

Stedebouwfysica in de verdichte stad

'Nederland is vol!', vinden sommigen, en verbinden daar conclusies aan op het gebied van bevolkingspolitiek. Zonder overdrijving kan men stellen dat ruimte in Nederland nu al schaars is en schaarser zal worden. Als we naar stedelijke gebieden kijken, geldt daar dat uitbreiding met nieuwe wijken ten koste gaat van bestaande (min of meer) natuurlijke gebieden. Geheel in lijn met de grondslag van duurzame¹ (volhoubare²) ontwikkeling is de conclusie, dat we zuinig moeten zijn met land. In dat kader past het om na te denken over meer compacte bouw van steden. Dit beperkt zich overigens niet tot Nederland, maar zal in de gehele verstedelijkte wereld aan de orde komen, nu of later.

Evert de Ruiter

AFSTAND HOUDEN?

Wie zich bezighoudt met geluid – en met name met de beheersing daarvan – ziet dan een tegenstrijdigheid. In de geluidsbeheersing staat namelijk bestrijding aan de bron weliswaar op de eerste plaats, maar is afstand houden bijna even belangrijk. Dat kost echter ruimte. In Nederland steunt de Wet geluidhinder voor een groot deel op dit principe, namelijk door de instelling van zones rond industrieterreinen en luchthavens en langs wegen. Het degraderen van deze zones tot gebieden waar geluidsgevoelige gebouwen zoals woningen en scholen niet gewenst zijn, is een luxe die we ons niet meer kunnen permitteren.

Het past niet in het kader van dit artikel om uitgebreid in te gaan op de (Nederlandse) wetgeving hieromtrent, temeer daar de Wet geluidhinder zijn langste tijd gehad lijkt te hebben. Het kan geen kwaad er toch even bij stil te staan. De regelgeving streeft naar het handhaven van een zeker geluidsniveau binnenshuis (etmaalwaarde 35 dB(A)). Dat zal wel niet veranderen. Wil men bouwen op locaties met een hoge geluidsbelasting, dan zijn weliswaar zware gevelmaatregelen nodig, maar dat legt nog geen beperkingen op aan de locatiekeuze. Niettemin heeft de wetgever het nodig gevonden los daarvan eisen te stellen aan het buiten-

niveau, de geluidsbelasting op de gevels ('grenswaarden binnen zones'). Motieven daarvoor zijn onder andere te vinden in de bruikbaarheid van tuinen en balkons; hoge geluidsniveaus verminderen immers het comfort en de communicatie, en daarmee de gebruikskwaliteit. Toch mag de vraag gesteld worden: zijn algemene eisen aan de buitenniveaus nodig, en zou het niet beter zijn eisen specifiek te stellen op plaatsen waar het er toe doet, zoals buitenruimten? De huidige regelgeving wordt veelal als onnodig knellend ervaren. Nieuwe regels zouden specifiek aan de motieven gekoppeld moeten om überhaupt eisen te stellen aan buitenniveaus.

DE VERDICHTE STAD

Zonder afbreuk te doen aan de vele stedenbouwkundig aspecten van de compacte of de verdichte stad, is een algemeen feit dat de afstanden tussen geluidsbronnen (emissie) en ontvangers (immissie) korter zullen zijn. Het akoestische aspect verdient daarom zonder meer aandacht. Bij de bronnen kan gedacht worden aan verkeerswegen, bedrijven, kinderspeel-

plaatsen, burens, sportvelden. De ontvangers zijn de geluidsgevoelige bestemmingen zoals woningen, scholen en gezondheidszorggebouwen. Voor de relatie woningen-verkeerswegen zal dit in het onderstaande nader worden uitgewerkt. Voor de onderling relatie tussen de buitenruimten van burens is het trefwoord 'privacy'; op de akoestische privacy tussen tuinen, balkons e.d. zal in een volgend artikel worden ingegaan. Verder wordt opgemerkt, dat de verdichting van de stad ook invloed zal hebben op de totale verkeerstromen en op de zogenaamde modal split. Kortere afstanden binnen de stad leiden tot vermindering van het aantal afgelegde kilometers en meer gebruik van fiets en voet. Openbaar vervoer kan efficiënter ingezet worden bij grotere concentratie van woonplekken en werkplekken. Niettemin is het niet te verwachten dat het particulier autogebruik in de verdichte stad zal verdwijnen; daarnaast zal er ook vrachtverkeer blijven voor het 'metabolisme' van de stad, ook al zou een soberder leefpatroon tot minder consumptie en een

Over de auteur:

Dr. ir. E.Ph.J. de Ruiter is werkzaam bij Peutz bv te Zoetermeer en aan de TU Delft, Faculteit Bouwkunde.



