

LEEFBAARHEIDS- MAATREGELEN IN DE RINGZONE



De catalogus is onderworpen aan een peer review door een expertengroep bestaande uit interne en externe experts. Het is geen eindproduct maar een levend document waar gaandeweg nieuwe inzichten aan toegevoegd worden.



LEEFBAARHEIDS- MAATREGELEN **IN DE RINGZONE**

Inleiding Wat? Waarom? Hoe?

Deel 1 Synthese: overzichtsmatrices, ontwerprichtlijnen en basismaatregelenpakket

1 — Inleiding	p14
a Effecten van maatregelen	p14
b Maatregelen	p16
2 — Overzichtsmatrices	p19
a Leefbaarheidsmatrix	p20
b Ruimtelijke matrix	p25
c Kostprijs matrix	p29
3 — Ontwerprichtlijnen	p32
a Continuïteit	p32
b Slimme combinaties	p36
c Tijdshorizon	p40
4 — Basismaatregelenpakket	p44

Deel 2 Maatregelenfiches

1 — Inleiding	p53
2 — Maatregelen die werken op de afscherming van de overdracht van milieuhinder tussen bron en ontvanger	p56
a Landschappelijke berm	p59
b Steile berm (canyon)	p63
c Schermen	p69
d Overkraging	p73
e Middenberm	p77
f Vegetatie	p81
3 — Maatregelen die werken op de bescherming van de ontvanger	p90
a Nieuwe gebouwen	p93
b Groendaken- en gevels	p99
c Gevelisolatie en filtersystemen	p103
d Maskeren	p107
e Afstand houden	p111
4 — Maatregelen die werken op het verminderen van de barrièrewerking	p114
a Herinrichting bruggen	p117
b Verbreding bruggen	p123
c Nieuwe bruggen	p129
d Langsverbindingen	p135

Deel 3

Cases

1 — Zurenborg-Rode Kruislaan	p146
2 — Nieuw Zurenborg	p156
3 — Ringfietspad Stenenbrug	p172
4 — Mastvest	p180
5 — Park Brialmont	p188
6 — Turnhoutsepoort	p202
7 — School de kRing	p218

Literatuurlijst

Index

Colofon

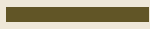


INHOUD

DE CATALOGUS BEVAT MAATREGELEN DIE,
NAAST EEN OVERKAPPING, DOOR ONTWERPERS
KUNNEN WORDEN INGEZET OM DE
LEEFBAARHEID VAN DE STAD TE VERBETEREN.



Inleiding



Wat?

Waarom?

Hoe?

Wat?

Voorliggend document is een catalogus met leefbaarheidsmaatregelen die, naast een overkapping, ingezet kunnen worden in de Ringzone. De catalogus vormt een aanvulling op het bestek dat door de intendant voor de leefbaarheid van de Ringzone wordt opgesteld in het kader van een ontwerpwedstrijd in 2017. In functie van deze doelstelling **bevat de catalogus enkel die maatregelen die, naast een overkapping, door ontwerpers in de Ringzone kunnen worden ingezet om de negatieve effecten van de infrastructuur (luchtverontreiniging, geluid, barrièrewerking, ...) te verminderen en de leefbaarheid van de stad te verbeteren.**

Algemene beleidsmaatregelen zoals een meer duurzame modal split (door bvb rekening rijden, thuiswerken, ...) en het verminderen van emissies (door bvb stimuleren van schonere wagens, lagere snelheid, stille wegdekken) zijn bestudeerd in verschillende maatregelenstudies op Vlaams en stedelijk niveau. Deze maatregelen blijken bijzonder belangrijk ifv het verbeteren van de leefbaarheid maar zijn - gezien bovenstaande scope - niet opgenomen in voorliggende catalogus. Algemene beleidsmaatregelen werken in eerste instantie op het verminderen van de productie van lucht- en geluidsemissies. Een ontwerper heeft hierop weinig tot geen vat. De catalogus bevat bijgevolg vooral maatregelen die werken op de overdracht van milieuhinder tussen bron en ontvanger, op de bescherming van de ontvanger en op het opheffen van de barrièrewerking in de Ringzone.

De catalogus omvat 3 delen. Deel 1 bestaat uit de synthese waarin alle maatregelen tegen elkaar en een aantal ontwerp-richtlijnen worden afgewogen en waarin, op maat van de Antwerpse context, een basis maatregelenpakket naar voor wordt geschoven. Deel 2 beschrijft de effecten van de verschillende individuele maatregelen. Deel 3 bevat een concrete doorrekening van de effecten op cases in Antwerpen.

Waarom?

Door de intendant worden in de ambitienota en de projectdefinitie de “kritische continuïteiten” bepaald voor een overkapping van de Antwerpse Ring. De ambitie is een zo groot mogelijke overkapping. De realisatie zal echter gefaseerd verlopen, waarbij in eerste fase een aantal prioritaire projecten worden uitgevoerd. De “kritische continuïteiten” moeten garanderen dat de onderlinge projecten kunnen doorgroeien naar een volledige overkapping van de Ring op termijn.

Voorliggende catalogus van leefbaarheidsmaatregelen is omwille van verschillende redenen van belang in dit gefaseerd proces:

- als **maatregel in de tussentijd** in afwachting van de realisatie van een overkapping;
- als **aanvullende maatregel** op een overkapping om het effect ervan te vergroten;
- als **referentiescenario** ifv de afweging van een overkapping op een bepaalde locatie;
- als **maatregel op locaties waar (nog) niet overkapt** kan worden.

De catalogus heeft bovendien als basisdoelstelling om de kloof tussen de ontwerpdiscipline en leefbaarheidsdisciplines (akoestiek, luchtkwaliteit, ...) te verkleinen door te vertrekken van onderbouwde aannames over de impact van bepaalde maatregelen. In de literatuur vinden we immers nog (zeer) uiteenlopende stellingen, interpretaties en resultaten mbt de mogelijke impact van sommige maatregelen. Bovendien is de omvang van de mogelijke effecten sterk afhankelijk van de lokale context.

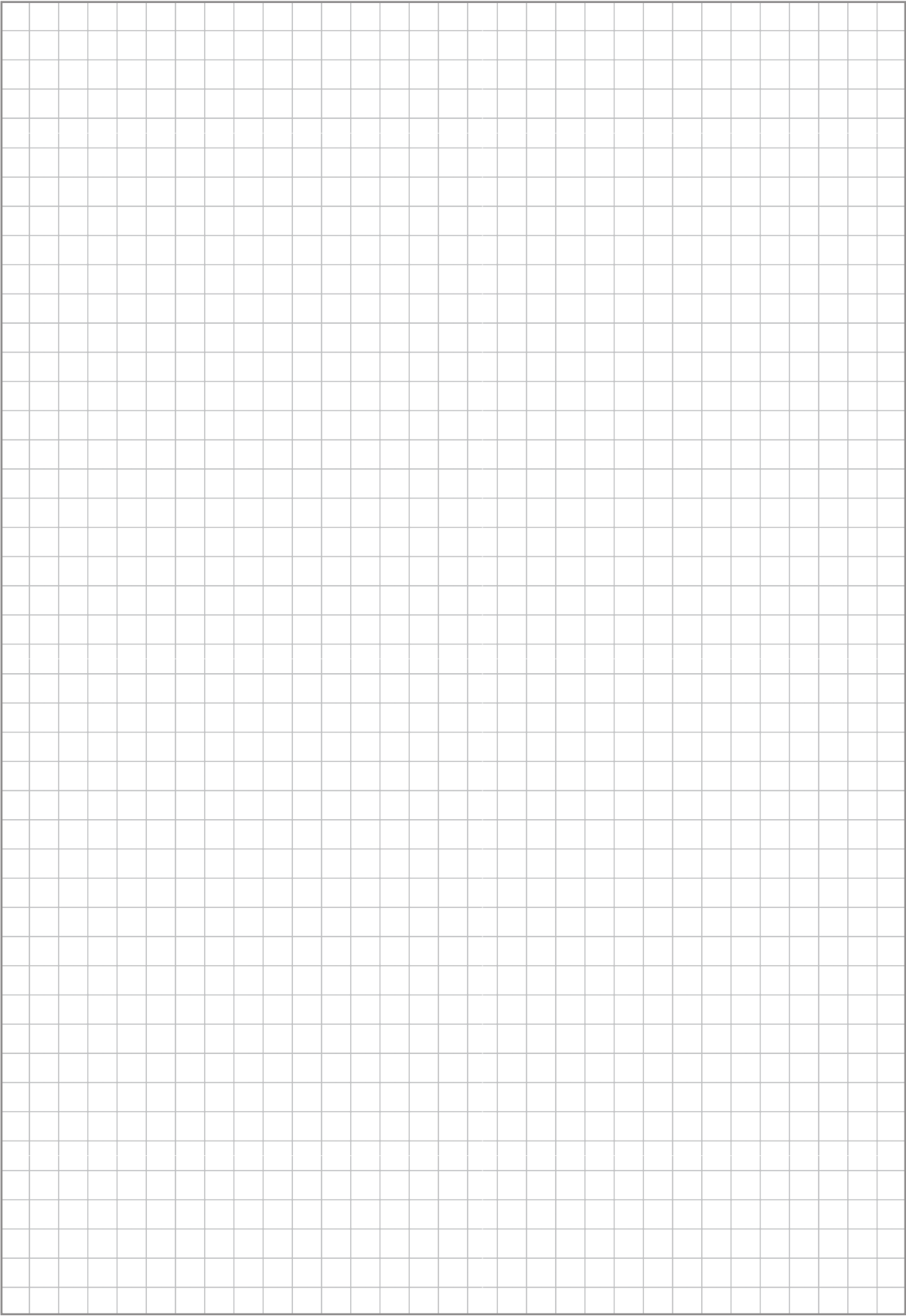
De catalogus wil hier een gemeenschappelijk referentiekader en onderbouwde inzichten in de lokale context bieden aan alle ontwerpers en betrokkenen in het proces van de intendant voor de leefbaarheid van de Ringzone en ontwerpers responsabiliseren om niet enkel de visuele of ruimtelijke aspecten maar ook de omgevingskwaliteit te ontwerpen. Een slecht geluidsklimaat bijvoorbeeld, zal immers de functionaliteit van een bepaalde ruimte verminderen of de bruikbaarheid ervan volledig onmogelijk maken.

Hoe?

De catalogus is in de eerste plaats opgebouwd op basis van een **uitgebreide literatuurstudie** en een synthese van het **grote aantal deelonderzoeken** rond leefbaarheidsaspecten in de Ringzone die in de afgelopen jaren zijn uitgevoerd. Alle stellingen in de catalogus worden voorzien van verwijzingen naar de bron zodat deze ook raadpleegbaar blijft voor ontwerpers en betrokkenen die zich verder in een thema willen verdiepen. De volledige literatuurlijst is in de bijlage van het document opgenomen.

Daarnaast worden een aantal maatregelen ook op **concrete cases** in de Ringzone toegepast en doorgerekend. **De omvang van de effecten is immers sterk afhankelijk van de lokale context:** locatie en diepte van de Ring, afstand tot de eerstelijnsbebouwing, aanwezigheid van andere bronnen zoals de Singel en de invalswegen, ... Deze case studies geven, aanvullend op de literatuurstudie, meer toegepaste inzichten op de mogelijke impact van de verschillende maatregelen in de Antwerpse context.

INLEIDING



DE CATALOGUS WIL EEN GEMEENSCHAPPELIJK
REFERENTIEKADER BIEDEN AAN ALLE
ONTWERPERS EN BETROKKENEN, EN
RESPONSABILISEREN OM OOK DE OMGEVINGSKWALITEIT
TE ONTWERPEN.

Deel 1

**Synthese:
overzichtsmatrices,
ontwerprichtlijnen en
basismaatregelen-
pakket**

1 — Inleiding

In de catalogus worden verschillende maatregelen voorgesteld met hun bijhorende leefbaarheidseffecten. In deel 2 van de catalogus is per maatregel een fiche opgenomen waarin de te verwachten effecten worden omschreven. Om deze grote hoeveelheid informatie inzichtelijker te maken voor de ontwerper, worden in dit deel een aantal overzichtsmatrices gemaakt waarin de verschillende maatregelen tegenover elkaar worden afgewogen.

a Effecten van maatregelen

De, in de catalogus beschreven, effecten zijn ingedeeld in 4 groepen: leefbaarheidseffecten, ruimtelijke effecten, kostprijs en technische aspecten.

———— Wat de **leefbaarheidseffecten** betreft focussen we in de eerste plaats op de negatieve effecten van de infrastructuur in de Ringzone met name luchtkwaliteit en geluid. Uit een studie van de Wereldgezondheidsorganisatie blijkt dat luchtkwaliteit en omgevingslawaaï de grootste negatieve impact hebben op de volksgezondheid in Europa. In 2011 berekende VITO in samenwerking met Technum dat in Antwerpen ongeveer 60.000 inwoners ernstig gehinderd zijn door geluid, terwijl ongeveer 30.000 inwoners kampen met ernstige slaapverstoringen. De slechte luchtkwaliteit zorgt voor 7.088 verloren gezonde levensjaren in Antwerpen. Dit komt overeen met 438 verloren gezonde levensdagen per Antwerpenaar.

Daarnaast schept de Ringzone nog heel wat potenties om de leefbaarheid in de stad te verhogen. Door de aanwezigheid van een grote aaneengesloten open ruimte speelt de Ringzone vandaag reeds een belangrijke rol op het vlak van hittestress, ecologische connectiviteit en toegankelijk groen. Deze rol kan zeker nog versterkt worden door de ruimte verder uit te bouwen als bufferzone voor water ifv klimaatadaptatie en als ecologisch waardevolle en toegankelijke groenzone. Welke ingrepen daartoe kunnen bijdragen worden door de intendant in de ambitienota gevat in de conceptkaart Ademruimte. In voorliggende catalogus wordt in de leefbaarheidsmaatregelen aangegeven in welke mate de voorgestelde maatregelen een positief, dan wel negatief effect kunnen hebben op deze ambitie.

—— Bij de **ruimtelijke effecten** wordt de impact van een maatregel op barrièrewerking (voor mens, dier en flora) bekeken, alsook de terreininname. Beide zijn belangrijk om de bestaande ecosysteemdiensten die de open ruimte in de Ringzone levert aan de stad minstens te behouden en bij voorkeur te versterken.

Daarnaast wordt ook aandacht besteed aan de mate waarin een maatregel kan doorgroeien naar een overkapping en aan beeldkwaliteit. Dit laatste is niet onbelangrijk ivm leefbaarheid aangezien onderzoek aantoont dat er een verband is tussen de gerapporteerde hinder en de beeldkwaliteit van een maatregel.

—— Wat de **kosten** betreft wordt in de catalogus inzicht gegeven in de constructiekost, maar ook in de beheerkost van de verschillende maatregelen.

—— Bij de **technische aspecten** worden oa effecten op de (verkeers-)veiligheid in de Ringzone aangestipt.

b Maatregelen

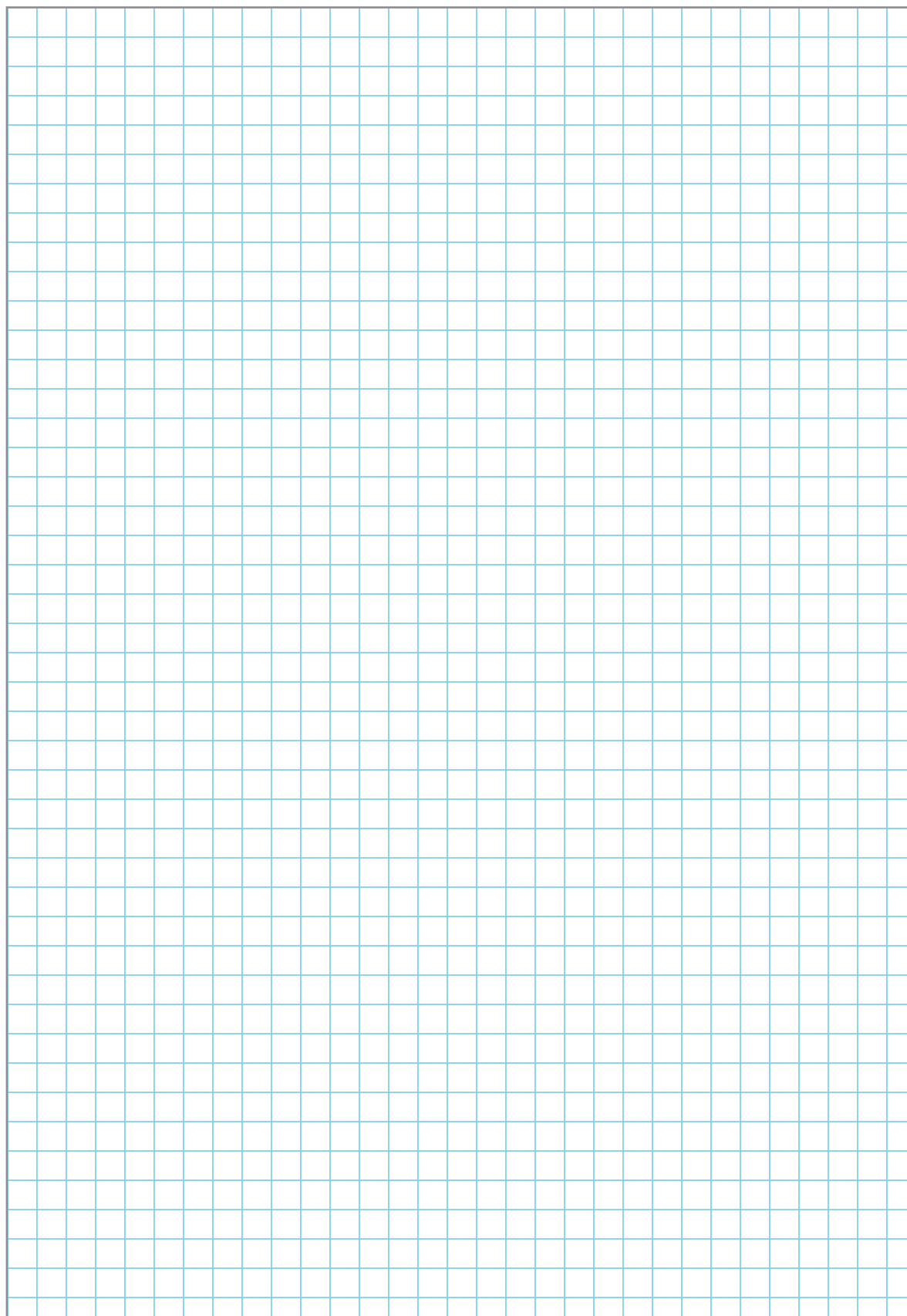
In functie van de doelstelling bevat de catalogus die maatregelen die, naast een overkapping, door ontwerpers kunnen worden ingezet om de negatieve effecten van de Ring te verbeteren en de leefbaarheid van de stad te vergroten.

Volgende maatregelen werden in het kader van deze catalogus weerhouden:

—— **Maatregelen die werken op de afscherming van overdracht van milieuhinder tussen bron en ontvanger:** bermen, schermen, overkappingen en vegetatie.

—— **Maatregelen die werken op de bescherming van de ontvanger:** nieuwe gebouwen, gevelisolatie en filtersystemen, groendaken en -gevels, maskeren van geluid en afstand houden.

—— **Maatregelen die werken op het verminderen van de barrièrewerking:** herinrichting bestaande bruggen, verbreding bestaande bruggen, toevoegen nieuwe bruggen en langsverbindingen.



MET BEHULP VAN DE MATRICES KAN EEN
AFWEGING GEMAAKT WORDEN TUSSEN
KOSTPRIJS, LEEFBAARHEIDS- EN
RUIMTELIJKE EFFECTEN.

2 — Overzichtsmatrices

De maatregelen en hun effecten worden in 3 thematische matrices gebundeld: de leefbaarheidsmatrix, de ruimtelijke matrix en de kostprijs matrix.

De matrices kunnen zowel verticaal als horizontaal gelezen worden. Verticaal worden de maatregelen per effect gegroepeerd en kunnen de verschillende maatregelen vergeleken worden met betrekking tot hun impact op een bepaald thema zoals geluid. Horizontaal kunnen dwarsverbanden afgelezen worden. Zo kan een maatregel bijvoorbeeld in de hoogste klasse scoren voor geluid, maar negatief zijn voor klimaatadaptatie. **Door de verschillende matrices samen te leggen kan vervolgens een afweging gemaakt worden tussen kostprijs, leefbaarheids- en ruimtelijke effecten ivf de specifieke situatie van het projectgebied.** De matrices vormen daarmee een basis voor de gesprekken die tijdens het ontwerpproces in de wedstrijd van de intendant zullen worden gevoerd.

De indeling in de matrices wordt gemaakt op basis van grootteordes en/of mogelijke maximale effecten van een maatregel. Dit is natuurlijk op voorwaarde dat de maatregel volgens de regels van de kunst ontworpen en uitgevoerd wordt ivf het behalen van dit effect. Zo kan een landschappelijke berm bijvoorbeeld belangrijke positieve effecten hebben op het geluidsklimaat, maar niet als die slechts 1 meter hoog is langs de brede Antwerpse Ring.

De **matrices zijn dan ook in de eerste plaats bedoeld als leeswijzer**: om de ontwerpers en de sleutelactoren in het participatieontwerpproces wegwijs te maken in de veelheid van mogelijke maatregelen, als doorverwijzing naar de maatregelenfiches die in deel 2 van de catalogus meer technische informatie per maatregel geven, en naar de cases die deel 3 van de catalogus vormen en concrete doorrekeningen van de effecten van (combinaties van) verschillende maatregelen binnen de Antwerpse context bevatten. De matrices zijn daarbij deels ook specifiek voor de context van de Antwerpse Ringzone. Zo kan het zijn dat in een andere context (bvb veel smallere wegzate met woningen op korte afstand) andere maatregelen meer op de voorgrond zouden treden.

a Leefbaarheidsmatrix

In de leefbaarheidsmatrix worden de maatregelen gegroepeerd naargelang hun effecten op geluid, luchtkwaliteit en klimaatadaptatie.

Wat de **geluidseffecten** betreft kunnen we 3 groepen onderscheiden: maatregelen die meer dan 8dB(A) reductie opleveren, maatregelen die tussen de 3 en de 8dB(A) opleveren en maatregelen die tot 3dB(A) opleveren. We gaan er daarbij wel vanuit dat alle maatregelen goed ontworpen en uitgevoerd worden; dwz voldoende hoog, lang, correcte materialisatie, ...

In de hoogste categorie (>8dB(A)) situeren zich de maatregelen met steile en landschappelijke bermen, nieuwe gebouwen, schermen en overkragingen. De concrete doorrekeningen in deel 3 (Cases) van de catalogus geven aan dat zelfs reducties van meer dan 15 dB(A) van de Ring kunnen gehaald worden (in situaties waarbij we geen rekening houden met atmosferische effecten en in afwezigheid van andere omgevingslawaaibronnen). Doorgedreven gevelisolatie heeft ook effecten in deze categorie, maar natuurlijk enkel voor de inwoners van het gebouw en op voorwaarde dat de ramen gesloten blijven.

In de tussencategorie (3dB(A)-8dB(A)) situeren zich de midden-berm en vegetatie. Deze maatregelen kunnen, in combinatie met andere maatregelen zoals bermen en schermen, de efficiëntie van deze laatste nog verhogen. In de concrete doorrekeningen in deel 3 (Cases) van de catalogus worden, door een slimme combinatie van maatregelen, zelfs reducties tot 20 dB(A) van de Ring gehaald (bijvoorbeeld in specifieke zones langs een gevel). Ook de aanpak van de dwarsverbindingen (vergroenen trambanen, toevoegen ecopassages, ...) kan de geluidskwaliteit voor de gebruiker van de dwarsverbinding aanzienlijk verbeteren, zowel in effectieve geluidsniveaus als in waargenomen hinder.

In de zeer brede en open snede van de Ringzone kunnen groendaken in de randbebouwing effecten hebben tot 3dB(A). (In street-canyons kan het effect van groendaken zich situeren in de klasse tussen 3 en 8dB(A)). De effecten voor de groendaken zijn daarbij enkel voelbaar aan de achterzijde van de woning. In dezelfde categorie situeert zich ook de maatregel afstand nemen, waarbij per verdubbeling van de afstand tot de snelweg 3 dB(A) reductie optreedt (let wel: het verschil

tussen 1 m en 2 m van de weg (-3 dB(A)) is even groot als het verschil tussen 200 m en 400 m van de weg).

Wat de **luchtkwaliteitseffecten** betreft zijn de maatregelen gegroepeerd volgens hun maximaal reducerend effect op de wegbijdrage. Daarbij is het belangrijk op te merken dat voor luchtkwaliteit de achtergrondconcentratie een belangrijke rol speelt en hierop hebben lokale maatregelen geen of nauwelijks effect. Zo kan bvb het plaatsen van schermen de bijdrage van lokaal verkeer in het achterliggend gebied met 15 à 20% verminderen. Op de totale concentraties zal het effect echter kleiner zijn dan 10%, aangezien de achtergrond meer dan de helft van de lokale concentraties verklaart.

In de matrix worden maximale effecten aangegeven. Afhankelijk van de windrichting varieert de impact en het gebied waar een maatregel effect heeft doorheen het jaar. De jaargemiddelde effecten liggen dan ook lager dan deze maximale effecten.

In de hoogste categorie (tot 30% vermindering van de wegbijdrage) staan vegetatie en nieuwe gebouwen. Het betreft hier dan wel een geoptimaliseerde en ivf luchtkwaliteit ingeplante groene buffer nabij de bron en een aaneengesloten bebouwing met een zekere hoogte (referentiehoogte 12 m). De concrete doorrekeningen in deel 3 (Cases) van de catalogus geven aan dat dergelijke reducties in Antwerpen haalbaar zijn. De effecten zullen echter in grote mate afhangen van de specifieke locatie tov de overheersende windrichting. De grootste effecten zijn te verwachten voor projecten waar de overheersende windrichting (zuid-west) loodrecht op het projectgebied zit.

Met filtersystemen kunnen zeer hoge verbeteringen in het binnenklimaat gerealiseerd worden. De reducties zijn afhankelijk van het filtersysteem en de fracties. Zo kunnen luchtzuiveringsfilters (van het type F7 of F9) het UFP fijnstof (Ultra Fine Particles) met 50% doen dalen binnen in gebouwen. Ook afstand houden tov de bron is een maatregel waardoor zeer hoge reducties voor de ontvanger mogelijk zijn.

In de categorie tot 15 à 20% vermindering van de wegbijdrage situeren zich schermen, overkragingen, en steile bermen (canyon). De eerste meters achter de schermen verhoogt de concentratie wel aan-

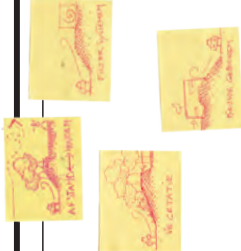
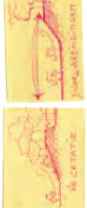
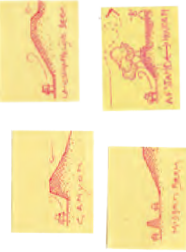
gezien de luchtcirculatie hier sterk afneemt. Bij gelijke hoogtes bieden schermen een gelijkaardige reductie als stevige groenbuffers en nieuwe gebouwen. In de praktijk zijn echter hoge omvangrijke groenbuffers mogelijk en blijft de hoogte van schermen, omwille van kostprijs en technische voorwaarden, beperkt tot minder dan 6 m. Schermen van meer dan 7 m zouden een plaats in de hoogste categorie (tot 30% vermindering van de wegbijdrage) verdienen, maar komen nauwelijks voor.

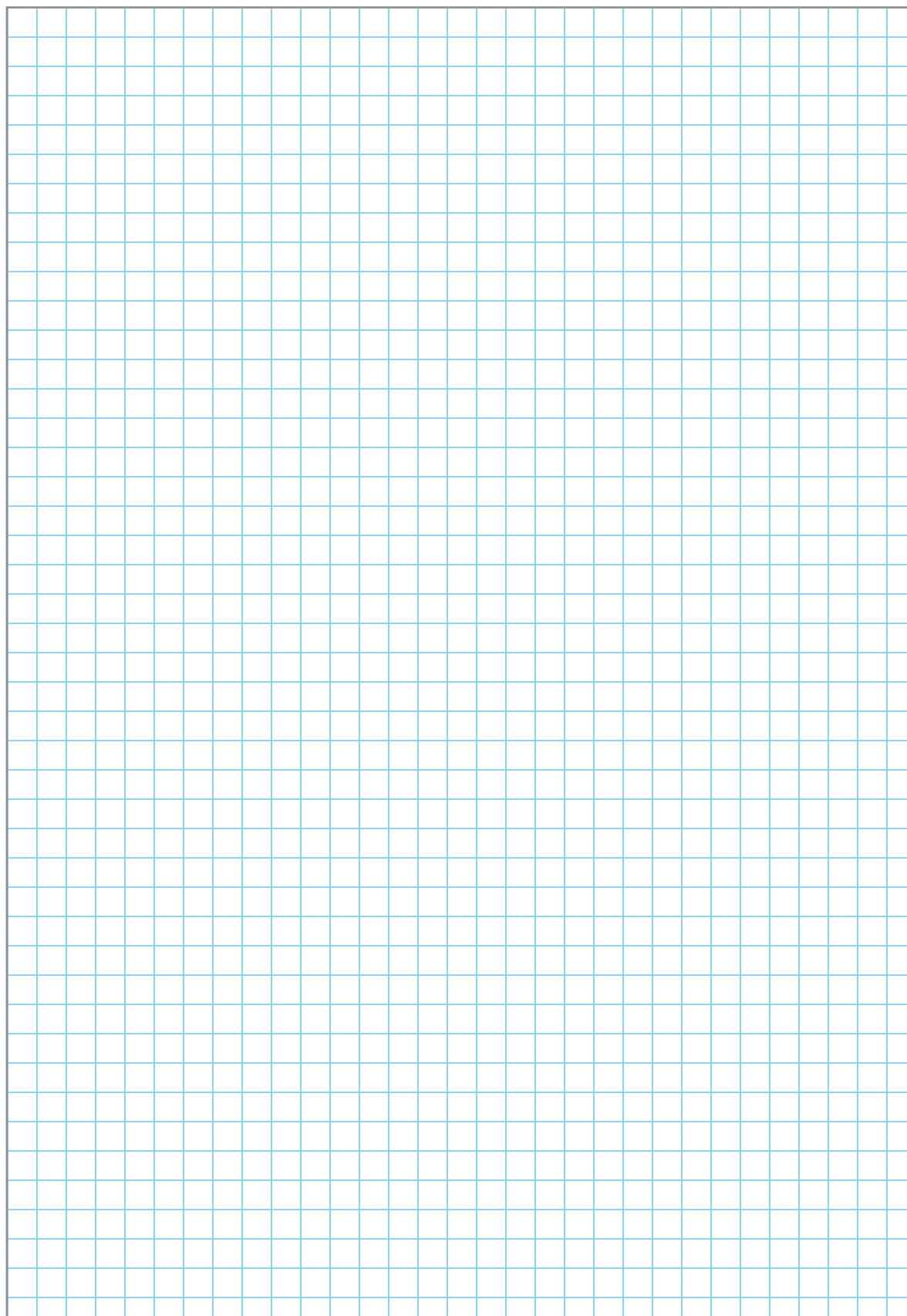
Bij minder steile bermen is het effect aanzienlijk kleiner. De impact op de luchtstroming is immers behoorlijk lager en effecten blijven beperkt tot 5% vermindering van de wegbijdrage. Groendaken en –gevels, vergroenen van dwarsverbindingen, ... zijn maatregelen met kleinere effecten, eerder 1 à 2%. Hoe intensiever de vergroeningen, hoe groter de bijdrage kan zijn tot max 5% van de wegbijdrage. Het verhogen van de middenberm heeft voor luchtkwaliteit quasi geen effect.

Wat **klimaatadaptie** betreft zullen enkel die maatregelen die zorgen voor bijkomende bomen, wateroppervlakken en in mindere mate grasvlakten leiden tot een verbetering van de hittestress in de stad. Groendaken en –gevels, alsook gevelisolatie kunnen wel een belangrijk effect hebben op het binnenklimaat van gebouwen, maar veranderen nauwelijks iets aan het buitenklimaat overdag. 's Nachts zorgen groendaken en –gevels wel voor een milderende van het stedelijk-hitte-eilandeffect.

Met haar grote boomrijke groengebieden vormt de Ringzone vandaag een belangrijke ruimte ifv de vermindering van hittestress. De grote open ruimten zijn ook belangrijk ifv de waterhuishouding van de stad. Het voorzien van bijkomende buffercapaciteit in het landschap kan de stad ook bestendiger maken tegen hevige regenval. Het is dan ook vooral op-letten voor de toepassing van maatregelen die klimaatadaptatie negatief beïnvloeden door verharde oppervlakte uit te breiden (gebouwen) en/ of het bestaande landschap (tijdelijke of definitief) vernielen (ifv realisatie van bermen, schermen,...).

Leefbaarheidsmatrix

GELUID	LUCHTKWALITEIT	KLIMAATADAPTATIE
> 8dB(A) 	Tot 30% 	Positief buiten  binnen 
3 dB(A) - 8dB(A) 	Tot 15 à 20% 	Neutraal 
< 3 dB(A) 	Tot 5% 	Negatief 



b Ruimtelijke matrix

In de ruimtelijke matrix worden de maatregelen gegroepeerd naargelang hun effecten op terreininname, beeldkwaliteit, barrièrewerking en de mogelijkheid om door te groeien naar een overkapping.

Wat **terreininname** betreft onderscheiden we 3 groepen. Er zijn maatregelen die bijkomende ruimte creëren zoals de overkraging of de dwarsverbindingen (in het geval van nieuwe of verbrede bruggen). Deze maatregelen kunnen het ecologisch netwerk robuuster maken en de bruikbare open ruimte van de stad vergroten op voorwaarde dat ze kwalitatief en toegankelijk worden ingericht. Daarnaast is er een groep van maatregelen die de bestaande ruimte optimaliseren. Het gaat onder andere om de herinrichting van bestaande bruggen, aanleg van groendaken en –gevels, de middenberm, filtersystemen, gevelisolatie en vegetatie. Deze maatregelen kunnen in principe binnen de bestaande ruimte gerealiseerd worden zonder verlies aan bruikbare ruimte voor de stad. Een laatste groep maatregelen heeft een bepaald ruimtebeslag, wat in principe resulteert in een verlies van bruikbare open ruimte voor de stad. Concreet gaat het om de inplanting van nieuwe gebouwen of het oprichten van bermen en in mindere mate het plaatsen van geluidsschermen. Voor de realisatie van deze maatregelen zal een afweging gemaakt moeten worden tussen de waarde van het bestaande landschap en de meerwaarde van de maatregel in kwestie.

Wat **beeldkwaliteit** betreft onderscheiden we in functie van de catalogus 3 groepen. Er zijn maatregelen die de beeldkwaliteit niet veranderen zoals gevelisolatie en filtersystemen (indien oordeelkundig geplaatst). Daarnaast zijn er maatregelen die een eerder landschappelijk of groen uitzicht hebben zoals bermen, vegetatie, vergroende dwarsverbindingen, groendaken en –gevels en maatregelen die eerder infrastructuur of architecturaal van aard zijn zoals nieuwe gebouwen, schermen, overkragingen, middenberm en zeer steile bermen. De beeldkwaliteit van beide groepen kan hoog en kwalitatief zijn. Uit onderzoek is echter gebleken dat het zicht op groen en vegetatie de waargenomen geluidshinder beperkt, ondanks het feit dat het meetbare geluidsniveau gelijk is.

Wat de **barrièrewerking** betreft zijn er maatregelen die de connectiviteit verhogen zoals de dwarsverbindingen (nieuwe, herinrichting en/of verbreding bestaande bruggen). Maar ook het uitbouwen van vegetatie, groendaken en –gevels kunnen bijdragen tot een robuuster ecologisch netwerk voor fauna en flora.

Overkragingen en landschappelijke bermen hebben in principe geen negatief effect op de connectiviteit in de langsrichting. Wanneer de bermen te steil worden kunnen ze de ecologische connectiviteit in het gedrang brengen. Maatregelen die de connectiviteit blijvend verminderen zijn schermen of nieuwe gebouwen. Toch kunnen schermen op bepaalde plaatsen vanuit ecologische functionaliteit verkozen worden boven bermen omdat, door de kleinere ruimte-inname, bij aanleg meer ecologisch waardevol landschap gespaard kan worden.

Wat de **doorgroeimogelijkheden naar een overkapping** betreft zijn er een heel aantal maatregelen die als voorbereidend werk op de overkapping kunnen worden uitgevoerd en ook tijdens en na de bouw van een overkapping een rol kunnen blijven spelen ivf de leefbaarheid. Voorwaarde is wel dat deze maatregelen steeds met de overkapping als mogelijke vervolgfase worden ontworpen. Zo zijn filtersystemen en gevelisolatie, groendaken en -gevels ook na een overkapping relevant om stedelijke achtergrondconcentraties en -ruis alsook de resterende hinder vanuit de Singel, invalswegen en het spoor te milderen. Nieuwe gebouwen, bermen en vegetatie kunnen, op de juiste afstand en hoogte, een manier zijn om het hoogteverschil tussen het nieuwe maaiveld van de overkapping en het huidige maaiveld van de stad te overbruggen.

Schermen, middenberm en overkragingen zijn in principe investeringen die bij het maken van een overkapping verloren gaan. Investeren in het herinrichten of verbreden van de bestaande dwarsverbindingen kan compatibel zijn met een latere overkapping wanneer de brug in kwestie behouden kan blijven binnen de gefaseerde realisatie van de kap. Nieuwe dwarsverbindingen kunnen alvast op de onderbouw van een toekomstige overkapping worden ontworpen en zo een eerste stap vormen ivf een grootschalige overkapping.

Ruimtelijke matrix

TERREININNAME

Creëert ruimte  	Optimaliseert ruimte    	Gebruikt ruimte   
---	---	---

BEELDKWALITEIT

Landschappelijk   	Neutraal 	Infrastructureel / architecturaal    
--	---	--

BARRIÈREWERKING

Hogere connectiviteit   	Neutraal    	Lagere connectiviteit  
--	---	--

DOORGROEIEN NAAR OVERKAPPING

Voorbereidende werken      	Verloren investering   
--	---

c **Kostprijs matrix**

Op het vlak van kostprijs zijn er grote verschillen tussen de maatregelen uit de catalogus. We maken daarbij een onderscheid tussen investeringskost en onderhoudskost. Gezien de brede waaier van maatregelen (van overkragingen tot filtersystemen) die in de catalogus zijn opgenomen is het niet eenvoudig om één op één kost- en onderhoudsprijzen te gaan vergelijken. Bovendien zijn de effectieve kostprijzen vaak erg afhankelijk van de lokale omstandigheden, de gekozen uitvoeringstechniek en materialen, Toch kunnen we in het kader van de catalogus een opdeling in grootteordes maken.

Qua **investeringskost** is de overkraging met grote voorsprong de meest kostelijke maatregel uit de catalogus. De kostprijs ligt al snel 30 keer hoger dan deze van schermen per lopende kilometer. Bermen zijn in principe goedkoper dan schermen. Het creëren van een vegetatiebuffer is per lopende kilometer veruit de goedkoopste maatregel uit de catalogus. Afstand nemen kost in principe niets. De dwarsverbindingen kunnen op het vlak van kostprijs een brede waaier bestrijken. Nieuwe dwarsverbindingen situeren zich eerder bij de duurdere maatregelen. De herinrichting van bestaande dwarsverbindingen is in verhouding veel goedkoper.

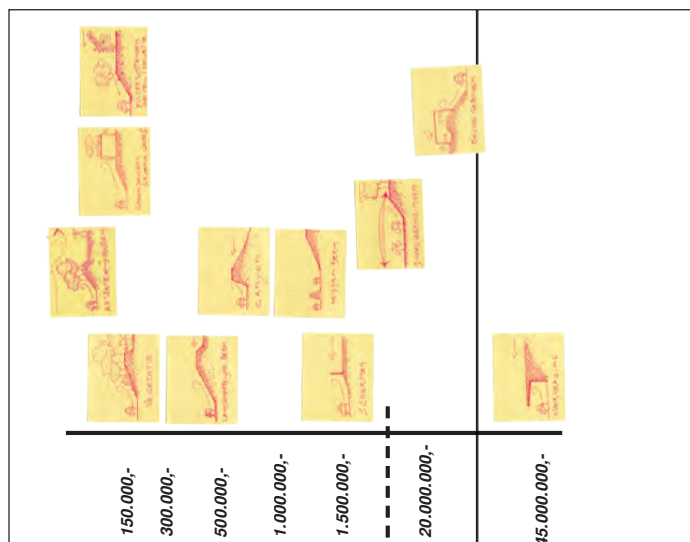
Op gebouwniveau is het optrekken van nieuwe gebouwen de meest kostelijke maatregel (uiteraard zit daar ook een opbrengst aan vast). Filtersystemen, gevelisolatie en groendaken volgen in dalende grootteorde van kostprijs.

Het is niet onbelangrijk de investeringskost samen te lezen met het aspect “doorgroeien naar een overkapping” in de ruimtelijke matrix. De maatregelen die bij een latere overkapping gerecupereerd worden, kunnen als voorbereidend werk op de overkapping gezien worden, waardoor de kostprijs van een overkapping in principe daalt.

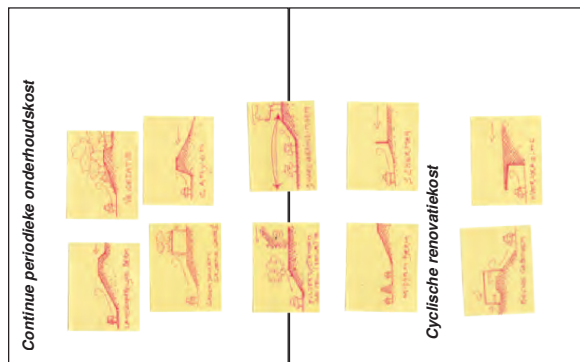
Qua **onderhoudskost** kunnen we 2 grote groepen onderscheiden. Een groep maatregelen die een vrij constante periodieke onderhoudskost heeft. Hieronder vallen de eerder landschappelijke maatregelen zoals: bermen, vegetatie, groendaken,.... En maatregelen die misschien een lagere periodieke onderhoudskost kennen, maar cyclisch wel een zeer grote renovatiekost vergen zoals de meeste infrastructurele en architecturale maatregelen: gebouwen, schermen, overkragingen,

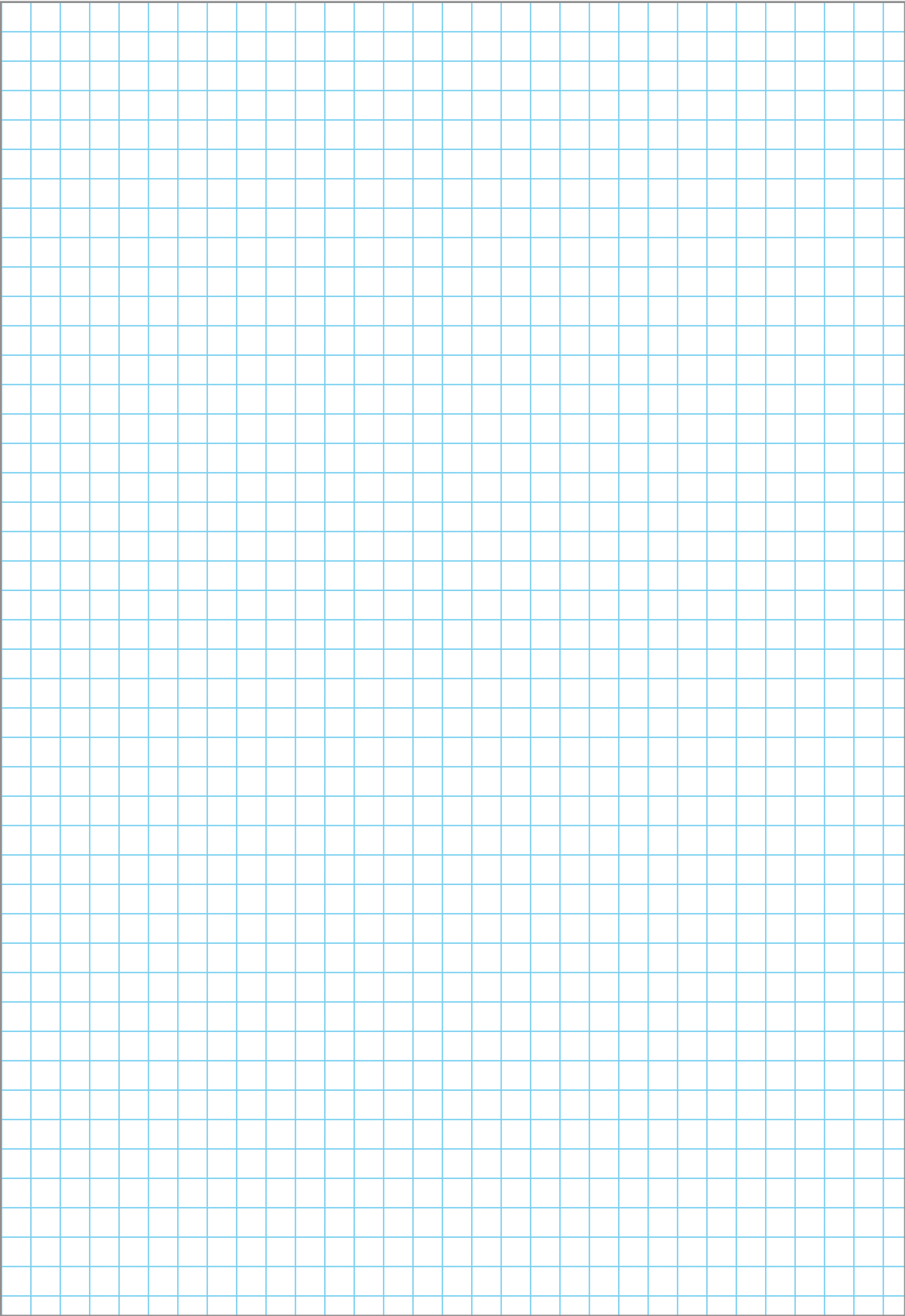
Kostprijs

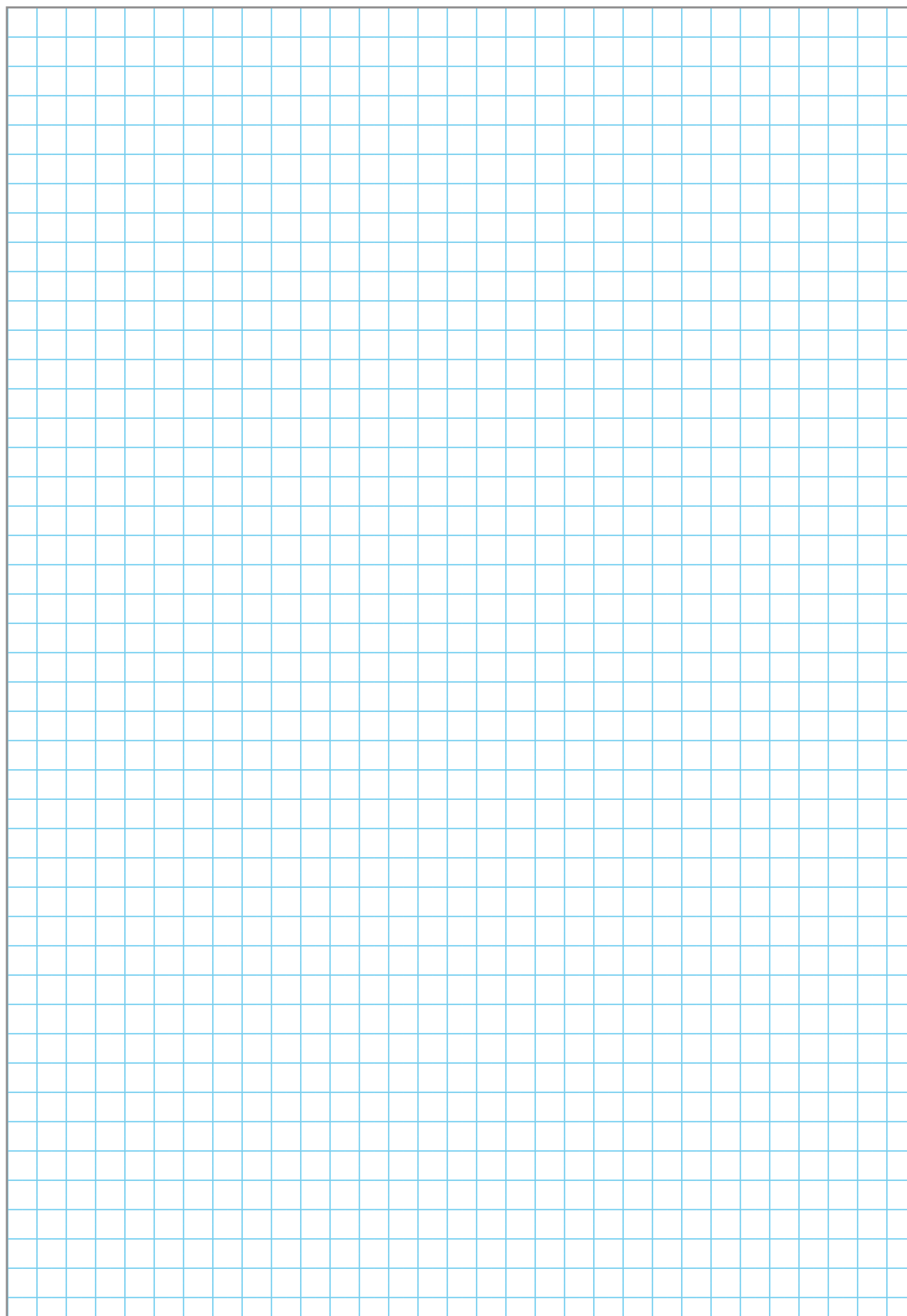
CONSTRUCTIEKOST



BEHEERKOST







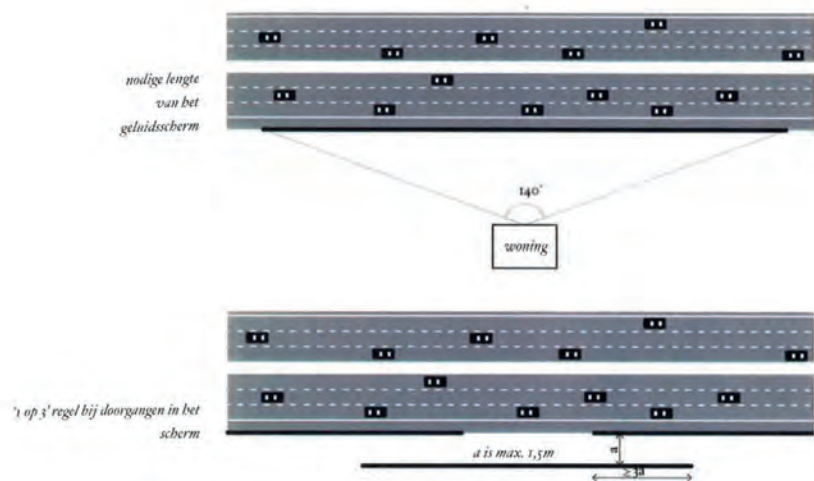
3 — Ontwerprichtlijnen

De overzichtsmatrices en fiches per maatregel (deel 2) geven een inzicht in de theoretische capaciteit van een bepaalde maatregel om de leefbaarheid in de Ringzone te verbeteren. Om de effectiviteit van het samengestelde maatregelenpakket te verbeteren dienen echter een aantal ontwerpregels in acht genomen te worden.

a Continuïteit

Continuïteit is een belangrijke ontwerprichtlijn ivf het maximaliseren van effecten op geluid, luchtkwaliteit, hittestress, connectiviteit, ...

