

SANERING WONINGEN IN VERBAND MET WEGVERKEERSLAWAAI (II)

ERVARINGEN EN KANTTEKENINGEN BIJ HET ONTWERPEN VAN GELUIDISOLERENDE GEVELS

ING. C.A. NIEROP *Azn.*

5. Het berekenen van de vereiste gevelisolatie

Bij het berekenen van de vereiste gevelisolatie wordt uitgegaan van de berekende maatgevende gevelbelasting $L_{A, \text{buiten, in}}$ (equivalent geluidniveau L_{eq} voor de dagsituatie) volgens paragraaf 4.1 en 4.3 en de binnenshuis gestelde grenswaarde, waarop nog wordt ingegaan.

Om nu te komen tot een gevelontwerp is een geluidreductie uitgedrukt in een dB(A)-verschil in principe niet voldoende, maar moet worden uitgegaan van een octaafbandspectrum.

Hiertoe dient allereerst de gevelbelasting, in octaafbanden gespecificeerd, bekend te zijn.

Dit octaafbandspectrum kan onder meer afhankelijk zijn van afscherming, immers de invloed van een geluidscherm wordt groter naarmate de frequentie toeneemt. Dit impliceert dat voor vele situaties verschillende spectra van de gevelbelasting bekend zouden moeten zijn ten gevolge van de verschillende afschermingen voor verschillende situaties door het 2 m hoge geluidscherm langs de weg. Of dit in de onderhavige situatie het geval was, dat wil zeggen dat zeer vele metingen van de gevelbelasting, in octaafbanden of uitgebreide berekeningen, plaats zouden moeten vinden, werd bepaald aan de hand van de invloed van de in de onderhavige situatie aanwezige geluids-

chermen op een standaard wegverkeerslawaaïspectrum welke geldt voor vrije geluiduitbreiding, zoals op enkele plaatsen langs de weg meettechnisch werd geregistreerd.

Hiertoe werd voorgesteld een "spectrum-kengetal" te definiëren als het verschil tussen het op lineaire schaal gemeten geluidniveau en het dB(A)-gewogen geluidniveau.

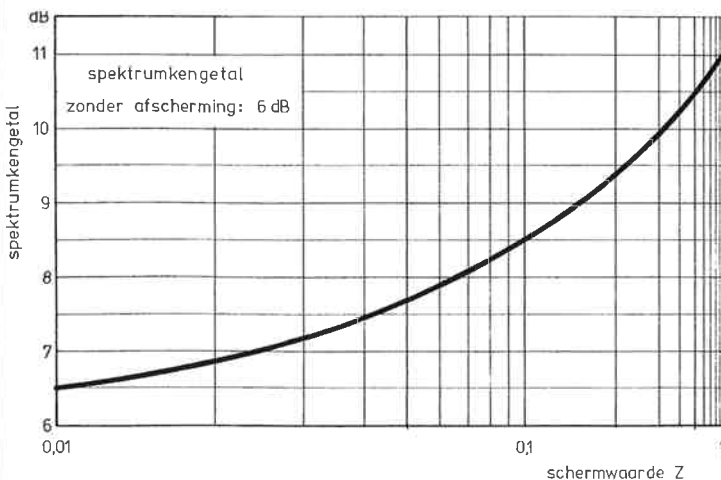
Dit spectrum-kengetal bedraagt voor het typerende verkeerslawaaïspectrum circa 6 dB.

Bekeken werd nu de invloed van het afschermen van de geluidbron op dit spectrum-kengetal. In figuur 5 is het spectrumgetal als functie van de schermwaarde Z van een geluidscherm weergegeven. Bij de schermwaarden $Z \leq 0,02$ bedraagt de verhoging van het spectrumgetal zonder afscherming (= 6 dB) minder dan 1 dB, terwijl pas bij een schermwaarde $Z > 0,1$ de invloed duidelijk merkbaar wordt (spectrumgetal dan circa 8,5 dB).

