor een dringende noodzaak heeft (bijvoorbeeld een reconstructie). De gedoogplicht houdt ook in dat er in principe meerdere concurrerende netwerken aangelegd kunnen worden en dat er meer graafbewegingen zijn dan nodig. In het kader van dit onderzoek is het daarom goed om ook naar juridische innovatie te kijken.

Een vergelijkbare denkwijze als die van Slim Graafwerk ligt ook ten grondslag aan de implementatie in de Wet informatie-uitwisseling bovengrondse en ondergrondse netten en netwerken van richtlijn 2014/61/EU van 15 mei 2014 inzake maatregelen ter verlaging van de kosten van de aanleg van elektronische communicatienetwerken met hoge snelheid. Idee achter deze richtlijn was dat er wettelijke maatregelen nodig waren waardoor medegebruik van bestaande fysieke infrastructuur en coördineren van civiele werken wordt bevorderd teneinde de aanleg van elektronische communicatienetwerken met hoge snelheid te stimuleren, alsmede dat daartoe uitbreiding nodig is van de bestaande wettelijke informatie-uitwisseling tussen beheerders van netten.²⁷ Het idee van de richtlijn en wet was dat als telecomaandbieders weten dat een andere netbeheerder, bijvoorbeeld telecom, water of elektriciteit op een route zal gaan graven,

²⁷ <https://wetten.overheid.nl/BWBR0040728/2019-01-01> Let wel, de context van deze EU regelgeving is meer gericht op andere landen dan Nederland. Hier wordt vaak wel gebruik gemaakt van kabelgoten en mantelbuizen. Er zijn vaak formele en informele afspraken tussen de oorspronkelijke PTT van het land en andere nutsbedrijven voor gebruik van elkaars infrastructuur. Problematisch was onder andere dat alternatieve aanbieders geen gelijkwaardige toegang hadden tot deze infrastructuur en nog nieuw te leggen infrastructuur.

dat zij dan meeleggen/medegebruiken. Op deze wijze kan supersnelle breedbandnetwerken voor vast en mobiel Internet sneller uitgerold worden.

Deze denkwijze is ook doorgevoerd in de Telecommunicatiewet. De Telecommunicatiewet implementeert verschillende verplichtingen vanuit EU richtlijnen rond medegebruik. Doel is om aanbieders toegang te geven tot die infrastructuur die moeilijk repliceerbaar is. Gedacht kan worde aan eindgebruikersaansluitingen in een gebouw. Hoofdstukken 5 en 5a van de Telecommunicatiewet werkt deze regels uit. In principe kunnen gemeenten aanbieders van openbare telecomnetwerken verplichten tot medegebruik van al bestaande infrastructuur. Deze infrastructuur kan van de gemeente of van een derde zijn. Artikel 5.2.8 zegt:

"Op verzoek van degene op wie de gedoogplicht rust, maakt de aanbieder van een openbaar elektronisch communicatienetwerk ter uitvoering van het zevende lid, onderdeel b, gebruik van ondergrondse voorzieningen, die door degene op wie de gedoogplicht rust of een derde tegen marktconforme prijs en objectieve, transparante, evenredige en niet-discriminerende voorwaarden ter beschikking wordt gesteld, tenzij de aanbieder aannemelijk kan maken dat medegebruik als bedoeld in [artikel 5a.3](#) niet haalbaar is. Bij algemene maatregel van bestuur kunnen aanvullende voorwaarden worden gesteld met betrekking tot de aanleg en vorm van aan te leggen netwerken ingeval van gebruik van voorzieningen als bedoeld in de eerste volzin."

In artikel 5.4 wordt dit nog verder bevestigd doordat wordt gezegd dat de gemeenteraad bij verordening regels kan stellen om medegebruik te bevorderen. Al met al lijkt het er op dat de gemeente de bestaande eigenaren van telecominfrastructuur of ducts kan verplichten om mee te werken met de uitrol van nieuwe netwerken. Dit zou het aantal graafbewegingen kunnen beperken.

Hoofdstuk 5a Medegebruik voorzieningen en coördinatie van civiele werken werkt de regels rond medegebruik nog verder uit. In artikel 5a.4 wordt een aantal weigeringsgronden gegeven waardoor het medegebruik niet zo verplichten is als dat het eerst lijkt. Medegebruik kan namelijk geweigerd worden als de infrastructuur nu of in de toekomst vol zit of als deze economisch ongeschikt is. Dit zijn vooral formele gronden, waar nog over kan worden gediscussieerd. De mogelijkheden voor de gemeente om medegebruik te verplichten vallen vooral weg door onderdeel f:

dat de netwerkexploitant beschikt over levensvatbare alternatieve middelen voor het verlenen van wholesaletoeegang tot fysieke netwerkinfrastructuur die geschikt zijn voor het aanbieden van elektronische communicatienetwerken met hoge snelheid, op voorwaarde dat de toegang onder billijke en redelijke voorwaarden wordt verleend.

Een aanbieder zal altijd volhouden dat het een goed wholesaleaanbod heeft. Een andere aanbieder zal het hier niet mee eens zijn en zal dan liever voor eigen risico een eigen netwerk aanleggen. Waar de gemeente het bestaande netwerk wel kan verplichten om toegang te verlenen, is er geen verplichting om die toegang te accepteren. Al met al lijkt medegebruik vooral een pressiemiddel om marktpartijen met elkaar te laten praten. Geen van de partijen zit te wachten op jarenlang juridisch getouwtrek. De dreiging van medegebruik kan het wholesale-oplossingen of verkoop van infrastructuur bespoedigen.

