

COMPLEXE STADSPROJECTEN

draaiboek

Naam website KCVS

FUNCTIONEEL GROEN EN VERPLAATSEN
OOSTERRING

Oorspronkelijke naam document

Advies luchtgroen Oosterring bij Sledderlo te Genk

Project

Lo2020 Genk



2010-203

ADVIES LUCHTGROEN OOSTERRING BIJ SLEDDERLO TE GENK

Versie: CONCEPT rapport

15 februari 2011

Opgesteld door:
Peter Schildwacht
Pauline de Koning
Janneke van de Wetering



INHOUDSOPGAVE

Inhoudsopgave.....	1
Inhoudsopgave.....	2
1. Inleiding	3
Kader.....	3
Aanleiding	3
Doelstelling	4
Aanpak	4
Leeswijzer	4
2. Analyse Locatie Oosterring bij Sledderlo	5
Ligging van ontwerpgebied	5
Milieu.....	5
Luchtkwaliteit	5
Landschap en aanwezige beplanting	6
Conclusies uit de locatie analyse	8
3. Theoretische basis voor luchtgroen	9
Basisprincipes luchtverontreiniging	9
Gezondheid	9
Opwaartse stuwning van luchtstromen.....	9
Porositeit en gladheid	10
Orderingsprincipes luchtstuwning	11
Filtering	11
Soortkeuze.....	12
Porositeit	12
Sturing versus Filtering	12
Conclusies	13
Hagen versus schermen	12
4. Onderzoek toepassen Luchtgroen langs de Oosterring	14
Locatie.....	14
Stromings-ontwerpprincipes	15
Afmeting ontwerpgebied	16
Vorm	16
Geluideffect.....	19
Ontwerpkeuze.....	20
5. Conceptontwerp.....	21
6. Geluidsadvies	24
Analyse bestaande situatie	24
Geluid.....	24
Effectiviteit van groen op geluidsreductie	24
Bomen of struikenrij	25
Hagen.....	25
Groenadvies voor geluidseffect op de ontwerplocatie	25
7. Beplantingsadvies	22
8. Aandachtspunten Inrichting en beheer.....	23
9. Bronvermelding	26



1. INLEIDING

Kader

De stad Genk, de provincie Limburg (B), de Provinciale Hogeschool Limburg (PHL) en het Centrum voor Natuur en Landschap (CNL) werken samen in dit project, dat onderdeel uitmaakt van het Interreg project 'Toepassen Functioneel Groen'. De stad Genk is externe partner van het Interreg project en heeft zich vanaf het begin als geïnteresseerde van de op te bouwen kennis gepresenteerd. Deelname aan "Toepassen Functioneel Groen" houdt in dat gebruik gemaakt kan worden van de kennisuitwisseling tussen Vlaamse en Nederlandse steden.

CNL en PHL nemen de kennisoverdracht van de, in dit project opgebouwde, kennis op in hun leerprogramma's. CNL is de opdrachtgever van deze innovatieve mogelijkheid. De provincie is medefinancier en geïnteresseerd in het breder inzetten van de oplossing. BELW Advies levert het luchtgroen advies en ontwerp en assisteert bij de communicatie en kennisoverdracht.

Het Interregproject "Toepassen Functioneel Groen" is een samenwerkingsproject van Vlaamse en Nederlandse partners (overheid) dat loopt tot half 2012. Functioneel groen is groen dat vanwege een technische of sociale functie wordt ontworpen en uitgevoerd. Hierbij staat het verbeteren van de leefkwaliteit voorop. De verschillende functies zijn o.a. mitigerende en adaptieve maatregelen mbt het klimaat, verbeteren van de luchtkwaliteit en het versterken van de sociale cohesie. In het kader van het Interregproject vindt begin 2011 een toetsing plaats van de luchtgroene vegetatiestructuur met een modelmatig programma, waarin de kwaliteit van de technische toepassing van groen voor de verbetering van de lucht- en leefkwaliteit wordt beoordeeld. Het ontwerp van Genk zal daar ook in worden meegenomen.

De Oosterring is een gewestweg, dus aanpassingen van de weg zijn in opdracht van gewest. De stad Genk stemt af met het Gewest Vlaanderen vanuit het belang van aanpak milieu overlast in de woonwijk Sledderlo te Genk.

Aanleiding

Het woongebied Sledderlo aan de oostzijde van de Oosterring wordt verder ontwikkeld. Het stedenbouwkundig masterplan LO2020 voorziet in de bouw van nieuwe woonblokken en de huidige woongebieden worden verbeterd. Er is aandacht voor sociale, fysieke en milieukundige problemen. De huidige en toekomstige bewoners van Oud en Nieuw Sledderlo dienen reeds nu, vooruitlopend op de uitwerking van het masterplan LO2020 beter beschermd te worden tegen deze uitstoot. De Oosterring (N750) wordt ter hoogte van Sledderlo, bij de





rotonde bij de Henry Fordlaan en ALZ (Arcelor Mittal) aangepast. De gescheiden rijstroken worden dichter naast elkaar gelegd, waardoor de berm aan de oostzijde van de weg, bij de entree naar Sledderlo veel breder wordt. De stad Genk vraagt een advies voor een berminrichting met een positieve bijdrage aan een betere luchtkwaliteit en mogelijk ook aan het verminderen van het geluidsniveau in de wijk.
[kaartje basis]

Doelstelling

De huidige bewoners van Sledderlo ervaren overlast van het verkeer en van de metaalindustrie aan de westzijde van de Oosterring. De groene ingreep langs de Oosterring moet bijdragen aan de leefkwaliteit van de huidige en toekomstige bewoners.

Het doel is een groenontwerp te maken voor de berm langs de Oosterring, dat een positieve bijdrage levert aan het verbeteren van de luchtkwaliteit, zo mogelijk in combinatie met het reduceren van de geluidbelasting.

Eén of twee representatieve wegprofielen met het luchtgroen ontwerp worden vervolgens geanalyseerd in een luchtkwaliteitmodel om de effectiviteit voor de luchtkwaliteit nader te voorspellen. Het ontwerp wordt zo nodig aangepast op basis van de resultaten uit de modellering.

Aanpak

Uitleg wat, waar
Principes en waardering
Theoretische onderbouwing
Concept ontwerp

Leeswijzer

Dit rapport behandelt eerst de huidige situatie van de onderzoeks- en ontwerplocaties voor functioneel groen in een analyse (hoofdstuk #). Vervolgens wordt in hoofdstuk # toegelicht wat luchtgroen inhoudt en op welke manier luchtgroen een positief effect heeft op de luchtkwaliteit. Deze principes worden toegepast op inrichting van de bermen langs de Oosterring (hoofdstuk #). In het conceptontwerp wordt de luchtgroenstructuur geoptimaliseerd, zodat ook wordt voldaan aan eisen voor de verkeersveiligheid, landschappelijke inpassing en beschikbare ruimte in het wegprofiel (hoofdstuk #). In hoofdstuk # wordt ingegaan op de geluidsreducerende mogelijkheden van groen. Voorbereidend op de uitvoering van het ontwerp, wordt een beplantingsadvies gegeven en een advies voor beheer en inrichting.