FIGUUR 1. WORDT NEDERLAND VOLGEBOUWD, MET WEGEN, HUIZEN EN KANTOREN?

lager metabolisme leiden. Met deze term worden de goederenstromen van en naar de stad vergeleken met de stofwisseling een levend organisme: voeding en bouwstoffen worden aangevoerd en verspreid; afvalstoffen worden ingezameld en afgevoerd.

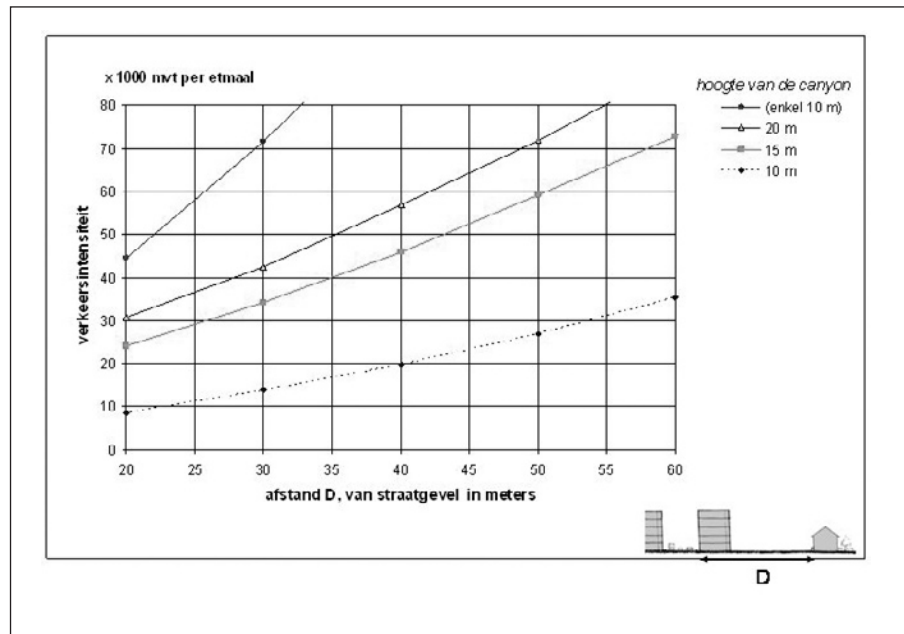
VERKEERSWEGEN

Verkeer met allerlei motorvoertuigen zoals wij dat gewend zijn zal voorlopig nog wel blijven. Ondanks alle moeite die daarvoor gedaan wordt, is niet te verwachten dat de voertuigen op redelijk korte termijn wezenlijk stiller zullen worden. Is dan 'afstand houden', ofwel het opofferen van de gebieden in de invloedssfeer (zone) van de wegen de enige oplossing? Of zijn er mogelijkheden op het gebied van de stedenbouwkunde, om het verkeerslawaaï te beheersen zonder dat dat te veel ruimte kost? Hier komt het canyonconcept op het toneel.

De hierboven genoemde randvoorwaarden impliceren dat het geluid van (drukke) verkeerswegen afgeschermd moet worden. Effectieve afscherming vergt een ononderbroken scherm van enige hoogte. Meer dan 5 m is voor een scherm (of wal) al een forse maat; met gebouwen is eenvoudig een hoogte van 10-20 m bereikbaar. Ongevoelige gebouwen zoals kantoorgebouwen zouden zich hiervoor goed lenen. Het is echter niet reëel ervan uit te gaan dat er voldoende vraag is naar kantoorgebouwen, bedrijfspanden e.d. om de oprichting van deze afschermende bebouwing langs wegen te rechtvaardigen. Daarentegen is er altijd vraag naar woonruimte. Uitgangspunt van het canyonconcept is daarom dat langs de hoofdwegen aaneengesloten woongebouwen worden geplaatst, met een tweeledig doel: het afschermen van het achterland en het zelf bieden van ruimte aan woningen, en eventueel aan inpasbare functies zoals scholen, wijkvoorzieningen, winkels e.d. Ook kan gedacht worden aan transferia voor openbaar vervoer (metro, trein, bussen). De woonfunctie is echter uitgangspunt, omdat de andere functies minder of even kritisch zijn ten aanzien van verkeerslawaaï.