Uit de interviews blijkt dat recent de houding van marktpartijen wel aan het veranderen is. Tot een paar jaar geleden waren marktpartijen niet echt bereid tot het delen van infrastructuur. Nu wordt door marktpartijen gezegd dat er meer bereidheid tot samenwerken is. Zo wordt er nog wel eens een duct geruild tussen marktpartijen. In Eindhoven werken de meeste partijen ook wel met BRE samen waardoor op die locaties waar BRE al aanwezig is, zoals de Rechtestraat en Stratumseind waarschijnlijk wel door middel van samenwerking het aantal graafbewegingen beperkt kan worden.

4.7 Innovatie in het proces

Uit interviews kwam naar voren dat de meeste winst zit (in innovatie) in het proces. De innovatie is hier tussen haakjes gezet, aangezien het innovatie er vooral in zit om veel en vaak met partijen om tafel te zitten. Samenwerking werd door de meeste geïnterviewden gezien als de belangrijkste manier om de ontwikkeling in de ondergrond en bovengrond op elkaar af te stemmen, het aantal graafbewegingen te verminderen en om de kosten voor alle partijen laag te houden.

Zo werd door een partij naar de ontwikkeling van de Coolsingel in Rotterdam verwezen waar op een goede wijze is samengewerkt tussen gemeente en netbeheerders. Er zijn door 9 verschillende marktpartijen afspraken gemaakt met de gemeente om zoveel mogelijk infrastructuur aan te leggen terwijl de Coolsingel wordt vernieuwd, zodat er daarna graafrust kan zijn op de vernieuwde Coolsingel. Een van de vernieuwingen waar door de Gemeente Rotterdam op gewezen werd is dat er in de bestrating handholes voor telecom zijn geïntegreerd. Dit maakt het later mogelijk om eenvoudiger nieuwe aansluitingen en werkzaamheden te realiseren.²⁸ Dit kan een goed voorbeeld voor Eindhoven zijn bij de vernieuwing van de binnenstad.

Door telecomaandbieders werd gezegd dat zij voor zichzelf ook het voordeel zagen van wat Rotterdam probeerde te bereiken in de Coolsingel. Voorinvesteringen zijn natuurlijk kostbaar. In de context zoals die door Rotterdam geboden werd, door tijdens de vernieuwing uit te rollen en het gebruik van handholes, kon echter de voorinvestering sluitend worden gemaakt. Uit interviews bleek wel dat niet alle grote telecom bedrijven zich bij de afspraken voor graafrust aangesloten hadden. Uit gesprekken bleek ook dat de gemeente verwachtte dat er met deze partijen toch afspraken gemaakt konden worden.

Zoals door verschillende geïnterviewden beaamd werkt het proces om te komen tot afspraken het beste als de gemeente iets te bieden heeft aan de deelnemers. Het gebodene is meestal lagere kosten voor uitrol en een goede uitgangspositie ten opzichte van nieuwe klanten. Soms werkt het ook om na de vernieuwing van een gebied hogere kosten voor herbestrating te rekenen (of duidelijk te maken, dat de regels zeer streng gehandhaafd zullen worden.) De gemeente kan de telecompartijen uiteindelijk niet verplichten, maar meestal wel verleiden.

Er is geen garantie dat vernieuwing in proces altijd werkt. In een discussie over leges werd door een gemeente tegen een van de auteurs verzocht: We hebben een jaar lang met een aanbieder gesproken over de vernieuwingen in ons stadscentrum. Ondanks onze uitnodiging legde deze partij geen nieuwe infrastructuur aan toen de grond open was. 2 maanden nadat

²⁸ <https://twitter.com/Ed1m/status/1191396464049737728>

het centrum opgeleverd werd, diende die partij een graafverzoek in en klaagde over de hogere leges/degeneratiekosten in het centrum. Wat in deze anekdote onduidelijk bleef is of de aanbieder de graafwerkzaamheden had kunnen voorzien. De ambtelijke en bestuurlijke frustratie was echter voelbaar.

4.8 Conclusie

Voor het graven in de binnenstad van Eindhoven is geen pasklare innovatie beschikbaar. De ondergrond van het centrum en specifiek de Rechtestraat en Stratumseind is te complex en de werkzaamheden die er gepland zijn, zijn te ingrijpend. Een combinatie van maatregelen kan helpen om later graafwerkzaamheden te beperken:

- Traditioneel graven is gezien de ingrijpende werkzaamheden en de complexe ondergrond de enige oplossing
- Het vooruit leggen van mantelbuizen onder de asfaltstrook in het midden van de Rechtestraat en Stratumseind lijkt wel verstoring van die asfaltstrook te kunnen voorkomen. Het is dus aan te raden om iedere 25 meter een aantal mantelbuizen te leggen die de asfaltstrook kruisen. Mogelijk kan dit in de toekomst ook op drukke kruispunten en vergelijkbare locaties gedaan worden.
- Gezamenlijk aanleggen, ook voor toekomstig gemeentelijk gebruik, kan in Eindhoven voor alle publieke en marktpartijen een belangrijke kostenbesparing opleveren. Voor de gemeente is het wel belangrijk om op haar infrastructuur goed beheer te zetten of dit onder te brengen bij een organisatie als BRE. Het zelf in beheer hebben van ducts heeft in het verleden tot onverwachte kosten geleid en is daarom niet de meest optimale oplossing.
- Gedwongen medegebruik is niet eenvoudig te realiseren. De dreiging kan onderhandelingen tussen marktpartijen misschien faciliteren, maar in de praktijk lijkt dit van weinig praktisch nut.
- Het belangrijkste is veel en frequent overleg met eigenaren van infrastructuur (ook die binnen de gemeente).