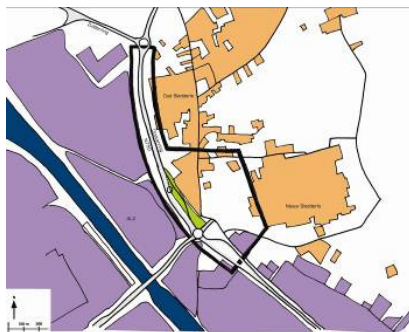
2. ANALYSE LOCATIE OOSTERRING BIJ SLEDDERLO

In deze analyse komen achtereenvolgens aan bod:

- Ligging van het ontwerpgebied
- Milieu: luchtkwaliteit en geluid
- Landschap en aanwezige beplanting

Ligging van ontwerpgebied

Ten zuidoosten van de kern van de stad Genk ligt de wijk Sledderlo-Zuid, deze wordt omzoomd door bosgebieden en de Oosterring, de provinciale weg N750. Aan de andere zijde van deze weg ligt het industriegebied Genk Zuid met o.a. de Kolenhaven. De stad Genk heeft een masterplan laten ontwikkelen voor de ontwikkeling van Sledderlo. Hierbij gaat het om het vergroten van de wijk en het verbeteren van de infrastructurele en groene verbindingen.



[kaartje focus]



[plankaart LO2020]

Op de kruising van de Oosterring met de Henry Fordlaan is recentelijk een nieuwe rotonde aangelegd ter verbetering van de verkeersdoorstroming. In het ontwerp voor de verlegging van de rijbaan is ruimte gecreëerd tussen de weg en de wijk Sledderlo. Door het verplaatsen van de noordoostelijke rijbaan richting de zuidwestelijke komt een brede berm vrij. Deze berm is het ontwerpgebied voor dit project.

Het aangegeven aandachtsgebied is veel groter dan dat bermgedeelte, omdat de invloed van de luchtgroenprincipes en het ontwerp groter is dan de vrijkomende berm. Voor het ontwerp wordt een groter aandachtsgebied bekeken. Dit gebied reflecteert de omgeving waarin de problemen die hieronder worden aangekaart reëel zijn en waar een aanzet voor een oplossing geven wordt.

Milieu

LUCHTKWALITEIT

De lokale bronnen voor fijnstof die effect hebben op de woonwijk Sledderlo zijn: de bedrijven (o.a. het metaalverwerkend bedrijf ALZ), het verkeer op de Oosterring en het kanaal.

[kaartje bronnen]

Twee maal per jaar wordt de luchtkwaliteit gemeten. Hierbij worden de zware metalen die zich in het fijnstof





bevinden gemeten. Fijnstof en ultrafijnstofconcentraties zijn nog niet gemeten in deze regio.

De voornaamste bron van lokale luchtverontreiniging die van invloed is op de woonwijk Sledderlo, is een diffuse bron van het fabrieksterrein die op het schaal niveau van de weg en de wijk als een puntbron gezien kan worden. De puntbron van zware metalen bestaat uit meerdere bronnen op het terrein van de fabriek: schoorstenen, opslag, laad- en losplaatsen.

De luchtverontreiniging met zware metalen (nikkel en chroom) van voornamelijk de staalfabriek ALZ veroorzaakt het grootste probleem voor de luchtkwaliteit in de wijk Sledderlo. De uitstoot van het bedrijf blijft weliswaar onder de gestelde emissiewaarden volgens de milieuvergunning, de immissie in de woonwijk is te hoog (milieunorm voor omwonenden).

'De algemene luchtkwaliteit in de regio Genk-Zuid valt weliswaar binnen de normen, maar er zijn sterk lokale problemen met de luchtkwaliteit. Nikkel, chroom en cadmium zitten in fijn stof in de buurt van ArcelorMittal, pcb's komen voor in de buurt van het recyclagebedrijf Stelimet,' zegt Mie Van de Kerkchove. Peter Dupont, Het Nieuwsblad, 27-1-2009

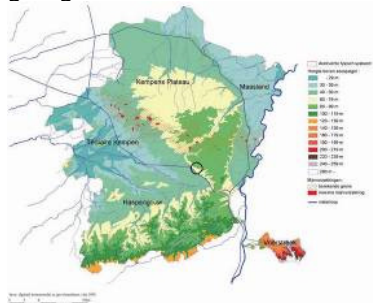
VITO heeft in opdracht van het bedrijf een studie uitgevoerd die zich focust op een bronnenonderzoek op het bedrijfsterrein betreffende uitstoot van nikkel, chroom en fijn stof. Naast karakterisatie van de locatie en omvang van de bronnen, zowel geleid als diffuus, is een lijst van mogelijke remediërende maatregelen opgesteld. Het metaalbedrijf neemt maatregelen ter vermindering van de overlast, zoals het verhogen van de schoorstenen om menging met schonere lucht te bevorderen en maatregelen om stuivend (metaal)stof op de laad- en loslocaties tegen te gaan.

Uit nieuwe metingen blijkt dat de concentraties zware metalen - cadmium, zink, mangaan en chroom - in de omgeving van staalfabriek Arcelor Mittal, het vroegere ALZ, gedaald zijn. Wel zijn er nog hoge nikkelwaarden gemeten. Om die tegen te gaan, wordt de schouw van het bedrijf op voorstel van het Vlaams Instituut voor Technologisch Onderzoek (VITO) verhoogd. Met de nieuwe schouw wordt het fijn stof meegenomen door de wind en verdund afgezet. Verder wordt de huidige luchtkoeling vervangen door een waterkoeling. De werken zullen eind volgend jaar klaar zijn.

Bron: ABVVmetaal.be, 21 juni 2010

Landschap en aanwezige beplanting

Het landschap rondom Sledderlo wordt gekenmerkt door het Kempisch Plateau. Dit plateau en zijn stijrand zijn visueel en fysiek een belangrijk landschappelijk element. Wanneer men op de Oosterring naar het zuiden rijdt richting de rotonde bij ALZ daalt men vele meters en ervaart men dat de weg deels verlaagd ligt ten opzichte van het ten oosten gelegen Sledderlo.



[hoogtekaart en groenkaart]

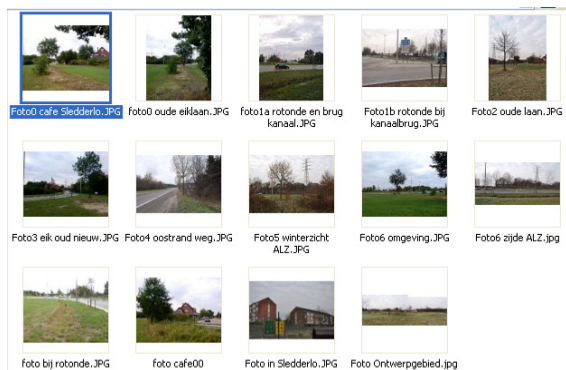


Het dennenbos op het plateau is aangeplant tijdens een bebossingcampagne uit de jaren '50 en '60 en bestaat uit Corsicaanes en grove dennen, aangevuld met zomereik en es. Er is geen overgangszone tussen de woonwijk en het bos. De groenstructuur van de Oud-Sledderlo en Terboekten kenmerkt zich door een rijkere mix aan loofbomen, naaldbomen en open ruimtes met vergezichten.

Langs de Oosterring is momenteel een gemengde opgaande beplanting met onder andere grove den, eik, acacia, berk en lijsterbes. Vanaf de rotonde, richting het noorden is zomereik (*Quercus robur*) langs de gescheiden weghelpten geplant. Tussen de rijstroken is een volwassen beplanting aanwezig. Verderop komen de rijbanen weer bij elkaar met een ruime middenberm van circa 4 meter breed. Waar dat mogelijk is, wordt de bestaande beplanting in het luchtgroenontwerp zo veel mogelijk gehandhaafd, mits dit geen negatief effect heeft op de luchtkwaliteit of het geluidsniveau.

