
6. HINDERVOORSPELLING

6.1. INLEIDING

Tot nu toe zijn de enquêteresultaten en de meetresultaten afzonderlijk besproken. Het wordt tijd ze met elkaar in verband te brengen.

In dit hoofdstuk onderzoeken wij in hoeverre de verschillende geluidbelastingmaten een voorspelling van de hinder mogelijk maken, waarbij wij uitgaan van vier (samenhangende) vragen:

1. Welke geluidbelastingmaat is het meest geschikt voor het voorspellen van hinder, wanneer men het geluid met één enkele maat wil karakteriseren?
2. Welke effecten hangen het sterkst samen met de geluidbelasting?
3. Is er één geluidmaat waarmee men alle hindervormen goed kan voorspellen, of zijn verschillende hinderaspecten verbonden met verschillende geluidmaten?
4. Is het mogelijk de hindervoorspelling in belangrijke mate te verbeteren door enkele geluidindicatoren te combineren?

De eerste drie vragen kunnen onderzocht worden aan de hand van een eenvoudige (bivariate) correlatieanalyse (*), de vierde aan de hand van een multi-pele regressieanalyse. De vragen worden besproken in vier afzonderlijke paragrafen.

6.2. DE BESTE GELUIDINDICATOR

Om de voorspellende waarde van de verschillende dosisvariabelen te kunnen vergelijken, zijn alle 497 dosisvariabelen gecorreleerd met de index voor communicatieverstoring (zie paragraaf 5.4). Deze responsvariabele is gekozen, omdat uit andere onderzoeken (bijvoorbeeld Bitter, Kaper en Pinkse, 1978) blijkt dat communicatieverstoring de duidelijkste samenhang vertoont met de geluidbelasting (dat is - zo blijkt later - ook in dit onderzoek het geval).

(*) Bij de beschrijving wordt steeds gewerkt met (Pearson-)correlatiecoëfficiënten. Zie voor dit begrip de voetnoot op bladzijde 49. Een veronderstelling daarbij is dat de relatie tussen dosis en effect lineair is. De correlatiecoëfficiënten zijn echter betrekkelijk ongevoelig voor schendingen van deze veronderstelling (Havlicek en Peterson, 1977).
Meer over de aard van de dosis-effectrelaties is te vinden in hoofdstuk 7.

Resultaten

Als men afziet van de wat grillige resultaten voor de 96 TG60-maten (TG60-metingen zijn gedaan gedurende verschillende meetperiodes, voor verschillende treintypen en op acht verschillende meetplaatsen), die te wijten zijn aan het geringe aantal metingen ($31 < n < 92$), zijn alle onderzochte verbanden tussen de geluidindicatoren en de index voor communicatieverstoring in de verwachte richting: de communicatieverstoring neemt toe bij een hogere geluidbelasting, op welke wijze deze ook is gemeten. Alle 372 verbanden zijn significant ($p < 0,001$).

(1) Geluidmaat

Over het algemeen doen het LAeq, de LAeq-etmaalwaarde en LAmix weinig voor elkaar onder bij het voorspellen van communicatieverstoring. NG60, een maat die veel minder samenhangt met het LAeq dan de LAeq-etmaalwaarde en het LAmix, is een wat minder goede voorspeller, maar in meetplaats 11 en 12 (metingen aan de minst belaste zijde van de woning) werkt deze maat iets beter dan het LAeq.

(2) Meetplaatsen

Bij LAeq en LAmix geldt het volgende:

- meetplaats 10 (de geluidbelasting bij het meest belaste geveldeel) voorspelt de hinder het best;
- de hoge meetplaatsen (4,5 meter) voldoen beter dan de lage (1,5 meter);
- de metingen aan de voorzijde zijn van minder belang voor de hindervoorspelling dan de metingen aan de achterzijde (die in dit onderzoek vaak de zwaarstbelaste zijde is);
- de geluidbelasting in de woonkamer maakt een betere voorspelling van de hinder mogelijk dan de geluidbelasting in de slaapkamer; de verschillen tussen beide raamposities zijn gering.

NG60 levert afwijkende resultaten op:

- meetplaats 12 (de minst belaste zijde) voldoet het beste;
- meetplaats 10, die bij LAeq en LAmix de beste gegevens leverde, voldoet van de meetplaatsen buiten het slechtst;
- de meetplaatsen binnen voldoen slecht, met uitzondering van meetplaats 2 (woonkamer, raam geopend).

In tabel 6.1 zijn de resultaten gegeven voor het LAeq, LAmix en NG60 voor de 24-uursperiode, alle treintypen, bij de twaalf verschillende meetplaatsen.

(3) Periode

De correlaties voor de dag-, avond- en nachtwaarden liggen steeds dicht in de buurt van die voor de 24-uursperiode. De dagwaarde voorspelt de hinder meestal het best (gelijk aan of zelfs iets beter dan de 24-uurswaarde), de nachtwaarde het slechtst. De LAeq-etmaalwaarde doet het iets slechter dan het "normale" LAeq.

Tabel 6.1: Verband (correlatiecoëfficiënten) tussen verschillende geluidindicatoren en communicatieverstoring (index). Geluidindicatoren: vier verschillende geluidmaten (bepaald voor de 24-uursperiode, het volledige treinverkeer) gemeten op twaalf verschillende meetplaatsen

Meetplaats	LAeq (24h)	LAeq (etm)	LAmix	NG60
1. woonkamer, raam gesloten	0,50	0,47	0,52	0,16
2. woonkamer, raam open	0,49	0,47	0,51	0,40
3. slaapkamer, raam gesloten	0,38	0,35	0,43	0,27
4. slaapkamer, raam open	0,41	0,38	0,46	0,30
5. voorzijde, 1.5 m hoog	0,47	0,47	0,45	0,46
6. voorzijde, 4,5 m hoog	0,42	0,42	0,39	0,44
7. achterzijde, 1.5 m hoog	0,41	0,38	0,42	0,40
8. achterzijde, 4.5 m hoog	0,49	0,48	0,49	0,39
9. meest belaste zijde 1.5 m	0,56	0,54	0,55	0,43
10. meest belaste geveldeel	0,57	0,55	0,56	0,37
11. minst belaste geveldeel	0,47	0,46	0,44	0,47
12. minst belaste zijde 4.5 m	0,46	0,44	0,43	0,50

(4) Type treinen

De correlaties voor de goederentreinen en de reizigerstreinen afzonderlijk liggen dicht in de buurt van de waarden voor alle treinen gezamenlijk.

Voor het LAeq geldt dat de resultaten voor reizigerstreinen de beste hindervoorspelling mogelijk maken (iets beter dan de resultaten voor alle treinen gezamenlijk), terwijl de hindervoorspelling op basis van de geluidbelasting door goederentreinen wat minder goed is; in het geval van LAmix is de geluidbelasting door goederentreinen wel een goede hindervoorspeller.

In tabel 6.1, waarin verschillende geluidmaten en meetplaatsen vergeleken werden, is steeds uitgegaan van de 24-uursperiode en is geen onderscheid gemaakt tussen typen treinen. In tabel 6.2 wordt wel een onderscheid gemaakt naar meetperiode en treintype, maar dan alleen voor de LAeq- en LAmix-waarden op meetplaats 10 (het meest belaste geveldeel).

Niet-auditieve dosisvariabelen

In het bovenstaande zijn alleen auditieve dosisvariabelen besproken. Daarnaast zijn niet-auditieve variabelen bepaald die een indicatie kunnen geven van de geluidbelasting: het aantal treinen of draaistellen gedurende verschillende perioden voor verschillende treintypen en de afstand van de woning tot de spoorlijn. De laatste variabele correleert hoog met de communicatieverstoring: $r = 0,48$. De correlatie tussen het aantal treinen gedurende 24 uur (constant binnen locaties) en de communicatieverstoring is veel geringer, maar wel in de verwachte richting: $r = 0,22$.

Tabel 6.2: Het verband tussen LAeq/LAmax, gemeten bij het meest belaste geveldeel, en de index voor communicatieverstoringen, voor verschillende meetperioden en verschillende treintypen (correlatiecoëfficiënten)

	goederentr.		reizigerstr.		alle treinen	
	LAeq	LAmax	LAeq	LAmax	LAeq	LAmax
dag	0,51	0,55	0,58	0,56	0,57	0,56
avond	0,49	0,56	0,57	0,56	0,56	0,56
nacht	0,53	0,56	0,54	0,55	0,54	0,56
24 h	0,53	0,56	0,57	0,56	0,57	0,56

Bespreking van de resultaten

In deze paragraaf is de voorspellende waarde van verschillende geluidbelastingindicatoren vergeleken. In veel gevallen, bijvoorbeeld bij de vergelijking van meetperioden, waren geen spectaculaire verschillen te verwachten, gezien de hoge correlaties tussen de dosisvariabelen onderling (zie paragraaf 4.4). Desondanks zijn er verschillen in voorspellende waarde geconstateerd. Hoe moeten die verschillen geïnterpreteerd worden?

In ieder geval moeten we rekening houden met de betrouwbaarheid van de metingen.

Uit het feit dat de meetresultaten voor de hoge meetplaatsen een betere voorspelling van de hinder mogelijk maakten dan de resultaten van de lage meetplaatsen, mag men bijvoorbeeld niet afleiden dat treingeluid op de bovenverdieping hinderlijker is dan treingeluid beneden. De sterkte van het verband tussen een dosismaat en de hinder wordt niet alleen bepaald door de relevantie van de dosismaat, maar ook door de betrouwbaarheid van de metingen. Vandaar dat zoveel aandacht is besteed aan een vergelijking van de metingen wat betreft betrouwbaarheid (paragraaf 3.10). In deze paragraaf werd onder andere duidelijk gemaakt dat de waarden voor de hoge meetplaatsen nauwkeuriger waren dan die voor de lage meetplaatsen.

Ook andere verschillen tussen geluidindicatoren zijn te verklaren vanuit de betrouwbaarheid van de geluidbepalingen. Het feit dat het LAeq voor goederentreinen slechter de hinder voorspelt dan het LAeq voor reizigerstreinen hoeft er niet op te wijzen dat goederentreinen minder belangrijk zijn voor de hinderbeleving: de geringe correlatie kan een gevolg zijn van het feit dat de samenstelling van de goederentreinen (de treinlengte) en de intensiteit van het goederenverkeer sterk varieert, zodat de geluidbelasting door goederenverkeer niet betrouwbaar vastgesteld kan worden. Voor het gemiddelde maximale geluidniveau (LAmax) speelt de intensiteit van het treinverkeer geen rol en hier zien we ook dat geluidmetingen bij goederentreinen in voorspellende waarde niet onderdoen voor metingen bij reizigerstreinen (zie tabel 6.2).

Eerder is aangetoond dat de verschillende resultaten voor de meetplaatsen ten dele te verklaren zijn vanuit de betrouwbaarheid van de metingen. Bij NG60 komt daar nog iets bij. NG60 telt het aantal malen dat de grenswaarde van de 60 dB(A) overschreden wordt. Wanneer men de resultaten van de verschillende meetplaatsen vergelijkt, is het patroon voor NG60 duidelijk afwijkend (zie tabel 6.1). Dit zou te maken kunnen hebben met de effectiviteit van de grenswaarde. De meetplaatsen verschillen sterk wat betreft het gemiddelde geluidniveau. De relatief slechte resultaten voor meetplaats 1 (huiskamer met gesloten ramen) worden veroorzaakt door het feit dat voor deze meetplaats de grens van 60 dB(A) veel te hoog ligt, de relatief slechte resultaten voor meetplaats 10 zouden te danken kunnen zijn aan het feit dat voor deze meetplaats de grens te laag ligt (meetplaats 10 is het meest belaste gedeelte). In dit verband willen we ook wijzen op de voetnoot in paragraaf 3.2.

Conclusie

Wanneer men één indicator wil selecteren om de geluidbelasting te karakteriseren is er vooralsnog weinig reden een andere te kiezen dan de meest beproefde maat: het LAeq(24h) voor alle treintypen, gemeten aan de meest belaste gedeeltes van de woningen, hoewel de verschillen met enkele andere maten zeer gering zijn. Deze conclusie is gebaseerd op de voorspellende waarde van de indicatoren ten aanzien van de veroorzaakte communicatieverstoringen. In paragraaf 6.4 wordt onderzocht of de conclusie gehandhaafd kan worden bij andere hindercriteria.

6.3. VOORSPELBAARHEID VAN DE EFFECTEN

In de vorige paragraaf is het verband onderzocht tussen één responsvariabele en diverse dosisvariabelen. Nu gebeurt het omgekeerde: er wordt onderzocht hoe één dosisvariabele - het LAeq(24h) gemeten bij het meest belaste gedeelte - samenhangt met diverse responsvariabelen. Op deze wijze hopen wij een meer genuanceerd beeld te krijgen van het verband tussen geluidbelasting en hinder.

Alle responsvariabelen - indices en variabelen gebaseerd op afzonderlijke vragen - zijn onderzocht, maar omdat de analyse van de afzonderlijke vragen ten opzichte van die van de indices weinig nieuwe gezichtspunten opleverde, worden hiervan slechts enkele resultaten gepresenteerd (over het gesloten houden van ramen in verband met treingeluid en over de houding tegenover het spoor).

Responsindices

De volgende correlatiecoëfficiënten werden gevonden tussen het LAeq(24h) - gemeten bij het meest belaste gedeelte - en de diverse responsindices (gedefinieerd in paragraaf 5.4):

1. perceptie-index	0,32
2. hinderindex	0,41
3. storingsindex	0,46
4. maatregelenindex	0,10
5. Bitter-index (ramen geopend)	0,50
6. Bitter-index (ramen gesloten)	0,41
7. communicatieverstoring	0,57
8. concentratieverstoring	0,24
9. rust- en slaapverstoring	0,17
10 trillingen	0,28
11. niet-auditieve hinder	-0,20

Voor alle indicatoren geldt dat de hinder toeneemt met de geluidbelasting, behalve voor de niet-auditieve hinder, die juist op de voorgrond treedt bij lagere geluidbelastingen. Alle correlaties zijn significant (voor de maatregelenindex geldt: $p < 0,005$ voor alle andere indices: $p < 0,001$), maar er zijn grote verschillen in samenhang.

Wanneer we de vier algemene responsindices vergelijken, dan blijkt dat de storingsindex het sterkst correleert met het equivalente geluidniveau, dan de hinderindex, en vervolgens de perceptie-index. De maatregelenindex is het minst afhankelijk van de geluidbelasting.

De indices 5 t/m 11 zeggen meer over de wijze waarop treingeluid verstorend kan werken.

De hinder die men ondervindt met geopende ramen hangt sterker samen met de geluidbelasting dan de hinder die men ondervindt met gesloten ramen.

Uit een vergelijking van de verschillende soorten verstoringen (7 t/m 11) blijkt dat communicatieverstoring duidelijk sterker samenhangt met de geluidbelasting dan de andere typen verstoringen (concentratieverstoring en rust- en slaapverstoring) en trillingshinder.

De houding tegenover het spoor

In dit onderzoek zijn vier aspecten van de geluidbelasting onderscheiden: de perceptie van het geluid, de algemene geluidhinder, het gestoord worden door lawaai en het nemen van maatregelen. Algemene hinder heeft betrekking op de negatieve houding tegenover het door de treinen veroorzaakte geluid of op een gevoel van onbehagen dat door het treingeluid kan ontstaan. Van een negatieve houding tegenover het door de treinen veroorzaakte geluid naar een negatieve houding tegen het spoor in het algemeen is een kleine stap. Toch is een eventuele negatieve houding tegenover het spoor - waarbij het dus niet meer gaat om het treingeluid - niet in de hinderindex vertegenwoordigd. Daarom zal nu afzonderlijk onderzocht worden of de geluidbelasting zo sterk kan worden dat men een hekel krijgt aan het spoor in het algemeen. Het gaat dus om de vraag of een negatieve attitude tegenover het spoor kan ontstaan als reactie op een hoge geluidbelasting door treinen (de attitude als responsvariabele), niet om de vraag of die attitude mede bepaalt hoe men reageert op het treingeluid (de attitude als interveniërende variabele).

Aan de houding tegenover het spoor is een afzonderlijke reeks vragen gewijd, te vinden in formulier C van de vragenlijst. Er kunnen twee afzonderlijke aspecten worden onderscheiden, namelijk de houding tegenover het treinreizen en de houding tegenover de spoorlijn als element in de omgeving, zodat we twee nieuwe indices kunnen samenstellen:

HOUDING TEGENOVER TREINREIZEN: de mate waarin men positief oordeelt over het reizen per trein (formulier C: item 5, 6, 8, 9, 10, 11).

HOUDING TEGENOVER DE SPOORLIJN: het oordeel over de spoorlijn als element in de omgeving (formulier C: item 3, 7).

De eerste index blijkt niet samen te hangen met de geluidbelasting: $r=0,03$ (niet-significant). Er zijn wel grote verschillen in de houding tegenover het reizen per trein, maar deze hebben niets te maken met treingeluiden in de woonomgeving.

Hoe zit het met de tweede index, die geen betrekking heeft op het reizen per trein, maar op het accepteren van de spoorlijn als element in de omgeving?

Er is geen sprake van dat mensen die aan veel treingeluid worden blootgesteld de spoorlijn minder waarderen als element in de omgeving. Het omgekeerde is het geval: mensen die aan een hoge geluidbelasting blootstaan hebben meer waardering voor de spoorlijn als omgevingselement: $r = -0,22$ (de correlatie tussen de index en de afstand tot de spoorlijn is ongeveer even hoog: $r = + 0,23$). Later, in figuur 9.1, blijkt dat het resultaat slechts voor een klein gedeelte verklaard kan worden door het feit dat mensen die dicht bij de spoorlijn wonen deze vaker vanuit de woonkamer kunnen zien. Mensen die dicht bij de spoorlijn wonen hebben wel last van het geluid, maar hebben van de andere kant vaak waardering voor de spoorlijn als een ding om naar te kijken.

Het gesloten houden van ramen

De maatregelenindex correleert niet sterk met de geluidbelasting. In de storingsindex is echter één item opgenomen dat eigenlijk ook te maken heeft met het nemen van maatregelen tegen het treinlawaai, namelijk het gesloten houden van ramen in verband met het treingeluid (formulier E: item 8). Of men al dan niet overgaat tot het nemen van deze maatregel blijkt sterk samen te hangen met de geluidbelasting: $r = 0,42$.

Conclusie

Mensen die blootgesteld zijn aan een hoge geluidbelasting door railverkeer zijn zich - zoals te verwachten is - vaker bewust van het treingeluid dan anderen. De mate waarin het geluid stoort hangt sterk samen met de geluidbelasting; dat geldt vooral voor de communicatieverstoringen, minder voor concentratieverstoring en nog minder voor rust- en slaapverstoring. Niet-auditieve hinder (onveiligheid in verband met kinderen, vervuiling, versperring, beeldstoring) treedt juist meer op de voorgrond bij mensen die weinig treingeluid te verwerken krijgen. Negatieve opvattingen over het treingeluid en gevoelens van onbehagen ten gevolge van dit geluid

hangen duidelijk samen met de hoeveelheid treinlawaaï, maar dit leidt niet tot een negatieve houding tegenover het spoor in het algemeen. Er worden weinig maatregelen tegen het spoorweggeluid gepland of uitgevoerd; voor zover wel maatregelen worden getroffen (verhuizen, protesteren, isoleren) hangt dat nauwelijks samen met de geluidbelasting. Wel houden mensen die aan veel treingeluid zijn blootgesteld vaker de ramen gesloten in verband met het treinlawaaï.

6.4. SPECIFICITEIT

We hebben eerst besproken hoe de verschillende dosisvariabelen één bepaalde responsvariabele - communicatieverstoring - voorspellen (paragraaf 6.2), vervolgens hebben we bekeken hoe één bepaalde dosisvariabele - LAeq(24h) - de verschillende responsvariabelen voorspelt (paragraaf 6.3). Nu komt de vraag aan de orde of verschillende geluidmaten verschillende vormen van hinder voorspellen.

Mochten er zeer specifieke relaties bestaan tussen de dosisvariabelen en de responsvariabelen, dan komen zowel de conclusies van paragraaf 6.2 als die van paragraaf 6.3 op losse schoeven te staan: het zou bijvoorbeeld mogelijk zijn dat geheel andere dosisvariabelen als beste voorspellers naar voren waren gekomen wanneer we in paragraaf 6.2 een ander hindercriterium dan de communicatieverstoring hadden gekozen.

Daarom is het van belang tegelijkertijd verschillende dosisvariabelen te correleren met verschillende responsvariabelen.

Het is natuurlijk onmogelijk een matrix te presenteren waarin alle 497 dosisvariabelen worden gecorreleerd met alle - bijna honderd - responsvariabelen. Daarom moet een selectie van zowel dosis- als responsvariabelen worden gemaakt, die met zorg moet worden uitgevoerd om zo min mogelijk informatie verloren te laten gaan.

De matrix: verantwoording van de keuze van de responsvariabelen

In de vorige paragraaf zijn elf responsindices gecorreleerd met één dosisvariabele. De elf indices bleken een goed beeld te geven van de verschillende hinderaspecten (bijvoorbeeld: de index voor communicatieverstoring correleerde hoog met de geluidbelasting, maar dat gold dan ook voor verstoring van televisie, radio, gesprekken en telefoongesprekken afzonderlijk). Daarom kunnen we ons in eerste instantie beperken tot de elf responsindices. Twee afzonderlijke zaken bleken niet in die indices naar voren te komen: de aanpassing van het gedrag aan het geluid en de attitude ten opzichte van het spoor. Daarom worden in de huidige analyse aan de indices twee variabelen toegevoegd: het gesloten houden van de ramen (formulier E: item 8) en de attitude ten opzichte van de spoorlijn (formulier C: item 3 en 7).

Dat betekent dat er in de matrix dertien responsvariabelen worden behandeld:

1. perceptie-index
2. hinderindex
3. storingsindex

4. maatregelenindex
5. Bitter-index (ramen geopend)
6. Bitter-index (ramen gesloten)
7. communicatieverstoring
8. concentratieverstoring
9. rust- en slaapverstoring
10. trillingen
11. niet-auditieve hinder
12. attitude ten opzichte van de spoorlijn
13. gesloten houden van ramen

De matrix: verantwoording van de keuze van de dosisvariabelen

Het is eveneens noodzakelijk het aantal dosisvariabelen (oorspronkelijk 497) te beperken.

De eerste - forse - reductie komt tot stand doordat we alleen dosisvariabelen nemen die op slechts één dimensie afwijken van de maat die tot nu toe centraal stond: het LAeq voor de 24-uursperiode van alle treinen gemeten bij het minst belaste geveldeel. We houden op deze wijze naast de genoemde maat twintig dosisvariabelen over, waarvan er drie afwijken in geluidmaat, vier in meetperiode (waaronder de etmaalwaarde), twee in treintype en elf in meetpositie (vergelijk tabel 4.1).

We reduceren het aantal verder door TG60 te laten vervallen (in verband met het geringe aantal metingen), door geen geluidmaten te nemen met een afwijkende meetperiode (wegens de hoge correlatie met de 24-uurswaarde) en door slechts vier andere meetposities te vertegenwoordigen, namelijk 1, 4, 8 en 11 (2 correleerde hoog met 1, 3 met 4, 7 met 8, 9 met 10, 12 met 11, 5 en 6 voorspelden hinder slechter dan 7 en 8).

We houden negen dosisvariabelen over, vervangen vervolgens de NG60-maat gemeten aan het meest belaste geveldeel door NG60 gemeten aan de minst belaste zijde (omdat de grenswaarde van 60 dB(A) bij deze meetpositie effectiever is, zie paragraaf 6.2), en voegen de meest succesvolle niet-auditieve dosisvariabele aan het rijtje toe, namelijk de afstand tot de spoorlijn.

Op deze wijze houden wij tien dosisvariabelen over:

1. LAeq(24h), meest belaste geveldeel (meetpl. 10)
2. LAeq(24h), minst belaste geveldeel (meetpl. 11)
3. LAeq(24h), achterzijde woning (meetpl. 8)
4. LAeq(24h), woonkamer, raam gesloten (meetpl. 1)
5. LAeq(24h), slaapkamer, raam geopend (meetpl. 4)
6. LAeq(24h), meest belaste geveldeel: reizigerstreinen
7. LAeq(24h), meest belaste geveldeel: goederentreinen
8. LAmx(24h), meest belaste geveldeel
9. NG60(24h), minst belaste geveldeel (4,5 m hoog, meetpl. 12)
10. Afstand van de woning tot de spoorlijn

Resultaten

De correlatiematrix met de dertien geselecteerde responsvariabelen en de tien geselecteerde dosisvariabelen is te vinden in tabel 6.3.

Tabel 6.3: Verband tussen tien dosisvariabelen enerzijds en dertien responsvariabelen anderzijds (zie tekst)

	LAeq meest belast	LAeq minst belast	LAeq achter- zijde	LAeq woon- kamer	LAeq slaap- kamer
Perceptie-index	0,32	0,29	0,28	0,32	0,30
Hinderindex	0,41	0,35	0,40	0,35	0,33
Storingsindex	0,46	0,36	0,42	0,37	0,28
Maatregelenindex	0,10	0,09	0,09	0,13	0,12
Bitter-index (r.open)	0,50	0,38	0,44	0,44	0,37
Bitter-index (r.dicht)	0,41	0,30	0,39	0,34	0,32
Communicatieverstoring	0,57	0,47	0,49	0,50	0,41
Concentratieverstoring	0,24	0,15	0,21	0,22	0,15
Rust- en slaapstoring	0,17	0,09	0,21	0,07	0,13
Trillingen	0,28	0,24	0,32	0,21	0,25
Niet-auditieve hinder	-0,20	-0,12	-0,11	-0,19	-0,15
Attitude t.o.v. spoorlijn	-0,22	-0,12	-0,04	-0,23	-0,15
Gesloten houden ramen	0,42	0,30	0,30	0,37	0,28

	LAeq reiz. tr.	LAeq goed. tr.	LAmix meest belast	NG60 minst belast	Afstand woning/ spoor
Perceptie-index	0,33	0,28	0,29	0,27	-0,27
Hinderindex	0,41	0,39	0,39	0,34	-0,32
Storingsindex	0,47	0,43	0,47	0,37	-0,41
Maatregelenindex	0,10	0,09	0,09	0,10	-0,06
Bitter-index (r.open)	0,50	0,47	0,47	0,42	-0,37
Bitter-index (r.dicht)	0,41	0,39	0,38	0,30	-0,31
Communicatieverstoring	0,57	0,53	0,56	0,50	-0,48
Concentratieverstoring	0,25	0,22	0,22	0,23	-0,14
Rust- en slaapstoring	0,17	0,17	0,16	0,09	-0,13
Trillingen	0,27	0,30	0,25	0,14	-0,19
Niet-auditieve hinder	-0,20	-0,18	-0,21	-0,15	0,20
Attitude t.o.v. spoorlijn	-0,21	-0,23	-0,23	-0,09	0,23
Gesloten houden ramen	0,43	0,40	0,39	0,39	-0,30

Enkele saillante resultaten zijn:

- Ook met betrekking tot andere responsvariabelen dan de communicatieverstoring is het LAeq(24h) gemeten bij het meest belaste geveldeel een goede voorspeller.
- NG60 is vooral een goede voorspeller van de communicatieverstoring.
- In verband met slaap- en rustverstoring is de achterzijde van de woning belangrijk.
- Wanneer men alleen de afstand tot de spoorlijn weet is al een redelijke voorspelling van de hinder mogelijk.

Specifieke vragen

Geluidmetingen zijn uitgevoerd gedurende verschillende meetperiodes, voor verschillende typen treinen en op verschillende meetplaatsen. De meeste enquêtevragen over de ondervonden hinder zijn globaal, in die zin dat ze niet gericht zijn op bepaalde perioden, bepaalde treintypen of op bepaalde plaatsen in en om het huis. Er zijn uitzonderingen:

(1) Periode.

In vraag 45 maakt de respondent onderscheid tussen de hinder overdag, 's avonds en 's nachts. Gezien de hoge correlaties tussen geluidmetingen tijdens verschillende meetperioden (zie tabel 4.12), is niet onderzocht of hinder gedurende een bepaalde periode - zoals te verwachten zou zijn - het beste correleert met de geluidbelasting in dezelfde periode.

(2) Type treinen.

In de vraag 44 maakt de respondent onderscheid tussen hinder ten gevolge van verschillende treintypen. Er is bekeken wat de maximale hinderscore was van de respondenten voor de verschillende typen reizigerstreinen en voor de verschillende typen goederentreinen. De resultaten waren niet geheel volgens de verwachtingen: hinder door goederentreinen correleerde beter met de geluidbelasting door reizigerstreinen ($r=0,38$) dan met de geluidbelasting door goederentreinen ($r=0,36$), wat te maken kan hebben met de geringere betrouwbaarheid van LAeq-bepalingen bij goederentreinen (zie paragraaf 3.10).