Geen van deze oplossingen is een panacee. Goed beleid, veel betrokkenheid, veel overleg klinkt als een standaard polderoplossing, maar zal in de praktijk toch de beste oplossing blijken.

5 Welke opties heeft de gemeente Eindhoven?

In dit hoofdstuk worden de verschillende strategische opties voor de gemeente Eindhoven met betrekking tot de ondergrondse inrichting van de binnenstad besproken, met per optie de voor- en nadelen. De opties kwamen onder andere naar voren in de workshop welke met de gemeente gehouden is. De opties kunnen naast elkaar bestaan.

5.1 Optie 1: zorg voor één open netwerk

In deze optie draagt de gemeente zorg dat er door haar of door een derde partij (bijvoorbeeld BRE) één open netwerk wordt gerealiseerd dat vervolgens wordt gebruikt door alle partijen die objecten of straatmeubilair in de binnenstad wil ontsluiten.

Deze keuze kent varianten waarbij de openheid op verschillende lagen is gerealiseerd. Zo kunnen lege mantelbuizen, dark fibers of een managed ethernet service worden verkocht of verhuurd. De gemeente zorgt ervoor dat de infrastructuur er nu al vast ligt, zodat dit gebruikt kan worden zodra er behoefte aan is. De partij die de infrastructuur nodig heeft kan sneller werken en hoeft geen grootschalige graafwerkzaamheden uit te voeren.

In het geval van lege mantelbuizen moet de kopende of hurende partij daarna nog glasvezels blazen, handholes plaatsen en klanten aansluiten. In geval van dark fibers is er een keuze voor standaard vezels naar ieder pand, zodat deze alleen maar hoeven te worden geactiveerd. In geval van managed ethernet hoeft de klant alleen maar een andere provider te kiezen en dan wordt deze op de aansluiting geactiveerd.

Voorwaarden:

Het netwerk moet open zijn voor alle aanbieders tegen gelijke voorwaarden. Dit klinkt eenvoudig maar dat is het niet altijd. Impliciet zit er altijd een verdienmodel onder het uit te rollen netwerk en dat zorgt ervoor dat de gebruikers van het netwerk daar weer strategisch rond gaan acteren. Dit heeft nog al eens tot effect dat de aanbieder bepaalde vormen van gebruik wil verbieden (zie ook nadelen).

Het netwerk moet alle mogelijke aansluitingen al verbinden. Dus alle panden moeten in principe al aangesloten zijn door het netwerk en alle mogelijke punten waar straatmeubilair kan worden geplaatst moeten al aangesloten zijn door het netwerk. In het netwerk moet ook afdoende ruimte zitten om toekomstige wijzigingen op te vangen. Dit is niet een eenvoudige opgave. Plannen op de groei vergt een horizon van 20 tot 30 jaar en dat is vaak te ver weg.

Voordelen:

Eén open netwerk naar alle mogelijke aansluitpunten betekent niet of nauwelijks graven bij elk aan te sluiten object. Voorinvesteringen maken het goedkoper om nieuwe klanten en locaties aan te sluiten.

Nadelen:

Om volledig toekomstvast te zijn dient het netwerk rekening te houden met alle mogelijke toekomstige aansluitpunten. Dit is een erg grote uitdaging zeker in een gebied waar veel verandert. Niet alleen is nu nog niet bekend welk straatmeubilair straks op glasvezel moet worden aangesloten en waar dat straatmeubilair precies komt te staan, maar zelfs de pandaansluitingen zijn geen voldongen feit, omdat ook gebouwblokken herbestemmingen krijgen en bijvoorbeeld grote winkelpanden met één aansluiting worden omgebouwd tot woon- of kantoorpanden met meerdere aansluitingen.

Eventueel kan een 'homes passed' aanpak gevolgd worden waarbij niet elk pand en mogelijk straatmeubilair al wordt aangesloten maar manholes worden gemaakt waarna de laatste meters alsnog moeten worden gegraven. Maar de vraag is of dit uiteindelijk voordelig is want dan moet alsnog de straat open.

Ook is het niet uit te sluiten dat er toch telecomaandieners zijn die zelf nog een netwerk willen aanleggen. De grotere operators willen namelijk het liefst het hele netwerk tot in de huizen in eigen hand houden. Dit kan gedeeltelijk opgevangen worden door deze aanbieders de ducts en vezels te verkopen, in plaats van te verhuren.

Deze aanpak is geen oplossing voor andere infrastructures die wellicht worden aangelegd en waarbij de straat toch open moet, zoals warmtesystemen, riolering of veranderingen aan het elektriciteitsnet.

Het aanleggen van een netwerk naar alle mogelijke aansluitpunten is bovendien een enorme investering, waarbij het onduidelijk is wie deze investering gaat dragen en of deze uiteindelijk wordt terugverdiend. Dit ook omdat de gebruikers van het netwerk hun businessmodel zullen optimaliseren. Als het verdienmodel is om lege buizen te verkopen, dan gaat de huurder/koper proberen om een enkele buis op zoveel mogelijk manieren te verkopen, door bijvoorbeeld buis-in-buis oplossingen te verkopen in concurrentie met de uitbater van het netwerk. Worden er glasvezels verkocht, dan gaat een partij meerdere kleuren laserlicht gebruiken om op 1 vezel meerdere klanten te houden. In het geval van managed ethernet kan weer een VPN gebruikt worden. Wat voor business model het open netwerk ook gebruikt de gebruikers gaan binnen dat business model hun kosten proberen te optimaliseren.

Naast alle praktische problemen speelt ook nog dat bestaande aanbieders al geïnvesteerd hebben in de ontsluiting van de binnenstad en dat een nieuw te leggen infrastructuur rechtstreeks met deze investering concurreert. Dit zal vragen rond staatsteun oproepen en daarmee het realiseren van een netwerk nog moeilijker maken.