In het ontwerp gebied bevindt zich een stuk plantsoen dat door de verleggen van de oostelijke weghelpt zal verdwijnen. Verder staan er eiken die vrij recentelijk langs de nieuwe bocht zijn aangeplant en er staan twee rijen eiken die het tracé van de oude weg volgen.





[Foto's van het hele gebied Sledderlo]



[kaartje vd fotoplekken]

In het masterplan LO2020 wordt aangegeven dat het bestaande groen in en rond Nieuw-Sledderlo getransformeerd zal worden tot een gevarieerder en meer open groenstructuur. In de beplantingskeuze kan mogelijk nog aangesloten worden op de voorgestelde beplanting uit dit luchtgroenadvies.

Conclusies uit de locatie analyse

- De maat van het ontwerpgebied langs de Oosterring biedt een bruikbare ontwerpruimte nabij de luchtvervuilingsbron.
- Zowel de industrie als de weg en het kanaal zijn producenten van het schadelijke fijnstof. De ALZ stoot daarnaast zware metalen uit, welke aan de fijnstofdeeltjes hangen.
- De huidige en toekomstige bewoners van Oud en Nieuw Sledderlo dienen reeds nu, vooruitlopend op de uitwerking van het masterplan LO2020 beter beschermd te worden tegen deze uitstoot. De groene maatregel die ontworpen kan worden, moet passend zijn in het landschappelijke karakter van de Oosterring en Sledderlo. Hoogteverschillen en aangeplant (naald)bos zijn typerend voor de omgeving.



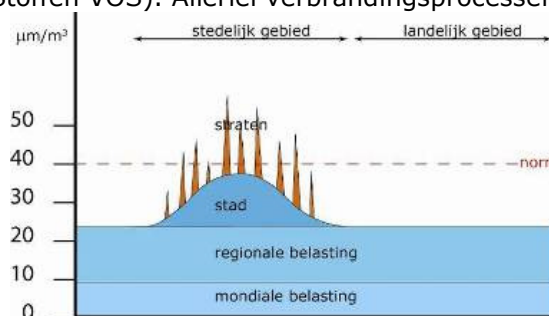
3. THEORETISCHE BASIS VOOR LUCHTGROEN

In dit hoofdstuk worden de werkingsprincipes voor toepassing van luchtgroen beschreven. Deze toelichting geeft inzicht in de effecten van functioneel groen op de luchtkwaliteit. In de volgende hoofdstukken worden de theoretische principes uitgewerkt naar de locatie-specifieke mogelijkheden en de kwalificatie daarvan.

Basisprincipes luchtverontreiniging

Luchtverontreiniging is niet zichtbaar, maar wel overal aanwezig. Afhankelijk van de grootte van de deeltjes kun je spreken over grof stof, fijnstof (PM_{10}), ultrafijn stof ($< PM_{2,5}$) en gassen (NO_x , Vluchtige Organische Stoffen VOS). Allerlei verbrandingsprocessen, slijtageprocessen en andere menselijke en natuurlijke processen veroorzaken gassen en zeer kleine deeltjes die bijdragen aan luchtvervuiling.

[Opbouw van luchtverontreiniging. Luchtverontreiniging op een bepaalde locatie is opgebouwd uit deeltjes van verschillende origine: de wereldwijde bijdrage van o.a. industrie, een nabije haven, de stedelijke processen en lokale bronnen, zoals het autoverkeer op de weg.]



GEZONDHEID

Luchtverontreinigingen veroorzaken gezondheidsrisico's voor mens en aantasting van natuur. Voor verschillende typen luchtverontreiniging zijn wettelijke normen opgesteld, zodat risico's voor schade worden beperkt.

Aan de fijnstofdeeltjes kleven chemische elementen, zoals zware metalen, die de veroorzaker kunnen zijn van allerlei ziektes bij de mens.

De maatregel 'Luchtgroen' is een specifiek ontworpen vegetatiestructuur, die een positieve invloed heeft op de luchtkwaliteit. In het figuur zijn de piekbelastingen van lokale bronnen terug te vinden. Op de plaatsen met een piekbelasting kan luchtgroen als lokale oplossing toegepast worden. Luchtgroen kan echter ook ingezet worden om de achtergrondconcentratie (regionale en mondiale belasting bij elkaar opgeteld) te verminderen. Voor beide methodes gelden andere achterliggende principes. Beide zijn te kwantificeren door middel van modelleringen, dat is niet in dit rapport opgenomen.

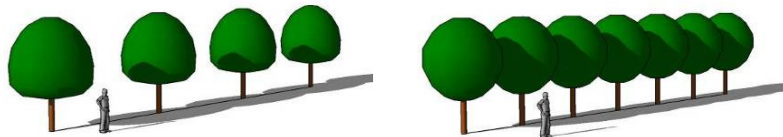
Opwaartse stuwing van luchtstromen

Een gebied dat te lijden heeft van luchtverontreiniging van een lokale vervuilsbron, kan worden ontlast door het verdunnen van de lokale verontreinigde lucht met schonere lucht. Door opwaartse stuwing te bevorderen, vindt deze menging met hogere luchtlagen plaats. Dit vermindert of voorkomt overlast van de luchtvervuiling in het leefgebied. Ook door het bevorderen van ventilatie (het tegengaan van tunnelvorming) kan de verontreinigingsconcentratie verminderd worden.

Een dichte lijnvormige, ononderbroken barrière is het meest effectief voor opwaartse stuwing. Een dergelijke dichte barrière kan ook door beplantingsstructuren gevormd worden. Een aaneengesloten groene structuur is wat betreft effect op de luchtkwaliteit vergelijkbaar met een dichte geluidswal. Een onderbroken lijnstructuur door uitval van beplanting of door uitritten of zijstraten functioneert veel minder goed dan een



aaneengesloten lineaire structuur. Belangrijk is dat de plantafstand in combinatie met de grootte van de geplante vegetatie een dichte (lijn)structuur vormt.



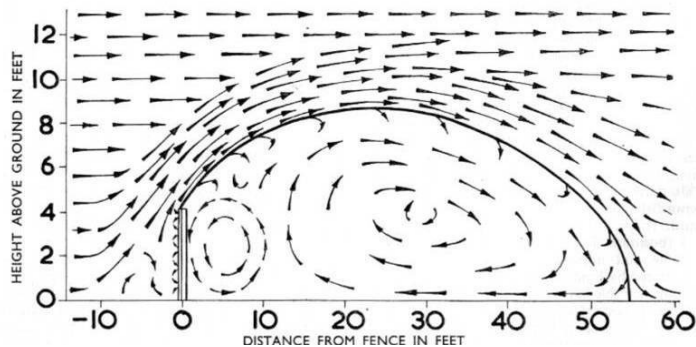
[Niet functionele laanstructuur, te open.] [Goede structuur door gesloten rij.]

POROSITEIT EN GLADHEID

De porositeit, doorstroombaarheid, van de plant en van de structuur mag voor een opstuwende werking niet te groot zijn. Een zo hoog mogelijke aerodynamische weerstand zorgt voor een goede verticale sturing, met andere woorden een zo laag mogelijke porositeit. Voor een goede sturing van luchtstromen heeft de structuur bij voorkeur een doorstroomweerstand van 90%.