Vanuit akoestisch oogpunt is naast de hoogte ook de lengte zeer belangrijk voor de impact die een maatregel kan hebben. Eens een bepaald reductioniveau is bereikt, is zelfs niet de hoogte maar de lengte van een geluidsmaatregel het meest bepalend voor het effect. Het installeren van een langere, meer bescheiden (en goedkopere) maatregel langs de volledige infrastructuur zal algemeen leiden tot een veel beter kosten baten effect dan een zeer hoge maar (te) korte oplossing. In ieder geval mag de geluidsmaatregel niet ter hoogte van de laatste af te schermen ontvanger stoppen, maar moet hier nog een zekere lengte voorbij lopen. Een vuistregel is dat de geluidsmaatregel de ontvanger over minstens 140° moet afschermen (zie schema).



Bron Geluidswerende maatregelen, voorbeeldenboek voor gewestwegen Vlaanderen.

Daarnaast is het belangrijk dat de afscherming over de volledige lengte gesloten is, zodat er geen akoestische 'lekken' ontstaan. Indien toch doorgangen noodzakelijk zijn, wordt de 1 op 3 regel voorgesteld, die ervoor zorgt dat er voldoende overlapping bestaat (zie schema).

Ook voor een efficiënte afscherming van **luchtemissies** is continuïteit essentieel. Bij openingen in de afscherming zal er minder opstuwung van emissies plaatsvinden. Vuile lucht kan zich daardoor minder snel mengen met hogere luchtlagen, waardoor de concentraties aan de grond hoger blijven. Openingen in de afschermende maatregelen kunnen bovendien zorgen voor een soort trechtereffect waardoor lokaal verhogingen van vuile lucht in de achterliggende zone kunnen ontstaan.

Continuïteit is niet enkel belangrijk vanuit leefbaarheidsperspectief maar ook **vanuit beeldkwaliteit**. Vanuit de visie en gebiedsregie Groene Singel wordt ernaar gestreefd om van de Ringzone opnieuw een samenhangend, ecologisch en groen landschap te maken. Om deze ambitie waar te maken is dan ook beeldkwaliteit, eenheid en samenhang in de leefbaarheidsmaatregelen noodzakelijk. In het beeldkwaliteitplan gaat de voorkeur in de eerste plaats naar maatregelen die een groen landschap ondersteunen zonder de beeldkwaliteit aan te tasten zoals snelheidsverlaging, stille wegdekken, geluidswering in bestaande en nieuwe randbebouwing, Daarnaast kan ook het reliëf en het landschap gewijzigd worden ivv een verbetering van de leefbaarheid. Maatregelen die vanuit de visie van het beeldkwaliteitplan vermeden moeten worden zijn schermen, overkragingen en te steile hellingen.

Continuïteit van het landschap is ook van belang ivv **hittestress en ecologische connectiviteit**. De effectiviteit van het landschap op temperatuur en biodiversiteit zal toenemen naarmate grote aaneengesloten klimaatassen en ecologische corridors behouden/gecreëerd worden. Een amalgaan van allerhande maatregelen heeft als gevaar dat een absurde mix van te kleine biotoopjes gecreëerd wordt welke op zich onvoldoende kwalitatief zijn.

Uit bovenstaande blijkt dat de leefbaarheidsmaatregelen, net als de overkapping, ook “kritische continuïteiten” hebben. Vanuit deze nood aan continuïteit ifv geluid, luchtkwaliteit, beeldkwaliteit, hittestress en ecologische connectiviteit zal een basispakket samengesteld worden van maatregelen die bij voorkeur in de eerste plaats worden ingezet (zie verder). Lokaal kan hier uiteraard gemotiveerd van afgeweken worden ifv de specifieke context.

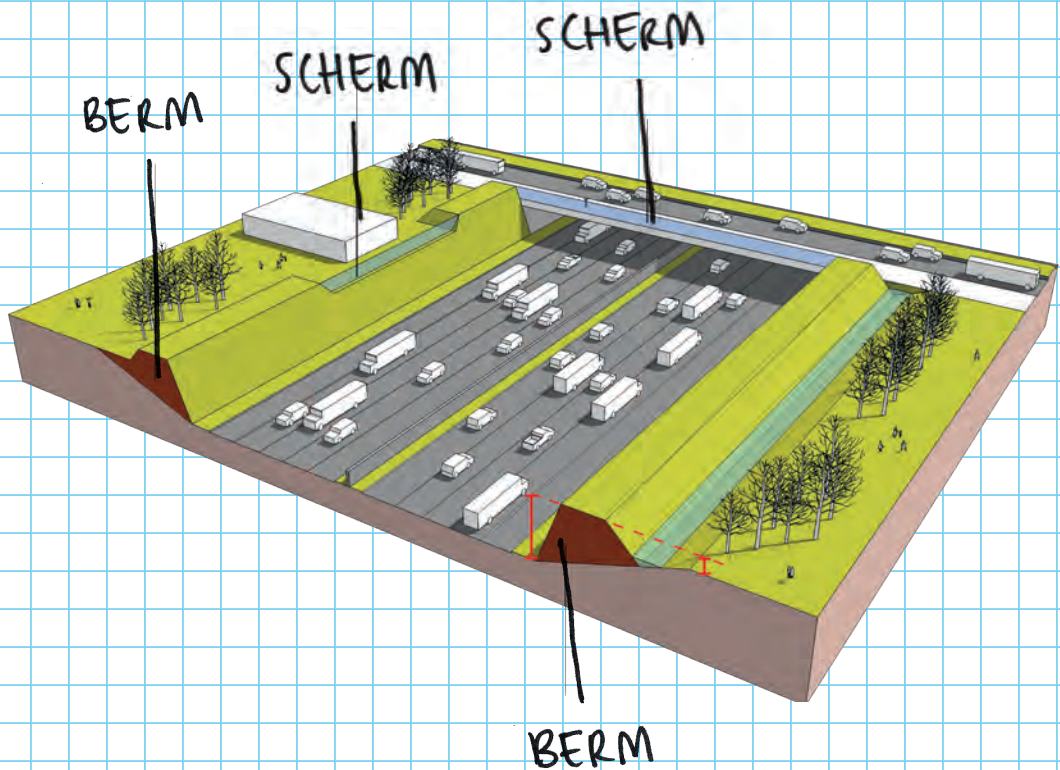
Bronnen

HOSANNA project, Brochure. Novel Solutions for quieter and greener cities. 2007-2013.

AWV ism VBM, Geluidswerende maatregelen. Voorbeeldenboek voor gewestwegen in Vlaanderen, november 2010.

VITO iov AG VESPA, Case studies luchtkwaliteit en hitte Groene Singel, 2016.

DE PROBLEMATIEK IS VAN DIE AARD DAT,
OOK MET EEN OVERKAPPING, EEN SLIMME
COMBINATIE VAN MAATREGELEN
NOODZAKELIJK IS IN FUNCTIE VAN
LEEFBAARHEID.



Bron Team ontwerpend onderzoek

b Slimme combinaties

*In de catalogus wordt een menukaart gegeven van maatregelen die in mindere of meerdere mate effect hebben op (één of meerdere aspecten mbt) de leefbaarheid in de Ringzone. **De problematiek in de Ringzone is echter van die aard dat, met of zonder overkapping, een slimme combinatie van verschillende maatregelen noodzakelijk is om de leefbaarheid op een aanvaardbaar niveau te brengen.***

Die combinatie zal echter op een oordeelkundige manier moeten gebeuren. In het slechtste geval kan de ene maatregel immers het effect van de andere opheffen en/of kan de toevoeging van een nieuwe maatregel de reeds positieve werking van het bestaande landschap teniet doen. Andersom kan een slimme combinatie van maatregelen, evenwichtig uitgebalanceerd over de verschillende bronnen en rekening houdend met de verschillende leefbaarheidsaspecten (luchtkwaliteit, geluid, hittestress, ...) de impact aanzienlijk vergroten.

Een aantal voorbeelden:

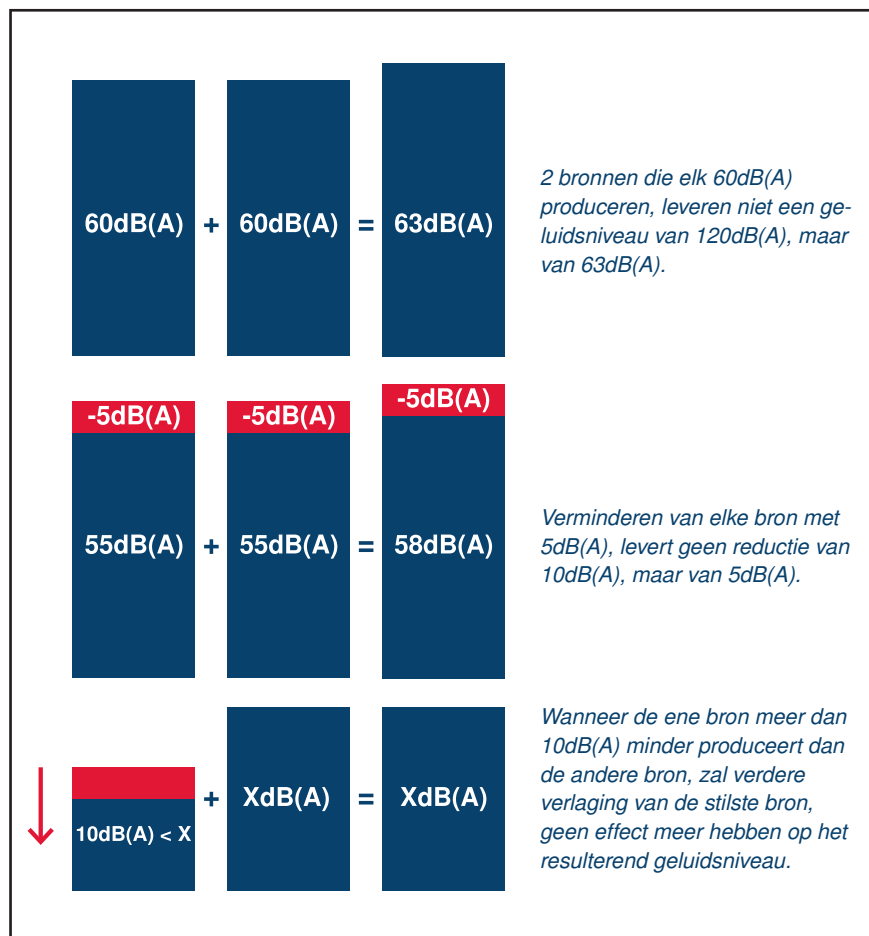
■ Vegetatie in combinatie met een geluidsberm kan zowel een versterkend als een afzwakkend effect hebben op de geluidsreductie van de berm. Belangrijk daarbij is waar en op welke manier deze vegetatie is ingeplant op de berm. Hoge vegetatie op de top van de berm zal het geluidsreducerend effect van de berm afzwakken. Vegetatie in de akoestische schaduwzone van de berm zal het reducerend effect dan weer doen toenemen.

■ Soms moeten effecten op verschillende leefbaarheidsaspecten ook tegen elkaar worden afgewogen ifv een specifiek project. Zo is het voor de afschermende werking ifv luchtkwaliteit belangrijk om opgaand groen op het hoogste punt van de berm te voorzien, terwijl voor geluid hoge vegetatie op dit punt een licht negatief effect heeft.

■ De huidige groenbuffer langs de Ring heeft reeds een belangrijk positief effect op de luchtkwaliteit in de achterliggende zone. Toch kan het lokaal wenselijk zijn om een bijkomende geluidsmaatregel te nemen waardoor de vegetatie gerooid moet worden en pas op termijn weer haar bufferende rol zal kunnen vervullen.

De voorbeelden tonen aan hoe ontwerpers niet enkel de ruimte maar ook de omgevingskwaliteit dienen te ontwerpen, waarbij een oordeelkundige afweging tussen heel wat factoren moet gemaakt worden. In deel 2 (maatregelenfiches) worden dergelijke aandachtspunten per maatregel mee omschreven. In deel 3 (cases) worden maatregelencombinaties doorgerekend op specifieke locaties om meer inzicht te geven in de complexe wisselwerking binnen een maatregelenpakket. Idealiter wordt tijdens het ontwerpproces iteratief gewerkt, waarbij teruggekoppeld wordt tussen de ontwerpers en de deskundigen geluid en luchtkwaliteit ivf een kwalitatief ruimtelijk ontwerp met maximale omgevingskwaliteit.

Verder is het vanuit akoestisch oogpunt belangrijk om te weten dat geluidsniveaus en dus ook maatregeleneffecten niet zomaar lineair optellen.



In complexe verkeersgeluidssituaties (zoals de Ringzone) waarbinnen meerdere bronnen aanwezig zijn zal één enkele maatregel, ook al is het een overkapping, dan ook zelden voldoende efficiënt zijn. Enkel werken op de Ring als geluidsbron zal de Singel en de invalswegen al snel dominant maken, waardoor een verdere geluidsreductie of zelfs het volledig wegnemen van de Ring als bron nog weinig aan het resulterend geluidsniveau zal veranderen.

Sommige oplossingen leveren niet de grote reducties in decibels, maar vormen in combinatie met andere maatregelen wel de sleutel tot de creatie van een beter geluidsklimaat. In het basismaatregelenpakket (zie verder) wordt een voorzet van een oordeelkundig gecombineerd maatregelenpakket voor de Antwerpse Ring gedaan. Lokaal kan hier uiteraard gemotiveerd van afgeweken worden ifv de specifieke context.

Bronnen

HOSANNA project, Brochure. Novel Solutions for quieter and greener cities. 2007-2013

UGent iov AG Stan, Geluidsstudie Singel Noord. Maart 2012.

UGent iov AG VESPA, Case studies geluid Groene Singel, 2016.

VITO iov AG VESPA, Case studies luchtkwaliteit en hitte Groene Singel, 2016.

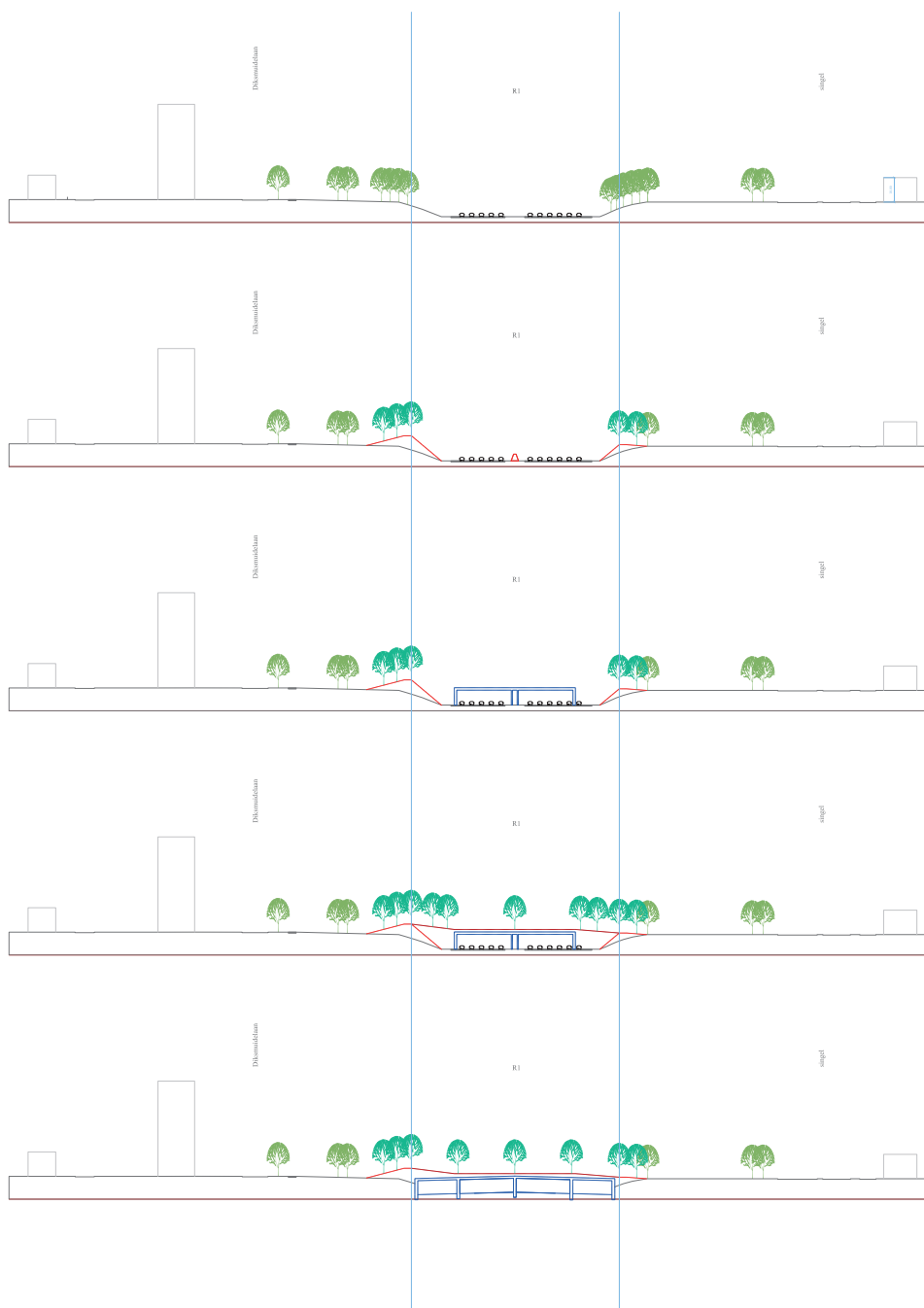
WE KUNNEN OP KORTE TERMIJN BELANGRIJKE
LEEFBAARHEIDSBATEN BOEKEN EN
VOORBEREIDENDE WERKEN VOOR EEN
OVERKAPPING REALISEREN.

c Tijdshorizon

*De leefbaarheidsproblematiek in de Ringzone is vandaag onmiskenbaar aanwezig en dient zo snel mogelijk geremedieerd te worden. De realisatie van een grootschalige overkapping zal echter al snel 10 tot 25 jaar in beslag nemen. **De leefbaarheidsmaatregelen in voorliggende catalogus hebben in principe een veel kortere doorlooptijd ivf realisatie en kunnen op korte termijn reeds positieve leefbaarheidseffecten genereren.***

In de ambitiesnota van de intendant wordt aangegeven dat de grootschalige overkapping gefaseerd gerealiseerd zal worden en afgestemd op de investeringscycli van de overheid. Door in deze fasering in eerste fase een combinatie te maken van eerste kapsegmenten en leefbaarheidsmaatregelen uit voorliggende catalogus kan zo snel mogelijk, voor zoveel mogelijk inwoners en gebruikers van de Ringzone een positief effect gerealiseerd worden. De mate waarin een maatregel uit voorliggende catalogus compatibel is met een grootschalige overkapping en bij gevolg geen verloren investering, is dan ook een belangrijk aspect. **Bij voorkeur kunnen we op korte termijn reeds belangrijke leefbaarheidsbaten boeken en tegelijkertijd voorbereidende werken van een grootschalige overkapping realiseren.**

In het licht van deze fasering is het een relevant gegeven dat het maaiveld van de toekomstige overkapping hoger zal liggen dan het bestaande maaiveld van de stad. De effectieve hoogte verschilt van locatie tot locatie en varieert tussen de 2 en 8 meter. Deze maaiveldverhoging vormt onmiskenbaar een ruimtelijke uitdaging voor de ontwerpers, maar creëert ook een aantal potenties voor de realisatie van leefbaarheidsmaatregelen op korte termijn. Maatregelen die slim ontworpen worden kunnen in reliëf en vegetatie op korte termijn reeds een meerwaarde leveren op het vlak van leefbaarheid en op lange termijn een opstap vormen naar de overkapping. Naast de toekomstige maaiveldhoogte is de verbreding van de Ring, die onlosmakelijk verbonden is met de realisatie van een ontvlecht systeem, een tweede belangrijke parameter in de fasering. Indien deze verbreding beperkt blijft kunnen de leefbaarheidsmaatregelen op korte termijn ook op lange termijn behouden blijven. Bij een aanzienlijke verbreding zullen nagenoeg alle leefbaarheidsmaatregelen op korte termijn verloren investeringen zijn bij de realisatie van een overkapping op lange termijn. (zie ook schema p41)

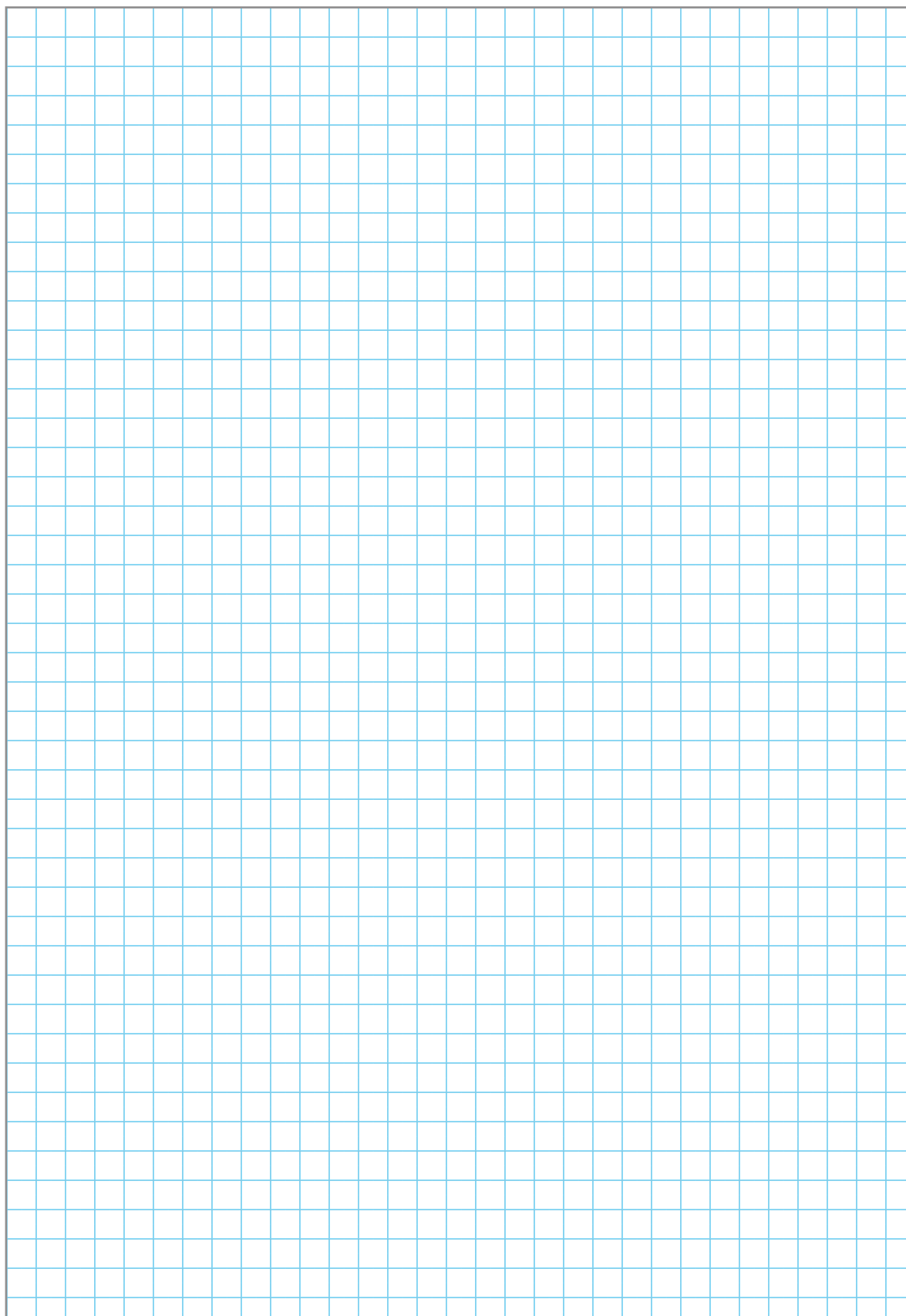


Geluidsbermen als voorbereidend werk op een overkapping waarvan het nieuwe maaiveld hoger ligt dan het maaiveld van de stad.

Bron Team ontwerpend onderzoek.

De bestaande bruggen tussen binnen- en buitenstad zullen behouden blijven. Misschien niet steeds noodzakelijk de constructie, maar wel de ligging en (in zekere mate) de hellingsgraad. Ook dit is geen onbelangrijk gegeven ifv het aspect tijdshorizon omdat de radialen op die manier vaste punten blijven, ook bij een toekomstige grootschalige overkapping, alsook plekken waar investeringen op korte termijn mogelijk zijn als voorloper van een overkapping.

In het basismaatregelenpakket (zie verder) wordt een voorzet gedaan van maatregelen die maximaal renderen in combinatie met een latere overkapping



4 — Basismaatregelenpakket

Wanneer we de synthesesmatrices op de verschillende deel-aspecten (leefbaarheid, ruimte, kostprijs), de ontwerprijlijnen (continuïteit, slimme combinaties, tijdshorizon) en de specifieke condities van de Antwerpse Ringzone in acht nemen, kunnen we vanuit de catalogus van maatregelen ifv de leefbaarheid een basispakket naar voor schuiven dat, naast een overkapping, prioritair kan worden ingezet.

Concreet gaat het om een **maatregelenpakket dat bijdraagt tot een samenhangend, groen en ecologisch landschap met hoge beeldkwaliteit, rekening houdt met de tijdshorizon (doorgroeien naar een overkapping) en op een oordeelkundige manier maatregelen combineert met aandacht voor de verschillende bronnen en leefbaarheidsaspecten**. Lokaal kan hier uiteraard gemotiveerd van afgeweken worden ifv de specifieke context.

Meer bepaald gaat het om een combinatie van :

———— een **hoge afscherming in de middenberm** van de Ring die de verst gelegen bronnen afschermt waardoor de geluidsoptlossingen in de zijbermen lager kunnen zijn;

———— **reliëfwijzigingen in de bermen** aan beide zijden van de Ring die op korte termijn een verbetering van het geluidsklimaat in de aanpalende groene ruimte en in de eerstelijns bebouwing teweeg brengen, op middellange termijn als minder hinder maatregel dienen bij de bouw van een overkapping en op lange termijn een opstap vormen naar het hoger gelegen maaiveld van de overkapping;

———— een **geoptimaliseerde vegetatie** in de zone tussen binnen- en buitenstad die zorgt voor een bijkomende geluidsreductie, een positief effect heeft op de luchtkwaliteit en de ecologische connectiviteit en hittestress helpt te verminderen;

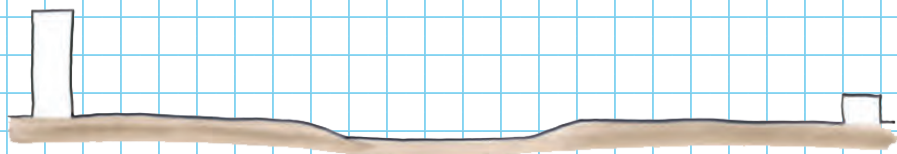
———— **kleine reliëfwijzigingen en vergroening langs de Singel en de invalswegen** om ook deze bronnen waar mogelijk akoestisch af te schermen;

———— **geoptimaliseerde bebouwing in de eerste lijn** van de Ring-zone waarbij ingezet wordt op filtersystemen en akoestische isolatie om het binnenklimaat te verbeteren;

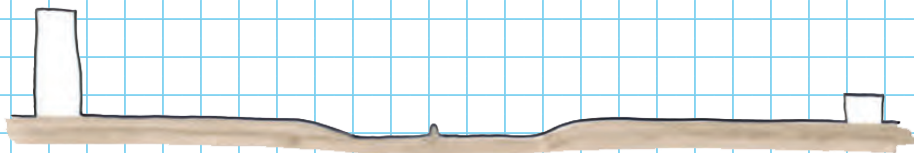
———— op bepaalde locaties kan de **toevoeging van nieuwe bebouwing** de achterliggende wijken afschermen en zorgen voor een betere geluids- en luchtkwaliteit;

———— toevoeging van **groendaken en groene gevels** op bestaande en nieuwe gebouwen zal een positief effect hebben op de waterproblematiek, de hittestress, de ecologische connectiviteit, de luchtkwaliteit en het akoestisch klimaat van het achterliggend gebied;

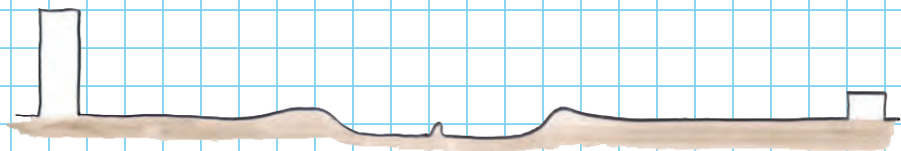
———— **heringerichte, waar nodig verbrede of nieuwe bruggen** die het netwerk van verbindingen tussen wijken, bewoners en voorzieningen verfijnen en de ecologische connectiviteit verbeteren.



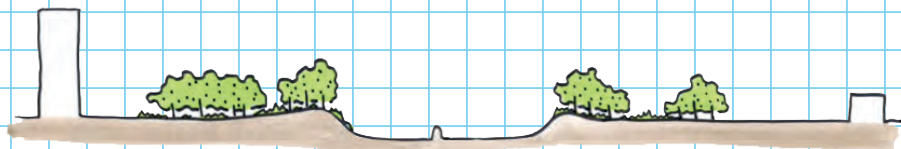
0 bestaande situatie



1 aanpak middenberm ifv verbetering geluidsoverlast



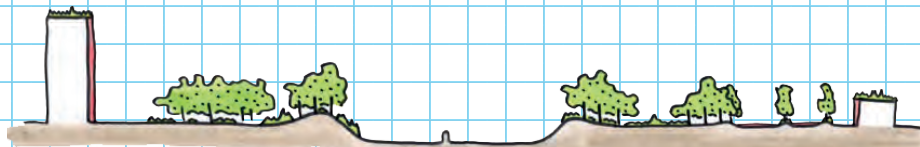
2 herprofiëren zijbermen ifv verbetering geluidsoverlast



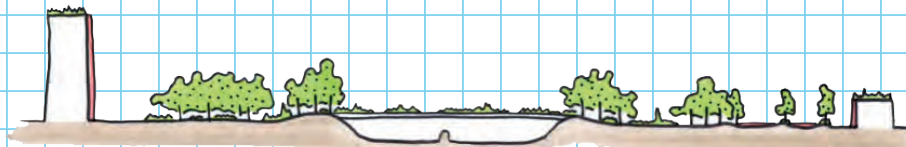
3 toevoegen vegetatie ifv verbetering geluidsoverlast, luchtkwaliteit, hittestress en ecologische connectiviteit



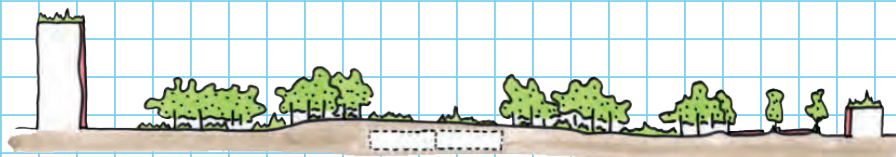
4 aanpakken reliëf en vegetatie Singel en invalswegen ifv verbetering geluidsoverlast, luchtkwaliteit, hittestress en vermindering barrièrewerking



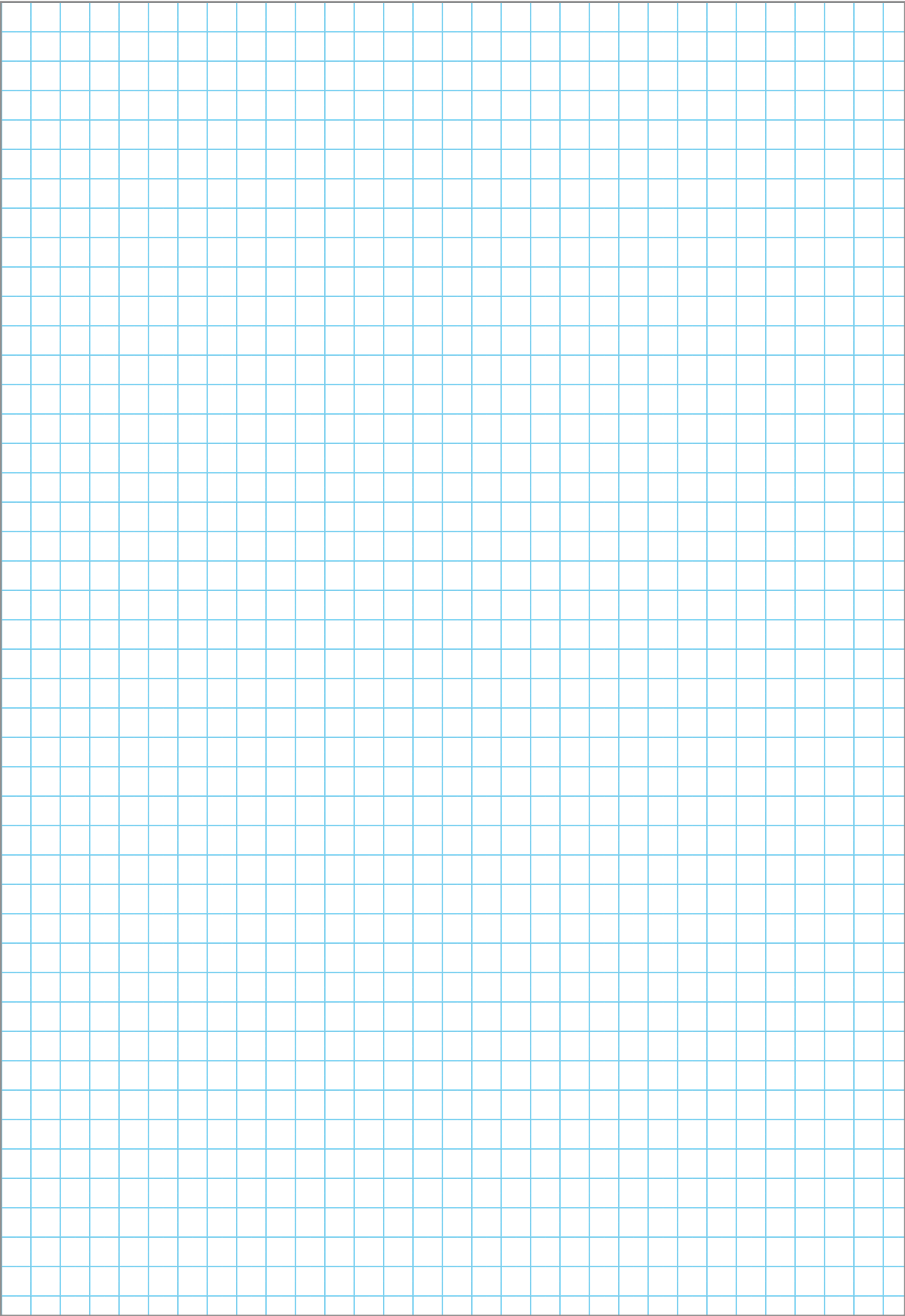
5 optimalisatie gebouwen of toevoegen van nieuwe bebouwing ifv verbetering geluidsoverlast, luchtkwaliteit, hittestress en ecologische connectiviteit

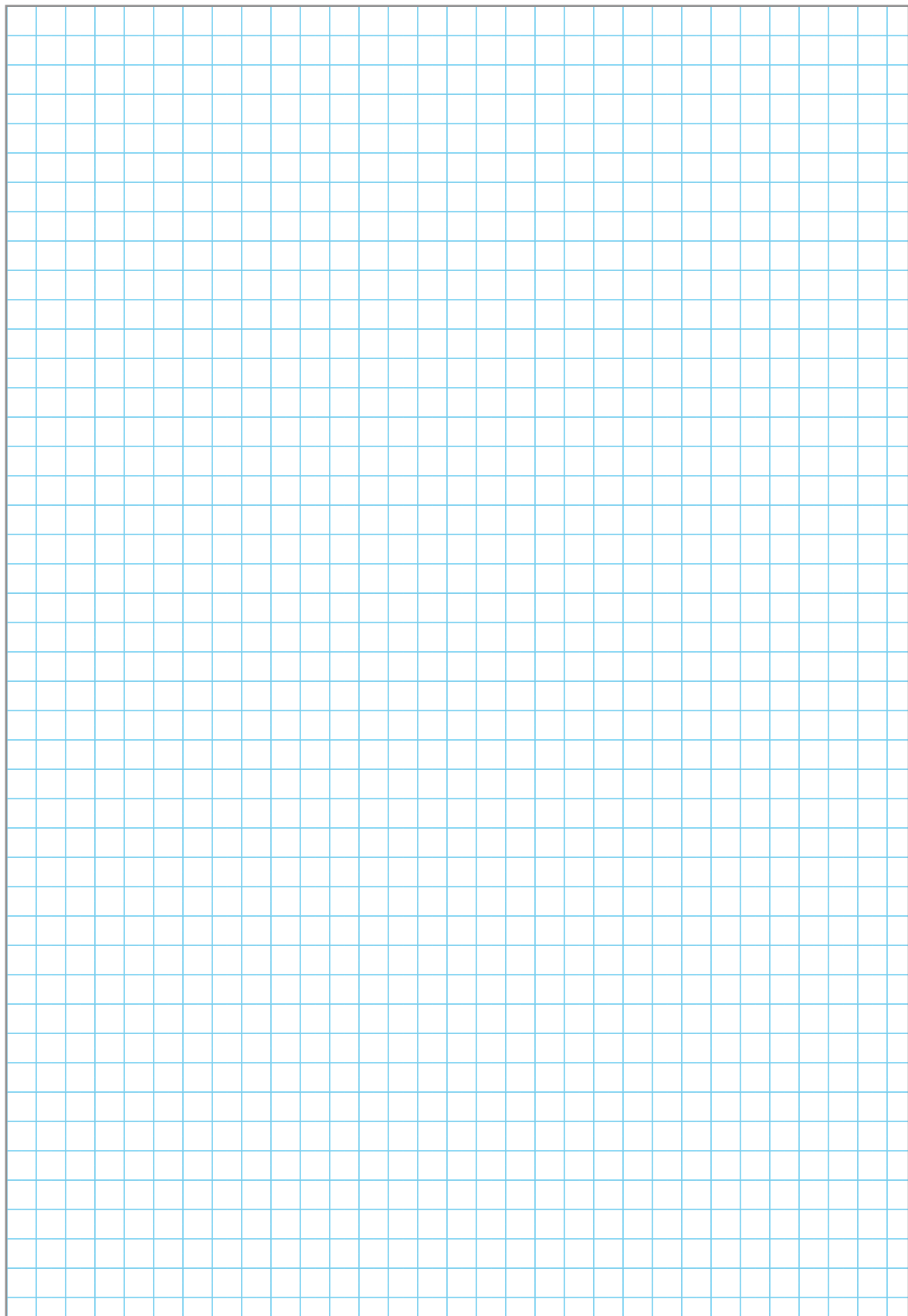


6 dwarsverbindingen ifv verbetering (ecologische) connectiviteit



7 basismaatregelenpakket als voorbereidend werk op overkapping, minder hinder maatregel tijdens de werken en leefbaarheidsmaatregel op korte termijn





Deel 2



Maatregelenfiches

1 — Inleiding

In dit deel van de catalogus worden de effecten van de verschillende maatregelen beschreven in een fiche. Volgende maatregelen werden in het kader van deze catalogus weerhouden:

— Maatregelen die werken op de afscherming van de overdracht van milieuhinder tussen bron en ontvanger:

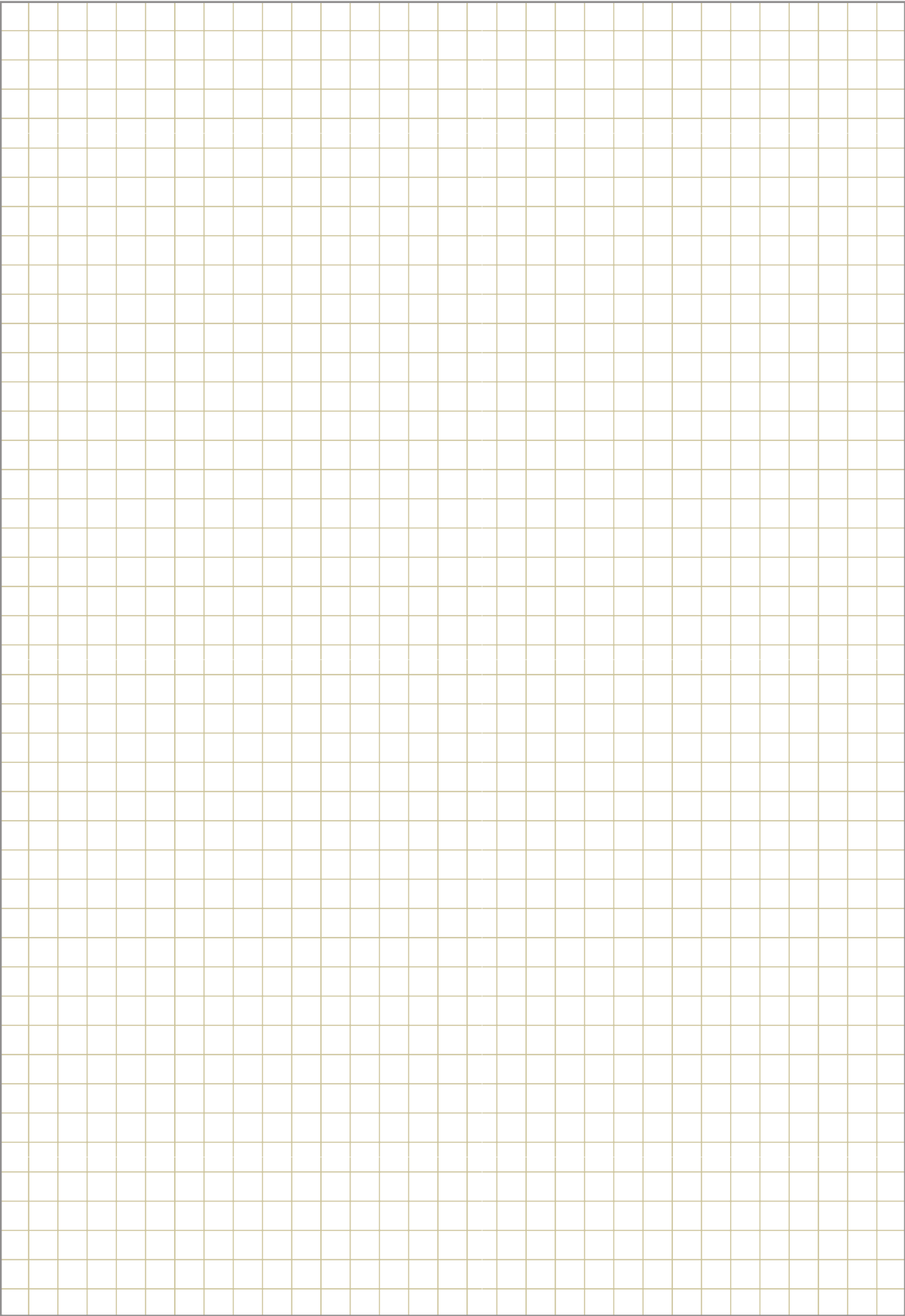
bermen, schermen, overkragingen en vegetatie.

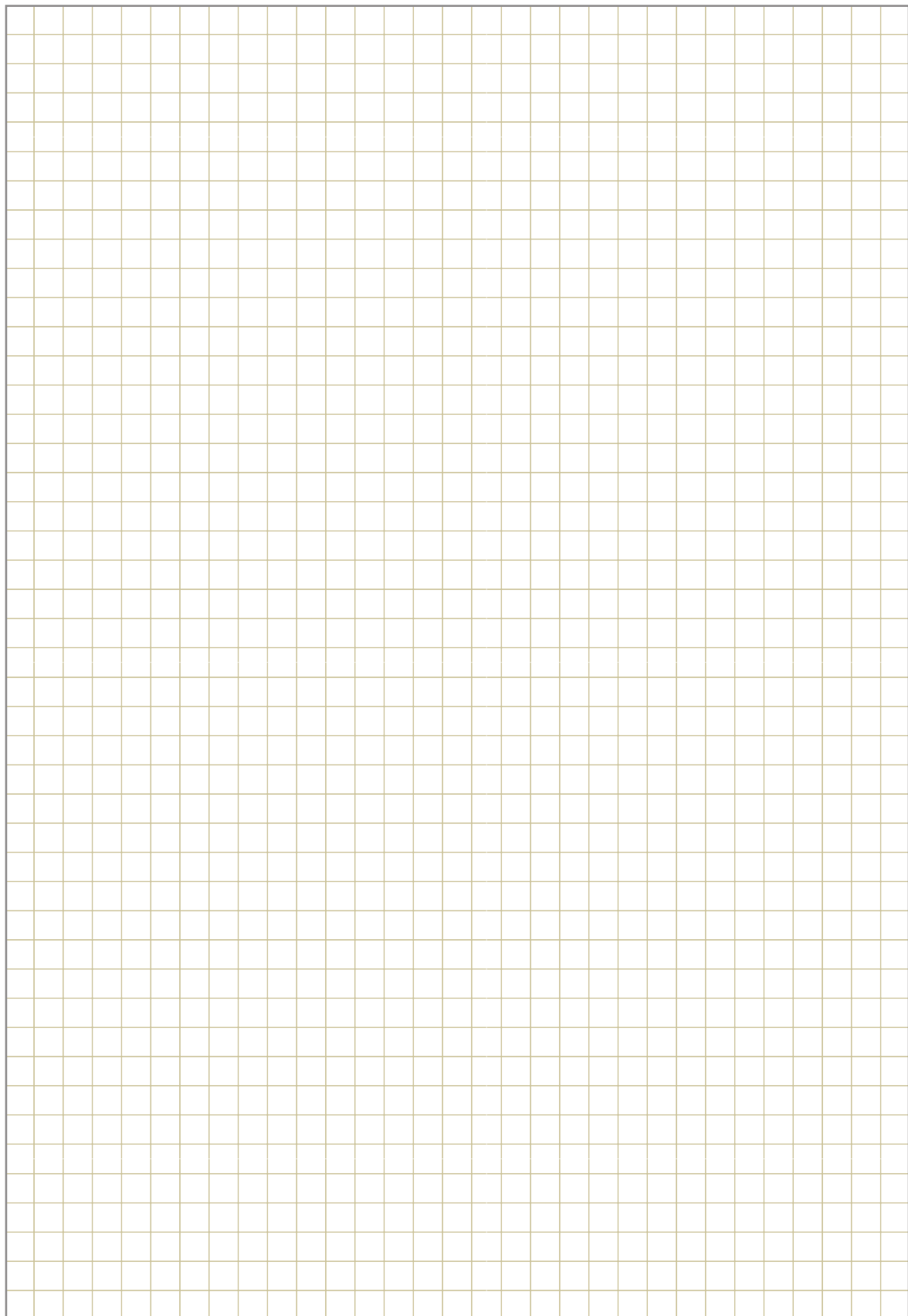
— Maatregelen die werken op de bescherming van de ontvanger tegen milieuhinder: nieuwe gebouwen, groendaken en –gevels, isolatie en filtersystemen, maskeren en afstand houden.

— Maatregelen die werken op het verminderen van de barrièrewerking: herinrichting bruggen, verbreding bruggen, nieuwe bruggen en langsverbindingen.

Volgende effecten worden in de fiche per maatregel besproken:

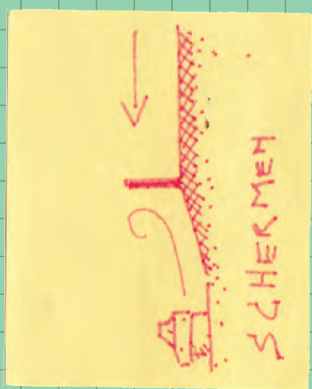
- **LEEFBAARHEIDSEFFECTEN:** geluidsreducerend effect, luchtkwaliteit, klimaatadaptatie.
- ▲ **RUIMTELIJKE ASPECTEN:** terreininname, beeldkwaliteit, barrièrewerking, doorgroeien naar een overkapping.
- ✕ **KOSTEN:** constructie en beheer.
- **TECHNISCHE ASPECTEN.**





2 — Maatregelen die werken op de afscherming van de overdracht van milieuhinder tussen bron en ontvanger:

bermen, schermen, overkragingen en vegetatie.





a	Landschappelijke berm met hellingen tussen 15 en 40 graden					
	LEEFBAARHEIDSEFFECTEN Geluidsreducerend effect Uit de doorrekeningen van case studies ifv de catalogus blijkt dat een voldoende hoge (+/- 4m boven maaiveld stad), zachte (gronden mogen niet te sterk gecompacteerd worden) en lange berm langs de Ring reducties van 8 à 15dB(A) kunnen realiseren (zonder rekening te houden met windeffecten). Akoestisch zachte bermen presteren beter dan schermen wanneer windeffecten in rekening worden gebracht. Bij hogere bermen zijn nog grotere reducties mogelijk. Uit de case studies blijkt dat een verbetering van de geluidskwaliteit voor zowel de gebruikers van de open ruimte als de gebruikers en bewoners van de eerste lijns bebouwing mogelijk is. Optimalisaties van de berm, zoals ongelijkmatige oppervlakte, kunnen de efficiëntie nog met 1 à 2dB(A) doen stijgen. Luchtkwaliteit In Nederland wordt bij de beoordeling van luchtkwaliteit rekening gehouden met bermen indien de helling meer dan 20° bedraagt. De dispersie wordt dan verhoogd met 1/4 van de hoogte van de berm. Dit verlaagt de concentraties ten gevolge van de wegbijdrage, de effecten blijven veelal beperkt tot 5%. Uit de doorrekeningen van case studies ifv de catalogus blijkt dat de toevoeging van landschappelijke bermen bovenop de reeds grotendeels verdiepte ligging van de Ring, weinig bijkomende reducties oplevert. De lage hoogte/breedte verhouding van de Ring speelt daarin een rol. Opgaande vegetatie op de berm speelt in verhouding een veel belangrijkere rol (zie ook maatregel vegetatie).					
	Bronnen UGent i.o.v. AG VESPA, Case studies geluid Groene Singel, 2016. UGent i.o.v. AG Stadsplanning, Dimensionering berm ter reductie van wegverkeerslawaai ter hoogte van kinderdagverblijf Opsijpooke, juli 2011. Timothy Van Renierghem, Dick Botteldooren, On the choice between walls and berms for road traffic noise shielding including wind effects. In <i>landscape and urban planning</i> 105 (2012) 199-210. HOSANNA project, Brochure, Novel Solutions for quieter and greener cities. 2007-2013. TV MAKH, Beeldkwaliteitsplan Groene Singel, 2014. T. Van Renierghem, D. Botteldooren, 'View on outdoor vegetation reduces noise annoyance for dwellers near busy roads.', <i>Landscape and urban planning</i>, 148, p203 - 2015, 2016.					