Weer wel overeenkomstig de verwachtingen was dat hinder ten gevolge van reizigerstreinen beter correleerde met de geluidbelasting door reizigerstreinen ($r=0,32$) dan met de geluidbelasting door goederentreinen ($r=0,26$), een groter verschil dan in het bovengenoemde geval.

(3) Meetplaatsen.

Bij de geluidmetingen binnen de woning is onderscheid gemaakt tussen twee situaties: ramen open en ramen dicht. Op dit onderscheid wordt in de vragenlijst uitgebreid ingegaan, doordat de vragen die behoren tot de Bitter-index voor beide situaties afzonderlijk gesteld werden. Ook nu geldt weer dat het weinig zin heeft beide indices in verband te brengen met afzonderlijke dosisvariabelen, gezien de hoge correlatie tussen de geluidbelasting met ramen open en de geluidbelasting met de ramen dicht (voor het LAeq(24h) geldt: $r=0,98$).

Drie vragen uit de Bitter-index zijn niet alleen gesteld voor de twee binnensituaties, maar ook met betrekking tot de aanwezigheid buiten (in de tuin of op het balkon). Uit tabel 6.4 blijkt dat inderdaad die respondenten klagen over hinder buiten die een lawaaiig balkon of een lawaaiige tuin hebben (deze bevinden zich meestal aan de achterzijde van de woningen, zoals uit inspectie van de plattegronden bleek).

Conclusie

Hoewel er specifieke verbanden bestaan tussen bepaalde dosis- en responsvariabelen, kan de conclusie dat het LAeq(24h) gemeten bij het meest belaste geveldeel een goede algemene hindervoorspeller is

Tabel 6.4: Correlatie tussen LAeq(24h) gemeten binnen (meetplaats 1), aan de achterzijde van de woning (meetplaats 8) of aan het meest belaste geveldeel (meetplaats 10) en drie soorten verstoringen in twee situaties: binnen (ramen open) en buiten

	LAeq(24h) meetplaats		
	binnen (meetpl.1)	achterzijde (meetpl.8)	meest belast (meetpl.10)
gesprek binnen	0,45	0,42	0,50
gesprek buiten	0,25	0,56	0,41
lezen binnen	0,22	0,12	0,19
lezen buiten	0,11	0,35	0,26
concentratie binnen	0,19	0,16	0,21
concentratie buiten	0,09	0,34	0,23

gehandhaafd blijven.

6.5. HINDERVOORSPELLING MET MEER DOSISVARIABLEN

In de vorige paragraaf is gebleken dat het LAeq (24h) gemeten bij het meest belaste geveldeel de hinder - relatief gezien - goed voorspelt, welk hindercriterium men ook neemt. Als we één dosisvariabele willen kiezen als hindervoorspeller ligt de genoemde maat voor de hand. Het is echter mogelijk dat andere dosisvariabelen als aanvulling op deze maat een nuttige bijdrage kunnen leveren.

Wanneer de samenhang tussen de genoemde maat en een andere dosisvariabele groot is, mag men aannemen dat beide variabelen dezelfde aspecten van hinder "meten". Is hun onderlinge samenhang wat lager, dan is het denkbaar dat zij op psychologisch niveau een verschillende rol spelen en in combinatie de hinder beter voorspellen dan elk van beide afzonderlijk.

Een statistische methode die van deze gedachte uitgaat is de multipele regressieanalyse. Met behulp van deze analyse kan men nagaan of de hinderpredictie te verbeteren is door naast het LAeq(24h) andere dosisvariabelen te bepalen en zo ja hoe men de verschillende dosisvariabelen moet wegen.

In deze paragraaf wordt dus onderzocht of andere dosisvariabelen dan het LAeq(24h) gemeten bij het meest belaste geveldeel een eigen bijdrage leveren tot de hindervoorspelling. Als hindercriterium wordt meestal, net als in paragraaf 6.2, de communicatieverstoring gemeten.

Probleemstelling

De analyse zal betrekking hebben op vier vragen:

1. Wanneer men alleen de afstand van de woningen tot de spoorlijn weet, is al een redelijke voorspelling van de hinder mogelijk (paragraaf 6.4). Is dat slechts te danken aan het feit dat deze afstand sterk samenhangt met het LAeq, of is de afstand tot de spoorlijn op zich een belangrijk gegeven in verband met de hinder?
2. Het NG60 is over het algemeen een slechtere voorspeller van hinder dan bijvoorbeeld het LAmx. Toch zal het NG60 eerder een zelfstandige bijdrage leveren aan de hindervoorspelling dan het LAmx, omdat NG60 veel minder sterk samenhangt met het LAeq dan LAmx. De tweede vraag is daarom of het NG60 een zelfstandige bijdrage tot de hindervoorspelling levert.
3. Wanneer men op een bepaalde afstand van een spoorlijn een rij woningen wil bouwen, kan men de vraag stellen welke ligging het gunstigst is in verband met de geluidoverlast: parallel aan de spoorlijn, zodat één zijde zwaar belast is en één zijde licht, of dwars op de spoorlijn, zodat beide zijden tamelijk zwaar belast zijn. De eerste opstelling biedt de mogelijkheid dat men activiteiten die weinig lawaai kunnen verdragen uitvoert aan de kant van de woning die van de spoorlijn is afgekeerd, maar omdat deze mogelijkheid beperkt is, is het de vraag of hiermee voldoende compensatie wordt geboden voor de grotere geluidoverlast aan de naar de spoorlijn gekeerde zijde van de woning. De derde vraag is dus in hoeverre de geluidbelasting aan de lichtst belaste zijde meespeelt bij de hinderbeleving.
4. Het vierde punt ten slotte heeft te maken met de vraag hoe effectief men geluidhinder kan bestrijden door geluidisolatie van de woningen. Dit kan men onderzoeken door in woningen geluidisolatie aan te brengen en met behulp van enquêtes voor en na de behandeling te vergelijken. Een probleem hierbij is dat bij de respondent het contrast tussen de oude en de nieuwe situatie en het "Hawthorne-effect" (positief antwoorden omdat anderen zo vriendelijk zijn geweest zich om jouw situatie te bekommeren) en dergelijke (zie bijvoorbeeld Van Dongen, 1982) een rol gaan spelen, zodat men er niet zeker van kan zijn dat de geluidisolatie ook op langere termijn afdoende is. Daarom is het nuttig ook in bestaande situaties het effect van een goede gevelisolatie te onderzoeken. De laatste vraag die we stellen is in hoeverre een goede geluidwering van de gevel bijdraagt tot een vermindering van de hinder.

De afstand tot de spoorlijn en NG60

De eerste twee punten, die betrekking hadden op de zelfstandige bijdrage van NG60 en de afstand spoorlijn-woning aan de hindervoorspelling, kwamen aan de orde in een multi-pele regressieanalyse waarin beide dosisvariabelen samen met het LAeq als predictoren fungeerden. Afhankelijke variabele was de index voor communicatieverstoring.

Het bleek dat de afstand spoorlijn-woning een significante eigen bijdrage leverde ($p=0,001$) aan de hindervoorspelling: bij een bepaalde geluidbelasting (LAeq(24h)) is de communicatieverstoring groter naarmate de afstand tot de spoorlijn kleiner is. De bijdrage van NG60 aan de hindervoorspelling was net niet signi-

ficant ($p = 0,061$). Het is mogelijk dat een andere keuze van de grenswaarde (zie paragraaf 6.2) wel in een significante bijdrage had geresulteerd (zie voor een verklaring van het begrip p-waarde de voetnoot op bladzijde 33).

Positief effect van een licht belaste zijde

Er is een regressieanalyse uitgevoerd met de LAeq's gemeten bij de meest en minst belaste geveldelen als predictoren van de index voor communicatieverstoring als afhankelijke variabele.

Hieruit bleek dat de geluidbelasting aan de lichtst belaste zijde een significante bijdrage leverde aan de voorspelling van communicatieverstoring ($p = 0,002$).

Een rustige achter- of voorkant heeft een positief effect.

Het effect van een stille zijde is vooral belangrijk in verband met de vraag wat met betrekking tot de geluidhinder het gunstigst is: een woning die met de voor- of achterzijde naar het spoor is gericht (zodat één zijde zwaar belast is en één licht) of een woning die dwars op de spoorlijn staat (zodat beide even sterk belast zijn).

Omdat het bij het vaststellen van de oriëntatie van woningen ten opzichte van de spoorlijn gaat om het afwegen van effecten - wanneer men zorgt voor een stille achterkant kan dat een meer lawaaiige voorkant betekenen - is het belangrijk de effecten van beide predictoren te vergelijken. Dat is mogelijk aan de hand van de multi-pele regressievergelijking, die met de genoemde regressieanalyse is afgeleid. Deze luidt als volgt ($A = \text{LAeq}(24\text{h})$ aan de meest belaste zijde, $B = \text{LAeq}(24\text{h})$ aan de minst belaste zijde):

$$100 * \text{communicatieverstoring} = 0,76 * A + 0,46 * B - 48,01 \quad (6.1)$$

Dit betekent dat volgens de onderzoeksgegevens een vermindering aan de stille zijde van 10 dB(A) slechts positief zou werken wanneer aan de andere zijde de geluidbelasting met minder dan 6 dB(A) toeneemt.

Geluidwering van de gevel

Om te onderzoeken of een positief effect aangetoond kon worden van een goede geluidwering van de gevel is een multi-pele regressieanalyse uitgevoerd met de communicatie-index als afhankelijke variabele en met de volgende predictoren: (1) de geluidwering van de gevel met betrekking tot de woonkamer (2) het LAeq(24h) buiten aan de kant van de woonkamer. Aanvankelijk leek de geluidwering van de gevel een significant effect te hebben, maar toen een derde variabele werd toegevoegd, de positie van de woonkamer ten opzichte van de spoorlijn (al dan niet aan de naar de spoorlijn gerichte zijde van de woning), verdween het significante effect ($p = 0,444$).

Dit wil zeggen dat binnen elk van de te onderscheiden groepen apart (woonkamer naar de spoorlijn gekeerd, woonkamer van de spoorlijn afgekeerd, woonkamer haaks op de spoorlijn) de geluidwering van de gevel geen rol blijkt te spelen.

Het feit dat een goede geluidwering van de gevel geen significant effect heeft zou er op kunnen wijzen dat de buitenwaarden belangrijker zijn dan de binnenwaarden (bijvoorbeeld omdat de meeste hinder wordt ondervonden met de ramen open), maar kan ook te wijten zijn aan een te geringe spreiding van de in de woningen aangetroffen waarden voor de geluidwering van de gevel (de spreiding is niet echt gering: de waarden van de geluidwering van de gevel variëren van 25 tot 41 dB(A) met een standaarddeviatie van 2,7 dB(A)). Wellicht hebben rigoureuze isolatiemaatregelen wel aantoonbare effecten op de lange termijn. Het feit dat in het algemeen geen positief effect van een goede geluidwering van de gevel kon worden aangetoond, sluit natuurlijk niet uit dat in bepaalde gevallen, bijvoorbeeld bij zeer hoge geluidbelastingen, wel een duidelijk effect bestaat.

Het effect van de geluidwering van de gevel zou een meer uitgebreide bestudering verdienen. Een soortgelijke analyse zou bijvoorbeeld uitgevoerd kunnen worden met betrekking tot andere hindercriteria dan communicatieverstoring, terwijl ook kan worden nagegaan of de positie van de woning ten opzichte van de spoorlijn op zichzelf wellicht samenhangt met andere variabelen, zoals bijvoorbeeld de afstand.

Conclusie

Hoewel het LAeq(24h) gemeten bij het meest belaste geveldeel de hinder goed voorspelt kan men de hinder (criterium: communicatieverstoring) iets beter voorspellen wanneer men deze geluidmaat combineert met andere dosisvariabelen. Variabelen die een "zelfstandige" bijdrage tot de hindervoorspelling leveren zijn de afstand tot de spoorlijn en het LAeq aan het minst belaste geveldeel. De gevelisolatie (woonkamer) had geen aantoonbaar effect op de hinder.

6.6. CONCLUSIE

In dit hoofdstuk is bekeken in hoeverre negatieve reacties op treingeluid voorspeld kunnen worden uit de diverse dosisvariabelen. De meest beproefde maat, het LAeq(24h) gemeten bij het meest belaste geveldeel, blijkt goed te voldoen, welk hindercriterium men ook hanteert. De correlatie met de hinderindex en de storingsindex is betrekkelijk hoog: $r=0,41$ resp. $r=0,47$ (Schultz (1978), die een overzicht gaf van geluidhinderonderzoek met betrekking tot verschillende geluidbronnen, trof meestal correlatiecoëfficiënten tussen 0,3 en 0,4 aan, op individueel niveau). Communicatieverstoring hangt het sterkst samen met de geluidbelasting ($r=0,57$). Bij een bepaalde geluidbelasting (aan het meest belaste geveldeel) kan de hinder verminderen door de aanwezigheid van een stille zijde aan de woning.

7. DOSIS-EFFECTCURVEN

7.1. INLEIDING

In het vorige hoofdstuk werd aangegeven hoe sterk de samenhang was tussen geluidhinder en de geluidbelasting. Nu komt de vraag aan de orde hoe het verband tussen beide er uitziet: hoeveel hinder is er bij een bepaalde geluidbelasting?

De verbanden worden in dit hoofdstuk grafisch weergegeven door middel van dosis-effectcurven (*), zodat men bij iedere dB(A)-waarde het percentage gehinderden of de gemiddelde hinder kan aflezen. Om een al te grillig curve-verloop te vermijden is gewerkt met overlappende klassen: bij bijvoorbeeld 55 en 56 dB(A) worden niet zonder meer de hierbij behorende percentages of gemiddelden gegeven, maar resp. de waarden voor de klasse van 53 t/m 57 dB(A) en de klasse van 54 t/m 58 dB(A) (**). Deze methode maakt het mogelijk het curve-verloop te beoordelen zonder dat de "grote lijn" verloren gaat.

De methode (eerder onder meer toegepast in IPSO, 1980) kan onnauwkeurig worden bij een ongelijkmatige verdeling van respondenten over de verschillende geluidbelastingwaarden, wat vooral aan de grenzen van het geluidbelastinggebied zal voorkomen. Daarom is een verfijning toegepast: op de x-as staat niet het midden van de (overlappende) klassen, maar de gemiddelde geluidbelasting in die klasse. In dit hoofdstuk worden twee soorten grafieken gepresenteerd:

1. Grafieken waarin afgelezen kan worden welke percentages respondenten een bepaald antwoord gaven. Hieruit kan men bijvoorbeeld afleiden of er meer slaapstoring is of meer trillingshinder bij een bepaald geluidniveau.
2. Grafieken waarin afgelezen kan worden wat bij de verschillende geluidbelastingen de gemiddelde score is op een set van onderling samenhangende vragen (index). Hierbij moet worden opgemerkt dat de scores op de verschillende indices niet zonder meer vergelijkbaar zijn (zie paragraaf 5.4, normalisering van de indices).

(*) Andere mogelijkheden zijn: strooidiagrammen (gedetailleerder) of regressierechten (globaler).
(**) Alleen voor klassen met minimaal 15 respondenten, in figuur 7.31 en 9.1 minimaal 12 respondenten.

7.2. CURVEN VOOR HET LAeq(24H)

Een gebruikelijke geluidmaat is het LAeq(24h) gemeten bij het meest belaste geveldeel. Ook in dit onderzoek bleek deze geluidindicator één van de beste hindervoorspellers (zie hoofdstuk 6). Het ligt dus voor de hand te beginnen met dosis-effectcurven voor deze geluidindicator.

Responsindices

Om zicht te krijgen op de samenhang tussen de geluidbelasting en de effecten van het treingeluid is in figuur 7.1 het verband gegeven tussen het LAeq en de vier algemene responsindices (beschreven in paragraaf 5.4):

1. de perceptie-index;
2. de hinderindex;
3. de storingsindex;
4. de maatregelenindex.

Van de eerste drie indices, die een sterke samenhang vertonen met de geluidbelasting, kunnen de curven als volgt beschreven worden:

- In het lage geluidbelastinggebied -tot aan 50 dB(A)- is de stijging gering.
- Tussen 50 en 62 dB(A) nemen de effecten sterk toe; in dit middengebied zijn de verbanden tussen de dosis en de effecten lineair.
- Bij ongeveer 62 dB(A) worden de curven vlak; op het eind van de curven is zelfs sprake van een daling.

De vierde index vertoont een afwijkend beeld: slechts weinig mensen overwegen of nemen maatregelen tegen het treingeluid; bovendien is de correlatie tussen de geluidbelasting en de maatregelenindex gering.

In figuur 7.1 (*) worden verstoringen ten gevolge van het treinverkeer aangegeven met behulp van de storingsindex. In eerdere in Nederland uitgevoerde onderzoeken over geluidhinder in de woonomgeving is de "Bitter-index" toegepast ("gemiddelde relatieve hinder-score"). Om vergelijkingen met die onderzoeken mogelijk te maken worden in figuur 7.2 de dosis-effectcurve voor de Bitter-index gegeven, waarbij onderscheid gemaakt wordt tussen de situatie met gesloten ramen en de situatie met de ramen in ventilatiepositie. De curve voor de eerstgenoemde situatie ligt wat lager dan de andere. Het niveauverschil is constant, dat wil zeggen niet afhankelijk van de geluidbelasting. Beide curven hebben ongeveer hetzelfde verloop als de storingsindex: de stijging begint bij ongeveer 50 dB(A), de stijging gaat door tot ongeveer 62 dB(A).

(*) De figuren worden gepresenteerd aan het eind van dit hoofdstuk.

Afzonderlijke vragen

In de figuren 7.1 en 7.2 is een algemeen beeld gegeven van het verband tussen de geluidbelasting door treinverkeer en de effecten van het treingeluid. Dit gebeurde aan de hand van responsindices. Op deze wijze kon onder meer de vraag beantwoord worden bij welke geluidbelasting de hinder begint toe te nemen.

Een voordeel van het gebruik van indices is dat de resultaten van een groot aantal enquêtevragen worden samengevat. Een nadeel is echter dat de absolute waarde van een index moeilijk te interpreteren is. Het feit dat de hinderindex bij een geluidbelasting van 62dB(A) 0,36 bedraagt, heeft geen duidelijke betekenis. Vandaar dat het belangrijk is naast de indices ook afzonderlijke enquêtevragen te bekijken. In figuur 7.3 t/m 7.16 worden dosis-effectcurven voor afzonderlijke vragen gegeven. De curven geven daarbij niet, zoals bij de indices, gemiddelde scores aan, maar het percentage mensen met een "positief" antwoord op de vragen (positief = blijk gevend van hinder e.d.) (*).

(1) Perceptie

In figuur 7.3 is voor verschillende geluidniveaus weergegeven welk percentage "spontaan" (als antwoord op een open vraag) treinen noemt als één van de geluidbronnen die in de woonomgeving te horen zijn (vraag 33). Het percentage loopt op van 33, bij 39 dB(A), naar ongeveer 87.

Later in het vraaggesprek werd expliciet geïnformeerd naar de frequentie waarmee men treingeluid in de woonomgeving hoorde. Het antwoord "nooit" kwam niet voor. In figuur 7.4 is de verdeling van de overige drie antwoorden (zelden, soms, vaak) af te lezen.

-
- (*) Het is ondoenlijk alle enquêtevragen te behandelen waarin geïnformeerd wordt naar de effecten van treingeluid. Er is een keuze gemaakt. De keuze van die vragen wordt als volgt verantwoord:
- Van de perceptie-index en de hinderindex worden de afzonderlijke vragen behandeld met uitzondering van de vragen waarin onderscheid gemaakt wordt naar type treingeluiden. Van de perceptie-index wordt dus behandeld element A en B, van de hinderindex element A t/m D (zie paragraaf 5.4).
 - De verstoringen ten gevolge van treinlawaai worden niet behandeld aan de hand van de elementen van de storingsindex, maar aan de hand van de elementen van de Bitter-index. Dit gebeurt met het oog op een vergelijking met wegverkeerslawaai (zie paragraaf 7.5).
 - Van de maatregelenindex worden - gezien het geringe percentage "positieve" antwoorden, geen afzonderlijke vragen behandeld. Wel wordt een vraag van formulier E (item 8) behandeld, die te maken heeft met de aanpassing van het gedrag aan het treinverkeerslawaai (misschien ten onrechte een onderdeel van de storingsindex, omdat het hier niet gaat om een specifiek effect, maar om een specifieke reactie in verband met allerlei mogelijke effecten).
 - Bij de indeling van de responsvariabelen (paragraaf 2.3) werd gezegd dat de "attitude t.o.v. de bron" gerekend kan worden tot de responsvariabelen voor zover er sprake was van een samenhang met de geluidbelasting. Dit was met betrekking tot twee vragen het geval: formulier C, item 3 en 7.

(2) Hinder en de attitude ten opzichte van de bron

In figuur 7.5 is aangegeven hoeveel procent van de respondenten de treinen of het treinlawaai spontaan als één van de onprettige aspecten van de woonomgeving noemden. De vraag werd aan het begin van het vraaggesprek gesteld, voordat het treingeluid aan de orde was gesteld. Het percentage loopt op van 0 naar ongeveer 30.

In figuur 7.5 is ook af te lezen hoeveel mensen treingeluid het meest onaangename omgevingsgeluid vonden (vraag 39), en hoeveel mensen ontevreden waren over het wonen bij de spoorlijn (vraag 24). In de laatste vraag wordt niet gesproken over het treingeluid. Hoewel men mag aannemen dat bij de beantwoording van deze vraag de geluidhinder een grote rol speelde, is het daarnaast van belang te kijken naar de resultaten van vraag 35, waarin rechtstreeks gevraagd wordt naar de geluidhinder die men ondervindt. Omdat dit een centrale vraag is, waarin de respondent een algemeen oordeel geeft over de hinder ten gevolge van spoorweggeluid wordt in figuur 7.6, net als in figuur 7.4, een compleet beeld van het antwoordpatroon gegeven.

Het verband tussen de geluidbelasting en de attitude tegenover de spoorlijn als element in de omgeving (formulier C: item 3 en 7) kan afgelezen worden in figuur 7.7.

(3) Verstoringen

De enquêtevragen 47 t/m 68 gaan dieper in op de omstandigheden waaronder en de wijze waarop de hinder zich manifesteert, waarbij onderscheid gemaakt wordt tussen de situatie met de ramen gesloten en de situatie met de ramen open. De vragen vormen samen de "Bitter-index" (de vragen over het storen van concentratie zijn niet opgenomen in de index, omdat dat ook in andere onderzoeken niet het geval was; bij "trillingen" is geen onderscheid gemaakt tussen de twee raamposities, maar werden wel perceptie en hinder onderscheiden). In de figuren 7.8 t/m 7.15 komen de volgende verstoringen aan de orde:

- verstoring televisie (figuur 7.8)
- verstoring radio (figuur 7.9)
- verstoring conversatie (figuur 7.10)
- verstoring lezen (figuur 7.11)
- verstoring concentratie (figuur 7.12)(geen wegverkeer)
- verstoring rust + slaap (figuur 7.13)
- schrikken (figuur 7.14)
- trillingen (figuur 7.15)
- Bitter-index (figuur 7.16)

In de figuren zijn ook de resultaten van onderzoek naar wegverkeer (Bitter, Kaper en Pinkse [1978] en Bitter, Holst, Kandelaar en Schoonderbeek [1982]) ingetekend; deze worden besproken in paragraaf 7.5.

(4) Maatregelen

Over het algemeen bleek in de enquête de neiging gering concrete maatregelen tegen het treinverkeer te nemen (verhuizen, isoleren, protesteren). Wel bleek het nogal eens voor te komen dat men in verband met het geluid de ramen gesloten hield. In figuur 7.17 is te zien hoe dit samenhangt met de geluidbelasting.

Bespreking van de resultaten

Bij de meeste dosis-effectcurven treedt een daling op in het hoogste geluidbelastinggebied. Dit verschijnsel is merkwaardig, maar niet toevallig. Het treedt ook op in andere onderzoeken, ook bij andere geluidbronnen.

Het kan verklaard worden door selectie: mensen die gevoelig zijn voor geluid vermijden een zeer lawaaïge woonomgeving.

Een andere verklaring is dat mensen in een zeer ongunstige akoestische omgeving hun gedrag aanpassen, bijvoorbeeld door het gesloten houden van de ramen (figuur 7.17). Juist in het geluidgebied waar de meeste dosis-effectcurven weer beginnen te dalen, neemt dit gedrag sterk toe.

Ook compensatie kan een verklaring bieden: mensen die aan een zeer hoge geluidbelasting zijn blootgesteld profiteren ook vaak van de aanwezigheid van de spoorlijn, doordat deze een vrij uitzicht mogelijk maakt; zie figuur 7.7.

7.3. ANDERE DOSISVARIABLEN

De tot nu toe besproken dosis-effectcurven hadden betrekking op het $L_{Aeq}(24h)$ gemeten bij het meest belaste geveldeel. In het vorige hoofdstuk is de bijdrage van andere dosisvariabelen aan de hindervoorspelling onderzocht. Geen van deze voorspelde de hinder beter dan het genoemde equivalente geluidniveau. Toch is er op z'n minst één belangrijke reden om ook van enkele van die alternatieve dosisvariabelen dosis-effectcurven te bekijken: in het vorige hoofdstuk werd de sterkte van het verband uitgedrukt met behulp van correlatiecoëfficiënten, die alleen betrekking hebben op lineaire verbanden. Wanneer in deze paragraaf dosis-effectcurven worden gegeven voor andere dosisvariabelen, kan onderzocht worden of er in deze gevallen wellicht sterke, maar niet-lineaire verbanden met de hinderbeleving bestaan (*).

Dosis-effectcurven

In de figuren 7.18 t/m 7.29 worden dosis-effectcurven gegeven voor de volgende dosisvariabelen (vgl. paragraaf 6.4):

1. $L_{Aeq}(24h)$ meest belaste geveldeel (ter vergelijking)
2. $L_{Aeq}(24h)$ achterzijde woning (4,5 m)
3. $L_{Aeq}(24h)$ woonkamer (raam gesloten)
4. $L_{Aeq}(24h)$ slaapkamer (raam open)

(*) Men zou kunnen opmerken dat de lineariteit onderzocht had moeten worden voorafgaand aan de berekeningen van hoofdstuk 6. Het was echter ondoenlijk op deze wijze alle 497 dosisvariabelen te bekijken. Daarom is eerst een dosisvariabele geselecteerd met behulp van een lineaire regressieanalyse en wordt achteraf gecontroleerd of het gerechtvaardigd was uit te gaan van lineaire verbanden. Ook op deze plaats kunnen we trouwens opmerken dat een correlatiecoëfficiënt weliswaar een lineair verband vooronderstelt, maar dat de coëfficiënt niet al te gevoelig is voor schendingen (Havlicek en Peterson, 1977).

5. LAeq(etmaalwaarde) meest belaste geveldeel
6. Afstand tot de spoorlijn (*).

Met betrekking tot iedere dosisvariabele worden twee grafieken gepresenteerd, één met de vier algemene responsindices (perceptie-, hinder-, storings- en maatregelenindex) en één met indices voor afzonderlijke typen verstoringen (communicatieverstoring, concentratieverstoring, rust- en slaapverstoring en trillingshinder). De indices zijn beschreven in paragraaf 5.4. Omdat de LAeq-etmaalwaarde in Nederland een belangrijke rol speelt in de wetgeving en omdat de Bitter-index bij beleidsondersteunend onderzoek centraal heeft gestaan, geeft figuur 7.30 dosis-effectcurven met betrekking tot de beide Bitter-indices.

Resultaten

Uit een vergelijking van figuur 7.19 t/m 7.23 met 7.18 en een vergelijking van figuur 7.25 t/m 7.29 met 7.24 blijkt dat de dosis-effectcurven bij andere dosisvariabelen dan het LAeq(24h) gemeten bij het meest belaste geveldeel, overeenkomend van vorm zijn.

7.4. RESULTATEN VOOR AFZONDERLIJKE LOCATIES

Bij de bespreking van de enquêteresultaten hebben we in overeenstemming met de conclusies in par.4.4 tot nu toe geen onderscheid gemaakt tussen de verschillende locaties. Toch is het in verband met de generaliseerbaarheid van de resultaten interessant te weten of er grote verschillen tussen de locaties bestaan.