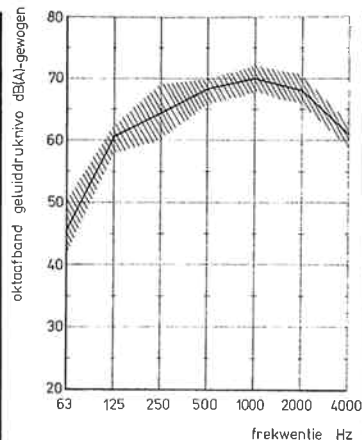
In alle, bij het hier beschreven onderzoek, deelprojecten, die voor sanering in aanmerking komen, is de voor de maatgevende gevelbelasting van belang zijnde schermwaarde $Z < 0,02$. De invloed van de schermwaarde op het octaafbandspectrum is dan ook te verwaarlozen.

Derhalve kon voor het gehele project uitgegaan worden van een octaafbandspectrum volgens (10), zoals gegeven in figuur 6.

De voor het binnenniveau aan te hou-



Figuur 5: Het spectrumgetal als functie van de schermwaarde van een geluidscherm.



Figuur 6: Standaard wegverkeerslawaaïspectrum zoals voor de onderhavige situatie aangehouden.

den grenswaarde wordt niet alleen gebaseerd op de uitgangspunten, zoals omschreven in hoofdstuk 3, maar tevens op de volgende criteria:

- De te adviseren voorzieningen dienen in het algemeen tenminste een reductie van het dB(A)-niveau te bewerkstelligen van 5 dB. Een lagere reductie dan 5 dB zal subjectief niet of nauwelijks worden waargenomen, zodat de kosten van de maatregelen en het ongemak voor de bewoners in geen enkele verhouding staan tot het te bereiken resultaat.

- In die gevallen waar op grond van het berekende te verwachten binnenniveau $L_{A, \text{binnen}}$ volgens paragraaf 4.3, vergelijking (4) en de gestelde grenswaarden volgens hoofdstuk 3 een geluidreductie wordt vereist van 5 dB of meer, worden maatregelen ontworpen op basis van de werkelijk vereiste geluidreductie.

Zo zal bijvoorbeeld in een situatie waar het maatgevend binnenniveau $L_{A, \text{binnen, m}} = 47$ dB(A) bedraagt en de gehanteerde grenswaarde 45 dB(A) is, dit binnenniveau na sanering 42 dB(A) dienen te bedragen. Maar in eenzelfde situatie met een grenswaarde van 40 dB(A) zal een geluidreductie van 7 dB moeten worden bereikt om aan deze grenswaarde van 40 dB(A) te kunnen voldoen.

Nadat de bovengenoemde afwegingen zijn gemaakt kan de vereiste geluidisolatie van de gevel per octaafband worden berekend op een wijze zoals reeds elders (11) werd omschreven, waarin de vereiste geluidisolatie van de gevel R wordt omschreven als:

$$R = \Delta L + 10 \log \frac{S}{V} + 9,5 \text{ (dB)} \quad (5)$$

waarin:

R = vereiste geluidisolatie in een octaafband

ΔL = verschil geluidbelasting buiten \rightarrow binnen in een octaafband

S = oppervlak aan de gevel

V = volume van de ontvangruimte

onder inachtnaam van enkele vereenvoudigingen welke ook voor de onderhavige situatie gelden, te weten een gemiddelde invalshoek van het geluid op de gevel

van 45° en een nagalmtijd in de ontvangruimte van $T = 0,5$ s.



Ing. C.A. Nierop is werkzaam als adviseur bij het akoestisch adviesbureau M+P (voorheen Melzer en Partners) te Amsterdam.

Hij was als akoestisch adviseur betrokken bij het ontwerpen van de saneringsmaatregelen aan woningen langs de Einsteinweg (Coentunneltracé) te Amsterdam.

Zorgvuldige kierdichtingen zijn voor een geluidisolerende gevel een absolute noodzaak.

Het toepassen van enkelvoudige schuifraamconstructies voor geluidisolerende doeleinden is niet zinvol.