RUIMTELIJKE ASPECTEN



Terreininname

Landschappelijke bermen met zachte hellingen hebben een grote footprint. In de Ringzone is op de meeste plaatsen nog heel wat open en publieke ruimte beschikbaar. Er dient een afweging gemaakt te worden tussen de waarde van het aanwezige landschap en de meerwaarde van een landschappelijke berm waarbij, bij constructie, een deel van het bestaande landschap vernietigd zal worden en pas op termijn weer volwaardig uitgegroeid zal zijn. Bij voorkeur wordt bij de aanleg van een landschappelijke berm de oorspronkelijke leeflaag bewaard en weer teruggebracht om van daaruit het landschap te herstellen en de aanwezige plantengemeenschappen zich terug te laten vestigen.

Beeldkwaliteit

Op hellingen tot 40° is een natuurlijke vegetatie conform de richtlijnen uit het Beeldkwaliteitsplan Groene Singel mogelijk. De audio-visuele interactie kan behoorlijk sterk zijn bij humane perceptie. Groen en vegetatie blijken hier positief in te zijn. Een persoon die blootgesteld is aan hetzelfde fysisch geluidsniveau zal zich minder gehinderd voelen wanneer er daadwerkelijk zicht op vegetatie is. Een voorzichtige, wetenschappelijk onderbouwde, inschatting is dat dit effect verschillende dB(A)'s bedraagt.

Barrièrewerking

Landschappelijke bermen hebben in principe geen negatief effect op de ecologische connectiviteit. Meer nog, reliëfvariëaties en kunnen een verrijking geven indien doordacht vormgegeven. Bij de aanleg van landschappelijke bermen moet wel een afweging gemaakt worden van de waarde van het bestaande landschap (zie ook terreininname). Landschappelijke bermen zullen de visuele relatie tussen binnen en buitenstad beperken. Dit kan echter ontwerpmatig opgelost worden indien de landschappelijke bermen (lokaal) ook toegankelijk worden gemaakt.

Doorgroeien naar een overkapping

Het peil van het dak van een overkapping zal in Antwerpen tussen 2 en 8 meter boven maaiveld liggen. Indien de landschappelijke bermen goed ontworpen worden kunnen ze op korte termijn de leefbaarheid van de groen- en woongebieden verbeteren, op middellange termijn een minder hinder maatregel zijn ten opzichte van een overkapping, en finaal een opstap vormen naar een toekomstige overkapping. De aanleg van de landschappelijke berm is dan ook geen verloren investering indien dit doordacht gebeurt.



KOSTEN

Constructie

De kostprijs van grondlichamen is van veel factoren afhankelijk zoals het volume grond, nodige wapening, zuiverheid teelaarde, uitvoeringsmethode, Op basis van een ruwe raming van Witteveen & Bos ifv de catalogus kunnen we stellen dat een grondlichaam van 1 km lengte, 4 m hoogte en 45°, 250.000 euro kost bij verwerking van grond/teelaarde binnen eenzelfde werf. Daarbij gaan we ervan uit dat in ideale omstandigheden gewerkt kan worden: kwalitatieve teelaarde, zuivere grond die kan dienen als bouwstof, voldoende ruimte, Grondlichamen met een lagere hellingsgraad zijn duurder omdat er grotere grondvolumes nodig zijn en ook de te profileren oppervlaktes groter zijn. Een steile helling kan duurder worden van zodra grondwapening moet worden aangebracht.

Beheer

Landschappelijke bermen behoren binnen de catalogus tot de groep van maatregelen met een continue periodieke onderhoudskost, maar vergen slechts een éénmalige grote investeringskost.

TECHNISCHE ASPECTEN

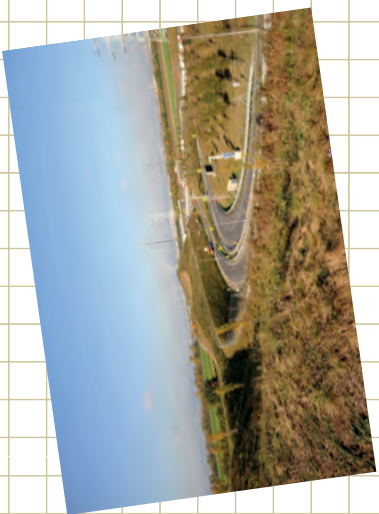
Veiligheid

Taluds steiler dan 16/4 worden als obstakel voor de Ringgebruiker beschouwd omdat het kantelgevaar daar te groot wordt. Dergelijke obstakels moeten afgeschermd worden met aangepaste constructies. (Noot: er staan al vangrails langs de volledige Ring) Landschappelijke bermen vormen een veilige vluchtroute vanuit de Ring.



Bronnen

TV MAKH, Beeldkwaliteitsplan Groene Singel, 2014.
HOSANNA project, Brochure, Novel Solutions for quieter and greener cities, 2007-2013.
T. Van Renterghem, D. Balleidooren, "View on outdoor vegetation reduces noise annoyance for dwellers near busy roads", Landscape and urban planning, 148, p203-2015, 2016.
ANTEA, Nota bermen en taluds, 23 maart 2016.
Witteveen & Bos.
AWV, Handboek vergoeringsgezinde wegen, 2014.



b	Steile berm (canyon) Verstevigde groene bermconstructie met hellingen tussen 40 en 70 graden.				
	LEEFBAARHEIDSEFFECTEN Geluidsreducerend effect Uit de doorrekeningen van case studies ifv de catalogus blijkt dat een voldoende hoge (+/- 4m boven maaiveld stad), zachte (gronden mogen niet te sterk gecom-pacteerd worden) en lange berm langs de Ring reducties van 8 à 15dB(A) kunnen realiseren (zonder rekening te houden met windefecten). Akoestisch zachte bermen presteren beter dan schermen wanneer windefecten in rekening worden gebracht. Bij hogere bermen zijn nog grotere reducties mogelijk. Uit de case studies blijkt dat een verbetering van de geluidskwaliteit voor zowel de gebruikers van de open ruimte als de gebruikers en bewoners van de eerste lijns bebouwing mogelijk is. Optimalisaties van de berm, zoals ongelijkmatige oppervlakte, kunnen de efficiëntie nog met 1 à 2dB(A) doen stijgen. Luchtkwaliteit In Nederland wordt bij de beoordeling van luchtkwaliteit rekening gehouden met ber-men indien de helling meer dan 20° bedraagt. Vanaf 45° wordt de verticale disper-sie verhoogd met ½ van de hoogte van de berm. Dit verlaagt de concentraties ten gevolge van de weg bijdrage, de effecten lopen op tot 10% verbetering. Uit de doorrekeningen van case studies ifv de catalogus blijkt dat de toevoeging van steile bermen bovenop de reeds grotendeels verdiepte ligging van de Ring, weinig bijkomende reducties oplevert. De lage hoogte/breedte verhouding van de Ring speelt daarin een rol. Opgaaende vegetatie op de berm speelt in verhouding een veel belangrijker rol (zie ook maatregel vegetatie).				 
Bronnen UGent iov AG VESPA, Case studies geluid Groene Singel, 2016. Timothy Van Renterghem, Dick Boteldoren, On the choice between walls and berms for road traffic noise shielding including wind effects. In landscape and urban planning 105 (2012) 199-210. HOSANNA project, Brochure. Novel Solutions for quieter and greener cities. 2007-2013. Regeling van de Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer van 8 november 2007, nr.LMV 2007.109578, houdende regels mbt het beoordelen van luchtkwaliteit Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007. VITO iov AG VESPA, Case studies luchtkwaliteit en hitte Groene Singel, 2016.					

RUIMTELIJKE ASPECTEN



Terreininname

De steilere berm heeft een kleinere grondinname dan de landschappelijke berm, waardoor mogelijk minder bestaand landschap vernietigd moet worden ifv realisatie. Er dient een afweging gemaakt te worden tussen de waarde van het aanwezige landschap en de meerwaarde van een steile berm waarbij, bij constructie, een deel van het bestaande landschap vernietigd zal worden en pas op termijn weer volwaardig uitgegroeid zal zijn. Bij voorkeur wordt bij de aanleg van een steile berm de oorspronkelijke leeflaag bewaard en weer teruggebracht om van daaruit het landschap te herstellen. Afhankelijk van de locatie kan door een steilere berm bijkomende (bruikbare) groene ruimte gecreëerd worden in vergelijking met de bestaande situatie met langzaam glooiende ontoegankelijke bermen.

Beeldkwaliteit

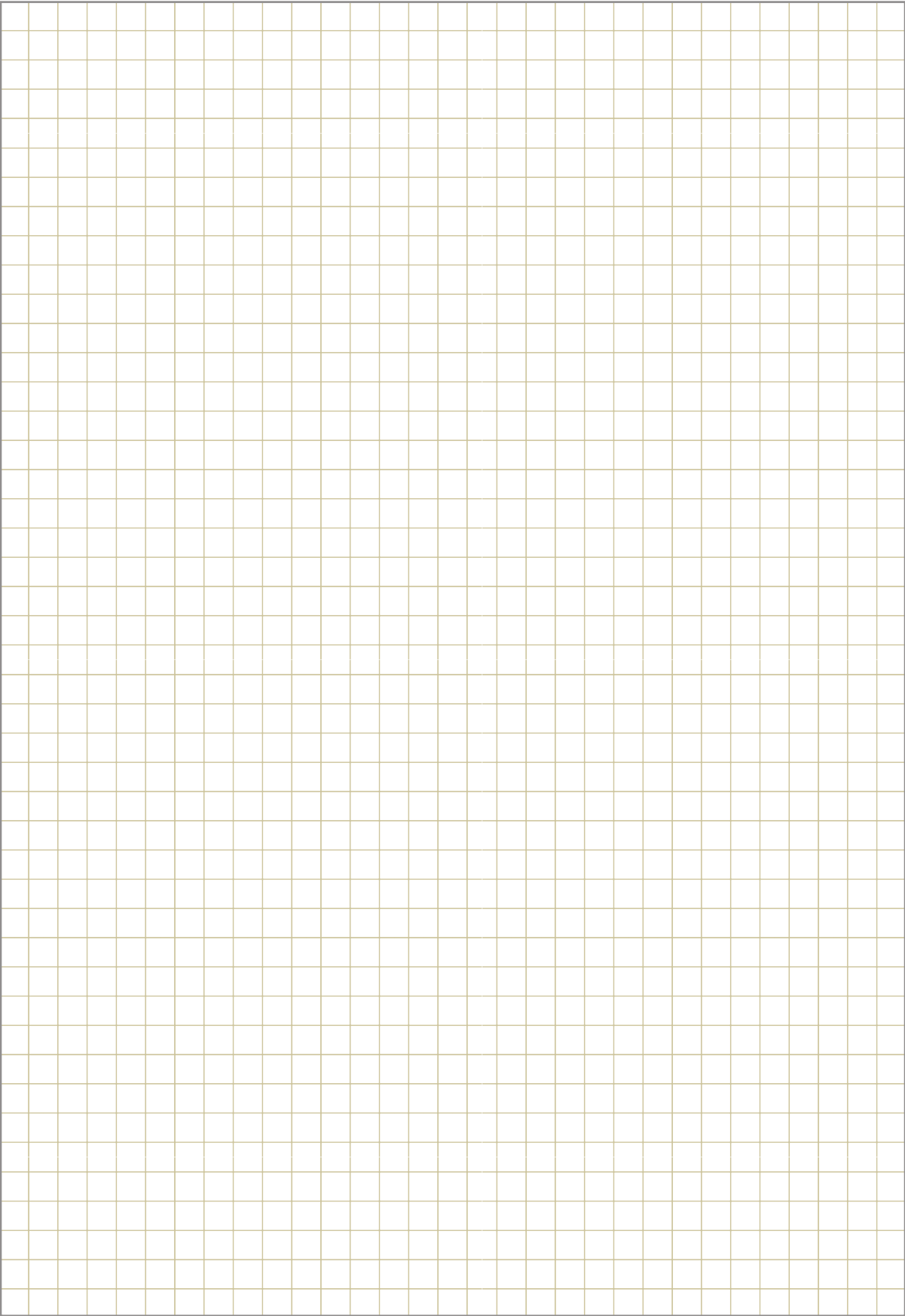
In het beeldkwaliteitplan worden de zeer steile hellingen als een niet wenselijk scenario gezien vanuit beeldkwaliteit voor de weggebruiker en vanuit een ecologische argumentatie. Ze worden, binnen het beeldkwaliteitplan echter nog steeds verkozen boven meer infrastructurele oplossingen zoals schermen, overkragingen, ... Groene afwerking is mogelijk voor hellingen met een hoek tot 70°. Op hellingen van >40° wordt natuurlijke vegetatie niet altijd meer mogelijk geacht, waardoor de richtlijnen van het beeldkwaliteitplan in het gedrang kunnen komen. De audio-visuele interactie kan behoorlijk sterk zijn bij humane perceptie. Groen en vegetatie blijken hier positief in te zijn. Een persoon die blootgesteld is aan hetzelfde fysisch geluidsniveau zal zich minder gehinderd voelen wanneer er daadwerkelijk zicht op vegetatie is. Een voorzichtige, wetenschappelijk onderbouwde, inschatting is dat dit effect verschillende dB(A)'s bedraagt.

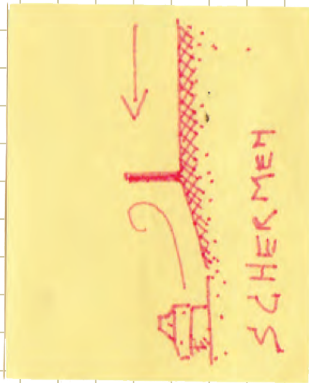
Barrièrewerking

Steile bermen zijn ecologisch gezien minder interessant omdat zich hierop minder vegetatie kan vestigen en ook de migratie van fauna moeilijker is. Bij de introductie van zeer steile hellingen kan de ecologische connectiviteit in het gedrang komen doordat nieuwe biotopen (op steile hellingen) bestaande waardevolle biotopen vervangen en daarbij de ecologische corridor (dreigen te) blokkeren of doordat een absurde mix van te kleine biotoopjes gecreëerd wordt welke op zich onvoldoende kwalitatief zijn. Steile bermen zullen de visuele relatie tussen binnen- en buitenstad beperken. Dit kan echter ontwerpmatig opgelost worden indien de bermen (lokaal) ook toegankelijk worden gemaakt.

	KOSTEN Doorgroeien naar een overkapping Het peil van het dak van een overkapping zal in Antwerpen tussen 2 en 8 meter boven maaiveld liggen. Indien de steile bermen goed ontworpen worden kunnen ze op korte termijn de leefbaarheid van de groen- en woongebieden verbeteren, op middellange termijn een minder hinder maatregel zijn t.a.v. de werf van een overkapping, en finaal een opstap vormen naar een toekomstige overkapping. De aanleg van de steile berm is dan ook geen verloren investering indien dit doordacht gebeurt. Constructie De kostprijs van grondlichamen is van veel factoren afhankelijk zoals het volume grond, nodige wapening, zuiverheid teelaarde, uitvoeringsmethode, Op basis van een ruwe raming van Witteveen & Bos i.v.d. de catalogus kunnen we stellen dat een grondlichaam van 1 km lengte, 4 m hoogte en 45° 250.000 euro kost bij verwerking van grond/teelaarde binnen eenzelfde werf. Daarbij gaan we ervan uit dat in ideale omstandigheden gewerkt kan worden: kwalitatieve teelaarde, zuivere grond die kan dienen als bouwstof, voldoende ruimte, Grondlichamen met een lagere hellingsgraad zijn duurder omdat er grotere grondvolumes nodig zijn en ook de te profileren oppervlaktes groter zijn. Een steile helling kan duurder worden van zodra grondwapening moet worden aangebracht. Beheer Technisch is veel mogelijk, ook bij steile hellingen. Maaitoestellen op een arm kunnen op 9 meter afstand maaien onder bijna alle hoeken. Op het ogenblik dat de machines zelf de helling op moeten worden alles een stuk beperkter gezien het gevaar op kantelen. Wanneer hellingen te steil worden kan de kostprijs van het beheer exponentieel oplopen. Steile bermen behoren binnen de catalogus tot de groep van maatregelen met een continue periodieke onderhoudskost, maar vergen slechts een éénmalige grote investeringskost. Bronnen Witteveen & Bos. ANTEA, Nota bermen en taluds, 23 maart 2016. HOSANNA project, Brochure. Novel Solutions for quieter and greener cities. 2007-2013. TV MAKH, Beeldkwaliteitsplan Groene Singel, 2014. T. Van Renterghem, D. Botteldooren, "View on outdoor vegetation reduces noise annoyance for dwellers near busy roads.", <i>Landscape and urban planning</i>, 148, p203-2015, 2016.
---	--

	TECHNISCHE ASPECTEN Veiligheid Taluds steiler dan 16/4 worden als obstakel voor de Ringgebruiker beschouwd omdat het kantelgevaar daar te groot wordt. Dergelijke obstakels moeten afgeschermd worden met aangepaste constructies. (Noot: er staan al vangrails langs de volledige Ring) Wanneer de hellingsgraad van de bermen te steil wordt zullen vluchtroutes (bvb trappen) vanuit de Ringbermen voorzien moeten worden op regelmatige afstand (cfr richtlijnen geluidsschermen met openingen om de 400 m).
Bronnen AWV, Handboek vergavingsgezinde wegen. 2014	





c	Schermen Plaatsing van geluidsschermen.				
	LEEFBAARHEIDSEFFECTEN Geluidsreducerend effect In de doorrekeningen voor het project Nieuw Zurenborg wordt de impact van geluidsschermen van 4, 6 en 8 meter bekeken. Reducties tussen 8 en 15 dB(A) zijn mogelijk (zonder rekening te houden met windefecten). In wind gaat gemakkelijk de helft van de efficiëntie van schermen verloren. Akoestisch zachte berm met een beperkte hellingsgraad presteren beter dan schermen wanneer windefecten in rekening worden gebracht. In functie van een maximale verbetering van het algemene geluidsklimaat verdient het de voorkeur om zoveel mogelijk te kiezen voor absorberende schermen ipv reflecterende schermen. Bij deze laatste schermen vindt immers een weerkaatsing van het geluid naar de overzijde van het scherm plaats. Luchtkwaliteit Schermen hebben een positief effect op de luchtkwaliteit door de emissies op te stuw en naar hogere luchtlagen zodat er achter de schermen aan de grond een lagere blootstelling is aan verkeersmissies. Uitzondering zijn de eerste meters achter de schermen. Omdat de luchtcirculatie hier sterk beperkt wordt nemen de concentraties hier toe ipv af. Hoge schermen zijn daarbij effectiever dan lage schermen. Schermen van meer dan 7 meter hoogte kunnen leiden tot een vermindering van 30% van de weg bijdrage. Omwille van kostprijs en technische randvoorwaarden blijft de hoogte van schermen meestal beperkt tot minder dan 6 meter waardoor de effecten op luchtkwaliteit zich eerder tussen de 15 en 20% van de weg bijdrage situeren.				
Bronnen UGent i.o.v. AG Stan, Nieuw Zurenborg. Impactstudie verkeersscenario's en gedetailleerde simulaties overkapping. 2010 Timothy Van Renterghem, Dick Botteldooren, On the choice between walls and berms for road traffic noise shielding including wind effects. In landscape and urban planning 105 (2012) 199-210 Vlaams-Nederlands Interregproject Functioneel Groen. Handboek Schone lucht. Groen en de luchtkwaliteit in de stad. 2013 Hoogheverf et al. 2009. Innovatieprogramma Luchtkwaliteit, Toepassingsadvies schermen, Rapportnummer IPL-1b.					

	RUIMTELIJKE ASPECTEN Terreininname Schermen hebben, in vergelijking met bermen, een kleine footprint, maar zullen, omwille van de nodige fundering en afhankelijk van waar ze geplaatst worden, toch een zekere (tijdelijke) verstoring van het bestaande landschap tot gevolg hebben. Er dient een afweging gemaakt te worden tussen de waarde van het aanwezige landschap en de meerwaarde van een scherm waarbij, bij constructie, een deel van het bestaande landschap vernietigd zal worden en pas op termijn weer volwaardig uitgegroeid zal zijn. Beeldkwaliteit In het beeldkwaliteitplan worden schermen als een niet wenselijk scenario gezien vanuit beeldkwaliteit en omwille van het negatief effect op de ecologische connectiviteit. De voorkeur wordt gegeven aan landschappelijke maatregelen. Vanuit beeldkwaliteit zijn transparante schermen soms te verkiezen boven gesloten schermen, vanuit akoestisch oogpunt zijn transparante en bijgevolg reflecterende schermen echter te vermijden. De audio-visuele interactie kan behoorlijk sterk zijn bij humane perceptie. Groen en vegetatie blijken hier positief in te zijn. Een persoon die blootgesteld is aan hetzelfde fysisch geluidsniveau zal zich minder gehinderd voelen wanneer er daadwerkelijk zicht op vegetatie is. Een voorzichtige, wetenschappelijk onderbouwde, inschatting is dat dit effect verschillende dB(A)'s bedraagt. Barrièrewerking Schermen hebben een negatieve impact op de ecologische connectiviteit wanneer ze het bermenlandschap in de langsricting versnipperen. Hieraan kan deels verholpen worden door het maken van openingen in de schermen. Dit heeft, bij grote openingen, dan weer een negatief effect op de akoestische prestaties. Toch worden schermen, vanuit ecologische functionaliteit, in sommige gevallen verkozen boven (steile) bermen omdat door de beperktere ruimte-inname meer ecologisch waardevolle oppervlakte gespaard kan worden.
	Bronnen HOSANNA project, Brochure. <i>Novel Solutions for quieter and greener cities</i>. 2007-2013 TV MAKH, Beeldkwaliteitplan Groene Singel, 2014. T.Van Renterghem, D. Botteldoorn, "View on outdoor vegetation reduces noise annoyance for dwellers near busy roads.", <i>Landscape and urban planning</i>, 148, p203-2015, 2016. Natuurpunt.

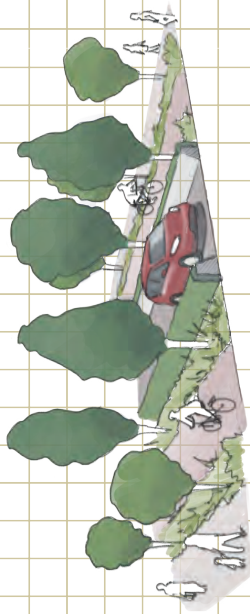
✕	Schermen zullen de visuele relatie tussen binnen- en buitenstad beperken. Dit zou deels verholpen kunnen worden door transparante schermen te voorzien. Dit is echter niet aangewezen ivf geluid, aangezien transparante schermen het geluid reflecteren naar de overzijde. Doorgroeien naar een overkapping Schermen zijn niet compatibel met een overkapping en zullen bij het bouwen van een overkapping afgebroken worden. Het betreft in dat geval dus een verloren investering. Constructie AWV rekent momenteel met 1.2 à 1.5 miljoen euro per kilometer voor een scherm van 4 meter hoogte. Beheer In het standaardbestek van AWV wordt opgenomen dat de totale wand in hoge mate zelfreinigend is en gemakkelijk schoon te maken. Schermen behoren binnen de catalogus tot de groep van maatregelen met een lage periodieke onderhoudskost en een grote cyclische renovatiekost ivf de levensduur van de constructie. TECHNISCHE ASPECTEN Veiligheid Indien een geluidsscherm langer is dan 1000 meter moeten vluchtdoorgangen worden aangebracht met een onderlinge afstand van maximaal 400 meter. Doorgangen bestaan bij voorkeur uit openingen (overlappingsen). Indien openingen niet mogelijk zijn, bijvoorbeeld omwille van plaatsgebrek, dienen nooddeuren te worden voorzien. De positie van de vluchtopeningen mag geen akoestisch nadeel vormen. Daarom mag zich binnen een straal van 10 m van de deur of opening geen ontvangerpunt bevinden.
●	Bronnen Vlaamse overheid, Beleidsdomein Mobiliteit en Openbare Werken, Agentschap Wegen en Verkeer. Technische handleiding voor geluidswerende constructies. Versie 31/03/2015.



d	Overkraging Over de snelweg uitkragend geluidsscherm.				
	LEEFBAARHEIDSEFFECTEN Geluidsreducerend effect Doorrekeningen voor het project Nieuw Zurenborg wijzen uit dat een overkraging van circa 4 meter een gelijkaardig effect heeft dan een geluidsscherm van 8m(!), nl reducties van 8 tot 15dB(A) (zonder rekening te houden met windeffecten). Het effect van de overkraging kan nog geoptimaliseerd worden door de randen van de overkraging verhoogd en akoestisch zacht uit te voeren en qua vorm te optimaliseren. Hoe meer rijstroken overkapt worden hoe groter het effect zal zijn. Luchtkwaliteit Overkragingen zorgen net als schermen voor opstuwing van de verkeersemmissies naar hogere luchtlagen en zijn dus vergelijkbaar met hoge schermen naar effect op luchtkwaliteit. Klimaatadaptatie - hittestress Wanneer het overkragende deel groen wordt ingericht vermindert de oppervlakte verharding in de Ringzone, met een beperkt gunstig effect op hittestress tot gevolg.				
Bronnen UGent iov AG Stan, Nieuw Zurenborg. <i>Impactstudie verkeersscenario's en gedetailleerde simulaties overkapping, 2010</i> VITO iov AG VESPA, Case studies luchtkwaliteit en hitte Groene Singel, 2016.					

 RUIMTELIJKE ASPECTEN	Terreininname Wanneer het overkragende deel toegankelijk is, wordt bijkomende (bruikbare groene) ruimte voor de wijken gecreëerd. De bouw van een overkraging zal minstens een (tijdelijke) verstoring van het bestaande landschap tot gevolg hebben. Er dient een afweging gemaakt te worden tussen de waarde van het aanwezige landschap en de meerwaarde van een overkraging waarbij, bij constructie, een deel van het bestaande landschap vernietigd zal worden en pas op termijn weer volwaardig uitgegroeid zal zijn. Bij voorkeur wordt bij de aanleg van een overkraging de oorspronkelijke leeflaag bewaard en weer teruggebracht om van daaruit het landschap te herstellen. Beeldkwaliteit In het beeldkwaliteitplan wordt in de eerste plaats gekozen voor flankerende maatregelen die de beeldkwaliteit en de ecologische connectiviteit niet negatief beïnvloeden. Landschappelijke maatregelen verdienen de voorkeur boven infrastructurele maatregelen zoals overkragingen. Vooral de beeldkwaliteit van de weggebruiker gaat er met een overkraging op achteruit. Mits een groene afwerking bovenop de overkraging zou het beeld vanuit de stad nog in overeenstemming gebracht kunnen worden met de landchapstypes die het beeldkwaliteitplan voorschrijft. Barrièrewerking Overkragingen van de Ring hebben in principe geen negatief effect op de ecologische connectiviteit. Bij de aanleg ervan moet wel een afweging gemaakt worden tav de waarde van het bestaande landschap (zie ook terreininname). Gezien de verdiepte ligging van de Antwerpse Ring kan een overkraging op grote delen van de Ring gerealiseerd worden zonder de visuele relatie tussen binnen- en buitenstad sterk aan te tasten.
	Bronnen TV MAK1, Beeldkwaliteitplan Groene Singel, 2014.

	KOSTEN Doorgroeien naar een overkapping De overkraging is niet compatibel met een overkapping. Het betreft in dat geval dus een verloren investering. Constructie Uit een ruwe raming van Witteveen + Bos uit 2011 blijkt een basiskostprijs van circa 46 miljoen euro/km (excl BTW) voor een overkraging van 7 meter in beton en 42 miljoen euro/km voor een overkraging in staal. Beheer Overkragingen behoren binnen de catalogus tot de groep van maatregelen met een lage periodieke onderhoudskost en een grote cyclische renovatiekost ifv de levensduur van de constructie.		TECHNISCHE ASPECTEN Veiligheid Indien een geluidsscherm (in dit geval dus een overkraging) langer is dan 1000 meter moeten vluchtdoorgangen worden aangebracht met een onderlinge afstand van maximaal 400 meter. Doorgangen bestaan bij voorkeur uit openingen (overlappingen). Indien openingen niet mogelijk zijn, bijvoorbeeld omwille van plaatsgebrek, dienen nooddeuren te worden voorzien. De positie van de vluchtopeningen mag geen akoestisch nadeel vormen. Daarom mag zich binnen een straal van 10 m van de deur of opening geen ontvangerpunt bevinden.	Bronnen Witteveen + Bos i.o.v. AG Stadsplanning Antwerpen, <i>Bouwtechnisch onderzoek gedeeltelijke overkapping Antwerpse Ring</i>, 2011. Vlaamse overheid, Beleidsdomein Mobiliteit en Openbare Werken, Agentschap Wegen en Verkeer, <i>Technische handleiding voor geluidswerende constructies</i>, Versie 31/03/2015.
---	--	---	---	--



e	Middenberm Scherm / berm tussen beide rijrichtingen van de Ring (Singel en invalswegen).				
	LEEFBAARHEIDSEFFECTEN				
	Geluidsreducerend effect Gezien de breedte van de Antwerpse Ring kan een geluidsmaatregel in de middenberm van de Ring zeer effectief zijn en ervoor zorgen dat de geluidsmaatregelen in de zijbermen minder hoog moeten worden. Een middenberm heeft slechts een effect op maximum de helft van de rijstroken. Een lage middenberm kan rolgeluid in grote mate afschermen, mede omdat hij dicht bij de bron gelegen is en nagenoeg onafgebroken kan worden aangelegd. Een hoge middenberm kan meer dan enkel rolgeluid afschermen. Uit de doorrekeningen van case studies iv de catalogus blijkt dat een middenberm van +/- 3 meter boven het niveau van de rijweg reduces van 1.5 tot 3 dB(A) kan realiseren. Een hoge middenbermconstructie van +/- 6 meter levert reduces tot 7.5dB(A). Uit het HOSSANA project blijkt dat voor stedelijke wegen (zoals de Singel of invalswegen) een lage grazige berm (h=1m) of scherm tot circa 8dB(A) geluidsreductie kan opleveren tov de bestaande situatie in een zone van 2 tot 50 m achter de geluidsberm voor ontvangers tot een hoogte van 1-5m.				
	Luchtkwaliteit Voor luchtkwaliteit is een scherm op de middenberm quasi een nulmaatregel.				
Bronnen UGent iov AG VESPA, Case studies geluid Groene Singel, 2016. HOSSANA project. Brochure. Novel Solutions for quieter and greener cities. 2007-2013 Lefebvre et al. Vito, Tritei, Tractebel Engineering in opdracht van stad Antwerpen - Stadsontwikkeling milieu. Eindrapport. Voorstel van maatregelen om de luchtkwaliteit te verbeteren en de geluidshinder te beheersen in de stad Antwerpen: Maatregelenlijstjes. VITO iov AG VESPA, Case studies luchtkwaliteit en hitte Groene Singel, 2016.					

 RUIMTELIJKE ASPECTEN	Terreininname De middenberm van de Ring is gemiddeld 5m70 breed. Er zijn verschillende collectoren en inspectieputten aanwezig, alsook verlichtingsmasten, nutsleidingen, brugpijlers en trapconstructies. De middenberm is voorzien van betonnen jersey's (1m07) en is grotendeels opgevuld met grond. Om de toegankelijkheid van de leidingen en toezichtsputten te garanderen en geen te grote belasting op de ondergrondse collectoren te krijgen is een zelfdragende holle constructie denkbaar tot een hoogte van circa 6 m. Op de Singel en invalswegen is vaak nog ruimte in de midden- en zijbermen beschikbaar. Beeldkwaliteit In het beeldkwaliteitplan wordt gesteld dat de middenberm eerst moet worden uitgevoerd zodat de zijbermen minder hoog kunnen worden uitgevoerd. In de basisfilosofie van het beeldkwaliteitplan is ook de middenberm vergroend en onderdeel van het bermenlandschap. Barrièrewerking De middenberm verhoogt de barrièrewerking van de Ring niet. Een vergroende middenberm zou in principe nog een kleine ecologische stapsteen kunnen vormen voor vliegende soorten tussen binnen- en buitenstad. De middenberm zal de visuele relatie tussen binnen- en buitenstad niet beperken. Doorgroeien naar een overkapping De middenberm is een verloren investering bij het bouwen van een overkapping.
	Bronnen Tractebel i.o.v. AG VESPA, Opwaardering dwarsverbindingen Ring, Studierapport, 2016. TV MAKH, Beeldkwaliteitplan Groene Singel, 2014.



KOSTEN

Constructie

Uit een ruwe raming van Tractebel Engineering NV ifv de catalogus blijkt een basis-kostprijs van 1,35 miljoen per km voor een 6 m hoge zelfdragende schermconstructie aan weerszijden van de middenberm. Kleine verhogingen in de midden- en zijbermen van de Singel en invalswegen kunnen vaak met kleine grondlichamen opgelost worden en kennen een lage investeringskost.

Beheer

Schermen behoren binnen de catalogus tot de groep van maatregelen met een lage periodieke onderhoudskost en een grote cyclische renovatiekost ifv de levensduur van de constructie. Indien de schermen vergroend worden is er wel een continue periodieke onderhoudskost.



f	Vegetatie Inzet van vegetatie tussen bron en ontvanger. ■ LEEFBAARHEIDSEFFECTEN Geluidsreducerend effect Een enkele rij bomen langs de weg zal het geluidsniveau niet verlagen (eventueel zelfs zeer beperkt verhogen), maar van meerdere rijen is een positief effect te verwachten. Belangrijke ontwerpparameters bij vegetatie zijn de boomafstanden, de stamdiameter, de lengte en diepte van de strook, het plantschema en de zachte, natuurlijk ontwikkelde en niet-gecompacteerde bodem. Kleine afwijkingen tov perfect geordende beplantingsschema's, variatie in stamdiameter, hoge beplantingsdichtheid en grotere stamdiameter verhogen het geluidsreducerend effect. Bomenrijen die dichter bij elkaar staan mogen afgewisseld worden door wat grotere plantafstanden met slechts weinig verlies in geluidsafscherming. Niet alle soorten zijn geschikt om de gewenste hoge stamdichtheden te behalen. Gedurende lange tijd ging men ervan uit dat een dicht bos van minstens 100 meter noodzakelijk was om een geluidsreducerend effect van 3 tot 5dB(A) te bekomen. Recente studies en berekeningen wijzen echter uit dat een smalle (circa 15 m brede) maar geoptimaliseerde vegetatie een maximaal effect kan hebben van 5-6dB(A) op een ontvangerafstand van 50m. Een geoptimaliseerde bomengordel van 30 m kan zelfs een effect tot 10dB(A) hebben.	Bronnen HOSANNA project, Brochure, Novel Solutions for quieter and greener cities. 2007-2013 UGent tov AG VESPA, Case studies geluid Groene Singel, 2016. T.Van Renterghem, D.Botteldoorn, "Effect of a Row of Trees Behind Noise Barriers in Wind" in ACTA ACUSTICA UNITED WITH ACUSTICA, Vol. 88 (2002) 869 – 878, 2002 T.Van Renterghem, D. Botteldoorn, "View on outdoor vegetation reduces noise annoyance for dwellers near busy roads." , Landscape and urban planning, 148, p203-2015, 2016. T.Van Renterghem, "Guidelines for optimizing road traffic noise shielding by non-deep tree belts", Ecological Engineering, 69, p276-286, 2014.
--------------	--	---

De doorrekeningen van case studies ivv de catalogus wijzen uit dat vegetatie in combinatie met bermen soms een positief en soms een negatief effect kan hebben. Om een positief effect te hebben zijn een aantal ontwerprichtlijnen van belang:

- Vegetatie vlak na de berm (in de akoestische schaduwzone) is altijd positief.
- Vegetatieopbouw (aanwezigheid onderbegroeiing + opgaand groen) is belangrijk.
- De aanwezigheid van houtige structuren is op zich belangrijker dan de bladeren.
- Hoge opstaande vegetatie bovenop de berm is steeds te vermijden.
- Lage vegetatie (bijv. struiken) op de bermen is wel aan te raden om het bodemeffect te maximaliseren.

Rond de combinatie van vegetatie en geluidsschermen worden de resultaten op basis van recente onderzoeken genuanceerd. In tegenstelling tot vroeger aangenomen kunnen bomen (die werken als windvang) achter geluidsschermen een positief effect hebben tot 4dB(A) op een afstand van 100 m bij sterke windafwaartse geluidspropagatie. Over een lange periode gezien worden de (beperkte) negatieve effecten van een bomenrij (in afwezigheid van wind) opgeheven door de significante verbetering in windsituaties.

Luchtkwaliteit

Vegetatie, en dan vooral bomen, hebben een belangrijke lokale invloed op de luchtstroming rondom de kruin. De aerodynamische effecten van vegetatie hebben een positieve bijdrage wanneer dit zorgt voor een afscherming van de emissies. Een groenbuffer langs een verkeersader schermt de omgeving deels af van de emissies van pollutanten. De luchtstroming over de groenbuffer zorgt ervoor dat de pollutantconcentraties dalen door snellere menging met hogere (en zuivere) luchtlagen.

Bij filtering komt fijn stof in contact met bladeren en takken en slaat het hierop neer. De grovere fractie kan vervolgens door de regen afspoelen naar de bodem, de fijnere fractie wordt in de waslaag van de bladeren opgenomen. De bijdrage van vegetatie aan het filteren van vervuulende componenten is afhankelijk van het type vegetatie en verontreiniging en de locatie en inplanting van de vegetatie. Van alle vegetatietypes zijn bomen het meest effectief in het vastleggen van schadelijke stoffen, gevolgd door heesters, kruidachtigen en gras.

	Uit de case studies van VITO ifv de catalogus blijkt dat voor individuele windrichtingen de verminderingen op de wegbijdrage kunnen oplopen tot 38%. Jaargemiddeld zijn er reducties tot 15% van de wegbijdrage. De impact is dus sterk afhankelijk van de meteositatie en de overheersende windrichting in een bepaald gebied. Het reducerend effect wordt hoofdzakelijk teweeg gebracht door de invloed van vegetatie op de luchtstroming en in mindere mate het filterend effect. Ten aanzien van vegetatie en luchtkwaliteit kunnen een aantal aanbevelingen worden gedaan: - De bestaande groenbuffers zorgen reeds voor een belangrijke reductie van de wegbijdrage in de luchtkwaliteit voor de omliggende gebieden en moeten dus bewaard blijven of versterkt worden. - Het belangrijkste aandachtspunt is om voor aaneengesloten wegbegeleidende groenbuffers te kiezen. Openingen in de buffers geven lokaal verhogingen. - Geoptimaliseerde groenbuffers kunnen vanaf 5 m dikte het beoogde effect realiseren. Het effect van groenbuffers verder uitbreiden na 15 m dikte is beperkt. - Wanneer het reliëf gewijzigd wordt ifv geluid (door aanleg van geluidsbermen) is het aangewezen deze opnieuw van vegetatie te voorzien. - Bij hellende bermen wordt bij voorkeur het hoogste deel van de wegberm vergroend. - Hoe hoger de groenbuffer, hoe hoger de impact op luchtkwaliteit. Dit additionele effect vermindert echter met toenemende hoogte en neemt sterk af tussen 12 m en 18 m hoogte. Groen kan ook een negatief effect hebben indien toegepast in straat canyons. De Singel en de Ring zijn geen straat canyons gezien de specifieke breedte-hoogte verhouding.
	Bronnen VITO lov AG VESPA, Case studies luchtkwaliteit en hitte Groene Singel, 2016.

	Klimaatadaptatie - hittestress Vegetatie in stedelijke context kan het lokale klimaat aanzienlijk verbeteren dankzij 3 mechanismen: (1) het beperken van de zonnestraling door schaduwvorming, (2) door evapotranspiratie van de vegetatie, en (3) door te fungeren als windstopper waardoor er op koude dagen minder warmteverliezen zijn. Aaneengesloten 'klimaatassen' die de stad 'doorluchten' en verbinden met het meer koelere ommeland zijn daarin erg belangrijk. De Ringzone als samenhangend landschap en de verbinding met de Schelde en de parken rond de stad is daarin van groot belang. Hoe groter het groengebied, hoe beter. Parken met bomen en waterrijke vegetatiegebieden zorgen voor een vermindering van de oppervlaktetemperatuur met 15 °C (100% van het Stedelijk Hete Eiland (SHE)) en een vermindering van de luchttemperatuur van 1.5° (park) en 1 °C (water) en kunnen zo het verschil maken tussen wel of geen hittestress op warme zomerdagen. Bomen hebben het meeste effect op hittestress overdag. Terreininname In de Ringzone zijn grote landschappelijke eenheden aanwezig. Het aanwezige landschap kan verder geoptimaliseerd worden om een grotere bijdrage te leveren aan de leefbaarheid van de stad. Opgaande en dichte vegetatie is daarbij het meest effectief i/v lucht en geluid (zie hoger). In het bermenlandschap zijn echter ook waardevolle schrale graslanden aanwezig. Bij de aanleg van vegetatie dient een oordeelkundige afweging gemaakt te worden tussen de waarde van de verschillende landschapstypes.
	Bronnen HOSANNA project. Brochure. <i>Novel Solutions for quieter and greener cities</i>. 2007-2013 TV MAKH, Beeldkwaliteitsplan Groene Singel, 2014.

	Beeldkwaliteit De audio-visuele interactie kan behoorlijk sterk zijn bij humane perceptie. Groen en vegetatie blijken hier positief in te zijn. Een persoon die blootgesteld is aan hetzelfde fysisch geluidsniveau zal zich minder gehinderd voelen wanneer er daadwerkelijk zicht op vegetatie is. Een voorzichtige, wetenschappelijk onderbouwde, inschatting is dat dit effect verschillende dB(A)'s bedraagt. De inzet van vegetatie is conform het beeldkwaliteitplan Groene Singel, waar groen en ecologie twee van de uitgangspunten zijn. Het landschap dient daarbij wel in overeenstemming gebracht te worden met de landschapstypes uit het beeldkwaliteitplan. In de richtlijnen van het beeldkwaliteitplan werd een evenwicht gezocht tussen de open en gesloten landschapstypes. Barrièrewerking De verbindingen tussen de verschillende landschappelijke elementen moet verder uitgebouwd worden om de impact te vergroten. Binnen het beeldkwaliteitplan en de ambitienota van de intendant werden richtlijnen uitgewerkt om dit te realiseren. Doorgroeien naar een overkapping Het peil van het dak van een overkapping zal in Antwerpen tussen 2 en 8 meter boven maaiveld liggen. Indien de vegetatie in combinatie met de nodige reliëfwijzigingen goed ontworpen worden kunnen ze op korte termijn de leefbaarheid van de groen- en woongebieden verbeteren, op middellange termijn een minder hinder maatregel zijn tav de werf van een overkapping, en finaal een opstap vormen naar een toekomstige overkapping. De aanleg van reliëf en vegetatie is dan ook geen verloren investering indien dit doordacht gebeurt.
	Bronnen HOSANNA project. Brochure. <i>Novel Solutions for quieter and greener cities. 2007-2013</i> TV MAKH, Beeldkwaliteitplan Groene Singel, 2014.

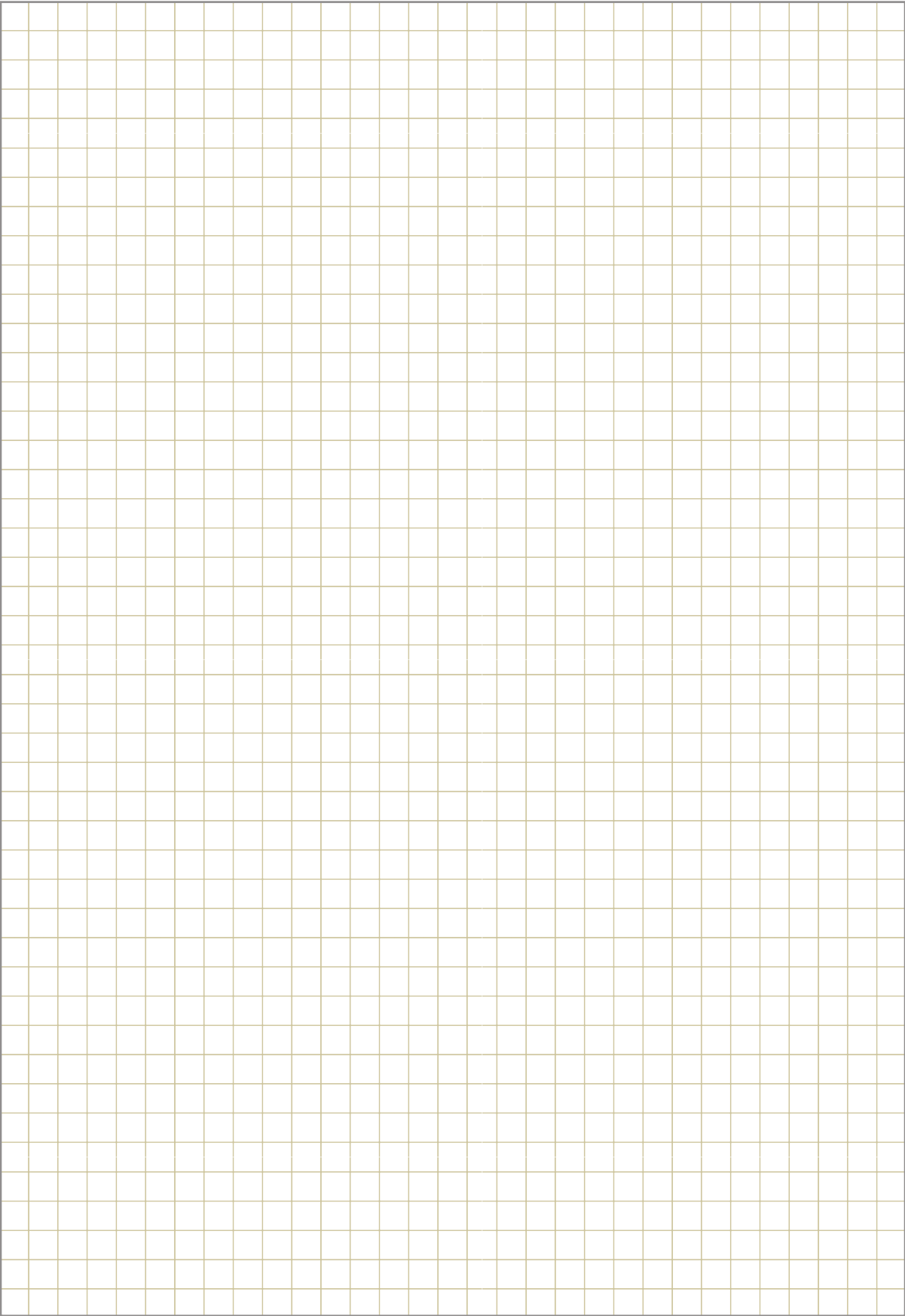
	KOSTEN Constructie Het aanplanten van groen heeft over het algemeen een lage investeringskost. Om de, voor luchtkwaliteit en geluid nodige, dichte groenbuffer te krijgen lijkt het meest aangewezen om een combinatie van bosgoed, veren en hoogstammen aan te planten. De groenbuffer zal zo wel 10 tot 15 jaar nodig hebben om het beoogde effect volledig te kunnen realiseren. Kostprijs circa 8.5 euro/m² of 127.500 euro/km voor een buffer van 15 m en 255.000 euro/km voor een buffer van 30m. Een andere optie is om plantgoed met een grotere plantmaat (10/12) te planten op korte afstand en een zekere uitval te aanvaarden. De groenbuffer zal zo 5 à 7 jaar nodig hebben om het beoogde effect volledig te kunnen realiseren. Kostprijs circa 20 euro/m² of 300.000 euro/km voor een buffer van 15 meter en 600.000 euro/km voor een buffer van 30 meter. Beheer Om een dichte groenbuffer te verkrijgen en te behouden ifv een maximaal effect op luchtkwaliteit en geluid is een aangepast en intensief beheer noodzakelijk. In het geval vertrokken wordt van bosgoed, veren en hoogstammen zal men de eerste jaren 2 maal per jaar moeten bosmaaien en systematisch moeten uitdunnen. Indien bij aanvang gewerkt wordt met een grotere plantmaat zal de beheerkost iets lager uitvallen. Vegetatie behoort binnen de catalogus tot de groep van maatregelen met een continue periodieke onderhoudskost, maar vergt slechts een éénmalige grote investeringskost.
---	---



TECHNISCHE ASPECTEN

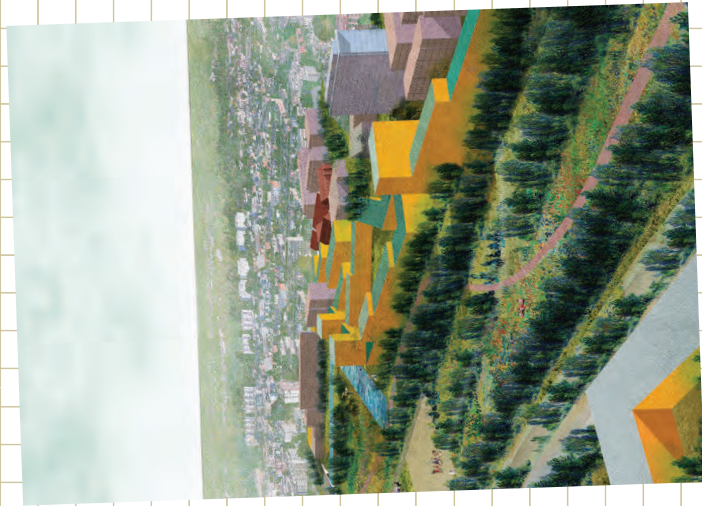
Veiligheid

Voor bomen met hoogteklassen 1 (>20m) en 2 (20 m-10 m) moet een afstand van 15 meter tot de rand van de weg gehanteerd worden. De rand is daarbij de randlijn van de rijstroken. De pechstrook moet in deze niet aanzien worden als rijbaan. Voor de 3de hoogteklaase (<10m) kan de afstand verlaagd worden tot 8,60 meter. Struikgewas (en hakhout) heeft geen veiligheidsafstand nodig omdat hier zelfs een vertragend effect kan gegeven worden aan een voertuig dat zijn rijbaan verlaat. Een afstand van 4 meter tussen de rijweg met de stam van de struik is noodzakelijk om de struik volwaardig te laten uitgroeien zonder over de rijweg te komen en niet constant te moeten snoeien.