Resultaten

In figuur 7.31 worden dosis-effectcurven gegeven voor de afzonderlijke locaties. Dosisvariabele is hierbij het LAeq(24h), gemeten bij het meest belaste geveldeel, responsvariabele is de storingsindex.

De verschillen tussen de locaties zijn, op het oog, niet al te groot.

Bespreking van de resultaten

De geringe verschillen tussen de locaties maken het weinig aantrekkelijk de resultaten in verband te brengen met de kenmerken van de locaties. Gezien het grote aantal verschillen tussen de locaties zou het toch al moeilijk zijn geweest iets te zeggen over het effect van bijvoorbeeld het achtergrondgeluidniveau of het aantal treinen, omdat het aantal locaties klein is en de verschillende variabelen gecontamineerd zijn.

(*) Ook voor deze variabele zijn de curven berekend met behulp van overlappende klassen; de klassebreedte was hier 25 m.

7.5. VERGELIJKING MET WEGVERKEERSGELUID

In deze paragraaf wordt hinder ten gevolge van treingeluid vergeleken met hinder ten gevolge van wegverkeersgeluid. Wegverkeer, de belangrijkste bron van geluidhinder (De Jong, 1980), is uitgebreider onderzocht dan treinverkeer; bovendien staan in de Wet geluidhinder wettelijke voorkeurs- en maximale ontheffingsgrenswaarden voor wegverkeerslawaai; voor railverkeerslawaai dienen deze nog bij uitvoeringsbesluit te worden vastgesteld.

Bij de vergelijking van weg- en railverkeer wordt gebruik gemaakt van gegevens van Bitter, Kaper en Pinkse (1978) en Bitter, Holst, Kandelaar en Schoonderbeek (1982), die geluidhinder langs een rijksweg bestudeerden en van de studie van Van Dongen (1982), waarin beide onderzoeken vergeleken worden. Het genoemde onderzoek leek - wat betreft de vragenlijst - sterk op het railverkeersonderzoek. Desondanks moet men bij het vergelijken van onderzoeken waarbij de vragenlijsten niet geheel gelijk waren en de geluidmetingen niet geheel gelijk zijn uitgevoerd, enige voorzichtigheid betrachten.

Hinder

Uit figuur 7.32 blijkt dat treingeluid - tenminste in de hogere geluidbelastingregioenen - als minder hinderlijk wordt ervaren dan wegverkeersgeluid. De vergelijking wordt overigens gecompliceerd door het feit dat voor wegverkeerslawaai een zespuntsschaal is gebruikt en voor railverkeerslawaai een zevenpuntsschaal. Daarom is voor treingeluid zowel het percentage aangegeven dat het geluid (net + erg) hinderlijk vindt, als het percentage (net + erg) hinderlijk plus neutraal (respectievelijk 3 en 4 punten van 7, tegenover 3 van 6 punten bij wegverkeerslawaai).

Storingen

De verschillende betekenis van wegverkeer en treinen als geluidbronnen kan verder onderzocht worden aan de hand van meer specifieke effecten. In beide onderzoeken werden dezelfde vragen gesteld over storingen, maar in het onderzoek naar spoorweggeluid werd onderscheid gemaakt tussen twee situaties: ramen dicht en ramen open. In de figuren 7.10 t/m 7.16 zijn de dosis-effectcurven gegeven. Uit de resultaten blijkt dat treingeluid meer communicatieverstoringen (televisie, radio, gesprek) veroorzaakt dan wegverkeersgeluid van hetzelfde niveau; de verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat bij hetzelfde equivalente geluidniveau treingeluid hogere maximale niveaus heeft dan wegverkeersgeluid.

Slaap- en rustverstoring en schrikreacties treden juist eerder op bij wegverkeersgeluid. Met betrekking tot concentratieverstoringen zijn de verschillen gering.

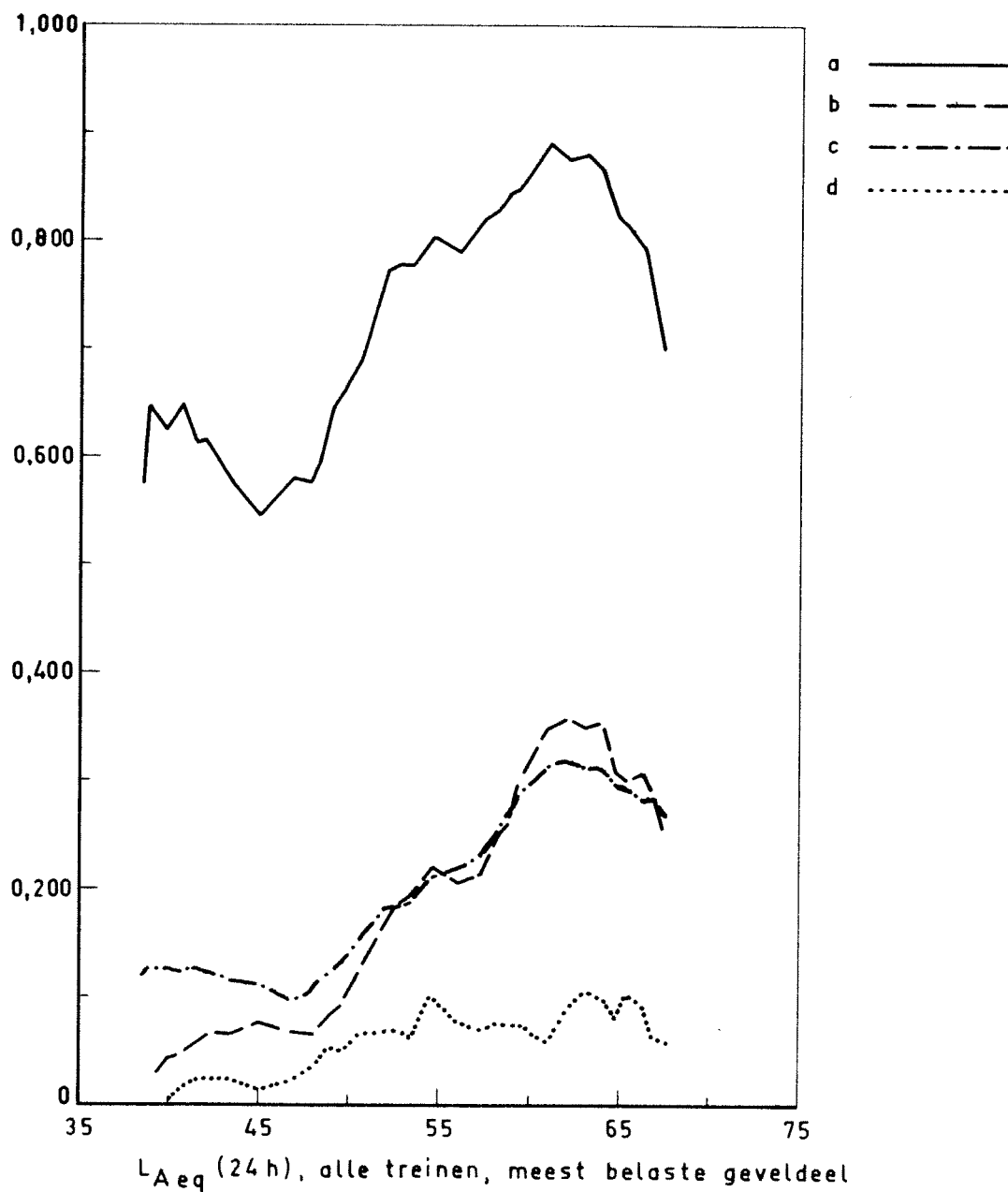
Trillingen ten slotte treden veel meer op door treinverkeer dan door wegverkeer. Wanneer de verschillende storingen ten slotte worden gecombineerd in de Bitter-index, ontlopen wegverkeersgeluid en spoorweggeluid elkaar niet veel in het gebied met een LAeq(24h) van 55 tot 65 dB(A). Daarboven is wegverkeer storender, daaronder lijkt spoorweggeluid storender.

7.6. CONCLUSIE

In de figuren 7.1 t/m 7.32 zijn dosis-effectcurven gegeven voor verschillende dosisvariabelen en verschillende responsvariabelen. In die gevallen waarin de in hoofdstuk 6 geselecteerde dosismaat, het LAeq(24h) gemeten bij het meest belaste geveldeel, werd toegepast om het geluidniveau weer te geven, geldt over het algemeen dat negatieve effecten het meest toenemen tussen 50 en 62 dB(A). Wanneer andere dosisvariabelen worden toegepast, gebeurt dat bij andere dB(A)-waarden, maar is de vorm van de curven vergelijkbaar. De verschillen tussen de locaties zijn gering.

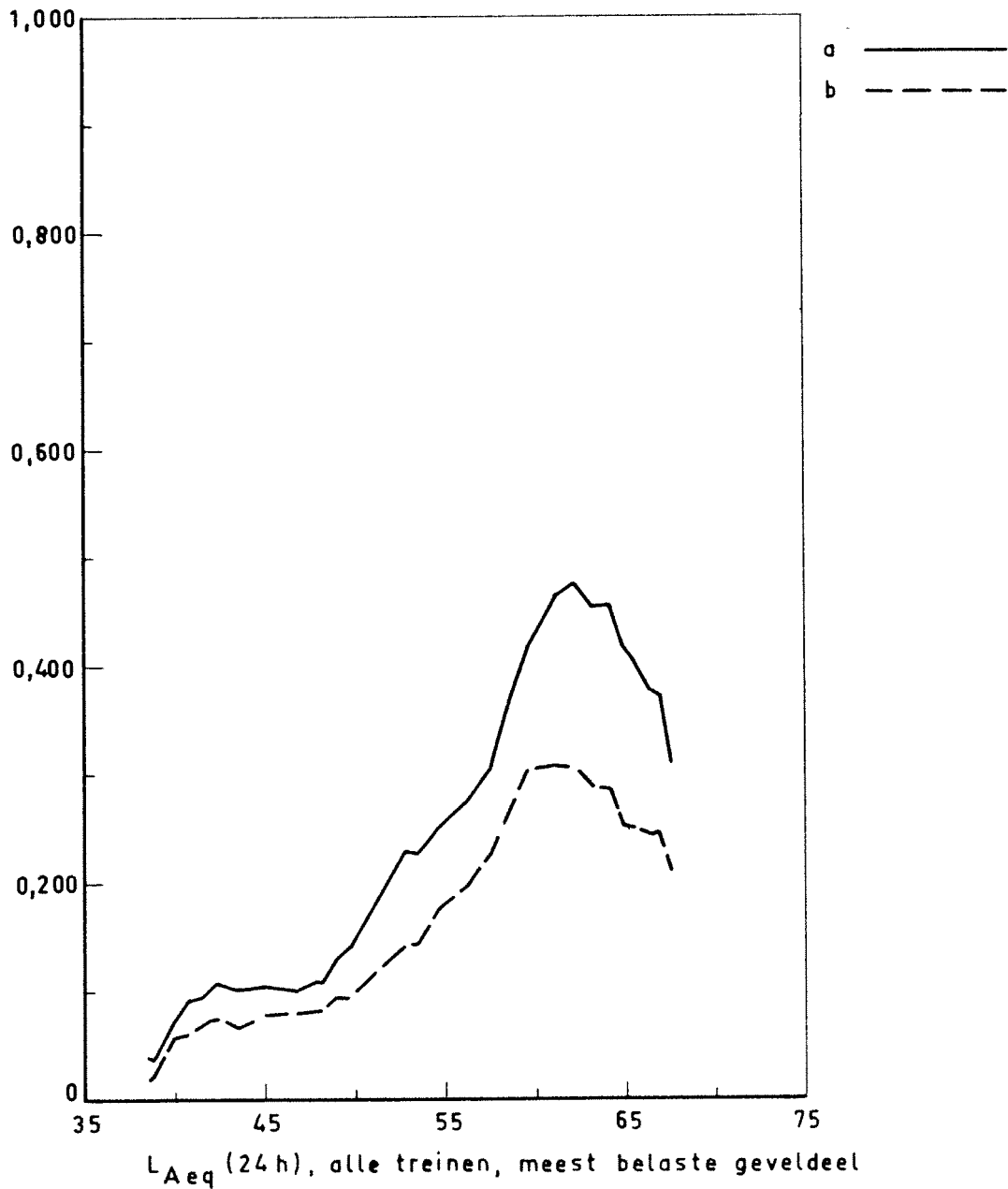
Vergeleken met wegverkeersgeluid veroorzaakt treinverkeer veel trillingen en betrekkelijk veel communicatieverstoringen, maar weinig schrikreacties en verstoringen van slaap en rust. Alles bij elkaar genomen wordt treinlawaai bij hogere geluidniveaus als minder hinderlijk ervaren dan wegverkeersgeluid.

gemiddelde score op de index

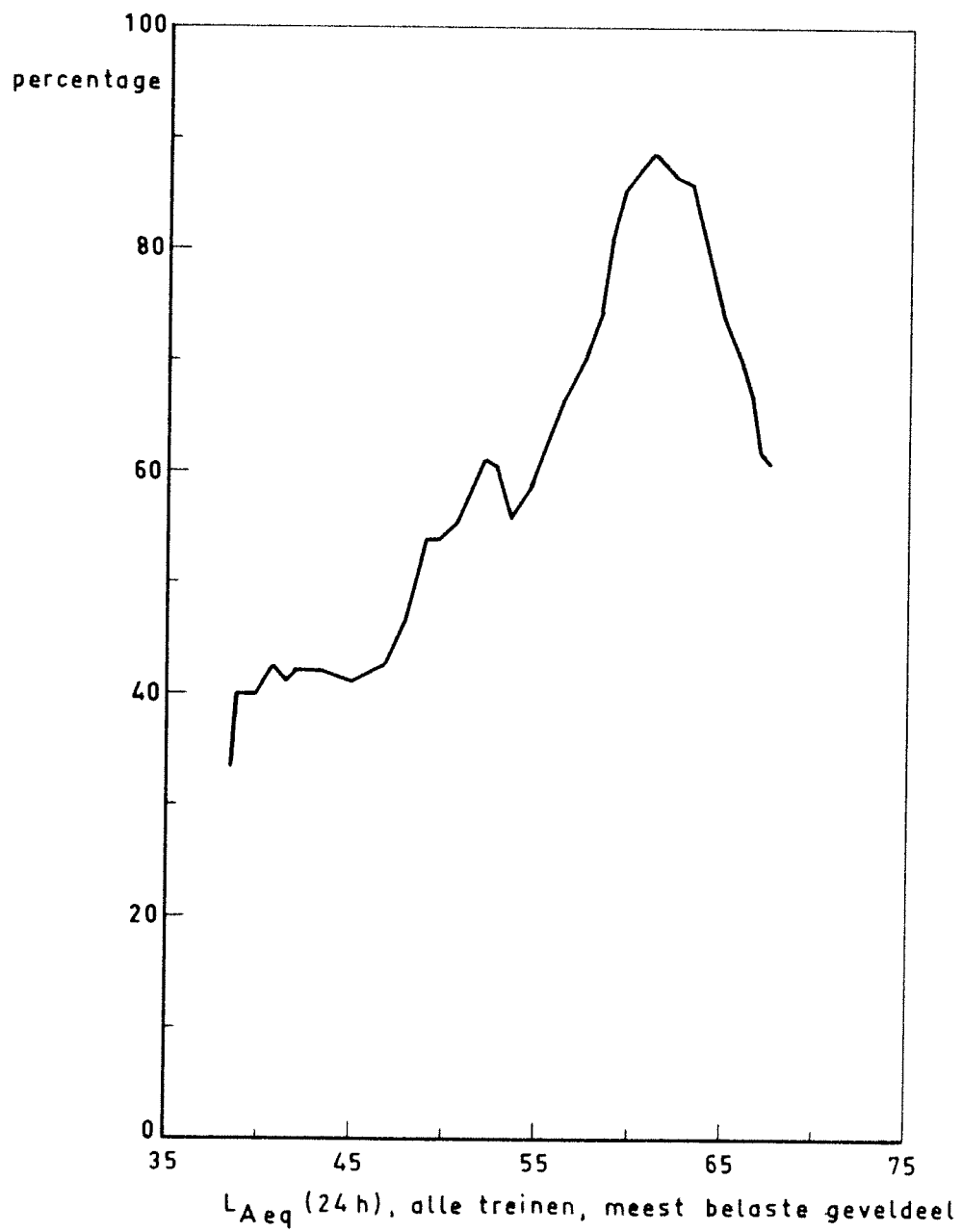


Figuur 7.1: LAeq(24h) in dB(A), gemeten bij het meest belaste gedeelte, en de waarneming van het treingeluid (perceptie-index)(a), algemene hinder (hinderindex)(b), storingen door treingeluid (storingsindex)(c) en maatregelen tegen treingeluid (maatregelenindex)(d).

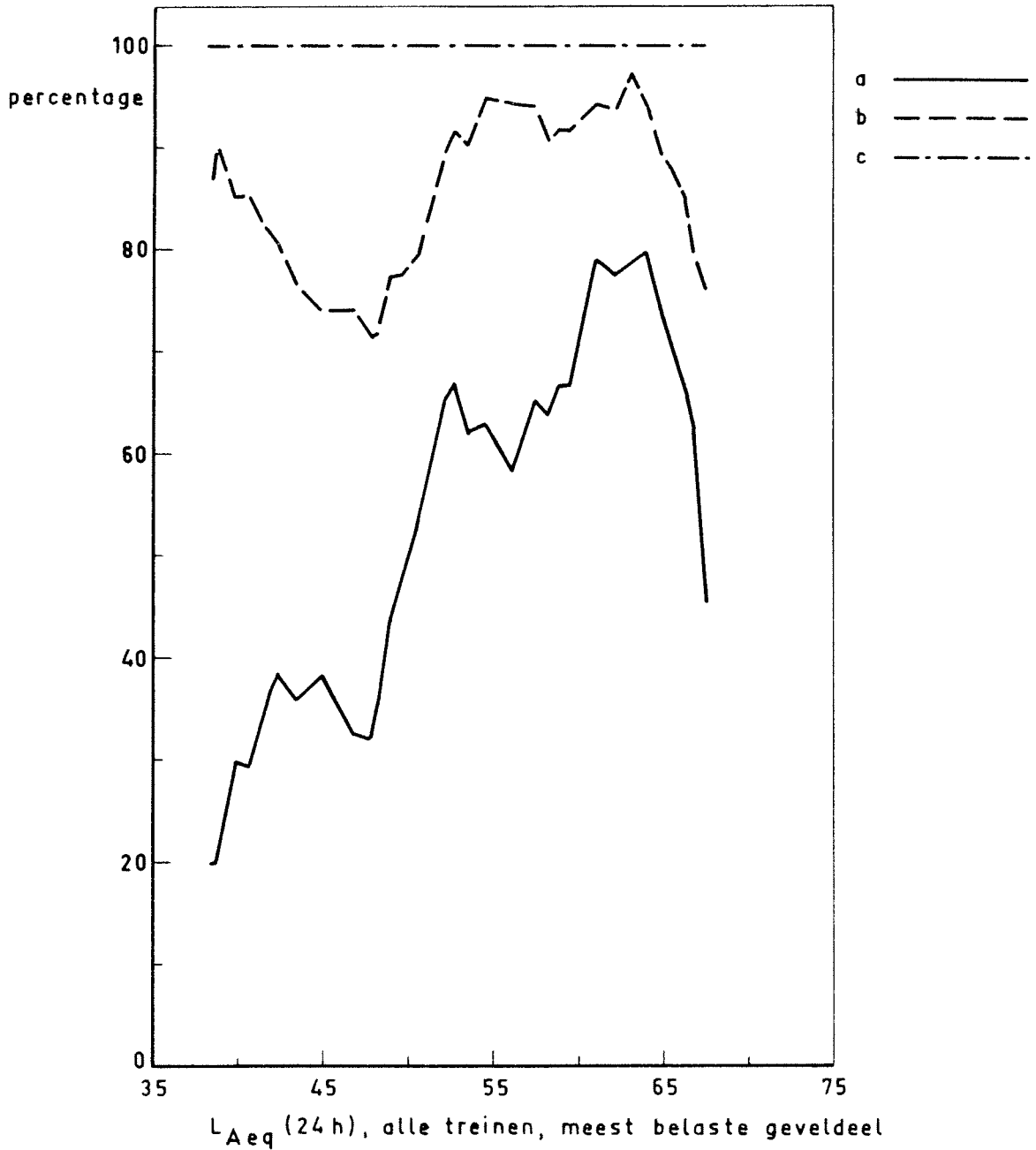
gemiddelde score op de index



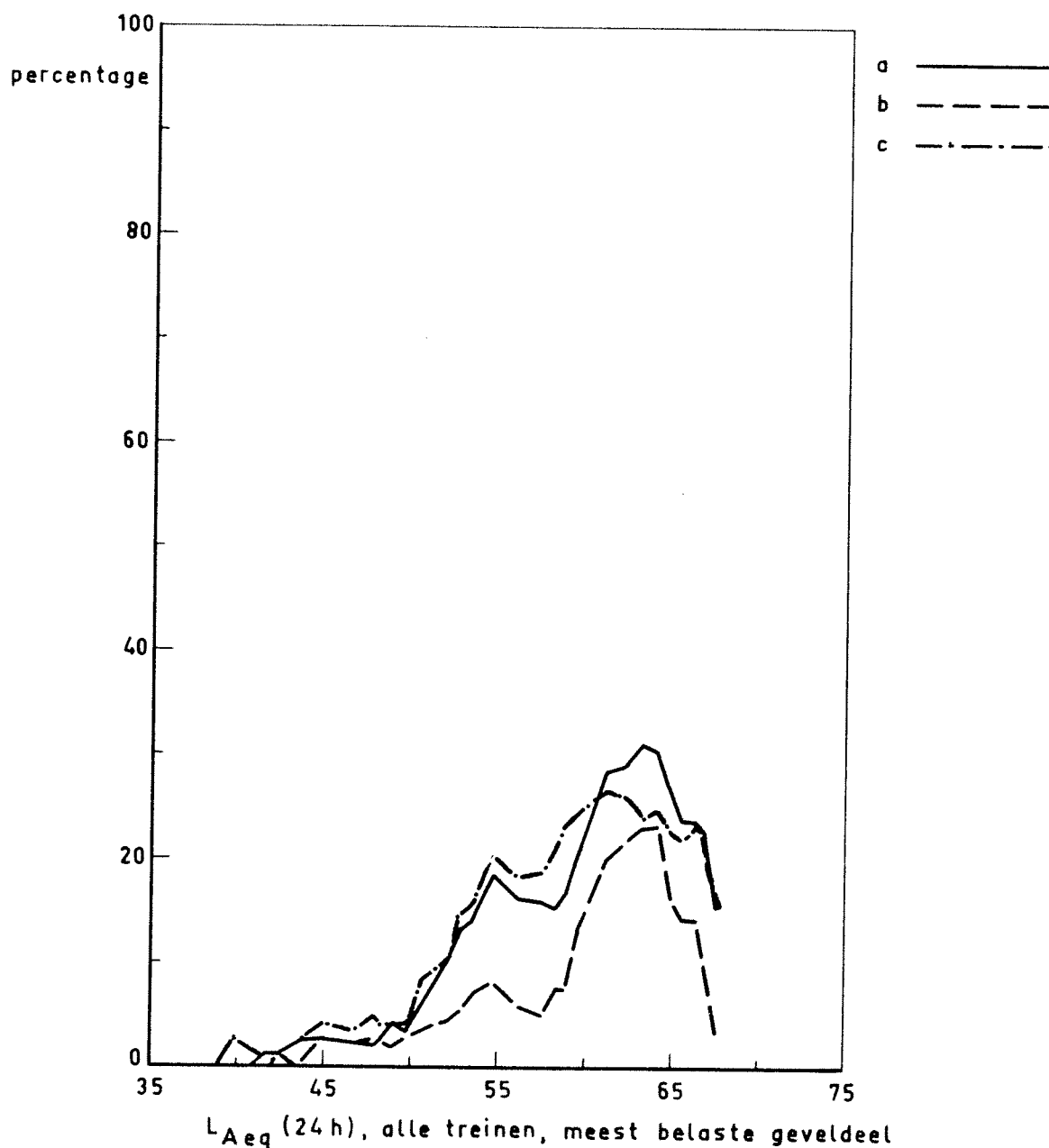
Figuur 7.2: $L_{Aeq}(24h)$ in dB(A), gemeten bij het meest belaste gedeelte, en storingen door treingeluid: de Bitter-index met gesloten ramen(b) en met een raam in ventilatiepositie(a).



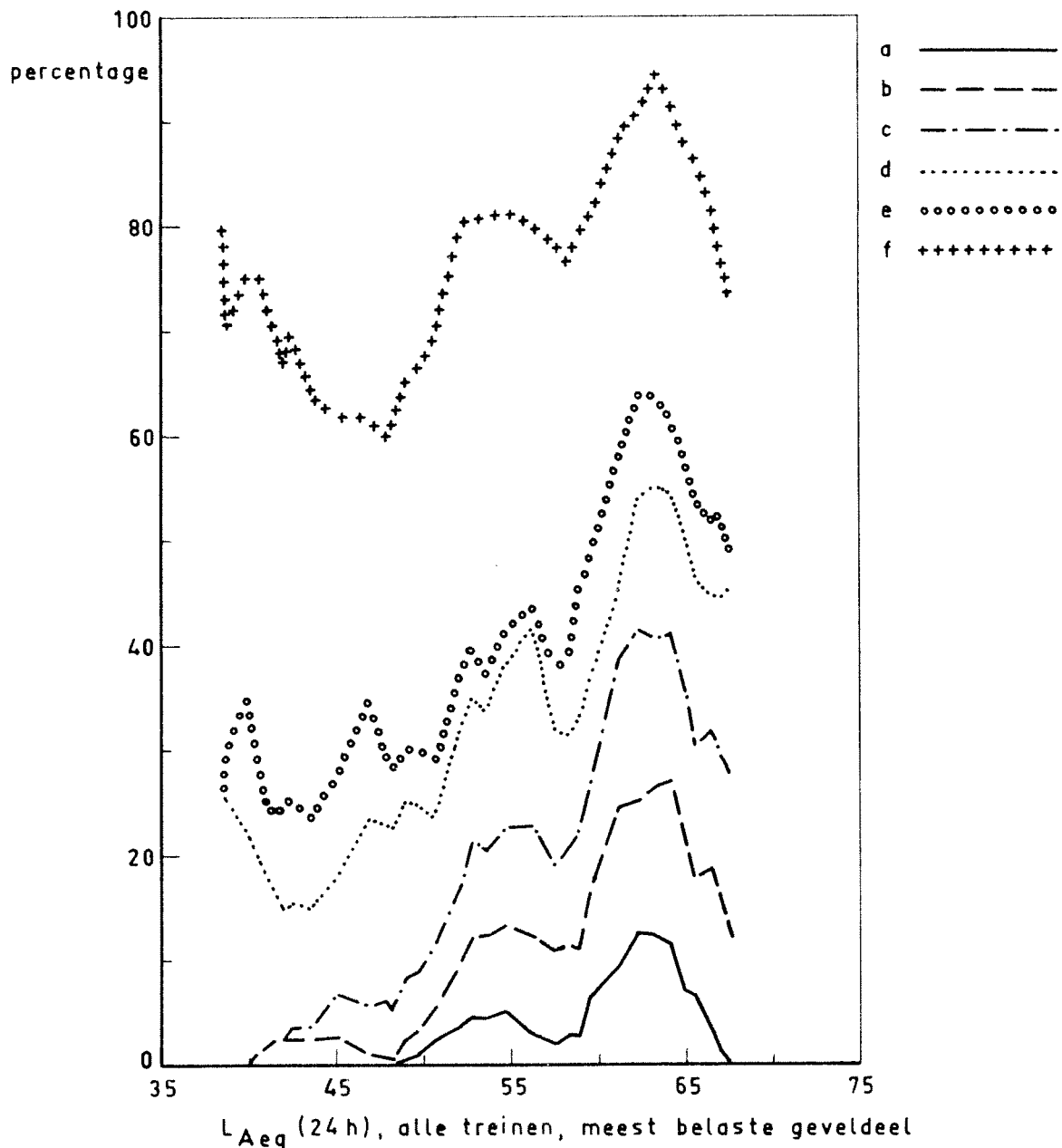
Figuur 7.3: $L_{Aeq}(24h)$ in dB(A), gemeten bij het meest belaste gedeelte, en het percentage dat treingeluid spontaan noemt als geluid in de woonomgeving (vraag 33).