Voor de term $10 \log \frac{S}{V}$ werd per

gevel per soort vertrek een gelijke waarde aangehouden, dat wil zeggen dat bij deelprojecten waar verschillende woningtypen met woon- en slaapkamers aan de te behandelen gevel aanwezig waren toch voor bijvoorbeeld alle woonkamers een gelijke waarde, en voor alle slaapkamers een gelijke waarde, werd gehanteerd, overeenkomstig het uniformiteitsbeginsel van paragraaf 4.3.

De term $10 \log \frac{S}{V} + 9,5$ dB varieerde

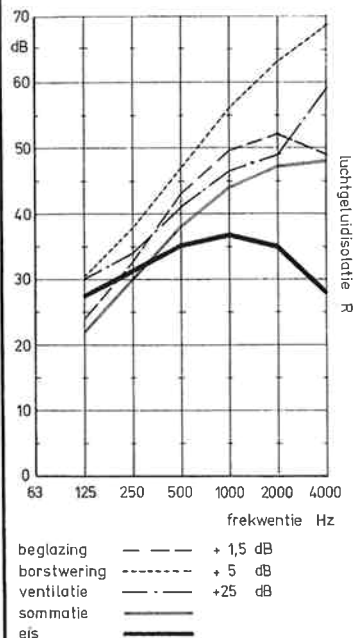
in de onderhavige situatie in het algemeen tussen +2 en +5 dB.

De totale geluidisolatie van de gevel wordt bepaald door de verschillende gevelonderdelen gezamenlijk. De resulterende geluidisolatie van alle gevelonderdelen te-zamen (bijvoorbeeld beglazing; deuren; lichte borstweringspanelen; ventilatieopeningen) dient te voldoen aan de volgens vergelijking (5) berekende geluidisolatie per octaafband. Deze geluidisolatie R van de gehele gevel met oppervlak S berekent men door de geluidvermogens welke door elk bouwdeel met oppervlak S_i en geluidisolatie R_i naar binnen treden op te tellen, of in formule

$$R = -10 \log \sum_i \text{antilog} \left[-\frac{1}{10} (R_i + 10 \log \frac{S_i}{S}) \right] \quad (6)$$

De opbouw van een op deze wijze berekende gevel is als voorbeeld in grafiekvorm gegeven in figuur 7 waarbij de gevel bestaat uit een beglazing; borstwering en een ventilatievoorziening.

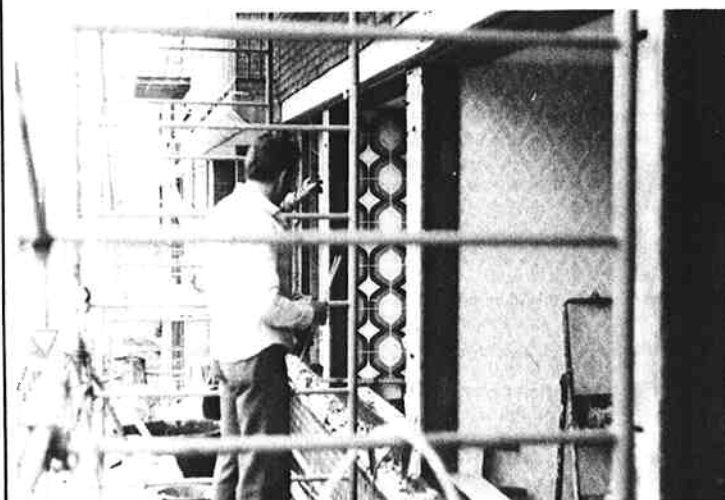
fig. 7



Figuur 7: Grafische weergave van de opbouw van een gevel met verschillende deelisolaties R_i , volgens vergelijking (6).



Figuur 8: Gevelaanzicht woongebouw direct langs de rijksweg, na sanering.



Figuur 9: Geveldetail van de vervanging van de gehele kozijnconstructie.