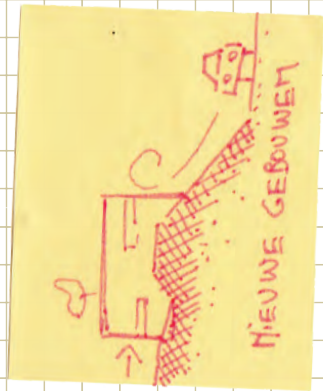
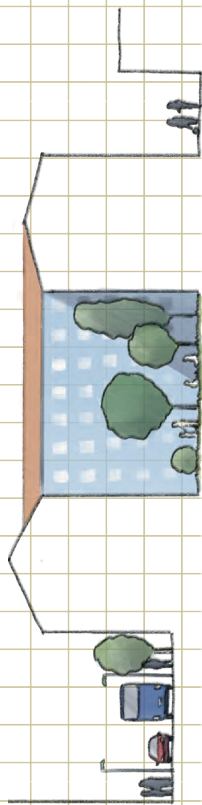


3 — Maatregelen die werken op de bescherming van de ontvanger tegen milieuhinder: nieuwe gebouwen, groendaken en -gevels, isolatie en filtersystemen, maskeren en afstand houden.





stille zijde

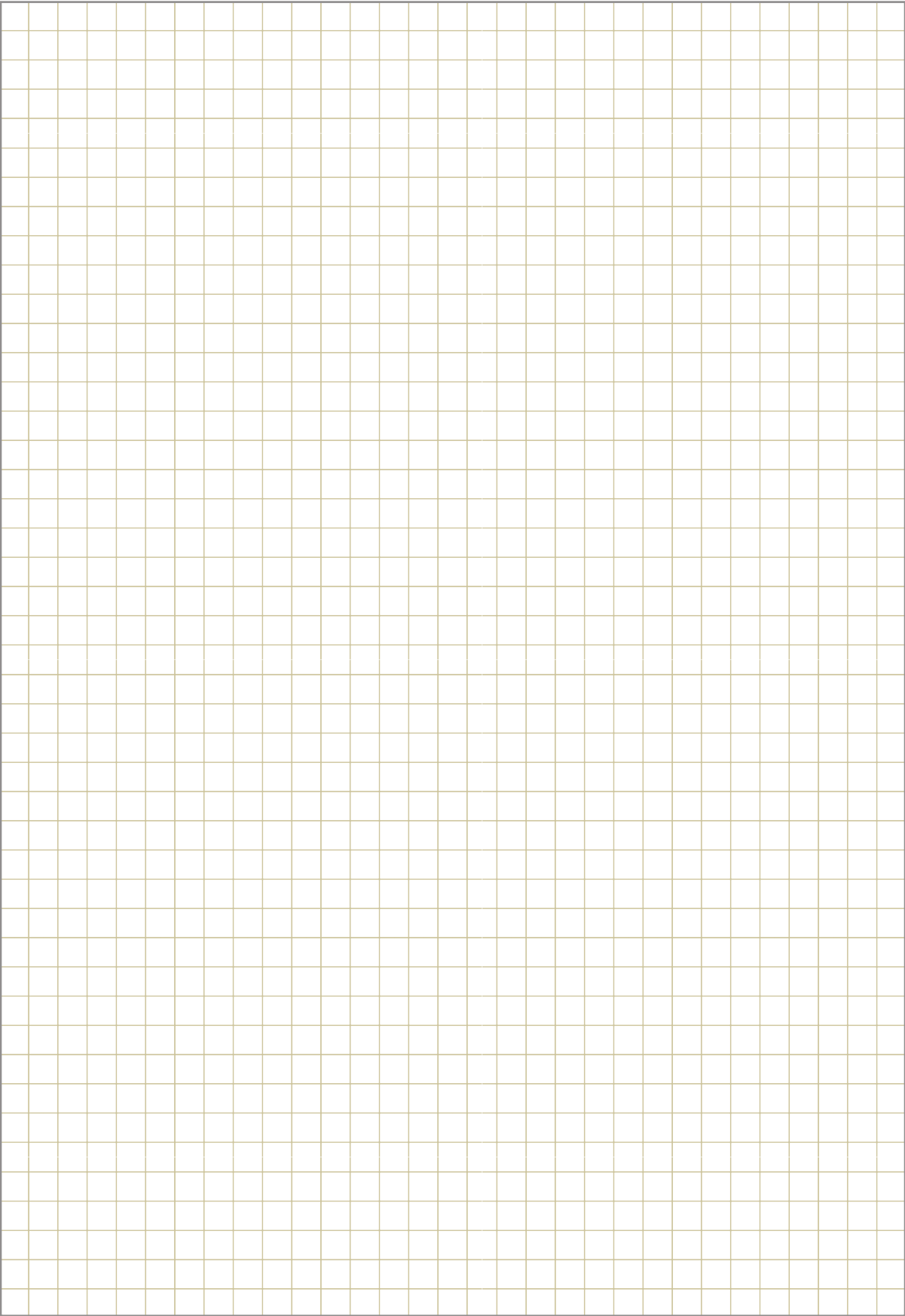


a Nieuwe gebouwen Ontwikkeling van gebouwen als afscherming van de achterliggende gebouwen en wijken. Nieuwe gebouwen worden bij voorkeur ook voorzien van groendaken/gevels, isolatie en filtersystemen – zie verder.    	 LEEFBAARHEIDSEFFECTEN Geluidsreducerend effect Gebouwen kunnen lokaal grote positieve gevolgen hebben. Een slimme inplanting en oriëntatie van nieuwe gebouwen op geluidbelaste locaties is aangewezen om negatieve effecten binnen en buiten het gebouw te minimaliseren en/of een afschermende werking maximaal te kunnen benutten. Ontwerprichtlijnen op stedenbouwkundig niveau: - Vergroten afstand tussen bron en ontvanger is op zich beter voor de gebruikers/bewoners van het gebouw (zie maatregel afstand houden). - Het gebouw op zich zal echter ook de bewoners/gebruikers van de achterliggende gebouwen afschermen. - Bij voorkeur wordt de bebouwing aan de geluidbelaste zijde volledig aaneengesloten uitgevoerd. Openingen dragen bij aan de overdracht van geluid en hebben vaak een zeer negatieve impact. - Inzetten op gesloten bouwblokken waardoor woningen een rustige kant krijgen. - Hoe hoger de aaneengesloten bebouwing aan de geluidbelaste zijde, hoe beter dit is voor de geluidssituatie in het achterliggende deel. Bij voorkeur worden de geluidsgevoelige functies ingeplant langs de stille zijde. Te vermijden situaties: - Haaks op de geluidbron georiënteerde woningen en vrijstaande hoge gebouwen. - Diepe bouwmassa's met eenzijdig georiënteerde woningen. - Lange smalle en dus sterk reverberante hoge straten. Op bouwkundig niveau kunnen een aantal elementen een positieve bijdrage leveren zoals: terrasgevels, niet haakse blokken, absorberende gevels, ...	Bronnen Lefebvre et al. Vito, Tractebel Engineering in opdracht van stad Antwerpen- Stadsontwikkeling milieu. Eindrapport. Voorstel van maatregelen om de luchtkwaliteit te verbeteren en de geluidshinder te beheersen in de stad Antwerpen: Maatregelenlijst. Stadsontwikkeling EMA, Geluidsactieplan Antwerpen 2014-2019. Een aanpak op maat. September 2014. Gemeente Lansingerland, afdeling strategische Ontwikkeling, Handreiking bouwen op geluidbelaste locaties in Lansingerland. Mei 2009. Stadsregio Rotterdam; Handreiking. Bouwen op geluidbelaste locaties; mei 2011.
---	--	---

	Luchtkwaliteit Het vergroten van de afstand tussen bron en ontvanger is een basisregel (zie ook maatregel afstand houden). Schermwoningen/gebouwen kunnen effectief zijn voor het reduceren van de concentraties in de achterliggende wijken. De luchtstroming wordt over de gebouwen heen getild en er ontstaat extra mechanische turbulentie, waardoor er een beter menging met hogere “propere” lucht ontstaat. Hierdoor krijgen we een daling van de concentraties achter de schermwoningen. Door afremming van het windveld voor de schermwoningen zien we aan de voorgevel een verhoging van de concentraties. De reductie is het grootst wanneer de pluim van de bron naar de gebouwen is gericht. Reducties tot $5\text{-}6\mu\text{g}/\text{m}^3$ op jaargemiddelde concentraties nabij sterke emissiebronnen en windluwe condities zijn mogelijk. Uitgemiddeld zal eerder rekening gehouden moeten worden met reducties van $1\text{-}2\mu\text{g}/\text{m}^3$. Schermgebouwen nemen tot 30% van de wegbijdrage weg. Jaargemiddeld zijn er reducties tot 15% van de wegbijdrage. De impact is dus sterk afhankelijk van de meteosituatie en de overheersende windrichting in een bepaald gebied. Continuïteit is van belang. Smalle hoge straten en openingen in de gevellijn kunnen voor verhoogde concentraties op die plekken zorgen. Oriëntatie is van belang. Functies die meer gevoelig zijn aan blootstelling worden best aan de verkeersluwe zijde van het gebouw gesitueerd, net als de aanzuiging voor ventilatie en filtersystemen.
	Bronnen VITO iov AG Stan, Invloed schermwoningen op luchtkwaliteit Nieuw Zurenborg. Maart 2012 Lefebvre et al. Vito, Triteel, Tractebel Engineering in opdracht van stad Antwerpen- Stadsontwikkeling milieu. Eindrapport. Voorstel van maatregelen om de luchtkwaliteit te verbeteren en de geluidshinder te beheersen in de stad Antwerpen: Maatregelenfiches. Vlaamse overheid, Stad Antwerpen, Haven Antwerpen. Actieplan lijn stof en NO_2 in de Antwerpse haven en de stad Antwerpen. Periode 2014-2018. Februari 2014.

	Klimaatadaptatie – hittestress en waterhuishouding Indien nieuwe gebouwen ten koste gaan van bestaande groene en open ruimte, is er een negatief effect op de hittestress en de waterhuishouding door een vergroting van de verharde, en verkleining van de zachte groene oppervlakte. RUIMTELIJKE ASPECTEN Terreininname Een nieuwe randbebouwing die geoptimaliseerd is ifv lucht- en geluidproblematiek kan de achterliggende bebouwing en wijk afschermen. Deze meerwaarde dient afgewogen te worden tov bijkomende inname van open en groene ruimte. De bestaande open en groene ruimte levert immers ook belangrijke ecosysteemdiensten ifv hittestress, biodiversiteit, toegankelijk groen, ... In nieuwe ontwikkelingsgebieden (huidige brownfields) waarvoor een masterplan wordt opgemaakt kunnen afschermende gebouwen worden opgenomen zonder bijkomende inname van bestaand groen, maar wel met een impact op masterplan layout en typologie. Beeldkwaliteit Het is wenselijk dat een nieuwe randbebouwing ook een nieuwe voorkant vormt naar de Ringzone. Er moet dan ook innovatief omgegaan worden met de nodige geslotenheid ifv leefbaarheidsaspecten zoals licht en geluid en de gewenste openheid ifv beeldkwaliteit en ruimtelijke aspecten. Randbebouwing kan conform het Beeldkwaliteitplan Groene Singel gerealiseerd worden.
	Bronnen TV MAKH, Beeldkwaliteitplan Groene Singel, 2014.

	KOSTEN
Barrièrewerking Bij het uitvoeren van lange aaneengesloten randbebouwing dient de nodige aandacht geschonken worden aan de doorwaadbaarheid voor en de bereikbaarheid van de achterliggende wijken, alsook de linken tussen de verschillende groensnippers in de stad ivf een meer robuust ecologisch netwerk. Het is daarbij in eerste instantie belangrijk dat de lineaire ecologische verbindingfunctie van de bermen niet doorbroken wordt.	
Doorgroeien naar een overkapping Nieuwe gebouwen zijn compatibel met een overkapping indien de inplanting ervan doordacht gebeurt.	
Constructie Nieuwe gebouwen optrekken is een kostelijke maatregel. Daar staat natuurlijk ook veelal een opbrengst via verkoop/verhuur tegenover. Gebouwen die opgetrokken worden in de eerste lijn nabij de bron zijn in principe duurder dan gebouwen die dieper in de wijk liggen. Dit komt voort uit hogere eisen ivf isolatie, filtertechnieken, aangepaste typologie (dove gevels,), ... die aan deze gebouwen gesteld zouden moeten worden.	
Beheer Gebouwen behoren binnen de catalogus tot de groep van maatregelen met een lage periodieke onderhoudskost en een grote cyclische renovatiekost ivf de levensduur van de constructie.	





b	Groendaken en -gevels de en/of nieuwe gebouwen.				
	LEEFBAARHEIDSEFFECTEN Geluidsreducerend effect Groene gevels verminderen reflectie-effecten en groene daken verhogen het akoestisch afschermend effect van een gesloten rijbebouwing aan de achterzijde. Groene gevels langs de geluidbelaste zijde leveren een geluidsreductie van 2 à 3 dB(A) op een hoogte van 1.5 - 4 m op de gevel in situaties met meervoudige reflecties (bvb door een gevel aan de overzijde). In een binnengebied reduceren ze tot 4dB(A) op de volledige hoogte van de omliggende gevels. Groene daken met een semi-extensieve begroeiing (10 cm substraat) rondom een binnengebied hebben een effect van 2.5dB(A) voor platte daken en tot 8dB(A) voor hellende daken, op een hoogte van 1.5 m in het binnengebied en op de volledige hoogte van de omliggende gevels. Luchtkwaliteit De aanwezigheid van groen kan bijdragen aan het tegengaan van luchtverontreiniging. Groendaken en groene gevels filteren fijn stof uit de lucht en zorgen ervoor dat het met het regenwater wegspoelt en niet als bodemstof telkens opnieuw opwaait (resuspensie). Op jaargemiddelde concentraties betekenen de effecten van groengevels en -daken echter slechts een grootteorde van 1% verbetering (sedumdaken) tot 5% verbetering (intensieve groendaken).				
Bronnen HOSANNA project, Brochure. Novel Solutions for quieter and greener cities. 2007-2013 T. Van Renterghem, M. Hornikx, J. Forssen, D. Batteldooran, "The potential of building envelope greening to achieve quietness", Building and Environment, 61, p34-44, 2013. Vlaamse overheid, Stad Antwerpen, Haven Antwerpen. Actieplan fijn stof en NO₂ in de Antwerpse haven en de stad Antwerpen. Periode 2014-2018. Februari 2014.					

	Klimaatadaptatie - hittestress Groendaken en groene gevels zorgen voor extra isolatie en dus een lager energieverbruik en lagere binnenhuistemperaturen in de zomer. Groendaken en -gevels geven een vermindering van de oppervlaktetemperatuur van 10° C en een vermindering van de luchttemperatuur van 0.5° C . Groendaken hebben vooral effect op hittestress 's nachts. Overdag zijn de effecten op de buitentemperatuur erg beperkt. Klimaatadaptatie - waterhuishouding Groendaken verbeteren de vertraagde infiltratie van hemelwater. Zo wordt de riole-ring minder belast en wordt wateroverlast voorkomen. Terreinname Geen bijkomende terreinname. Beeldkwaliteit Conform het beeldkwaliteitplan Groene Singel. Extensieve groene daken zijn bij nieuwbouw verplicht in de bouwcode van de stad Antwerpen. Barrièrewerking Groendaken en -gevels verfijnen het netwerk van ecologische stapstenen in de stad. Doorgroeien naar een overkapping De maatregelen blijven ook bij een overkapping relevant, aangezien andere bronnen van geluidsoverlast en luchtverontreiniging (Singel, spoor en invalswegen), alsook de hoge stedelijke achtergrondconcentratie en stedelijke ruis, bij een overkapping blijven bestaan.
Bronnen VITO, Opmaak van een hittekaart en analyse van het stedelijke hitte-eiland effect voor Antwerpen (2013) TV MAKH, Beeldkwaliteitplan Groene Singel, 2014.	

	KOSTEN Constructie De kostprijs van groendaken is afhankelijk van het type, de oppervlakte, hellingsgraad, toegankelijkheid, ... De prijs varieert van 30 tot 120 euro/m². Algemeen kan gesteld worden dat de prijs toeneemt van extensieve naar intensieve groendaken. De schaal speelt ook een rol: hoe groter de dakoppervlakte, hoe kleiner de prijs per m². De stad ondersteunt de aanleg van groendaken via een premie. De kostprijs van groene gevels is ook sterk afhankelijk van het gekozen type. Wanneer gewerkt wordt met een beplanting op substraat met irrigatie dient minimum 250 euro/m² gerekend te worden. Heel wat systemen zijn zelfs een veelvoud van deze kostprijs. Beheer Groene gevels hebben een relatief hoge beheerkost en een beperkte levensduur van circa 10 jaar. Groene gevels vergen twee maal per jaar een onderhoud en controle. De kostprijs hiervan is afhankelijk van het gekozen systeem. Als richtprijs kan circa 90 euro per m² genomen worden. Groene daken hebben een zeer lage beheerkost en een lange levensduur van circa 50 jaar. Bovendien gaat de dakbedekking langer mee omdat de beplanting en straatbescherming bieden tegen UV-straling en temperatuurschommelingen.
Bronnen HOSANNA project. Brochure. Novel Solutions for quieter and greener cities. 2007-2013 Studiedag Groene gevels, stadsbouwmeester ism Ecohuis, Antwerpen, 2012.	



c	Gevelisolatie en filtersystemen Bescherming van bestaande en nieuwe gebouwen door technische ingrepen.				
	LEEFBAARHEIDSEFFECTEN Geluidsreducerend effect Het akoestisch isoleren van de gevel kan een belangrijk effect hebben op het geluidsklimaat van de binnenruimten. De maatregel kan op die manier een groot effect hebben op individuele bewoners of gebruikers. De buitenruimte blijft echter aan dezelfde geluidsniveaus blootgesteld. Bij een bestaand gebouw in de stad is de voorgevel meestal een vrij massieve wandconstructie. Deze houdt in de regel voldoende geluid/lawaai buiten. Het zijn echter de buitenschrijnwerken (ramen, deuren, beglazing, rolluikkasten) en de aansluiting daarvan die de gekende akoestische lekken vormen. Er moet dan ook vooral aandacht gegeven worden aan een goede combinatie van schrijnwerk, glas en een degelijke plaatsing. Het effect verdwijnt natuurlijk wanneer de ramen geopend worden. In sommige gevallen wordt ervoor gekozen om een volledige nieuwe gevel te plaatsen. Hoe meer massa een gebouw of wandconstructie heeft, hoe minder deze de neiging heeft om mee te trillen met de geluidsgolven, dus hoe meer akoestisch isolerend. Een thermische gevelisolatie met een vezelachtig, zacht materiaal met open celstructuur plus een bekleding of bepleistering geeft in de regel ook een verbetering in de akoestische prestatie.				
	<i>Bron</i> <i>Ecohuis Antwerpen.</i>				

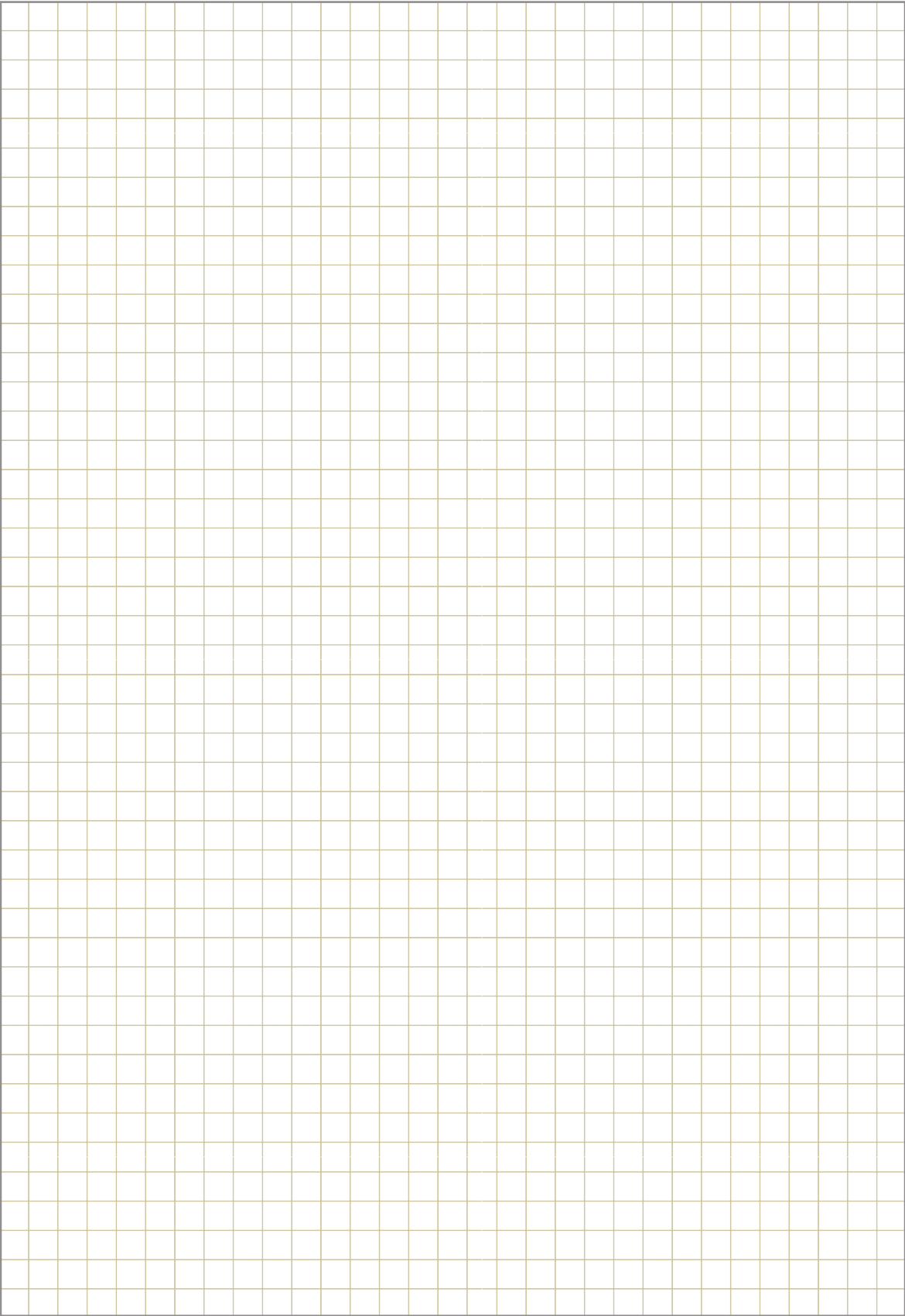
	RUIMTELIJKE ASPECTEN Luchtkwaliteit Recente testresultaten van F7 en F9-filtersystemen waren positief. De toepassing van een luchtfiltratie gekoppeld aan het ventilatiesysteem leidt wel degelijk tot een betere luchtkwaliteit binnen in het gebouw. De resultaten zijn echter sterk verschillend van pollutie tot pollutie. Op basis van meetcampagnes blijkt dat een ventilatiesysteem met filters de zeer schadelijk geachte UFP-concentraties (Ultra Fijn Stof) met meer dan 50% doet dalen. Een verbeterde isolatie van gebouwen levert een indirect effect op luchtkwaliteit omdat er minder gestookt moet worden. Klimaatadaptatie – hittestress Ingerepen die de luchtdichtheid van een woning of de massa van de bouwmaterialen verhogen hebben een energetisch effect en bijgevolg een positief effect op het stedelijk klimaat. Beeldkwaliteit Vooraf in de toepassing van technische installaties is het belangrijk daarmee in de architectuur tijdig rekening te houden en deze te integreren ipv nadien toe te voegen. Doorgroeien naar een overkapping De maatregelen blijven ook bij een overkapping relevant, aangezien andere bronnen van geluidsoverlast en luchtverontreiniging (Singel, spoor en invalswegen), alsook de hoge stedelijke achtergrondconcentratie en stedelijke ruis, bij een overkapping blijven bestaan.
Bron EMA, Rapport luchtkwaliteit - de kRing, september 2016.	

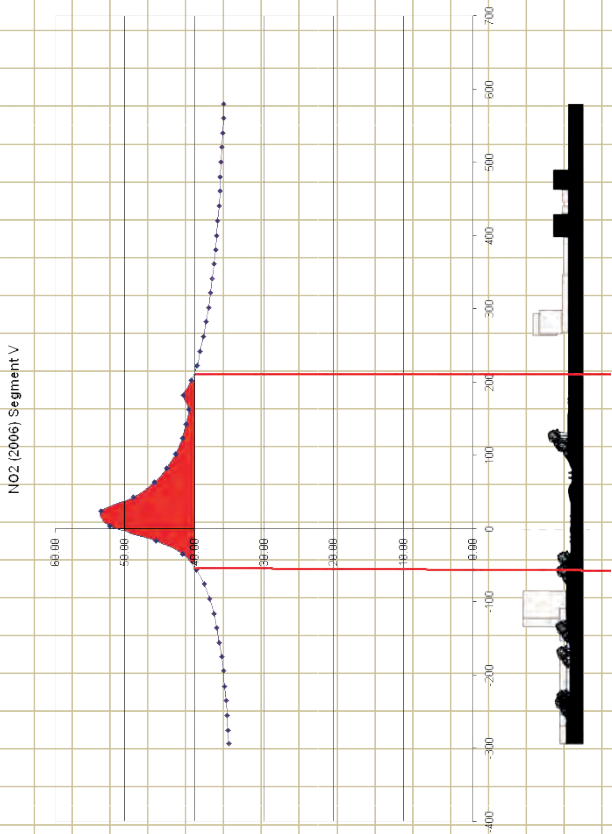
	KOSTEN Constructie Akoestisch isolerende beglazing is een factor 1.7 duurder dan gewone beglazing. Er bestaan momenteel geen subsidieprogramma's voor akoestische isolatie of filtersystemen. Wel voor energiezuinige ingrepen, deze hebben een indirect effect. De installatie van een centraal ventilatiesysteem is afhankelijk van de omvang van het project. Voor een basisschoolgebouw kost een dergelijk ventilatiesysteem 20.000 euro. De installatie van een decentraal ventilatiesysteem (gekoppeld met filters) kost 7000 euro per lokaal. Beheer Filtersystemen vergen regelmatig onderhoud. Twee keer per jaar dienen de filters vervangen te worden. Voor F7-filters kost dit 128 euro/lokaal/jaar. Voor de fijnere F9-filter kost dit 284 euro/lokaal/jaar.
Bronnen Ecohuis. EIMA, Rapport luchtkwaliteit - de kRing, september 2016.	



d	Maskeren Gewenste geluiden toevoegen om ongewenste geluiden te maskeren.				
	LEEFBAARHEIDSEFFECTEN Geluidsreducerend effect Het toevoegen van gewenste geluiden (vogelgeluiden, ruisen bomen, fonteinën, ...) kan een positief effect hebben op de perceptie van het omgevingslawaai, zonder dat de geluidsniveaus effectief dalen. Een aandachtspunt is wel dat wateroppervlakken werken als een perfecte spiegel voor geluidsgolven en bij alle geluidsfrequenties zorgen voor stijging van de geluidsniveaus wanneer de waterpartij tussen bron en ontvanger gelegen is. Luchtkwaliteit Wanneer het maskerend effect via opgaande vegetatie wordt gerealiseerd (bvb ratelpopulieren) kan een beperkt positief effect ontstaan. Klimaatadaptatie-hittestress Waterpartijen (best in combinatie met vegetatie) kunnen het stedelijk klimaat aangenamer maken. Hoe gemakkelijker het water kan verdampen, hoe groter het verkoelend effect. Een fontein zal bijvoorbeeld voor meer verkoeling zorgen dan stilstaand water. Het significante effect op de luchttemperatuur is beperkt tot het windafwaartse gebied, ongeveer van dezelfde grootte als het waterobject zelf.				
Bronnen HOSANNA project, Brochure. Novel Solutions for quieter and greener cities. 2007-2013 VITO, Opmaak van een hittekaart en analyse van het stedelijke hitte-eiland effect voor Antwerpen (2013)					

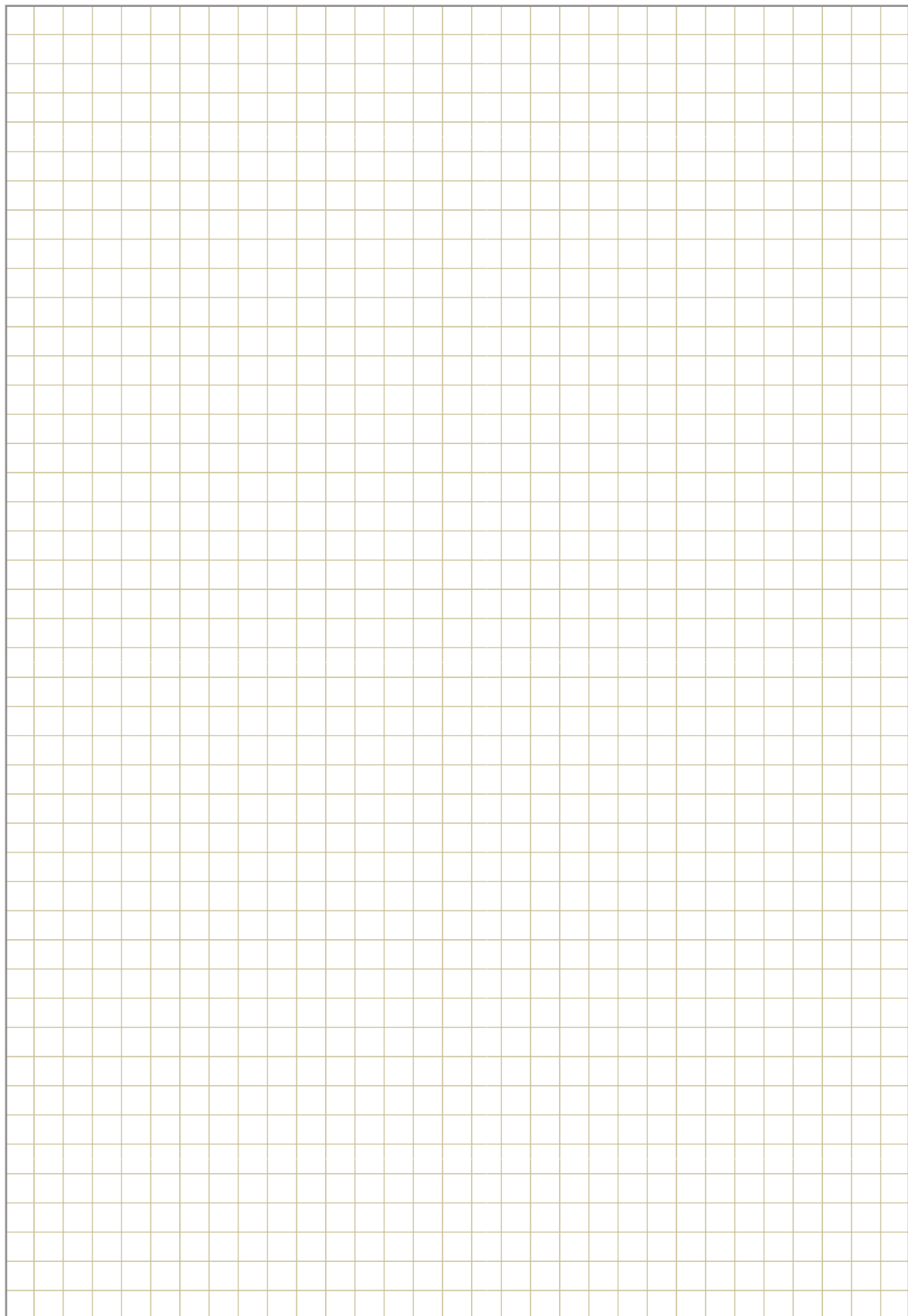
▲	RUIMTELIJKE ASPECTEN Terreininname Afhankelijk van de maskerende maatregel. Beeldkwaliteit Maskerende maatregelen kunnen conform het beeldkwaliteitsplan worden uitgevoerd. Doorgroeien naar een overkapping Compatibel met een overkapping.
✖	KOSTEN Constructie Afhankelijk van de maskerende maatregel. Beheer Afhankelijk van de maskerende maatregel.
Bronnen TV MAKH, Beeldkwaliteitsplan Groene Singel, 2014.	



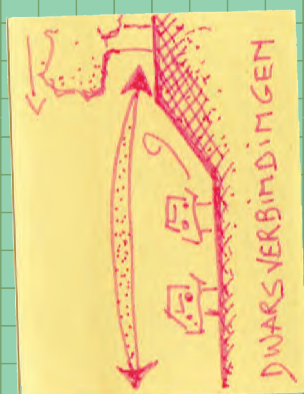


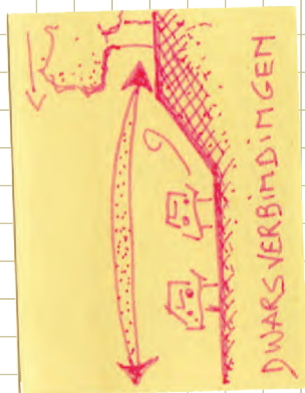
d	Afstand houden Afstand tussen bron en ontvanger zo groot mogelijk maken.				
	LEEFBAARHEIDSEFFECTEN				Geluidsreducerend effect Wanneer de afstand tussen een geluidsbron en de ontvanger verdubbelt, halveert het geluidsniveau waaraan de ontvanger wordt blootgesteld. Let wel : een halvering betekent van bvb 65dB naar 62dB(A) (niet van 65dB(A) naar 32.5dB(A)). Bij een snelweg heb je 3 dB(A) reductie per verdubbeling van afstand tot de lijnbron. Het verschil tussen 1m en 2m van de weg (-3 dB(A)) is daarbij even groot als het verschil tussen 200 m en 400m van de weg. Luchtkwaliteit Wanneer de afstand tussen de bron en de ontvanger toeneemt daalt de wegbijdrage in de luchtkwaliteit. Zo rest er nog tot 50% na 50m, 25% na 120m en 12.5% na 250m. Op grotere afstanden van de verkeersbron wordt de bijdrage van die verkeersbron in de lokale luchtkwaliteit steeds kleiner. Het kan dus effectief zijn om ontvangers op voldoende afstand van de weg te plaatsen en/of een ontoegankelijke bufferzone tussen bron en ontvanger te plaatsen.

▲	RUIMTELIJKE ASPECTEN Terreininname Afstand nemen is een maatregel die in stedelijke context niet altijd toepasbaar is, omdat de ruimte beperkt is. Toch kunnen kleine verschillen in afstand reeds belangrijke gevolgen hebben op de luchtkwaliteit en het geluidsklimaat voor de ontvanger. Beeldkwaliteit Het maken van een bufferstrook om de afstand tussen bron en ontvanger te vergroten is compatibel met het beeldkwaliteitsplan. Groen wordt algemeen als rustgevend en aangenaam gepercipieerd. De inzet van groen als een manier om afstand te creëren zal dan ook positief bijdragen aan de perceptie van de maatregel. Doorgroeien naar een overkapping Compatibel met een overkapping.
✖	KOSTEN Constructie Afhankelijk van de maatregel. Beheer Afhankelijk van de maatregel.
Bronnen HOSANNA project. Brochure. <i>Novel Solutions for quieter and greener cities</i>. 2007-2013 TV MAKH, Beeldkwaliteitsplan Groene Singel, 2014.	



4 — Maatregelen die werken op het verminderen van de barrièrewerking:
herinrichting bruggen, verbreden bruggen, nieuwe bruggen en langsoverbindingen.





a	Herinrichting bruggen				
	De herinrichting van bestaande bruggen, binnen de bestaande breedte, kan verschillende vormen aannemen: - Herschikken/herverdelen van de beschikbare ruimte ivm de verschillende modi (bv dubbelrichtingfietspad maken, ...); - Vergroenen van bepaalde stroken (bv trambaan, restruimte, deel rijweg, ...) van een brug; - Inspelen op de randafwerking van de bruggen door middel van gesloten balustrades of geluidsschermen. Geluidsreducerend effect Het herschikken of herverdelen van de beschikbare ruimte ivm de verschillende modi kan effect hebben op het geluid voor de ontvanger op de brug, door de afstand tot de dominante bron te vergroten. Wanneer bijvoorbeeld de trambaan tussen voetpad en weg wordt gelegd, in plaats van een voetpad vlak naast de weg, zal de afstand tussen wegverkeer en voetgangers toenemen en zal dit voor het wegverkeer tot enkele dB reductie leiden. Het vergroenen van bepaalde stroken op de brug heeft een positief effect op het geluidsklimaat voor de gebruiker van de brug. Voor wat betreft het vergroenen van trambeddingen is er reeds wetenschappelijk onderzoek gebeurd, dat stelt dat een winst van 2-4 dB(A) kan gehaald worden met een groene trambaan ten opzichte van een bedding in beton.	LEEFBAARHEIDSEFFECTEN			
Bronnen H. Schreier, "Green Tram tracks. The advantages of implementing vegetation systems in tram tracks.", 24 juni 2010, Urban Track onderzoeksproject G. Echevarria Sanchez, T. Van Renterghem, K. Sun, B. De coensel, D. Botteldoorn, "The relative importance of visual and sound design in the rehabilitation of a bridge connectin a highly populated area and a park, 2016, Sonorus project – urban sound planning UGENT iov AG VESPA, Case studies geluid Groene Singel, 2016.					

Bovendien is onderzoek gebeurd naar de perceptie van geluid op een vergroende brug. De waargenomen geluidshinder door passanten blijkt lager te liggen wanneer er groen op een brug voorkomt dan wanneer dit niet het geval is. Momenteel loopt een doctoraatsonderzoek met als case de Turnhoutsebaanbrug over de Ring te Antwerpen. Via virtual reality werden een aantal mogelijke inrichtingen van de brug gesimuleerd, zowel visueel als naar geluidsklimaat. Uit de studie blijkt onder meer dat geluidsmaatregelen (gesloten balustrade) een invloed hebben op hoe aangenaam of onaangenaam de ruimte op de brug wordt ervaren. Bovendien toont de studie aan dat het verzorgen van het visuele ontwerp van de brug vanaf een bepaalde geluidsreductie meer effect (aangenaamheid) zal hebben dan verder doorgedreven geluidsmaatregelen. Zo werd bijvoorbeeld vastgesteld dat een groene inrichting van de zone voor voetgangers en fietsers hoger scoorde dan een versteende aanleg. Ook werd vastgesteld dat de ruimte positiever werd gewaardeerd naarmate de balustrade hoger werd en een groter geluidseffect heeft, maar dat bij de hoogste balustrade (3m) deze waardering afneemt omwille van visuele redenen (waarschijnlijk het gebrek aan zicht op de omgeving).

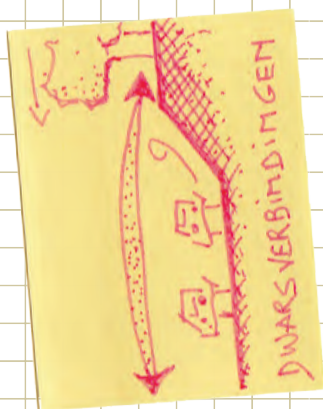
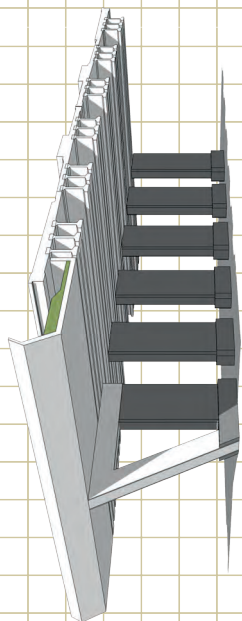
Door gesloten balustrades op bestaande bruggen aan te brengen kan het geluidsklimaat op de brug verbeteren. Een gesloten balustrade gaat uit van een volledig gesloten oppervlakte met grote oppervlaktedichtheid (goede akoestische isolatie). Dit heeft echter enkel impact op het geluid afkomstig van de Ring en niet van het verkeer op de brug. In een studie van UGent werd de impact van afscherming door balustrade bekeken voor een smalle brug (26m) en een brede brug (50m). Dit zijn de afmetingen van de smalste en breedste brug over de Ring rond Antwerpen, respectievelijk Posthofbrug en Jan Van Rijswijcklaan / Grote Steenweg. Uit deze studie kan worden geconcludeerd dat:

- een gesloten balustrade van 1,5m hoogte een reductie geeft op de bijdrage van de Ring die het sterkst is vlak bij de balustrade en afneemt naar het midden van de brug toe;
- het vlakbij de rand van de brug om een afname van 9 à 10 dB(A) gaat;
- in het midden van de brug het effect afneemt, maar er toch nog reducties van de bijdrage van de Ring van 6 à 7 dB(A) behaald worden.
- het absoluut niveau op het midden van de brug kleiner is door de afschermende werking van het brugdek zelf.

	Luchtkwaliteit Het vergroenen van trambanen (gras, sedumplanten) heeft enkel impact op het lokale fijn stof afkomstig van de sporen en tram zelf, en een verwaarloosbare impact op de omgevingslucht. Dit geldt eveneens voor het vergroenen van andere stroken van de brug, tenzij geopteerd wordt voor intensievere begroeiing. Hierbij neemt het effect wel toe tot lokaal 5% verbetering. Klimaatadaptatie Het vergroenen van stroken van een brug zorgt ervoor dat meer water wordt gecapiteerd en trager en minder water zal afstromen. Voor gras gaat het om 70% van het water, voor sedumplanten over 50%. Het verdampen van dit gecapteerde water, zal dan weer voor verkoeling zorgen. Terreininname Bij de herinrichting van bestaande bruggen wordt de bestaande ruimte beter benut ifv leefbaarheid. Beeldkwaliteit In het Beeldkwaliteitplan Groene Singel wordt een vergroening van de bruggen aangehaald als maatregel om de beeldkwaliteit en de ecologische connectiviteit te vergroten. Bovendien is onderzoek gebeurd naar de perceptie van geluid op een vergroende brug. De waargenomen geluidshinder door passanten blijkt lager te liggen wanneer er groen op een brug voorkomt dan wanneer dit niet het geval is. Daarnaast komt uit de studie ook naar voor dat wanneer balustrades / geluidsschermen op de brug te hoog worden (ondoorzichtig) de waardering van de ruimte op de brug afneemt, ook al neemt de geluidshinder afkomstig van de Ring af. Ook het herinrichten/hervervormen ifv modi kan een betere beeldkwaliteit opleveren dan vandaag, maar zonder de bonus mbt de waargenomen geluidshinder.
Bronnen VITO iov EMA, Eindrapport, Uitwerken van een aanpak om vegetatiestructuren in te zetten met het oog op de verbetering van het stedelijk leefklimaat. Literatuuroverzicht, oktober 2016. H. Schreier, C. Kappis, "Effect and function of Green Tracks", World Green Infrastructure Congress, 2013 TV MAKH, Beeldkwaliteitplan Groene Singel, 2014. G. Echevarria Sanchez, T. Van Renterghem, K. Sun, B. De coensel, D. Botteldoorn, "The relative importance of visual and sound design in the rehabilitation of a bridge connectin a highly populated area and a park, 2016, Sonorus project – urban sound planning	

	KOSTEN
Barrièrewerking Een herinrichting van een bestaande brug, in de zin van een herverdeling modi, kan betere connecties tussen binnen- en buitenstad opleveren. Belangrijk is dan evenwel dat ook de aangelegde kruispunten op een goede manier worden aangelegd om die connectiviteit te kunnen garanderen. Wanneer bovendien ook groen wordt aangelegd kan ook ecologische connectiviteit worden bekomen, voor fauna en flora. Afhankelijk van de breedte van de groenstrook en de aansluiting ervan op het bermenlandschap kan deze ook bijdragen tot een robuuster ecologisch netwerk in de stad. De nodige breedte is afhankelijk van welke fauna men gebruik wil laten maken van het groen. In de bermen langs de Ring komen vooral kleinere grondgebonden zoogdieren (vos, egel, bunzing, wezel, ...) voor, waarvoor een groenstrook met minimale breedte van 5m noodzakelijk wordt geacht om een verbindend effect te hebben. De nodige breedte is evenwel afhankelijk van de lengte van de groenstrook / brug: indien deze kort is, kan een beperktere breedte volstaan. Indien deze lang is, kan een grotere breedte noodzakelijk zijn. Het herinrichten van een brug kan bijdragen tot een aangenamer verblijfsklimaat, en naar perceptie vermindert dit de barrièrewerking van de Ring. Er dient evenwel op gelet te worden dat de balustrades of geluidsschermen niet zo worden vormgegeven, dat ze te hoog en ondoorzichtig worden. Doorgroeien naar een overkapping Afhankelijk van de mate waarin de bestaande bruggen bewaard kunnen blijven bij een eventuele herinrichting van de zuidelijke Ring. Dit wordt verder bestudeerd door de intendant. Constructie De kostprijs bij herinrichting/herverdeling ifv modi is vergelijkbaar met de normale kost voor heraanleg van openbaar domein.	
Bron "Leidraad Fauna-voorzieningen langs wegen", 2013	

	Aandachtspunten bij de vergroening van delen van de brug zijn onder meer de bescherming van de waterdichte laag van de bruggen voor wortelgroei, een beperken / vermijden van uitdroging en het vermijden van bijkomende doorboringen door het brugdek. Daarom wordt geopteerd om de vergroening te realiseren door middel van een systeem voor intensieve dakbegroeiing met natuurlijke waterbuffering. De opbouw van onder naar boven bestaat uit: waterdichting, isolerende beschermingsmat, drainage- en waterbufferingselement (noppenfolie), systeemfilter, bodemsubstraat (bij voorkeur minimaal 20cm) en een vegetatielaag. Bij een dikte van bodemsubstraat van minder dan 20cm (10cm is een absoluut minimum) is een bewateringssysteem aangewezen. Er wordt geadviseerd te werken met een leidingennetwerk. Bij meer dan 30cm bodemsubstraat is bewatering niet meer efficiënt. De kostprijs is erg afhankelijk van de dikte van het substraat, de beplanting en vooral de waterdichting en eventuele betonherstellingen die gedaan moeten worden bij verwijderen van verharding en vervanging door groen. De waterdichting van de bestaande bruggen is vaak niet in goede staat, waardoor er betonherstellingen noodzakelijk zijn en vervanging van de waterdichte laag. De kostprijs van de betonherstellingen weegt erg door, maar is sterk afhankelijk van brug tot brug. Daarom wordt deze hier buiten beschouwing gelaten. Bovendien is deze kost ook noodzakelijk bij bv. heraanleg wegdek, voetpad, ... met andere woorden verharde delen. Raming groene berm (bodemsubstraat, beschermingsmat, noppenfolie, filtervlies): 66 euro/m² voor een dikte van 30cm bodemsubstraat, 90 euro/m² voor een dikte van 50cm bodemsubstraat. Meerprijs voor bewateringssysteem: 67 euro/m². Een automatische sturing wordt geraamd op 3.500 euro per module, die tot 1.000m² kan bedienen. Beheer Normaal onderhoud van groen en wegenis, met uitzondering van het bewateringssysteem dat eventueel moet worden voorzien. Dit kan automatisch of manueel worden gestuurd.
Bron Tractebel Engineering NV i.o.v AG VESPA "Opwaardering dwarsverbindingen R1", 2016	



b	Verbreiding bruggen				
	Met het verbreden van een brug wordt gedeeld op een constructie naast de brug (al dan niet met een eigen fundering) met als doel: - Bijkomende ruimte creëren wanneer er onvoldoende ruimte is op de bestaande bruggen om alle modi op een kwalitatieve en veilige manier in te passen. - En/of voldoende ruimte creëren om naast de verschillende modi ook een groene verbinding te creëren in de vorm van een ecopassage (2-5m breed) of ecogoot (50 à 70cm breed) LEEFBAARHEIDSEFFECTEN Geluidsreducerend effect Door gesloten balustrades op bestaande bruggen aan te brengen kan het geluidsklimaat op de brug verbeteren. Een gesloten balustrade gaat uit van een volledig gesloten oppervlakte met grote oppervlaktedichtheid (goede akoestische isolatie). Dit heeft echter enkel impact op het geluid afkomstig van de Ring en niet van het verkeer op de brug. In een studie van UGent werd de impact van afscherming door balustrade bekeken voor een smalle brug (26m) en een brede brug (50m). Dit zijn de afmetingen van de smalste en breedste brug over de Ring rond Antwerpen, respectievelijk Posthofbrug en Jan Van Rijswijcklaan / Grote Steenweg. Uit deze studie kan worden geconcludeerd dat: - Een gesloten balustrade van 1,5m hoogte een reductie geeft op de bijdrage van de Ring die het sterkst is vlak bij de balustrade en afneemt naar het midden van de brug toe; - Het vlakbij de rand van de brug om een afname van 9 à 10 dB(A) gaat;				
Bron Ugent bv AG VESPA, Case studies geluid Groene Singel, 2016.					

	- In het midden van de brug het effect afneemt, maar er toch nog reducties van de bijdrage van de Ring van 6 à 7 dB(A) behaald worden. Het absoluut niveau op het midden van de brug is natuurlijk kleiner door de afschermen de werking van het brugdek zelf. - Wanneer de zwakke weggebruiker zich door de verbreding verder van de rand bevindt, en deze rand correct wordt vormgegeven (gesloten, eventueel met groene invulling), levert dit een beter geluidsklimaat op voor deze gebruiker. Bovendien is onderzoek gebeurd naar de perceptie van geluid op een vergroende brug. De waargenomen geluidshinder door passanten blijkt lager te liggen wanneer er groen op een brug voorkomt dan wanneer dit niet het geval is. Momenteel loopt een doctoraatsonderzoek met als case de Turnhoutsebaanbrug over de Ring te Antwerpen. Via virtual reality werden een aantal mogelijke inrichtingen van de brug gesimuleerd, zowel visueel als naar geluidsklimaat. Uit de studie blijkt onder meer dat geluidsmaatregelen (gesloten balustrade) een invloed hebben op hoe aangenaam of onaangenaam de ruimte op de brug wordt ervaren. Bovendien toont de studie aan dat het verzorgen van het visuele ontwerp van de brug vanaf een bepaalde geluidsreductie meer effect (aangenaamheid) zal hebben dan verder doorgedreven geluidsmaatregelen. Zo werd bijvoorbeeld vastgesteld dat een groene inrichting van de zone voor voetgangers en fietsers hoger scoorde dan een versteende aanleg. Ook werd vastgesteld dat de ruimte positiever werd gewaardeerd naarmate de balustrade hoger werd en een groter geluidseffect heeft, maar dat bij de hoogste balustrade (3m) deze waardering afneemt omwille van visuele redenen (waarschijnlijk het gebrek aan zicht op de omgeving).
	Bronnen VITO iov EMA, Eindrapport. Uitwerken van een aanpak om vegetatiestructuren in te zetten met het oog op de verbetering van het stedelijk leefklimaat. Literatuuroverzicht. Oktober 2016. G.Echevarria Sanchez, T. Van Renterghem, K. Sun, B. De Coensel, D. Botteldooren, "The relative importance of visual and sound design in the rehabilitation of a bridge connecting a highly populated area and a park", 2016, Sonorus project - urban sound planning.