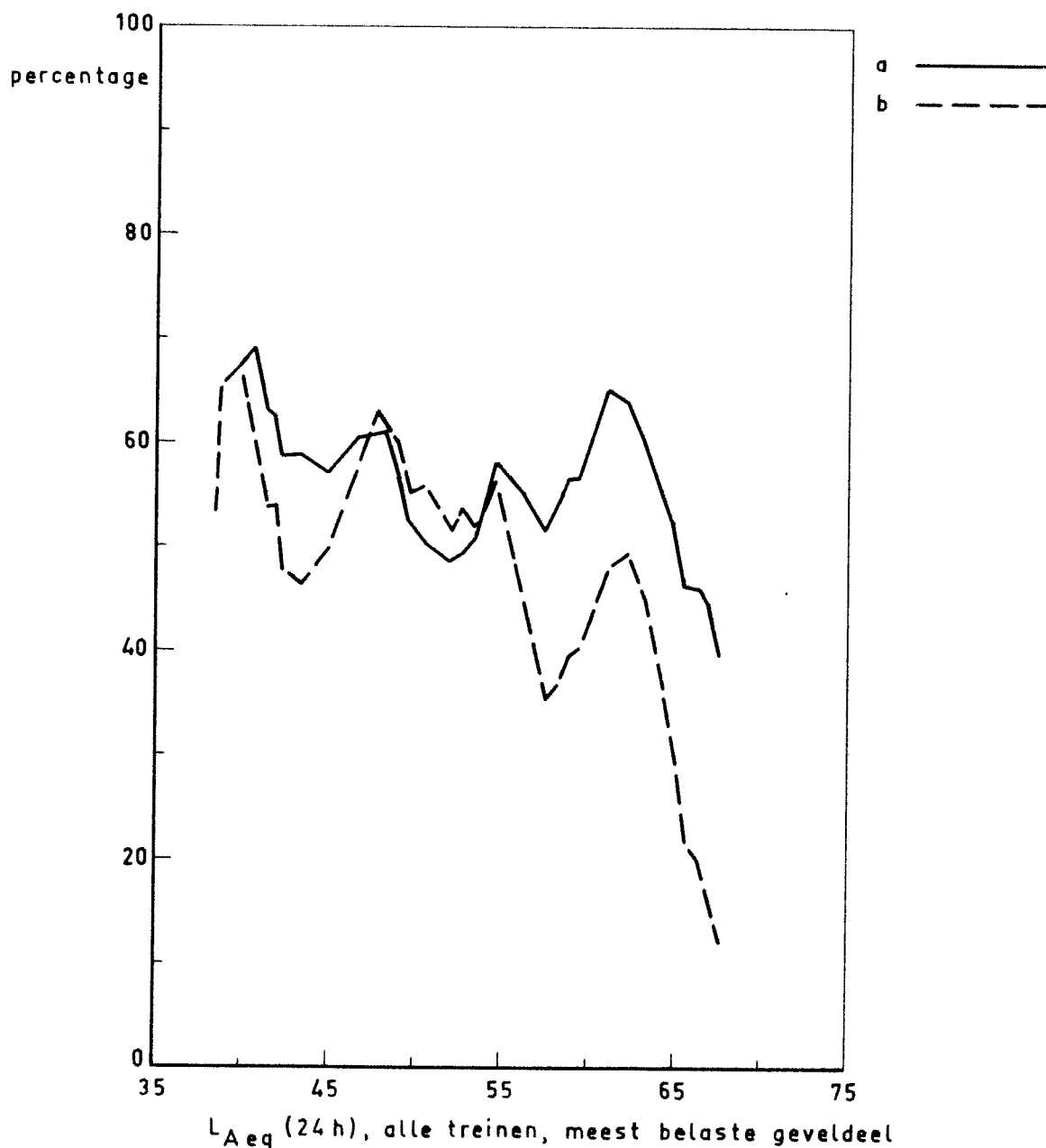
Figuur 7.4: LAeq(24h) in dB(A), gemeten bij het meest belaste geveldeel, en de frequentie van het treingeluid: het percentage dat vaak(a), vaak en soms(b) en vaak/soms/zelden(c) treingeluid in de woonomgeving hoort (vraag 34).



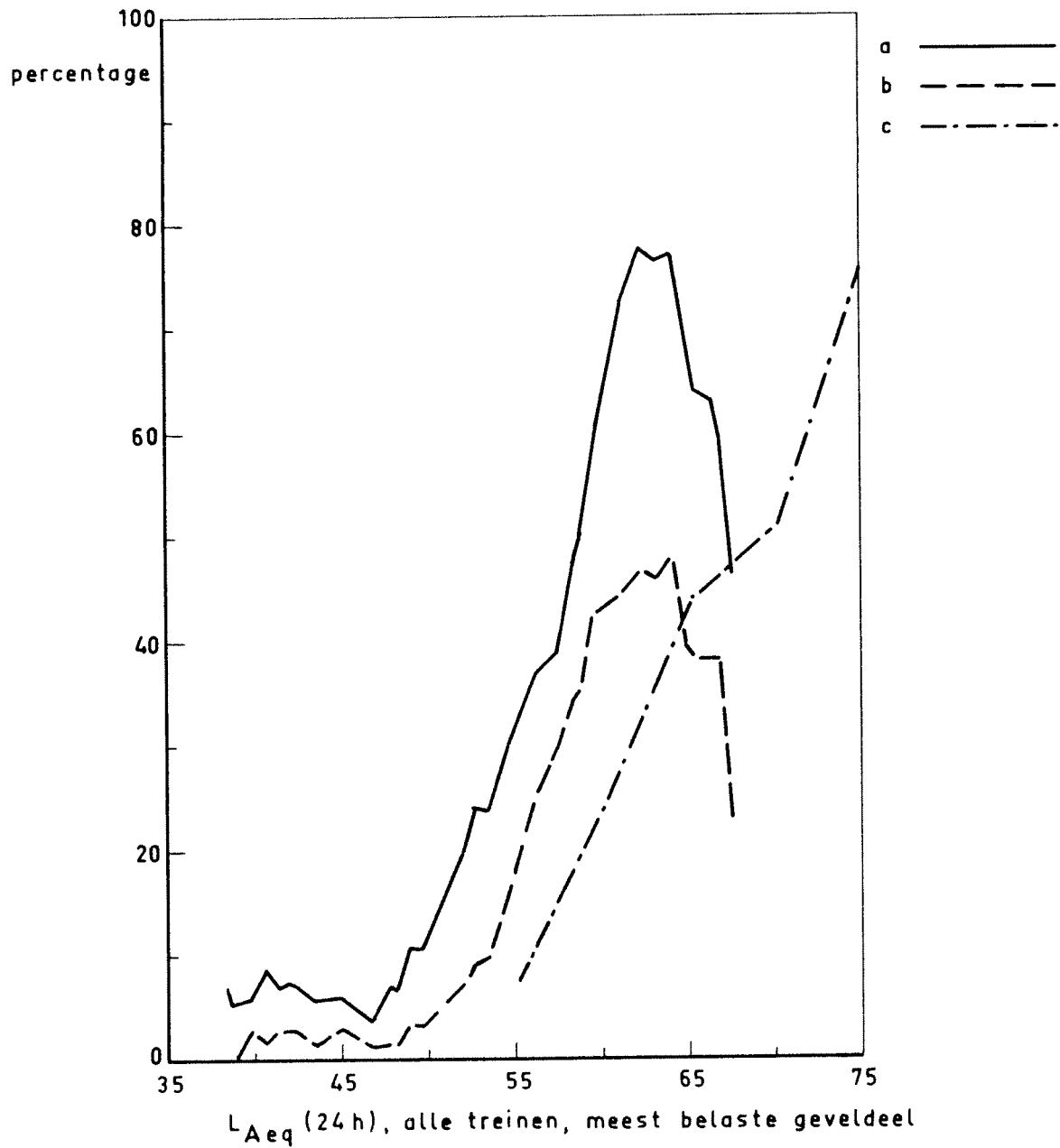
Figuur 7.5: $L_{Aeq}(24h)$ in dB(A), gemeten bij het meest belaste geveldeel, en het percentage dat treingeluid spontaan noemt als onprettige kant van de woonomgeving(a) (vraag 4/5), ontevreden is over het wonen bij de spoorlijn(b) (vraag 24: net ontevreden, ontevreden of zeer ontevreden) en treingeluid noemt als onaangenaamste omgevingsgeluid(c) (vraag 39).



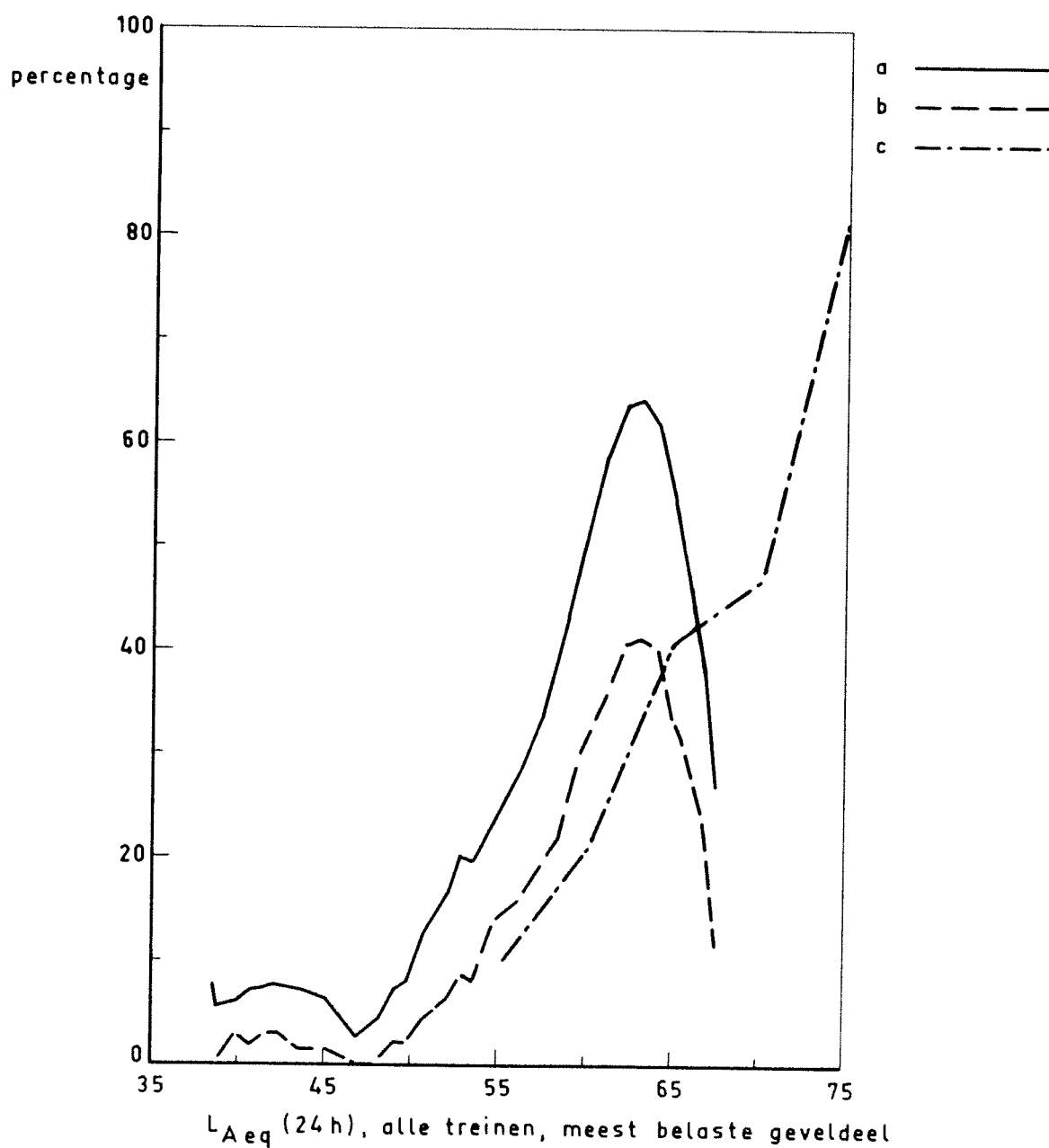
Figuur 7.6: $L_{Aeq}(24h)$ in dB(A), gemeten bij het meest belaste gedeelte, en hinder van treingeluid (vraag 35c): het percentage dat treingeluid helemaal niet hinderlijk(f) /niet hinderlijk(e) /net niet hinderlijk(d) /net hinderlijk(c) /hinderlijk(b) /erg hinderlijk(a) vindt. De gehanteerde categorieën zijn cumulatief, dat wil zeggen dat in (b) ook (a) begrepen is, in (c) zowel (a) als (b), enzovoort.



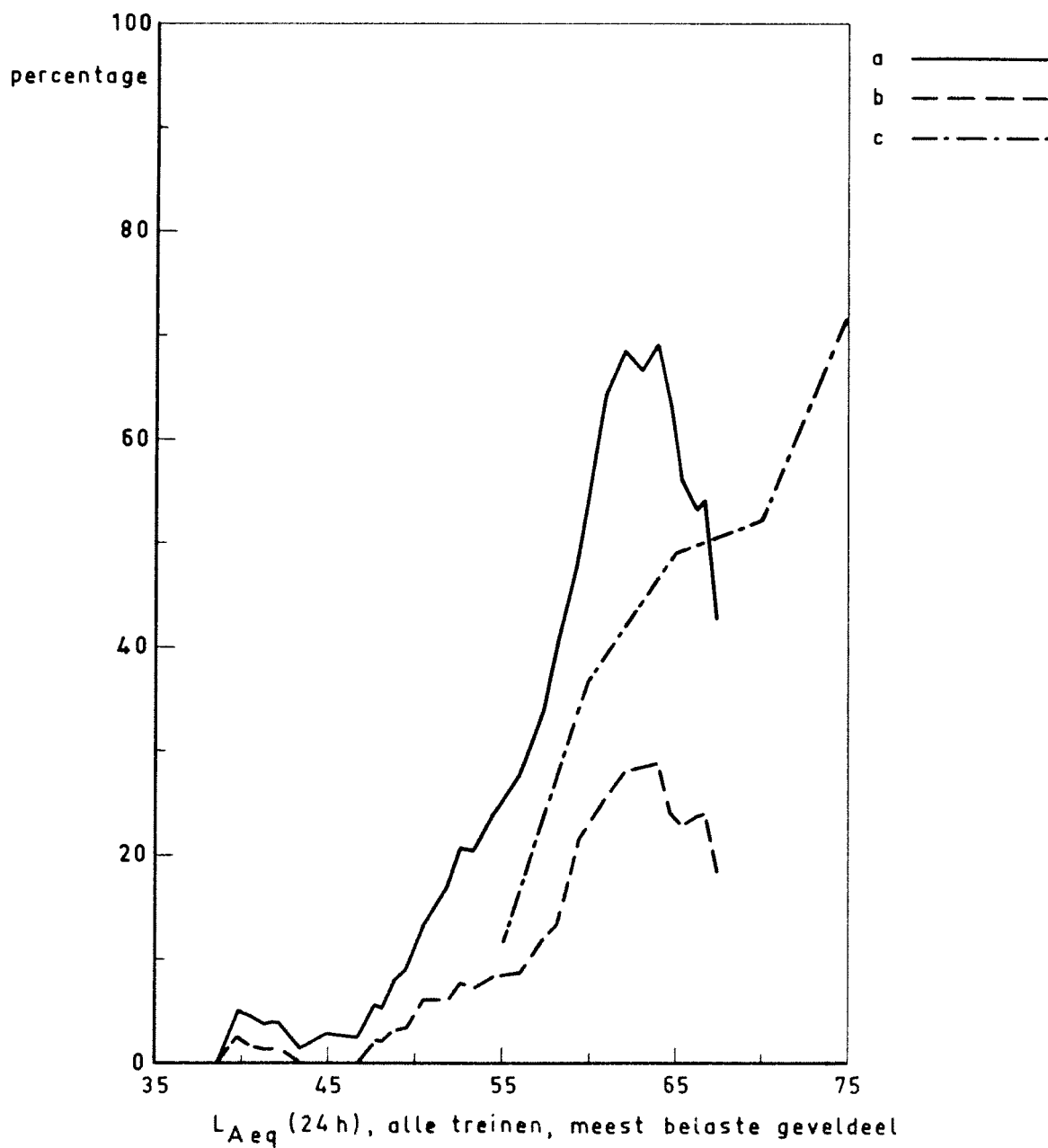
Figuur 7.7: LAeq(24h) in dB(A), gemeten bij het meest belaste geveldeel, en de houding tegenover de spoorlijn: het percentage mensen dat het niet gezellig vindt bij een spoorlijn te wonen (helemaal oneens, oneens, of enigszins oneens met uitspraak 3 van invulformulier C)(a) en het percentage mensen dat het plezierige uitzicht geen voordeel vindt van het wonen aan een spoorlijn (helemaal oneens, oneens, of enigszins oneens met uitspraak 7 van invulformulier C)(b).



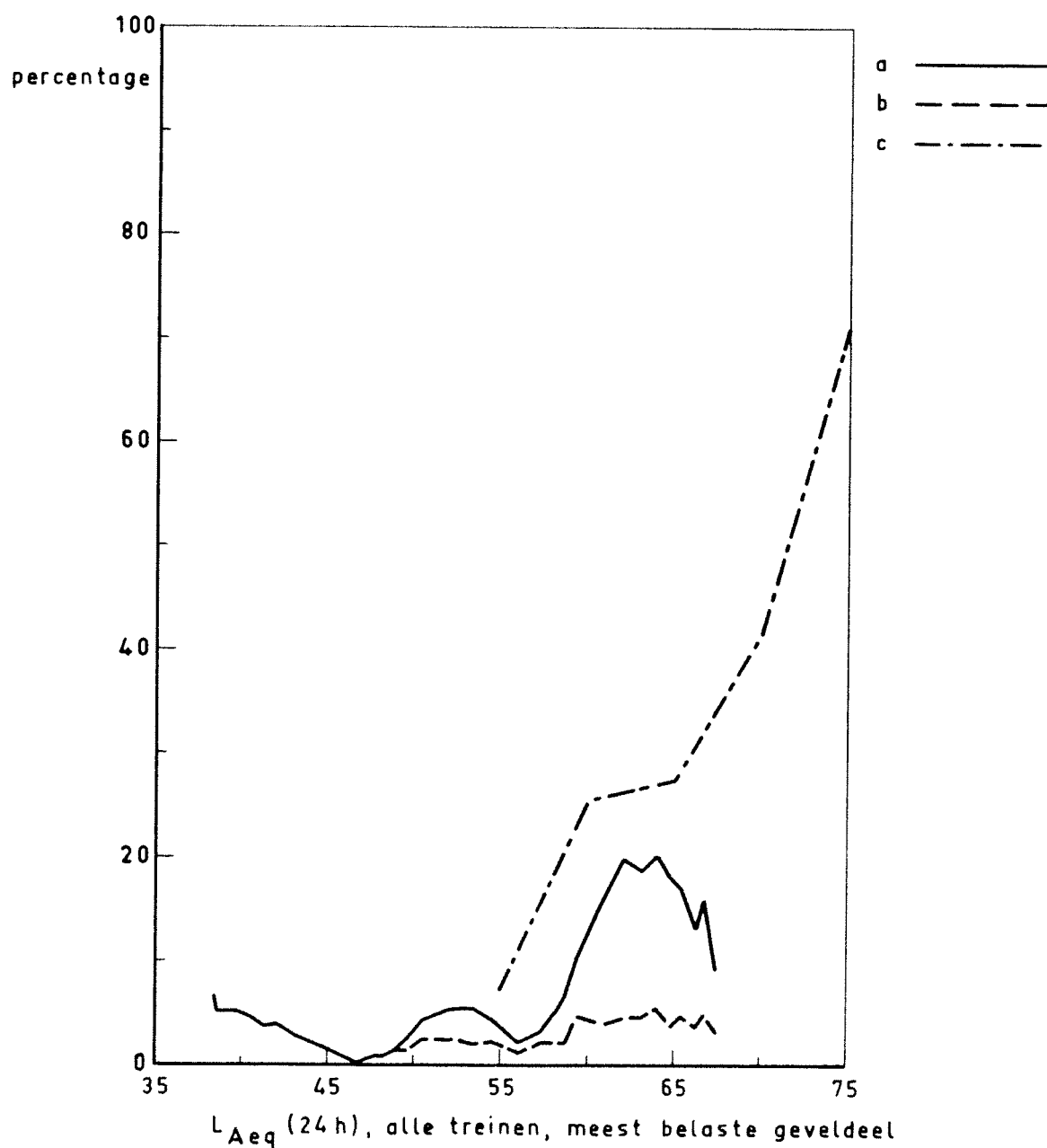
Figuur 7.8: $L_{Aeq}(24h)$ in dB(A), gemeten bij het meest belaste geveldeel, en verstoring van het luisteren naar de televisie door treingeluid (vraag 48, 49) en wegverkeersgeluid (c). Met betrekking tot treingeluid is onderscheid gemaakt tussen twee situaties: ramen open(a) en ramen dicht(b) (vaak of soms gestoord).



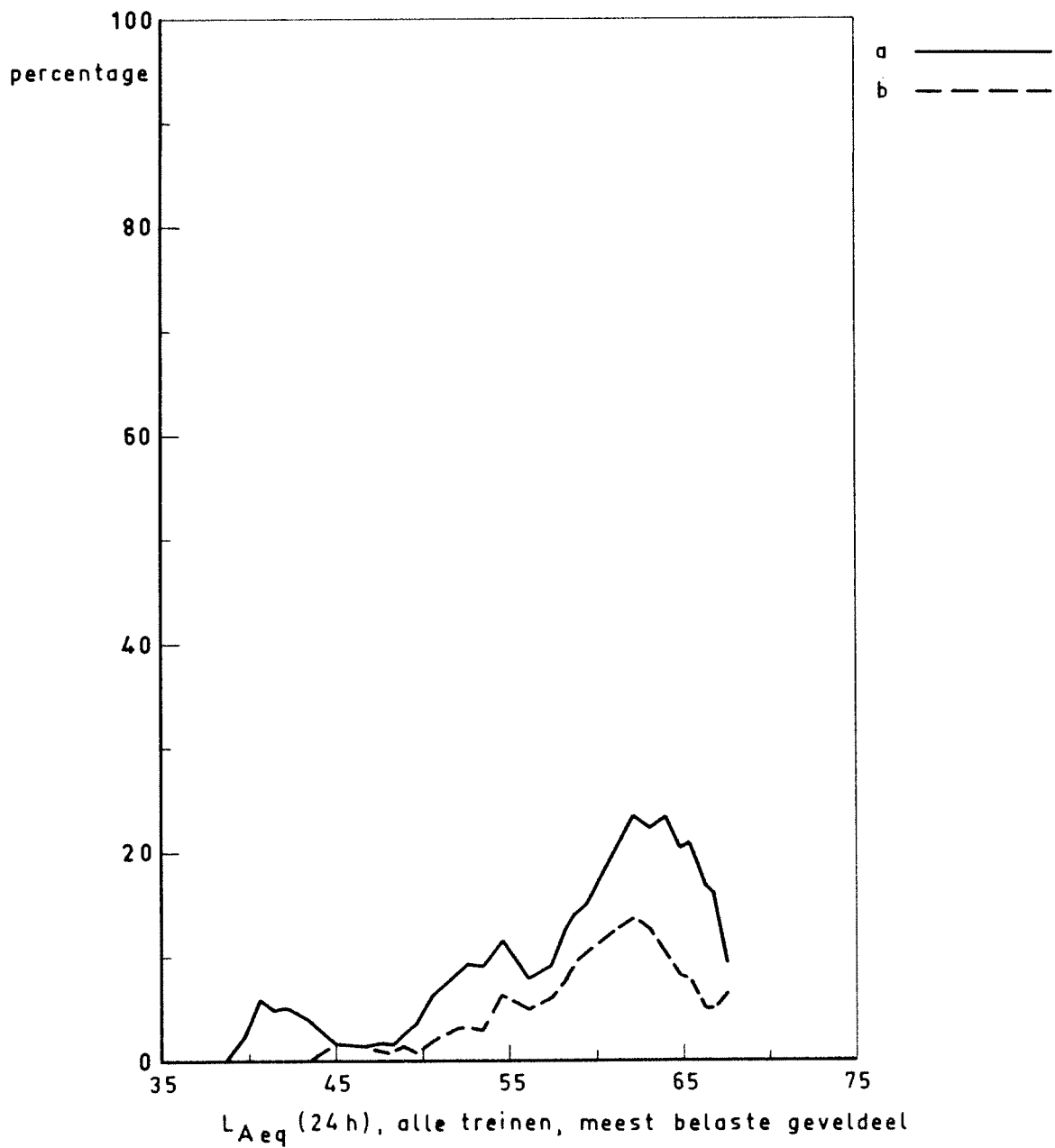
Figuur 7.9: $L_{Aeq}(24h)$ in dB(A), gemeten bij het meest belaste geveldeel, en verstoring van het luisteren naar de radio door treingeluid (vraag 51, 52) en wegverkeersgeluid (c). Met betrekking tot treingeluid is onderscheid gemaakt tussen twee situaties: ramen open(a) en ramen dicht(b) (vaak of soms gestoord).



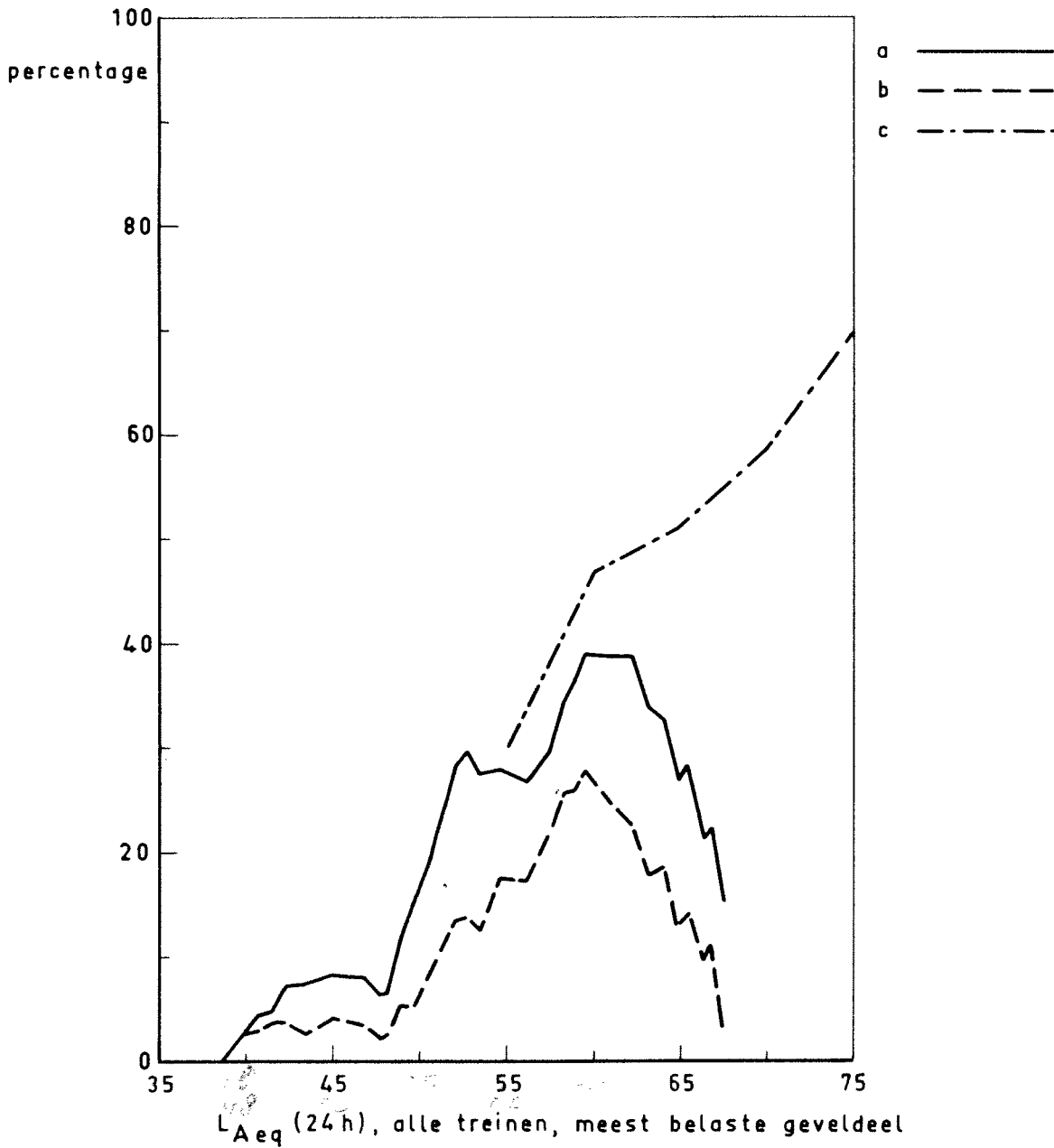
Figuur 7.10: $L_{Aeq}(24h)$ in dB(A), gemeten bij het meest belaste gedeelte, en verstoring van de conversatie door treingeluid (vraag 53, 54) en wegverkeersgeluid (c). Met betrekking tot treingeluid is onderscheid gemaakt tussen twee situaties: ramen open(a) en ramen dicht(b) (vaak of soms gestoord).