Wil dit concept in de praktijk ingang kunnen vinden, dan moet dit in een vroeg stadium van het ontwerp besloten worden. Dan is het dus essentieel dat in dat stadium een indruk verkregen kan worden van de voorwaarden en de consequenties, echter... zonder dat gedetailleerde gegevens over verkeersstromen, exacte positie van bouwblokken, indeling van woningen en gevelopbouw etc. bekend zijn.

Daarom zijn gereedschappen ('reken-tools') ontwikkeld om een aantal wezen-



FIGUUR 2. DE TOELAATBARE ETMAALINTENSITEIT IN DE CANYON VOOR DIVERSE HOOGTEN VAN DE CANYONBEBOUWING; DEZE NEEMT TOE MET DE AFSTAND VAN DE TWEDELIJNS BEBOUWING IN HET ACHTERLAND. IN ALLE GEVALLEN IS DE STREEFWAARDE EEN GELUIDBELASTING VAN $L_{DEN} = 50$ dB(A).

lijke vragen in het vroege ontwerpstadium te kunnen beantwoorden. Die vragen zijn in hoofdzaak:

- Hoe hoog moet de canyonbebouwing zijn?
- In hoeverre zijn doorgangen door de canyonbebouwing toelaatbaar?
- Welk glasoppervlak is toelaatbaar in de geluidsbelaste gevels?

De rekentools zijn zo opgezet dat zij niet een akoestische grootheid zoals de geluidsbelasting op een bepaalde positie als uitkomst geven, maar juist de verkeersintensiteit in de canyon die nog toelaatbaar is om aan de akoestische doelstelling te voldoen. De reden hiervoor is, dat hiermee de beste kansen bestaan om in een vroeg stadium te kunnen beoordelen of een bepaalde configuratie werkt, door de 'akoestisch acceptabele' verkeersintensiteit te vergelijken met de (voorlopige) prognoses.

HOOGTE CANYONBEBOUWING

Om te bepalen welke canyonhoogte nodig is, is allereerst een serie berekeningen gemaakt van de geluidsbelastingen buiten de 'stadscanyon'. De rekenpunten liggen achter de gebouwen, dus altijd in de schaduwzone, op oplopende afstanden van de weg. Referentie (nulpunt) voor de afstandsbeoordeling is de gevel van de eerstelijnsbebouwing aan de zijde van de canyon. Voor ieder van de rekenpunten is berekend (teruggerekend) welke verkeersintensiteit (motorvoertuigen per etmaal) op de weg maximaal toelaatbaar is, om een geluidsbelasting van 50 dB(A) op dat punt niet te overschrijden. De hoogte van

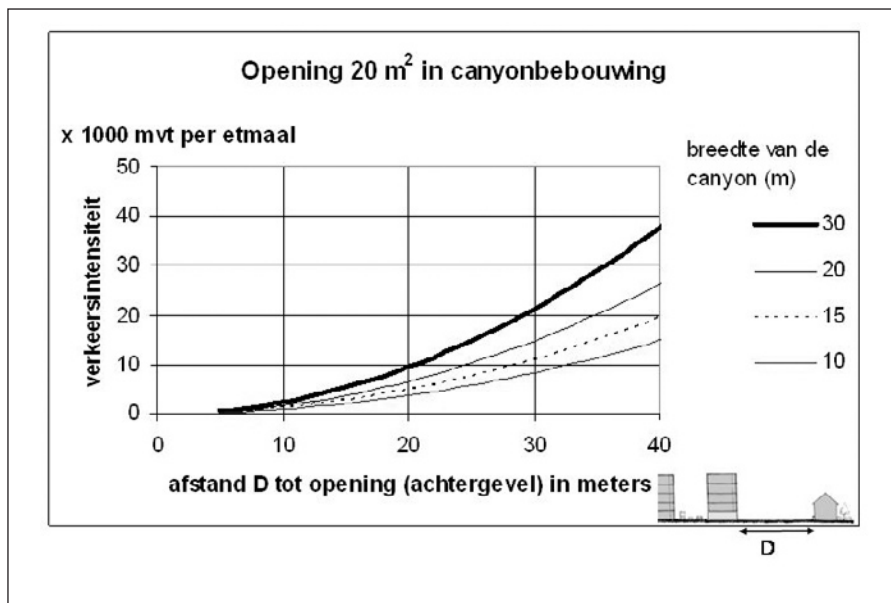
de afschermende gebouwen is gevarieerd van 10 tot 20 m. De toegepaste rekenmethode is Standaard Rekenmethode 2 ex art 102 van de Wet geluidhinder; aftrek ex art 103 is niet toegepast.

