

totaal toelaatbare geluidmissie. Derhalve wordt veelal overgegaan naar geluid-eisen op controlepunten, gelegen op zodanige afstanden dat de gemeten geluidniveaus enerzijds representatief voor de immissie van de totale inrichting zijn en anderzijds niet wezenlijk door stoorgeluiden beïnvloed worden.

Een bedrijf dat een vergunning aanvraagt zal in de toekomst een akoestisch (vestigings)onderzoek moeten (laten) uitvoeren. Daarin dienen waarschijnlijk onder andere een omschrijving van de bronnen en de verwachte geluidniveaus opgegeven te worden [3]. Aan de hand van de opgave zal de vergunningverlener moeten kunnen beoordelen of het bedrijf binnen de toegewezen immissieruimte blijft. Een voorbeeld van een inzichtelijke opgave is in onderstaand schema weergegeven. (zie schema op blz. 10)

De berekende en gemeten totalen op de zonegrens kunnen dan vergeleken worden met de toegewezen immissieruimte. Tevens kunnen bedrijf en vergunningverlener aan de hand van een dergelijke tabel

gevolgen van overschrijding van het op korte afstand verwachte of gemeten geluidniveau heeft op de geluidbelasting van de omgeving.

De mate van detaillering van de bronnen zullen daarbij aan de behoefte aangepast worden. De totaalwaarden op de referentiepunten kunnen als toegestane maxima in de vergunningsvoorschriften opgenomen worden [4].

Conclusies

De Wet geluidhinder stelt eisen aan de totale geluidbelasting vanwege industrieterreinen. Hoe de immissieruimte over de bedrijven verdeeld wordt, wordt aan de gemeenten en provincies overgelaten. Voor nieuwe industrieterreinen zijn in het voorafgaande enige verdeelsleutels aangereikt, welke in grote lijnen voor de praktijk bruikbaar geacht worden. Deze verdeelsleutels zijn in principe ook bruikbaar voor bestaande industrieterreinen, maar verwacht wordt dat met name bij sanering de kosten in belangrijke mate

bepalen. Zonder een systematische aanpak als in het voorgaande geschetst, zullen steeds ad hoc beslissingen genomen moeten worden met alle risico's van dien voor de lange termijn. Goede afspraken hierover tussen de twee "uitdelers" bij gezoneerde terreinen, te weten gemeente en provincie, zijn zeker geboden. ●

LITERATUUR

- [1] H.J.M. Desain, *Geluid en Omgeving 3* (1979) pag. 145-148;
- [2] P. Nijkamp, *Naar een prijzenswaardig milieu?*, Assen 1979;
- [3] *Circulaire Industrielawaai* (1979) o.a. pag. 19.
- [4] *Akoestisch gunstige indelingen en veel gemaakte fouten*, ICG-brochure IL-HR-04-01 (1977).

SANERING WONINGEN IN VERBAND MET WEGVERKEERSLAWAAI

ERVARINGEN EN KANTTEKENINGEN BIJ HET ONTWERPEN VAN GELUIDISOLERENDE GEVELS

ING. C.A. NIEROP *Azn.*

De door de overheid in het verleden (helaas) aangemoedigde ontwikkeling steeds verder van het werk het woongenot te zoeken, en de sterke uitbreiding van het wagenpark heeft er toe bijgedragen dat wegverkeerslawaaai de belangrijkste bron van geluidhinder in Nederland is.

Sanering van bestaande woningen langs snelwegen is dan ook één van de eerste overheidsmaatregelen in het kader van de Wet geluidhinder.

Het artikel van ing. C.A. Nierop behandelt de algemene akoestische aanpak van een dergelijk onderzoek, gebaseerd op een case study "woningen langs RW 10 te Amsterdam, het Coentunneltracé".

Ingegaan wordt op de wijze waarop een dergelijk onderzoek kan plaatsvinden en de mogelijke uitgangspunten en ontwerpcriteria worden voorzien van kritische kanttekeningen. Tevens worden een aantal uitgevoerde voorzieningen aangegeven.

1. Inleiding

Wegverkeerslawaaai is in Nederland de belangrijkste bron van geluidhinder.

De in het verleden gestarte en (helaas) aangemoedigde ontwikkeling de afstand tussen wonen en werken te vergroten en het zich steeds uitbreiden van het wagenpark zal hiertoe zeker hebben bijgedragen.

Het is dan ook niet vreemd dat bij het in uitvoering brengen van de Wet geluidhinder maatregelen tegen het verkeerslawaaai de hoogste prioriteit hebben.

Bij bestaande bebouwing langs auto(snel)wegen zullen veelal achteraf akoestische en ventilatietechnische voorzieningen aan de gevels moeten worden getroffen om de geluidwerendheid ervan te verbeteren en zodoende een aanvaardbaar geluidniveau binnen te bereiken.

Dit geldt vooral in dié gevallen waar door maatregelen aan de weg (geluidschermen) geen of onvoldoende resultaat kan worden bereikt.