De "somatic" van alle gevelonderdelen dient in elke octaafband te voldoen aan de volgens vergelijking (5) berekende geluidisolatie met een toelaatbare afwijking in één octaafband van ten hoogste 8 dB, mits de gemiddelde afwijking groter dan 0 bedraagt (betere isolatie) geheel conform de rekenprocedure zoals omschreven in [2].

Gezien het grote aanbod in beglazingsystemen werd het tijdbesparend onderhouden om een mogelijkheid tot voorselectie van in aanmerking komende beglazingen te hebben, alvorens een spectrale vergelijking te verrichten. Hiertoe werd een eengetalscriterium gebruikt, en wel een "gewogen isolatie" R_w volgens de VDI-richtlijn "Schalldämmung von Fenstern" [12], te berekenen volgens

$$R_w = L_{A,buiten,m} - L_{A,binnen} + 10 \log \frac{S_{glas} + 5}{A} \quad (7)$$

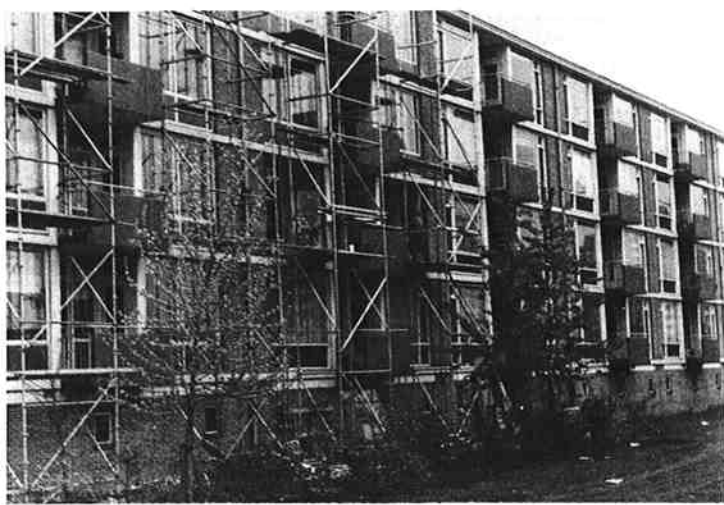
waarin:

R_w = gewogen geluidisolatie in dB
 $L_{A,buiten,m}$ = maatgevende gevelbelasting in dB(A)

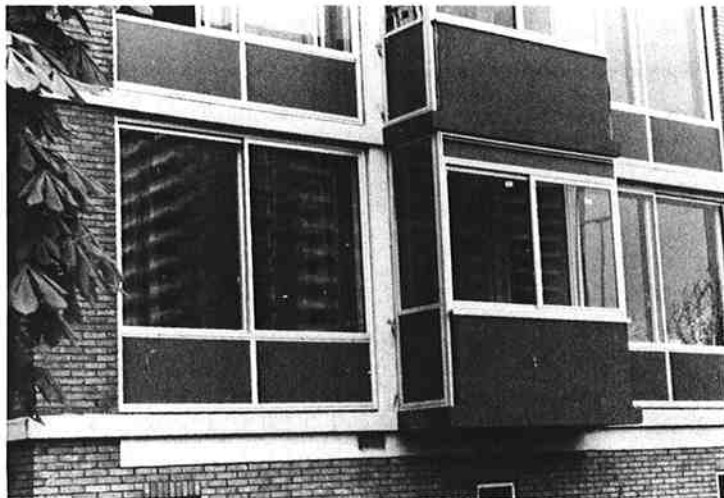
$L_{A,binnen,m}$ = vereist binnenniveau na sanering in dB(A)

A = absorptie van het ontvangvertrek.