	RUIMTELIJKE ASPECTEN Luchtkwaliteit Het voorzien van een ecopassage met intensieve begroeiing kan lokaal tot 5% vermindering van de wegbijdrage opleveren. Het vergroenen van trambanen (gras, sedumplanten) heeft enkel impact op het lokale fijn stof afkomstig van de sporen en tram zelf, en een verwaarloosbare impact op de omgevingslucht. Dit geldt eveneens voor het vergroenen van andere stroken van de brug, tenzij geopteerd wordt voor intensievere begroeiing. Hierbij neemt het effect wel toe tot 5%. Klimaatadaptatie – hittestress Het vergroenen van stroken van een brug zorgt ervoor dat meer water wordt gecapteerd en trager en minder water zal afstromen. Voor gras gaat het om 70% van het water, voor sedumplanten over 50%. Het verdampen van dit gecapteerde water zal dan weer voor verkoeling zorgen. Terreininname Extra ruimte boven de snelweg wordt gecreëerd. Op de landhoofden wordt ruimte ingenomen. Beeldkwaliteit In het Beeldkwaliteit plan Groene Singel wordt een vergroening van de bruggen aangehaald als maatregel om de beeldkwaliteit en de ecologische connectiviteit te vergroten. Bovendien is onderzoek gebeurd naar de perceptie van geluid op een vergroende brug. De waargenomen geluidshinder door passanten blijkt lager te liggen wanneer er groen op een brug voorkomt dan wanneer dit niet het geval is. Ook het verbreden van de brug ivm modi kan een betere beeldkwaliteit opleveren dan vandaag, maar zonder de bonus mbt de waargenomen geluidshinder. Barrièrewerking Het verbreden van een bestaande brug kan ervoor zorgen dat er voldoende plaats is voor alle modi en voor groen. Meer plaats voor de verschillende modi zal leiden tot een betere connectiviteit tussen binnen- en buitenstad. Ook de aansluitende kruispunten moeten evenwel een goede aansluiting op de brug hebben voor meer connectiviteit.
---	--

	Het vergroenen van een brug door het aanbrengen van een naastgelegen ecopassage draagt bij tot een aangenamer verblijfsklimaat en maakt naar perceptie de barrière van de Ring kleiner. De ecopassages kunnen een belangrijke bijdrage leveren tot een robuuster ecologisch netwerk, zeker wanneer zij gebieden met een hoge natuurwaarde met de rest van het bermenlandschap kunnen verbinden. Afhankelijk van de breedte van de groenstrook en de aansluiting ervan op het bermenlandschap kan deze ook bijdragen tot een robuuster ecologisch netwerk in de stad. De nodige breedte is afhankelijk van welke fauna men wil laten gebruik maken van het groen. In de bermen langs de Ring komen vooral kleinere grondgebonden zoogdieren (vos, egel, bunzing, wezel, ...) voor, waarvoor een groenstrook met minimale breedte van 5m noodzakelijk wordt geacht om een verbindend effect te hebben. De nodige breedte is evenwel afhankelijk van de lengte van de groenstrook / brug: indien deze kort is, kan een beperktere breedte volstaan. Indien deze lang is, kan een grotere breedte noodzakelijk zijn. Doorgroeien naar een overkapping Afhankelijk van de mate waarin de bestaande bruggen kunnen bewaard blijven bij een eventuele herinrichting van de zuidelijke Ring. Dit wordt verder bestudeerd door de intendant.
	Bron Tractebel Engineering NV i.o.v AG VESPA "Opwaardering dwarsverbindingen R1", 2016

	KOSTEN Constructie De kostprijs is erg afhankelijk van het ontwerp van de verbreding en de structuur van de bestaande brug. Om een inzicht te krijgen in de kostprijs wordt verwezen naar de concrete case uit de studie “Opwaardering dwarsverbindingen R1” waar een ecopassage langs de Turnhoutsebaanbrug wordt voorgesteld. In de studie worden drie mogelijkheden onderzocht (allen met een lengte van 113m, opgedeeld in 5 overspanningen tussen de landhoofden): - Een relatief smalle ecogoot van 50 à 70cm. Deze kan niet opgehangen worden aan de uitkraging van de bestaande brugplaat, maar moet worden vormgegeven als een zelfdragende constructie van fundering tot fundering. De ecogoot steunt op bijkomende kolommen, die mee steunen op de fundering van de bestaande brugpijlers. Dit wordt geraamd op 290.000 euro, de ecogoot kost daarbij 1.700 euro/m², de onderbouw komt op 61.000 euro; - Een ecopassage van 2,20 meter breed, eveneens steunend op de bestaande funderingen. Dit wordt geraamd op 458.760 euro, het brugdek van de ecopassage kost daarbij 1.600 euro/m, de onderbouw komt op 61.000 euro; - Een ecobrug van 5 meter breed, die steunt op nieuwe funderingspalen, naast de bestaande. Dergelijke breedte kan niet meer steunen op de bestaande fundering van de brug. Dit wordt geraamd op 1.666.000 euro, het brugdek van de ecobrug kost daarbij 2.700 euro/m en de onderbouw 140.500 euro. Beheer Ecopassage – ecogoot: sporadisch groenonderhoud, verwijderen van houtachtige gewassen Voetgangers- en/of fietsbrug: regulier onderhoud
Bron Tractebel Engineering NV i.o.v AG VESPA “Opwaardering dwarsverbindingen R1”, 2016	

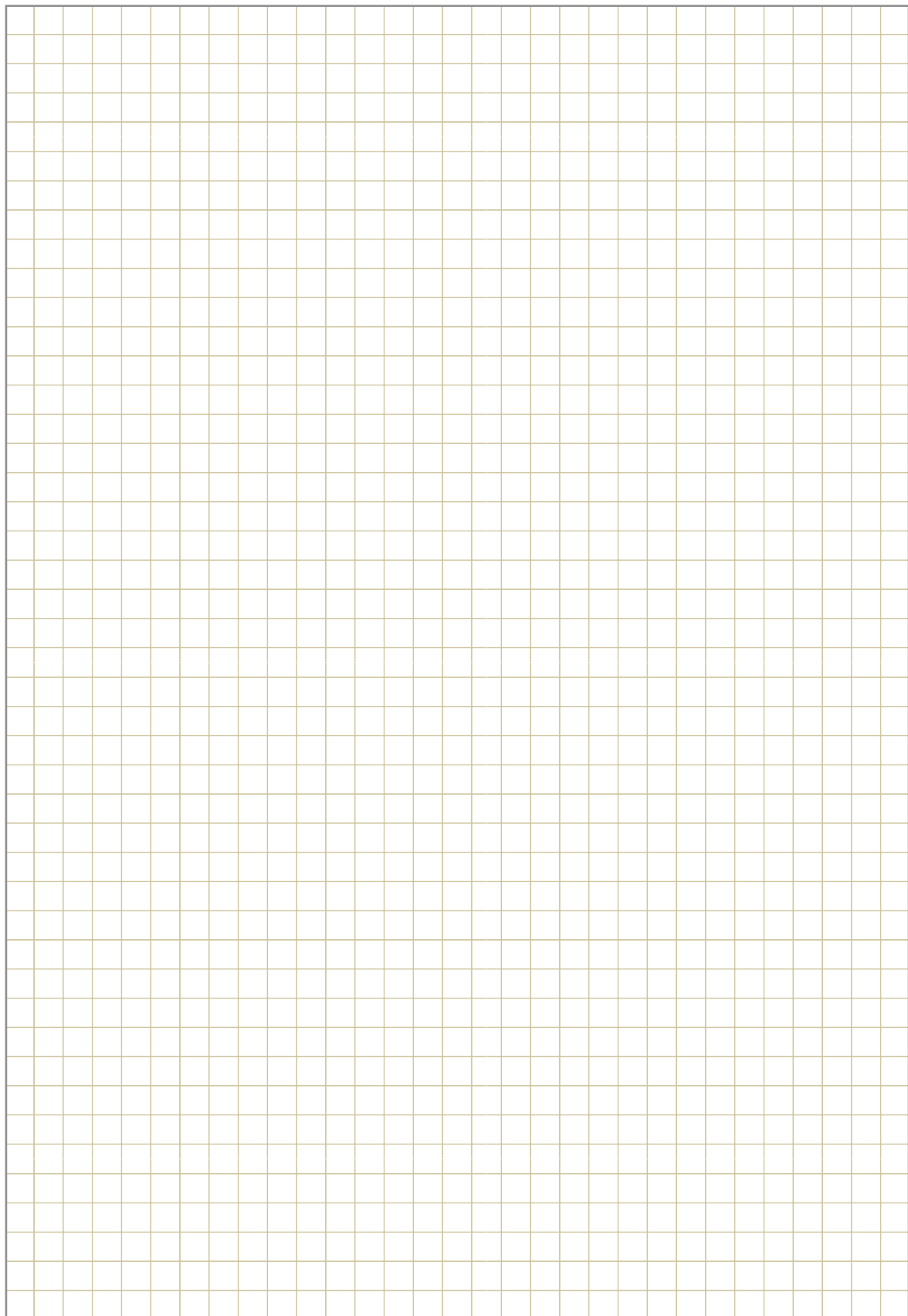


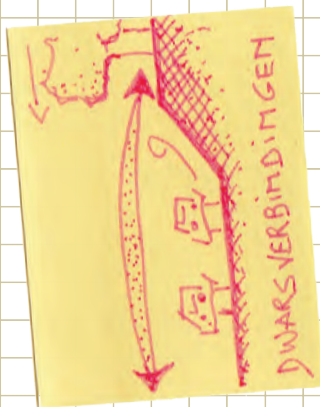
c	Nieuwe bruggen				
	Een nieuwe brug wordt hier vanuit leefbaarheid beschouwd als een brug voor natuur of zwakke weggebruiker. Mogelijkheden zijn: - Een ecodeut die een groene verbinding maakt over de Ring - Een fiets- en voetgangersbrug - Een combinatie van beide (stadsduet) Geluidsreducerend effect Door gesloten balustrades op bestaande bruggen aan te brengen kan het geluidsklimaat op de brug verbeteren. Een gesloten balustrade gaat uit van een volledig gesloten oppervlakte met grote oppervlactedichtheid (goede akoestische isolatie). Dit heeft echter enkel impact op het geluid afkomstig van de Ring en niet van het verkeer op de brug. In een studie van UGent werd de impact van afscherming door balustrade bekeken voor een smalle brug (26m) en een brede brug (50m). Dit zijn de afmetingen van de smalste en breedste brug over de Ring rond Antwerpen, respectievelijk Posthofbrug en Jan Van Rijswijcklaan / Grote Steenweg. Uit deze studie kan worden geconcludeerd dat: - Een gesloten balustrade van 1,5m hoogte een reductie geeft op de bijdrage van de Ring die het sterkst is vlak bij de balustrade en afneemt naar het midden van de brug toe; - Het vlakbij de rand van de brug om een afname van 9 à 10 dB(A) gaat; - In het midden van de brug het effect afneemt, maar er toch nog reducties van de bijdrage van de Ring van 6 à 7 dB(A) behaald worden. Het absoluut niveau op het midden van de brug is natuurlijk kleiner door de afschermen de werking van het brugdek zelf.				
Bronnen UGent iov AG VESPA, Case Studies geluid Groene Singel, 2016. D. Batteldoren, L. ragonetti, "Overkappingsonderzoek. Deelrapport: Impact korte en gedeeltelijke overkappingen op geluid.", 2012					

	Uit een studie van UGent over de impact van korte en gedeeltelijke overkapping blijkt dat bij erg brede bruggen (100m) nog een hogere reductie van geluid afkomstig van de Ring mogelijk is: - Een gesloten balustrade van 1,5m hoogte geeft een reductie op de bijdrage van de Ring van -14dB(A) aan de rand van de overkapping en tot -26dB(A) op 28m afstand van de overkappingsrand; - Vanaf 30m ten opzicht van de rand stagneert de geluidsreductie. Vanaf dat de overkapping breder is dan 60m wordt een optimale reductie verkregen centraal op de overkapping; - Door het aanbrengen van 'blinds' aan de buitenzijde van de brug, of een hellende balustrade (hellend naar de Ring toe) kan nog een bijkomende reductie van 2 à 4 dB(A) bekomen worden. Fiets- en voetgangersbruggen (relatief erg smalle bruggen) kunnen afgeschermd worden met geluidsschermen (doorzichtig) om een aangename geluidsklimaat te bekomen op de brug. Lage balustrades, waar de fietser bovenuit komt, hebben hier geen effect. Luchtkwaliteit Het voorzien van een eoduct met intensieve begroeiing kan lokaal tot 5% vermindering van de wegbijdrage opleveren, vergelijkbaar met groendaken. Een fiets- en voetgangersbrug heeft geen impact.
	Bronnen VITO iov EIMA. Eindrapport. Uitwerken van een aanpak om vegetatiestructuren in te zetten met het oog op de verbetering van het stedelijk leefklimaat. Literatuuroverzicht. Oktober 2016

	Klimaatadaptatie – hittestress Het vergroenen van (delen van) een brug zorgt ervoor dat meer water wordt gecapiteerd en trager en minder water zal afstromen. Voor gras gaat het om 70% van het water, voor sedumplanten over 50%. Het verdampen van dit gecapiteerde water zal dan weer voor verkoeling zorgen. Terreininname Creëert enerzijds extra ruimte boven bestaande ruimte, maar neemt ook ruimte van het bermenlandschap in aan de aanlandingen. Beeldkwaliteit Conform het Beeldkwaliteitplan Groene Singel Barrièrewerking Een ecoduct / stadsduet kan een belangrijke bijdrage leveren tot een robuuster ecologisch netwerk, zeker wanneer zij gebieden met een hoge natuurwaarde met de rest van het bermenlandschap kunnen verbinden. De nodige breedte is afhankelijk van welke fauna men wil laten gebruik maken van het groen. In de bermen langs de Ring komen vooral kleinere grondgebonden zoogdieren (vos, egel, bunzing, wezel, ...) voor, waarvoor een groenstrook met minimale breedte van 5m noodzakelijk wordt geacht om een verbindend effect te hebben. De nodige breedte is evenwel afhankelijk van de lengte van de groenstrook / brug: indien deze kort is, kan een beperktere breedte volstaan. Indien deze lang is, kan een grotere breedte noodzakelijk zijn. In het geval van een ecoduct wordt aangenomen dat een breedte van minimaal 40 tot 50 meter noodzakelijk is om functioneel te zijn. Dan kan het systeem zich ontwikkelen en kunnen de dieren gevoelsmatig veilig oversteken. Ook grotere grondgebonden zoogdieren (ree, zwijn, ...) kunnen deze verbinding dan gebruiken, moesten deze
Bronnen TV MAKH, Beeldkwaliteitplan Groene Singel, 2014. "Leidraad Fauna-voorzieningen langs wegen", 2013	

	KOSTEN
soorten op termijn in de Ringruimte voorkomen. Dit wil niet zeggen dat een ecoduct van 30 meter breed niet gebruikt wordt door doelsoorten, maar de doelstelling zal in dat geval minder uitgebreid zijn (inrichting op het ecoduct kan dan bijvoorbeeld niet zeer gevarieerd zijn door gebrek aan ruimte). Ook nog smallere ecoducten kunnen aan bepaalde doelstellingen voldoen, maar er zijn ondergrenzen: voor edelherten is een ecoduct met een breedte van 15 meter echt te smal, maar voor reeën kan het (onder bepaalde voorwaarden; zie onder) volstaan. Ook bepaalt de lengte van het ecoduct de beperkende werking van de breedte. Dus: hoe langer het ecoduct, hoe groter de vereiste breedte voor de doelsoorten. Indien wordt gekozen om de nieuwe brug ook toegankelijk te maken voor mensen (fietspad / voetpad) dient nog een grotere breedte te worden voorzien. In het onderzoek voor het Park Brialmont wordt een stadsduct van 90m voorgesteld om beide functies te combineren. Extra fiets- en voetgangersverbindingen verminderen de omrijfactor en dragen bij tot de verfijning van het netwerk tussen binnen- en buitenstad. Doorgroeien naar een overkapping Nieuwe bruggen kunnen verder doorgroeien naar een overkapping. wanneer ze bij aanvang gebouwd worden op de "veerkrachtige snede" voor de overkapping die door de intendant wordt gedefinieerd. Constructie Eenhedsprijs per m² dek van het ecoduct (dek, liggers, fundering, aan loophellingen, landhoofden en gronddekking): 1200 euro. Let wel: een hoogwaardige afwerking / vormgeving aan de buitenkant en ondersteuning wordt steeds vaker de norm dus de "gewone" beton wordt steeds duurder. Afwerking per m² is 500 euro gemiddeld (begroeiing, takkenrils, wildrasters, afwatering etc.) Beheer Normaal onderhoud van groen en wegenis, met uitzondering van het bewateringssysteem dat eventueel moet worden voorzien. Dit kan automatisch of manueel worden gestuurd.	





d	Langsverbindingen				
	Er is niet alleen nood aan connectiviteit tussen binnen- en buitenstad maar ook in de langsricting van de Ring- en Singelruimte stelt zich deze noodzaak. Een langsverbinding kan de vorm aannemen van: - Een ongelijkgrondse kruising voor zwakke weggebruikers onder of over de radialen die de Ring / Singel kruisen; - Een ecopassage om de bermen in langsricting met elkaar te verbinden; - Een combinatie van beiden. LEEFBAARHEIDSEFFECTEN Geluidsreducerend effect Wanneer een ongelijkgrondse kruising wordt voorzien, betekent dit vaak dat het fietsen/of voetpad tot dicht bij de Ring wordt gebracht om onder de bestaande brugconstructie te kunnen doorgaan. Ter hoogte van de radiaal is de ruimte dan beperkt en enkel geluidsschermen kunnen dan het geluidsklimaat verbeteren. Uit een simulatie van het toekomstige Ringfietspad naast de Stenenbrug blijkt een geluidsreductie van ca. 14 dB(A) (scherm 2m) tot 20 dB(A) (scherm 4m) uitgaande van een rijsnelheid van 100km/u op de Ring en 25% vrachtverkeer. Uit de berekening volgt eveneens dat ook reducties kunnen bekomen worden aan de gevels van de aanpalende gebouwen. In het geval van de Stenenbrug gaat het om een reductie op de gevel van 2 dB(A) (scherm 2m) tot 7 dB(A) (scherm 4m). In dit geval staat de bebouwing redelijk dicht bij de Ring. Hoe groter de afstand van de bebouwing tot de Ring, hoe beperkter de reductie ten gevolge van een geluidsscherm thv het Ringfietspad. De combinatie met een akoestische middenberm zou nog betere resultaten kunnen opleveren.				
Bron UGent i.o.v. AG VESPA, Case studies geluid Groene Singel, 2016.					

	Luchtkwaliteit Bij ongelijkvloerse kruisingen voor langzaam verkeer wordt de ontvanger dichtter bij de bron gebracht. Dit is op zich nadelig ifv de luchtkwaliteit. Immers, wanneer de afstand tussen de bron en de ontvanger toeneemt, daalt de wegbijdrage in de luchtkwaliteit. Zo rest er nog tot 50% na 50m, 25% na 120m en 12.5% na 250m. Terreininname Bestaande ruimte wordt enerzijds nuttiger gebruikt, anderzijds nemen extra hellingen bestaande bermen / groen in. Beeldkwaliteit Voor de ecopassage kan gewerkt worden met takkenrillen en een faunagoot, vergelijkbaar met hoe deze aan de onderdoorgang van het Singelfietspad onder de afrit E313 zal worden voorzien. De landhoofden kunnen bvb uitgevoerd worden in schanskorven. Deze zijn gunstig ifv ecologische passage en onaantrekkelijk ifv graffiti. Op die manier kan het maken van een ecologische onderdoorgang ook de beeldkwaliteit en beheer van de onderdoorgangen beïnvloeden. Barrièrewerking Ongelijkgrondse kruisingen van het Ring- en Singelfietspad maken dat er vlotter kan doorgereden worden en dat het fietsen aantrekkelijker wordt. Hoe breder de te kruisen radiaal / brug, hoe langer de wachttijden bij een gelijkgrondse kruising, en hoe meer voordeel een ongelijkgrondse kruising dus kan opleveren. Ook voor fauna kan een langsvverbinding barrières opheffen in de vorm van een ecopassage. Er wordt voornamelijk gefocust op de passage van fauna, gezien de breedte van vele bruggen, die verhindert dat er vegetatie onder kan groeien. Verspreiding van flora zal dan moeten gebeuren door dieren en de wind.
	Bron TV Makh, 'Ecopassage E313, studie onderdoorgang in functie bouwvraag', 2016

	 KOSTEN De ecopassage dient voorzien te worden voor de ambassadeursoorten van het betreffende landschap: - Bosschagelandschap: voornamelijk egel, bunzing en wezel. Indien er waterplassen in de nabijheid zijn, kan het ook om de bruine kikker en pad gaan; - Rivierduinenlandschap: bunzing, wezel, konijn - Havenlandschap: enkel vogels die geen gebruik maken van dergelijke ecopassage. Takkenrillen kunnen voorzien worden onder de brug om de dieren te begeleiden en te lokken. Deze moeten daarom onder de brug uitkomen. Daarnaast wordt boven aan de helling van het landhoofd best een faunagoot geplaatst met een zandige bodem, om passage langs de bovenzijde mogelijk te maken. Doorgroeien naar een overkapping Dat is afhankelijk van de mate waarin de bestaande bruggen kunnen bewaard blijven bij een eventuele herinrichting van de zuidelijke Ring. Dit wordt verder bestudeerd door de intendant. Constructie Ongelijkgrondse kruisingen voor fietsers / voetgangers kunnen door middel van een brug over de radiaal of op- en afrit. Aandachtspunt hierbij is de ruimte die nodig is om de aanloophellingen (max. 4% helling) in te passen. De kostprijs is dan erg afhankelijk van het ontwerp van de brug. Ter illustratie kan meegegeven worden dat de fietsbrug over de Schijnpootweg / op- en afrit Schijnpoot ca. 8 mio euro kost. Een ongelijkgrondse kruising kan ook onder de radialen door worden aangelegd, in de zate van de Ring in de zijoverspanningen van de bruggen, zoals dat vandaag al reeds op enkele plekken gebeurt en gepland wordt. Een voorbeeld is de onderdoorgang van het Singelfietspad onder de E313.
Bronnen TV Makh, 'Ecopassage E313, studie onderdoorgang in functie bouwvraag', 2016 Tractebel engineering NV, 'Haalbaarheidsstudie ringfietsinfra: tracéonderzoek verbetering Ringfietspad', 2016	

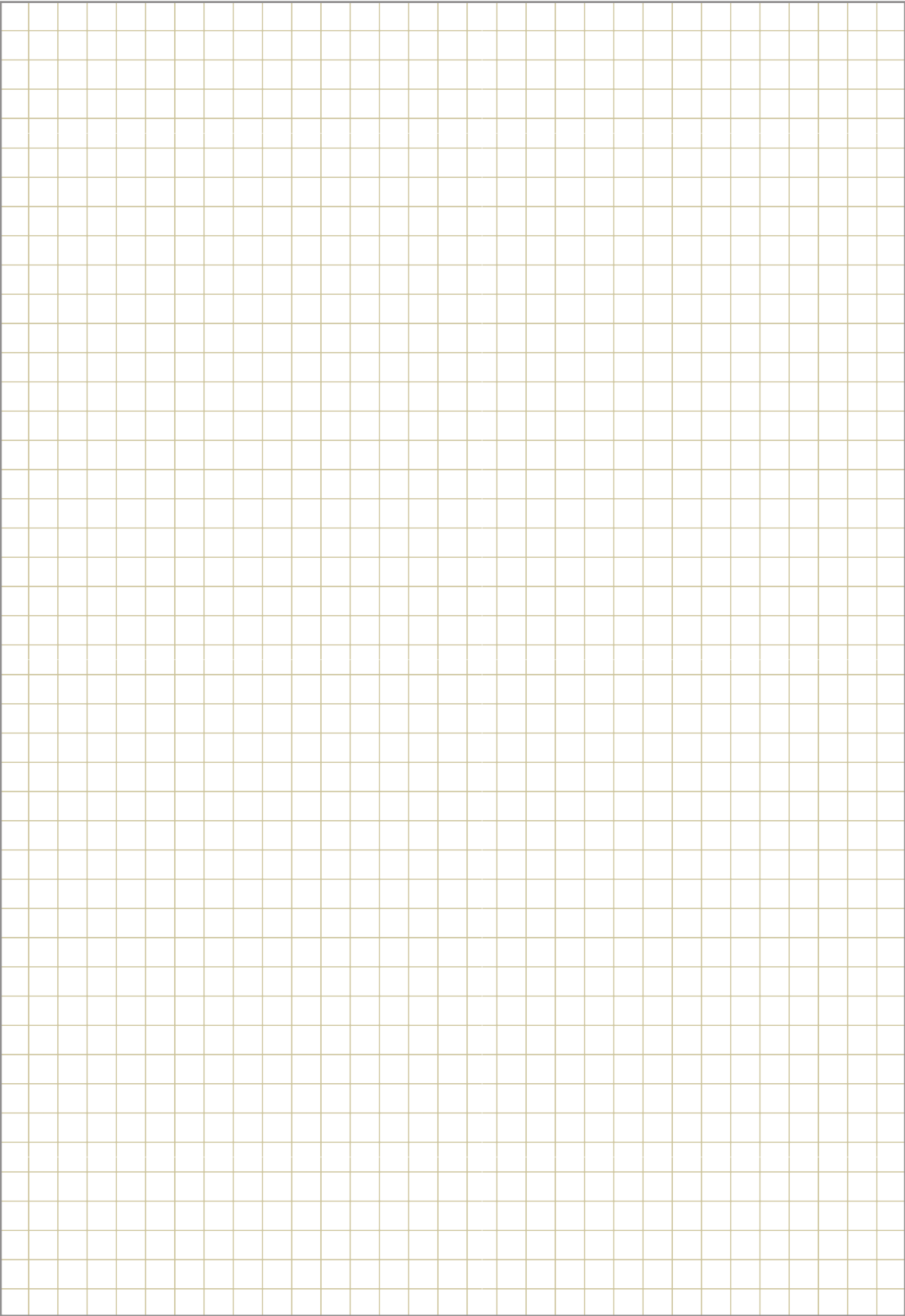
Om deze onderdoorgang ook een ecologische functie te geven is het noodzakelijk:

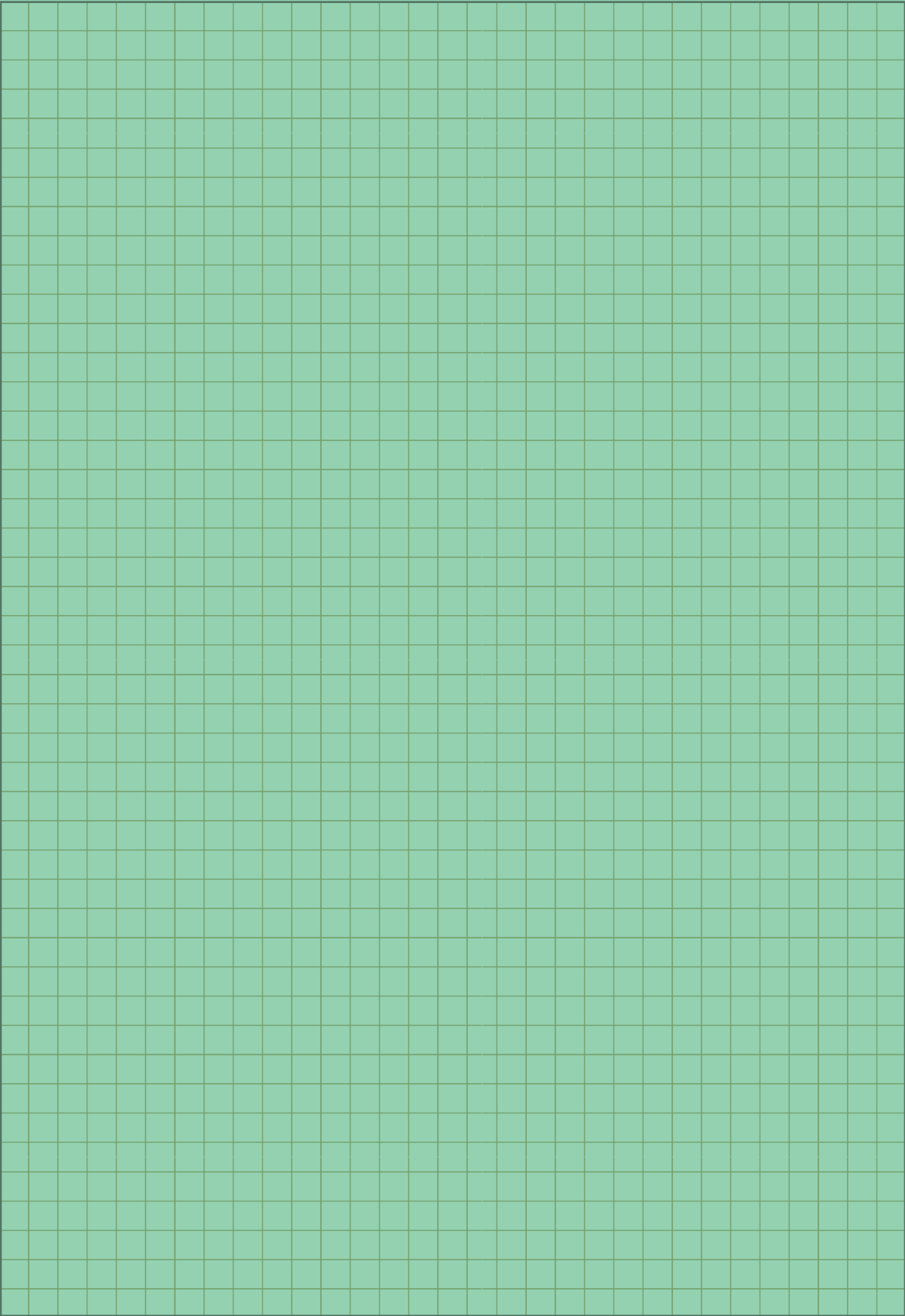
- Schanskorven op het talud van het landhoofd (€ 550/m, uitgaande van afmetingen hoogte = 2,37m, helling 2/4);
- Takkenrillen (€ 50/m, uitgaande van afmetingen $b \times h = 1 \times 0,8\text{m}$);
- Een faunagoot (€ 250/m, uitgaande van afmetingen $b \times h = 1 \times 0,5\text{m}$) aan te brengen.

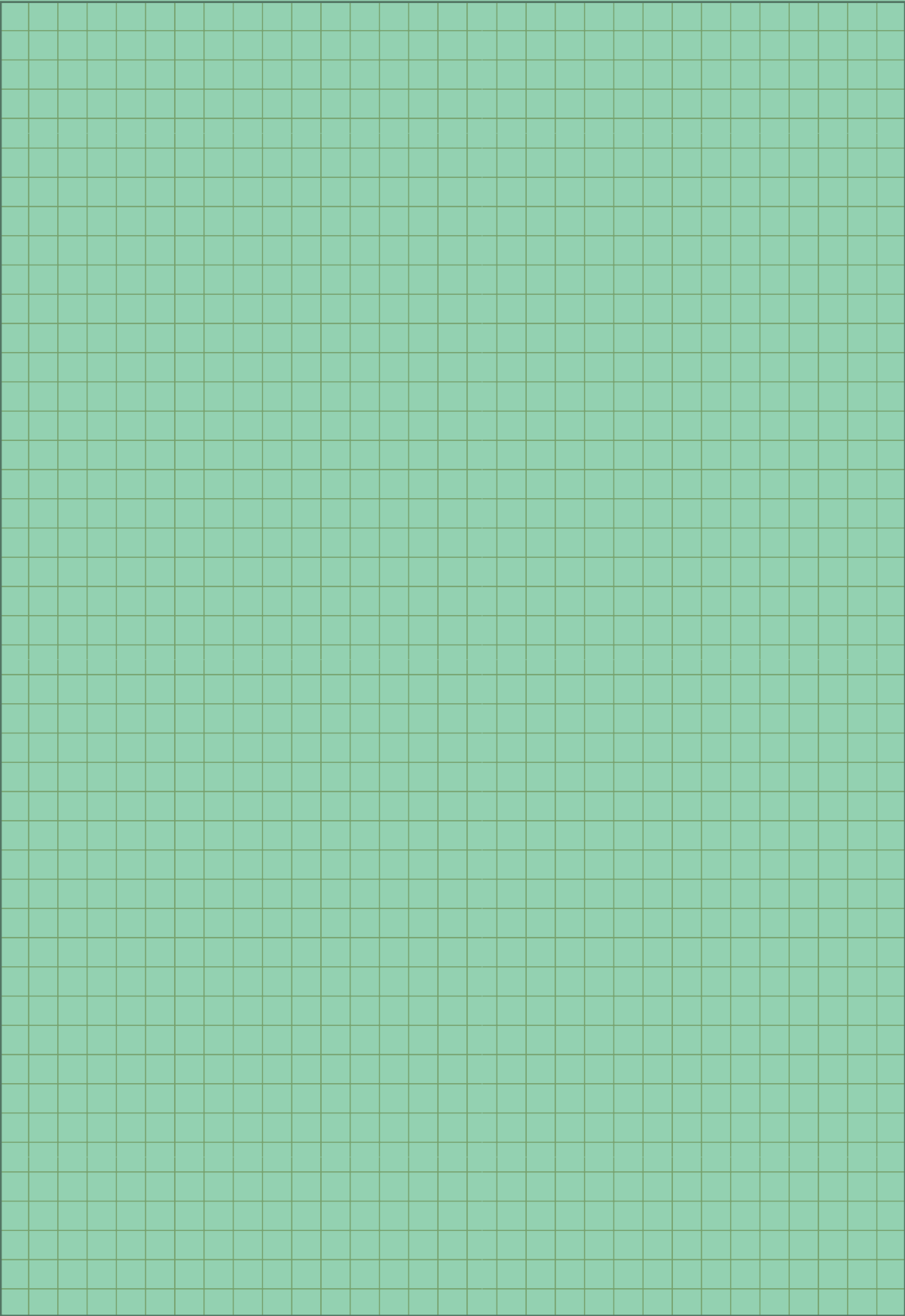
Andere voorbeelden en ramingen van ongelijkgrondse kruisingen van het Ringfietspad met de radialen zijn terug te vinden in de studie "Haalbaarheidsstudie Ringfietspad, tracéonderzoek verbetering Ringfietspad". De ramingen variëren erg van brug tot brug: bijvoorbeeld Stenenbrug (€ 550.000) versus knoop E19 (€ 4.850.000).

Beheer

Voornamelijk regulier onderhoud van fiets- en voetpaden en groenonderhoud.







Deel 3

—

Cases

DE IMPACT VAN DE MAATREGELEN IS
STERK AFHANKELIJK VAN SPECIFIEKE
OMSTANDIGHEDEN DIE VERSCHILLEN
NAARGELANG DE LOCATIE.



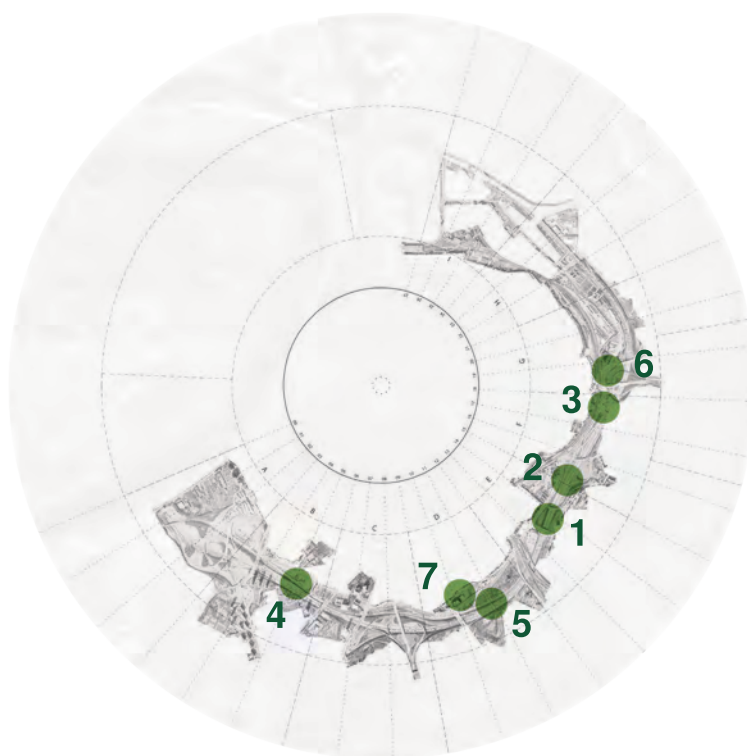
In de catalogus wordt vanuit literatuuronderzoek informatie bij elkaar gebracht over de impact van allerlei leefbaarheidsmaatregelen.

De impact van maatregelen is echter ook sterk afhankelijk van specifieke omstandigheden die verschillen naargelang de locatie (ligging bron, ontvanger, ...). Daarom is het van groot belang dat tijdens het ontwerpen een iteratief proces wordt opgezet, waarbij ontwerpend onderzoek en doorrekeningen op leefbaarheidsaspecten parallel worden uitgevoerd.

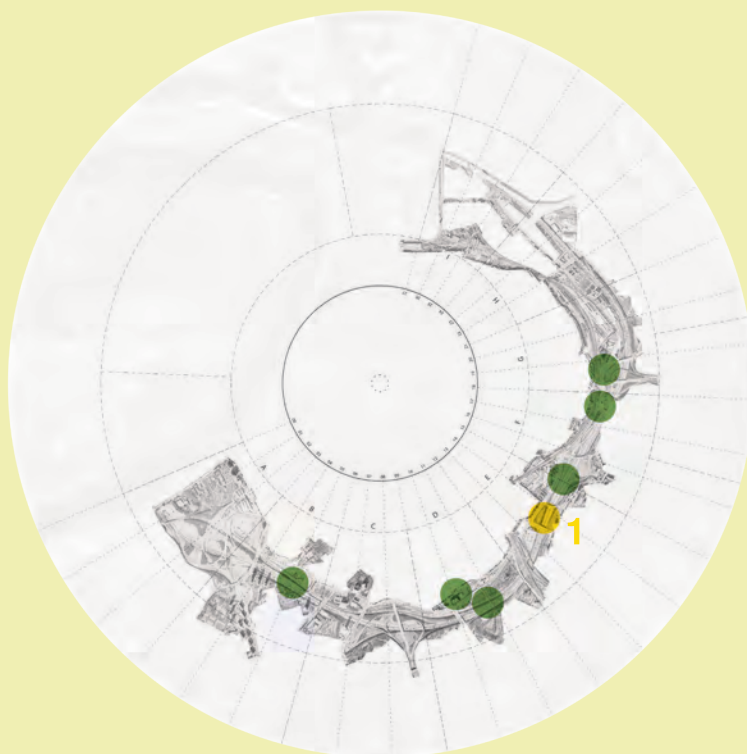
In dit deel wordt voor een aantal cases een dergelijke doorrekening doorgevoerd om te illustreren wat bepaalde (combinaties van) maatregelen in Antwerpen kunnen betekenen en op welke manier doorrekeningen het ontwerpproces mee vorm kunnen geven.

Onderstaande cases en maatregelen worden in dit deel van de catalogus besproken:

- 1 — Zurenborg-Rode Kruislaan**
- 2 — Nieuw Zurenborg**
- 3 — Ringfietspad Stenenbrug**
- 4 — Mastvest**
- 5 — Park Brialmont**
- 6 — Turnhoutsepoort**
- 7 — School de kRing**

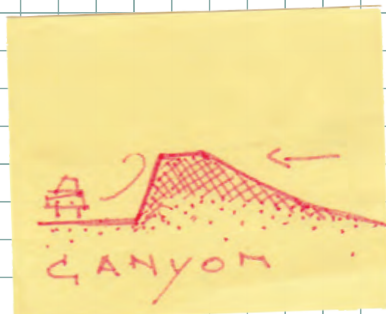


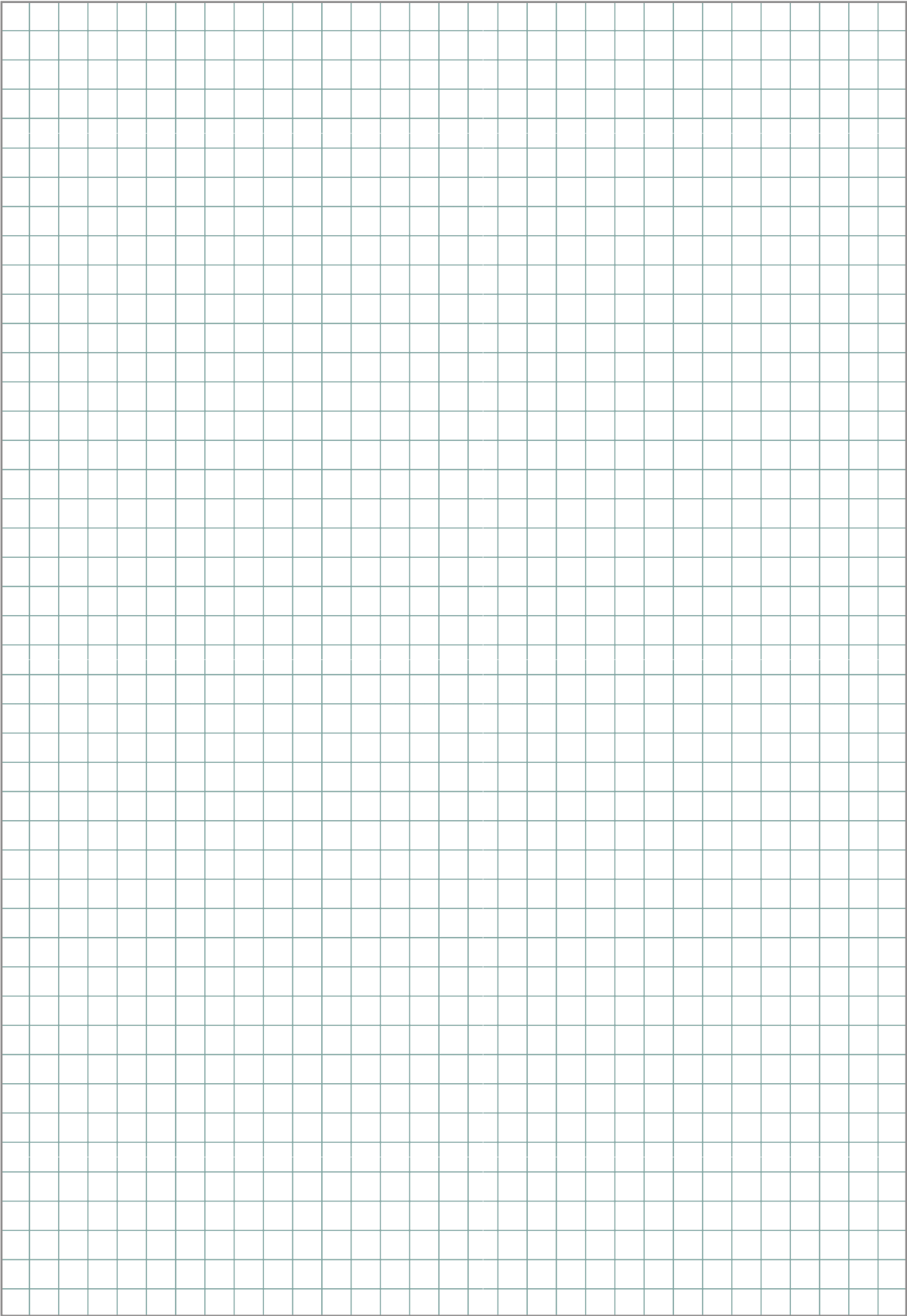
1 — Zurenborg-Rode Kruislaan



Bron

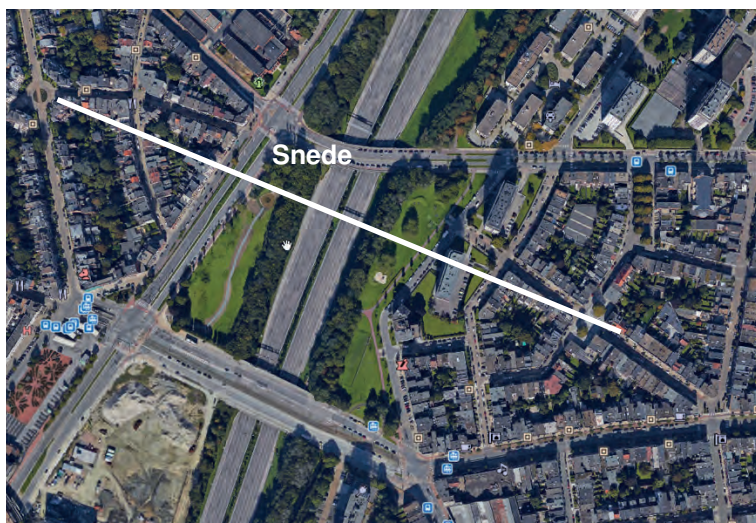
UGent iov AG VESPA, Case studies geluid Groene Singel, 2016.





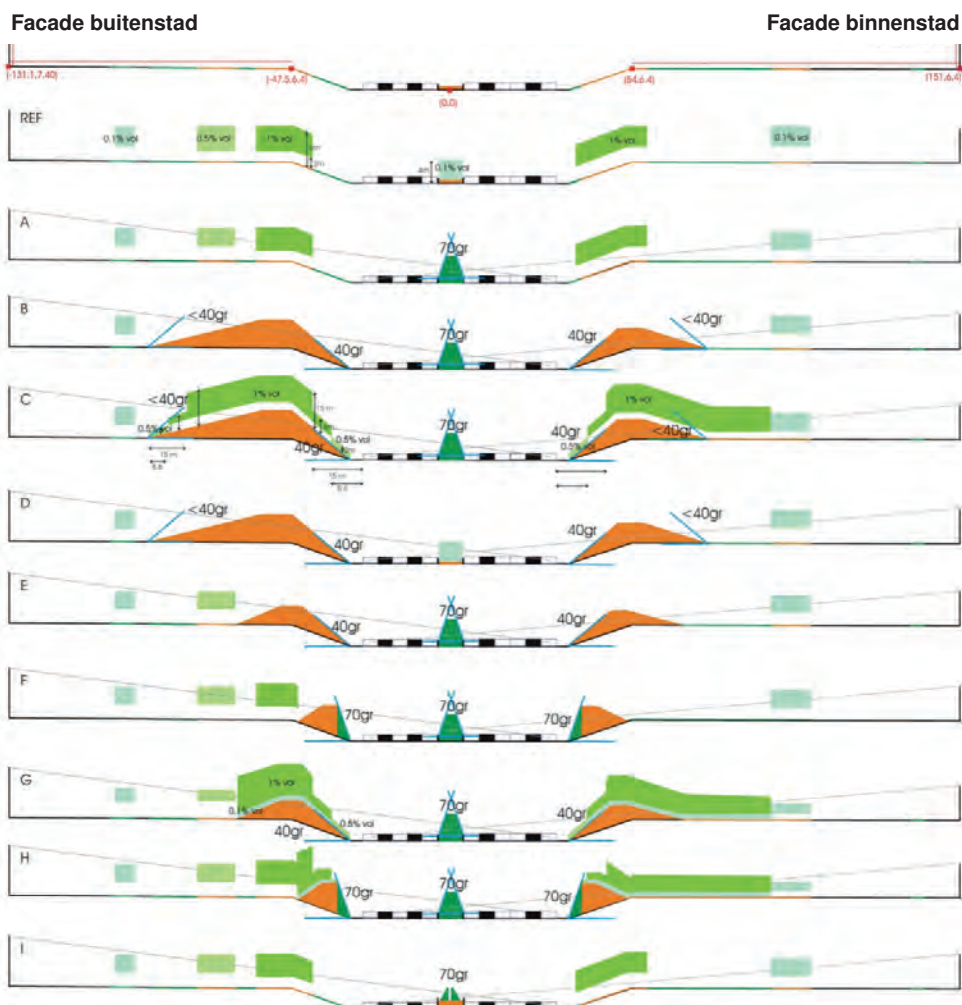
Context

In het kader van de catalogus is op de snede Zurenborg-Rode Kruislaan de impact van verschillende berm- en vegetatievormen onderzocht op het vlak van geluid. Het betreft een relatief eenvoudige snede van de Ringzone (zonder aansluitingscomplexen en spoor) die in zekere zin als basissnede voor de Ring kan dienen.



Onderzoek

In het onderzoek werden verschillende hellingsgraden (40-70°) en hoogtes van grondlichamen (4-8m boven maaiveld stad) onderzocht voor de zijbermen en verschillende hoogtes voor de afscherming in de middenberm (3-7m boven maaiveld Ring). Ook de impact van het toevoegen van vegetatie werd bestudeerd. Het effect is bekeken op volgende ontvangers: de bewoners van de eerstelijnsbebouwing zowel aan de binnenstad-, als de buitenstadszijde en dit op verschillende hoogten, maar ook de gebruikers van de open ruimte in de Ringzone (fietspaden, groengebieden, ...).



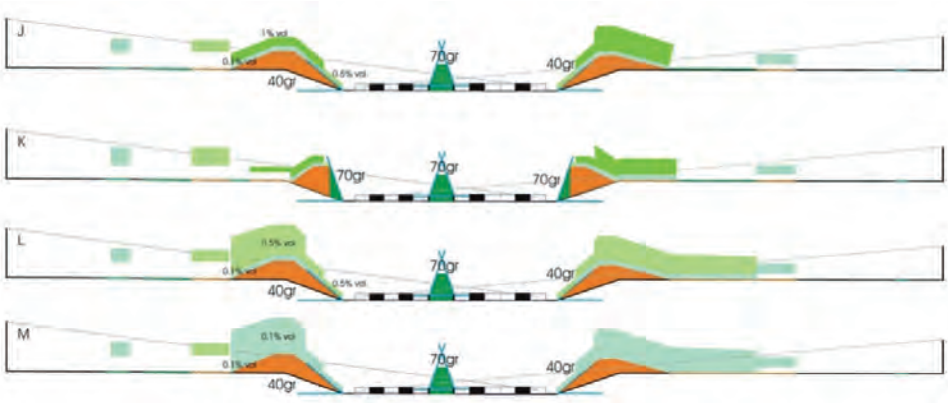
In onderstaande tabel worden de berekende geluidsreducties van de Ring voor de verschillende varianten samengevat op de verschillende ontvangers (zonder meteorologische effecten en met oneindig uitgestrekte bermen).

Geluidsreductie dB(A) bij 100 km/h 25% zwaar verkeer	Variant A: Midden- berm (7m)	variant B: Midden- berm (7m) + zijberm (40' - 8m)	Variant C: Midden- berm (7m) + zijberm (40' - 8m) +vegetatie	Variant D: Zijberm (40' - 8m)	Variant E: Midden- berm (7m) + zijberm (40' - 4m)	Variant F: Midden- berm (7m) + berm (70' - 4m)	Variant G: Midden- berm (7m) + zijberm (40' - 4m) +vegetatie	Variant H: Midden- berm (7m) + berm (70' - 4m) +vegetatie	Variant I: Midden- berm (3m)
Berm buitenstad	3.4								2.1
Open ruimte buitenstad	4.7	16.8	14.5	13.9	11.5	12.2	9.0	9.3	2.3
Voorgevel buitenstad	5.2	18.6	16.2	14.7	13.8	16.2	11.4	11.4	2.5
Hoogte 0-5m	4.9	17.5	14.8	13.9	12.9	14.6	9.8	10.6	2.3
Hoogte 5-10m	4.2	18.6	15.0	14.3	13.4	16.2	11.2	11.4	2.1
Hoogte 10-15m	7.5	21.6	20.7	17.1	17.3	19.9	16.0	15.5	3.3
Berm binnenstad	1.8								1.3
Open ruimte binnenstad	2.2	10.4	12.0	7.9	7.7	8.7	11.4	14.9	1.4
Voorgevel Binnenstad	2.8	12.1	13.1	8.7	8.7	9.8	11.9	15.2	1.9
Hoogte 0-5m	2.5	11.6	12.0	8.3	8.1	9.2	11.4	14.7	1.7
Hoogte 5-10m	3.5	14.5	16.4	11.1	11.2	12.5	14.9	16.7	2.4

De impact van het toevoegen van vegetatie is een complexe materie die in een aantal bijkomende varianten op bovenstaande snedes met lage landschappelijke (40° - 4m boven maaiveld stad) en lage steile bermen (70° - 4m boven maaiveld stad) verder is onderzocht. Hierbij is gevarieerd in dichtheid (0.1 tot 1%) en lengte van de vegetatiestrook.