5.2 Optie 2: zorg voor een ondergrondse buizen of tunnel systeem (ducts, manholes, etc.)

In een aantal steden zijn pogingen gedaan om via kunststof of betonnen buisstructuren ('utility ducts') of putten ('manholes') de infrastructuur zodanig te organiseren dat partijen er gemakkelijk bij kunnen, zie Tabel 2. Hier is beperkt mee geëxperimenteerd in Nederland. Het werkt vooral in greenfield situaties waar veel hoogwaardige infrastructuur in een beperkt gebied gerealiseerd moet worden.

Voorwaarden

De buizenstructuur moet een redelijke fijnmazigheid hebben, liefst naar of tot dichtbij alle mogelijke eindpunten. Anders moet er alsnog gegraven worden. De bedoeling is dat iedere nieuwe dienst, nieuw netwerk of nieuwe locatie middels de buizen of de ducts/tunnels gerealiseerd moet kunnen worden. Problematisch is echter dat het inschatten van toekomstige ontwikkelingen moeilijk is. Wordt er wel of niet rekening gehouden met een toekomstig warmtenet of waterstofgasnet, etc.. Dit werkt dus vooral goed bij hoogbouw in een gebied als de Zuidas en minder goed in een gebied met veel laagbouw en veel te verwachten ontwikkeling.

De buizenstructuur dient open te zijn voor alle aanbieders, die tegen dezelfde voorwaarden en kosten van het systeem gebruik moeten kunnen maken. Dit vergt administratie en een onafhankelijke partij die het beheer en de verrekening van de kosten van de infrastructuur doet.

Er dient rekening gehouden te worden met verschillende voorwaarden van de afzonderlijke infrastructuur aanbieders. Een aantal infrastructuren moeten worden gescheiden, zoals water en elektriciteit, dus mogelijk betekent dit meerdere ducts of subducts. Als er gasleidingen in het systeem zitten, dan moet er ook gasdetectie aanwezig zijn.

Een variant is het op regelmatige afstand of op cruciale punten aanleggen van utility ducts dwars onder straatdelen of onder of langs kwetsbare voorzieningen. Hierbij kan bijvoorbeeld een straat in gebruik blijven terwijl infrastructuur onder die straat wordt doorgelegd, en terwijl wel gegraven wordt aan beide kanten van de straat om panden aan te sluiten.

Voordelen

In het ideale geval hoeft de straat nauwelijks open. Het is duidelijk waar de infrastructuur ligt dus beschadigingen door derden komen ook minder voor. Dit systeem is met name handig in een greenfield situatie of bij een totale herinrichting²⁹.

Nadelen

Een nadeel is dat alle bestaande infrastructuur ook zal moeten worden meegenomen in de herinrichting en in de nieuw aan te leggen ducts zal moeten worden gelegd. Ook zal men rekening moeten houden met eventuele nieuwe infrastructuur als warmtenetten, andere rio-lering of zelfs infrastructuren die nu nog niet voorzien zijn, en het systeem hiervoor zo robuust mogelijk maken.

Een ander groot nadeel is het beheer en onderhoud. Met name lege ducts beschadigen zonder dat het opgemerkt wordt, en als iemand ze dan wil gebruiken zijn ze bijvoorbeeld mogelijk beschadigd of vol zand gelopen. Ook in bestaande gevallen lijkt de follow up vaak een uitdaging. Ook hier is het moeilijk om te voorkomen dat er toch moet worden gegraven naar plaatsen waarvan men nu niet kan voorzien dat daar ook een aansluiting nodig is.

²⁹ Voorbeelden zijn de boulevard van Scheveningen en de herinrichting van delen van de Zuidas in Amsterdam.

De investering is groot voor een buizen en tunnel systeem en het is onduidelijk wanneer dit is terugverdiend. Mantelbuizen op locaties als kruispunten en dwars onder het asfalt door lijkt wel betaalbaar en een goede optie.

5.3 Optie 3: slim bestraten

Bij deze optie wordt niet een flexibel systeem in de ondergrond aangelegd, maar zorgt men dat de bestrating zelf zodanig flexibel is dat veranderingen in de ondergrond zo weinig mogelijk impact hebben. Met andere woorden: zorg dat bestrating gemakkelijk kan worden teruggelegd en dat aanleg van infrastructuur zo weinig mogelijk overlast geeft.

Een andere variant is het duidelijk alloceren van gebieden voor bijv. bomen, inclusief ruimte voor boomwortels, waar geen infrastructuur mag worden aangelegd. Een afscheiding tussen de boomwortels en de leidingen kan dit benadrukken en de groei van wortels weg van de kabels en leidingen bevorderen.

Voorwaarden

Er zal bij deze variant gezorgd moeten worden voor strenge handhaving, vooral op bestrating en plaatsen straatmeubilair. Een optie is bijvoorbeeld herbestrating in de binnenstad altijd te laten uitvoeren door of in opdracht van de gemeente.

Voordelen

Deze optie is relatief simpel en goedkoop. Het vergt wel een gemeentelijke organisatie die toezicht blijft houden.

Nadelen

Nadeel is dat er nog steeds regelmatig gegraven wordt. Daar waar gegraven is zal dit altijd in bepaalde mate zichtbaar blijven, waardoor er in de loop der jaren groter onderhoud nodig is. Een mogelijk risico is dat handhaving toch te kort schiet waardoor uiteindelijk dezelfde situatie ontstaat zoals die nu is.