Deze R_w -waarde is op relatief eenvoudige wijze uit de in octaaf- of tertsbanden gespecificeerde geluidisolatie van de beglazingen te berekenen, of kan door genoemde glasleveranciers worden opgegeven. Alleen van die beglazingsconstructies die voldoen aan vergelijking (7) behoeven de isolatiewaarden spectraal, in relatie tot de overige gevelonderdelen conform vergelijking (6) te worden vergeleken met de normkromme (zie figuur 7) zoals bepaald volgens vergelijking (5). Deze vereenvoudigde selectieprocedure was mogelijk door het feit dat gebruik kan worden gemaakt van het standaard wegverkeerslawaaispectrum. Dit spectrum is essentieel voor het mogen toepassen van vergelijking (7). Met deze rekenprocedure en de hiervoor vermelde uitgangspunten werden nu voor elk voor sanering in aanmerking komend deelproject de gevels ontworpen.



Figuur 10: Gevelaanzicht balkons vóór sanering.



Figuur 11: Geveldetail balkons na sanering.

6. Ventilatie-technische aspecten

Alhoewel in de beginfase van het onderzoek eraan werd gestreefd de ventilatie-voorzieningen te ontwerpen conform de normvoorschriften (NEN 1087 en GAVAC-richtlijnen) kon hieraan veelal vanuit technische overwegingen niet worden voldaan. De bestaande bebouwing was niet conform deze richtlijnen ontworpen en het zou in vele gevallen tot ingrijpende voorzieningen leiden om deze in dit stadium alsnog te verwezenlijken. Hiervoor zouden vaak nieuwe kanalen door woningen dienen te worden gevoerd waarbij, doordat bijvoorbeeld in verticale zin (woningen boven elkaar) soms geen gelijke woningindelingen werden gevonden, de situering van de kanalen op praktische uitvoeringsproblemen zouden stuiten.

Uiteindelijk werd in de meeste situaties gebruik gemaakt van geluidgedempte ventilatieopeningen in de gevel, met uitzondering van drie woongebouwen welke direct tegen de weg gelegen waren.

Om stankoverlast ten gevolge van uit-

laatgassen te voorkomen werd in deze situaties besloten een geheel gesloten gevel te ontwerpen (wel met te openen ramen) en een mechanisch ventilatiesysteem aan te brengen, waarbij lucht via het dak (ventilatiekast) en een hoofdkanaal via het trappenhuis, door middel van aftakkanalen naar elke woning werd gevoerd.

Deze lucht werd voorverwarmd met behulp van de centrale stookunit waarvan de capaciteit (door de akoestische (dubbele) ramen) voldoende bleek te zijn.

De luchtafvoer geschiedde op natuurlijke wijze via de bestaande kanalen in de keukens en douches.

7. De uitgevoerde maatregelen

Voor de woningen ten noorden van de Cornelis Lelylaan, waar als uitgangspunt een maximaal toelaatbaar binnenniveau werd gesteld van $L_{EM} = 45 \text{ dB(A)}$, (zie figuur 1) kon in de meeste gevallen in akoestische zin worden volstaan met het aanbrengen van 8 mm dikke enkele beglazing, of vergelijkbare

thermopane (6-12-4 mm) beglazing, rondom voorzien van een deugdelijke kierdichting bij de draaiende delen (ramen en balkondeuren). De lichte borstweringspanelen werden verzwaaard door middel van een staalplaat, dikte 2 mm, aangebracht vóór de bestaande panelen.

In de bovenlichten boven de balkondeuren, of boven de ramen in de kozijnen, werden in het algemeen geluiddempende ventilatiekasten of -spleten aangebracht ten behoeve van de ventilatie.

Uitzondering hierop vormden de drie woongebouwen gelegen direct aan de rijksweg

Hier werd een gasgevuld type beglazing (geselecteerd voor de vereiste geluidisolatie) toegepast, met als lichte borstweringspanelen een sandwichconstructie, opgebouwd uit $2 \times 2 \text{ mm}$ staalplaat met een 45 mm dikke mineraalwolvulling.

De ventilatie geschiedde hier niet via de gevels, maar via een mechanisch luchttoevoersysteem, zoals reeds in paragraaf 6 werd vermeld.

Op de foto van figuur 8 zijn de uitgevoerde maatregelen te zien.