In figuur 2 zijn deze gegevens uitgezet. De volgende uitgangspunten gelden voor de weg:

- Normaal asfalt wegdek
- Snelheid 70 km/u
- Verdeling motorvoertuigen:
 - 85% licht,
 - 8% middelzwaar,
 - 7% zwaar.
- Intensiteitsverdeling (ten opzichte van etmaalintensiteit):
 - daguur 7%,
 - avonduur 2%,
 - nachtuur 1%.

Wanneer er relatief minder vrachtverkeer te verwachten is, of de snelheid lager is, wordt de situatie gunstiger, ofwel er is een grotere verkeersintensiteit toelaatbaar. De gebouwen zijn 5 m diep genomen; de wegbreedte tussen de gebouwen is 10 m; de hoogte van de rekenpunten is 10 m. De invloed van enigszins afwijkende wegbreedtes en de gebouwdiepte is gering.

Uit de grafiek is af te lezen welke verkeersintensiteit (motorvoertuigen per etmaal) nog toelaatbaar is om een grenswaarde van $L_{den} = 50$ dB(A) niet te overschrijden op een positie achter het gebouw (waarneemhoogte 10 m), op de aangegeven afstand van de weg, bij de gebouwhoogte behorend bij de curve in de grafiek. Bijvoorbeeld: als de hoogte van de canyon 10 m is (hoogte eerstelijns-



FIGUUR 3. TOELAATBARE ETMAALINTENSITEIT IN DE CANYON INGEVAL VAN EEN OPENING VAN 20 M² (DOORGANG) IN DE CANYONBEBOUWING ALS FUNCTIE VAN DE AFSTAND VAN DE TWEEDIJNS BEBOUWING TOT DE OPENING, VOOR DIVERSE BREEDTES VAN DE CANYON. IN ALLE GEVALLEN IS DE STREEFWAARDE EEN GELUIDBELASTING VAN L_{DEN} = 50 dB(A).

bebouwing) en we op 45 m afstand aan de grenswaarde van 50 dB(A) willen voldoen, mag de verkeersintensiteit niet meer dan circa 22 000 mvt/etm zijn. Bij een canyonhoogte van 15 m komt dit al op ruim 50 000 mvt/etm te liggen. Wanneer de afschermdende bebouwing 'aan de overkant' afwezig is – er is dan ook geen canyon meer – is de afscherming veel beter; in de grafiek is te zien dat bij een hoogte van 10 m ('enkel h=10 m') meer afscherming optreedt dan

bij een dubbelzijdige bebouwing van 20 m hoogte.

ONDERDOORGANGEN

Voor de berekening van de geluidstransmissie vanuit de canyon via een doorgang in de canyonbebouwing zijn de standaardrekenmethoden niet geschikt: de invloed van vele reflecties is daarvoor te groot. Daarom is uitgegaan van een diffuus geluidsveld in de canyon. Vanuit dit veld wordt een zeker geluidsvermogen in de opening (doorgang) ingestraald. De

uittrede van de opening gaat vervolgens als geluidsbron (puntbron) fungeren met hetzelfde geluidsvermogen. Het geluidsvermogen hangt af van de geluidsintensiteit in de canyon en van de oppervlakte van de opening. De geluidsintensiteit is op haar beurt afhankelijk van de verkeersintensiteit en de breedte van de canyon, want de open hemel is te beschouwen als 'open raam'.

Op dezelfde wijze als hiervoor, is eerst berekend welke verkeersintensiteit toelaatbaar is als de grootte van de doorgang op 20 m² wordt gesteld. Parameter daarbij is de canyonbreedte. Doelstelling is een geluidsbelasting van L_{den} = 50 dB(A) op variabele afstand van de opening.

Figuur 3 bevat het resultaat van deze berekeningen.