Eén van de eerste grote projecten waar de geluidwering tegen wegverkeerslawaaai in een bestaande situatie ter hand werd genomen is de sanering van woningen in Amsterdam, gelegen langs Rijksweg 10, de Einsteinweg (Coentunneltracé).

In samenwerking met de Gemeentelijke Dienst Volkshuisvesting, het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne en Rijkswaterstaat werd een onderzoek ingesteld naar de noodzakelijke saneringsmaatregelen om de geluidniveaus binnen de woningen tot in de Wet geluidhinder gestelde grenswaarden terug te brengen.

Dit onderzoek vond plaats in het kader van het ICG-programma "Verkeerslawaaai" (onderzoekproject OVL-12).

Het onderhavige artikel beschrijft de algemene aanpak van het uitgevoerde onderzoek, toegespitst op de akoestische aspecten, waarbij onder meer wordt ingegaan op de voor het ontwerpen van de akoestische maatregelen aan de gevels gehanteerde uitgangspunten en berekeningsmethodieken.

2. Algemene uitgangspunten voor saneringsmaatregelen

Het onderhavige project betrof circa 50 verschillende woonblokken (meergezinswoningen) langs het circa 5 km lange tracé van RW 10, behorende tot de ringweg door Amsterdam. Gezien de grote omvang van het onderzoek bleek het zinvol te zijn deze woningen in



Ing. C.A. Nierop is werkzaam als adviseur bij het akoestisch adviesburo M + P (voorheen Melzer en Partners) te Amstelveen. Hij was als akoestisch adviseur betrokken bij het ontwerpen van de saneringsmaatregelen aan woningen langs de Einsteinweg (Coentunneltracé) te Amsterdam.

dB(A)-geluidcontouren kunnen nimmer worden gebruikt om als uitgangspunt te dienen voor het berekenen van maatregelen.

Een (on)nauwkeurigheid van slechts 2 dB in de te berekenen geluidcontour kan deze contour over vele tientallen meters doen verschuiven.

Geluidcontouren kunnen alleen worden gebruikt als signalering van problemen.



Figuur 1.

deelprojecten in te delen waarbij de volgende criteria als uitgangspunt dienden:

- ligging ten opzichte van de weg (meer of minder kritische met betrekking tot geluidhinder);
- woningtype;
- eigenaar.

In figuur 1 is een plattegrond van het onderzochte gebied gegeven.

Langs de rijksweg zijn hoofdzakelijk woongebouwen gelegen met 4 tot 8 woonlagen. De afstand van de dichtstbij, "in de eerste rij," gelegen woningen bedraagt in het algemeen 30 tot 60 meter, waarbij enkele woongebouwen direct aan de in- en uitvoegstroken zijn gelegen, zoals de foto van figuur 2 duidelijk laat zien.

In het programma van eisen voor het onderzoek werd in principe de geluidbelasting van *alleen* de rijksweg als maatgevend beschouwd. Dit hield in dat in een aantal gevallen, met name waarbij woningen langs drukke secundaire (stads)wegen met veel bus- en tramverkeer zijn gelegen, de vast te stellen voorzieningen weliswaar een voldoende geluidwering ten opzichte van het verkeer over de rijksweg zouden moeten bewerkstelligen, maar dat de werkelijke geluidniveaus binnen de woningen ná sanering hoger zouden kunnen liggen dan de grenswaarde, ten gevolge van de in die gevallen bepalende invloed van het secundaire (stads)verkeer.

Om de invloed van de secundaire wegen op de gevelbelasting in het uiteindelijke ontwerp van de maatregelen toch te laten meewegen werden aan het eisenpakket, welke als grondslag diende voor het ontwerpen van deze maatregelen, nog enkele aanvullende eisen gesteld, waarop nog nader in wordt gegaan.

In principe werd bij dit onderzoek het geluidniveau *binnen* de woningen vóór sanering als uitgangspunt gebruikt voor de keuze van het al dan niet saneren van de woningen. Hiertoe werd de gevelbelasting voor elk deelproject berekend aan de hand van prognoses van de verkeersintensiteiten- en samenstellingen en snel-

heden, en werd de geluidwerendheid van de gevels in de bestaande toestand (vóór sanering) bepaald aan de hand van metingen.

De geluidbelasting op de gevels werd in principe bepaald door één punt op de te beschouwen gevel waar het hoogste geluidniveau zal optreden (ongunstige situatie).

Verder werden in enkele gevallen, waar het grote geveleppervlakken betrof (met name bij gevels, loodrecht op de weg gesitueerd) de gevels in twee of drie zones ingedeeld, en werd voor elke zone voor de ongunstigste situatie wederom de gevelbelasting berekend.

Als scheiding van de zones werd zo mogelijk een bouwkundige scheiding gekozen.

Op de indeling van zones wordt later nog teruggekomen.

Het gebruiken van zogenaamde dB(A)-contouren (lijnen die punten met een gelijk geluidniveau verbinden, zoals vaak in geluidkaarten te zien) als uitgangspunt voor de bepaling van de gevelbelasting en als criterium voor het al dan niet treffen van maatregelen aan een in eenzelfde woongebouw gelegen woningen, werd niet zinvol geacht, en wel om de volgende redenen.