5.4 Optie 4: coördineren aanleg

Uitgangspunt bij deze optie is te zorgen dat aanbieders samen aanleggen. Hierbij kan er bijvoorbeeld naar gestreefd worden dat de straat slechts één keer per x jaar open gaat. Deze optie kan goed werken samen met Optie 3.

Het is hierbij vooral belangrijk om goed te communiceren met (mogelijke) infrastructuurpartijen en overleg tussen aanbieders te faciliteren, zodat aanbieders afspreken graafwerkzaamheden te coördineren of zelfs gezamenlijk één netwerk te gebruiken.

Voorwaarden

Een belangrijke voorwaarde hierbij is dat de gemeente niet marktversturend mag werken. Ook zal de gemeente zelf zich moeten houden aan de voorwaarden die zij zelf stelt, dus bijvoorbeeld niet tussendoor zelf toch maar infrastructuur (laten) aanleggen omdat dat beter uitkomt.

Voordelen

Ook deze optie is simpel en (voor de gemeente) relatief goedkoop: de gemeente is voornamelijk faciliterend. Ook past het in een voorzichtige trend bij operators om oog te hebben voor speciale omgevingen zoals winkelcentra.

Nadelen

Ondanks de coördinatie zullen bij calamiteiten graaffecties noodzakelijk blijven. Nieuwe ondernemingen of herinrichting van panden of straten in de stad kunnen hinder ondervinden door de opgelegde coördinatieplicht.

De gemeente zal het moeilijk vinden streng voor zichzelf te zijn.

Wat nu 10 kleine graaffecties zijn, wordt dan 1 grote actie. De coördinatie tussen de verschillende aanleggers is vaak niet triviaal en de extra organisatorische kosten zullen vaak hoger zijn dan de besparing van het niet opnieuw een sleuf hoeven maken en herbestrating.

6 Conclusie en aanbevelingen

Het beeld dat tijdens het onderzoek naar voren kwam is dat het in een dynamisch centrum als dat van Eindhoven, eigenlijk uitgesloten is dat er niet gegraven gaat worden. Dit temeer omdat er voor het grotere centrumgebied een hele vernieuwingsopgave met meer dan tienduizend nieuwe woningen gerealiseerd moet worden. Het karakter van het centrum zal veranderen en dat zal zijn effect hebben op de ondergrond.

Er zijn meer ontwikkelingen die hun effect op de ondergrond zullen hebben. De energietransitie en de uitrol van FTTH/5G zal in het centrum effect op de ondergrond hebben. Hoe groot is moeilijk in te schatten. Vooral de energietransitie vergt ingrijpende wijzigingen, maar wanneer deze te gebeuren staan is nu nog moeilijk te zeggen. Zolang er niet besloten wordt tot groot-schalige uitrol van stadsverwarming in het centrum van de stad zal het effect vooral incidenteel zijn; een warmtepomp hier, een opgevaardeerde elektriciteitskabel daar, et cetera.

6.1 Aanleiding en vragen

De aanleiding van dit onderzoek waren de vragen rond een *Toekomstbeeld efficiënt en toekomstbestendig glasvezel-grid (met 5G)*.

De vragen van de gemeente Eindhoven waren:

1. *Kunt u een toekomstbeeld efficiënt en toekomstbestendig glasvezel-grid (met 5G) schetsen?*
2. *Wat voor handelingsperspectief heeft de gemeente met betrekking tot toekomstbestendig glasvezel-grid (met 5G)?*
3. *Hoe kan gemeentelijk glasvezel efficiënt worden hergebruikt?*

Deze vragen zijn geoperationaliseerd door de onderstaande onderzoeksvragen:

1. Welke ontwikkelingen op het vlak van telecom (5G, FTTH, IoT), maar eventueel ook elektriciteit en warmte komen er de komende jaren aan, die zorgen dat er nieuwe kabels en leidingen aangelegd moeten worden?
2. Welke infrastructuur ligt nu al in de straten Stratumseind en Rechtestraat? En wat zijn de plannen voor deze twee straten?
3. Welke technieken zijn er beschikbaar om sleufloos nieuwe ondergrondse infrastructuur te realiseren of om vooraf ducts, buizen, sleuven etc. te realiseren die later de uitrol van nieuwe infrastructuur vereenvoudigen? Hierbij wordt aangesloten bij eerder onderzoek dat al door de gemeente is uitgevoerd.³⁰
4. Welke beleidsmatige en juridische mogelijkheden zijn er om 'Slim Graafwerk' af te dwingen in de markt? Hoe wordt beheer en exploitatie ingericht? Zijn er staatsteunvragen? Wat voor governance structuur is er nodig als er vooraf infrastructuur wordt aangelegd (ducts, goten, manholes etc.) en welke inkomsten kan de gemeente hiervoor verkrijgen?
5. Wat zijn de belangrijkste variabelen waar de gemeente mee kan spelen in de combinatie inrichting straat, inrichting ondergrond en bovengrond, verwachte tijdslijn telecomoperators, juridische opties en governance? Wat worden dan de strategische opties?

³⁰ Innovatieproject Kabels en Leidingen Stationsplein-Zuid te Eindhoven. 20 April 2017

6. Welke keuzes kan de gemeente maken in de afweging van de strategische opties?
7. Welke keuze adviseert Stratix?

6.2 Verwachte ontwikkelingen

Er is op dit moment niet te zeggen wanneer en hoe telecomaانبieders dit nieuwe grid willen realiseren. De grote onbekende is eigenlijk KPN, wiens glasvezel ambities ook tot het centrum van Eindhoven zouden moeten reiken. Wanneer uitrol van glasvezel plaatsvindt is echter onduidelijk. De uitrol van 5G zal ook effect op de ondergrond hebben, maar minder dan die van glasvezelaanleg. Het efficiënt (her)gebruik van gemeentelijk glasvezel blijkt in de praktijk minder praktisch dan op papier. Gemeentelijk glasvezel dat volledig in beheer is van de gemeente kent onverwachte kosten, welke moeilijk in de gemeentelijke begroting te verdisconteren zijn. Samenwerking in BRE heeft de gemeente dezelfde voordelen gebracht, met de mogelijkheid om (onverwachte) kosten te delen met andere participanten.