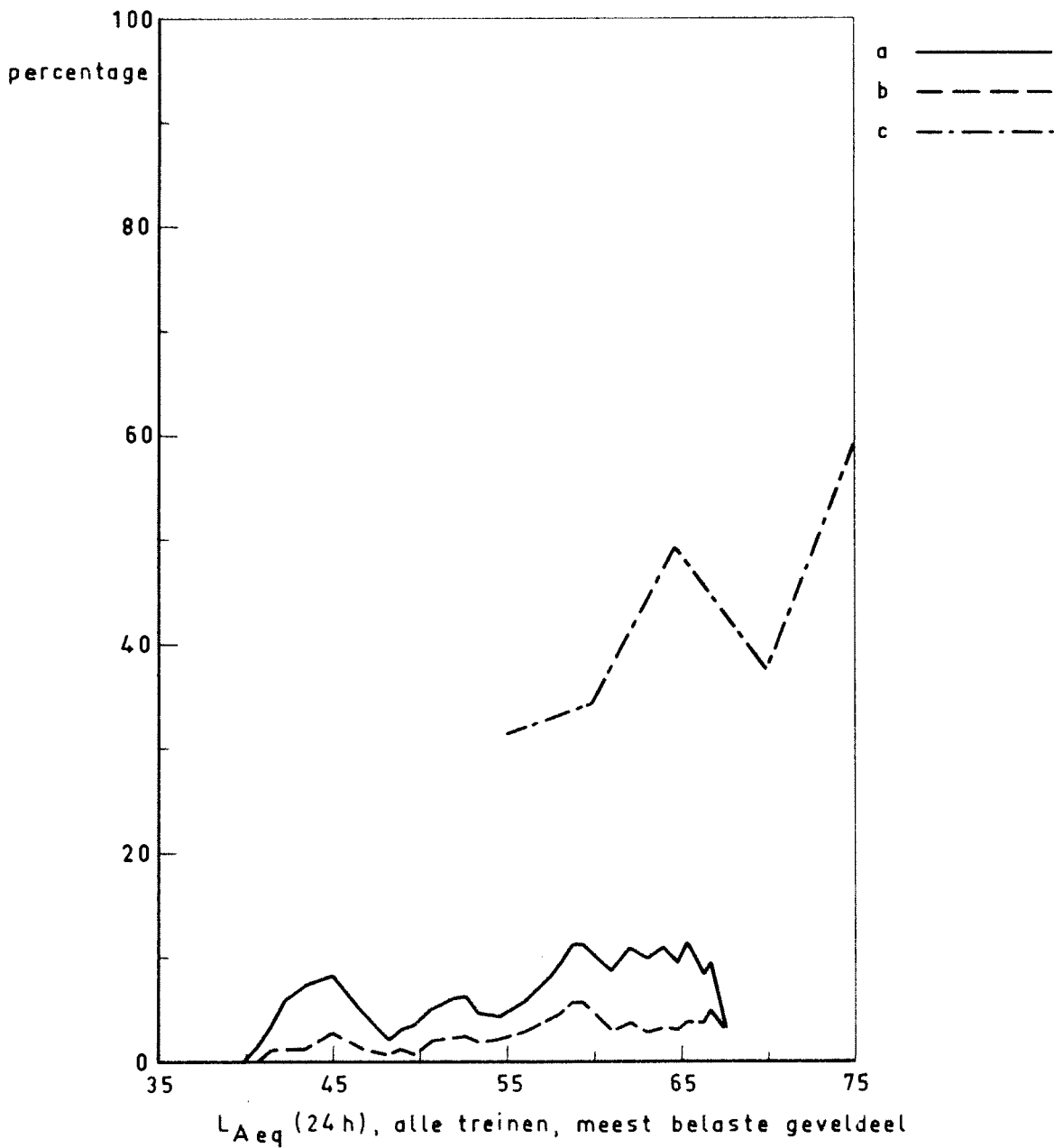
Figuur 7.11: $L_{Aeq}(24h)$ in dB(A), gemeten bij het meest belaste geveldeel, en verstoring van het lezen door treingeluid (vraag 55, 56) en wegverkeersgeluid (c). Met betrekking tot treingeluid is onderscheid gemaakt tussen twee situaties: ramen open(a) en ramen dicht(b) (vaak of soms gestoord).



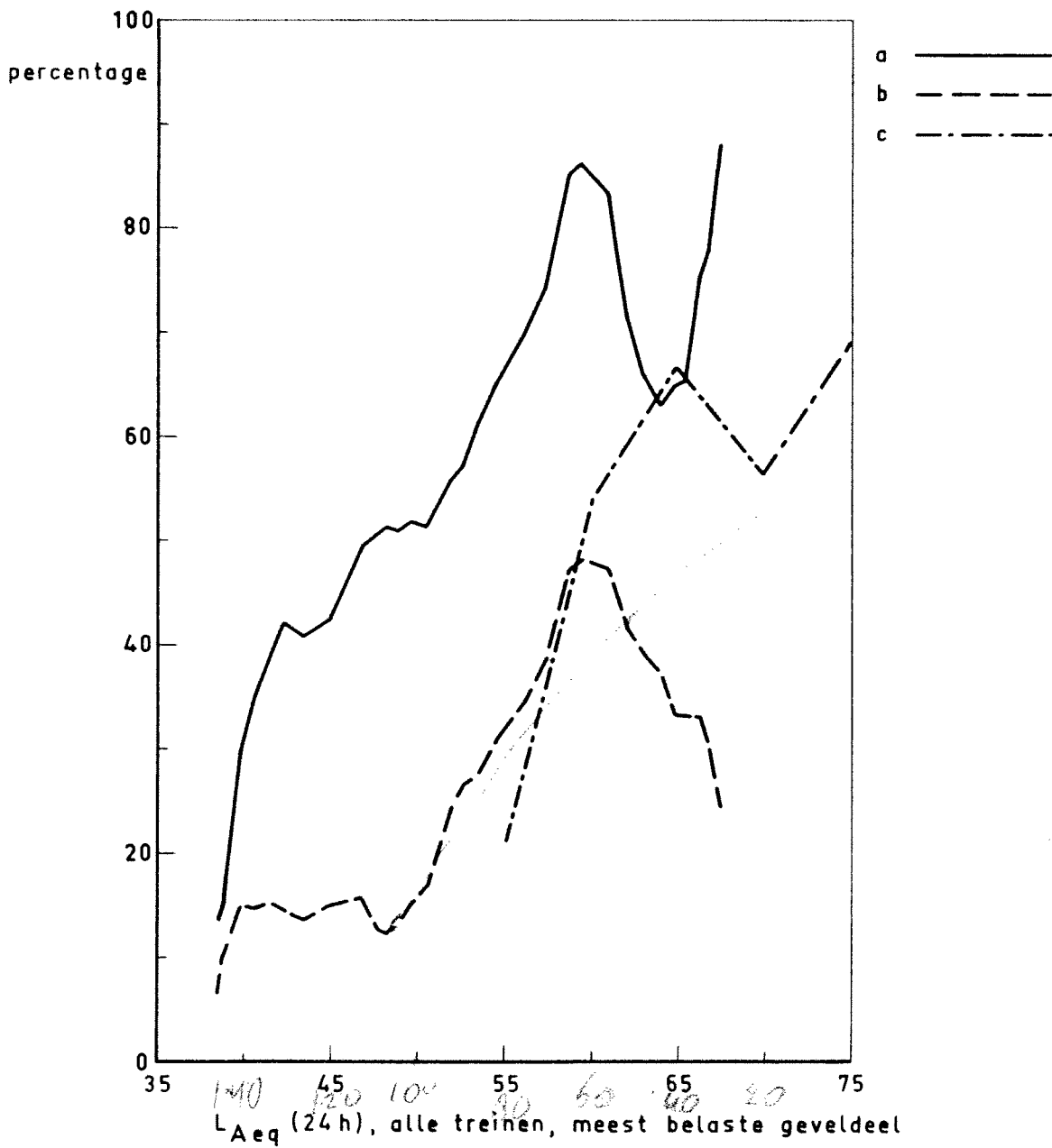
Figuur 7.12: $L_{Aeq}(24h)$ in dB(A), gemeten bij het meest belaste geveldeel, en verstoring van de concentratie door treingeluid (vraag 57, 58). Er is onderscheid gemaakt tussen twee situaties: ramen open(a) en ramen dicht(b) (vaak of soms gestoord).



Figuur 7.13: $L_{Aeq}(24h)$ in dB(A), gemeten bij het meest belaste geveldeel, en verstoring van de rust en slaap door treingeluid (vraag 49, 60) en wegverkeersgeluid (c). Met betrekking tot treingeluid is onderscheid gemaakt tussen twee situaties: ramen open(a) en ramen dicht(b) (vaak of soms gestoord).

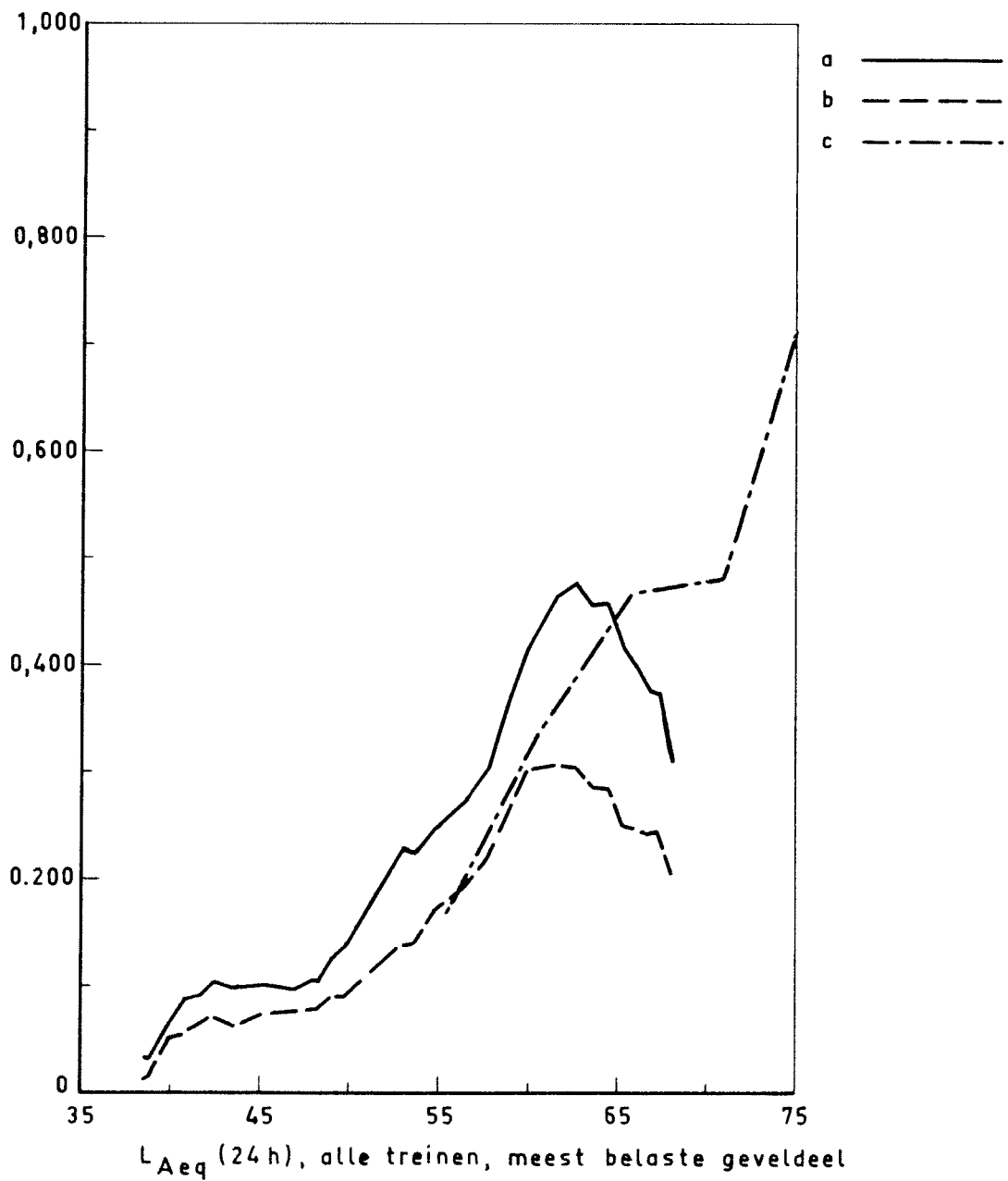


Figuur 7.14: $L_{Aeq}(24h)$ in dB(A), gemeten bij het meest belaste gedeelte, en schrikken van treingeluid (vraag 61, 62) en wegverkeersgeluid (c). Met betrekking tot treingeluid is onderscheid gemaakt tussen twee situaties: ramen open(a) en ramen dicht(b) (vaak of soms gestoord).

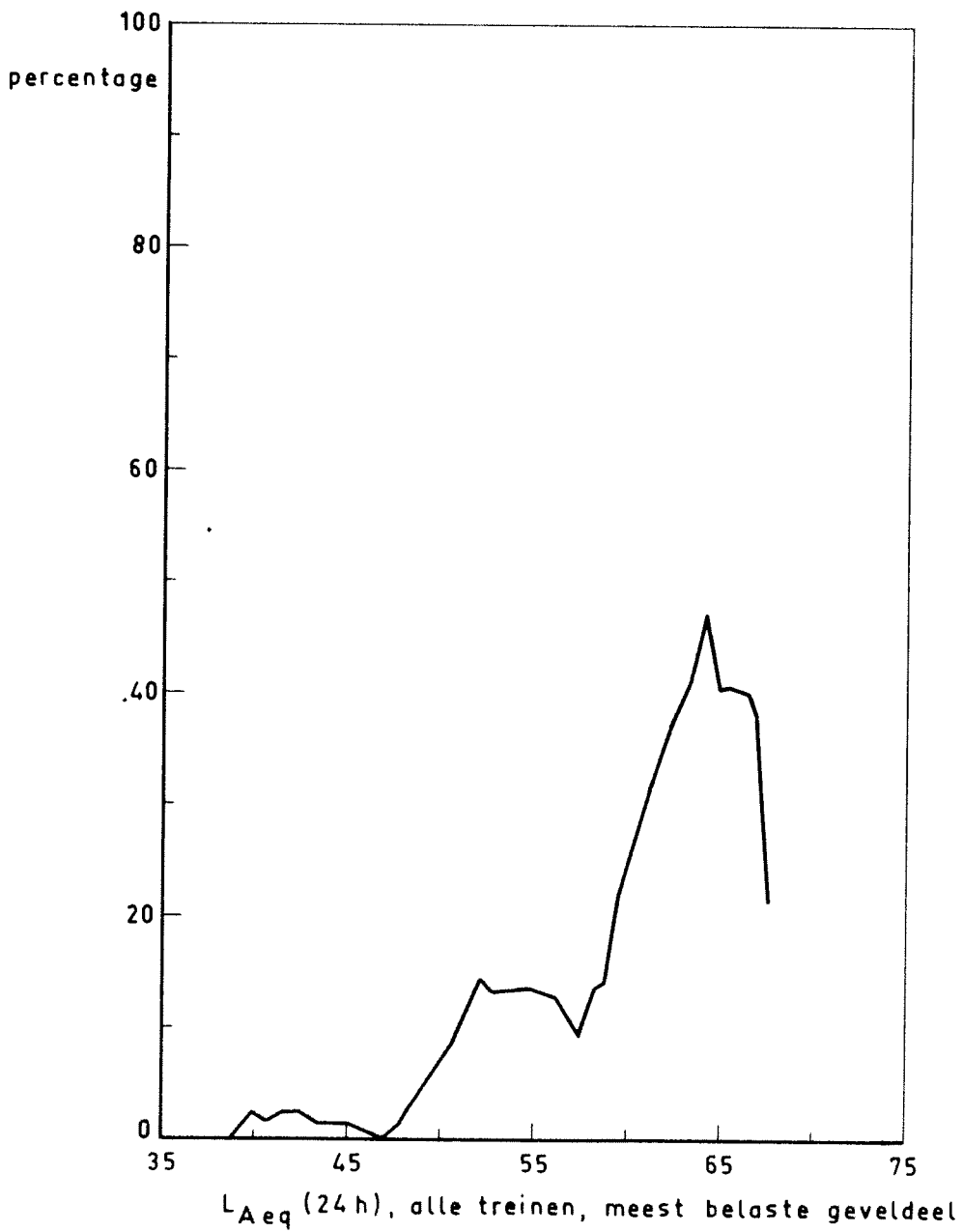


Figuur 7.15: LAeq(24h) in dB(A), gemeten bij het meest belaste gedeelte, en het percentage waarbij wel eens sprake is van trilling van de woning door treingeluid(a) (vraag 63) respectievelijk wegverkeersgeluid (c), en het percentage dat door trilling gehinderd wordt ten gevolge van treinverkeer(b) (vraag 64).

gemiddelde score op de index

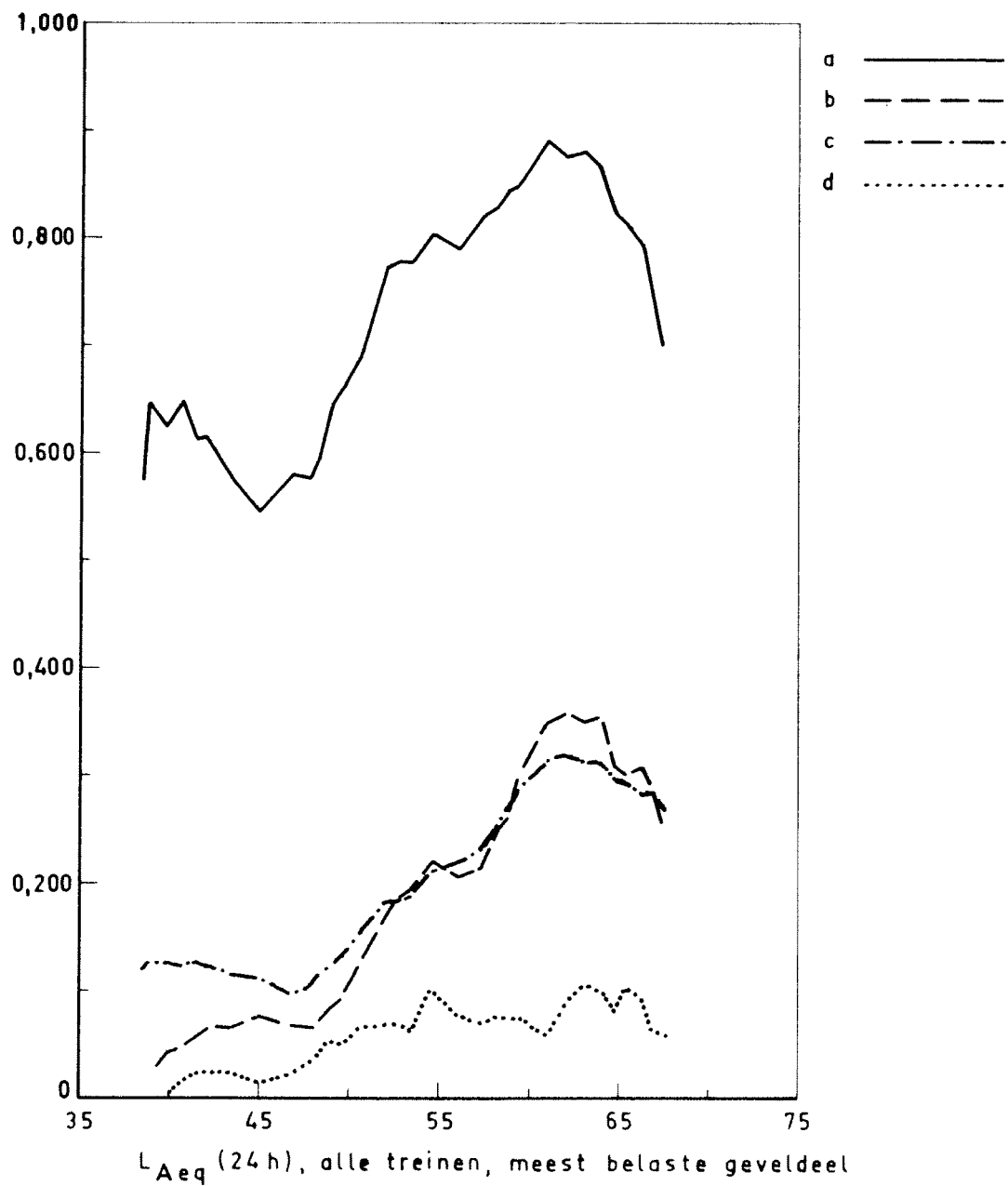


Figuur 7.16: $L_{Aeq}(24h)$ in dB(A), gemeten bij het meest belaste geveldeel en de gemiddelde score op de Bitter-index voor treingeluid en voor wegverkeersgeluid(c). Met betrekking tot treingeluid is onderscheid gemaakt tussen twee situaties: ramen open(a) en ramen dicht(b).



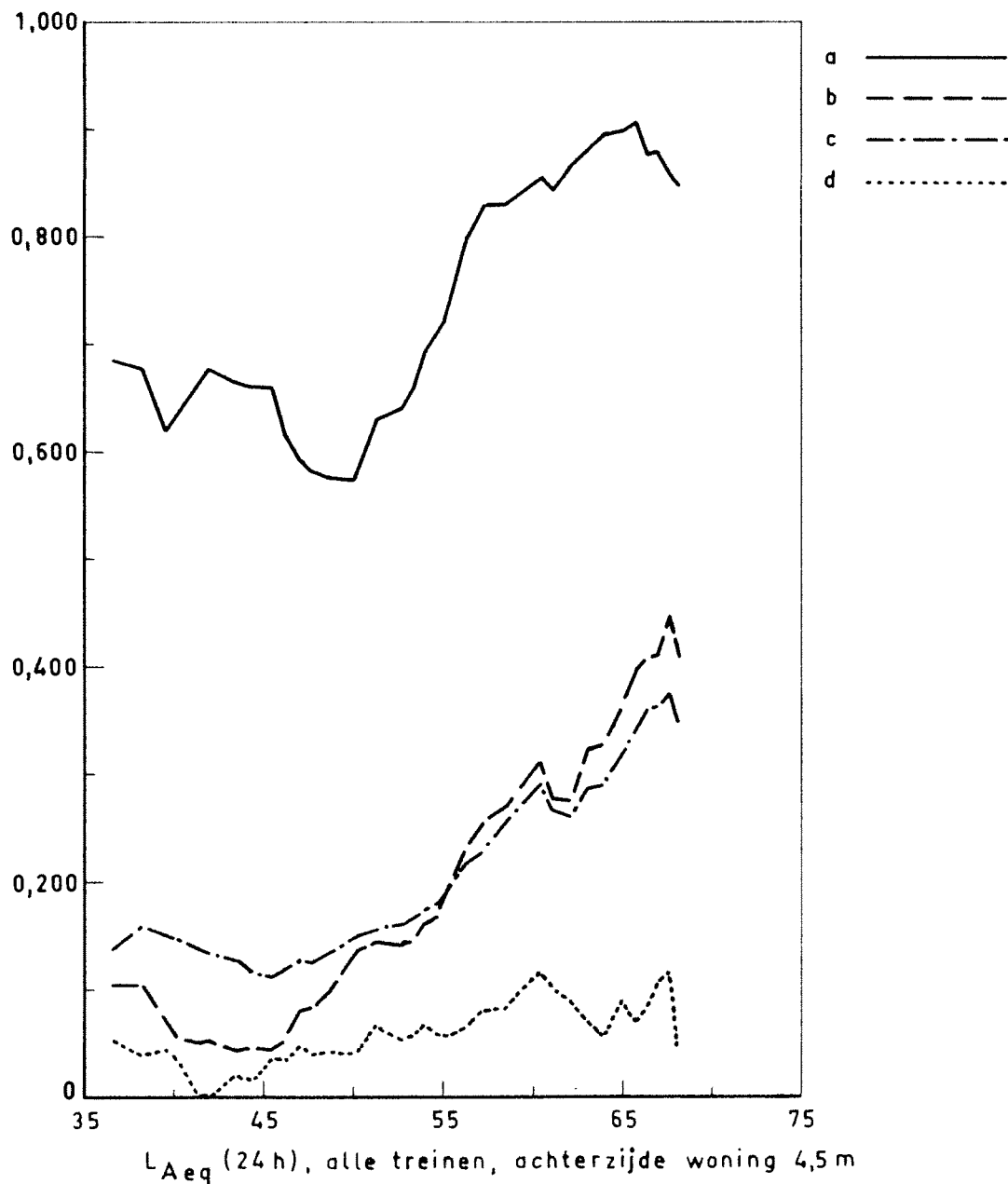
Figuur 7.17: $L_{Aeq}(24h)$ in dB(A), gemeten bij het meest belaste geveldeel, en het percentage waarbij het openen van ramen verhinderd wordt in verband met het treingeluid (helemaal eens, eens of enigszins eens met uitspraak 8 van invulformulier E).

gemiddelde score op de index



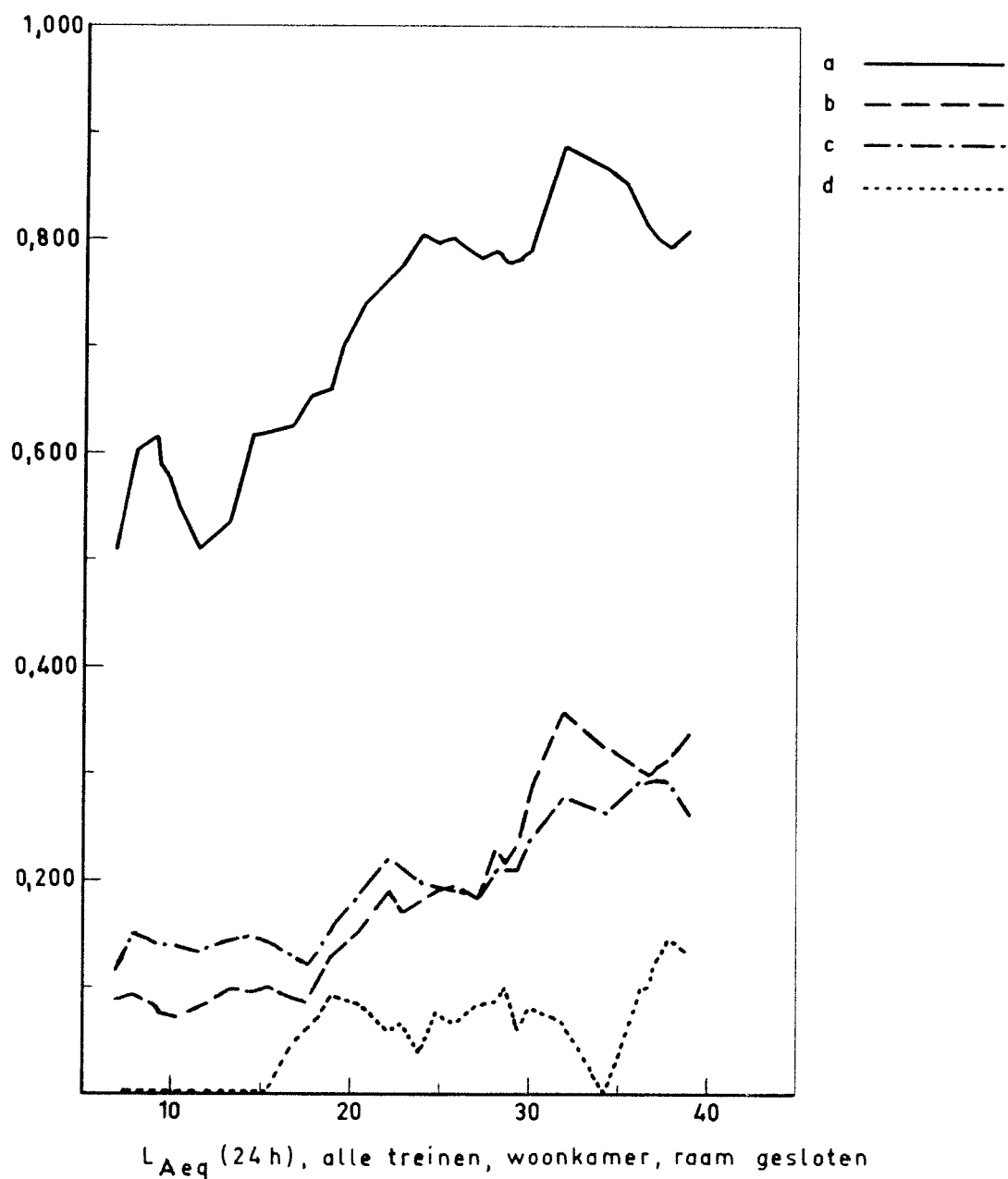
Figuur 7.18: LAeq(24h) in dB(A), gemeten bij het meest belaste gedeelte, en de waarneming van het treingeluid (perceptie-index)(a), algemene hinder (hinderindex)(b), storingen door treingeluid (storingsindex)(c) en maatregelen tegen treingeluid (maatregelenindex)(d).