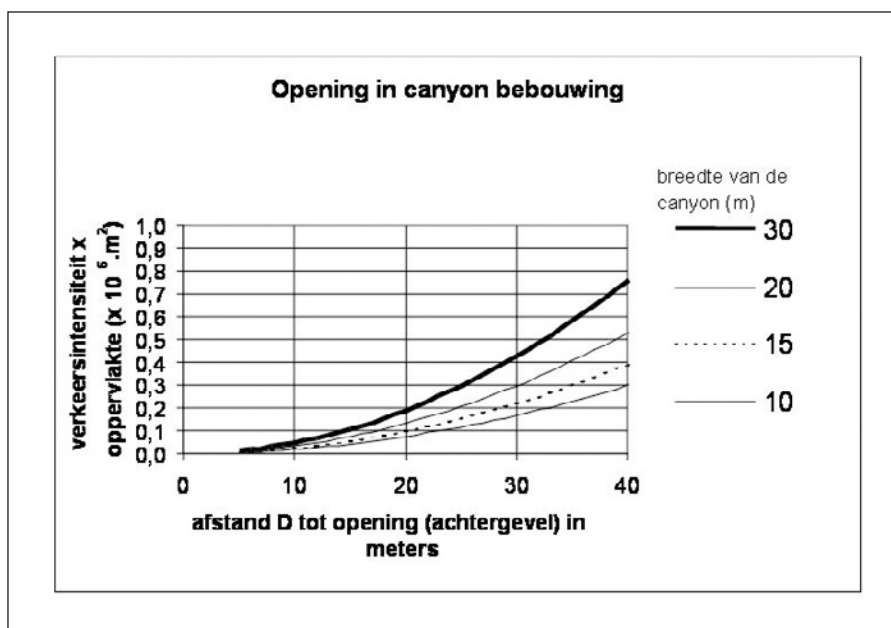
Vervolgens is eenvoudig in te zien, dat de verdubbeling van de grootte van de opening hetzelfde effect heeft als verdubbeling van de verkeersintensiteit. De grafiek kan dus algemener gemaakt worden door niet de verkeersintensiteit F als variabele te gebruiken, maar het product F.S van verkeersintensiteit en oppervlakte S van de opening. Deze gegeneraliseerde informatie is in figuur 4 weergegeven.

OPBOUW GEVEL CANYONZIJDE

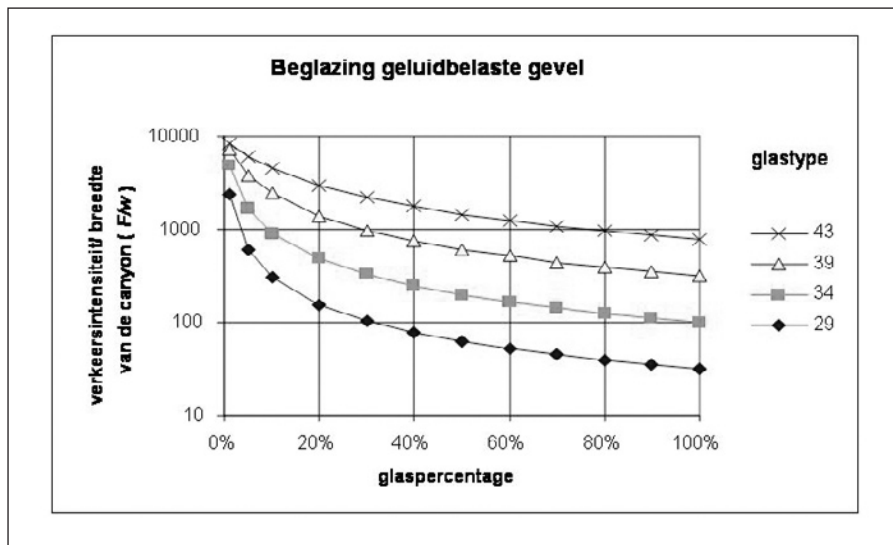
Voor deze eerste benadering zijn enkele vereenvoudigingen nodig. De gevel wordt vlak verondersteld en bestaat in hoofdzaak uit zware gesloten delen (ten minste een steenachtig binnenspouwblad; massa 600 kg/m², R_{Av} = 52 dB(A)), en glasdelen; naden zijn goed afgedicht. Ventilatie vindt niet plaats via de straatgevel maar via de achtergevel. De luchtkwaliteit in de canyon zal namelijk slechter zijn dan langs de zelfde weg in het vrije veld, en zal vaak onvoldoende zijn. Anderzijds zal de luchtkwaliteit achter de canyonbebouwing juist beter zijn dan in het vrije veld. De term 'dove gevel' (een gevel die geen te openen delen bevat) wordt hier niet gebruikt: het is een juridisch en geen technisch begrip.