De ligging van dergelijke contouren zowel in het horizontale als verticale vlak, gebaseerd op een rekeningmodel is onderhevig aan aanzienlijke spreidingen, waarvan een meettechnische verifiëring veelal nauwelijks mogelijk is.

Deze spreiding wordt met name veroorzaakt door de nauwkeurigheid van de invoergegevens en de vereenvoudigde schematiseringen welke inherent zijn aan elk rekenmodel, hoe geavanceerd ook. Een (on)nauwkeurigheid van slechts 3 dB ($\pm 1,5$ dB) bijvoorbeeld doet de te tekenen geluidcontour reeds over vele tientallen meters verschuiven, afhankelijk van de afstand tot de weg. Immers het geluidniveau bij een lijnbron neemt af met de afstand volgens



Figuur 2.

Figuur

10 lo;

dat w opzic luidn geluid over ten o versc

Te figuur typer ven, ticalc

In = 70

ding righe behu puter ding

zou t nauw situa gelui punt

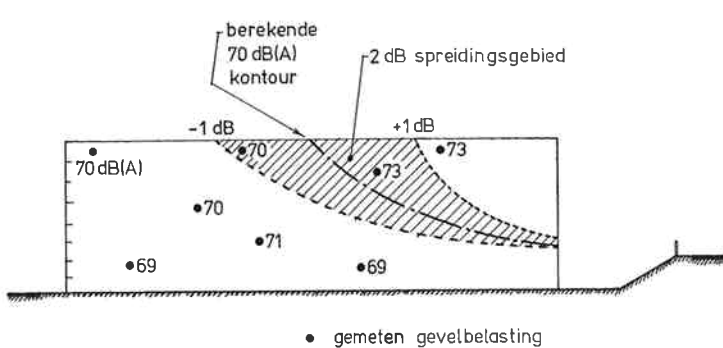
De g verw werd ren, i

onde de bi tour same van t sche

Ee gecon nose dat c dend ren c dB. l gelui techn

Zc nauw maxi maat maat kunn zeer op v derg het c ten, in de Nc

wegi



Figuur 3.

$$10 \log \frac{a}{a_0} \text{ wordt } a = 2a_0, \dots$$

dat wil zeggen dat als de afstand ten opzichte van de weg verdubbelt, het geluidniveau met slechts 3 dB afneemt. De geluidcontour kan dan ook in zo'n geval over een gebied van $\pm 50\%$ in afstand ten opzichte van de berekende ligging verschuiven.

Ter illustratie van dit probleem is in figuur 3 een voor het onderhavige project typerende situatie schematisch weergegeven, voor een dB(A)-contour in het verticale vlak.

In deze figuur is de dB(A)-contour $L_{eq} = 70$ dB(A) weergegeven met een spreiding overeenkomstig een rekennauwkeurigheid van slechts 2 dB, berekend met behulp van een geavanceerd reken(computer)model. Duidelijk is de enorme spreiding te zien waarbinnen deze contour zou kunnen liggen bij de aangenomen nauwkeurigheid. Tevens werden in deze situatie in de praktijk een groot aantal geluidmetingen verricht op verschillende punten voor de gevel van het gebouw. De gemeten waarden werden zodanig verwerkt dat deze direct vergelijkbaar werden met de berekende geluidcontouren, dat wil zeggen dat de meetresultaten onder andere werden gecorrigeerd voor de bij de berekeningen van de geluidcontour aangenomen verkeersintensiteiten en samenstellingen, -snelheden en invloed van (eigen) gevelreflectie en klimatologische invloeden.

Een vergelijking van de op deze wijze gecorrigeerde meetresultaten met de prognose op basis van de berekeningen leert dat de spreidingen in de werkelijk optredende geluidniveaus zelfs nog groter waren dan de in figuur 3 veronderstelde 2 dB. Met andere woorden: de berekende geluidcontouren konden in dit geval meettechnisch niet geverifieerd worden.

Zou men toch willen uitgaan van een nauwkeurig vastgelegde contour voor een maximaal toelaatbare gevelbelasting als maatstaf voor het al dan niet treffen van maatregelen dan zou deze uitsluitend kunnen worden bepaald door middel van zeer vele metingen over langere perioden op vele plaatsen vóór de gevel(s). Een dergelijke methode echter is veelal, met het oog op de lange tijdsduur en meetkosten, alsmede organisatorische problemen, in de praktijk nauwelijks realiseerbaar.

Nog afgezien van de technische overwegingen om niet te kiezen voor een cri-

terium gebaseerd op een dB(A)-contour op de gevel, kan als argument gelden dat elke bewoner door incidentele metingen met een relatief eenvoudige geluidmeter kan aantonen dat de geluidbelasting op zijn niet behandelde woning net zo hoog is, of in een ongunstig geval nog hoger is, dan de woning van de buurman in het wel behandelde deel.