Het vermogen van planten om lucht op te stuwen hangt samen met de doorstroombaarheid. Een groenstructuur van drie rijen naald of vijf rijen loof haalt een doorstroomweerstand van 90%. In de soortkeuze van groen voor luchtstuwning moet gelet worden op een dichte bladerstructuur en gladde, niet grillige, groeiwijze. De structuren bevorderen de doorvoer naar hogere luchtlagen (verticale sturing) het beste als zo min mogelijk turbulentie ontstaat aan de zijde waar de lucht weggestuurd wordt. Dit betekent een zo glad mogelijke structuur.

Het vermogen van beplanting om lucht effectief te sturen kan vergroot worden door goed beheer. Het is belangrijk dat groen gekozen wordt, dat bestand is tegen snoei om o.a. de dichtheid van het bladerdek te bevorderen. Uiteraard is de vitaliteit van de plant belangrijk, daarom moeten soorten gekozen worden die passen bij de groeiplaats-omstandigheden.



[Schematische weergave van luchtstroming achter een scherm. Bron Cahorn, 1957.]

Toelichting bij de luchtstromen rondom een scherm.

1. Aan de top van een scherm ontstaat turbulentie in de lucht. Daardoor zal de met zware metalen vervuilde lucht gemengd raken met de aangevoerde lucht en uiteindelijk zal de verdunning het niveau van de achtergrondwaarde bereiken.
2. Dicht achter het scherm ontstaat onderdruk; lucht wordt aangezogen. Door luchtturbulentie en onderdruk direct achter het scherm kan de vervuilde lucht op korte



afstand van het scherm het grondniveau bereiken. Belangrijk voor de werking van lichtgroen langs een straat is dat schonere lucht kan toestromen. Dat kan bijvoorbeeld via open ruimte tussen huizen of huizenblokken.

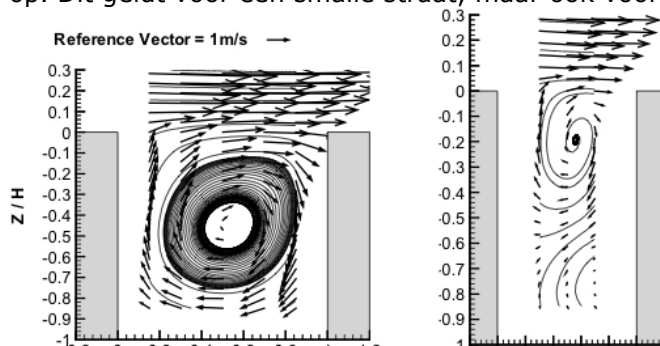
3. Een derde fenomeen is dat op grotere afstand van het scherm (10 tot 15 maal de hoogte) de opgetilde lucht door het scherm weer het grondniveau kan bereiken voordat door menging de verdunning tot achtergrondconcentratie geheel tot stand gekomen was. Of dat gebeurt is sterk afhankelijk van de weersomstandigheden.

ORDENINGSPRINCIPES LUCHTSTUWING

Voor luchttopstuwung is plaatsing van het groen ten opzichte van de bron en de hoofdwindrichting bepalend voor de effectiviteit. De onderlinge afstand (plantafstand) en de afstand tussen de weg, de vegetatiestructuren en gevels van gebouwen hebben positieve of negatieve invloed op de werking van lichtgroen.

Een scherm of de vegetatiestructuur geeft het beste stuwende effect als de er wind loodrecht op staat. Als de wind niet loodrecht aankomt, zullen langs het scherm randeffecten optreden, waar de luchtstroming turbulent wordt. Om deze reden moet rekening gehouden worden met voldoende afstand vanaf de rand van een scherm tot het te beschermen gebied, indien dat mogelijk is in de beschikbare ruimte. Langs de top van het scherm ontstaat ook turbulentie. Deze luchtwerelingen worden mede beïnvloedt door de porositeit, de diepte (dikte) van het scherm en de ruwheid ervan. Een zo 'glad' mogelijk scherm geeft minder turbulentie en draagt effectiever bij aan de luchtsturing.

Hoe hoger een scherm hoe hoger de luchtstroom opgestuwd wordt als de wind vrij kan aanstromen. In een zogenaamde canyon tussen twee barrières treedt een luchtwereling op. Dit geldt voor een smalle straat, maar ook voor een dubbele groenstructuur.



[Luchtwereling als gevolg van afstand tussen twee schermen of barrières.]

Wanneer bomen in een te smalle straat een 'dak' vormen is interactie tussen de vervuilde luchtlagen rondom het verkeer en de schonere luchtlagen boven de bebouwing onmogelijk. Boomkronen hebben in deze 'canyon'-structuur een negatief effect op de toestroom van frisse lucht. Andere typen groenstructuren, zoals gevelgroen zijn hierbij een betere optie. Deze situatie doet zich niet of beperkt voor langs de Oosterring.

Filtering

In aanvulling op het wegsturen van luchtvervuiling heeft vegetatie de eigenschap verschillende stoffen uit de lucht te filteren, door absorptie en adsorptie. Gasvormige elementen zoals koolstofdioxide (CO_2), en stikstofoxiden (NO_x) en fosfaten worden door de bladeren via de huidmondjes (cuticula) opgenomen, geabsorbeerd. Het fijnstof wordt door



het bladoppervlak geadsorbeerd, het blijft kleven. Ook de bast van takken en stam kan in meer of mindere mate fijnstof uit de lucht filteren.

SOORTKEUZE

Verschillende planten- en boomsoorten hebben verschillende capaciteiten voor het filteren van fijnstof of stikstof(di)oxiden. Het vermogen van planten om fijnstof in te vangen, is groter als het totale bladoppervlakte van de plant groot is en als de bladeren kleverig, wasachtig, behaard of ruw zijn.

POROSITEIT

De porositeit, doorstroombaarheid, van de plant en van de structuur is belangrijk voor de filterende werking van luchtgroen. Vervuilde lucht moet immers in aanraking komen met de bladeren om uit de lucht gevangen te kunnen worden. Vegetatie met een porositeit van ongeveer 60% geeft de vervuilde lucht de mogelijkheid maximaal in aanraking te komen met de bladeren en takken die zich meer binnen in de kroon bevinden.

Sturing versus Filtering

Bij de toepassing van groen in schermen langs wegen verdient een zeer dicht scherm met luchtstuwende werking de voorkeur boven het meer poreuze scherm dat beter geschikt is voor filtering.

Het is een feit dat vegetatie in staat is vervuiling uit de lucht te filteren. Dit is echter in verhouding tot de productie van een drukke weg zeer gering. Elke boom die geplaatst wordt draagt een steentje bij door de vastlegging van luchtverontreiniging. Eén boom kan de jaarlijkse productie van luchtverontreinigende stoffen van één auto wegvangen. Om de algemene achtergrondconcentratie te verlagen, heeft het zin om veel groen aan te planten. Maar dat betekent ook dat lokaal de concentraties langs drukke verkeerswegen niet in belangrijke mate verlaagd kunnen worden met een enkele bomenrij.

Op dit moment zijn de meeste deskundigen ervan overtuigd dat, voor verbetering van de lokale luchtkwaliteit, menging van de bronconcentratie met hogere luchtlagen door sturing van luchtstroming het belangrijkste effect van groen is. Op regionale schaal levert de filterende werking van grootschalig groen de belangrijkste bijdrage aan de luchtkwaliteit.

Groen versus kunstmatige schermen

Uit verschillende modelleringen en metingen blijkt, dat het plaatsen van een scherm tussen de bron (bijvoorbeeld een rijbaan) en de ontvanger (fietser en/of omwonenden) een positief effect heeft voor de luchtkwaliteit in de directe omgeving. Hierbij is het effect van een scherm met en zonder vegetatie even groot als van een groene haag.