gemiddelde score op de index



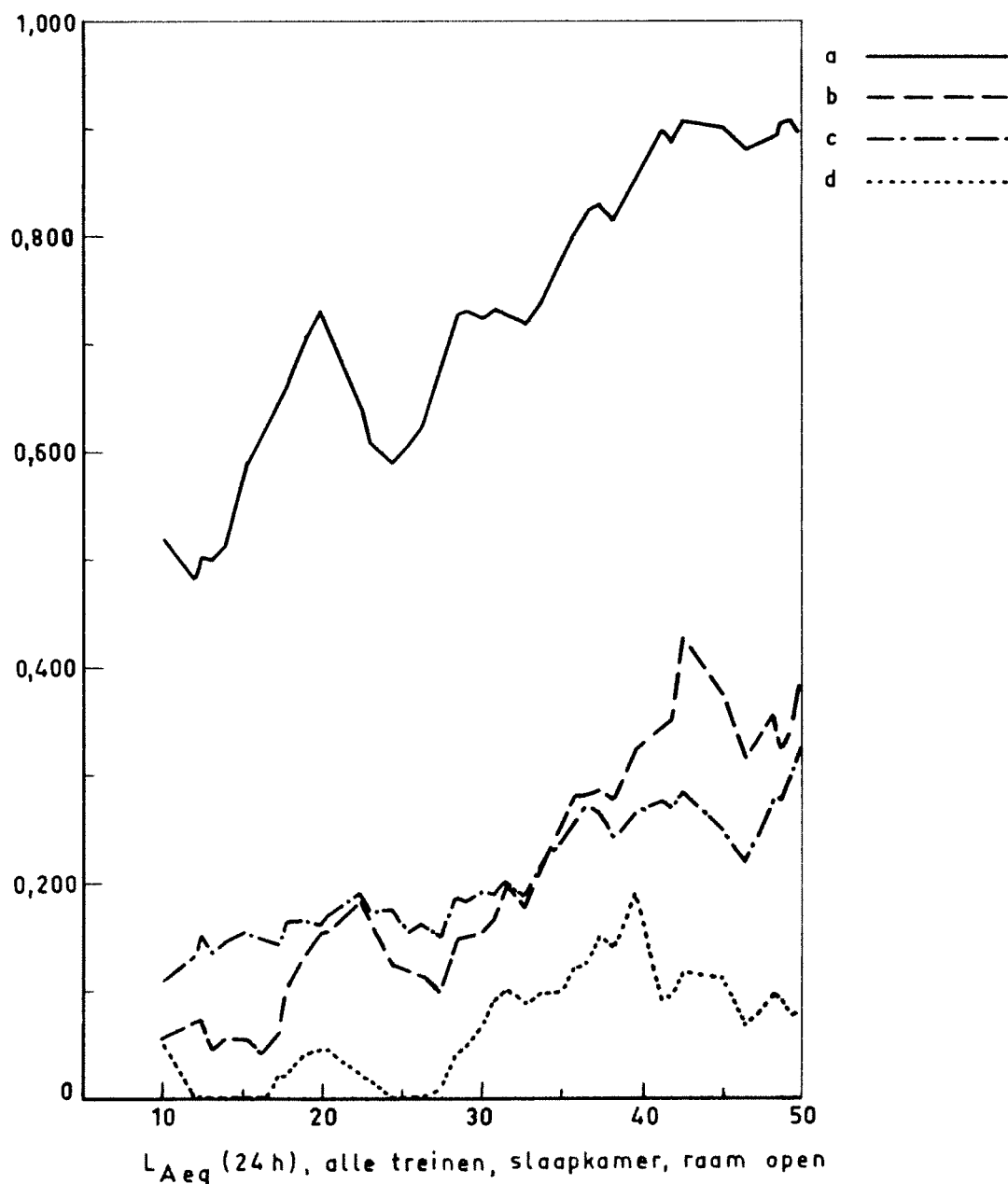
Figuur 7.19: $L_{Aeq}(24h)$ in dB(A), gemeten aan de achterzijde van de woning (4,5 m), en de waarneming van het treingeluid (perceptie-index)(a), algemene hinder (hinderindex)(b), storingen door treingeluid (storingsindex)(c) en maatregelen tegen treingeluid (maatregelenindex)(d).

gemiddelde score op de index



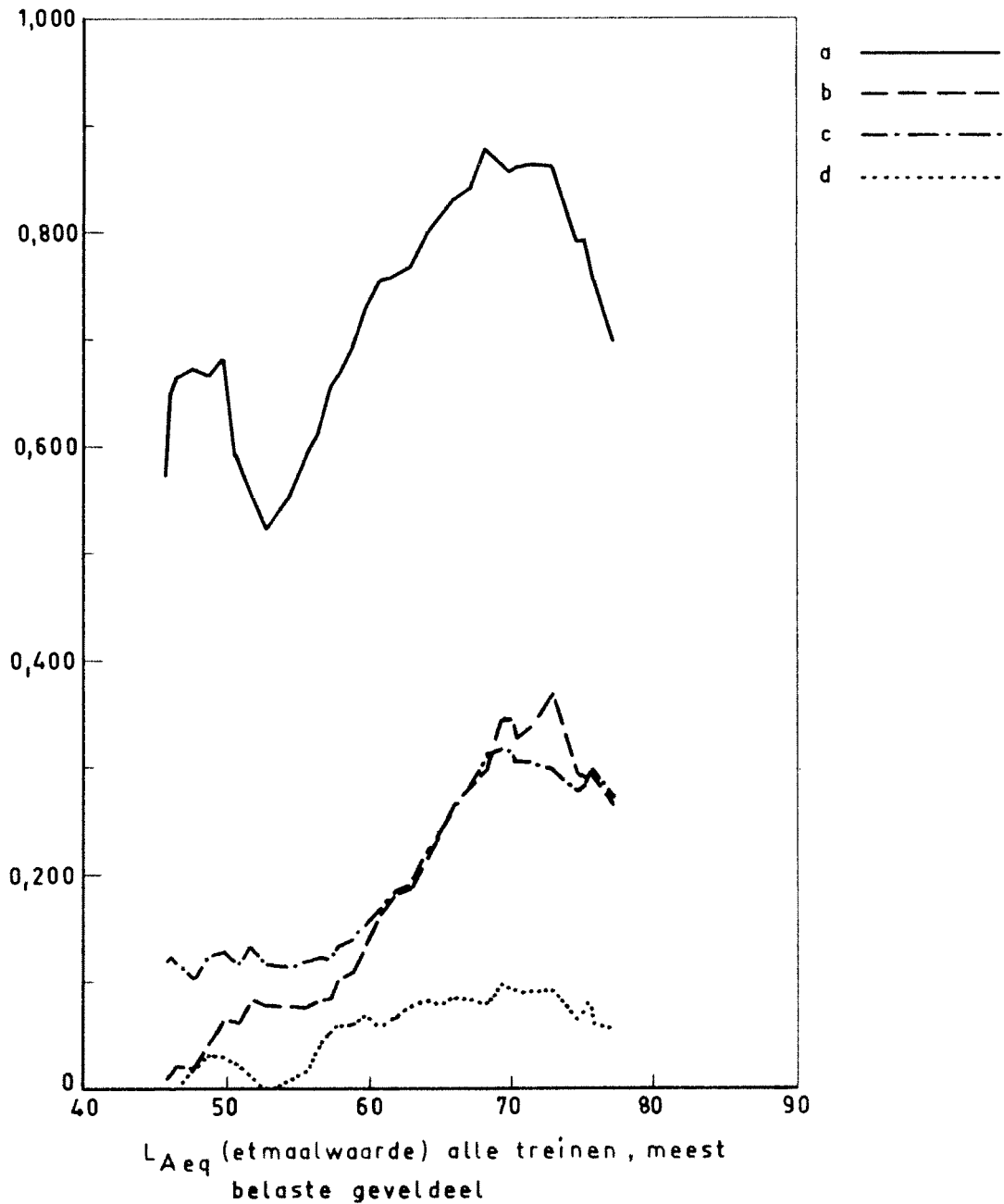
Figuur 7.20: LAeq(24h) in dB(A), gemeten in de woonkamer (raam gesloten), en de waarneming van het treingeluid (perceptie-index)(a), algemene hinder (hinderindex)(b), storingen door treingeluid (storingsindex)(c) en maatregelen tegen treingeluid (maatregelenindex)(d).

gemiddelde score op de index



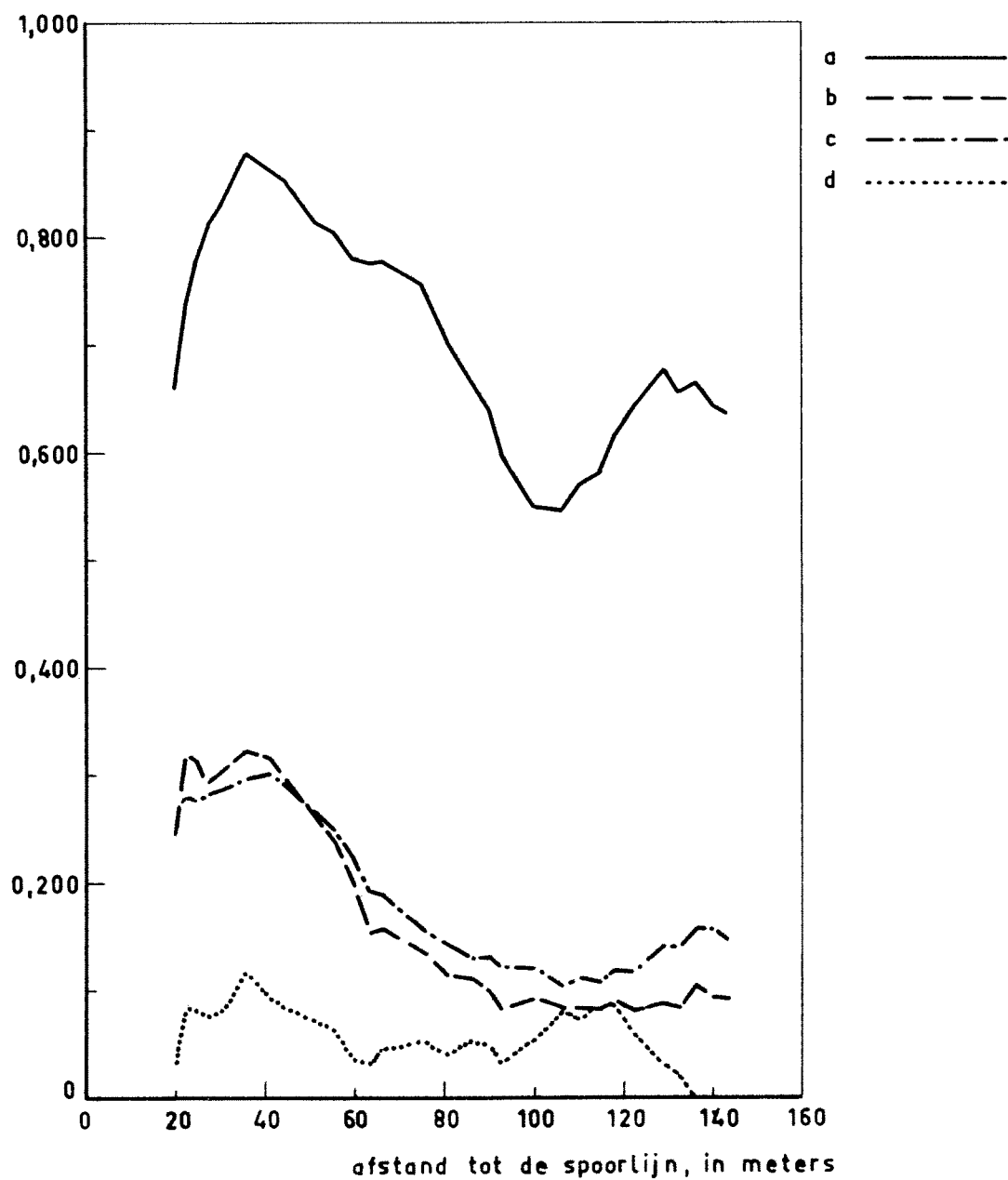
Figuur 7.21: $L_{Aeq}(24h)$ in dB(A), gemeten in de slaapkamer (raam open), en de waarneming van het treingeluid (perceptie-index)(a), algemene hinder (hinderindex)(b), storingen door treingeluid (storingsindex)(c) en maatregelen tegen treingeluid (maatregelenindex)(d).

gemiddelde score op de index



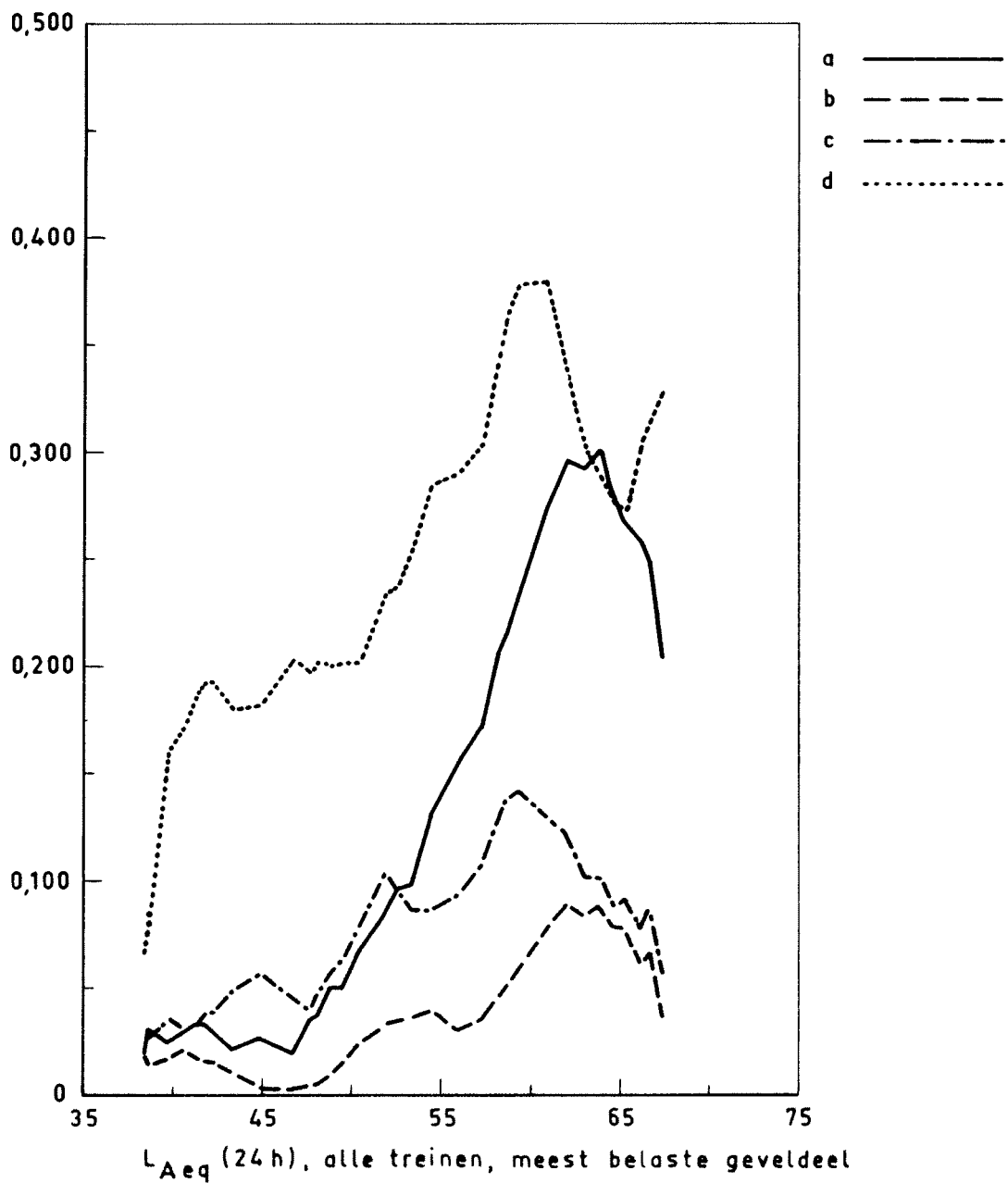
Figuur 7.22: LAeq(etmaalwaarde) in dB(A), gemeten bij het zwaarst belaste geveldeel, en de waarneming van het treingeluid (perceptie-index)(a), algemene hinder (hinderindex)(b), storingen door treingeluid (storingsindex)(c) en maatregelen tegen treingeluid (maatregelenindex)(d).

gemiddelde score op de index



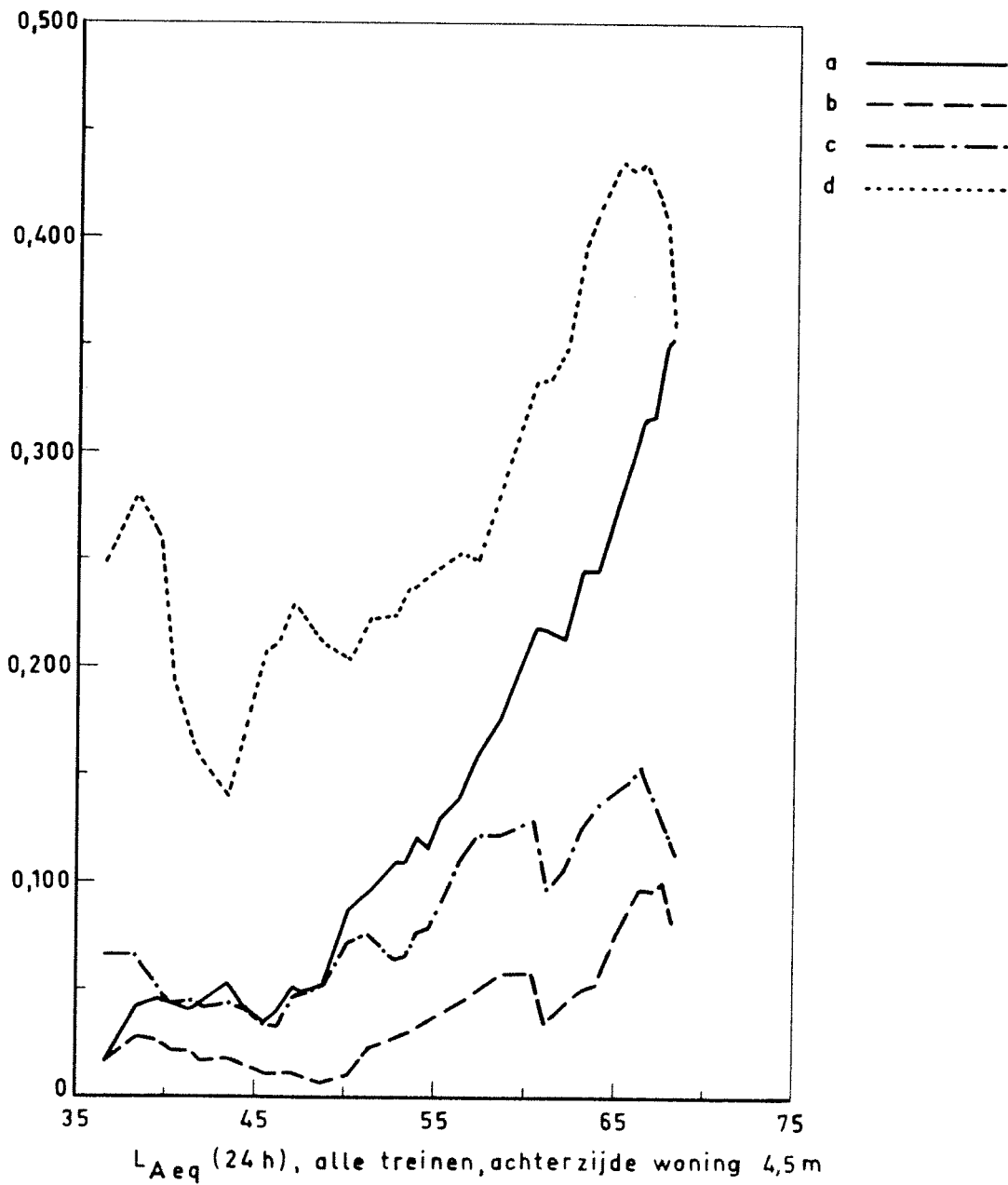
Figuur 7.23: Afstand van de woning tot de spoorlijn en de waarneming van het treingeluid (perceptie-index)(a), algemene hinder (hinderindex)(b), storingen door treingeluid (storingsindex)(c) en maatregelen tegen treingeluid (maatregelenindex)(d).

gemiddelde score op de index



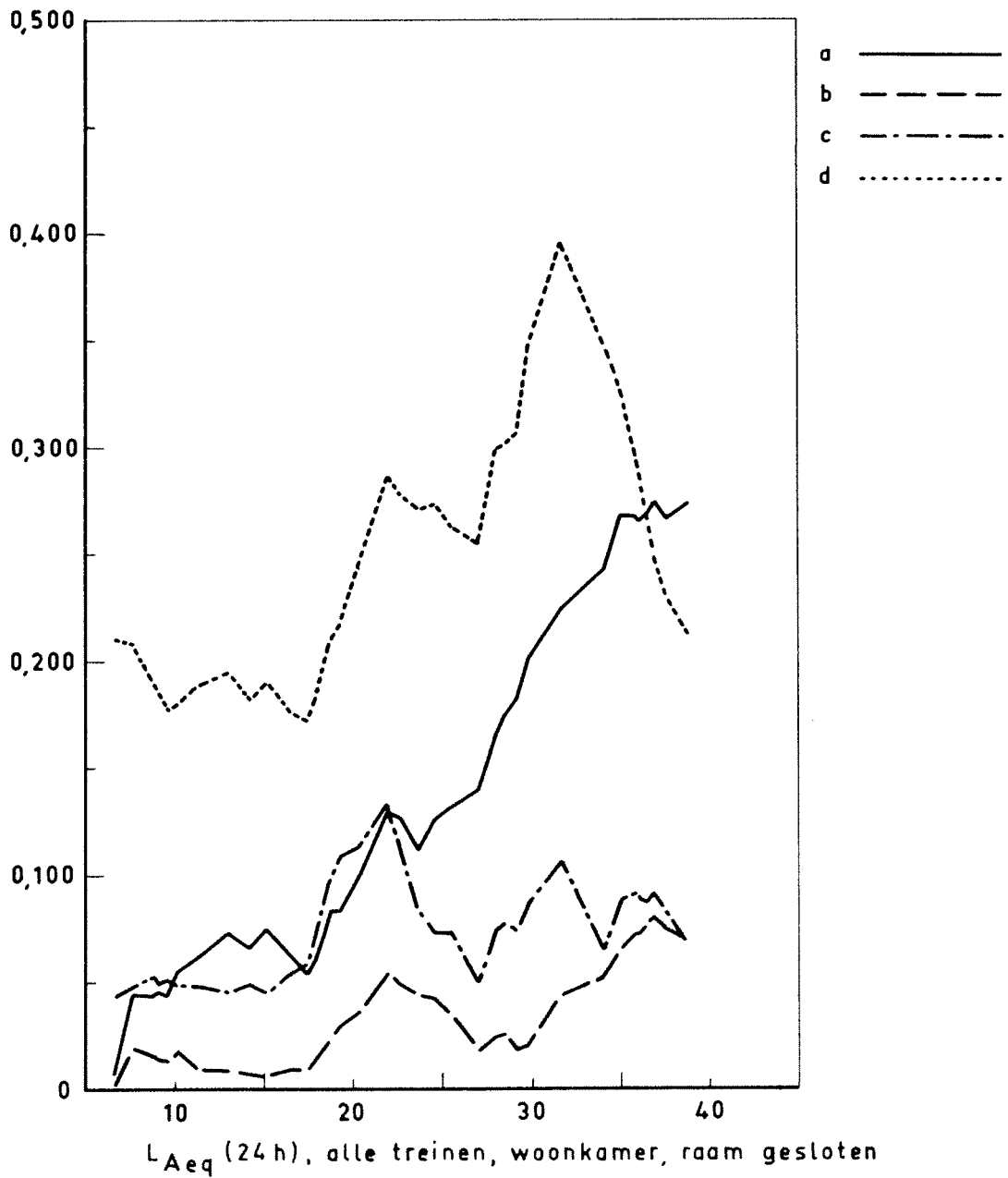
Figuur 7.24: $L_{Aeq}(24h)$ in dB(A), gemeten bij het meest belaste gedeelte, en communicatieverstoring (index)(a), concentratieverstoring (index)(b), rust- en slaapverstoring (index)(c) en trillingshinder (index)(d).

gemiddelde score op de index



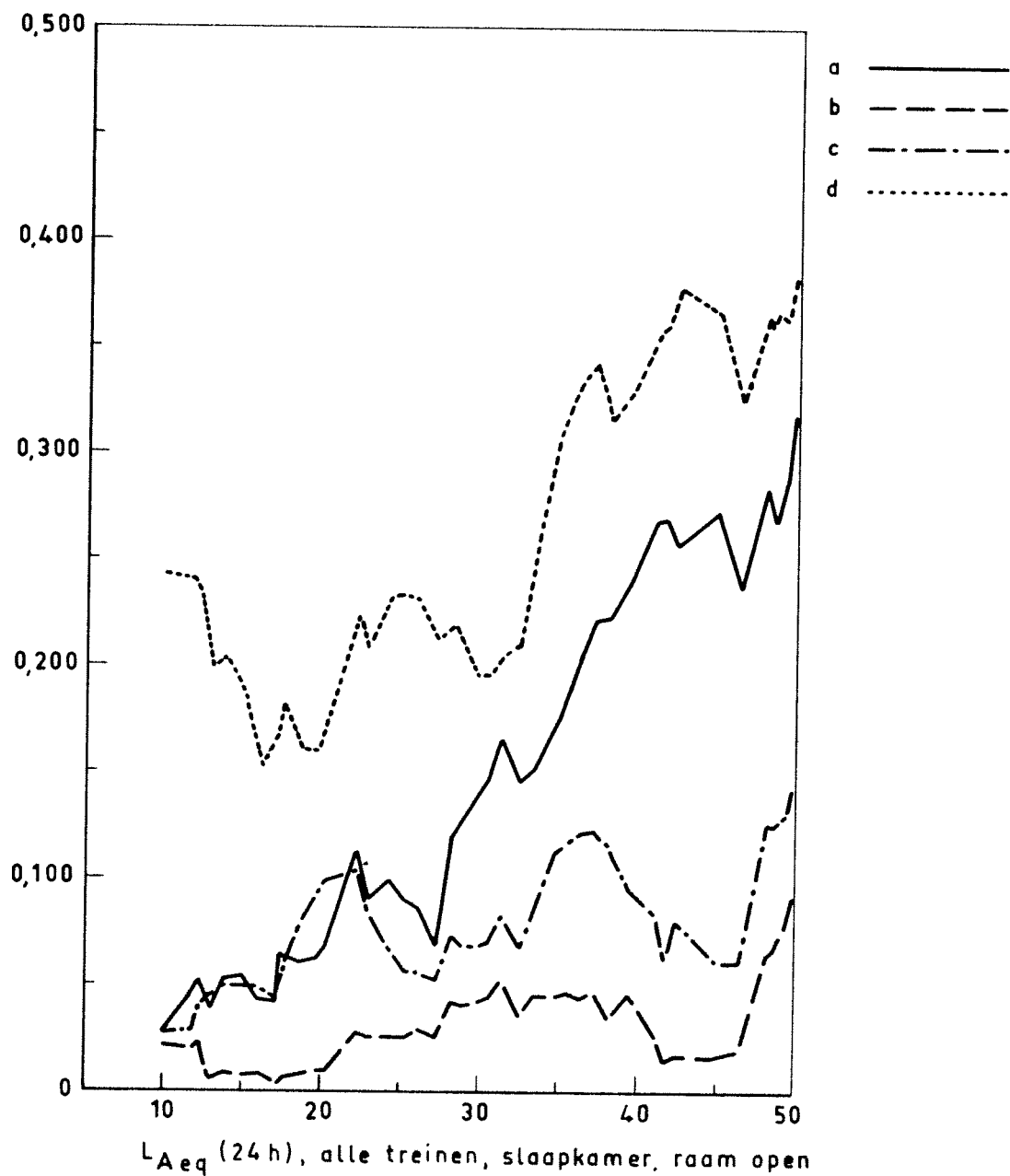
Figuur 7.25: $L_{Aeq}(24h)$ in dB(A), gemeten aan de achterzijde van de woning (4,5 m), en communicatieverstoring (index)(a), concentratieverstoring (index)(b), rust- en slaapverstoring (index)(c) en trillingshinder (index)(d).