Een, op welke wijze dan ook, gelegde grens op de gevel tussen het wel en niet treffen (of in mindere mate treffen) zal dan ook door de bewoners als willekeurig en onjuist worden ervaren. De bewoners in het niet behandelde deel zouden zich in het nadeel geplaatst voelen ten opzichte van de burens in het wel behandelde deel, waardoor kritiek of acties van de bewoners kunnen ontstaan.

Het gebruik van dB(A)-contouren als uitgangspunt voor het bepalen van maatregelen is derhalve uiterst twijfelachtig. Dit geldt vanzelfsprekend ook voor geluidcontouren in het horizontale vlak. Dergelijke geluidcontouren, veelal in een geluidkaart weergegeven voor een gehele stad of stadsgebied, kan alleen als indicatie dienen voor het signaleren van probleemgebieden. Deze geluidcontour dient dan conservatief te worden berekend, opdat men er zeker van is dat alle woningen die buiten de contour vallen ook werkelijk een lagere geluidbelasting onder vinden dan de contour aangeeft. Binnen een als probleemgebied onder-

Tabel 1

situatie		hoogst toelaatbare geluidbelasting binnen de woning (etmaalwaarde, L_{eq})
weg	woning	
nog niet geprojecteerd	al dan niet geprojecteerd, in aanbouw of aanwezig	35 dB(A)
geprojecteerd	al dan niet geprojecteerd in aanbouw of aanwezig	35 dB(A) 40 dB(A)
in aanleg	al dan niet geprojecteerd in aanbouw of aanwezig	35 dB(A) 40 dB(A)
weg in reconstructie genomen	al dan niet geprojecteerd, in aanbouw of aanwezig	35 dB(A)
weg aanwezig, al dan niet in reconstructie	al dan niet geprojecteerd in aanbouw aanwezig	35 dB(A) 40 dB(A) 45 dB(A)

kende geluidcontour dient dan in feite een gedetailleerd onderzoek naar de werkelijk optredende geluidbelasting voor elke te beschouwen situatie binnen het probleemgebied te worden gestart. Deze benadering werd dan ook in de onderhavige situatie toegepast, zoals in de volgende paragrafen omschreven.

3. Gehanteerde grenswaarden met betrekking tot het toelaatbare binnenniveau

Conform de in de Wet geluidhinder gegeven maximaal toelaatbare geluidniveaus binnen de woningen werden voor het onderhavige onderzoek grenswaarden geformuleerd om als uitgangspunt te dienen voor ten eerste de afweging van wel of niet saneren van een deelproject, en indien sanering plaatsvindt, voor het ontwerpen van voorzieningen aan de gevel.

In tabel I wordt een overzicht gegeven van te hanteren grenswaarden voor het binnenniveau ten gevolge van wegverkeerslawaai uitgedrukt in een etmaalwaarde L_{EM} van het equivalent geluidniveau L_{EM} .

Bij het onderhavige onderzoek werden twee gebieden onderscheiden:

- het gebied ten noorden van de Cornelis Lelylaan (zie figuur 1) waarvoor het criterium: "woning in aanbouw of aanwezig - weg aanwezig, al dan niet in reconstructie" werd gehanteerd waarvoor een maximaal toelaatbaar binnenniveau in termen van een etmaalwaarde voor de geluidgevoelige vertrekken geldt van: $L_{EM} = 45$ dB(A).

Voor de minder gevoelige vertrekken (keukens, gangen e.d.) werd een 10 dB minder strenge grenswaarde aangehouden.

- het gebied ten zuiden van de Cornelis Lelylaan (zie figuur 1) waarvoor het criterium: "woningen in aanbouw of aanwezig - weg in aanleg" is aangehouden, met een maximaal toelaatbaar binnenniveau (etmaalwaarde) van $L_{EM} = 40$ dB(A) voor de geluidgevoelige (woon- en slaap) vertrekken en een 10

Maatgevend voor sanering is het geluidniveau binnen de woning in de bestaande toestand.

Het equivalente geluidniveau 's nachts is voor doorgaande snelwegen meestal bepalend voor de vast te stellen etmaalwaarde.

Bij de meeste rekenmodellen voor schermwerking van geluidschermen en -wallen dient nog te worden gecorrigeerd voor een lijnbron situatie en voor straalkromming.

Een loodrecht op de weg gelegen gebouw scherm t deze weg niet voor de helft af.

Een meet- en beoordelingshoogte van 1,5 m is alleen representatief voor zittende personen en staande kabou- ters.

Het met geluidschermen te bereiken effect wordt veelal schromelijk overschat.

Het plaatsen van een geluidscherm met als doel slechts 2 à 3 dB reductie te bereiken is vanuit akoestisch en economisch oogpunt nauwelijks zinvol; immers een dergelijke minimale reductie is noch subjectief waarneembaar, noch meettechnisch verifieerbaar.

dB minder strenge grenswaarde voor de minder gevoelige vertrekken.

Deze afweging werd gebaseerd op het tijdstip van openstelling van de beide weggedeelten, waarbij het gebied ten zuiden van de Cornelis Lelylaan enkele jaren later (1972) werd opengesteld dan de weg ten noorden van de Cornelis Lelylaan (1966).