De balkongevel van dit deelproject bestond vóór sanering uit een volledig te openen deel (klapdeuren van hout). Dit werd vanuit akoestisch oogpunt ongewenst geacht, gezien de mogelijke geluidlekken bij de aanslagen. Derhalve werd dit geveldeel gewijzigd in een conventionele constructie met balkondeur, lichte (stalen) borstwering en gasgevulde beglazing.

Doordat in vele gevallen de bestaande houten kozijnen of in slechte staat verkeerden, of het toepassen van zwaarder glas niet toelieten, moesten veelal ook de kozijnen worden vervangen, hetgeen voor de bewoners wat meer ongerief betekende. De te behandelen vertrekken dienden vaak (gedeeltelijk) ontruimd te worden. (zie figuur 9).

Voor de nieuwe kozijnen werd in de meeste gevallen gekozen voor kunststof, waarbij de aanwezigheid van goede (dubbele) kierdichtingen, met name bij de deuren, een akoestisch voordeel was.

Bij twee woongebouwen werd gekozen voor het dichtzetten van de balkons, waarbij de op deze wijze ontstane "binnenpuilen" werden gehandhaafd.

Op de foto van figuur 10 zijn de balkons vóór sanering te zien, de foto van figuur 11 toont de situatie ná sanering.

Eén deelproject werd voorzien van aluminium schuiframen. Gezien de benodigde constructieruimte ontstond hier een relatief brede luchtsponw (circa 10 cm) waardoor de geluidisolatie aanmerkelijk beter werd dan vereist.

Het toepassen van een enkelvoudige schuifconstructie met 8 mm glas of thermopane beglazing werd ontraden.

Door optredende geluidlekken bij borstafdichtingen en aanslagen kan de te bereiken geluidisolatie met enkelvoudige schuifconstructie, zeker op de lange termijn gezien, in ernstige mate verslechteren. Het blijkt dan ook niet zinvol te zijn een dergelijke raamconstructie voor akoestische doeleinden toe te passen.

In alle gevallen werd het noodzakelijk geacht de maatregelen met de uiterste zorg uit te voeren.



Figuur 12: Zorgvuldige afdichting kozijnaan-sluiting tegen bouwmuur met behulp van elastisch blijvende kit.

Met name de nieuwe kozijnen dienen geluiddicht met behulp van elastisch blijvende kit aan beide zijden (zie foto figuur 12) op de bouwconstructie aan te sluiten.

Voor de woningen ten zuiden van de Cornelis Lelylaan, waar een maximaal

toelaatbaar binnenniveau gold van $L_{EM} = 40$ dB(A), werd in de meeste gevallen uitgegaan van speciale gasgevulde geluid-isolerende beglazingsystemen en een lichte borstwering van een sandwichpaneel, 2×2 mm staalplaat met 45 mm mineraalwolvulling en een tweevoudige deugdelijke kierdichting in de sponningen bij beweegbare delen (balkondeuren en ramen). Ten behoeve van ventilatie werd in de meeste gevallen een geluiddempend ventilatiekastje of -spleet aangebracht boven de balkondeuren of over het gehele kozijn (zie figuur 13).

Tenslotte toont figuur 14 een gevel met een deel reeds uitgevoerde maatregelen (2e verdieping) en een deel nog niet uitgevoerde maatregelen (1e en 3e verdieping).

De constructie vóór sanering bestond uit hout met kleine deelraampjes, gekozen werd voor kunststof kozijnen met een gasgevulde beglazing, waarbij de tussenstijlen tussen de ramen kwamen te vervallen.

8. Controlemetingen na sanering

Nadat de woningen op de in de vorige paragrafen gegeven wijze waren gesaneerd werden eindcontrolemetingen verricht ter bepaling van het behaalde resultaat.

Gemeten werd het equivalente geluid-

niveau overdag binnen ten gevolge van het wegverkeerslawaai, waarbij getracht werd de metingen zodanig te verrichten dat alleen het verkeer over de rijksweg werd geregistreerd (zie ook paragraaf 4.1).