De plannen van de gemeente om het riool te vervangen door een gescheiden systeem voor regenwater en rioolwater zorgt ervoor dat de ondergrond dieper open gaan. Tijdens de opdracht is ook duidelijk geworden dat er in de komende jaren nog grote wijzigingen verwacht kunnen worden in het centrum. Dit kan hoogbouw zijn, maar ook de grootschalige uitrol van warmtenetten of warmtepompen om de energietransitie mogelijk te maken.

Stratumseind en Rechtstraat zijn atypisch ten opzichte van de rest van het centrum. Het zijn wandelgebieden met een duidelijk winkelkarakter. Toch is het ook weer niet zo dat het statische gebieden zijn die onveranderlijk zijn. Verwacht kan worden dat er geen grote structurele veranderingen in de straten en hun functies zijn en dat de meeste panden in de komende 30 jaar zullen blijven staan. Toch kunnen er grotere en kleinere wijzigingen in gebruik van panden zijn en wordt er verwacht dat er op sommige locaties hoogbouw kan komen. Al met al niet veel veranderingen maar wel enige.

6.3 Beoordeling oplossingen

Uit alle interviews blijkt dat er geen snelle oplossingen voor graafrust in het centrum zijn. De ondergrond van het centrum is zo gegroeid. Het is een lappendeken die de geschiedenis van de stad weergeeft. Er zijn geen innovaties die in een dergelijke situatie de graafrust voor de toekomst garanderen. Plastic Roads, buizensystemen en tunnels zijn niet praktisch in het bestaande centrum van Eindhoven. Ze vergen teveel investeringen vooraf en vangen waarschijnlijk niet alle toekomstige situaties op.

Het stimuleren van 'Slim graafwerk', waarbij zoveel mogelijk gezamenlijk gegraven wordt door meerdere infrastructuur-aanbieders en de gemeente is een aanbeveling, maar is in de praktijk niet altijd uitvoerbaar. Ook de combinatie van de wortel (lagere kosten en eenvoudigere uitrol) en de stok (moeilijker toegang en mogelijk hogere kosten voor herbestrating) werkt maar beperkt. Veel werkzaamheden zijn immers niet te voorzien in een dynamisch centrum.

Er zijn vier mogelijke strategische opties besproken:

1. Zorg voor één open netwerk
2. Zorg voor een ondergrondse buizen of tunnel systeem (ducts, manholes, etc.)
3. Slim bestraten
4. Coördineren aanleg

De eerste optie valt in het perspectief van Stratix af. Het vergt te grote investeringen vooraf en kan tot discussies leiden met eigenaren van bestaande commerciële netwerken. Kies bij de tweede optie voor het leggen van mantelbuizen ongeveer iedere 25 meter kruislings onder het asfalt en op strategische locaties, zoals kruispunten. Slim bestraten en coördineren van aanleg liggen in het verlengde van elkaar. Zorg er in ieder geval voor dat de bestrating eenvoudig uit de grond kan en opnieuw gelegd kan worden. Goed samenwerken met alle netwerkeigenaren is ook van grote waarde. Geen optie is echter perfect en dus zal de gemeente er steeds rekening mee moeten houden dat er in de komende decennia grotere en kleinere graafwerkzaamheden in het centrum zullen zijn.

6.4 Advies

Het is dus praktischer om er rekening mee te houden dat de ondergrond in de toekomst nog vele malen zal opengaan, dan om te verwachten dat er grotendeels graafvrij zal zijn. Toch zijn er wel aanbevelingen; de twee belangrijkste zijn:

- Ga veel, vaak en goed in gesprek met alle netbeheerders die al infrastructuur in het centrum hebben liggen en zij die er in de toekomst nog bij komen. Het is vaak mogelijk om een businesscase te maken die voor alle partijen rendabel kan zijn.
- Leg mantelbuizen met regelmatige afstanden aan om onder de asfalt middenstrook te komen. Maak deze beschikbaar voor alle netwerken. Dit maakt het eenvoudiger om van de ene kant van de straat naar de andere te komen.

Voor de gemeente betekent dit vooral dat bij iedere graafbeweging er goed toezicht nodig is om ervoor te zorgen dat de impact op de bestrating en de bewoners/gebruikers van het centrum beperkt is. Daarbij vergt het van de gemeente dat het bij iedere graafbeweging communiceert met (bijna) alle netwerkeigenaren, om zoveel mogelijk coördinatie en samenwerking mogelijk te maken. Een graafvergunning is dan niet zomaar het afgeven van een goedkeuring, maar het nadenken over samenwerking en opties. Dit is goed mogelijk maar vergt dat alle lagen van de gemeente elkaar ondersteunen en scherp houden.

Concreet betekent dit dat de gemeente nu in overleg moet met alle netwerkeigenaren over de vernieuwing van de binnenstad. Aan aanbieders van FTTH zal gevraagd moeten worden om zoveel mogelijk nu hun werkzaamheden te doen. Aan aanbieders van 5G kan een proeftuin in het centrum aangeboden worden, waar nu innovaties uitgetest kunnen worden. De werkzaamheden hiervoor kunnen meegenomen worden in de visie/werkzaamheden voor het centrum. Ook binnen de eigen gemeentelijke organisatie zullen investeringen zoveel mogelijk naar voren gehaald moeten worden, zodat deze met de vernieuwing van het centrum gerealiseerd kunnen worden.