4. Vaststelling van de voor sanering in aanmerking komende deelprojecten

De afweging welke van de deelprojecten langs de rijksweg in aanmerking kwamen voor sanering werd gebaseerd op het geluidniveau binnen de woningen in het betreffende deelproject vóór sanering. Hiertoe werd uitgegaan van de berekende gevelbelasting ten gevolge van alleen de invloed van de rijksweg met op- en afritten en de gemeten geluidvering van de gevel(s) van de woningen vóór sanering.

4.1. Berekening van de geluidbelasting op de gevels

Allereerst werd voor elk deelproject de gevelbelasting berekend. Hiervoor werd de dagsituatie maatgevend voor het bepalen van de etmaalwaarde gehouden, conform in het verleden gemaakte afspraken en verrichte onderzoeken "nota geluidhinder ringweg Amsterdam" [1]*. Voor doorgaande snelwegen blijkt echter veelal niet de dagsituatie, maar de nachtsituatie bepalend te zijn voor het vaststellen van de etmaalwaarde, en geldt bij benadering $L_{A,eq,dag} = L_{A,eq,nacht} + 3 \text{ (dB(A))}$ (1)

Door nu de dagwaarde maatgevend voor de etmaalwaarde te veronderstellen worden de hierop gebaseerde berekende etmaalwaarden circa 2 dB te laag bepaald hetgeen zou kunnen leiden tot het ontwerpen van een 2dB te lage gevelisolatie.

Als berekeningsgrondslag voor het bepalen van de gevelbelasting werd gebruik gemaakt van het rekenmodel, zoals omschreven in de DIN 18.005 [2] en van een intern wegverkeerslawairapport [3]. De ICG-publikatie VL-HR-22-01 "Berekening wegverkeerslawair voor zone- ringsdoelinden" [4] was ten tijde van het verrichte onderzoek nog niet verschenen zodat van de in deze publikatie gegeven rekenmethode geen gebruik kon worden gemaakt.

Overigens zijn de met beide methoden [2], [3] en [4] te berekenen geluidbelastingen voor vrije geluiduitbreiding, voorzover het alleen de dB(A)-waarden betreft, nagenoeg gelijk, met name voor de in de onderhavige situatie aanwezige afstanden tussen de weg en de woningen, zodat de verkregen resultaten zeker representatief waren.

Op de rekenprocedure op zich wordt in het kader van dit artikel niet nader ingegaan. Hiervoor wordt verwezen naar de hierover beschikbare literatuur [2] en [3].

Daar praktisch langs de gehele rijksweg geluidschermen waren geprojecteerd met

een hoogte van 2 meter diende de invloed van deze schermen op de geluidbelasting op de gevels van de deelprojecten te worden verdisconteerd wilde men kunnen bepalen in hoeverre door het plaatsen van de geluidschermen voorzieningen aan de gevel(s) konden worden verminderd, of achterwege konden blijven.

Voor het berekenen van de schermwerking werd gebruik gemaakt van de publikatie "Schallschutz durch Abschirmung" [5].

De in deze publikatie gegeven rekenmethode gaat uit van een puntbron als geluidbron, zoals bij de meeste andere bekende rekenmodellen ook het geval is. De gevonden resultaten werden derhalve gecorrigeerd voor een lijnbron.

Verder wordt in [6] gerekend met "gekromde geluidstralen" in plaats van "rechte geluidstralen".

Door deze benadering is de te verwachten afschermdende werking van een scherm minder dan die, welke vaak met andere rekenmodellen wordt bepaald. Zonder hierop dieper in dit artikel in te gaan moet worden opgemerkt, dat de te verwachten geluidreductie door het plaatsen van geluidschermen in veel gevallen schromelijk wordt onderschat.

Bij het bepalen van de gevelbelasting op gevels van woningen, loodrecht op de weg gesitueerd, wordt veelal aangenomen dat elke (zij)gevel een 3 dB(A) lagere geluidbelasting ondervindt als geldt voor vrije geluiduitbreiding, daar het gebouw de weg voor één helft af zou schermen.

Eenvoudige berekeningen met behulp van geluidschermtheorieën, bijvoorbeeld volgens [5], echter tonen aan dat een dergelijke afscherming voor met name de woningen direct nabij de rijksweg gelegen, niet optreden (effectieve schermhoogte relatief klein). Pas voor verder van de weg gelegen woningen is dit effect aanwezig.

Bij het bepalen van de geluidbelasting op de gevels werden voor dergelijke gevallen derhalve de te verwachten afschermingen voor elke representatieve situatie berekend.

Ter controle op de berekende gevelbelasting werden in een aantal situaties, met name waar het rekenmodel mogelijk te onnauwkeurig zou worden (bijvoorbeeld binnen door woongebouwen gedeeltelijk omsloten hofjes waar meervoudige reflecties optraden), incidenteel geluidmetingen uitgevoerd.