De eis waaraan de opbouw van de gevel moet voldoen is om een zeker geluidsniveau binnenshuis niet te overschrijden, zeg L_{den} = 35 dB(A), in een 'standaard' kamer met vertrekdiepte 3 m. Voor enkele kenmerkende glastypen is de (karakteristieke) geluidswering van de gevel berekend bij diverse percentages glas in de gevel, en wel voor de glastypen:

- 29: Standaard dubbel glas (6-12-4), met R_{Av} = 29 dB(A)
- 34: Glas met grote luchtspouw (8-24-12), met R_{Av} = 34 dB(A)
- 39: Gelaagd glas met grote luchtspouw (12*-24-12*), met R_{Av} = 39 dB(A)
- 43: Dubbel kozijn (luchtspouw > 100 mm), met R_{Av} = 43 dB(A)



FIGUUR 4. TOELAATBARE ETMAALINTENSITEIT IN DE CANYON EN GROOTTE VAN DE OPENING INGEVAL VAN EEN OPENING (DOORGANG) IN DE CANYONBEBOUWING ALS FUNCTIE VAN DE AFSTAND TOT DE OPENING, VOOR DIVERSE BREEDTES VAN DE CANYON. OP DE VERTICALE AS IS HET PRODUCT VAN ETMAALINTENSITEIT EN OPPERVLAKTE VAN DE OPENING UITGEZET. OM DE ETMAALINTENSITEIT TE VINDEN, MOET DE AFGELEZEN WAARDE GEDEELD WORDEN DOOR DE OPPERVLAKTE VAN DE OPENING. IN ALLE GEVALLEN IS DE STREEFWAARDE EEN GELUIDBELASTING VAN L_{DEN} = 50 dB(A).



FIGUUR 5. DE TOELAATBARE ETMAALINTENSITEIT IN DE CANYON BIJ DIVERSE GLASPERCENTAGES IN DE GEVEL EN DIVERSE GLASTYPES ($R_{AV} = X \text{ dB(A)}$). LANGS DE VERTICALE AS STAAT HET QUOTIENT VAN ETMAALINTENSITEIT EN BREEDTE VAN DE CANYON IN METERS. OM DE ETMAALINTENSITEIT TE VINDEN MOET DE AFGELEZEN WAARDE VERMENIGVULDIGD WORDEN MET DE BREEDTE VAN DE CANYON. STREEFWAARDE IS EEN GELUIDBELASTING VAN $L_{DEN} = 35 \text{ dB(A)}$ BINNEN.

Hiermee kon berekend worden welke geluidsbelasting op de gevel nog toelaatbaar is, en vervolgens welke verkeersintensiteit hierbij hoort. Ook hier is eenvoudig in te zien, dat een verdubbeling van de verkeersintensiteit ongeveer het

zelfde effect zal hebben als halvering van de breedte van de canyon w . Als variabele is daarom in figuur 5 niet de verkeersintensiteit F zelf gebruikt, maar het quotiënt van verkeersintensiteit en breedte van de canyon F/w .

BESLUIT

Het is in dit bestek niet mogelijk alle tools te behandelen, en zeker niet uitvoerig. Zo is de toepassing van een tweede glasgevel waardoor een serre of atrium ontstaat geheel buiten beschouwing gebleven. Ook hiervoor zijn enkele tools ontwikkeld. Voor een uitvoeriger behandeling wordt verwezen naar de dissertatie³, en de daarin genoemde literatuur. Hopelijk is na lezing van dit artikel wel een beeld ontstaan van de aanleiding tot, en de mogelijkheden van het canyon-concept en de aanwezigheid van een aantal gereedschappen om een eerste afschatting te kunnen maken. Het canyon-concept kan, samen met andere nog te ontwikkelen tools een bijdrage leveren aan het compacter bouwen van steden, en daarmee aan de 'volhoubare' ontwikkeling van de aarde.

NOTEN

1. Als vertaling van sustainable (E) of nachhaltig (D)
2. Volhoubaar is het Zuidafrikaanse woord voor sustainable
3. E.Ph.J. de Ruiter (2004), Reclaiming land from urban traffic noise impact zones, 'The great canyon' (ISBN 90-9018 656-5); ook beschikbaar via www.library.tudelft.nl/dissertations