Annex A Innovatieve aanpakken en praktijk

Deze annex geeft een overzicht van verschillende aanpakken uit verschillende bronnen.

Innovatieproject Kabels en Leidingen Stationsplein Zuid te Eindhoven (2017):

- Plastic Road
- Betonnen kabelgoten (cable ducts)
- Combineren infrastructuur
- Integrale leidingentunnel
- Utility ducts
- Sleufloze technieken
- Grondeigenaar legt proactief lege mantelbuizen met koppeling op centraal punt

BIJLAGE B: ERVARINGEN UIT PILOTPROJECTEN BUNDELING van Visiedocument ondergrondse infrastructuur Rotterdam (2016)

o **Voorbeelden Utility Ducts**

▪ **2004 Utility Duct Müllerpier, Lloydskwartier Rotterdam**

- De Utility Duct in de Müllerpier in het Lloydskwartier heeft een totale lengte van ca 700 meter. Deze in 2004 aangelegde leidingenvoorziening bestaat uit 13 betonnen putten onderling verbonden door een aantal kunststof mantelbuizen, waarin kabels en leidingen doorgevoerd worden.
- Concluderend kan gesteld worden dat de voorziening goed functioneert en als pilot geslaagd is. Er zijn iets minder mutaties geweest in het leidingenbestand dan was geanticipeerd. Ook de onderhoudskosten waren aan de hoge kant.

Leerpunten:

- Van meet af aan een goede verslaglegging bij dergelijke innovatieve projecten ten behoeve van
- een gedegen en langlopende evaluatie.
- De beheer- en onderhoudskosten vooraf goed in beeld brengen.

▪ **2009 Utility Duct Boulevard Scheveningen**

- in 2009 begonnen met de aanleg van een mantelbuizen-systeem met grote putten van Cortenstaal. De grotere en diepere Scheveningse putten zijn volledig toegankelijk voor onderhoudsmonteurs. Dat geeft grote flexibiliteit en werkt prettig, maar betekent ook dat je aan de veel strengere Arbeids-eisen moet voldoen die gelden voor afgesloten ruimten.

Leerpunten:

- Door de strenge eisen was dit echt maatwerk. De ervaringen zijn daardoor minder representatief
- voor andere projecten.
- Hoe hoger de ambitie, hoe vaker je uitkomt in een maatwerk-oplossing.
- Ook hoge ambities m.b.t. graafrust en flexibiliteit zijn te verwezenlijken, maar met maatwerkoplossingen en hoge aanlegkosten.

- **2016 Utility Duct Alphen aan den Rijn**

- In Alphen aan den Rijn is in 2016 een pilot gestart om te experimenteren met een oplossing die overal toepasbaar kan zijn. De pilot is kleinschalig en bestaat uit enkele betonnen putten op ca 40 meter van elkaar. Ze is gesitueerd in een nieuw ontwikkelde winkel/woonstraat in het centrum van Alphen.
- Er zijn zoveel mogelijk kabels- en leidingen opgenomen, ook gasleidingen waarvoor verplichte gasdetectie moest worden geïnstalleerd. Alleen het riool ontbreekt.

Leerpunten:

- Dit project is opgezet als pilotproject om te komen tot een standaardisering van dergelijke
- mantelbuizen-put-constructies. Uit de evaluatie zal blijken welke leerpunten hieruit voortkomen.

- **2018 Leidingenvoorziening Robert Fruinstraat**

- De oorspronkelijke reden dat de straat gerenoveerd wordt is vervanging van de riolering. Daarnaast ligt er i.v.m. de aanwezigheid van een grote transformatorruimte van Stedin een zeer uitgebreid middenspanningnet onder de straat met plaatselijk tot 25 10kV hoogspanningsleidingen die door Stedin vervangen zullen worden tot een lager aantal 25 kV leidingen.
- Deze opgave is dusdanig complex dat hiervoor conventioneel geen ruimte voor is. Daarom wordt nu ingezet op een meerlaagse oplossing met toepassing van een of meerdere Utility Ducts of mogelijk zelfs een leidingentunnel.

Leerpunten:

- Dit project is nog in een te vroeg stadium om te kunnen evalueren.

- **Voorbeelden Integrale Leidingentunnels (ILTs)**

- Internationaal gezien hebben steden als Praag, Zurich, Chicago, Yokohama, Hong Kong en Qatar grote voorzieningen in de ondergrond voor de opvang van kabels en leidingen. Ook in Nederland zijn al verschillende Leidingentunnels aangelegd. In de Buisleidingenstraat van Rotterdam naar Antwerpen zijn alleen al 11 tunnels om wegen en watergangen te kruisen. Omdat er zeer diverse stoffen door deze buizen worden vervoerd, soms met gevaarlijke inhoud, zijn deze tunnels minder representatief voor een stedelijke omgeving.
- Ook zijn leidingentunnels soms integraal opgenomen in verkeerstunnels. In stedelijke omgeving zijn ook integrale leidingentunnels zoals onder Utrecht CS. Andere voorbeelden:

- **Leidingentunnel Arnhem**

- De tunnel is door de gemeente Arnhem aangelegd tijdens de bouw van het nieuwe NS-station en de werkzaamheden aan en rond het stationsplein. Omdat er geanticipeerd werd op een toename van de ondergrondse infrastructuur, vooral telecom, is de tunnel ruim

ontworpen. De tunnel is 4 tot 5 meter hoog en breedte varieert tussen de 2 en 4 meter. Niet al deze ruimte is nog ingevuld.