Een vegetatiestructuur kan hiermee een kunstmatig scherm vervangen zonder de luchtkwaliteit te verslechteren. Groen heeft echter minder effect op de geluidskwaliteit dan een 'gebouwd' geluidscherm. Groen levert wel een bijdrage aan andere functies. Afhankelijk van de situatie draagt groen bij aan een hogere kwaliteit van de leefomgeving, kan in de zomer verkoelend werken, is grafity-ongevoelig en beplanting in volle grond kan ingezet worden voor vertraging van de regenwaterpiek.



Conclusies

- Verlaging van de fijnstofconcentratie in de lucht vermindert het risico op fijnstof gerelateerde gezondheidsklachten.
- Voor verbetering van de lokale luchtkwaliteit voor omwonenden van de Oosterring zorgt opwaartse stuwung van luchtstroming voor verdunning van de lokale concentratie.
- Een effectieve luchtstuwung wordt bereikt met een zo glad en zo hoog mogelijk scherm met een hoge luchtweerstand.
- Op regionale schaal levert de filterende werking van grootschalige groenstructuren de belangrijkste bijdrage.
- Groen draagt op velerlei positieve manieren bij aan de leefkwaliteit van de omwonende en de gebruikers van de Oosterring.



4. ONDERZOEK TOEPASSEN LUCHTGROEN LANGS DE OOSTERRING

Na de toelichting op effecten van luchtgroen, wordt in dit hoofdstuk ingegaan op mogelijkheden voor luchtgroen toepassingen in de praktijksituatie van de Oosterring. Voor een verdere uitwerking van luchtgroen langs de Oosterring wordt specifiek gekeken naar het ontwerpgebied. Voor het grotere aandachtsgebied worden adviezen gegeven voor uitwerking buiten dit project.

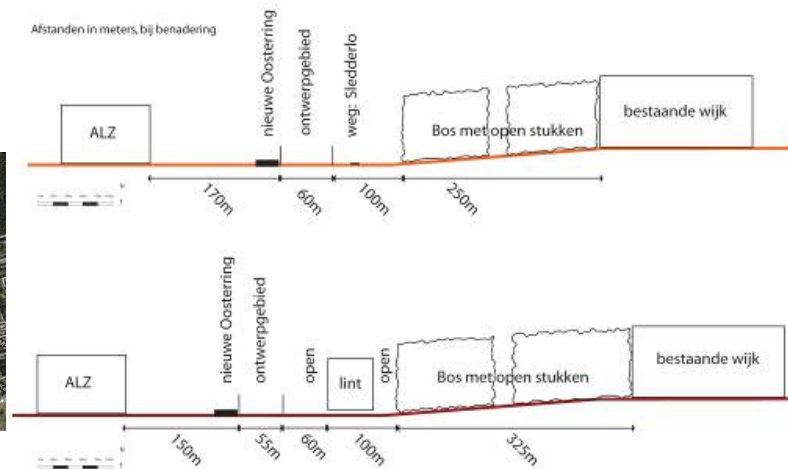
In de basisprofielen is het onderzoek naar een optimale stuwing weergegeven. In de verdere uitwerking is onze aanpak gericht op de details van de stuwing en mogelijk aanvullende luchtfiltering door de beplantingssoortkeuze.

Locatie

Uitgangspunt voor de inpassing van luchtgroen langs de Oosterring is de plaatsing van luchtgroen tussen bron en te beschermen gebied. In de doorsneden worden de afstanden indicatief weergegeven.



[doorsneden, waarbij ALZ de bron is en de bebouwing het te beschermen gebied]

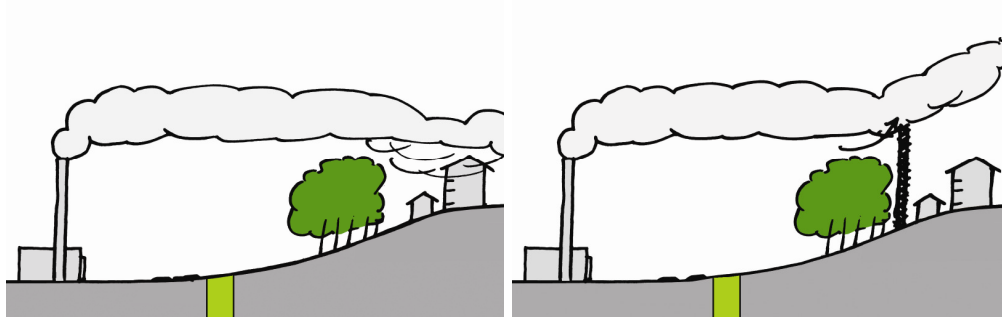


De afstanden tussen bron en ontvangers zijn van een behoorlijke maat. Het effect dat de groene maatregel moet hebben zal dus over een grote afstand moeten werken. De vuistregel die in het theoretische hoofdstuk genoemd is, geeft aan dat een (groen)scherm invloed heeft tot een afstand van 10 à 15 maal de hoogte. Op dat punt is de luchtstroom vanaf de vervuiliingsbron weer gedaald en kan nog onvoldoende verdund zijn door de menging met de hogere luchtlagen. Met een volgend scherm wordt het effect van opstuwing en verdunning herhaald.

Bij de lokale verontreinigingsbronnen die van invloed zijn op Sledderlo is onderscheid te maken tussen luchtvervuiling in de hogere luchtlagen, die door de fabrieksschoorsteen worden uitgestoten, en in de lagere luchtlagen, waaraan het scheepvaartverkeer, de weg en ook de activiteiten dichtbij maaiveldniveau op het fabrieksterrein bijdragen. Maatregelen in het ontwerpgebied kunnen invloed hebben op de vervuilde luchtstromen van de lagere luchtlagen. De hogere vervuilde luchtlagen zijn slecht te beïnvloeden met maatregelen binnen het ontwerpgebied. Een ingreep aan de bron, zoals al plaatsvindt, en

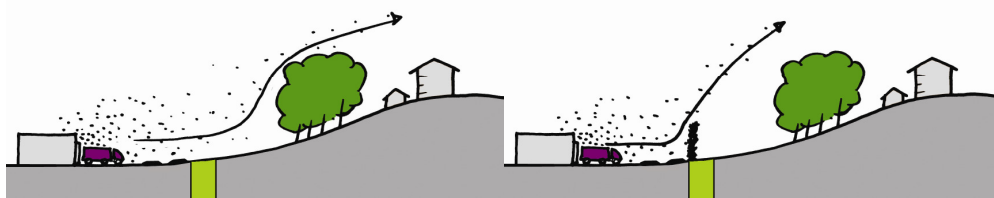


een ingreep nabij het te beschermen gebied zouden de negatieve effecten kunnen verminderen.



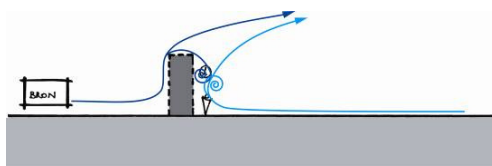
[Voor de luchtvervuiling in de hoge luchtlagen moeten maatregelen genomen worden aan de bron en dichtbij de bebouwing van Sledderlo. Het ontwerpgebied (groen) kan hier geen bijdrage aan leveren.]