Bepaald werd het equivalente geluidniveau $L_{A,q}$ over een meetperiode van 5 à 10 minuten, hetgeen gezien de verkeersintensiteit lang genoeg bleek te zijn om als representatief te worden beschouwd. De resultaten werden voor de invloed van gevelreflecties zo nodig gecorrigeerd. De metingen vonden plaats conform de richtlijnen omschreven in [6] en [7].

Getracht werd alleen het geluidniveau ten gevolge van de rijksweg te registreren. Daar waar incidenteel stoorgeluiden werden waargenomen werd tijdens het optreden ervan de meting stopgezet, in die gevallen waar stoorgeluiden niet konden worden geëlimineerd werd een andere

(vergelijkbare) meetpositie gekozen.

Als meethoogte werd een hoogte aangehouden welke voor de beoordeling van de betreffende situatie relevant was, dit bleek altijd een hoogte te zijn, variërend tussen 5 en 10 meter, gezien het feit dat de weg reeds op een dijklichaam (hoogte ± 4 meter) is gelegen. Een meethoogte van 1,5 meter (buihoogte), zoals nog vaak gebruikt wordt blijkt veelal onjuiste resultaten te kunnen opleveren. (Immers een dergelijke hoogte is alleen relevant voor staande kabouters en zittende personen).

Bovendien zijn de resultaten van metingen, te verrichten op een hoogte van circa 1,5 meter niet goed reproduceerbaar door de invloed van lage obstakels (begroeiing, hekjes en dergelijke) tussen de bron en ontvanger en door het met name bij deze lage meethoogte optredende merkbare bodemeffecten. Verder bevinden de akoestisch gevoelige (slaap)vertrekken zich veelal minstens op 5 meter hoogte.

Tijdens de metingen van het verkeerslawair werden verkeersstellingen gedaan, zodat de meetresultaten konden worden gecorrigeerd voor de voor berekeningen aangehouden verkeersintensiteiten volgens:

$$L_{A,q} = L_{A} + 10 \log \frac{N_q}{N_m} \text{ (dB(A))} \quad (2)$$

waarin:

$L_{A,q}$ = gemeten gecorrigeerde gevelbelasting $L_{A,q}$ in dB(A)

L_A = gemeten gevelbelasting, $L_{A,q}$ in dB(A)

N_q = aantal motorvoertuigen per uur, zoals aangenomen voor de berekeningen van de gevelbelasting (gemiddelde dagwaarde)

N_m = aantal tijdens de metingen geregistreerde motorvoertuigen

waarbij verondersteld werd (en ook uit de tellingen bleek) dat de verkeerssamenstelling bij de berekeningen en metingen vergelijkbaar was. Tevens werd verondersteld dat de verkeerssnelheden tijdens de metingen in zo een geringe mate van de door de berekeningen gehanteerde snelheden afweken dat dit geen significante invloed had op de resultaten.

Uit de metingen bleek dat de meetresultaten in het algemeen goed overeenkwamen met de rekenresultaten. Incidenteel werden de berekende waarden nog enigszins aan de meetresultaten aangepast bijvoorbeeld daar waar meervoudige reflecties optraden.

De op deze wijze verkregen gevelbelastingen voor de verschillende deelprojecten varieerden voor akoestisch meest kritieke gevels in het algemeen tussen: $L_{A,q} = 77 \text{ dB(A)}$ en $L_{A,q} = 68 \text{ dB(A)}$ waarbij de woongebouwen, direct langs de rijksweg gelegen (foto van figuur 2) de hoogste geluidbelasting ondervonden, en de woningen op circa 60 meter van de weg de laagste geluidbelasting.

* De tussen haakjes geplaatste cijfers in de tekst verwijzen naar het literatuuroverzicht dat aan het slot van dit artikel geplaatst is in de kantlijnmarge (blz. 15).

4.2.
van d

Ter b
van d
werde
tinger
waai
Hie
vóór
(mees
raam
De:
de ric
De
hetzij
kaar,
taten
geerd
siteit
gege

De ge
berek
 ΔL_A
0,5 (c
waari
 ΔL_A
vóór:
 $L_{A,bui}$
luidn:
 $L_{A,bin}$
luidn
 $T = 1$
in s
0,5 =
 ΔL
in dB
(een l
echte
achte
"O
corre
O:
A-filt

Bij de
van c
dat e
repre
Hi
van c
onde
- aa
provi
- ste
- (a
bract
and
woni
- he
volur
tatief
het o
Pe
tatiev
derw
verkr
De
tinge:
interj
stadi
Im
en de
keuz
saner
gen.

4.2. Bepaling van de geluidwerendheid van de gevels vóór sanering

Ter bepaling van de geluidwerendheid van de gevels in de bestaande toestand werden steekproefsgewijs gevelisolatiemetingen verricht, met het wegverkeerslawaai als geluidbron.

Hiertoe werden zowel binnen als buiten vóór de gevel geluidmetingen uitgevoerd (meestal 0,5 meter vóór een geopend raam ter elimineren van gevelreflecties).

Deze metingen vonden plaats conform de richtlijnen omschreven in [8] en [9].