gemiddelde score op de index



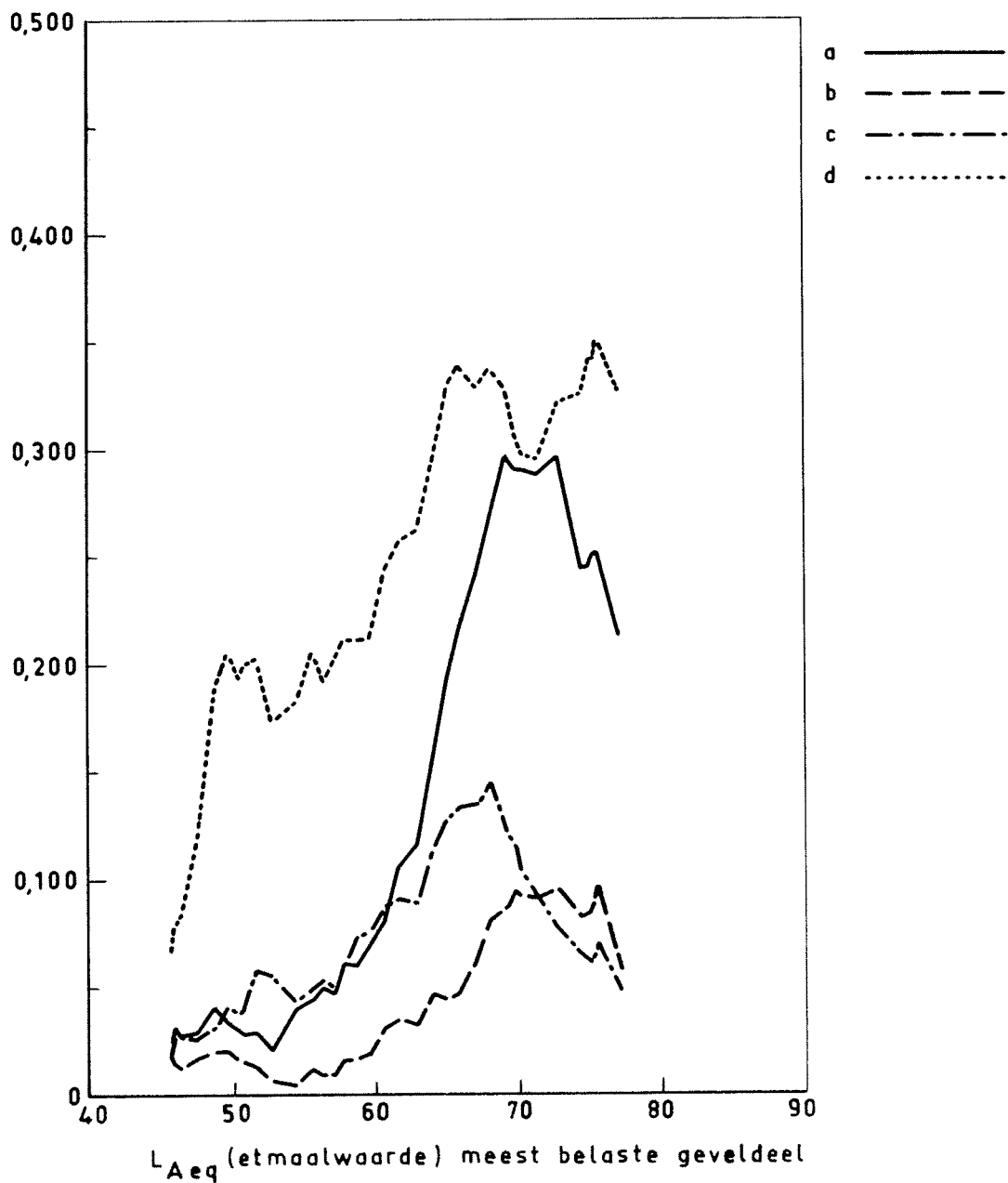
Figuur 7.26: $L_{Aeq}(24h)$ in dB(A), gemeten in de woonkamer (raam gesloten), en communicatieverstoring (index)(a), concentratieverstoring (index)(b), rust- en slaapverstoring (index)(c) en trillingshinder (index)(d).

gemiddelde score op de index



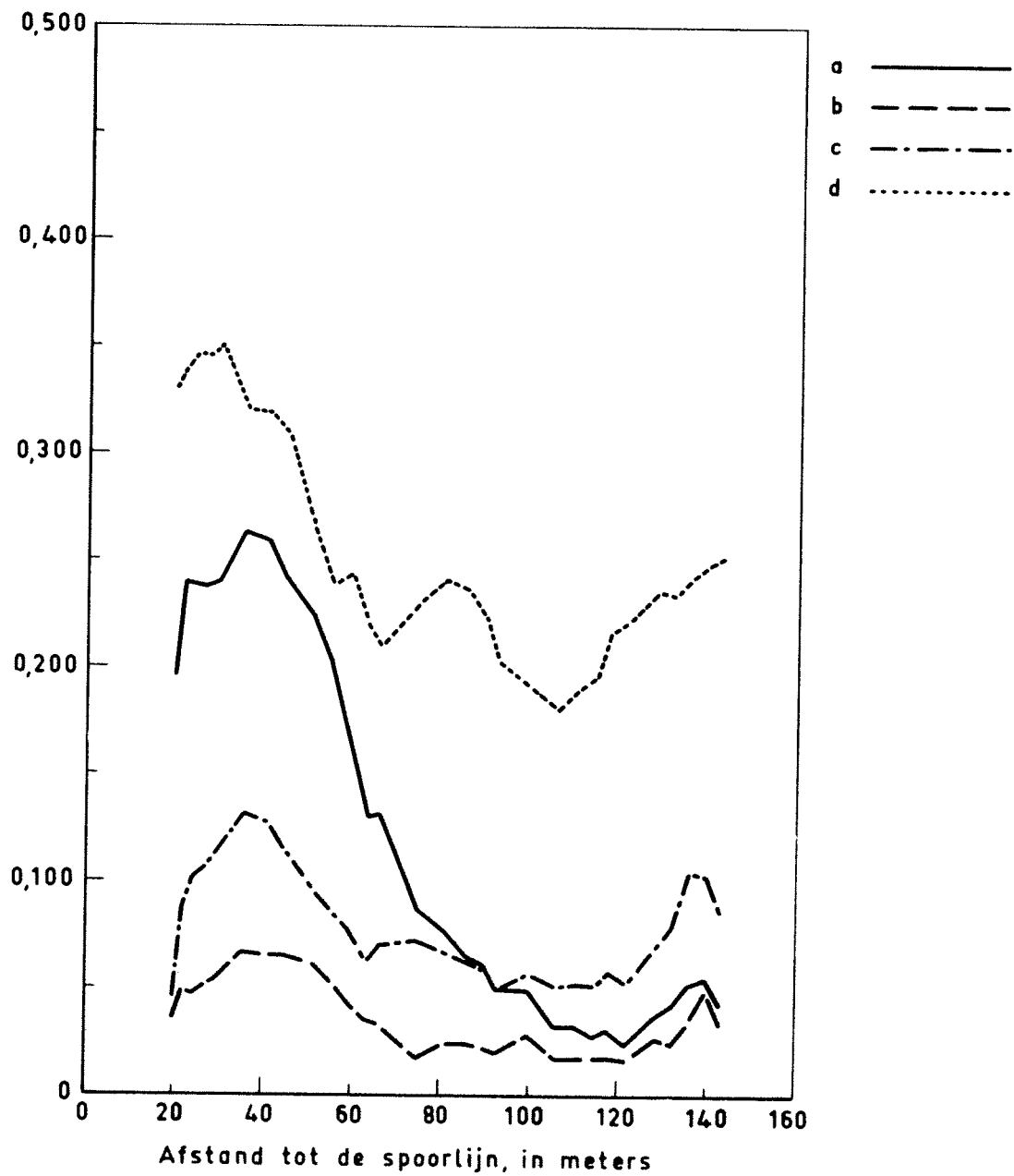
Figuur 7.27: LAeq (24h), gemeten in de slaapkamer (raam open), en communicatieverstoring (index)(a), concentratieverstoring (index)(b), rust- en slaapverstoring (index)(c) en trillingshinder (index)(d).

gemiddelde score op de index



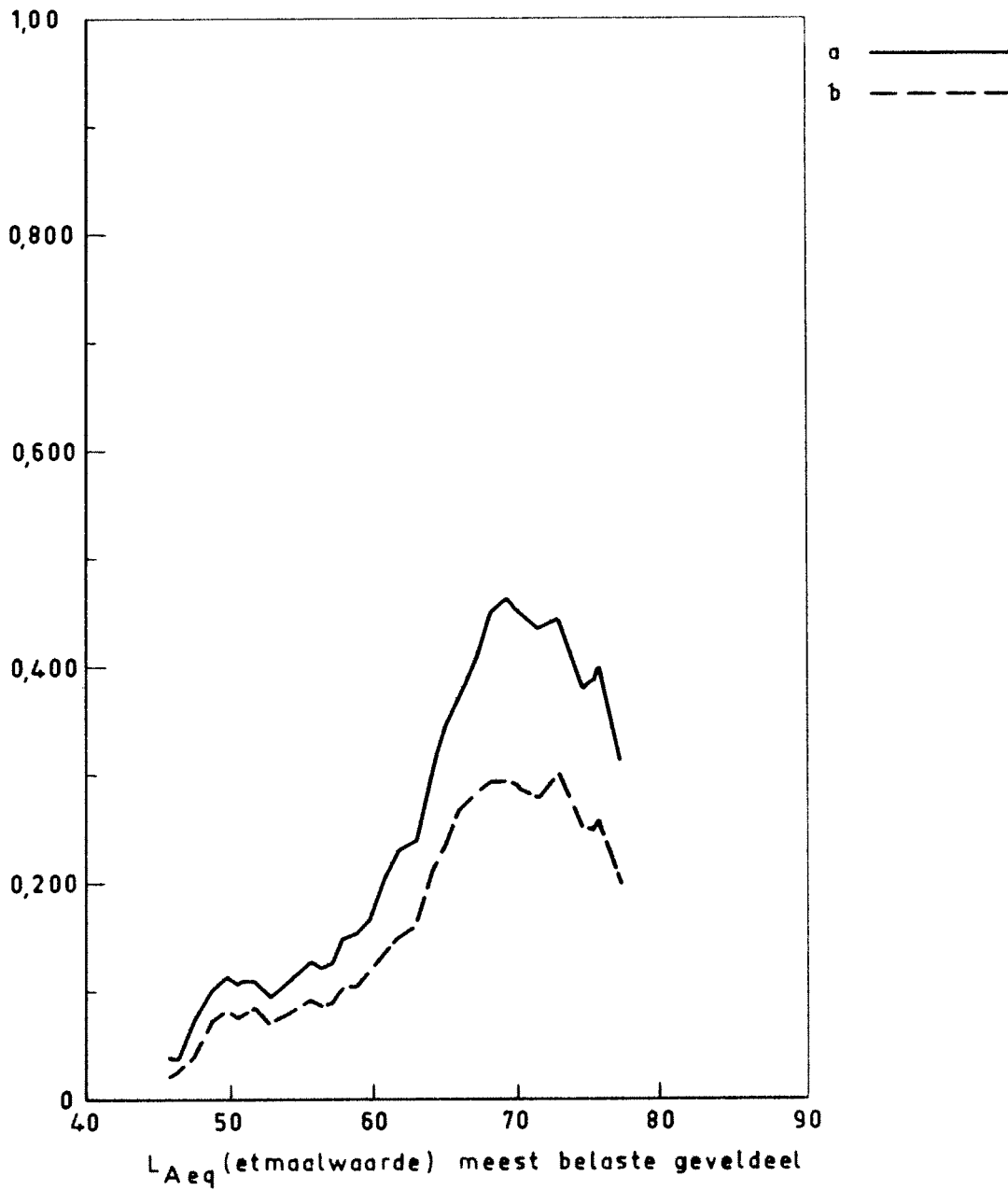
Figuur 7.28: LAeq(etmaalwaarde) in dB(A), gemeten bij het zwaarst belaste geveldeel, en communicatieverstoring (index)(a), concentratieverstoring (index)(b), rust- en slaapverstoring (index)(c) en trillingshinder (index)(d).

gemiddelde score op de index



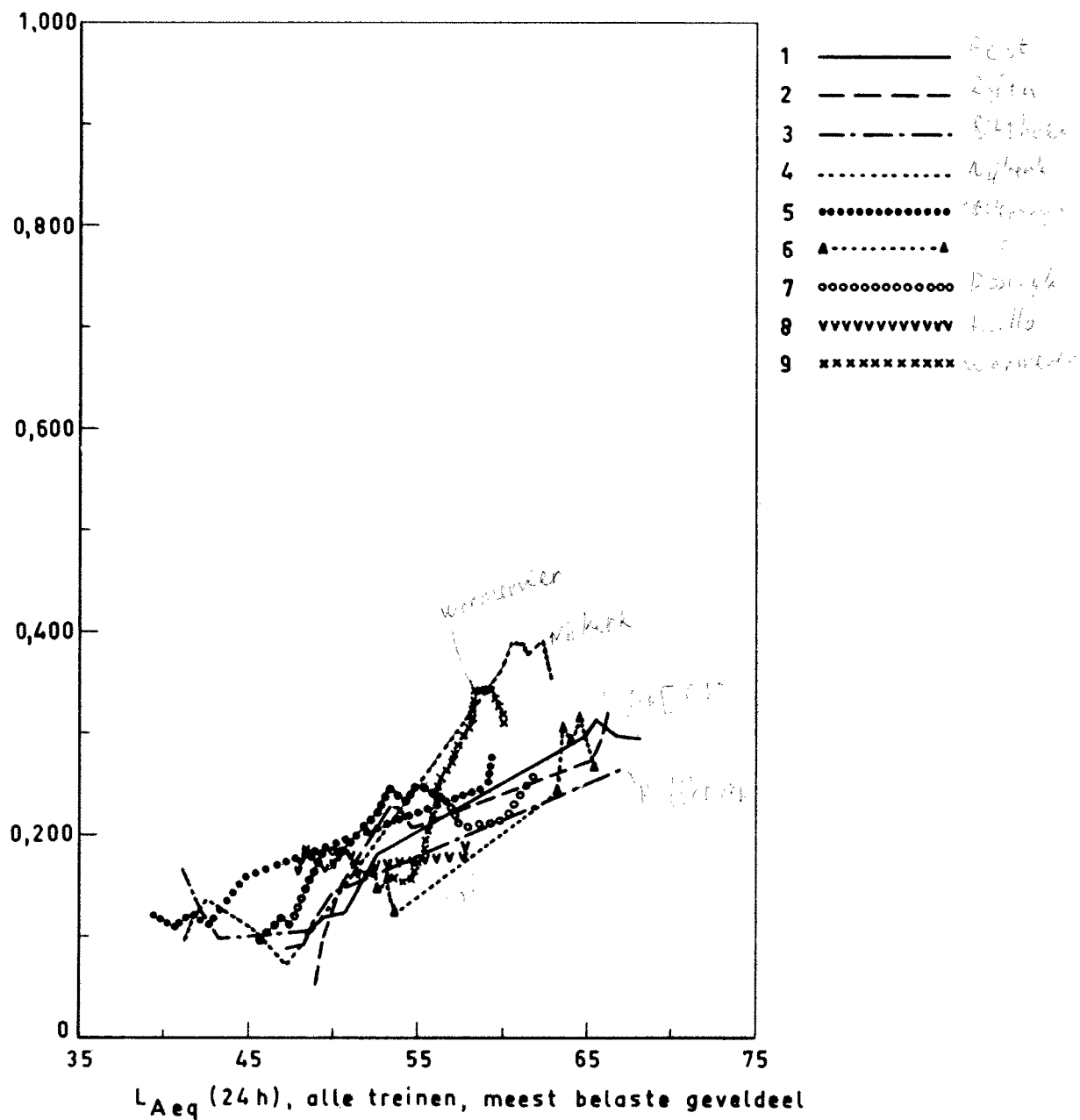
Figuur 7.29: Afstand van de woning tot de spoorlijn en communicatiever storing (index)(a), concentratiever storing (index)(b), rust- en slaapver storing (index)(c) en trillingshinder (index)(d).

gemiddelde score op de index

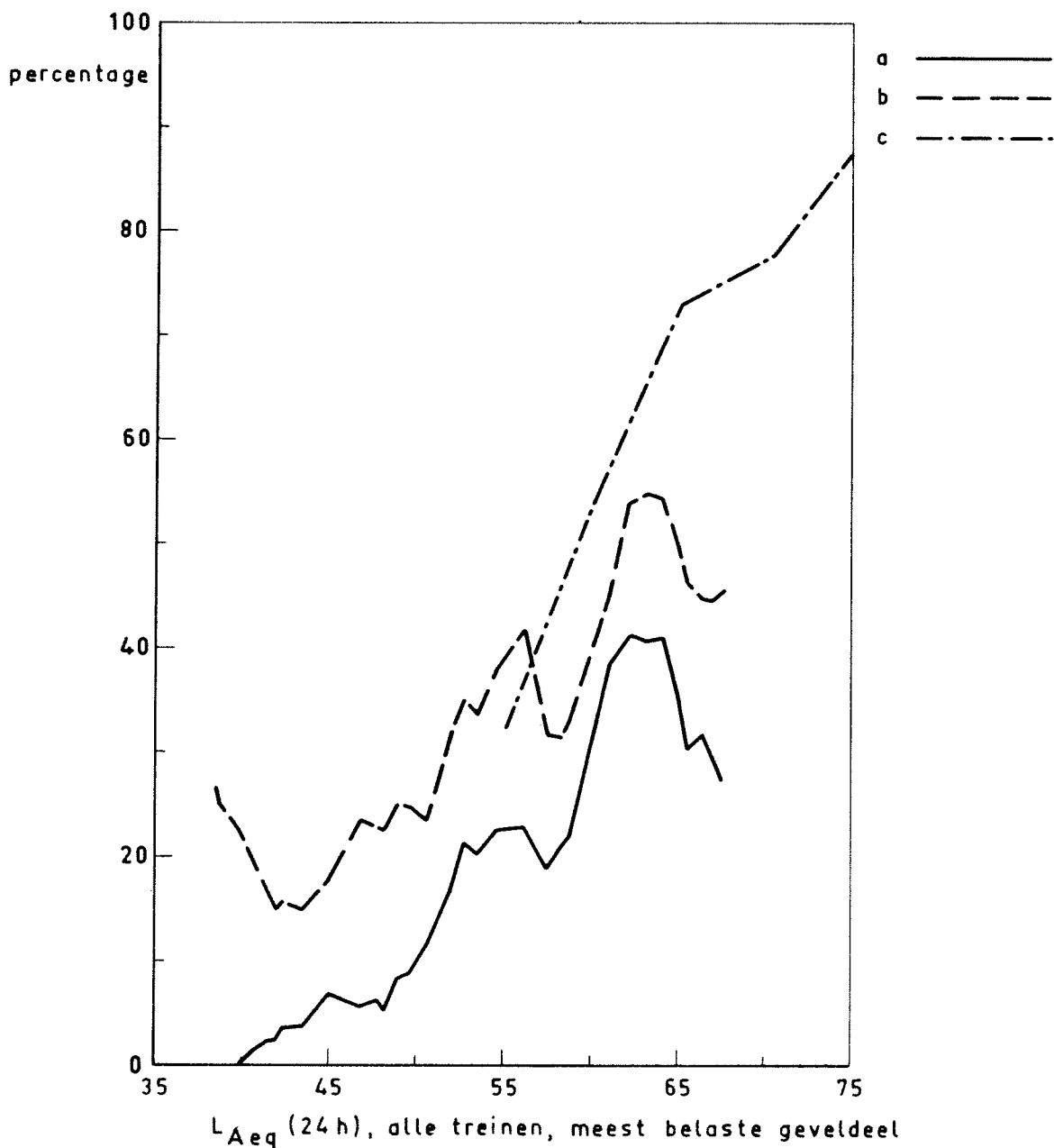


Figuur 7.30: LAeq(etmaalwaarde) in dB(A), gemeten bij het zwaarst belaste geveldeel, en storingen door treingeluid: de Bitter-index met gesloten ramen(b) en met een raam in ventilatiepositie(a).

gemiddelde score op de index



Figuur 7.31: LAeq(24h) in dB(A), gemeten bij het meest belaste gedeelte, en storingsindex door treingeluid (storingsindex) in de negen verschillende locaties (1= Best, 2= Rijen, 3= Bilthoven, 4= Nijkerk, 5= Oisterwijk, 6= Olst, 7= Rijswijk, 8= Twello, 9= Wormerveer.)



Figuur 7.32: $L_{Aeq}(24h)$ in dB(A), gemeten bij het meest belaste gedeelte en hinder van treingeluid (vraag 35c) en wegverkeersgeluid (c). Het percentage dat de geluiden (net /erg) hinderlijk vindt(a). In het eerste geval was er een sterkteschaal met zeven punten (helemaal niet hinderlijk, niet hinderlijk, net niet hinderlijk, neutraal, net hinderlijk, hinderlijk, erg hinderlijk), in het tweede geval een sterkteschaal met zes punten (zonder het neutrale punt). Daarom is voor treingeluid ook het percentage aangegeven dat geluid (net / erg) hinderlijk vindt, aangevuld met het percentage dat er neutraal tegenover staat(b).

8. HINDERVOORSPELLING OP BASIS VAN BEREKENINGEN

8.1. INLEIDING

In de praktijk is het vaak moeilijk geluidmetingen te verrichten, als het gaat om plannen is het zelfs onmogelijk. Daarom is het belangrijk te weten hoe goed men hinder kan voorspellen met berekende waarden.

In dit onderzoek zijn behalve geluidgegevens ook niet-akoestische gegevens verzameld, zodat door berekeningen bepaalde waarden geconfronteerd kunnen worden met door metingen bepaalde gegevens. Een uitwerking van de gegevens in deze richting is niet direct af te leiden uit de doelstellingen van het onderzoek (paragraaf 1.3), maar ligt voor de hand in verband met twee opvallende gegevens:

1. De hinder is goed te voorspellen uit geluidindicatoren als het LAeq, maar ook wanneer men alleen de afstand tot de spoorlijn kent is al een redelijke voorspelling van hinder mogelijk (paragraaf 6.2).
2. Wanneer men behalve met de afstand ook met het aantal treinen rekening houdt, is een zeer goede voorspelling van hinder mogelijk, die niet onderdoet voor een voorspelling op basis van het equivalente geluidniveau.

Het laatstgenoemde gegeven is gebaseerd op een lineaire regressieanalyse. In dit hoofdstuk zal onderzocht worden of de voorspelling op basis van berekeningen verder verbeterd kan worden wanneer wat meer rekening wordt gehouden met de eigenschappen van geluid. Daarbij gaan we uit van een zeer eenvoudige berekeningsmethode.

8.2. BEREKENINGSMETHODE

De "Circulaire Spoorweglawaai" (Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne, 1979) geeft niet alleen voorlopige grenswaarden, maar ook een eenvoudige berekeningsmethode voor het LAeq ten gevolge van treinverkeer.

In dit hoofdstuk wordt nagegaan:

1. wat het verband is tussen de op deze wijze berekende LAeq's en de LAeq's die door metingen zijn verkregen;
2. in hoeverre het mogelijk is op basis van berekende LAeq's de hinder te voorspellen (een vraag die vooral van belang is in verband met de beoordeling van nieuwe situaties).

Berekeningsmethode

In de "Circulaire Spoorweglawaai" wordt het LAeq ten gevolge van verkeer met reizigerstreinen (in dB(A)) berekend met behulp van (8.1), voor goederentreinen met behulp van (8.2).

$$LAeq[reiz.tr.] = LAeq[draaist.] + 10 \log N + 14 \log v - 29 \quad (8.1)$$

$$LAeq[goed.tr.] = LAeq[as] + 10 \log N \quad (8.2)$$

Voor berekening (8.1) geldt:

$LAeq[draaist.]$ = $LAeq$ voor reizigerstreinen over een periode van een uur bij één passerend draaistel
 N = gemiddeld aantal passerende draaistellen per uur in de beschouwde periode
 v = gemiddelde snelheid in km/h van de treinen in de beschouwde periode

Voor berekening (8.2) geldt:

$LAeq[as]$ = $LAeq$ voor goederentreinen over een periode van een uur bij één passerende as per uur
 N = gemiddeld aantal passerende assen per uur in de beschouwde periode
(v) = voor goederentreinen is de snelheid op 75 km/h gesteld.

Toepassing van de berekeningsmethode

Met behulp van (8.1) en (8.2) kon in het huidige onderzoek de geluidbelasting ten gevolge van het treinverkeer berekend worden:

- $LAeq[draaist.]$ en $LAeq[as]$ zijn in de "Circulaire Spoorweglawaai" af te lezen uit grafieken waarin de belasting als functie van de afstand tot de spoorbaan wordt gegeven (*).
- Het aantal assen of draaistellen per uur is tijdens de metingen bepaald.
- Ook de gemiddelde snelheden zijn in sommige locaties bepaald. Voor goederentreinen varieerden de gemiddelden tussen 52 en 89 km/h. Bij de berekening is de snelheid voor reizigerstreinen op 100 km/h gesteld, voor goederentreinen op 75 km/h.

(*) Beide waarden zijn niet met een eenvoudige formule te berekenen: een verdubbeling van de afstand in de buurt van de spoorlijn heeft een ander effect dan een verdubbeling van de afstand uitgaande van een verder verwijderd punt. In de buurt van de spoorlijn gedragen de treinen zich ongeveer als een lijnbron en geeft een verdubbeling van de afstand 3 dB(A) verschil; naarmate men verder van de spoorlijn verwijderd raakt, gaat de trein zich steeds meer als een puntbron gedragen en geeft een verdubbeling van de afstand grotere verschillen (tot 6 dB(A)).