De vervuiling die in de lage luchtlagen aanwezig is, kan wel beïnvloed worden door een goede groenstructuur in ons ontwerpgebied. Hierdoor wordt de luchtkwaliteit positief beïnvloed voor de nabijgelegen bebouwing aan de straat Sledderlo als de bebouwing van Nieuw Sledderlo op een grotere afstand.

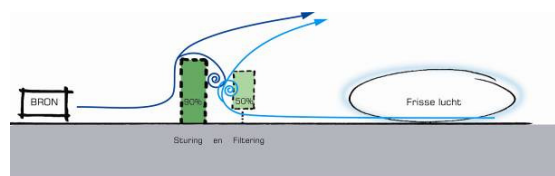


[Voor de luchtvervuiling in de lage luchtlagen kunnen maatregelen genomen worden in het ontwerpgebied (groen).]

Stromings- en ontwerpprincipes



[ontwerpprincipe Zie tekst 1]



[ontwerpprincipe Zie tekst 2+3]

Wanneer de luchtstroom de ontworpen maatregel bereikt moet rekening gehouden worden met een aantal stromingsprincipes. Hier moet het ontwerp in worden geoptimaliseerd:

1. Achter het scherm ontstaat een lagedrukgebied. De luchtstroom wordt hierdoor aangezogen. Er ontstaan wervelingen over de top van het scherm. Hoe hoger het scherm hoe hoger die wervelende vervuilde luchtstroom. Hiermee wordt voorkomen dat de vervuilde luchtstroom direct achter het scherm op maaiveldniveau komt.



2. Het hoofddoel van de groene structuur is het sturen van de vervuilde lucht naar hogere luchtlagen waardoor de vervuiling verdunt. Een geheel dicht scherm werkt daarvoor optimaal. Dit scherm heeft geen filteringscapaciteit, maar kan begroeid met groen en een laag filteringeffect bereiken. De vervuilde lucht die direct achter het dichte scherm daalt (door het aanwezige lagedrukgebied) kan worden gefilterd door het toevoegen van een 2^e, meer open groenstructuur.
3. Vervuilde lucht die direct achter het scherm aangetrokken wordt door de onderdruk achter het scherm, wordt weer opgetild door de aanvoer van frisse lucht. Indien er geen toevoer van frisse lucht mogelijk is, zal de vervuilde lucht dalen tot op maaiveldniveau. Die luchtaanvoer (ventilatie) is dus essentieel voor het verhogen van het opstuwingseffect. Obstakels achter het scherm, zoals bebouwing of groenstructuren, kunnen dus een negatieve invloed hebben op de luchtstuw van het ontworpen groenscherm.

Afmeting ontwerpgebied

Het ontwerpgebied ontstaat door het verplaatsen van de oostelijke rijbaan richting de westelijke. Hierdoor lopen de rijbanen vanaf de rotonde direct parallel. De hierdoor vrijgekomen scheg heeft een lengte van ongeveer 350 meter en een bruikbare breedte van 4 tot ruim 36 meter. De hierin voorgestelde maatregel moet een zo hoog mogelijk effect hebben, maar ook toepasbaar zijn op het gehele ontwerpgebied. Daarnaast is het een extra voordeel wanneer de groene maatregel ook 'stempelbaar' is op andere trajecten van de Oosterring om eenheid in wegbeeld te creëren en om op grotere delen effect te verkrijgen.

[ai-kaart ontwerpgebied]



Vorm

De afmeting van het ontwerpgebied is ruim en biedt daardoor diverse mogelijkheden voor sturende en filterende oplossingen. De verschillende maatregelen worden toegelicht en beoordeeld waarna de gekozen structuur wordt toegepast in een ontwerp. De verschillende beschreven aspecten die van belang zijn voor de beoordeling zijn:

- sturingsfunctie (hoogte, weinig poreus, wintergroen)
- filteringssfunctie (voldoende poreus, wintergroen)
- landschappelijke inpassing (soorten die passen bij de aanwezige beplanting, structuur, bodem)
- beheer (frequentie van o.a. snoei, bepalend voor kosten)
- geluidseffect (indicatie van potentiële geluidreductie)
- stempelbaar (bruikbaar voor andere delen van de Oosterring)

De mogelijke keuzes binnen de groenstructuur zijn:

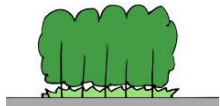
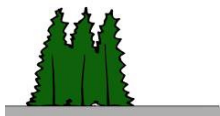
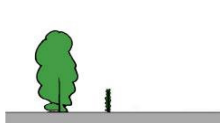
- loof- of naaldbomen
- een dicht/open scherm begroeid met een groenblijver
- meerdere opeenvolgende structuren
- wel of niet op een wal

Uitgangspunten voor deze vormen zijn:

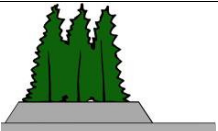
- een haalbare hoogte van de bomen van 15m
- een haalbare hoogte van het scherm van 4m
- hogere schermen zijn constructief en landschappelijk zeer ongewenst
- als uitgangspunt voor een talud is gekozen voor een verhouding van 1:1. De weergegeven taluds zijn 5 meter hoog, dat betekent een grondbeslag van 5m breed.



Een aarden wal met scherm heeft dan een ruimtebeslag van circa 11 meter. Een wal met drievoudige bomenrij heeft op basis van deze uitgangspunten een ruimtebeslag van 19 meter (5 + 9 + 5).

	Vorm	Toelichting	Hoogte, dichtheid	hoogte	porositeit	gladheid	jaarrond	porositeit	jaarrond	Landschap pelijke inpassing en beleving	Beheer	Effect geluid**	Stempelbaar*
				Effect lokaal: verticale sturing				Effect regionaal: filtering					
A		Loofbomen (5 rijen) met onderbegroeiing	15 m, 90%	+	+	-	-	±	-	+	-	+	-
B		Naaldbomen (3 rijen) begroeid tot op de grond	15 m, 90%	+	+	+	+	±	+	+	±	+	-
C		Groenscherm	4 m, 100%	-	++	+	+	-	+	-	+	-	+
D		Groenscherm gevolgd door open groenscherm	4 m, 100% & 4 m, 60%	-	++	+	+	±	+	-	+	±	+
E		Groenscherm gevolgd door losse beplanting	4 m, 100% & 2 m, geen***	-	++	+	+	±	+	±	+	±	±
F		Bomenrij en scherm	15 m, 60% & 4 m, 100%	-	-	-	±	+	±	±	±	±	±
G		Drievoudig open groenscherm	3x 4 m, 3x 60%	-	-	+	+	++	++	-	±	-	-



H		Naaldbomen (3 rijen) op een wal	20 m, 90%	++	+	+	+	+	+	+	-	+	-
I		Groenscherm op wal	9 m, 100%	±	+	+	+	-	+	-	-	+	-
J		Groenscherm op wal gevolgd door open scherm	9 m, 100% & 4 m, 60%	±	+	+	+	±	+	-	-	+	-
K		Groenscherm op wal gevolgd door losse beplanting	9 m, 100% & 2 m, geen**	±	+	+	+	±	+	±	-	+	-

* altijd een specifiek locatie-ontwerp nodig

** nog controle door deskundige

*** geen aaneengesloten structuur

Omdat voor vermindering van het effect van lokale luchtverontreinigingsbron op de directe omgeving menging van lucht door luchtstuwing de hoogte en porositeit erg belangrijk is in de keuze voor een vorm, worden deze factoren zwaar meegenomen in de keuze.