Facade buitenstad

Facade binnenstad



In onderstaande tabel worden de berekende geluidsreducties van de Ring voor de verschillende varianten samengevat op de verschillende ontvangers (zonder meteorologische effecten en met oneindig uitgestrekte bermen).

Geluidsreductie db(A) bij 100 km/h 25% zwaar verkeer	Variant J: middenberm (6m) + zijberm (40° -4 m) + vegetatie (1%)	Variant K: middenberm (6m) + zijberm (70° -4m) + vegetatie (1%)	Variant L: middenberm (6m) + zijberm (40° -4m) + vegetatie (0.5% + verhoogd + verbreed)	Variant M: middenberm(6m) + zijberm (40° -4m) + vegetatie (0.1% + verhoogd + verbreed)
Berm buitenstad				
Open ruimte buitenstad	9.3	9.1	7.6	8.0
Voorgevel buitenstad	10.5	10.6	9.7	9.8
Hoogte 0-5m	9.6	10.3	8.7	9.1
Hoogte 5-10m	9.8	10.	9.6	9.8
Hoogte 10-15m	13.0	15.0	14.0	14.2
Berm binnenstad				
Open ruimte binnenstad	5.9	12.0	7.1	5.4
Voorgevel Binnenstad	7.1	12.3	7.7	6.8
Hoogte 0-5m	6.1	11.9	7.3	5.5
Hoogte 5-10m	9.6	15.3	10.6	8.8

Relevante conclusies ifv de catalogus

Door toepassing van grondlichamen kunnen significante geluidsreducties gehaald worden voor verschillende ontvangers in de Ringzone. Het effect is het grootst op de bovenste delen van de gevels omdat de onderste delen reeds gedeeltelijk worden afgeschermd door het huidige reliëf.

De zeer forse landschappelijke berm (case B,C,D – 40° en 8m boven maaiveld stad) zorgen voor zeer hoge reducties (tot 21.6 dB(A) op bepaalde delen van de gevel). De reducties door de lagere steile berm (case F,H – 70° en 4m boven maaiveld stad) sluiten daarbij redelijk dicht aan (tot 19.9 dB(A) op bepaalde delen van de gevel). Maar ook met de lagere landschappelijke berm (case E,G – 40° en 4m boven maaiveld stad) worden nog steeds behoorlijke hoge reducties gehaald tov de bestaande situatie (tot 17.3 dB(A) op bepaalde delen van de gevel). Idealiter kan de hoogte van de geluidsberm afgestemd worden op de toekomstige maaiveldhoogte van de kap. Op sommige locaties langs de Ring kunnen hierdoor forse geluidsbermen (tot 8m boven maaiveld stad) verantwoord worden.

De hoge afscherming in de middenberm levert een belangrijke meerwaarde, op zich (case A – 6m boven maaiveld Ring), maar ook in combinatie met de zijbermen (case B, C, E, F, G, H). De middenberm is vooral nuttig om de verste rijstroken af te schermen en is dan ook van belang voor de reducties op de hogere verdiepingen. In de Case Park Brialmont zien we ook het belang van de middenberm voor de reducties op de verder gelegen woningen.

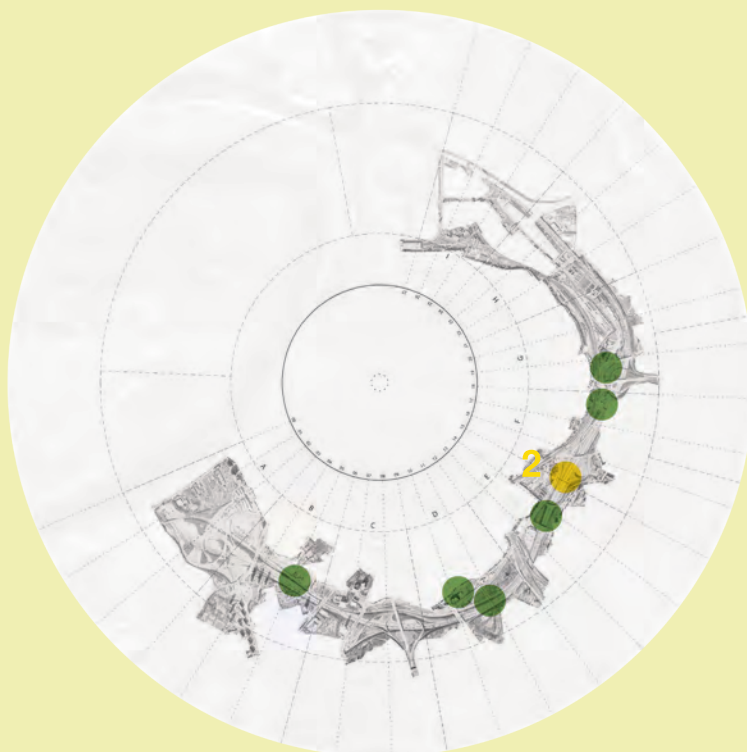
De toevoeging van vegetatie is een complexe materie die in deze snede verder is onderzocht. Vegetatie kan immers zowel een positief als een negatief effect hebben op de reducties. Te vermijden zijn hoge vegetatie (bvb 15m) op de berm zelf en smalle stroken (<6m) met hoge vegetatie. Deze geven immers neerwaartse verstrooiing van geluid. Positief is lage vegetatie (<6m) op de berm, net als hoge en brede (>6m) zones van vegetatie vlak na de berm. Deze geven immers een hogere kans op meervoudige verstrooiing van het geluid. Verdichting van de vegetatie (naar 1%) geeft een belangrijke extra geluidsreductie.

Belangrijk is op te merken dat bovenstaande resultaten berekend zijn zonder rekening te houden met windeffecten. Daarmee vormen de resultaten een zekere overschatting van de impact. Daarnaast werd in de berekeningen uitgegaan van een oneindig uitgestrekte en akoestisch zeer zachte berm. Het streven naar een zo groot mogelijke continuïteit in geluidsmaatregelen werd in deel 1 bij de ontwerprichtlijnen ook onderstreept.

This image shows a full page of graph paper. The background is a solid light green color. Overlaid on this background is a grid of thin, dark gray lines. The grid consists of small, equal-sized squares that cover the entire area of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.



2 — Nieuw Zurenborg



Bronnen

VITO iov AG STAN, *Invloed schermwoningen op luchtkwaliteit Nieuw Zurenborg. Eindrapport, maart 2012.*

UGent iov AG Stadsplanning Antwerpen, Nieuw Zurenborg. *Eindverslag geluidsstudie fase 1, april 2010.*

UGent iov AG Stadsplanning Antwerpen, Nieuw Zurenborg. *Impactstudie verkeersscenario's en gedetailleerde simulaties overkapping, 2010.*

VITO iov AG VESPA, *Case studies Groene Singel, 2016.*



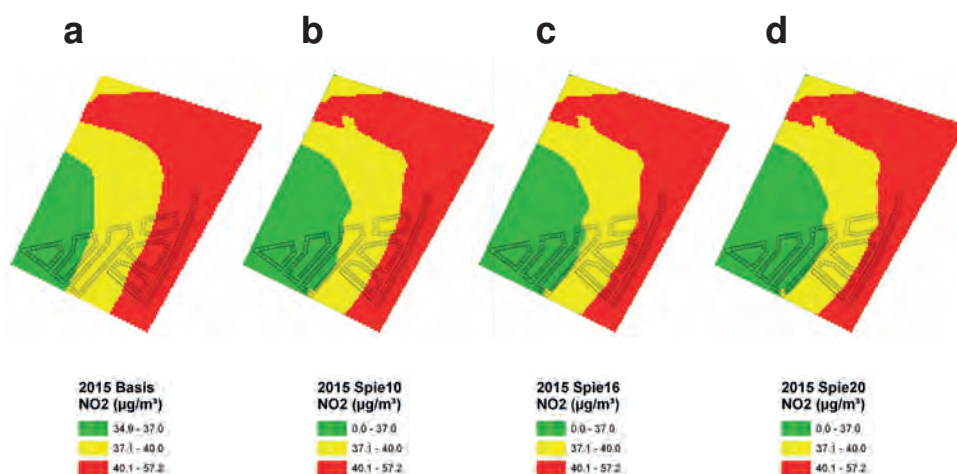
Context

In het kader van de herbestemming van de oude gassite op Zurenborg tot een nieuw gemengd woongebied werden verschillende onderzoeken uitgevoerd met betrekking tot de geluidskwaliteit en luchtkwaliteit op de site. Daarbij werden zowel maatregelen aan de zijde van de ontvanger (nieuwe gebouwen) als maatregelen die werken op de overdracht tussen bron en ontvanger (schermen en overkragingen) bestudeerd. In functie van voorliggende catalogus werd op een snede ter hoogte van Nieuw Zurenborg aanvullend de impact van reliëf en vegetatie op luchtkwaliteit doorgerekend.



Luchtkwaliteitsonderzoek

In het onderzoek van 2012 worden verschillende hoogtes (10-16-20 m) van schermwoningen langs de Singel onderzocht.



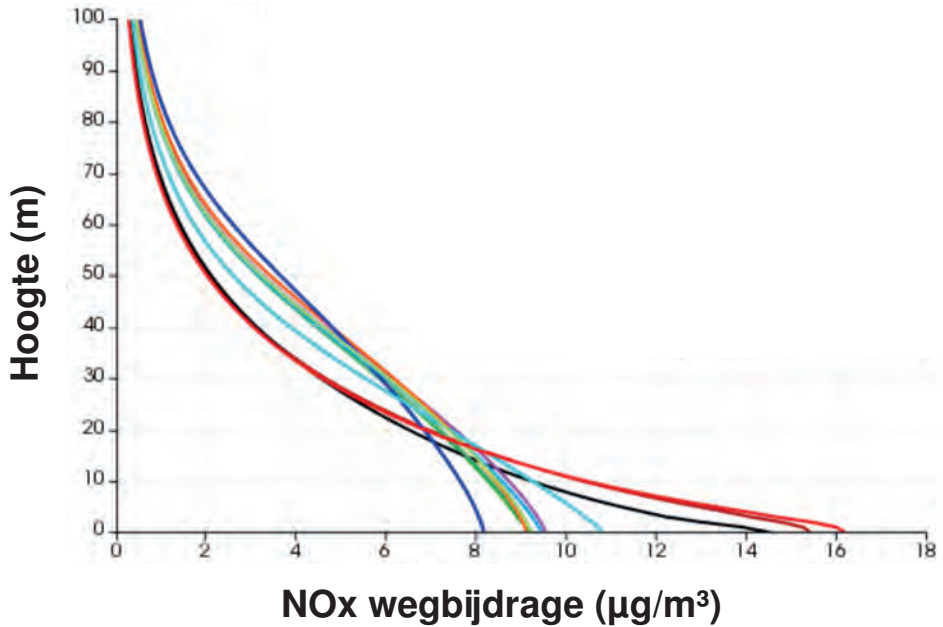
Luchtkwaliteit NO₂ jaargemiddelden voor 2015 zonder gebouwen (variant A) en 3 varianten van schermwoningen (B, C, D, respectievelijk 10-16 en 20 meter gevelhoogte)

Bron VITO

In de resultaten van de studie zien we de grenslijn van 40µg/m³ (Europese NO₂ norm) opschuift naar de Ring naarmate de schermwoningen hoger worden. Dit levert een terreinwinst van +/- 25m bij een hoogte van 10 meter en nogmaals een tiental meters bij een verdere verhoging naar 16 en 20 meter. De schermwoningen slagen erin de wegbijdrage van de Ring en Singel voor de achterliggende wijk met 20-30% te reduceren. Door de hoge achtergrondconcentraties in de stad wordt dit effect echter een stuk gemaskeerd. Wanneer de windrichting loodrecht op de schermwoningen staat kunnen de reducties voor het achterliggende gebied tot +/- 5 µg/m³ gaan.

In 2016 is ifv de catalogus een aantal varianten van reliëf en vegetatie bestudeerd op het effect op luchtkwaliteit.

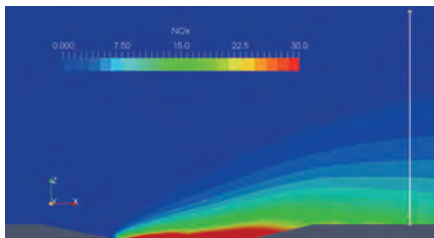
NOx profiel windafwaarts van Singel (x=210m)



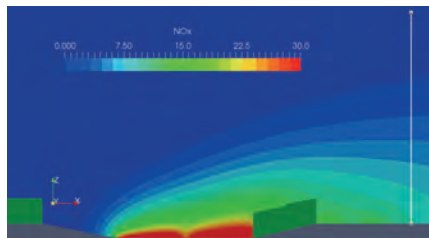
- verhoogde middenberm met brede groenbuffers
- verhoogde middenberm zonder groenbuffers
- extra brede groenbuffer
- zonder groenbuffers
- huidige situatie
- brede groenbuffer en steile berm
- brede groenbuffer en landschappelijke berm
- brede groenbuffer, hoogte 18m
- brede groenbuffer, hoogte 6m
- brede groenbuffer, hoogte 12m, afstand rijweg 15m
- verhoogde ligging Ring, brede groenbuffer
- verhoogde ligging Ring zonder groenbuffer

In bovenstaande figuur kan je de NOx wegbijdrage aflezen (x-as) voor de verschillende bestudeerde varianten en dit voor een ontvanger ter hoogte van de rand van het projectgebied Nieuw Zurenborg aan de Uitbreidingsstraat en afhankelijk van de hoogte van de ontvanger (y-as).

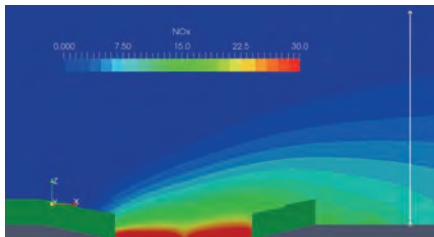
Bron VITO Condities: Uref 5m/s op 30m hoogte, loodrechte windinval



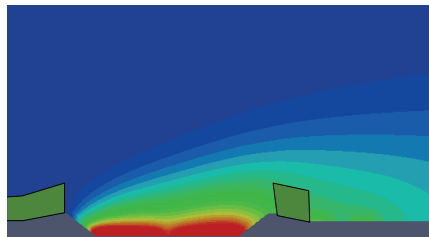
zonder groenbuffers



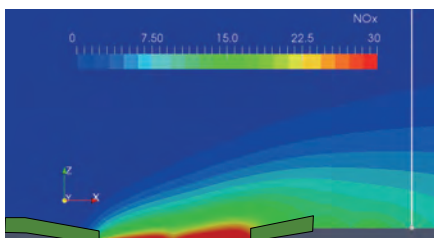
huidige situatie



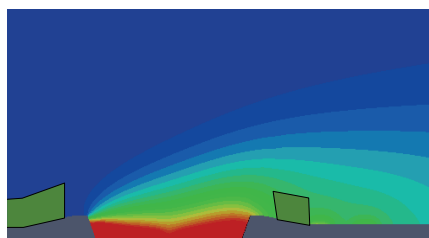
brede groenbuffer, hoogte 12m



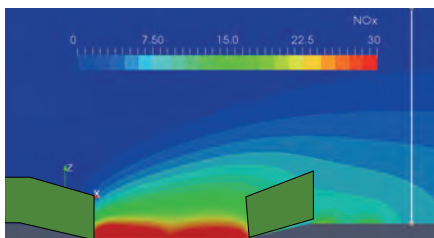
brede groenbuffer, hoogte 12m en landschappelijke berm



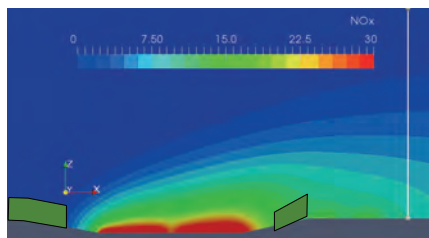
brede groenbuffer, hoogte 6m



brede groenbuffer, hoogte 12m en steile berm



brede groenbuffer, hoogte 18m



brede groenbuffer, hoogte 12m, afstand rijweg 15m

Effect van de verschillende varianten op de lokale wegbijdrage in NOx concentraties voor Uref 5m/s op 30m hoogte. De witte lijn geeft de locatie van de ontvanger in het NOx profiel van de vorige pagina weer, met locaties groenbuffers aangeduid.

Bron VITO

Relevante conclusies uit het luchtkwaliteitsonderzoek ifv de catalogus

Op basis van het onderzoek kan besloten worden dat **schermwoningen wel degelijk een positief effect hebben op de NO₂ jaargemiddelde concentraties van de achterliggende wijk**. Deze impact zal groter zijn naarmate een ontwikkeling windafwaarts ligt tov de dominante windrichting en naarmate de schermwoningen hoger zijn. De luchtstroming wordt over de gebouwen heen getild en er ontstaat extra mechanische turbulentie, waardoor er een betere menging met hogere “propere” lucht ontstaat. Daardoor zien we een daling van de concentraties achter de schermwoningen en een verhoging aan de voorgevel.

In de berekeningen is uitgegaan van een volledig gesloten wand van schermwoningen langs de Singel. **Bij openingen in deze wand zullen lekken naar het achterliggend gebied ontstaan**. Het streven naar een zo groot mogelijke continuïteit bij het ontwerpen van leefbaarheidsmaatregelen werd in deel 1 bij de ontwerprichtlijnen ook onderstreept.

Schermwoningen kunnen een positief effect hebben op de wegbijdrage in de luchtkwaliteit voor de achterliggende wijk, maar hebben **geen effect op de achtergrondconcentraties**. Met betrekking tot die achtergrondconcentraties is het belangrijk op te merken dat bovenstaande resultaten werden opgesteld met IMMI 2 prognoses voor de achtergrondconcentraties. In de nieuwe luchtkwaliteitsonderzoeken die vanaf heden worden opgestart zal gebruik gemaakt worden van IMMI 3. In IMMI 3 zijn de achtergrondconcentraties en prognoses bijgesteld op basis van de laatste nieuwe informatie en ontwikkelingen. De resultaten zijn gunstiger dan bij IMMI 2. Indien de berekening voor Nieuw Zurenborg opnieuw gedaan zouden worden met IMMI 3 als basis valt te verwachten dat het volledige studiegebied bij realisatie van voldoende hoge schermwoningen onder de Europese grenswaarde komt te liggen.

Uit het variantenonderzoek van vegetatie en reliëf blijkt duidelijk de meerwaarde die bestaande (of daar waar ze nog niet zouden bestaan nieuwe) compacte groenbuffers op de luchtkwaliteit in de achtergelegen gebieden kunnen hebben. Voor individuele windrichtingen kunnen de verminderingen op de wegbijdrage oplopen tot 38%. Jaargemiddeld zijn er reducties tot 15% van de wegbijdrage. De impact is dus sterk afhankelijk van de meteosituatie en de overheersende windrichting in een bepaald gebied. Het reducerend effect wordt hoofdzakelijk teweeg gebracht door de invloed van vegetatie op de luchtstroming en turbulentie en in mindere mate het filterend effect.

Ten aanzien van vegetatie en luchtkwaliteit kunnen een aantal aanbevelingen worden gedaan:

■ De bestaande groenbuffers zorgen reeds voor een belangrijke reductie van de wegbijdrage in de luchtkwaliteit voor de omliggende gebieden en moeten dus bewaard blijven of versterkt worden.

■ Het belangrijkste aandachtspunt is om voor aangesloten wegbegeleidende groenbuffers te kiezen. Openingen in de buffers geven lokaal verhogingen.

■ Geoptimaliseerde groenbuffers kunnen vanaf 5 m dikte het beoogde effect realiseren. Het effect van groenbuffers verder uitbreiden na 15 m dikte is beperkt.

■ Wanneer het reliëf gewijzigd wordt ivf geluid (door aanleg van geluidsbermen) is het aangewezen deze opnieuw van vegetatie te voorzien.

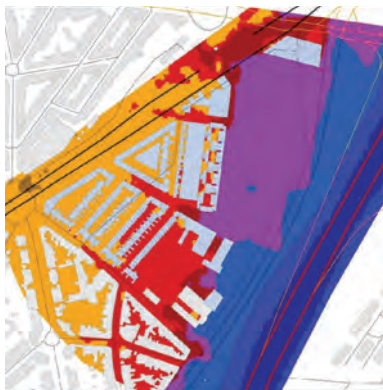
■ Bij hellende bermen wordt bij voorkeur het hoogste deel van de wegberm vergroend.

■ Hoe hoger de groenbuffer, hoe hoger de impact op luchtkwaliteit. Dit additionele effect vermindert echter met toenemende hoogte en neemt sterk af tussen 12 m en 18 m hoogte.

Uit de doorrekeningen blijkt ook dat, de toevoeging van steile bermen, bovenop de reeds grotendeels verdiepte ligging van de Ring, weinig bijkomende reducties oplevert. De lage hoogte/breedte verhouding van de Ring speelt daarin een rol. Opgaande vegetatie op de berm speelt in verhouding een veel belangrijkere rol.

Geluidsonderzoek

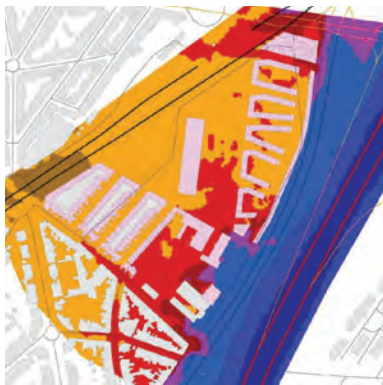
In het geluidsonderzoek werden in eerste instantie verschillende layouts van stedenbouwkundige ontwerpen onderzocht met varianten met scherm en geluidsschermwoningen.



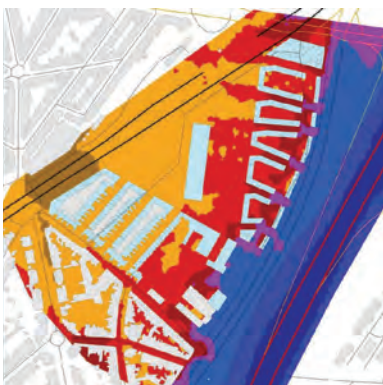
Variant 1



Variant 2



Variant 3

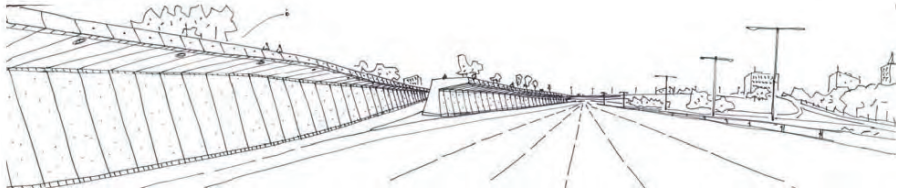


Variant 4

Geluidskaarten Nieuw Zurenborg voor de Ring als geluidsbron, bij belastende meteo-condities.
Bron UGent.

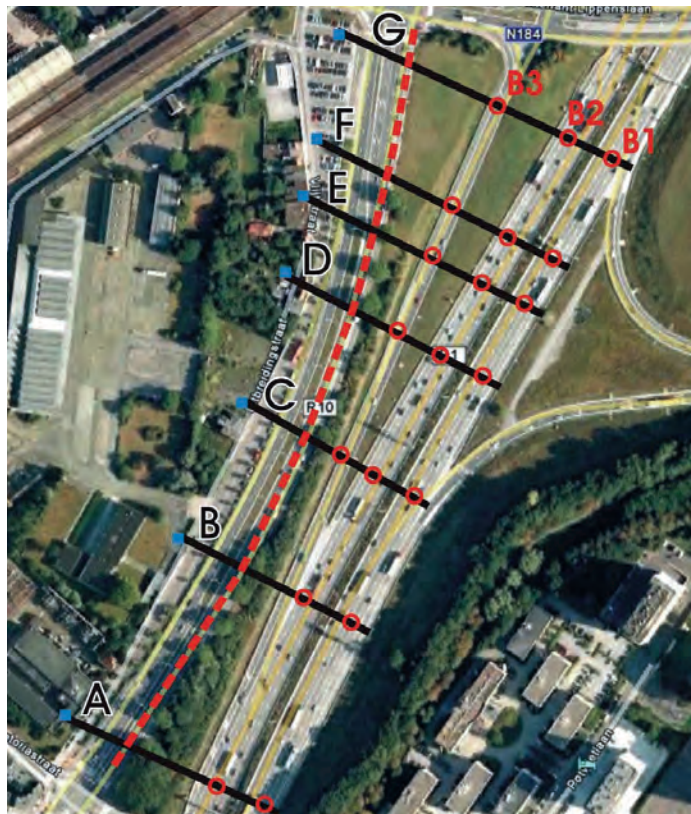
L _{Aeq} : equivalent geluidsdrukniveau; is gelijk aan L _{den} , zonder avond en nacht "penalty" van 5 en 10 dB(A)	Variant 1: stadsontwerp zonder afscherming	Variant 2: stadsontwerp met scherm (8m)	Variant 3: aangepast stadsontwerp + geluidsschermwoningen	Variant 4: aangepast stadsontwerp + geluidsschermwoningen + zijstraten
Zone Park (locatie verschilt naargelang de layout van het stadsontwerp)	70-75dB(A)	60-65dB(A)	55-60dB(A)	60-65dB(A)

Daarnaast werd in verschillende snedes langsheen het terrein zowel een geluidsscherm met verschillende hoogtes (4-6-8m boven maaiveld stad) en een overkraging (van 4m) onderzocht. Een geluidsberm is op deze locatie geen optie gezien de beperkte bermbreedte.



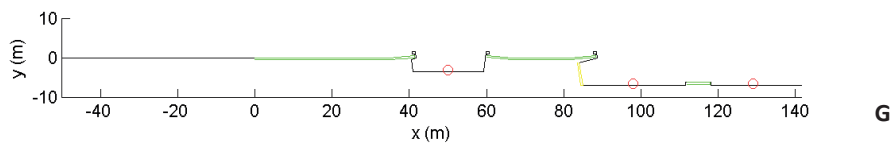
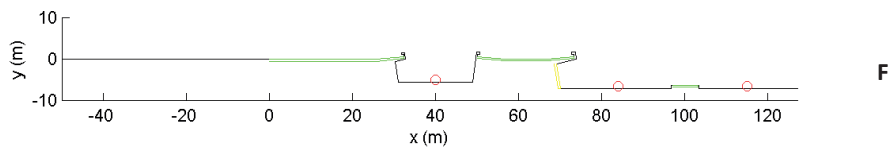
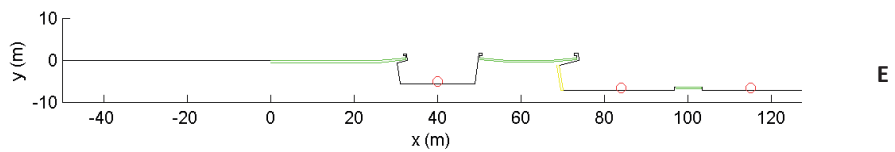
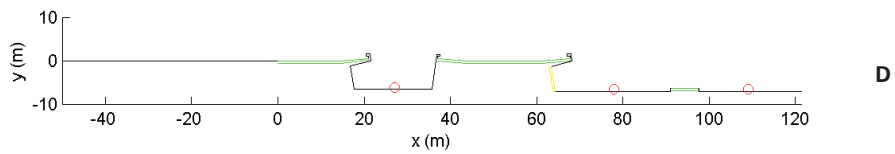
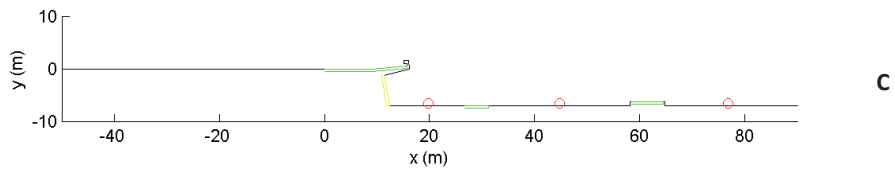
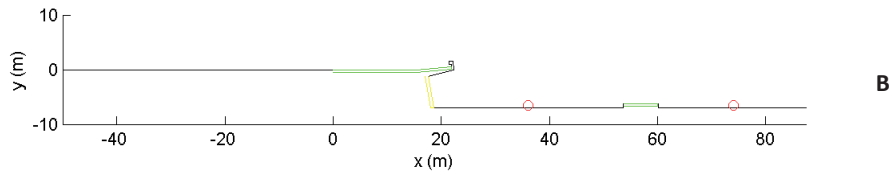
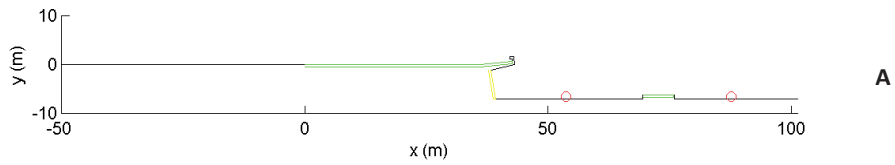
Schets doorgerekende overkraging.

Bron team ontwerpend onderzoek



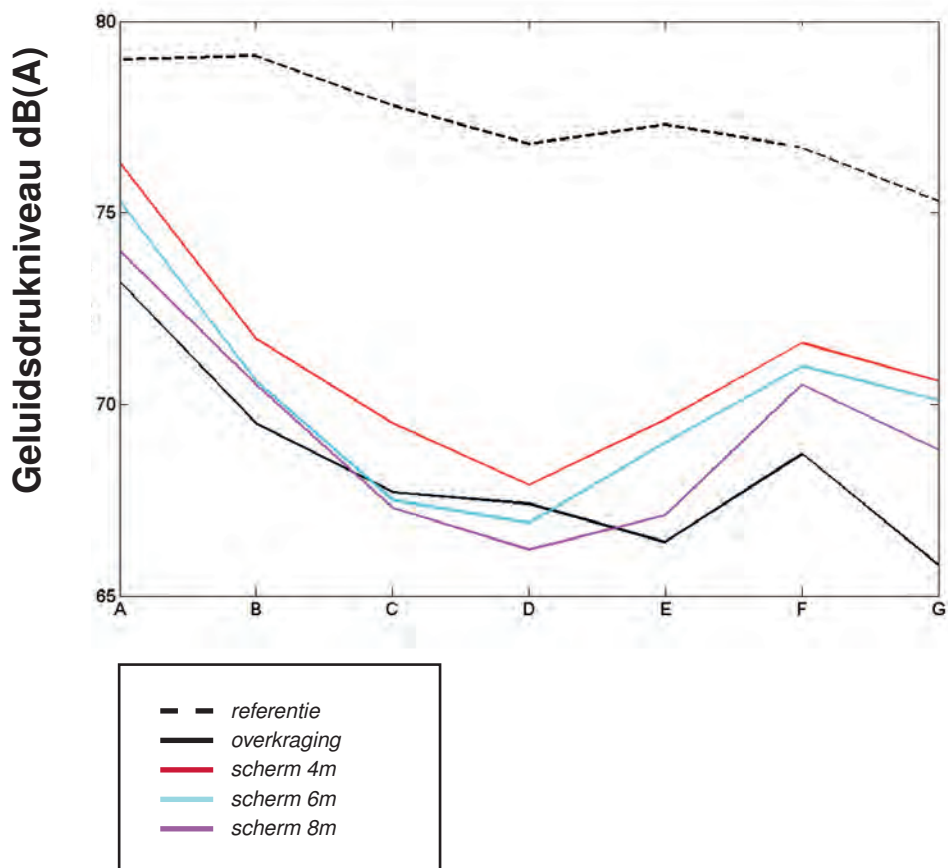
Dwarsdoorsneden zoals doorgerekend in het model.

Bron UGent



Dwarsdoorsnedes zoals doorgerekend in het model.

Bron UGent



Totaal berekende Lden (jaargemiddeld, met zowel belastende als niet belastende meteorologie) op de rand van het projectgebied ter hoogte van de 7 geselecteerde profielen. Op een ontvangerhoogte van 4m.

Bron UGent

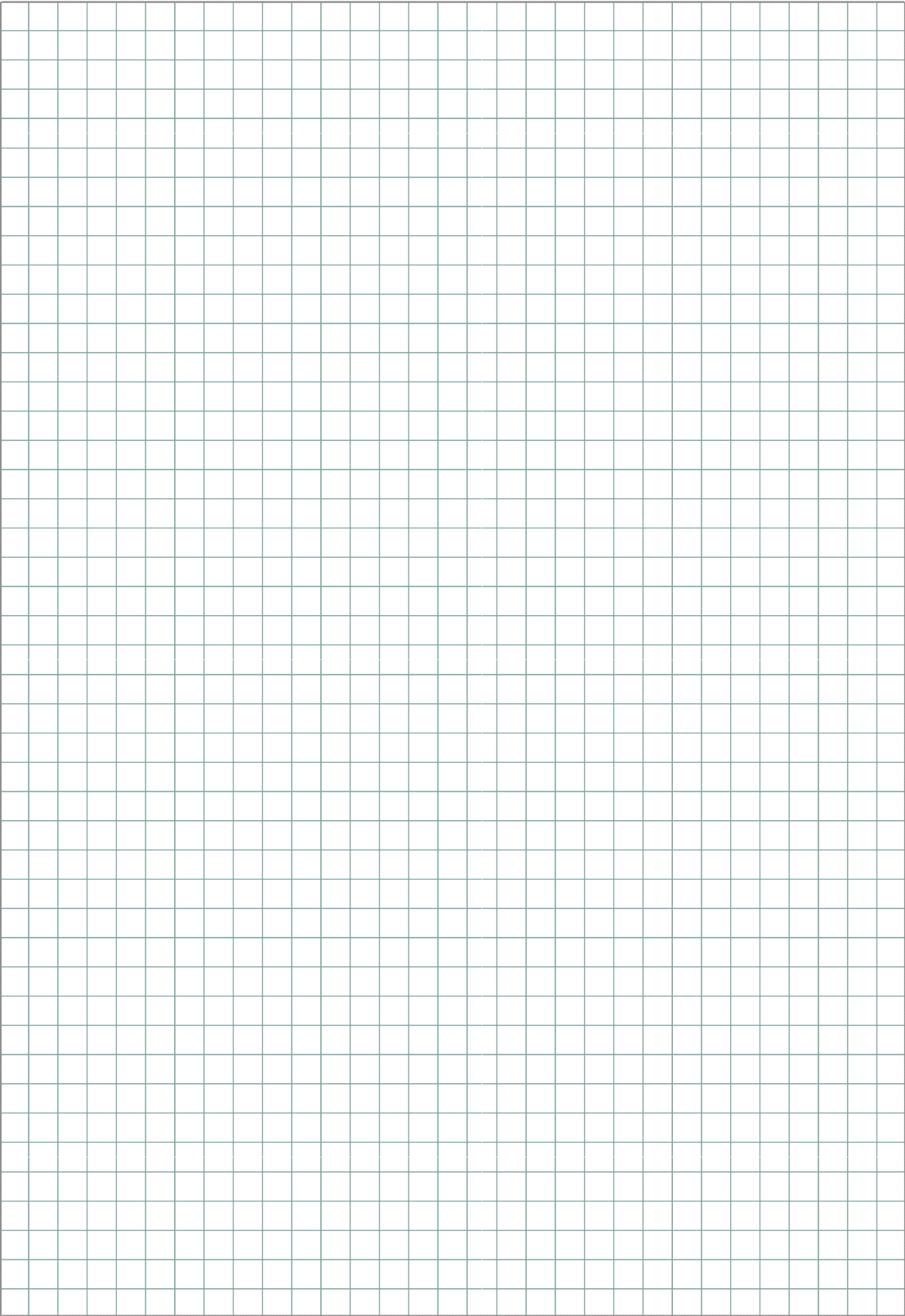
Relevante conclusies van het geluidsonderzoek ifv de catalogus

Uit het onderzoek blijkt hoe **nieuwe gebouwen een belangrijke rol kunnen spelen in de verbetering van het geluidsklimaat in de achterliggende wijk.**

Geluidsschermwoningen presteren daarbij beter dan geluidsschermen en overkragingen omdat ze minder aan de technische (en kostprijs) beperkingen in de hoogte (of breedte van overkraging) zijn onderworpen. In de resultaten van de studie zien we ook dat een overkraging van 4m soortgelijke reducties haalt dan een scherm van 8m. Dergelijke hoge schermen komen in de praktijk nauwelijks voor en zijn ruimtelijk ook niet wenselijk in een stedelijke omgeving.

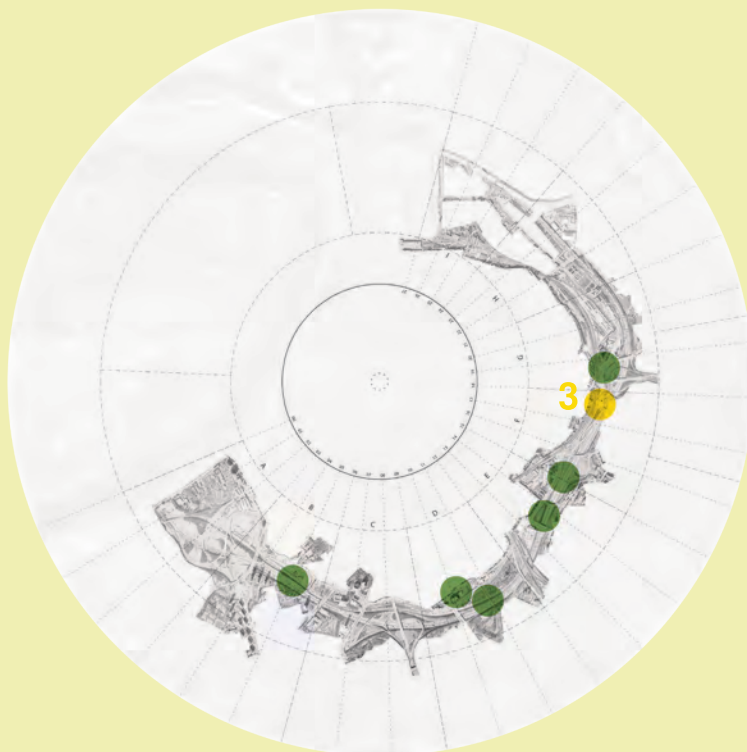
De studie wijst uit dat het belangrijk is om bij aanvang van het stadsontwerp ook de omgevingskwaliteit mee te ontwerpen. Afhankelijk van de gekozen layout van het stadsontwerp kan het park en de achterliggende wijk onder de 60dB(A) gebracht worden, wat als een aanvaardbaar geluidsniveau voor wonen en publieke ruimte kan worden beschouwd.

Het belang van continuïteit in het ontwerpen van geluidsoptlossingen wordt in deze case opnieuw geïllustreerd. Een aaneengesloten en ononderbroken bebouwing kan een belangrijke leefbaarheidsmaatregel vormen voor de achterliggende wijk. Dit heeft uiteraard gevolgen voor de technische vereisten van de belaste gevel (isolatie, ...) en de woningtypologie (doorzonwoningen, stille gevel,), maar kan architecturaal wel opgelost worden. Solitaire gebouwen zijn in geluidsbelaste omgevingen zoals de Ringzone niet aangewezen. De schermen en overkraging in bovenstaande cases werden ook als oneindig lang doorgerekend.



HET IS BELANGRIJK OM BIJ DE AANVANG
OOK DE OMGEVINGSKWALITEIT MEE
TE ONTWERPEN.

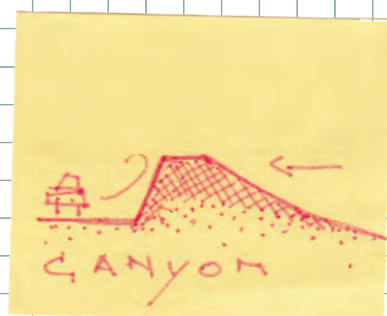
3 — Ringfietspad Stenenbrug



Bronnen

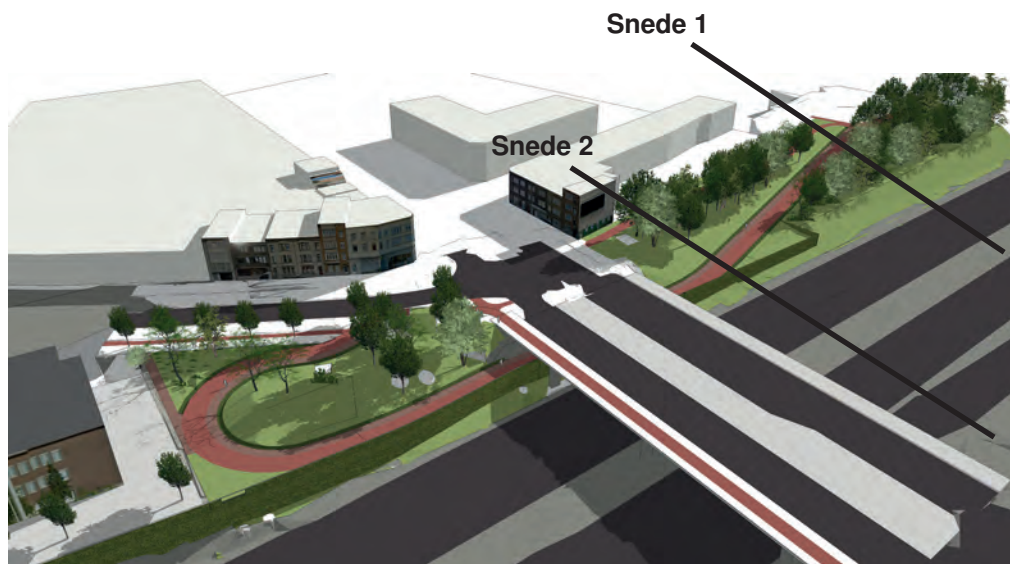
Studie Tractebel Engineering ifv optimalisatie Ringfietspad (in opmaak 2017)

UGent iov AG VESPA, Case studies geluid Groene Singel, 2016.



Context

In functie van het verbeteren van de modal shift wordt in Antwerpen op korte termijn werk gemaakt van het optimaliseren van het Ringfietspad. Daarbij worden de bestaande gelijkvloerse kruisingen waar mogelijk vervangen door ongelijkvloerse kruisingen. Parallel aan het ontwerp van de ongelijkvloerse kruisingen werd ook de verbetering van het geluidsklimaat voor de fietser en de ruimere omgeving onderzocht.

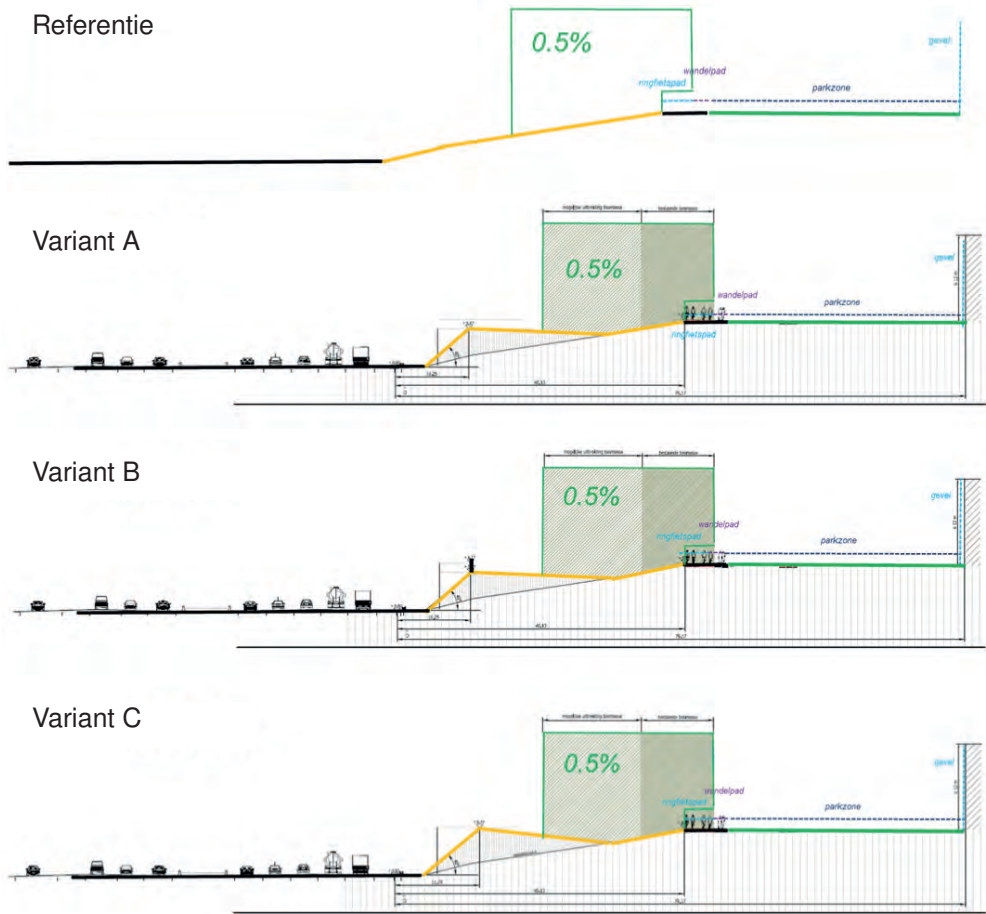


Ongelijkvloerse kruising Ringfietspad thv Stenenbrug.

Bron Tractebel Engineering

Onderzoek

In twee snedes werden geluidsmaatregelen onderzocht. Ter hoogte van de Joe Englishstraat (snede 1) begint het nieuwe Ringfietspad te dalen. Hier werden verschillende hoogtes van een geluidsberm (5.5m- 6.8m boven maaiveld Ring) met vegetatie (0.5% dichtheid), alsook een berm (5.5m) + scherm (1.3m) onderzocht. De impact van de maatregelen werd onderzocht op de gebruikers van het Ringfiets- en voetpad, maar ook op de eerstelijnsbebouwing. In deze snede komen de achtergevels van de woningen zeer dicht bij de Ring.

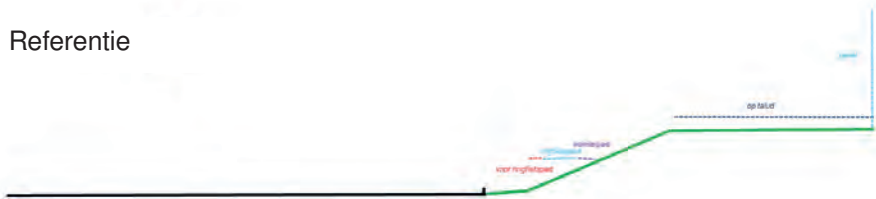


In onderstaande tabel worden de berekende geluidsreducties van de Ring voor de verschillende varianten samengevat op de verschillende ontvangers (van boven naar onder steeds verder van de Ring).

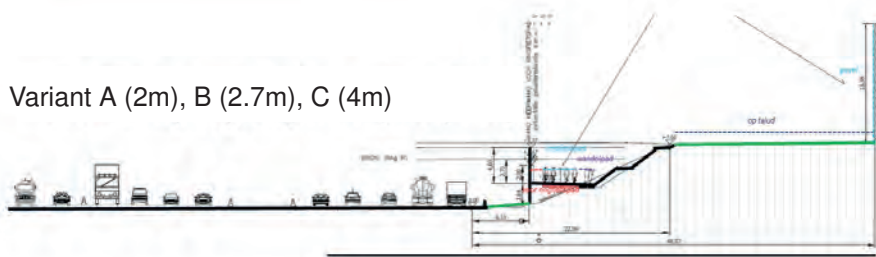
Geluidsreductie db(A)	Variant A: Zijberm (5.5m)	Variant B: Zijberm (5.5m)+ scherm(1.3m)	Variant C: zijberm (6.8 m)
bij 100 km/h 25% zwaar verkeer			
Ringfietspad	9.4	11.0	11.3
Voetpad	7.2	8.7	8.7
Parkzone	3.8	4.6	4.6
Achtergevel Joe Englishstraat			
Gemiddelde voor volledige gevel	5.3	7.1	6.9
Onderste helft	4.3	4.6	4.8
Bovenste helft	5.5	7.9	7.9

Ter hoogte van de Stenenbrug (snede 2) duikt het Ringfietspad onder de brug door. Aangezien de ruimte hier zeer beperkt is werd een analyse gemaakt van de impact van verschillende hoogtes van geluidsschermen (2-4m boven maaiveld fietspad). De impact van de maatregelen werd onderzocht op de gebruikers van het Ringfiets- en voetpad, maar ook op de eerstelijnsbebouwing.

Referentie



Variant A (2m), B (2.7m), C (4m)



In onderstaande tabel worden de berekende geluidsreducties van de Ring voor de verschillende varianten samengevat op de verschillende ontvangers (van boven naar onder steeds verder van de Ring).