De metingen binnen en buiten vonden hetzij simultaan plaats, hetzij achter elkaar, waarbij in het laatste geval de resultaten van de metingen werden gecorrigeerd naar een standaard verkeersintensiteit volgens de reeds in paragraaf 4.1 gegeven methode (vergelijking 2).

De geluidwering van de gevels ΔL_A werd berekend met behulp van

$$\Delta L_A = L_{A,buiten} - L_{A,binnen} + 10 \log T \quad (3)$$

waarin:

ΔL_A = geluidwerendheid van de gevel vóór sanering in dB

$L_{A,buiten}$ = equivalent (gecorrigeerd) geluidniveau buiten in dB(A)

$L_{A,binnen}$ = equivalent (gecorrigeerd) geluidniveau binnen in dB(A)

T = nagalmtijd van het ontvangstvertrek in s

0,5 = referentie-nagalmtijd.

ΔL_A wordt uitgedrukt in dB, en niet in dB(A), hetgeen vaak wel wordt gedaan (een geluidreductie van 5 dB(A)). Dit is echter principieel onjuist daar de A als achtervoegsel per definitie betekent:

"Op het geluidniveau werd de A-filter correctie toegepast".

Op het niveauverschil echter mag de A-filter correctie niet worden toegepast.

Bij de metingen van de geluidwerendheid van de gevels werd ervoor zorg gedragen dat een voor een betreffende deelproject representatieve gevel werd genomen.

Hiertoe werd de bouwkundige staat van de te meten gevel(s) beoordeeld op onder andere:

- aanwezigheid van (door de bewoners provisorisch aangebrachte) kierdichtingen;
- staat van onderhoud;
- (al dan niet door de bewoners) aangebrachte afwijkende (dubbele) beglazingen, anders dan representatief voor de overige woningen van het deelproject;
- het feit of de binnenaankleding en het volume van de meetvertrekken representatief waren voor de overige woningen in het onderzochte deelproject.

Per deelproject werden 2 à 3 representatieve woningen aan dit onderzoek onderworpen, zodat een goed beeld werd verkregen van de bestaande gevelisolatie.

De afweging welke woningen voor metingen in aanmerking kwamen, en de interpretatie van de resultaten is in dit stadium van essentieel belang.

Immers, op basis van deze resultaten en de berekende gevelbelasting wordt een keuze gemaakt van de al dan niet voor sanering in aanmerking komende woningen.

De geluidwerendheid van een gevel welke niet op akoestische gronden ontworpen is, kan per woning, en zelfs per jaargetijde voor een bepaalde gevel, sterk verschillen, onder andere afhankelijk van de bouwkundige staat van de gevel (onderhoud), aangebrachte kierdichtingen, krimp en uitzetting van houten delen als gevolg van klimatologische invloeden en dergelijke.

De eerder puntsgewijs genoemde criteria voor het representatief achten van een meetsituatie moeten dan ook van geval tot geval op deskundige wijze toegepast worden.

Vermeld kan nog worden dat in een aantal gevallen de geluidwerendheid van de bestaande gevels, na een visuele inspectie ter plaatse, ook bij benadering kan worden berekend; op deze methode wordt echter hier verder niet ingegaan.

Verder wordt nog opgemerkt dat deze aanpak bewust niet uitgaat van een statistische benadering met willekeurig gekozen steekproefmetingen, maar van enkele metingen aan representatieve woningen, welke op basis van een deskundige beoordeling ter plaatse geselecteerd werden.

Deze aanpak verdient in verband met de hoge meetkosten en lange tijdsduur (organisatorische problemen) de voorkeur, nog afgezien van de vraag of een statistische benadering überhaupt toelaatbaar is.

4.3. Afweging van saneringsituaties

Aan de hand van de voor enkele representatieve punten voor de gevel berekende geluidbelasting en de gemeten geluidwerendheid van de bestaande gevel kan nu de afweging worden gemaakt van al dan niet saneren. Daar echter de berekende gevelbelasting in principe per deel van een woonblok kan verschillen (zie hfdst 2) diende nog te worden vastgesteld van welke gevelbelasting wordt uitgegaan.

Vanuit praktische overwegingen bleek het veelal niet zinvol te zijn voor elke woning of voor een aantal woningen in een woonblok afzonderlijk, verschillende gevelbelastingen te hanteren. Bij de afweging welke gevelbelasting(en) maatgevend voor het treffen van maatregelen aan een bepaald woonblok worden genomen, werden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Indien de geluidbelasting op één gevel met 5 dB of minder verschil wordt de ongunstigste situatie (hoogste gevelbelasting) als maatgevend beschouwd voor alle aan die gevel gelegen woningen.
- Indien de geluidbelasting op één gevel in akoestisch gunstigste en ongunstigste zin met meer dan 5 dB verschil wordt per situatie nagegaan of het zinvol en gerechtvaardigd is het gebouw in twee of meer akoestische zones met een onderling verschil van 5 dB in te delen.

Hierbij kan bijvoorbeeld een aanwezige bouwkundige scheiding tevens dienen als akoestische scheiding. Per zone wordt dan weer de hoogst voor die zone geldende gevelbelasting als maatgevend beschouwd.