De vormen C, D, E en G scoren slecht op de categorie hoogte. De maatregel op deze locatie moet op een groter schaalniveau effect hebben. Het gaat om grote afstanden en dus moet de oplossing daar qua maat ook bij passen.

De vormen H, I, J en K scoren slecht op beheer doordat bij deze vormen is gekozen voor een aarden wal. Deze zal afhankelijk van de steilte van het talud lastiger te beheren zijn. Dat geldt zowel voor het talud als voor de structuur op de wal.

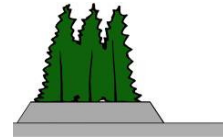
GELUIDEFFECT

De schermen C, D en E hebben naar verwachting met name effect op de reductie van het verkeergeluid door de weerkaatsing (zie hoofdstuk geluid). De schermen I, J en K staan op een wal, daar zal de massa van de wal een aanvullend effect hebben door de uitdoving van geluidgolven. Brede beplantingsstroken, zoals in de vormen A, B en H weergegeven hebben aantoonbaar een geluidsreducerend effect.

Ontwerpkeuze

In dit ontwerp is bewust gekozen voor de focus op de verticale sturingcapaciteit van vegetatie, zoals toegelicht in het hoofdstuk 'Theorie'. Een effectieve luchtstuwning wordt bereikt met een hoge luchtweerstand, een zo glad en zo hoog mogelijk obstakel.

Op grond van de tabel wordt geconcludeerd dat B, H en K de meest geschikte vormen zijn om in te zetten in het ontwerpgebied: drie rijen naaldbomen zonder (B) en met verhoogde standplaats (H) en een scherm op een wal, met een poreus scherm erachter, dat voor extra filtercapaciteit zorgt (K). Hierbij is een combinatie van de score op het sturingseffect in combinatie met de landschappelijke inpassing doorslaggevend. Vorm H scoort het allerbeste op deze criteria en zal dus gebruikt worden voor het ontwerp.



Deze vorm is als zodanig echter minder makkelijk te gebruiken op andere delen langs de Oosterring. Daarom kunnen de andere vormen per locatie opnieuw bekeken en beoordeeld worden. Om eenheid in wegbeeld te bereiken kan de gekozen boomsoort ingezet worden.

In het ontwerp wordt deze vorm binnen het ontwerpgebied verder uitgewerkt, rekening houdend met de locatiespecifieke factoren. In het ontwerp moet rekening moeten houden met de belemmeringen van kabels en leidingen. De hoogspanningsleidingen gaan diagonaal over het ontwerpgebied. De waterleiding, gasleiding en riolering liggen buiten de grenzen van het ontwerpgebied en zullen daardoor geen belemmering vormen voor het ontwerp.

[belemmeringenkaart]





5. CONCEPTONTWERP

Het conceptontwerp optimaliseert de werkingsprincipes van functioneel groen voor de feitelijke situatie, waarbij rekening gehouden wordt met:

- effecten van functioneel groen op lucht- en geluidskwaliteit
- beschikbare ruimte
- verkeersveiligheid
- beheerbaarheid
- landschappelijke waarde
- bestaand groen

In een drietal schetsontwerpen is vorm H (drie rijen naaldbomen op een wal) uitgewerkt:

1. Een technisch meest geoptimaliseerd ontwerp, met minder aandacht voor belevingswaarde en landschappelijk 'verhaal'.
2. Een ontwerp dat naast een technische uitwerking, meer variatie biedt door toepassing van verschillende plantensoorten en inpassing van de vorm in de beschikbare ruimte. Hierdoor krijgt entree van Sledderlo bij de rotonde meer nadruk.
3. Een creatief en communicatief ontwerp waarin opeenvolgende beplantingsstroken de entree naar Sledderlo benadrukken. Door de openingen tussen de beplantingsstroken ontstaat meer turbulentie, hierdoor is het technisch luchtgroeneffect van opstuwing naar verwachting lager dan bij het technisch optimale ontwerp.

Zoals hierboven te lezen is, leggen we graag deze ontwerpen voor omdat ze alle drie een groot effect hebben. Naast het technische effect, het daadwerkelijke verbeteren van de luchtkwaliteit, heeft een maatregelen vaak voor bewoners een groot belevingseffect. Aangegeven door de gemeente is dat ze met dit groenontwerp aan de bewoners willen laten zien dat ze nu iets voor hen doen. Dit geeft aan dat communicatie belangrijk bevonden wordt. Het derde groenontwerp is door zijn bijzondere vorm zeker minder technisch effectief, maar zal meer als een kunstobject spreken over het feit dat dit groen hier om een bijzondere reden staat.

Graag horen wij van de verschillende partners in Genk waar de voorkeur naar uit gaat. Na deze keuze zullen wij het gekozen ontwerp uitdetailleren in plattegrond en visualisaties.



6. BEPLANTINGSADVIES

[nog uitwerken, afhankelijk van gekozen concept]

Voor optimale stuwing van luchtstromen voor de reductie van fijnstofconcentraties zijn wintergroene soorten als naaldbomen en coniferen het meest geschikt. Voor filtering van fijnstof zijn naaldbomen erg geschikt, door het grote bladoppervlak van de totale plant, dat zij (jaarrond) hebben.

Naaldbomen passen in het landschapsbeeld rondom de Oosterring. Langs de ringweg staan veel grove dennen (*Pinus sylvestris*). Door de grillige, vrij open groeiwijze vormt de grove den geen dichte groene wand. Hierdoor is de den minder geschikt als luchtgroen.

De in het ontwerp voorgestelde soorten zijn:

			
Boomsoort	Cupressocyparis leylandii	Picea omorika	Pinus nigra
	Leylandi conifeer	Servische spar	Zwarte den
Hoogte	7-12 m	12-20 m	12-20 m
Kroon	3-5 m breed (afhankelijk van snoei)	Ca. 5 m breed Kegelvormig Compacte groeiwijze	5-8 m breed Grovere structuur, op latere leeftijd vrij open kroon (tegengaan door snoei)
		Geveerd aanplanten – niet opkronen	Geveerd aanplanten – niet opkronen
Groei	Snelle groeier, geschikte haagvorm	Relatief snelle groeier	
Extra		Bestand tegen verontreiniging	
Strooizout	Gevoelig		



7. AANDACHTSPUNTEN INRICHTING EN BEHEER

Voor zowel het luchtsturende, het luchtzuiverende als het landschappelijk (beeld) effect is aandacht voor de aanleg en het beheer nodig. De bomen en struiken dienen goed levensvatbaar te zijn en te blijven.

De volgende aandachtspunten geven de randvoorwaarden weer, voor een goede ontwikkeling van het luchtgroen, zodat de beplanting voldoet aan de beoogde functie.