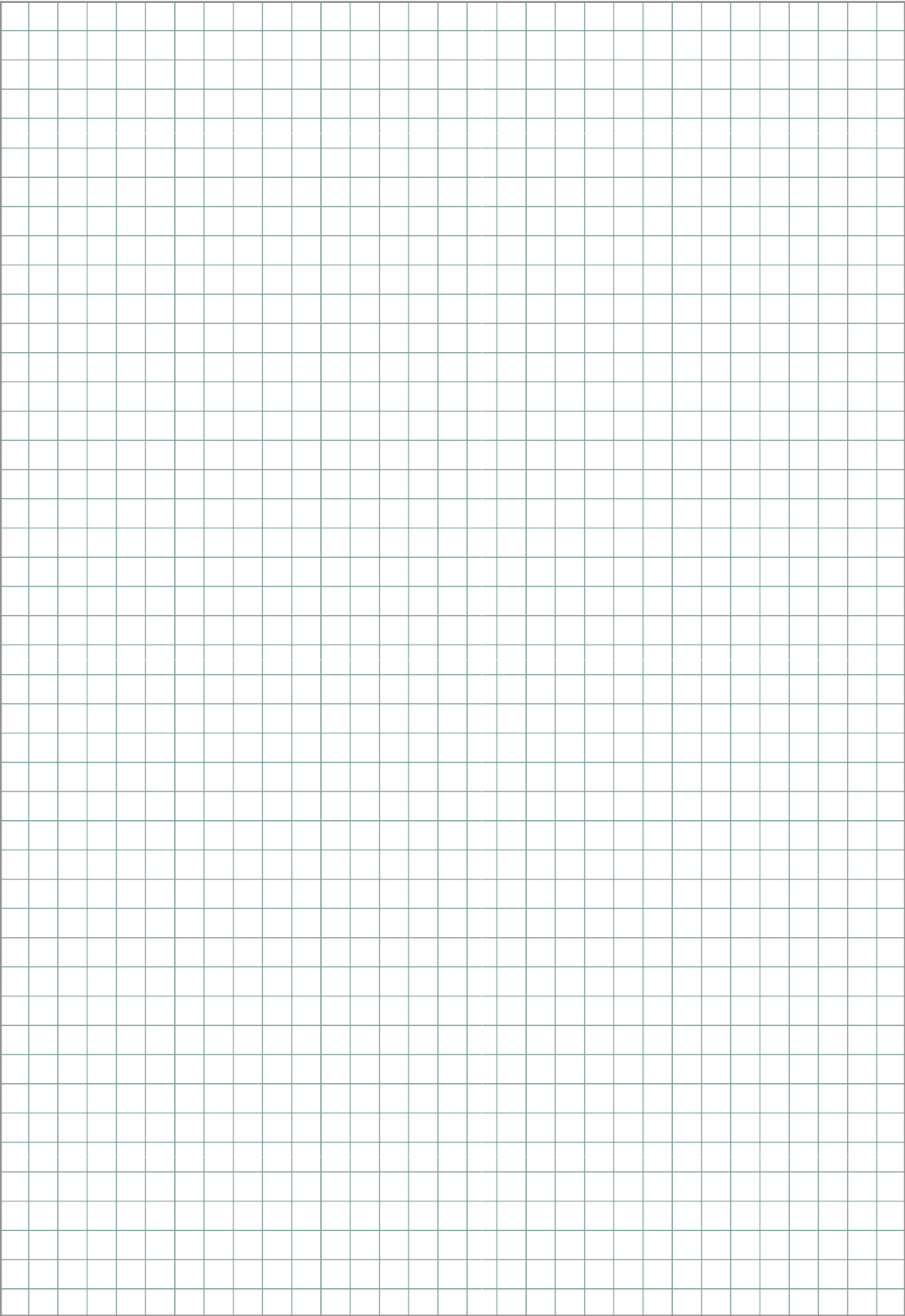
Geluidsreductie db(A) bij 100 km/h 25% zwaar verkeer	Variant A: Scherm (2m)	Variant B: scherm (2.7 m)	Variant C: scherm (4m)
Ringfietspad	14.6	17.6	20.5
Voetpad	14.1	16.6	19.4
Op talud	3.4	5.3	7.6
Voorgevel Collegelaan			
Volledig	1.8	3.1	6.3
Onderste helft	2.3	4.2	7.0
Bovenste helft	1.8	2.9	4.2

Relevante conclusies van het geluidsonderzoek ifv de catalogus

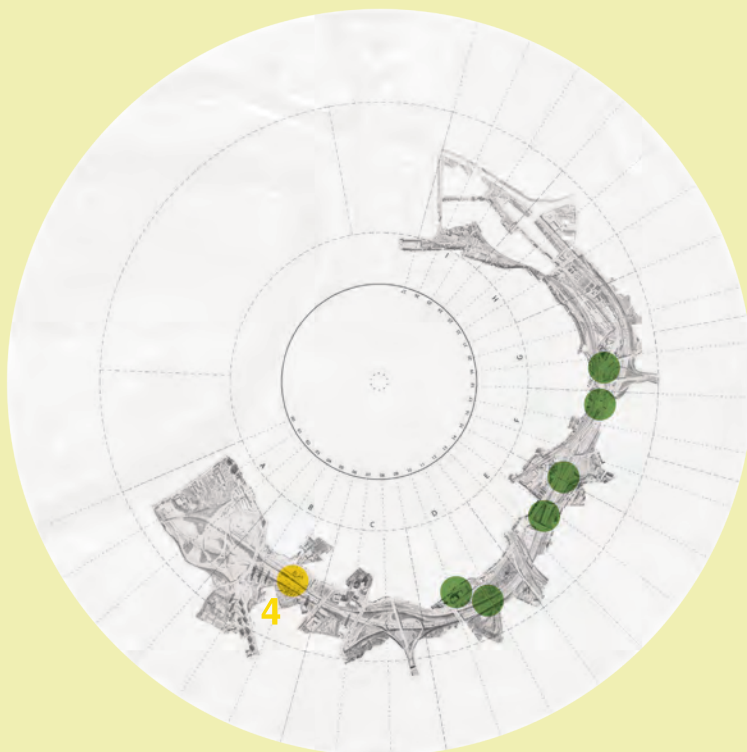
Uit het onderzoek blijkt dat geluidsmaatregelen ten aanzien van het Ringfietspad het fietscomfort, met reducties tot 20dB(A), in grote mate kan verbeteren. Maar ook dat **maatregelen die ifv het Ringfietspad genomen worden, nog een impact hebben op de verbetering van het geluidsklimaat in de eerstelijnsbebouwing** (tot 8 dB(A)).

In de snede van Joe Englishstraat zou de verbetering op de eerstelijnsbebouwing nog kunnen oplopen wanneer de bermhoogte, hellingsgraad en vegetatie verder geoptimaliseerd zou worden ifv effecten op de eerstelijnsbebouwing. Aangezien de eerstelijnsbebouwing hier zeer dicht bij de Ring ligt zijn bij een hogere berm aanzienlijke reducties te verwachten. Andere cases zoals Zurenborg-Rode Kruislaan en Park Brialmont tonen aan dat grotere reducties mogelijk zijn. Voor de snede ter hoogte van de brug zijn de mogelijkheden ruimtelijk beperkt.

Belangrijk is op te merken dat bovenstaande resultaten berekend zijn zonder rekening te houden met windeffecten. Daarmee vormen de resultaten een beperkte overschatting van de impact. Daarnaast werd in de berekeningen uitgegaan van een oneindig uitgestrekte en akoestisch zeer zachte berm. Het streven naar een zo groot mogelijke continuïteit in geluidsmaatregelen werd in deel 1 bij de ontwerprichtlijnen ook onderstreept. De schermen werden gemodelleerd als reflecterend en akoestisch isolerend.



4 — Mastvest



Bronnen

AG Stadsplanning. Synthese geluidstudies Mastvest. 2011

Scala consultants iov Cuypers & Q architecten, Geluidstudie kinderkribbe. 2010

UGent iov AG Stadsplanning Antwerpen. Advies op studie Scala consultants. 2011

UGent iov AG Stadsplanning. Dimensionering berm ter reductie van wegverkeerslawaaai ter hoogte van kinderdagverblijf Opsinjoorke. 2011.



Context

In het park Mastvest staat de voormalige jeugdherberg. In het kader van het herbestemmingsdebat van de site werden verschillende geluidsstudies uitgevoerd. Daarbij werd zowel het geluidsklimaat in het park binnen de vest als in de buitenruimte van een toekomstige publieke functie in het bestaande gebouw/of nieuwbouw onderzocht.

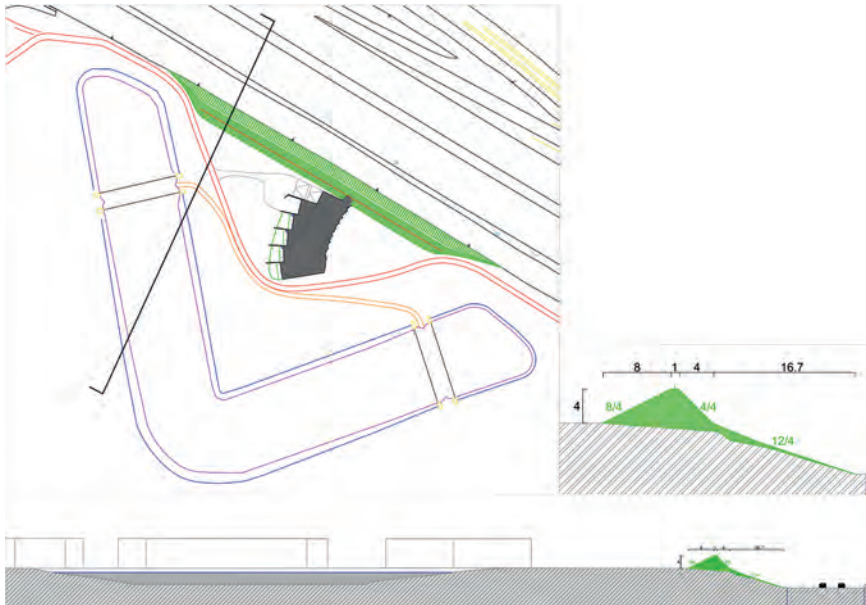


Overzicht aanwezige functies in het park (situatie 2011)

Bron AG Stadsplanning Antwerpen

Onderzoek

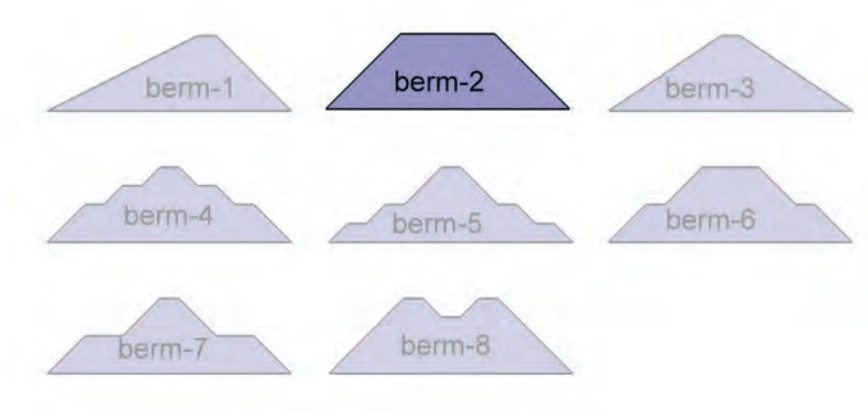
In het onderzoek werden verschillende vormen en lengtes van landschappelijke bermen onderzocht. Daarnaast werden rond de buitenruimte van de voormalige jeugdherberg twee varianten van muren onderzocht.



Situering en morfologie doorgerekende korte berm.

Bron Team ontwerpend onderzoek

In onderstaande tabel zijn de resultaten opgenomen van een zachte berm met een groot horizontaal vlak op de top, een helling van 45° en een hoogte van 4 m boven het maaiveld van de stad. Deze bermvorm bleek van alle bestudeerde varianten de meest ideale bermvorm ifv geluid.

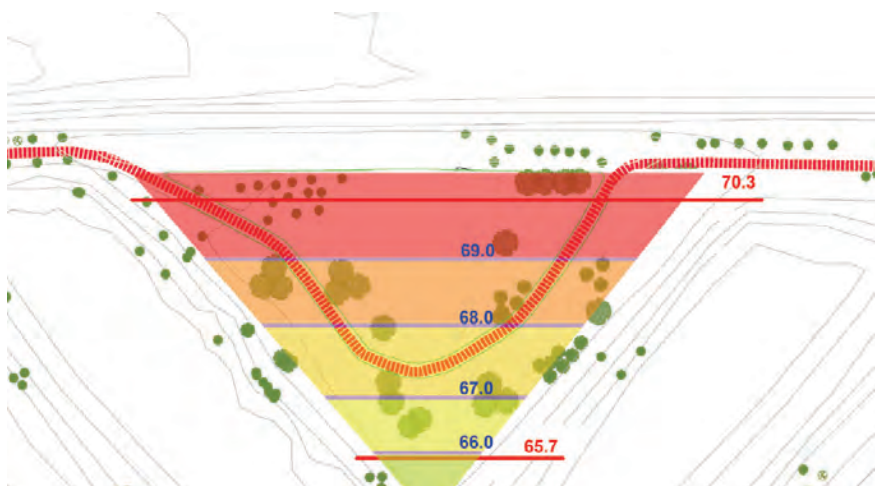


Bestudeerde varianten van bermvormen.

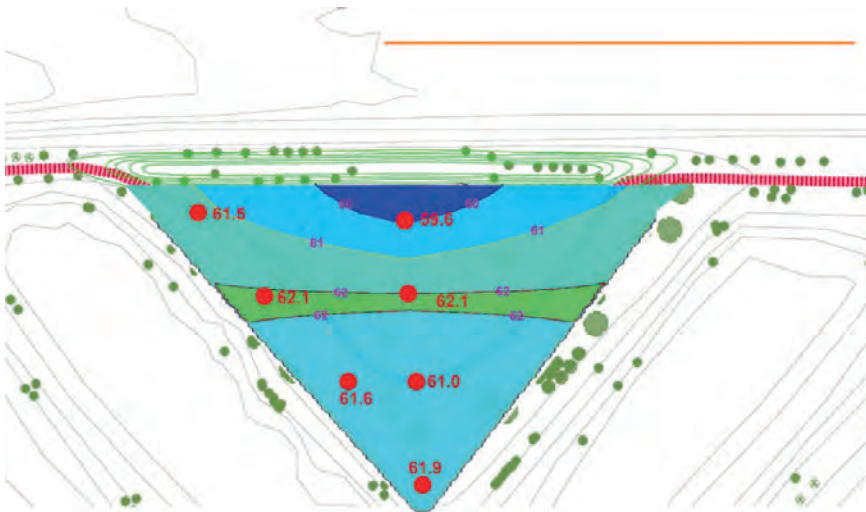
Bron UGent

Geluidsreducties	Variant A: korte berm (209.5m)	Variant B: lange berm (380m)	Variant C: muur 2m rond buitenruimte	Variant D: aflopende muur 3 naar 2m rond buitenruimte
Zone park	-10.7 tot -3.8 dB(A)	-12.9 tot -5.8 dB(A)		
Buitenruimte jeugdherberg	-7.9 tot -7.4 dB(A)	-10.5 tot -10.4 dB(A)	-4.0 tot -5.0 dB(A)	-6.0 tot -7.0 dB(A)

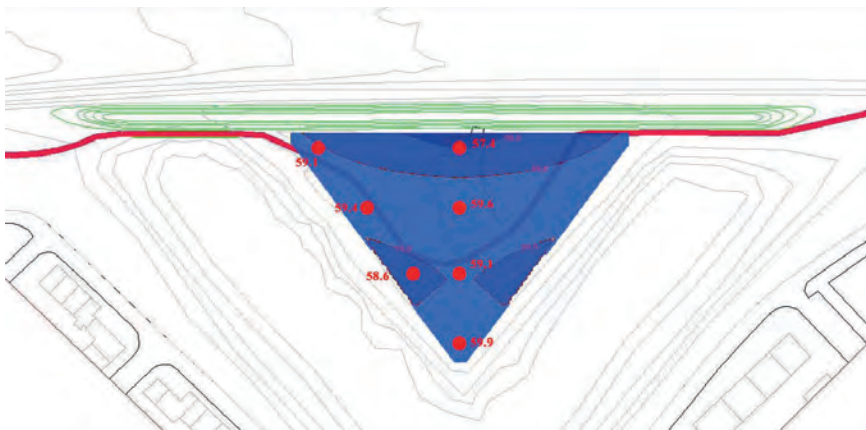
Bovenstaande resultaten geven inzicht in de haalbare geluidsreducties van de bijdrage van de Ring als gevolg van bepaalde maatregelen. Om inzicht te krijgen in de absolute geluidsniveaus waaraan de ontvangers zijn blootgesteld werd een ruwe geluidskaart gemaakt op basis van langdurige metingen ter plaatse en de berekende resultaten van de verschillende maatregelen.



Geluidsniveaus bestaande toestand: gewogen totale geluidsniveaus gedurende de voormiddag op basis van interpolatie. **Bron** UGent



Variant A - Korte berm: A-gewogen totale geluidsniveaus gedurende de voormiddag op basis van interpolatie. **Bron** UGent



Variant B – lange berm: A-gewogen totale geluidsniveaus gedurende de voormiddag op basis van interpolatie. **Bron** UGent

Geluidsniveaus	Bestaande situatie	Variant A: korte berm (209.5m)	Variant B: lange berm (380m)	Variant C: muur 2m rond buitenruimte	Variant D: aflopende muur 3 naar 2m rond buitenruimte
Zone park	65.7-70.3 dB(A)	61.0-62.1 dB(A)	58.5-59.6 dB(A)	65.7-70.3 dB(A)	65.7-70.3 dB(A)
Buitenruimte jeugherberg	68.0-70.0 dB(A)	59.6-62.1 dB(A)	57.6-59.5 dB(A)	61.0-67.0 dB(A)	58.0-63.0 dB(A)

Relevante conclusies van het geluidsonderzoek ifv de catalogus

Uit het onderzoek blijkt het belang van de lengte van de geluidsoflossing (zie ook deel 1: ontwerprichtlijnen: continuïteit), **alsook de nood aan een combinatie van maatregelen** (zie ook deel 1: ontwerprichtlijnen) **om vooropgestelde geluidsniveaus voor bepaalde functies te behalen.**

Door toepassing van de lange berm kan het geluidsniveau in het park onder de 60dB(A) gebracht worden, wat als een aanvaardbaar geluidsniveau voor een publieke ruimte kan beschouwd worden. Door een combinatie van maatregelen zal ook de buitenruimte van de toekomstige publieke functie op een aanvaardbaar niveau gebracht kunnen worden. Het streefdoel is afhankelijk van functie tot functie. Voor een kinderdagverblijf stelt de Wereldgezondheidsorganisatie een streefdoel van 55 dB(A) voor de buitenruimte.

De onderzochte maatregelen zorgen niet voor een merkbare verbetering voor de omliggende woningen. Aangezien het doel van voorliggende studie de herbestemming van de jeugdherberg was, is niet verder onderzocht of een verdere verhoging of verlenging van de berm nog een verbetering op de geluidsniveaus aan de woningen zou opleveren. Op basis van andere onderzoeken in de Ringzone (case Park Brialmont bvb) lijken hier zeker nog mogelijkheden te bestaan.

DE LENGTE VAN EEN GELUIDSOPLOSSING EN
EEN COMBINATIE VAN MAATREGELEN IS
BELANGRIJK OM AANVAARDBARE
GELUIDSNIVEAUS TE HALEN.

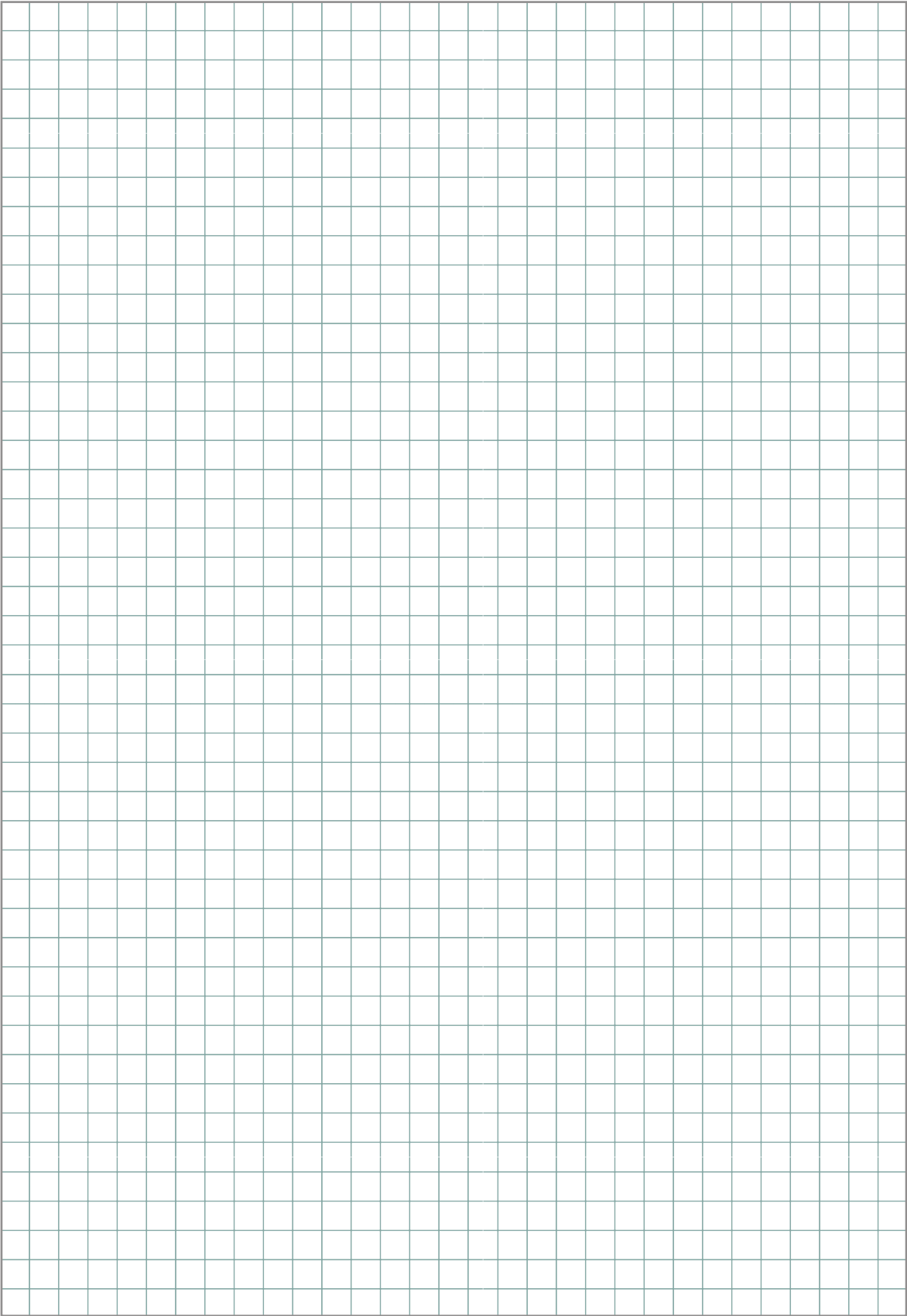
5 — Park Brialmont



Bronnen

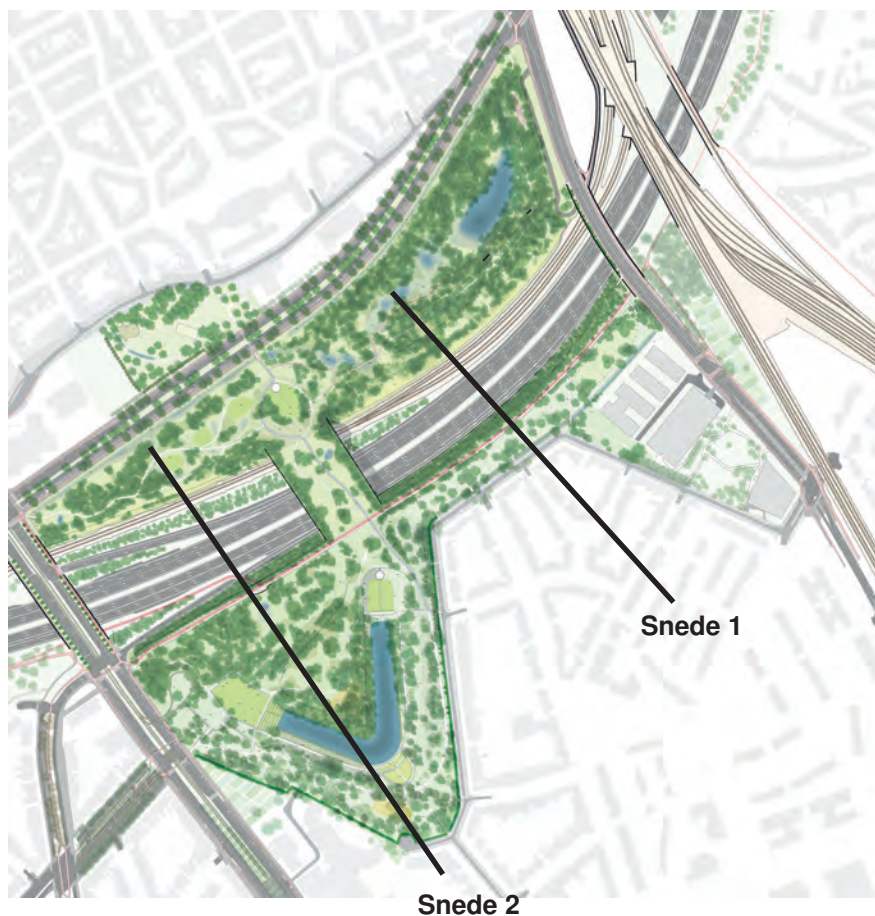
*Cluster ism Witteveen en Bos, Masterplan Park Brialmont. Eindrapport, 2016.
UGent iov AG VESPA, Case studies geluid Groene Singel, 2016.*





Context

AG VESPA werkt samen met de stad Antwerpen en het district Berchem aan het masterplan Park Brialmont. Doelstelling is om de 3 groene gebieden die centraal in Berchem liggen en gescheiden worden door infrastructuur te laten uitgroeien tot 1 groen hart en onderdeel van de Groene Singel. In het kader van dit masterplan werd onder meer gewerkt op een bijkomende dwarsverbinding over de Ring en werden ook verschillende geluidsstudies uitgevoerd.



Masterplan Park Brialmont 2016
Bron Cluster ism Witteveen en Bos

DEEL 3 CASES

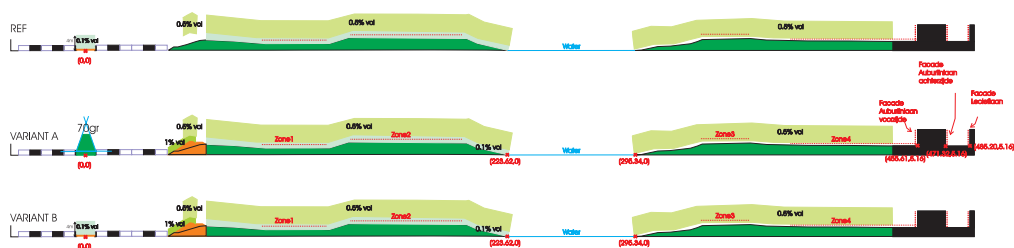
DEEL 3 CASES



In onderstaande tabel worden de berekende geluidsreducties van de Ring voor de verschillende varianten samengevat op de verschillende ontvangers (van boven naar onder steeds verder van de Ring).

Geluidsreductie db(A) bij 100 km/h 25% zwaar verkeer	Variant A: Middenberm (6m) + zijberm (8m)	Variant B: Middenberm (6m)	Variant C: zijberm (8m)	Additief effect combinatie middenberm (6m) + zijberm (8m)
Polygoonstraat	6.0	1.1	3.8	1.1
Voorgevel Polygoonstraat				
Gemiddelde over volledige gevel	9.9	1.1	7.9	0.9
Onderste helft	6.6	0.9	4.2	1.5
Bovenste helft	13.6	1.7	10.9	0.9
Achtergevel Polygoonstraat				
Gemiddelde over volledige gevel	14.1	3.1	10.9	0.1
Onderste helft	13.9	3.1	10.6	0.1
Bovenste helft	15.1	3.1	11.5	0.5
Tuin Polygoonstraat	16.4	3.0	13.1	0.2
Tuin P.Verbertstraat	14.4	3.3	9.2	1.9
Achtergevel P.Verbertstraat				
Gemiddelde over volledige gevel	14.1	3.3	9.3	1.5
Onderste helft	14.5	3.2	9.4	1.9
Bovenste helft	13.9	3.4	9.0	1.5
Voorgevel P.Verbertstraat (bouwblok Polygoonstraat)				
Gemiddelde over volledige gevel	12.9	3.6	9.0	0.3
Onderste helft	13.2	3.4	9.1	0.6
Bovenste helft	12.5	3.6	8.8	0.0
P.Verbertstraat	13.4	3.5	9.3	0.6
Voorgevel P. Verbertstraat (bouwblok F.Berckersstraat)				
Gemiddelde over volledige gevel	13.0	3.6	9.0	0.4
Onderste helft	13.0	3.6	8.9	0.4
Bovenste helft	13.2	3.3	9.1	0.7

Ter hoogte van Brilschanspark (snede 2) werd een soortgelijke analyse gemaakt, waarbij de impact van een geluidsberm (8m boven maaiveld stad) en afscherming op de middenberm (6m boven maaiveld Ring) werd onderzocht op de impact voor de ontvangers in het park en de eerstelijnsbebouwing.



In onderstaande tabel worden de berekende geluidsreducties van de Ring voor de verschillende varianten samengevat op de verschillende ontvangers (van boven naar onder steeds verder van de Ring).

Geluidsreductie db(A) bij 100 km/h 25% zwaar verkeer	Variant A: Middenberm (6m) + zijberm (8m)	Variant B: zijberm (8m)
Park		
Zone 1	11.4	8.3
Zone 2	8.7	3.6
Zone 3	8.0	2.4
Zone 4	7.1	3.2
Voorgevel M. Aubertinlaan		
Gemiddelde over volledige gevel	6.8	2.6
Onderste helft	6.8	2.7
Bovenste helft	7.0	2.0
Achtergevel M. Aubertinlaan		
Gemiddelde over volledige gevel	5.0	0.4
Onderste helft	5.0	0.3
Bovenste helft	4.8	0.6
Achtergevel Lecleflaan		
Gemiddelde over volledige gevel	4.9	0.6
Onderste helft	4.9	0.6
Bovenste helft	4.9	0.6

Bovenstaande resultaten geven inzicht in de haalbare geluidsreducties van de bijdrage van de Ring als gevolg van bepaalde maatregelen. Om inzicht te krijgen in de absolute geluidsniveaus waaraan de ontvangers zijn blootgesteld moet ook de bijdrage van andere bronnen (zoals invalswegen en lokale straten) in beeld worden gebracht. Hiervoor werd een ruwe geluidskaart gemaakt op basis van de resultaten van de twee doorsnedes.

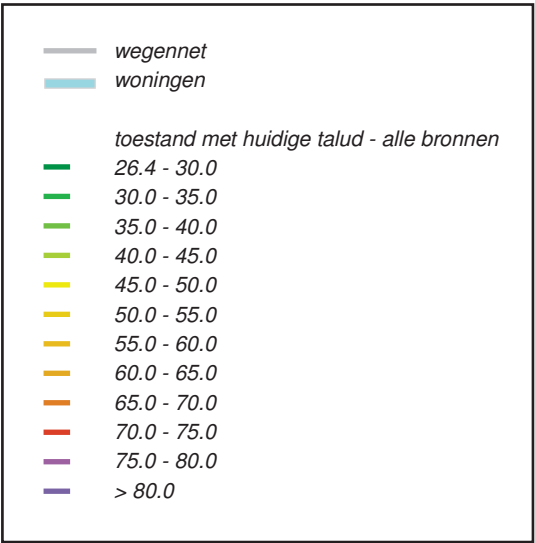


Evaluatie Park Brialmont

LAeq, dag

Huidige toestand - huidige berm

Som van alle bronnen





Evaluatie Park Brialmont

LAeq, dag

Berm volgens VARIANT A

Som van alle bronnen

*Geluidskaarten: huidige toestand (alle bronnen) en toestand na realisatie geluidsbermen aan zijde Brilschanspark-Polygoonstraat en middenberm. **Bron** UGent*

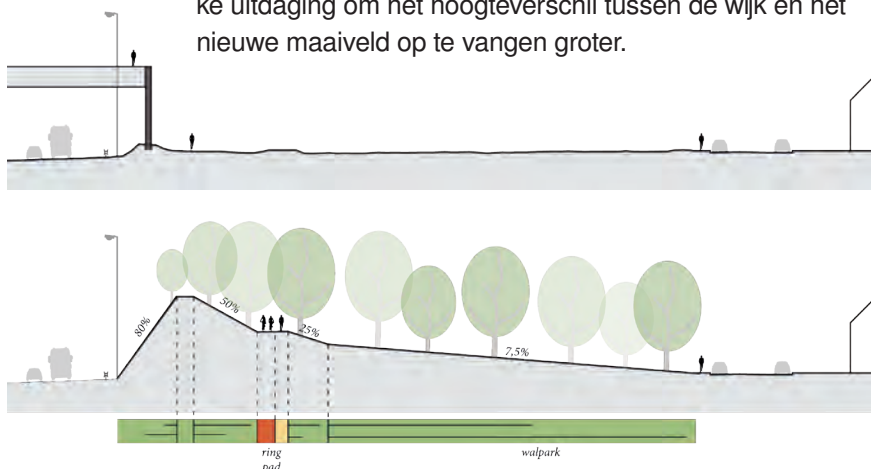
Relevante conclusies van het geluidsonderzoek ifv de catalogus

De forse berm in de Polygoonstraat (8m boven maaiveld stad) kan een belangrijke bijdrage leveren tot de verbetering van het geluidsniveau in de achterliggende woonwijk.

Daarmee lijkt het zeker haalbaar om de woningen onder de 60dB(A) te brengen, wat als een aanvaardbaar geluidsniveau voor wonen kan worden beschouwd.

In de snede van de Polygoonstraat zien we dat de bijdrage van de zijberm een stuk belangrijker is dan de middenberm. In combinatie versterken ze elkaars effect tot 2dB(A).

De geluidsberm in de Polygoonstraat sluit qua hoogte aan op de hoogte van het toekomstige maaiveld van een overkapping (7-8 m boven maaiveld stad). De snede voorziet nog enige marge voor een uitbreiding van de Ring ifv een eventuele ontvlechting. Om de sterke reliëfwijziging op te vangen werd door de landschapsontwerpers het volledige park aan de Polygoonstraat in helling gelegd. Wanneer een forsere uitbreiding van de Ring ifv ontvlechting nodig wordt, zal de geluidsberm bij de ontvlechting moeten worden afgebroken, ofwel in eerste fase reeds verder van de bron moeten worden aangelegd. In het laatste geval verliest de berm wel aan effectiviteit en wordt de ruimtelijke uitdaging om het hoogteverschil tussen de wijk en het nieuwe maaiveld op te vangen groter.



In de snede ter hoogte van Brilschanspark zien we dat de maatregelen het geluidsniveau in het park in belangrijke mate kunnen verbeteren. **Daarmee lijkt het haalbaar om het park onder de 60dB(A) te brengen, wat als een aanvaardbaar geluidsniveau voor een publieke ruimte kan worden beschouwd.** Hoe verder in het park, hoe beperkter de impact van de maatregel, maar ook hoe lager de absolute geluidsniveaus reeds zijn. In deze snede zien we hoe het belang van de middenberm groter wordt naarmate de afstand tov de Ring vergroot. Het effect op de gevels van de ver gelegen eerstelijnsbebouwing in deze snede komt bijna volledig van de afscherming in de middenberm. Hieruit blijkt dat een combinatie van maatregelen (zie ook deel 1: ontwerprichtlijnen) van belang is ifv het creëren van een aangenaam geluidsklimaat.

Belangrijk is op te merken dat bovenstaande resultaten berekend zijn zonder rekening te houden met windeffecten. Daarmee vormen de resultaten een zekere overschatting van de impact. Daarnaast werd in de berekeningen uitgegaan van een oneindig uitgestrekte en akoestisch zeer zachte berm. Het streven naar een zo groot mogelijke continuïteit in geluidsmaatregelen werd in deel 1 bij de ontwerprichtlijnen ook onderstreept.

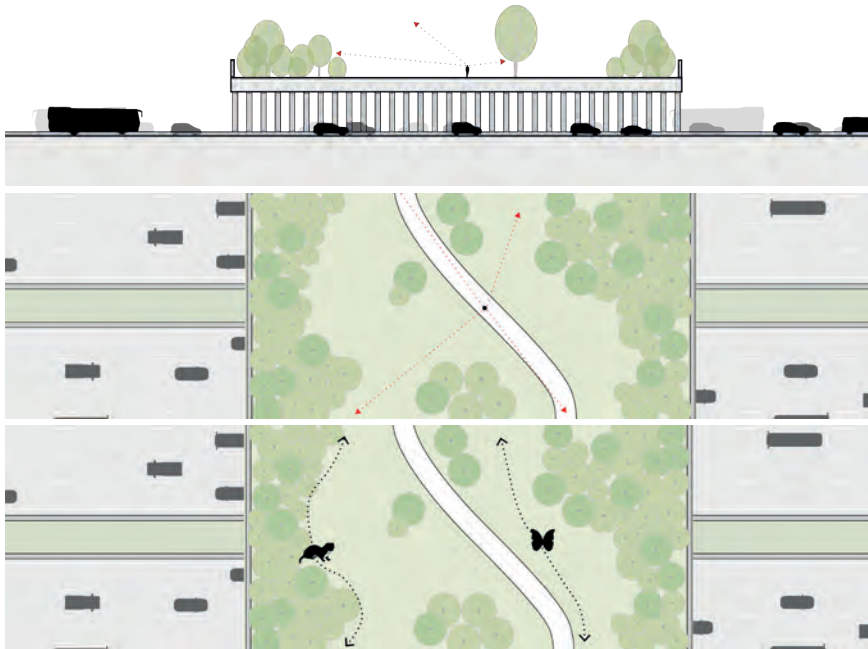
Principeschets aansluiting geluidsberm Polygoonstraat en overkapping en principeschets terreinprofieling Polygoonstraat ifv aansluiting op toekomstige kap.

Bron Cluster ism Witteveen en Bos

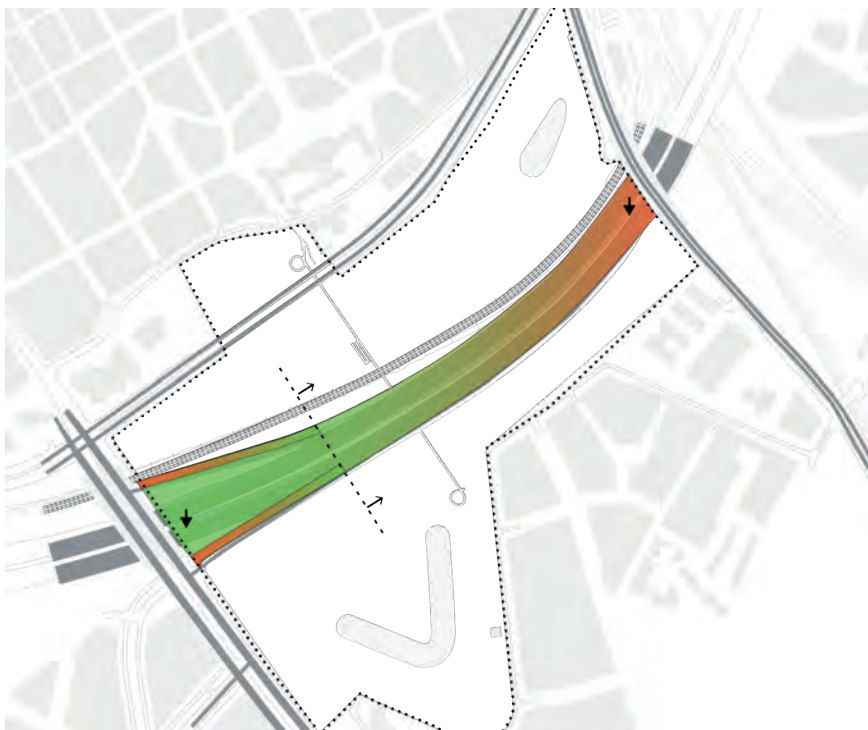
Onderzoek dwarsverbinding

Om de 3 gescheiden groengebieden te laten uitgroeien tot een samenhangend groen hart hebben de ontwerpers in het masterplan een bijkomende verbinding onderzocht. Het onderzoekswerk wordt in het masterplan als een suggestie opgenomen die in het proces van de intendant verder onderzocht en uitgewerkt kan worden.

De nieuwe dwarsverbinding combineert een ecologische verbinding, die op deze locatie verantwoord wordt vanuit de aanwezigheid van het natuurgebied Wolvenberg, en een verbinding voor langzaam verkeer. In plaats van de hoge en lange fiets- en voetgangersverbinding wordt in het masterplan Park Brialmont een gelijkvloerse voetgangersoversteek op de Singel en een 90m brede “stadsduct” over de Ring en de spoorlijn naar voor geschoven. De breedte van 90m is noodzakelijk om de ecologische en langzaamverkeersfunctie te kunnen combineren. Verder spelen inrichting en afscherming een belangrijk rol in de kwaliteit van de verbinding. Bij het ontwerpend onderzoek naar de meest geschikte locatie werd rekening gehouden met de hoogteligging van de Ring, de mogelijkheid om de spoorwegberm te benutten voor de constructie en zo kosten te kunnen drukken, de aansluiting op het bestaande reliëf ifv de aanlandingen, het maximaal ontzien van de natuurwaarden en ruimtelijk-visuele aspecten.



Schema inrichtingsvoorwaarden. **Bron** Cluster ism Witteveen en Bos

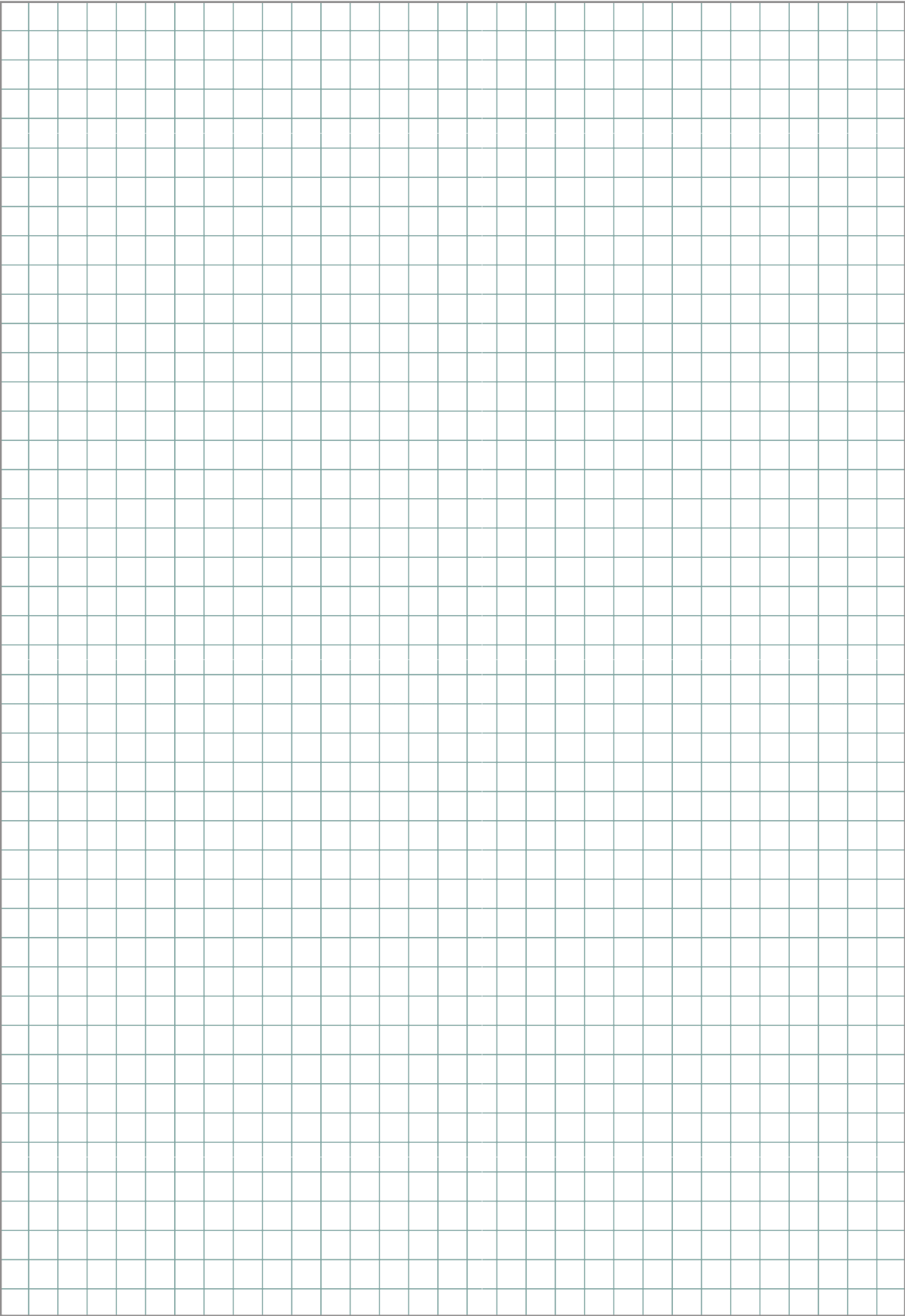


Schema locatievoorwaarden. **Bron** Cluster ism Witteveen en Bos

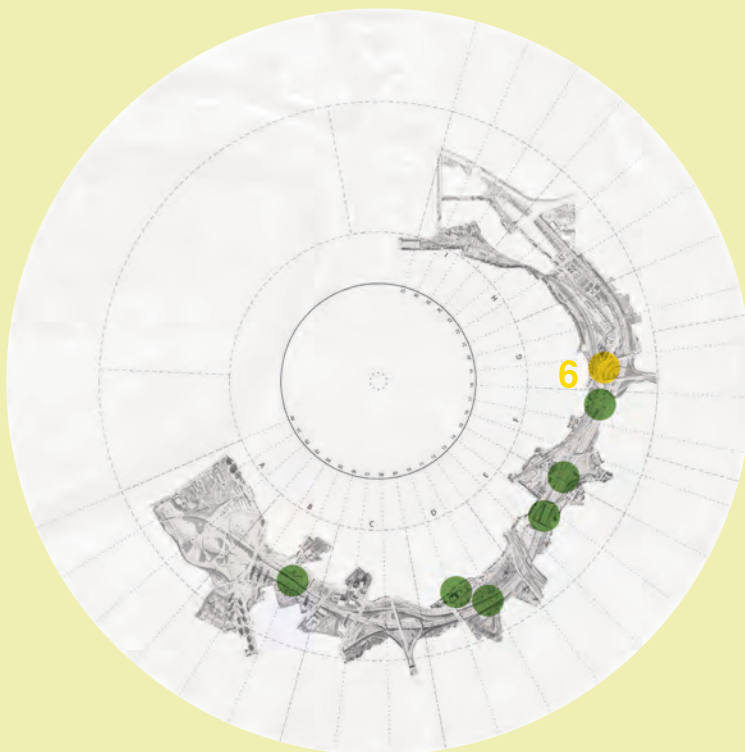
Relevante conclusies van het onderzoek naar de dwarsverbinding ifv de catalogus

Het ontwerpend onderzoek mbt de bijkomende dwarsverbinding in het Masterplan Park Brialmont wijst uit hoe bijkomende verbindingen de bestaande barrièrewerking tussen binnen- en buitenstad kunnen verminderen. **Door het toevoegen van een nieuwe verbinding op deze locatie zullen loopafstanden tussen wijken en voorzieningen verkorten en kan ook de kwaliteit van de verbinding verbeteren.** Het reeds fijnmazige netwerk van verbindingen tussen binnen- en buitenstad kan op die manier verder worden uitgebreid. Verder kan door een dergelijke bijkomende verbinding het ecologisch netwerk gevoelig versterkt worden en geïsoleerde groengebieden kunnen functioneel, maar ook visueel op elkaar worden aangesloten.

De noodzaak, functie en inrichting van bijkomende dwarsverbindingen is sterk afhankelijk van de plaatselijke context: hoogteligging van de Ring, aanwezige functies, barrièrewerking infrastructuur, ...



6 — Turnhoutsepoort



Bronnen

TV Makh, "Ecopassage E313, studie onderdoorgang in functie bouwaaanvraag", 2016.

TV Makh, Voorontwerp landschap en concept poorten Turnhoutsepoort, 2016.

Tractebel Engineering NV, "Opwaardering dwarsverbindingen R1", 2016.

UGent iov AG VESPA, case studies geluid Groene Singel, 2016.

G. Echevarria Sanchez, T. Van Renterghem, K. Sun, B. De coensel, D. Botteldoorn, "The relative importance of visual and sound design in the rehabilitation of a bridge connecting a highly populated area and a park, 2016, Sonorus project – urban sound planning.



Context

De Singel zal heraangelegd worden tussen Stenenbrug en Turnhoutsebaanbrug. Er wordt een ongelijkvloerse kruising voorzien voor langzaam verkeer onder de aansluiting van de E313. De Turnhoutsebaanbrug, Stenenbrug en Luiksebrug worden gedeeltelijk opnieuw ingericht. Voor het geheel werd in opdracht van de stad een landschapsontwerp opgemaakt, aanvullend op het infrastructuurontwerp van AWW.



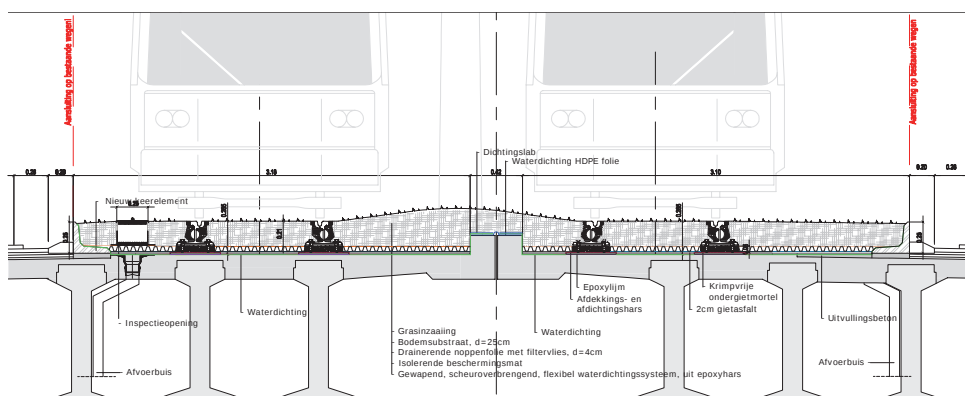
(Boven) Landschapsontwerp Turnhoutsepoort. **Bron** TV MAKH

(Rechts) Vergroenen trambaan, voorkeursvariant – verlijming sporen. **Bron** Tractebel

Onderzoek herinrichting en verbreding dwarsverbindingen

In navolging van het landschaps- en infrastructuurontwerp wordt een studie opgestart waarin de ruimtelijke, technische en economische haalbaarheid van de herinrichting dmv vergroening en verbreding van bestaande bruggen onderzocht wordt. Het onderzoek tracht voorstellen te formuleren die op meerdere bestaande, alsook nieuwe bruggen toepasbaar zijn. Gezien de specificiteit van elke brug is het van belang om de voorstellen verder te toetsen aan de concrete situatie. De Turnhoutsebaanbrug werd als case gekozen, omwille van de mogelijke bruikbaarheid ervan in het lopende proces omtrent de gedeeltelijke herinrichting. Concreet werden twee aspecten getoetst: vergroenen van de trambaan en het verbreden van een brug met een ecologische verbinding naast de brug.

Voor het vergroenen van de trambaan worden verschillende varianten voorgesteld. Belangrijke aandachtspunten zijn hierbij de waterdichting van de brug, de verankering van de sporen en de impact daarvan op die waterdichting, en de beschikbare hoogte van afwerkingslaag boven op de brug. Voor het bodemsubstraat wordt bij voorkeur 20cm of meer voorzien, met een absoluut minimum van 10cm. In het laatste geval is dan wel een irrigatiesysteem noodzakelijk. Het vergroenen van een trambaan op een brug is haalbaar. Een aandachtspunt is evenwel dat dit groen niet overrijdbaar is door bv. bussen.