De keuze voor wat betreft de voor de voorzieningen als maatgevend gevelbelasting aan te houden waarde lijkt hier-

door conservatief te zijn, hierbij dienen echter de volgende punten in overweging te worden genomen, welke een conservatieve benadering in de weg staan:

- De voor de woningen ten noorden van de Cornelis Lelylaan aan te houden grenswaarde voor het binnenniveau is de in de Wet geluidhinder minst strenge waarde (Milieuhygiënisch ongunstig).
- De werkelijke geluidbelasting op de gevel, in termen van een etmaalwaarde, is in het algemeen hoger dan als uitgangspunt (dagwaarde) werd aangenomen, en wel circa 2 dB (zie ook paragraaf 4.1).
- De secundaire stadswegen werden niet in de beschouwing meegenomen; deze hebben echter in een aantal gevallen, met name bij gebouwen loodrecht op de weg, voor de woningen verder van de weg gelegen, een duidelijke invloed.

Tevens is het zinvol voor de te behandelen gevels een zekere uniformiteit in maatregelen aan te houden. Vele verschillende constructies in één gebouw immers leiden tot kostenverhoging en problemen bij eventuele vervanging van geveldelen bij beschadiging.

Het ontwerpen van praktisch identieke gevelconstructies met onderling kleine verschillen in geluidisolatie is praktisch niet goed mogelijk, gezien de keuze in materialen. Bovendien zouden gevelisolaties met een onderling berekend verschil van zeg 3 dB meettechnisch nauwelijks te controleren zijn door spreidingen in te bereiken uiteindelijk resultaat door uitvoerings- en berekeningsonnauwkeurigheden.

Nadat op de hiervoor beschreven wijze de voor de voorzieningen maatgevende gevelbelasting $L_{A,buiten,m}$ en de geluidwering van de gevels van de te behandelen woningen ΔL_A zijn vastgesteld kan het te verwachten binnenniveau $L_{A,binnen,m}$ genormeerd op een nagalmtijd van 0,5 s (zie vergelijking (3)) worden bepaald met behulp van

$$L_{A,binnen,m} = L_{A,buiten,m} - \Delta L_A \quad (4)$$

waarbij in het onderhavige onderzoekproject de volgende afwegingen werden gemaakt:

$L_{A,binnen,m} > 45$ dB(A), respectievelijk > 40 dB(A)

bestaande geluidwering onvoldoende, deelproject komt in aanmerking voor sanering

$L_{A,binnen,m} \leq 45$ dB(A), respectievelijk ≤ 40 dB(A)

bestaande geluidwering voldoende, deelproject komt niet in aanmerking voor saneringsmaatregelen.

Zoals reeds eerder gesteld werd de afweging uitsluitend gebaseerd op de gevelbelasting ten gevolge van de rijksweg. Dat dit in de onderhavige situatie een zinvolle benadering is kan worden verklaard door het feit dat, wanneer het binnenniveau ten gevolge van alle wegen maatgevend zou worden gesteld, het te saneren gebied waarschijnlijk zeer uitgestrekt zou worden.

De op de bovenomschreven wijze geselecteerde voor sanering in aanmerking gekomen circa 10 deelprojecten, bestaan uit circa 25 verschillende woongebouwen praktisch alle "in de eerste lijn" langs de rijksweg gelegen. ●

De geluidwering van een niet op akoestische gronden ontworpen gevel kan per woning en per jaargetijde, sterk verschillen.

Maatregelen aan de gevel dienen altijd ten minste een 5 dB reductie in het A-niveau te bewerkstelligen.

LITERATUURVERZICHT

- [1] Werkgroep Geluidhinder RW 10, "Nota geluidhinder ringweg Amsterdam", oktober 1976.
- [2] DIN-norm 18005 (Entwurf), Teil 1, "Schallschutz im Städtebau, Berechnungs- und Bewertungsgrundlagen", april 1976, Fachnormenausschuss Beuth Verlag GmbH.
- [3] Melzer & Partners b.v., Rapport "Verkeerslawaai", 1975 (niet gepubliceerd).
- [4] ICG-rapport VL-HR-22-01, "Berekeningsmethode wegverkeerslawaai voor zoneringsdoelinden", Interdepartementale Commissie Geluidhinder, maart 1977.
- [5] U. Kurze, "Schallschutz durch Abschirmung - Grundlagen zum Entwurf der VDI-Richtlinie 2720", 1977.
- [6] ICG-rapport VL-HR-19-01, "Meetmethode voor wegverkeerslawaai", september 1975, Interdepartementale Commissie Geluidhinder.
- [7] DIN-norm 45.642, "Messung von Verkehrsgeräuschen", Fachnormenausschuss Beuth Verlag GmbH, 1974.
- [8] ISO-140 I t/m V, "Measurement of sound insulation in buildings and of building elements", International Organization for Standardization, 1978.
- [9] DIN-norm 52.210, "Luft- und Trittschalldämmung", Deutschen Normenausschuss Beuth Verlag GmbH, juli 1975.