1. De juiste snoeiwijze kan de groei van zijtakken en daarmee meer blad- of naaldoppervlak stimuleren, waardoor een dichtere structuur ontstaat. Dat is gunstig voor de luchtsturende werking en een groter bladoppervlakte ontstaat voor een betere filtering.
2. Voldoende ondergrondse ruimte reserveren voor de bomen (en struiken) is nodig, zodat deze kunnen uitgroeien tot gezonde volwassen exemplaren. Verharding en verkeer veroorzaken ondergrondse verdichting en gebrek aan water en zuurstof.
3. Voldoende afstand tussen plantenwortels en kabels en leidingen om wederzijdse beschadiging te voorkomen. Beschadiging van boomwortels kan tot 2 jaar na de ingreep pas zichtbaar worden in verminderde vitaliteit van de boom.
4. Bomen aangeplant op een talud/wal verdienen extra aandacht in de beginfase en in zeer droge periodes.
5. Om een zo groot mogelijk aaneengesloten bladoppervlak te behouden is het van belang dat de bomen zo laag mogelijk worden opgekroond. Langs de Oosterring hoeven de bomen niet opgekroond worden. De afstand tot de verkeersweg is dusdanig groot dat de takken niet weggehaald hoeven worden voor de verkeersveiligheid.
6. Door de beplanting in een zo groot mogelijke potmaat/hoogte aan te planten is er direct meer resultaat voor lucht en beeld. Dat kan niet ongelimiteerd. Té grote bomen hebben een grotere kans niet aan te slaan.
7. De opgebrachte grond voor de wal is het liefst gebiedeigen in combinatie met bodemverbetering voor de wortelgroei. Toevoeging van grondverbeterende producten stimuleert de groei. Hierdoor wordt het gewenste eindresultaat voor zowel lucht als beeld eerder bereikt. Technische hulpmiddelen kunnen ingezet worden, gebruik van bomenzand of aanvullende beluchtingsbuizen in de plantspiegel.

Een ander aandachtspunt voor inrichting is de voorbereiding van werkzaamheden in de bodem. Als archeologische vondsten in de bodem aanwezig zijn, moeten deze door een deskundige onderzocht en bewaard worden, volgens de Nederlandse wetgeving. Dat heeft effect op de planning van graafwerkzaamheden.

In de berm van de weg is de grond, door de wegaanleg al geroerd en bewerkt, waardoor archeologie of oude explosieven in die tijd aan het licht zouden zijn gekomen.



8. GELUIDSADVIES

Analyse bestaande situatie

GELUID

In het startgesprek van Centrum Natuur en Landschap (CNL) met de Stad Genk is aangegeven dat bewoners geluidsoverlast ervaren door de Oosterring. Er zijn nog geen geluidsmetingen gedaan.

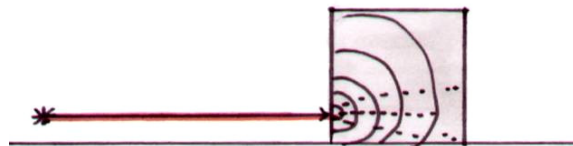
Effectiviteit van groen op geluidsreductie

Verkeer en industrie zijn niet alleen bronnen van luchtverontreiniging, maar produceren ook geluid. De vraag is in hoeverre een groen scherm langs de weg woningen kan beschermen tegen deze vorm van geluidhinder.

De werking van een scherm voor geluidsreductie is gebaseerd op 3 principes:



1. Weerkaatsing of reflectie van geluidgolven



2. Uitdoving of absorptie van geluidgolven



3. Verstrooiing van geluidgolven.

Het doel van een geluidsscherm is het geluidsniveau op de locatie van de ontvanger te laten dalen tot een acceptabel niveau (normen).

Algemeen wordt aangenomen dat wanneer een hinderbron aan het zicht onttrokken is, er minder hinder wordt ervaren dan bij direct zicht op de bron (<http://ince.org> : noise/News International september 1999). Dit wordt echter niet bevestigd in onderzoek (Chaudhuri 1993). Joynt en Kang toonden aan dat een groene afscherming bestaande uit loofbomen esthetisch als zeer plezierig werd ervaren, maar als minder effectief werden beschouwd ten opzichte van andere vormen van geluidsschermen.



BOMEN OF STRUIKENRIJ

Langs buitenstedelijke verkeerswegen zijn verschillende onderzoeken gedaan naar de mate van geluidreductie door groen langs de weg. Een enkele rij bomen bleek geen effect te hebben (Cox en d'Antonio 2004). Een enkel groen scherm van beplanting heeft een geringe massa, waardoor weinig absorptie plaatsvindt. Een groen scherm kan geluidsgolven wel verstrooien en reflecteren. Ook daarmee wordt bereikt dat minder geluidsgolven de ontvanger kunnen bereiken. Bij de toepassing van meerdere rijen bomen is reductie mogelijk. Bij binnenstedelijke wegen is een breedte van 6 meter voldoende om met struiken tot 4 meter hoog enige reductie te krijgen (Abbasi en Khan 2000). Kang (2007) geeft aan dat een reductie met 2 tot 4 dBA te bereiken is als de breedte minimaal 7 meter is, dicht bebladerd is tot op de grond en goed onderhouden wordt. Bijvoorkeur is een dergelijke rij te combineren met een tweede bomenrij van 4,5 tot 9 meter hoog.

Hagen of bomen met een breedte van minimaal 30 meter gaven een reductie van 5 tot 8 decibel. Bredere beplantingsstroken waren niet effectiever volgens sommige onderzoekers (Chaudhuri 1993, Cox en d'Antonio 2004). Anderen komen tot veel grotere reducties bij grotere breedtes (12 dB en voor hoge frequenties tot 20 a 35 dB, Forrest 2006). Computersimulaties hebben laten zien dat de vorm van de beplanting van struiken en bomen van belang is voor de effectiviteit. Het verschil tussen een willekeurige en een optimaal beplantingsschema kan 15 dBA bedragen (Umnova et al in Kang 2007).

Plant- en boomsoorten, die wintergroen zijn of hun dood blad behouden, hebben de voorkeur, hoewel bij dood blad het effect op geluidsreductie gering zal blijven. In het onderzoek van Abbasi en Khan worden bomen en struiken genoemd die zij als effectief beoordeeld hebben: *Cornus alba*, *Betula pendula*, *Acer negundo* en *Syringa vulgaris*. (Abbasi en Khan 2000, tabel 3.30)

Een losse grondstructuur adsorbeert geluid en gaat weerkaatsing tegen, waardoor enige geluidsreductie kan worden bereikt. Dit is te bereiken door de bodem onder bomen of struiken natuurlijk te beheren, zodat bodemleven wordt gestimuleerd.

HAGEN

Hagen kunnen geluid absorberen. Vooral als deze vlakbij de bron (de weg) staan en een hoge dichtheid hebben (Abbasi en Khan, 2000). Bij metingen in New Delhi is een reductie met 2 tot 4 dB bereikt voor hagen met een breedte van minimaal 55 cm, 150 cm hoogte, op een afstand van 4 meter van de weg.

Groenadvies voor geluidseffect op de ontwerplocatie

Van de toepassing van een enkele bomenrij mag geen reductie verwacht worden van de te meten of te ervaren geluidhinder.

In de situatie langs de Oosterring, is op sommige gedeeltes een ca 30 meter brede berm beschikbaar voor groen met een geluidsreducerend effect. Bij een juiste toepassing van hagen, struiken en bomen in een profiel met een diepte van meer dan 5 meter kan al een kleine geluidreductie verwacht worden.

Door regelmatige snoei wordt een dicht vertakte plantstructuur bereikt. Bij een dicht geplante structuur van drie rijen naaldbomen is volgens onderzoeksresultaten een reductie van ca 2 tot 4 dBA te verwachten.



9. BRONVERMELDING

Bronnen

- LO 2020, Masterplan Projectdefinitie. BUUR, 2009.
- IPL..., 2009
- Greenbelts For Pollution Abatement, S.A. Abbasi en F.I. Khan Discovery Publishing House Pvt Ltd (2000).
- Jian Kang, Urban Sound Environment, 2007
- T.J. Cox, P. d'Antonio, Acoustic absorbers and diffusers. Theory, design and application. 2004
-

Websites

- verenigingeningenk.genk.be/content/downloads_cats/record.php?ID=234