- **2013 Leidingentunnel Den Haag**
 - "De tunnel is 300 meter lang, 2,50 meter hoog en 2,75 meter breed en biedt plaats aan het regenwaterriool, het vuilwaterriool, elektrakabels, waterleiding, gasleiding en telecomkabels. Daarnaast zijn er twee lokale toepassingen: de WKO-leiding voor New Babylon en de cv-leidingen voor het Anna van Bueren-gebouw.
- **2005 Leidingentunnel Amsterdam Zuidas**
 - Rond station Amsterdam Zuid/WTC is de ontwikkeling van een nieuw gebied gaande: de Zuidas. Onder de Mahlerlaan is in 2005 een 500 meter lange tunnel aangelegd waar alle kabels en leidingen voor gas, elektriciteit, telecom water, riolering en stadsverwarming aangelegd zijn.

Leerpunten alle leidingentunnels:

- Alle hierboven genoemde leidingentunnels zijn integraal onderdeel van een grootschalige reconstructie, zowel onder- als bovengronds, van een hoogwaardige omgeving met een hoge ambitie, dynamiek en complexiteit. De ondergrond wordt er intensief gebruikt waardoor bundeling van kabels- en leidingen noodzakelijk werd. Graafwerkzaamheden zijn er zeer hinderlijk. Er is daarom hoog ingezet om tot een ruimtebesparende, duurzame en flexibele oplossing te komen.

BIJLAGE C: TOOLBOX ONDERGRONDSE INFRASTRUCTUUR van Visiedocument ondergrondse infrastructuur Rotterdam (2016)

a. Infrastructurele voorzieningen voor kabels en leidingen (IVL). Voorbeelden hiervan zijn:

a) Mantelbuizen

Door onder wegkruisingen een loze buis neer te leggen, kan deze later gebruikt worden om een kabel of leiding door te voeren.

b) Utility Ducts

Mantelbuizen-putconstructies.

c) Leidingengoten

Ondiepe constructie, veelal in gebruik in niet-openbare terreinen. In openbare gebieden nog niet te vinden, maar mogelijk met potentie.

d) Leidingentunnels

Veelal grote, menstoegankelijke tunnels met een veelheid aan kabels en leidingen.

b. Sleufloze technieken (boren en persen).

Deze technieken worden vooral ingezet om hinder bij belangrijke kruisingen van (spoor)wegen of watergangen te voorkomen. Ze voegen niets toe aan een optimale ordening. Integendeel. Door de afwijkende ligging en detectie-onnauwkeurigheden is het praktische ruimtebeslag vele malen groter dan bij een geordende horizontale ligging. Zo dient de vrije ruimte tussen de leidingen bij boringen minimaal 5 meter te zijn.

Waren deze technieken voorheen uitsluitend te gebruiken voor nieuwe kabels of leidingen, de steeds toenemende innovaties op dit terrein maken het ook steeds vaker mogelijk om bestaande kabels en leidingen sleufloos te vervangen of te repareren. De nauwkeurigheid van werken neemt ook gestaag toe, en daardoor ook de toepassingsmogelijkheden. Met gestuurde boringen kunnen andere ondergrondse objecten ontweken worden. Bij kruisingen van andere infrastructuur kunnen zij zeer grote hinder voorkomen. Een zekere hinder is niet te vermijden bij de in- en uitvoerputten, waarvan de locaties slechts geoptimaliseerd kunnen worden.

c. Procedurele oplossingen.

Behalve technische oplossingen zijn er ook nog niet-technische mogelijkheden om graafrust te bewerkstelligen, bijvoorbeeld door het afsluiten van convenanten en financiële prikkels zoals die onlangs in de Schaderegeling Ingravingen Rotterdam (SIR) zijn opgenomen.

"Het nieuwe werken in de Rotterdamse ondergrond: Wij gaan voor graafloos" (presentatie gemeente Rotterdam, 2018)

Kans 1: Samenwerken

Als je in een straat moet graven, pak dan zoveel mogelijk tegelijk aan.

Kans 2: Meerlaags leggen

Vooralsnog alleen in het Havengebied: De leidingenstrook is daar intussen vol

Kans 3: innovatieve, flexibele, toekomstbestendige oplossingen

Leidingengoten, -tunnels of 'Utility Ducts'

Kans 4: steeds vaker: Sleufloze technieken

Kabels en leidingen sleufloos aanbrengen, renoveren of verwijderen, het kan allemaal.

Slimgravenvoorgemeenten (Ministerie van EZ, 2009)

- Aanpak A lege buizen
- Aanpak B lege buizen inclusief fiber

Notitie "Mogelijkheden voor leidingkokers 'Rode Steentjes'-gebied Eindhoven (2015)

- Verkenning Huidige ligging optimaliseren, 0-alternatief
- Optie 1. Zijkant gelegen ductsysteem voor datakabels
- Optie 2. Centraal gelegen duct datakabels
- Optie 3. Electra en data in leidingkoker
- Optie 4. Data, elektra en gas in leidingkoker
- Optie 5. Data, elektra, gas en water in manshoge kokerset

Presentatie Digitale connectiviteit in de Openbare Ruimte, Een voorwaarden schepende infrastructuur - Connectiviteit in de openbare ruimte (gemeente Eindhoven, 2019)

- 100x100 grid (conceptueel).

CONTACT



Stratix B.V.

Villa Hestia - Utrechtseweg 29
1213 TK Hilversum

Telefoon: +31.35.622 2020
E-mail: office@stratix.nl
URL: <http://www.stratix.nl>
Reg. no.: 57689326
IBAN: NL85ABNA0513733922
BIC: ABNANL2A
VAT: NL8526.92.079.B.01