Wat betreft het verbreden van de brug werden drie varianten onderzocht:

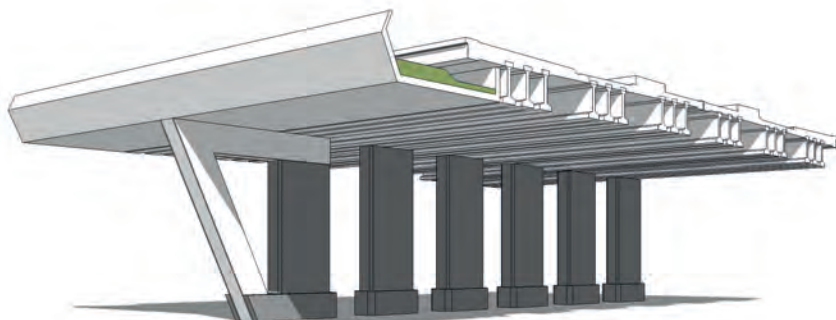
———— **ecogoot** van 50 à 70cm die zelfdragend is met kolommen die afdragen op de bestaande funderingszolen (ophangen aan de brug was hier niet haalbaar). De ecogoot is opgebouwd uit een lichtgewicht kernmateriaal. Deze goot is zeer beperkt waarneembaar van op de brug en spreekt enkel een beperkt aantal doelsoorten aan;

———— **ecopassage** van maximaal 2,20m die eveneens afsteunt op de bestaande funderingszolen. Deze extra breedte heeft als voordeel dat een groter aantal potentiële doelsoorten hiervan gebruik kan maken, dat de passage als een geluidswering kan fungeren tussen Ring en voetgangers en fietsers op brug en dat deze passage met opgaande beplanting een visuele / ruimtelijke meerwaarde creëert op de brug;

———— **ecobrug** van 5m met een nieuwe eigen fundering. Deze brug scoort naar doelsoorten, geluidswering en visuele / ruimtelijke meerwaarde het best van de drie varianten, maar is ook de duurste variant.



*Ecobrug (5m) Turnhoutsebaanbrug. **Bron** Tractebel*



210

Relevante conclusies uit het onderzoek naar herinrichting en verbreding van dwarsverbindingen ifv de catalogus

Uit het onderzoek kan afgeleid worden dat het vergroenen van bruggen haalbaar is. Er wordt een type-opbouw van vergroening voorgesteld die op verschillende bruggen verder kan getoetst worden.

Aandachtspunten bij de vergroening van delen van de brug zijn onder meer de bescherming van de waterdichte laag van de bruggen voor wortelgroei, het bepreken/vermijden van uitdroging en het vermijden van bijkomende doorboringen door het brugdek. Daarom wordt geopteerd om de vergroening te realiseren door middel van een systeem voor intensieve dakbegroeiing met natuurlijke waterbuffering. De opbouw van onder naar boven bestaat uit: waterdichting, isolerende beschermingsmat, drainage- en waterbufferingselement (noppenfolie), systeemfilter, bodemsubstraat (bij voorkeur minimaal 20cm) en een vegetatielaag.

Bij een dikte van bodemsubstraat van minder dan 20cm (10cm is een absoluut minimum) is een bewateringssysteem aangewezen. Er wordt geadviseerd te werken met een leidingennetwerk. Bij meer dan 30cm bodemsubstraat is bewatering niet meer efficiënt.

Bij het vergroenen van een trambaan zoals in de case Turnhoutsebaanbrug is de bevestiging van de tramsporen op het brugdek en de impact daarvan op de waterdichting een extra aandachtspunt, maar niet onoverkomelijk.

Ook het verbreden van een brug met als doel een ecologische verbinding is haalbaar. 3 varianten werden onderzocht:

■ Ecogoot: 50 – 70cm

■ Ecopassage: 220cm

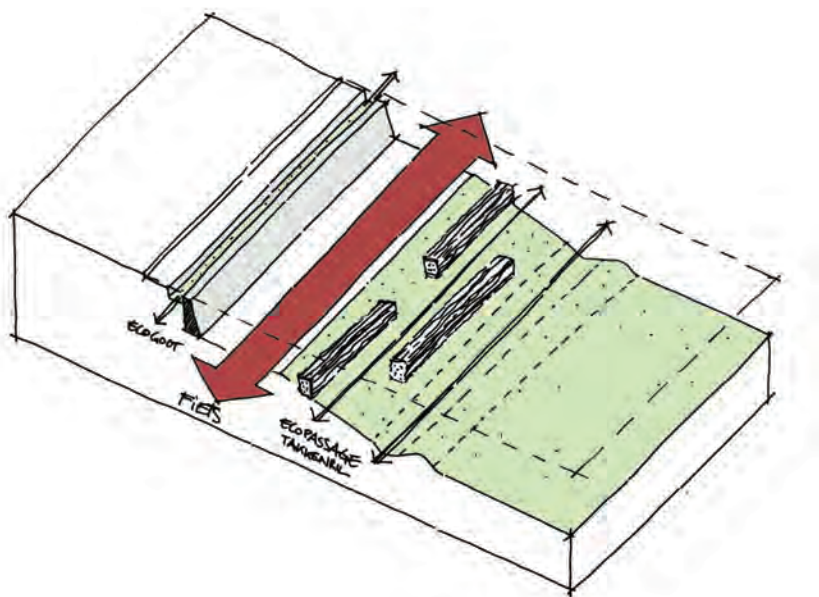
■ Ecobrug: 500cm

Enkel in variant drie vraagt dit voor Turnhoutsebaanbrug een nieuwe eigen fundering. Variant 1 en 2 kunnen met kolommen steunen op de bestaande funderingszolen.

Onderzoek langsverbinding

Aanvullend op het infrastructuurontwerp voor de ongelijkvloerse kruising van de Luikse brug (E313) voor langzaam verkeer is een landschapsontwerp gemaakt. Daarbij werd gefocust op het toevoegen van elementen die de ongelijkvloerse kruising ook als ecopassage interessant zouden maken.

Het ontwerpend onderzoek resulteerde in een basissnede met een bovenlangse faunagoot en een onderlangse takkenril. De takkenril komt een deel onder de brug uit om de dieren naar de passage te begeleiden. Voor de materialisering van het landhoofd wordt gekozen voor een afwerking met schanskorven/matten, gevuld met een substraat dat vocht vasthoudt zodat schaduw minnende planten voor een gedeeltelijke vergroening van de wand kunnen zorgen. De schanskorven gevuld met breukstenen hebben door hun porositeit naast een ecologisch voordeel, ook een voordeel ifv beheer (graffiti, ...).



Ruimtelijke principes ongelijkvloerse kruising voor langzaam verkeer met ecopassage.

Bron TV MAKH

Relevante conclusies van het onderzoek mbt de langsverbinding ifv de catalogus

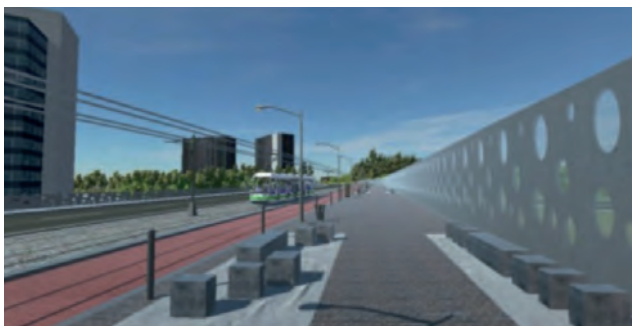
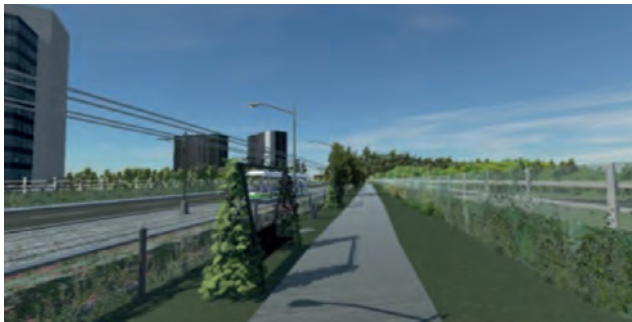
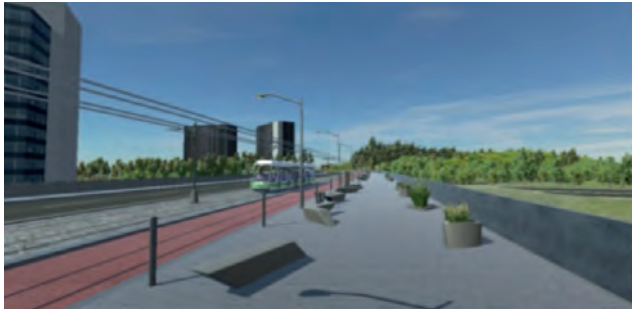
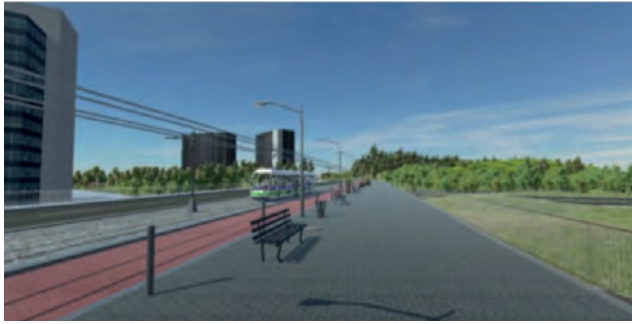
Bovenstaande snede en inrichting van de langsverbinding werd afgetoetst met AWW en het bruggenbureau van Vlaanderen en wordt ondertussen als een basissnede gehanteerd voor de toekomstige ongelijkvloerse kruisingen van bruggen in de Ringzone.

Geluidsonderzoek

Momenteel loopt in het kader van het Europese SONORUS project een doctoraatsonderzoek met als case de Turnhoutsebaanbrug. Via virtual reality werden een aantal mogelijke inrichtingen van de brug gesimuleerd, zowel visueel als naar geluidsklimaat.

Vier varianten werden beschouwd:

- volledige verharde bruginrichting met open balustrade,
- volledig verharde bruginrichting met gesloten lage balustrade
- vergroend bruginrichting met een gesloten balustrade en doorzichtig scherm op de balustrade
- volledig verharde bruginrichting met zeer hoge gesloten balustrade met beperkte doorkijk



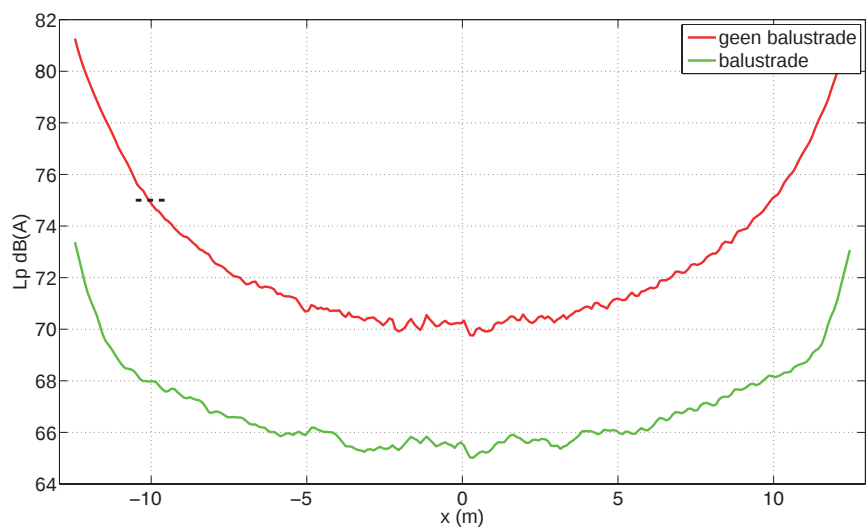
Onderzocht varianten herinrichting Turnhoutsebaanbrug. **Bron** SONORUS

Aan de deelnemers van het experiment werden twee vragen gesteld:

■■■■ hoe zou je je persoonlijke ervaring quoteren, wanneer je de brug overgaat? Er wordt in de vraagstelling expliciet niet verwezen naar geluid of 'luister', om te bekomen dat mensen enkel geluid gaan waarnemen wanneer het hen opvalt en niet omdat ze expliciet zich er op gaan focussen;

■■■■ zou je overwegen op de brug halt te houden en even te gaan zitten op de banken?

Daarnaast werd door Universiteit Gent ifv de catalogus doorgerekend wat de impact is van een gesloten balustrade op het geluid afkomstig van de Ring. Een gesloten balustrade gaat uit van een volledig gesloten oppervlakte met grote oppervlaktedichtheid (goede akoestische isolatie) van 1.5m hoogte. Deze heeft enkel impact op het geluid afkomstig van de Ring en niet van het verkeer op de brug. De impact werd bekeken voor een smalle brug (26m) en een brede brug (50m). Dit zijn de afmetingen van de smalste en breedste brug over de Ring rond Antwerpen, respectievelijk Posthofbrug en Jan Van Rijswijcklaan/Grote Steenweg.



Absoluut geluidsniveau, smalle brug. **Bron** UGent

Relevante conclusies geluidsonderzoek ifv de catalogus

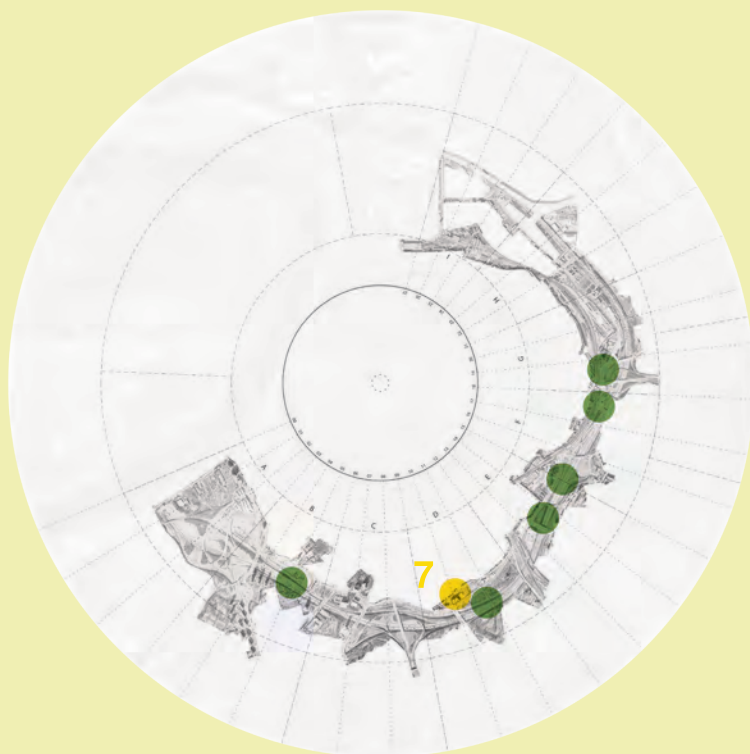
Uit het doctoraatsonderzoek komt onder meer dat geluidsmaatregelen (zoals een gesloten balustrade) een invloed hebben op hoe aangenaam of onaangenaam de ruimte op de brug wordt ervaren. **Daarnaast toont de studie aan dat het verzorgen van de inrichting van de brug vanaf een bepaalde geluidsreductie meer effect (aangenaamheid) zal hebben dan verder doorgedreven geluidsmaatregelen.** Zo werd bijvoorbeeld vastgesteld dat een groene inrichting van de zone voor voetgangers en fietsers beter scoorde dan een versteende aanleg. Ook werd vastgesteld dat de ruimte positiever werd gewaardeerd naarmate de balustrade hoger werd en een groter geluidseffect heeft, maar dat bij de hoogste balustrade (3m) deze waardering afneemt omwille van visuele redenen (waarschijnlijk het gebrek aan zicht op de omgeving).

Uit de doorrekening van de gesloten balustrade kan worden geconcludeerd dat:

- een gesloten balustrade van 1,5m hoogte een reductie geeft op de bijdrage van de Ring die het sterkst is vlak bij de balustrade en afneemt naar het midden van de brug toe;
- vlakbij de rand van de brug gaat het om een afname van 9 à 10 dB(A);
- in het midden van de brug neemt het effect af, maar worden toch nog reducties behaald van de bijdrage van de Ring van 6 à 7 dB(A). Het absoluut niveau op het midden van de brug is natuurlijk reeds lager dan aan de zijkant door de afschermende werking van het brugdek zelf.

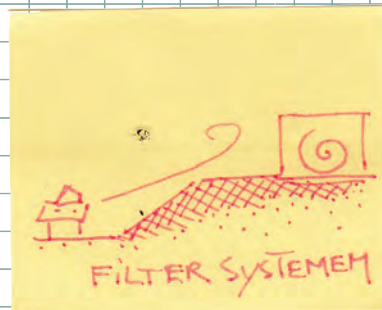
DE STUDIE TOONT AAN DAT HET
VERZORGEN VAN DE INRICHTING VAN
DE BRUG VANAF EEN BEPAALDE
GELUIDSREDUCTIE MEER EFFECT ZAL
HEBBEN DAN VERDER DOORGEDREVEN
GELUIDSMAATREGELEN.

7 — School de kRing



Bronnen

EMA, Rapport Luchtkwaliteit – de kRing, september 2016.



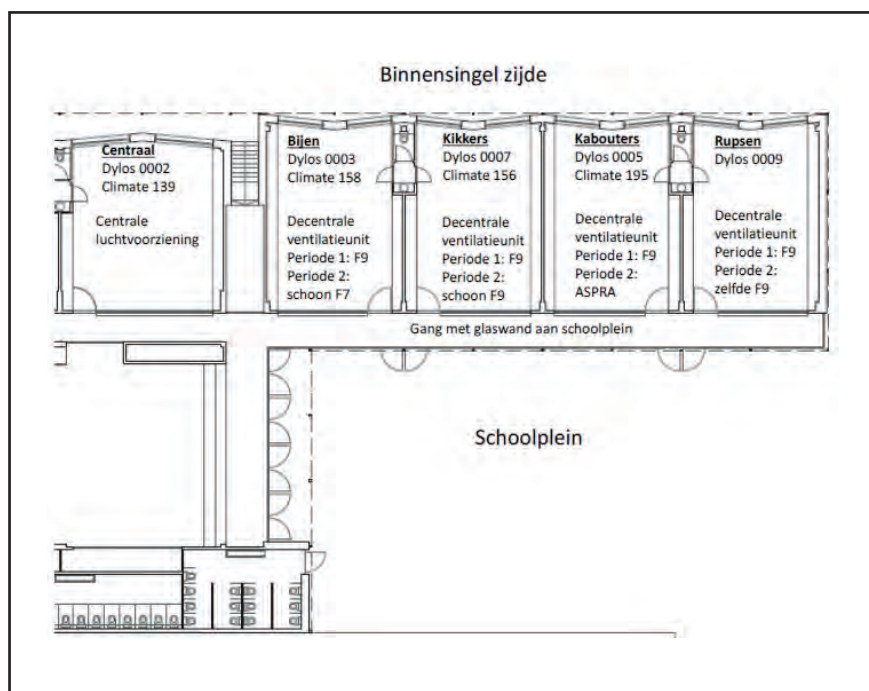
Context

De stad Antwerpen werkt aan een 'beoordelingskader luchtkwaliteit en geluidshinder bij planning van gevoelige bestemmingen'. Dit beoordelingskader wil op een pragmatische maar verantwoorde manier nieuwbouw- en verbouwingsprojecten van scholen en kinderdagverblijven voor kinderen beoordelen, met het oog voor de bestaande gezondheidsrisico's.

Om meer inzicht te krijgen in de efficiëntie en kostprijs van filtersystemen werd binnen deze context een testcase opgezet. De school 'de kRing' werd gekozen als testomgeving vanwege haar ligging naast de Singel en de Ring.

Onderzoek luchtkwaliteit

De school is uitgerust met een centraal- en decentraal luchtventilatiesysteem, voorzien van F9 filters. Gedurende 4 weken werden luchtkwaliteitsmetingen uitgevoerd met verschillende ventilatiesystemen en filters in 5 lokalen.

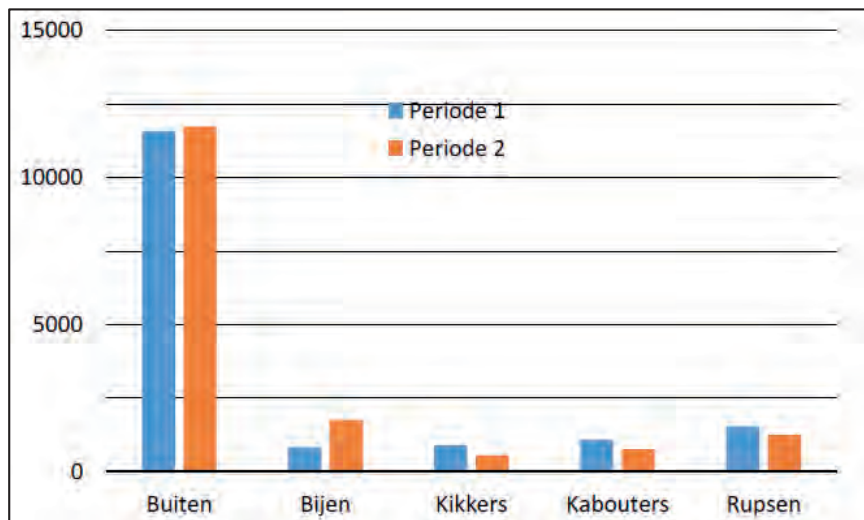
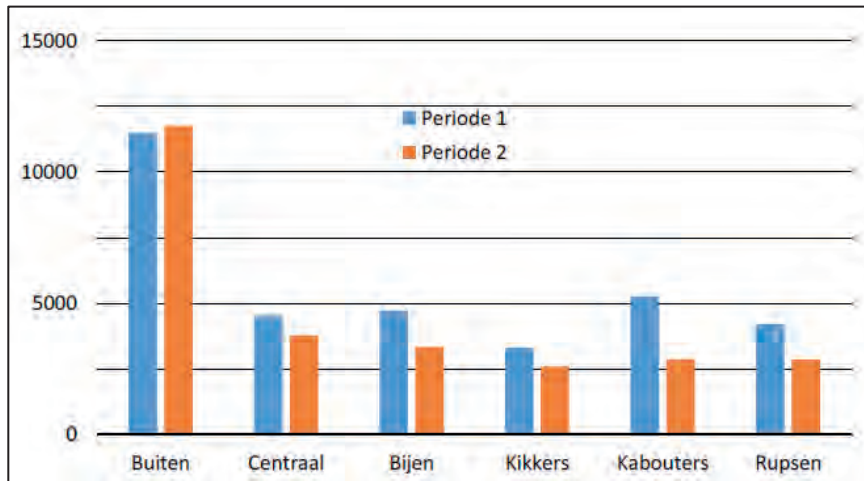


Configuratie klaslokalen met aanduiding meetapparatuur en filtertype per meetperiode.

Bron VFA Solutions

In de lokalen waar de filters waren geïnstalleerd werden de concentraties aan PM10 en PM2.5 continu gemonitord. In de eerste week werd ook de luchtkwaliteit buiten gemeten. Deze metingen tonen aan dat de luchtkwaliteit buiten niet goed was op het moment van de uitvoering. De PM10 concentraties binnen lagen echter over het algemeen veel hoger dan buiten en ver boven de norm. Dit omdat de kinderen in de klas zelf de grootste bron vormen (kledingstofdeeltjes, huidschilfers,). Eenzelfde conclusie geldt voor PM2.5 maar dan in mindere mate. Omdat de voornaamste bronnen zich in de klas bevinden kunnen de resultaten bijgevolg niet gebruikt worden om de efficiëntie van de filters te beoordelen.

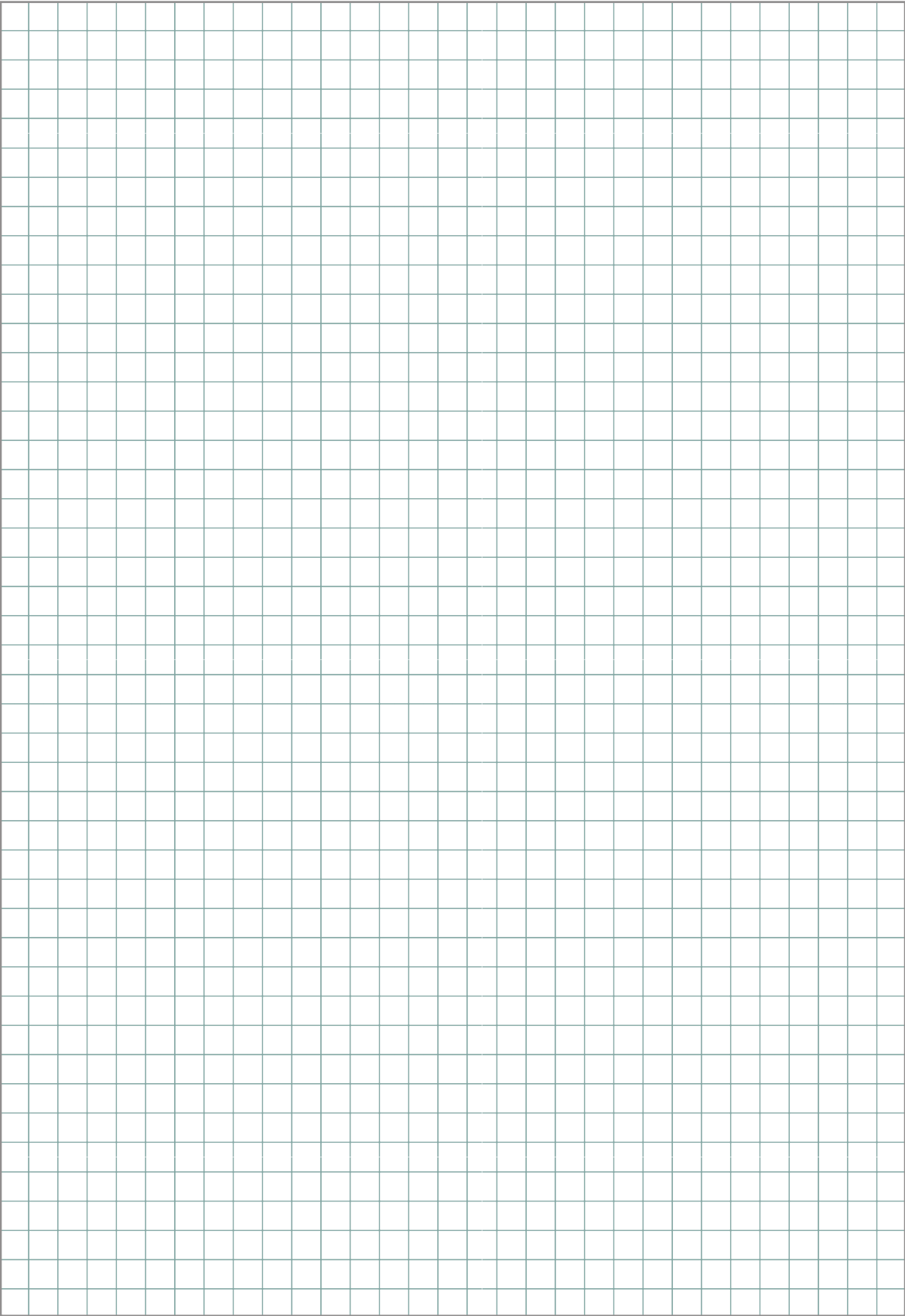
Universiteit Antwerpen voerde tegelijkertijd UFP metingen uit (fijnstof kleiner dan $0.1\mu\text{m}$). Deze metingen vertonen wel een groot verschil tussen binnen en buiten omdat het verkeer de belangrijkste bron is van UFP. Deze deeltjes zijn bovendien het meest schadelijk voor de gezondheid omdat ze diep in de longen en bloedbaan kunnen doordringen.

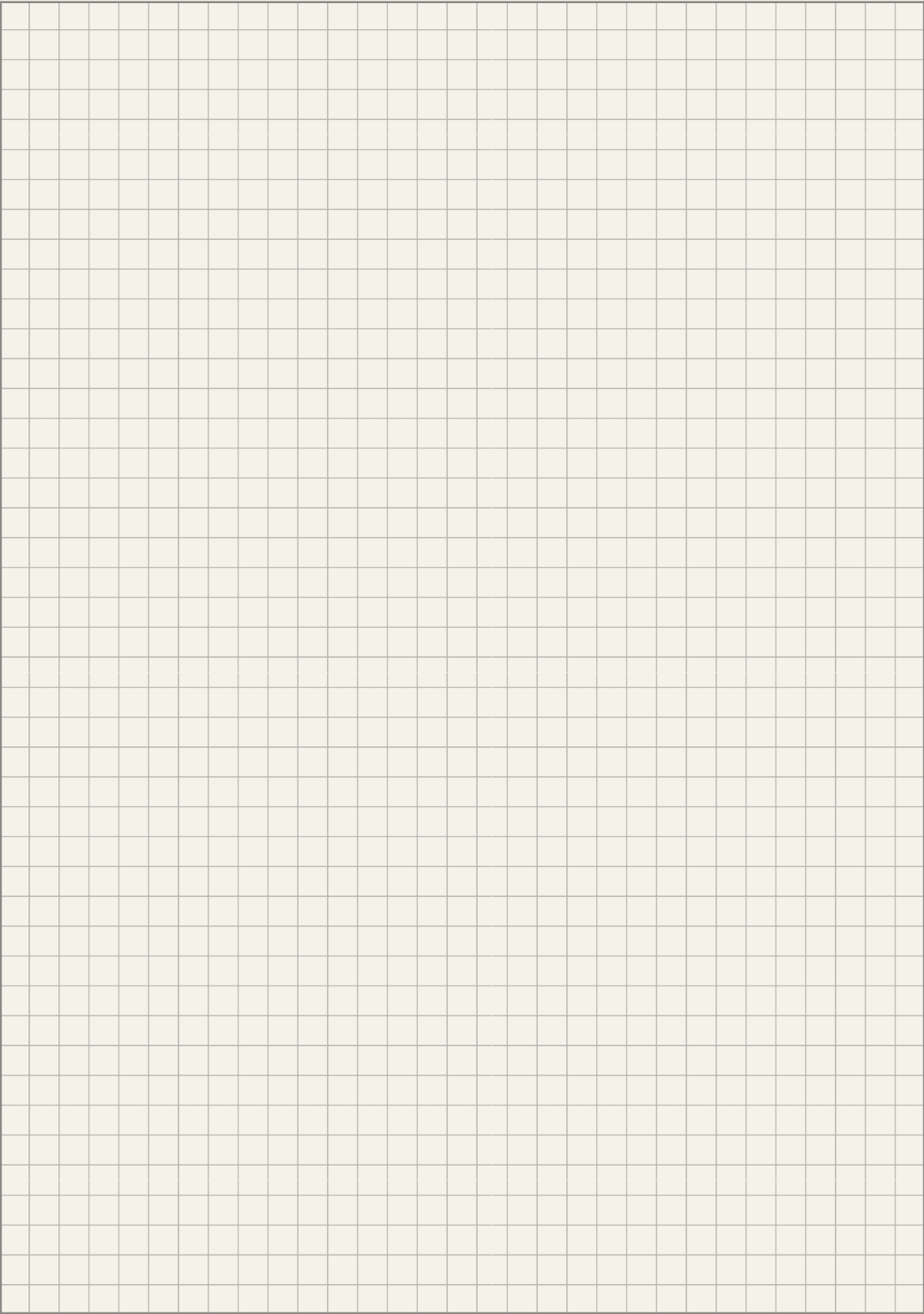


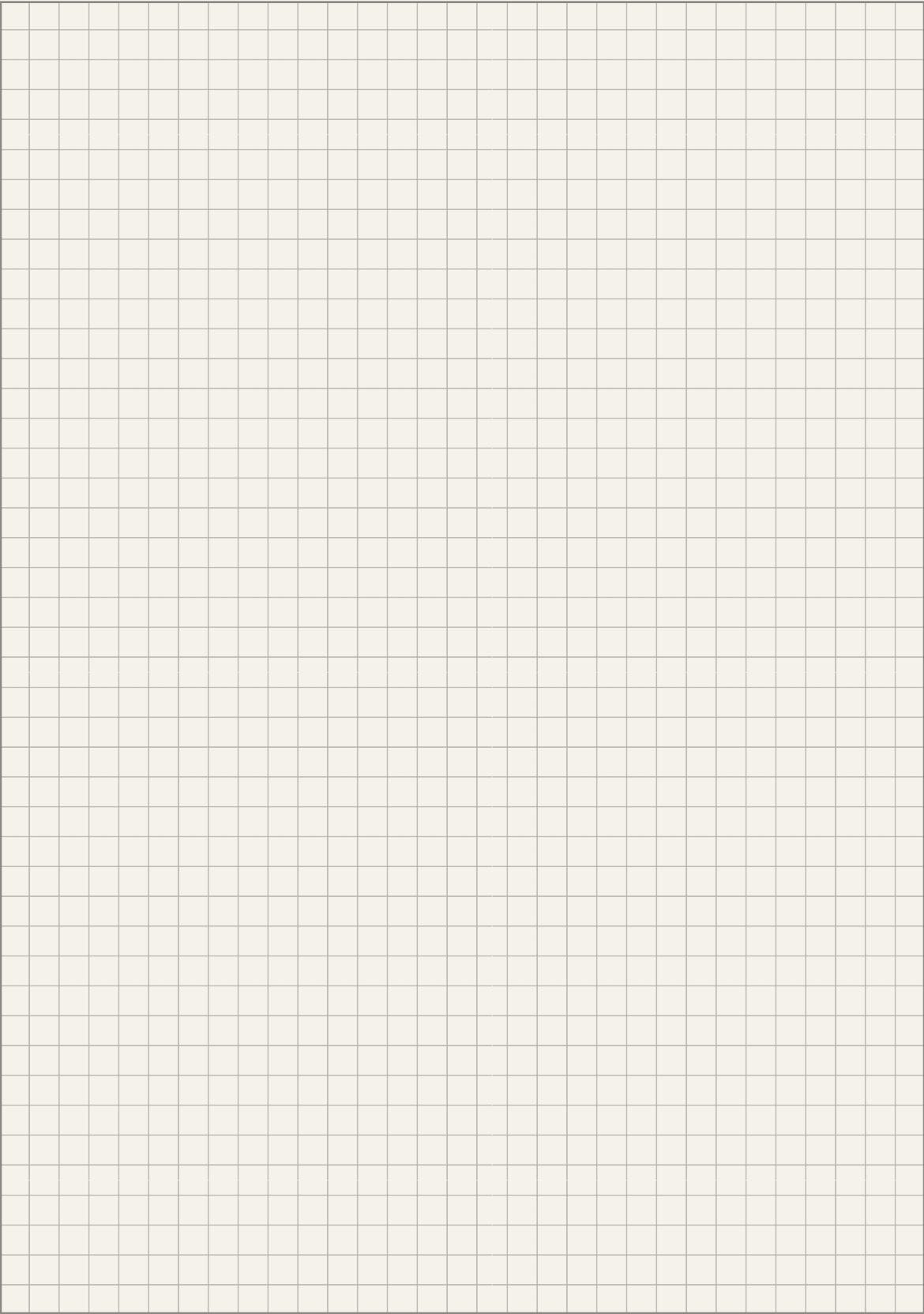
(Boven) Gemiddelde UFP concentratie voor de gehele meetperiode in de verschillende klaslokalen en buiten. (Onder) Gemiddelde UFP concentratie, gemeten in de instroom van de decentrale ventilatie-eenheden, voor de gehele meetperiode in de verschillende klaslokalen en buiten. **Bron** Universiteit Antwerpen

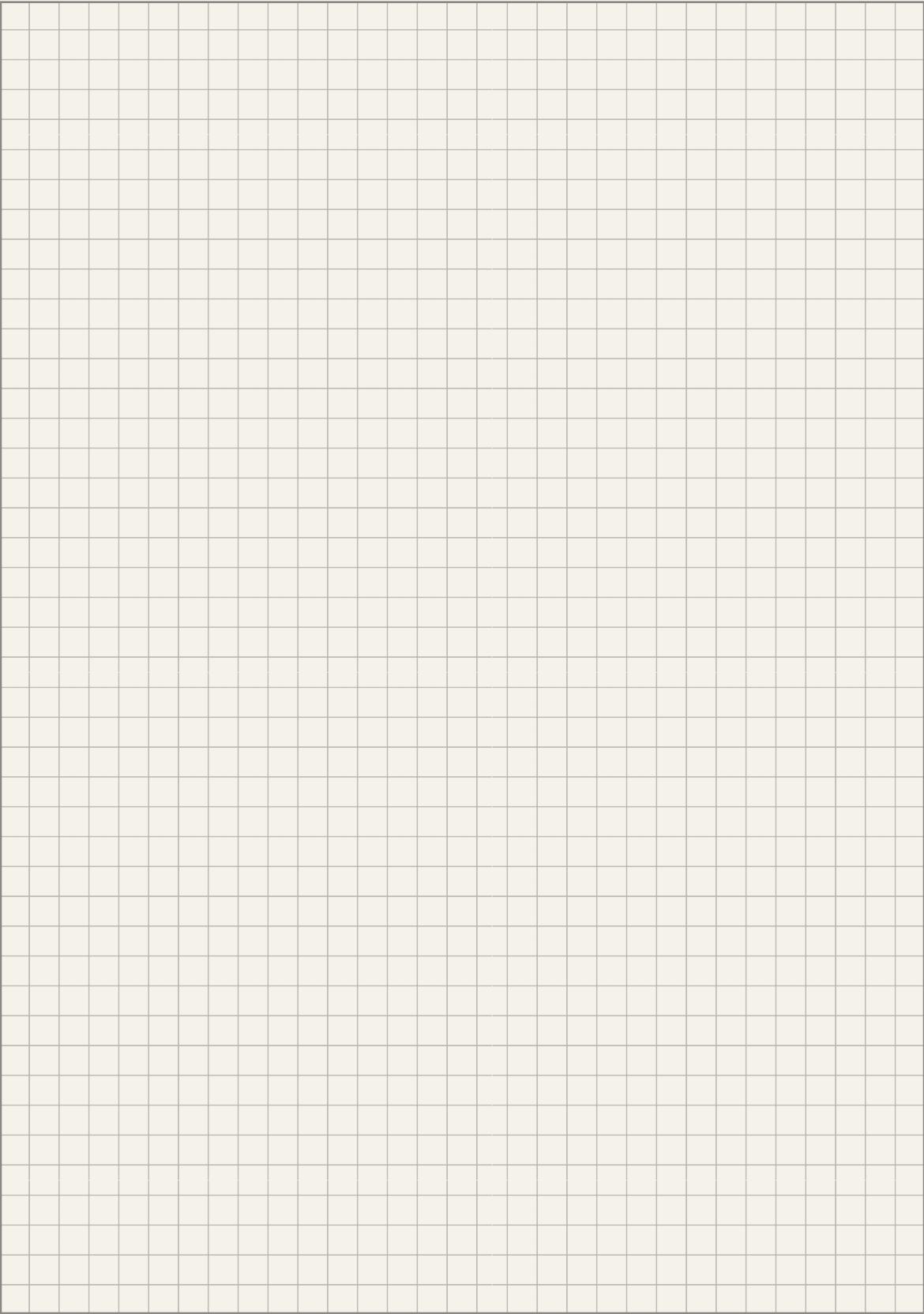
Relevante conclusies ifv de catalogus

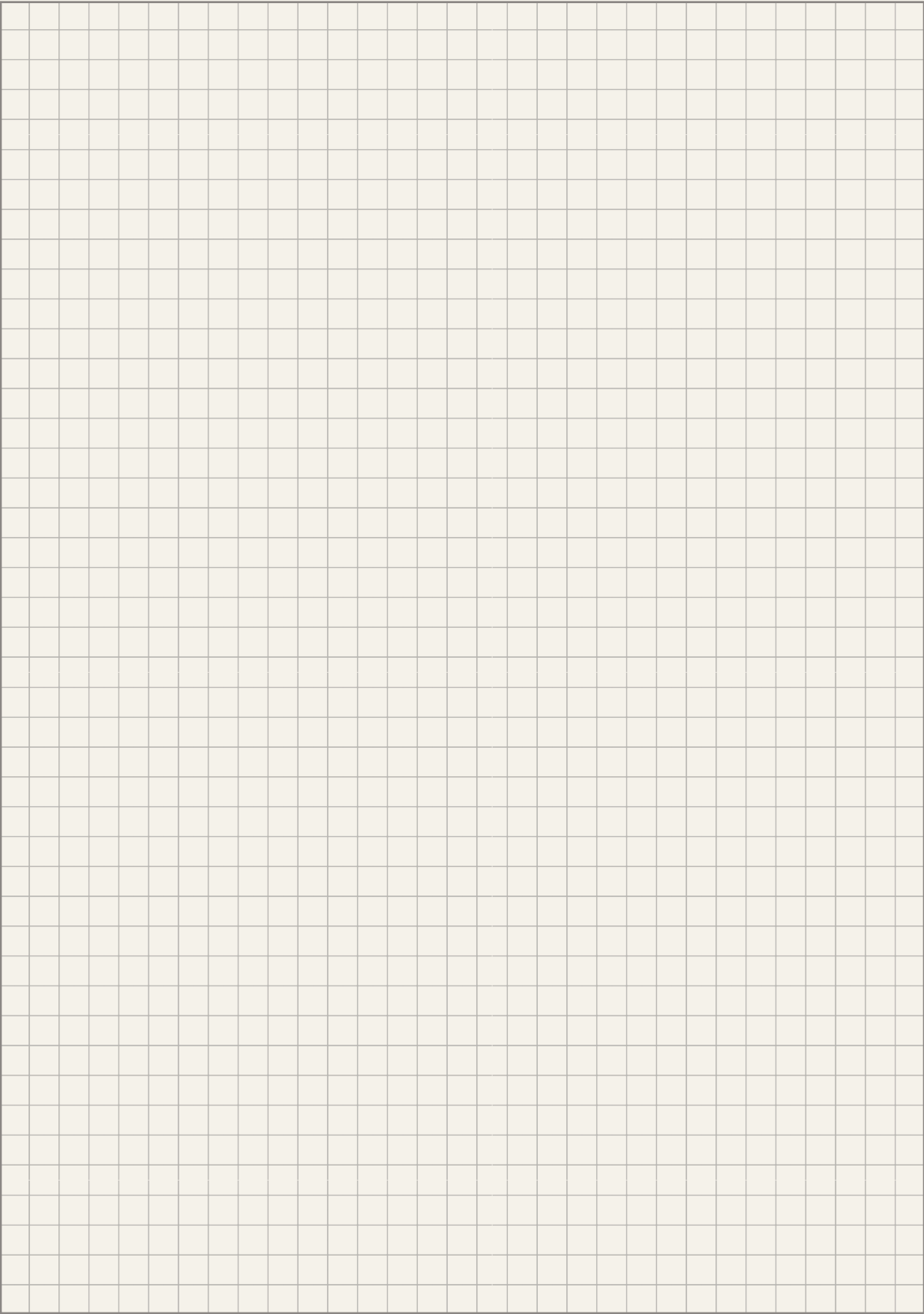
Uit de resultaten kunnen we concluderen dat de verschillende filters zorgen voor significant lagere UFP-concentraties dan buiten. De propere F9-filter scoort daarbij het best. Aangezien er ook op andere manieren UFP het lokaal binnen komt (ramen en deuren, activiteiten, ...) valt dit voordeel tov de goedkopere F7 filter gedeeltelijk weg. In een zwaarbelaste omgeving ($>40\mu\text{g}/\text{m}^3$) is het echter toch aangeraden een F9 filter te gebruiken. Het is belangrijk om op te merken dat de efficiëntie van de filters alleen kan behouden worden indien wordt voldaan een aantal randvoorwaarden mbt onderhoud. Daarnaast is het ook raadzaam deuren en ramen zoveel mogelijk gesloten te houden om de ventilatie en de filters zo efficiënt mogelijk te laten werken.











AG Stadsplanning Antwerpen, Overkappingsonderzoek Antwerpse Ring, 2012.

ANTEA, Nota bermen en taluds, 2016.

AWV ism Vlaams Bouwmeester, Geluidswerende maatregelen. Voorbeeldenboek voor gewestwegen in Vlaanderen, 2010.

AWV, Handboek vergevingsgezinde wegen, 2014.

DBA consult iov AG Stadsplanning Antwerpen, Geluidskaarten strategische ruimte Groene Singel ifv varianten Ring en Singel Antwerpen, 2012.

Erbrink, H., Hofschreuder, P., Janssen, S., Kuypers, V.H.M., De Maerschalk, B., Ruyten, F., de Vries, E.A., de Wolff, J. (2009) Flora-Vegetatie voor een betere luchtkwaliteit, Innovatieprogramma Luchtkwaliteit.

Gemeente Lansingerland, afdeling strategische Ontwikkeling, Handreiking bouwen op geluidsbelaste locaties in Lansingerland. Mei 2009.

HOSANNA project, Brochure. Novel Solutions for quieter and greener cities. 2007-2013

Hooghwerff et al. 2009, Innovatieprogramma Luchtkwaliteit, Toepassingsadvies schermen, Rapportnummer IPL-1b.

Lefebvre et al. Vito, Tritel, Tractebel Engineering in opdracht van stad Antwerpen- Stadsontwikkeling milieu. Eindrapport. Voorstel van maatregelen om de luchtkwaliteit te verbeteren en de geluidshinder te beheersen in de stad Antwerpen: Maatregelenfiches. Maart 2011.

Regeling van de Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer van 8 november 2007, nr.LMV 2007.109578, houdende regels mbt het beoordelen van luchtkwaliteit (Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007).

Stad Antwerpen, Overkappingsonderzoek. Deel 2: strategische overkappingen. 2015

Stadsontwikkeling EMA, Geluidsactieplan Antwerpen 2014-2019. Een aanpak op maat. September 2014.

Stadsregio Rotterdam; Handreiking. Bouwen op ge geluidbelaste locaties; mei 2011

Technum, Ecologische studie Groene Singel. Literatuurstudie en landschappelijke waardebeoordeling. 2009.

Technum, VITO, Analyse van omgevingslawaaï en luchtverontreiniging in functie van ruimtelijk beleid. Eindrapport deel 1. Oktober 2015.

Tempera, Het is normaal dat het hier lelijk is, Belevingsonderzoek, 2011.

Tractebel iov AG VESPA, Opwaardering dwarsverbindingen Ring, Studierapport, 2016.

T. Van Renterghem, D. Botteldooren, On the choice between walls and berms for road traffic noise shielding including wind effects. In landscape and urban planning 105 (2012) 199-210

T.Van Renterghem, D. Botteldooren, "View on outdoor vegetation reduces noise annoyance for dwellers near busy roads.", Landscape and urban planning, 148, p203-2015, 2016.

T.Van Renterghem, D.Botteldooren, "Effect of a Row of Trees Behind Noise Barriers in Wind" in ACTA ACUSTICA UNITED WITH ACUSTICA, Vol. 88 (2002) 869 – 878, 2002.

T.Van Renterghem, "Guidelines for optimizing road traffic noise shielding by non-deep tree belts", Ecological Engineering, 69, p276-286, 2014.

T. Van Renterghem, M. Hornikx, J. Forssen, D. Botteldooren, "The potential of building envelope greening to achieve quietness", Building and Environment, 61, p34-44, 2013.

TV MAKH, Beeldkwaliteitplan Groene Singel, 2014.

TV Makh, Ecopassage E313, studie onderdoorgang in functie bouwaanvraag, 2016

TV Makh, Voorontwerp landschap en concept poorten Turnhoutsepoort, 2016.

UGent iov AG Stadsplanning, Dimensionering berm ter reductie van wegverkeerslawaaier hoogte van kinderdagverblijf Opsinjoorke, juli 2011.

UGent iov AG Stan, Nieuw Zurenburg. Eindverslag geluidstudie fase 1; april 2010

UGent iov AG Stan, Nieuw Zurenburg. Impactstudie verkeersscenario's en gedetailleerde simulaties overkapping.

UGent iov AG Stan, Geluidstudie Singel Noord. Maart 2012

UGent iov AG Stan, Singel Noord: effect verzonken snelweg en middenschermer. Juni 2011

UGent iov AG VESPA, Case studies geluid Groene Singel, 2016.

VITO iov AG Stan, Invloed schermwoningen op luchtkwaliteit Nieuw Zurenburg. Maart 2012

VITO iov EMA, Eindrapport. Uitwerken van een aanpak om vegetatiestructuren in te zetten met het oog op de verbetering van het stedelijk leefklimaat. Literatuuroverzicht. Oktober 2016

VITO, Opmaak van een hittekaart en analyse van het stedelijke hitte-eiland effect voor Antwerpen (2013)

VITO (RENOVAIR), Verkennend onderzoek naar de binnenmilieukwaliteit in gebouwen na (energie-efficiënte) renovaties, 2015 (vertrouwelijk)

Vlaamse overheid, Stad Antwerpen, Haven Antwerpen.. Actieplan fijn stof en NO₂ in de Antwerpse haven en de stad Antwerpen. Periode 2014-2018. Februari 2014.

Vlaamse overheid, Beleidsdomein Mobiliteit en Openbare Werken, Agentschap Wegen en Verkeer. Technische handleiding voor geluidswerende constructies. Versie 31/03/2015.

Vlaams-Nederlands Interregproject Functioneel Groen. Handboek Schone lucht. Groen en de luchtkwaliteit in de stad. 2013

WHO, Burden of disease from environmental noise, 2011.

Witteveen + Bos iov AG Stadsplanning Antwerpen, Bouwtechnisch onderzoek gedeeltelijke overkapping Antwerpse Ring. 2011.

LITERATUUR LIJST

INDEX

Maatregelen die werken op de afscherming van de overdracht van milieuhinder tussen bron en ontvanger

Landschappelijke berm: synthese p 19-29, 44-47, maatregelenfiche p 56-64, cases p 144-153, 156-163, 172-178, 180-186, 188-199;

Stelle berm (canyon): synthese p 19-29, 44-47, maatregelenfiche p 60-64, cases p 144-153, 156-163, 172-178, 180-186, 188-199;

Schermen: synthese p 19-29, maatregelenfiche p 66-69, cases p 156-170, 172-178, 180-186, 214-218;

Overkraging: synthese p 19-29, maatregelenfiche p 70-73, cases p 156-170;

Middenberm: synthese p 19-29, 44-47, maatregelenfiche p 74-77, cases p 144-153, 188-199;

Vegetatie: synthese p 19-29, 44-47, maatregelenfiche p 78-85, cases p 144-153, 156-170, 172-178, 188-199;

Maatregelen die werken op de bescherming van de ontvanger

Nieuwe gebouwen: synthese p 19-29, 44-47, maatregelenfiche p 90-94, cases p 156-170;

Groendaken- en gevels: synthese p 19-29, 44-47, maatregelenfiche p 96-99;

Gevelisolatie en filtersystemen: synthese p 19-29, 44-47, maatregelenfiche p 100-103, cases p 220-226;

Maskeren: synthese p 19-29, maatregelenfiche p 104-106;

Afstand houden: synthese p 19-29, maatregelenfiche p 108-110;

Maatregelen die werken op het verminderen van de barrièrewerking

Herinrichting bruggen: synthese p 19-29, 44-47, maatregelenfiche p 114-119, cases p 204-218;

Verbreiding bruggen: synthese p 19-29, 44-47, maatregelenfiche p 120-125, cases p 204-218;

Nieuwe bruggen: synthese p 19-29, 44-47, maatregelenfiche p 126-130, cases p 188-202;

Langsverbindingen: synthese p 19-29, 44-47, maatregelenfiche p 132-136, case p 204-218.

COLOFON

Deze catalogus werd opgemaakt in opdracht van de intendant voor de leefbaarheid in de Ringzone door AG VESPA ism stad Antwerpen en onderworpen aan een externe peerreview door Universiteit Gent – onderzoeksgroep Waves en VITO.

Datum: maart 2017

Contactpersoon:

Kitty Haine - Programma-expert Groene Singel AG VESPA

Kitty.haine@vespa.antwerpen.be

VU: Jos Goossens – AG VESPA

Generaal Lemanstraat 55 bus 4, 2018 Antwerpen



 **over de ring**