De meetresultaten werden gecorrigeerd voor de als uitgangspunt voor saneringsmaatregelen aangenomen verkeersintensiteiten conform vergelijking (2) van paragraaf 4.1 zodat een directe vergelijking tussen te verwachten (berekende) binnenniveau na sanering, en het werkelijk resultaat mogelijk was.

In het algemeen bleken de afwijkingen tussen uiteindelijk gemeten niveaus en berekende (te verwachten) waarden kleiner dan 2 dB te zijn, waarbij de afwijkingen in het algemeen aan de gunstige kant lagen (betere isolatie).

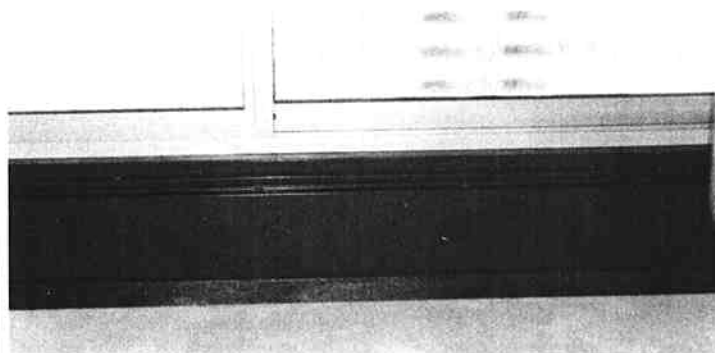
Aan de verwachtingen werd derhalve zeer goed voldaan. ●

LITERATUUR

[10] Ir. R.B.J.C. van Noort, ir. W.A. Oosting, "Verkeerslawaai en Wegontwerp", publikatie van directie wegen, Den Haag, 1973.

[11] Dr. A. von Meier en ir. W.M. Voorn, "Verbetering geluidwering bestaande woningen tegen vliegtuiglawaai", Geluid en Omgeving nr. 1, maart 1980.

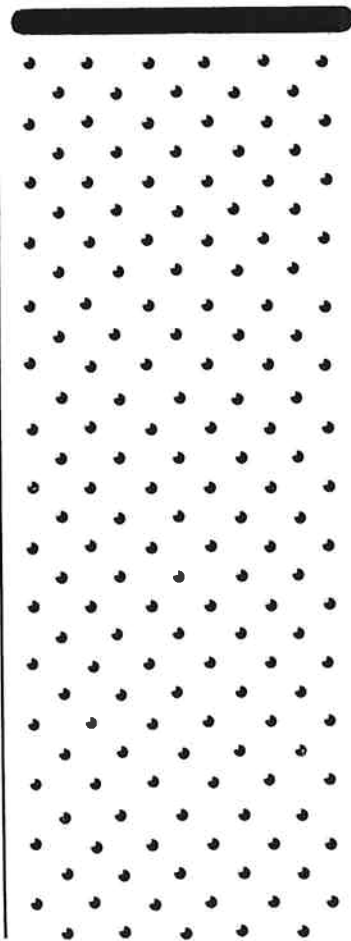
[12] VDI-richtlijnen VDI 2719, "Schalldämmung von Fenstern", Beuth Vertrieb GmbH, 1973.



Figuur 13: Aanzicht ventilatiespleet boven het raamkozijn.



Figuur 14: Gevelaanzicht van deels reeds gesaneerde en deels nog niet gesaneerde woningen.



WI
OB
VO

GEE
ING.

R:
ding v
vernie
minist
lieuhy
opgest
de ind
zoeker
proble
voork
van de
wordt

De "

V
onder:
van d
Kame
werd
fels ge
den ex
wet, d
kunne
Eer
de An
de gel
ten va
Afgaa
toepa
woning
doorg
Bij
Eerste
die vr
te ver
geluic
en in
wing.
lijvige
zoek i
Waar
en we
niet w
zoek i
van V
verric
te An
richtt
een gr
onder
stedel
opdra
huisv
Do
gebied
niveau
specia