8.3. HET VERBAND TUSSEN BEREKENDE EN GEMETEN LAeq's

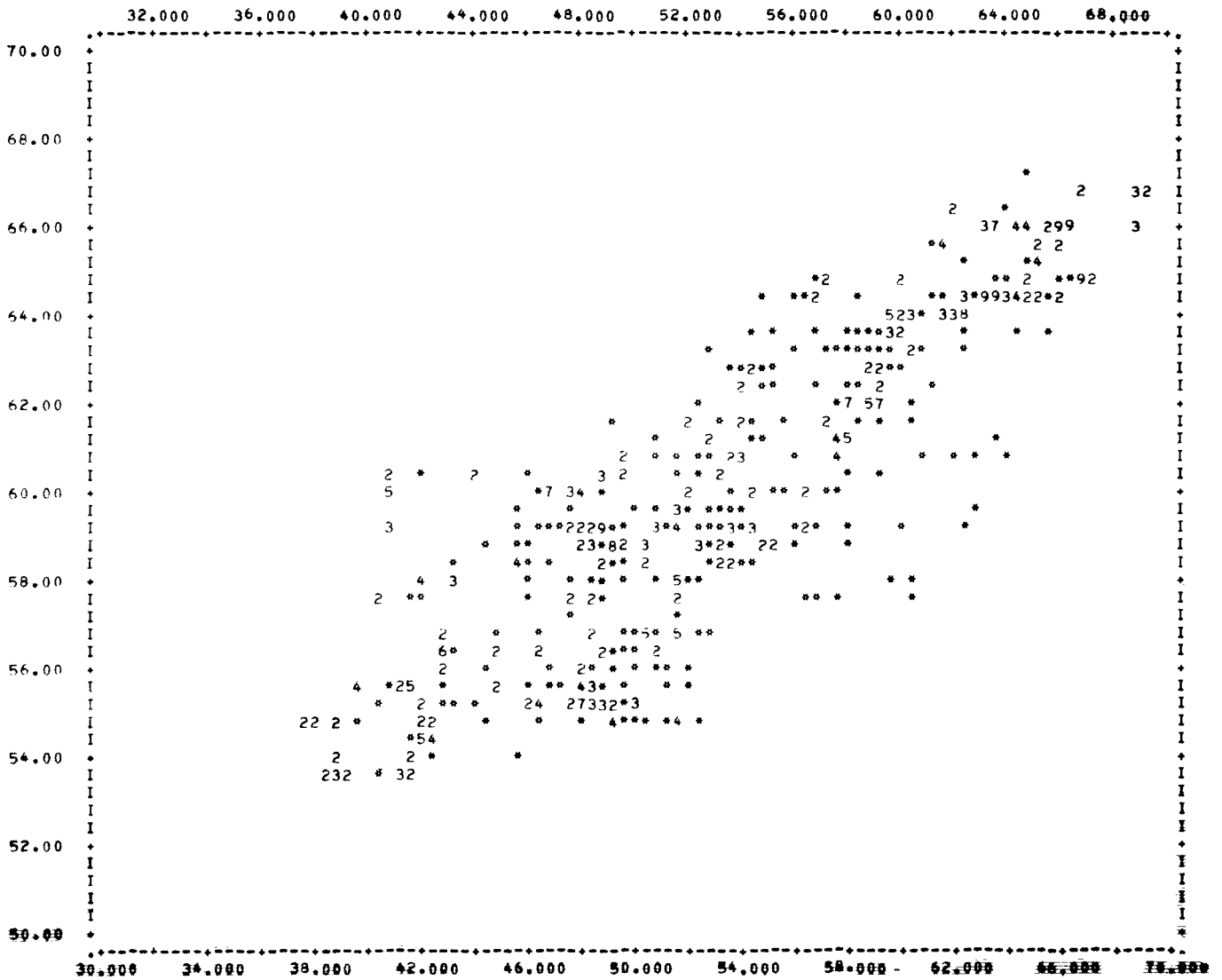
In de figuren 8.1 t/m 8.3 zijn - voor het volledige treinverkeer en voor goederentreinen en reizigerstreinen afzonderlijk - berekende LAeq's uitgezet tegen gemeten LAeq's (LAeq(24h) voor het maximaal belaste geveldeel).

Tussen de berekende en de gemeten waarden bestaat een tamelijk sterk verband: de correlatiecoëfficiënten zijn 0,88 (voor het volledige treinverkeer), 0,82 (voor goederenverkeer) en 0,88 (voor reizigerstreinen).

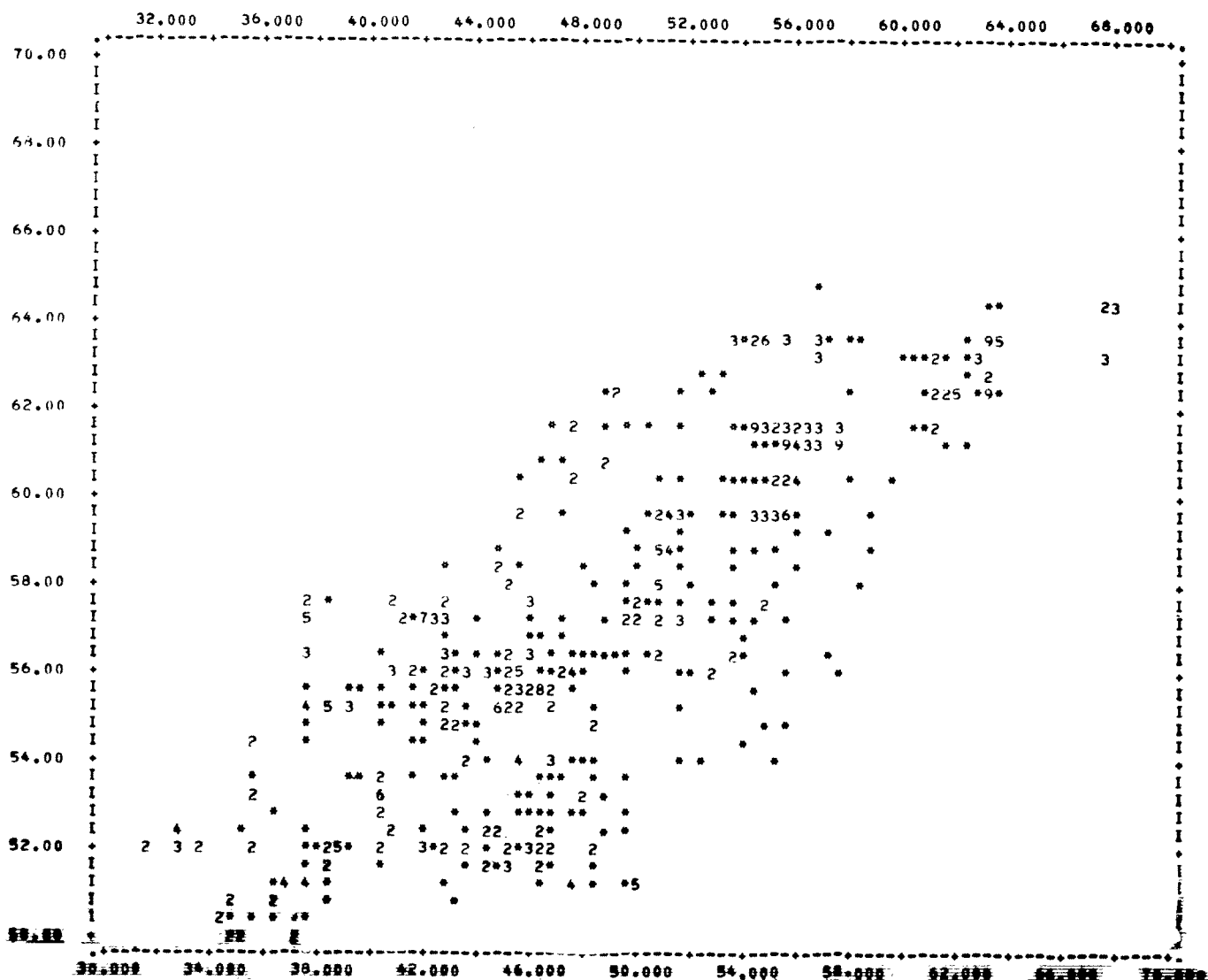
In verband met het stellen van grenswaarden is echter belangrijk te weten dat de absolute waarden van de berekende LAeq's duidelijk afwijken van de gemeten LAeq's. Dit heeft natuurlijk te maken met het feit dat in de berekening geen rekening is gehouden met afschermingen.

De regressievergelijking luidt (voor alle treinen) als volgt:

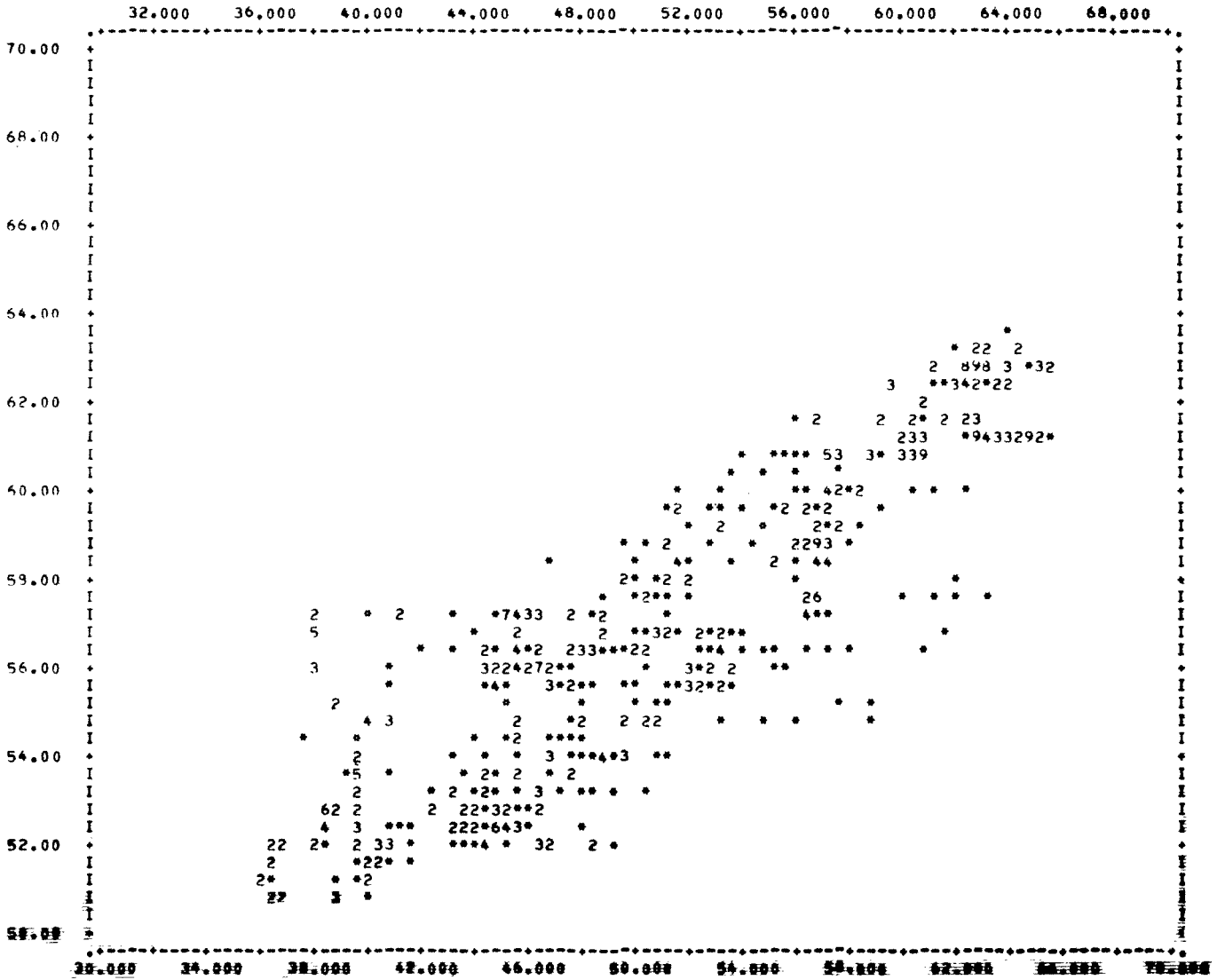
$$\text{LAeq}[\text{berekend}] = 0,40 * \text{LAeq}[\text{gemeten}] + 38,8 \text{ [dB(A)]} \quad (8.3)$$



Figuur 8.1: Verband tussen het berekende LAeq (y-as) en het op meetplaats 10 gemeten LAeq (x-as); alle treintypen. Het cijfer geeft het aantal gevallen aan, waarbij * staat voor 1 en 9 voor 9 of meer.



Figuur 8.2: Verband tussen het berekende LAeq (y-as) en het op meetplaats 10 gemeten LAeq (x-as); goederentreinen. Het cijfer geeft het aantal gevallen aan, waarbij * staat voor 1 en 9 voor 9 of meer.



Figuur 8.3: Verband tussen het berekende LAeq (y-as) en het op meetplaats 10 gemeten LAeq (x-as); reizigerstreinen. Het cijfer geeft het aantal gevallen aan, waarbij * staat voor 1 en 9 voor 9 of meer.

8.4. HET VERBAND TUSSEN BEREKENDE LAeq's EN HINDER

Tabel 8.1 geeft de correlatiecoëfficiënten voor het verband tussen LAeq[gemeten] en LAeq[berekend] enerzijds en de in paragraaf 6.4 besproken responsvariabelen anderzijds.

Het verrassende resultaat is dat de (op een eenvoudige manier) berekende LAeq's een betere voorspelling van de hinder mogelijk maken dan het gemeten LAeq (het LAeq(24h) voor het volledige treinverkeer, bepaald bij het meest belaste geveldeel, de geluidindicator die - van de door meting bepaalde grootheden - het best functioneerde).

Zonder verdere analyse is niet duidelijk hoe het (kleine, maar betrekkelijk consistente) voordeel ten gunste van berekende LAeq-waarden verklaard kan worden:

1. Hoewel de berekeningen allerlei abstracties bevatten, zou men kunnen veronderstellen dat ze ze toch een beter resultaat geven dan de metingen, omdat bij de berekeningen meetfouten e.d. ontbreken (zie paragraaf 3.10). Hierbij moet bedacht worden dat in het onderhavige onderzoek bijzondere situaties, zoals de aanwezigheid van viaducten, wissels, bochten e.d. vermeden zijn. Gezien de nogal primitieve berekeningsmethode is het echter onwaarschijnlijk dat de berekende waarden beter de feitelijke situatie weergeven.
2. Ook wanneer de berekende waarden op zich minder juist zouden zijn dan de gemeten waarden, zouden ze beter kunnen correleren met de hinder dan de gemeten waarden. De factoren die de "fouten" in de berekeningen veroorzaken zouden ook bij de hinderbeleving een rol kunnen spelen.
Ter illustratie: een belangrijke fout die in de gebruikte bere-

Tabel 8.1: Correlaties LAeq (gemeten vs. berekend) en responsvariabelen

	gemeten	berekend
1. perceptie-index	0,32	0,32
2. hinderindex	0,41	0,44
3. storingsindex	0,46	0,49
4. maatregelenindex	0,10	0,14
5. Bitter-index (ramen geopend)	0,50	0,52
6. Bitter-index (ramen gesloten)	0,41	0,42
7. communicatieverstoring	0,57	0,60
8. concentratieverstoring	0,24	0,24
9. rust- en slaapverstoring	0,17	0,16
10. trillingen	0,28	0,30
11. niet-auditieve hinder	-0,20	-0,21
12. attitude ten opzichte van de spoorlijn	-0,22	-0,15
13. gesloten houden van ramen	0,42	0,46

keningsmethode wordt gemaakt is dat geen rekening wordt gehouden met afschermingen; stel nu dat mensen in "afgeschermd" woningen relatief gezien veel hinder hebben; dan zou men door in die gevallen de geluidbelasting te overschatten de correlatie kunnen verbeteren (vgl. figuur 9.1).

Wij willen nog twee opmerkingen maken over de vergelijking van berekende waarden en door metingen bepaalde waarden:

- Hoewel de door metingen bepaalde grootheden de hinder minder goed voorspellen dan de door berekening bepaalde waarden, betekent dat niet dat de metingen geen (extra) informatie geven. Met behulp van multivariate technieken (vergelijk paragraaf 6.5) zou men kunnen nagaan wat de meetresultaten toevoegen aan de hinder voorspelling wanneer men de geluidbelasting al berekend heeft (of andersom: wat berekeningen toevoegen aan metingen).
- Wij hebben steeds "berekende" LAeq-waarden vergeleken met "gemeten" LAeq-waarden, maar ook de laatste waarden bevatten veel berekening. Zoals in hoofdstuk 3 is beschreven zijn veel waarden verkregen door interpolatie. Het enige verschil is dat wij daarbij niet zijn uitgegaan van gegevens als afstand en aantal draaistellen, maar van meetgegevens.

Daarom is onderzocht of de hindervoorspelling beter is wanneer men daadwerkelijk gemeten heeft, om zo een indruk te krijgen van de onbetrouwbaarheid ten gevolge van interpolaties (zie paragraaf 3.10 punt 4).

Er was geen aanwijzing dat de verbanden tussen dosis- en responsvariabelen zwakker waren voor meetplaatsen waar de resultaten door interpolatie zijn verkregen.

8.5. CONCLUSIE

Equivalenten geluidniveaus voor spoorweggeluid berekend volgens de methode beschreven in de "Circulaire Spoorweglawaai" wijken sterk af van de werkelijk gevonden waarden. Desalniettemin is de te verwachten hinder ten gevolge van spoorweglawaai in "normale" omstandigheden (dus niet bij bruggen, viaducten etc.) goed te bepalen aan de hand van deze eenvoudige berekeningsmethode. Desalniettemin blijkt de hinder ten gevolge van spoorweglawaai in dit onderzoek (dus bij "normale" omstandigheden, niet bij viaducten, bruggen etcetera) goed te voorspellen met behulp van deze eenvoudige berekeningsmethode.

9. INTERVENIERENDE VARIABELEN

9.1. INLEIDING

In hoofdstuk 7 is de relatie tussen dosis en effect beschreven door aan te geven welk percentage van de mensen gehinderd was (of wat de gemiddelde hinder was) bij verschillende geluidsdoses. Op basis van deze gegevens is het niet mogelijk betrouwbare voorspellingen te doen met betrekking tot individuen. In gebieden met een zware geluidbelasting zijn er altijd mensen die geen enkele hinder onder vinden van het geluid, in stille gebieden zijn er nog altijd mensen die zich door geluiden in de omgeving gehinderd voelen. In dit hoofdstuk wordt onderzocht welke factoren deze verschillen tussen individuen kunnen verklaren. Die factoren worden "interve niërende variabelen" genoemd.

9.2. ONDERZOCHE INTERVENIERENDE VARIABELEN

In dit onderzoek is de invloed van twintig factoren bekeken, die als volgt waren geoperationaliseerd:

1. LEEFTIJD
elf leeftijdklassen
(vraag 79)
2. GESLACHT
(ingevuld bij vraag 107)
3. OPLEIDINGSNIVEAU
het opleidingsniveau van de respondent
(vraag 103)
4. SOCIALE KLASSE
vijf niveaus: A, B1, B2, C, D
(ingevuld bij vraag 109)
5. WOONDUUR
het aantal jaren dat men in de huidige woning woont: 1, 2, 3, 4, 5 en 6 of meer
(vraag 8)
6. BEZETTINGSGRAAD WONING
het aantal mensen in de woning ten opzichte van de ruimte in huis: bezettingsgraad = (aantal personen + 1)/ aantal kamers
(vraag 80 + 11)
7. EIGENDOM HUIS
de vraag of de bewoners het huis in eigendom hebben
(vraag 10)
8. WONINGKWALITEIT
de tevredenheid van de bewoner over verschillende aspecten van de woning
(formulier B: item 1 t/m 8)

9. SOCIALE OMGEVING
de mate waarin men tevreden is over de woonomgeving wat betreft sociale contacten e.d.
(formulier A: item 1, 4, 8, 15)
10. WOONOMGEVING
de mate waarin men tevreden is over de woonomgeving wat betreft groenvoorziening, luchtzuiverheid e.d.
(formulier A: item 2, 5, 9, 13, 16)
11. VOORZIENINGENPEIL
de mate waarin men tevreden is over de woonomgeving wat betreft de aanwezigheid van voorzieningen e.d.
(formulier A: item 3, 7, 10, 11, 14, 17, 18, 19)
12. ZICHT OP DE SPOORLIJN
de mogelijkheid om vanuit de woonkamer de spoorlijn te zien
(vraag 29)
13. HOUDING TEGENOVER SPOORLIJN
het oordeel over de spoorlijn als element in de woonomgeving
(zie paragraaf 6.3)
(formulier C: item 3, 7)
14. VOORDELEN SPOORLIJN
het al dan niet noemen van voordelen van het wonen aan een spoorlijn, zoals het hebben van treinverbindingen of een vrij uitzicht, als antwoord op een open vraag
(vraag 25)
15. TREINGEBRUIK
het al dan niet regelmatig gebruik maken van de trein
(vraag 31)
16. HOUDING TEGENOVER TREINREIZEN
de mate waarin men positief oordeelt over het reizen per trein
(zie ook paragraaf 6.3)
(formulier C: item 5, 6, 8, 9, 10, 11)
17. OPVATTINGEN OVER LAWAAI
de mate waarin men lawaai in het algemeen ziet als een ongunstig of bedreigend element in de omgeving
(formulier D: item 1 tm 8)
18. GELUIDGEVOELIGHEID
de mate waarin men zichzelf gevoelig voor geluiden acht, aangegeven op een sterkteschaal met 7 punten
(vraag 73)
19. GELUIDHINDER ANDERE BRONNEN
de mate waarin men gehinderd wordt door andere geluidbronnen dan het treinverkeer
(vraag 35: item 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9)
20. ACHTERGRONDGELUIDNIVEAU
het achtergrondgeluidniveau zoals dat per locatie gemeten is
(zie paragraaf 3.8)

Deze factoren zijn als volgt in te delen in de vier in paragraaf 2.3 genoemde groepen interveniërende variabelen: persoonsgegevens (1-4), woonsituatie (5-11), relatie tot het treinverkeer (13-16), variabelen die met geluid te maken hebben (17-20).

In de analyse is natuurlijk ook rekening gehouden met de geluidbelasting: het LAeq(24h) gemeten bij het meest belaste geveldeel.

9.3. ANALYSE

Bij de analyse van de interveniërende variabelen is gebruik gemaakt van een multiële regressieanalyse om de effecten van afzonderlijke interveniërende variabelen te beschrijven. De mate waarin de onderzochte predictoren bijdragen tot de voorspelling van hinder blijkt uit bètagewichten (*).

De multiële regressieanalyse is uitgevoerd in twee stappen. Dit heeft te maken met het feit dat de interveniërende variabelen te verdelen zijn in twee groepen. Van de variabelen van de eerste groep (geluidbelasting, leeftijd, geslacht, opleidingsniveau, sociale klasse, woonduur, bezettingsgraad woning, eigendom huis, zicht op de spoorlijn, en achtergrondgeluidniveau) kan aangenomen worden dat zij niet beïnvloed kunnen zijn door de variabelen uit de tweede groep (de overige variabelen), de variabelen uit de tweede groep kunnen wel afhankelijk zijn van de variabelen uit de eerste groep. Bijvoorbeeld: de leeftijd van de respondent kan niet beïnvloed worden door zijn of haar houding tegenover de spoorlijn, die houding kan wel afhankelijk zijn van de leeftijd. Bij de beoordeling van de invloed van de variabelen uit de eerste groep hoeft dan ook geen rekening gehouden te worden met de variabelen uit de tweede groep.

9.4. RESULTATEN

In tabel 9.1 t/m 9.3 zijn de bètagewichten gegeven voor die interveniërende variabelen die een significante bijdrage leveren tot de voorspelling van hinder (**).

In tabel 9.1 zijn algemene indicatoren voor verstoringen onderzocht:

- A. storingsindex
- B. Bitter-index (raam open)
- C. Bitter-index (ramen gesloten)

(*). Bètagewichten zijn partiële gestandaardiseerde richtingscoëfficiënten: de bètawaarde voor een interveniërende variabele geeft het verwachte verschil in hinder (in standaarddeviaties) tussen groepen die één standaarddeviatie verschillen in de interveniërende variabele, maar gelijk zijn wat betreft de overige interveniërende variabelen (zie Blalock, 1972).

(**) In veel gevallen ligt het min of meer voor de hand wat een positief en wat een negatief bètagewicht inhoudt (bijvoorbeeld een positief teken bij "leeftijd" betekent dat de hinder toeneemt met de leeftijd). Bij variabele 2 betekent een positieve bèta dat mannen meer hinder hebben, bij de variabelen 7 t/m 11, 13, 16 en 17 dat een negatieve houding of een negatieve evaluatie gepaard gaat met geluidhinder.

 Tabel 9.1: Multipele regressieanalyse met betrekking tot:

- A. storingsindex
- B. Bitter-index (raam open)
- C. Bitter-index (raam dicht)

Significante bètagewichten ($p < 0,05$); een tendens in een bepaalde richting ($0,05 < p < 0,10$) wordt aangegeven met het teken van het bètagewicht.

	A	B	C

0. geluidbelasting (LAeq)	+0,41	+0,43	+0,33
1. leeftijd	+		+
2. geslacht			-
3. opleidingsniveau			
4. sociale klasse		+	+
5. woonduur	-0,09		-
6. bezettingsgraad woning			
7. eigendom huis			
8. woningkwaliteit	+0,21	+0,12	+0,11
9. sociale omgeving			
10. woonomgeving	-0,07		-0,11
11. voorzieningenpeil			
12. zicht op de spoorlijn	+0,10	+0,12	+0,14
13. houding t.o.v. spoorlijn	+0,17	+0,22	+0,26
14. voordelen spoorlijn	-0,07		
15. treingebruik			
16. houding t.o.v. treinreizen		-0,07	
17. opvattingen over lawaai	+0,08	+0,08	+
18. geluidgevoeligheid	+0,16	+0,15	+0,17
19. geluidhinder andere bronnen	+0,11	+0,12	+0,09
20. achtergrondgeluidniveau	+0,08		

Tabel 9.2: Multipele regressieanalyse met betrekking tot:

- A. communicatievertoring
- B. concentratieverstoring
- C. slaap- en rustverstoring
- D. trillingen
- E. niet-auditieve hinder

Significante bètagewichten ($p < 0,05$); een tendens in een bepaalde richting ($0,05 < p < 0,10$) wordt aangegeven met het teken van het bètagewicht.

	A	B	C	D	E
0. geluidbelasting (LAeq)	+0,53	+0,23	+0,12	+0,20	-0,21
1. leeftijd				+0,11	
2. geslacht		-0,09			
3. opleidingsniveau					
4. sociale klasse	+			+0,12	
5. woonduur		-	-		
6. bezettingsgraad woning					
7. eigendom huis				+0,13	
8. woningkwaliteit	+0,07	+	+0,14	+0,20	-0,24
9. sociale omgeving					
10. woonomgeving			-0,10		
11. voorzieningenpeil					
12. zicht op de spoorlijn	+0,08			+0,18	
13. houding t.o.v. spoorlijn	+0,14	+0,14	+0,21	+0,23	+0,11
14. voordelen spoorlijn	-0,09				
15. treingebruik	+0,07				
16. houding t.o.v. treinreizen					
17. opvattingen over lawaai	+		+		
18. geluidgevoeligheid	+0,10	+0,16	+0,20	+0,09	
19. geluidhinder andere bronnen	+0,08	+0,12	+0,10	+	
20. achtergrondgeluidniveau	+				

Tabel 9.3: Multipele regressieanalyse met betrekking tot:
A. perceptie-index
B. hinderindex

Significante bètagewichten ($p < 0,05$); een tendens in een bepaalde richting ($0,05 < p < 0,10$) wordt aangegeven met het teken van het bètagewicht.

	A	B
0. geluidbelasting (LAeq)	+0,23	+0,37
1. leeftijd		
2. geslacht	-	-0,14
3. opleidingsniveau		
4. sociale klasse		
5. woontuur		-0,09
6. bezettingsgraad woning		
7. eigendom huis		+0,10
8. woningkwaliteit		+0,08
9. sociale omgeving		
10. woonomgeving		
11. voorzieningenpeil	-	
12. zicht op de spoorlijn	+0,14	+0,10
13. houding t.o.v. spoorlijn	+0,09	+0,27
14. voordelen spoorlijn	-	-
15. treingebruik		
16. houding t.o.v. treinreizen		
17. opvattingen over lawaai		+
18. geluidgevoeligheid		+0,15
19. geluidhinder andere bronnen	+0,11	+0,09
20. achtergrondgeluidniveau		

In tabel 9.2 gaat het om indices voor verschillende soorten verstoringen:

- A. communicatieverstoring
- B. concentratieverstoring
- C. rust- en slaapverstoring
- D. trillingen
- E. niet-auditieve hinder

Tabel 9.3 heeft betrekking op de effecten van interveniërende variabelen op de waarneming van het treingeluid en de hinder die daar het gevolg van is:

- A. perceptie-index
- B. hinderindex

Resultaten

De volgende vijf factoren spelen een belangrijke rol:

- HOUDING TEGENOVER DE SPOORLIJN
Mensen die de spoorlijn als een plezierig element in de omgeving ervaren worden minder gehinderd door het geluid.
- GELUIDHINDER ANDERE BRONNEN
Treinverkeer stoort vooral bij mensen die ook gehinderd worden door andere geluidbronnen.
- GELUIDGEVOELIGHEID
Mensen die zichzelf "gevoelig voor geluiden" noemen hebben meer last van het treinverkeer; deze factor speelt geen rol bij het al dan niet waarnemen van het treingeluid.
- KWALITEIT WONING
Mensen die tevreden zijn over de woning worden minder gehinderd door het treingeluid.
- ZICHT OP DE SPOORLIJN
Mensen die de spoorlijn vanuit hun woonkamer kunnen zien nemen het treingeluid vaker waar en worden er meer door gehinderd.

Ook de volgende factoren zijn van invloed:

- LEEFTIJD
Er is een tendens dat ouderen meer gestoord worden door het treinverkeer, vooral door trillingen
- GESLACHT
Vrouwen hebben minder last van het treingeluid dan mannen; het verschil is het duidelijkst met betrekking tot algemene hinder.
- SOCIALE KLASSE
Er is een tendens dat mensen behorend tot een hogere sociale klasse meer gehinderd worden.
- WOONDUUR
Naarmate men langer in het huis woont, is de hinder geringer.
- EIGENDOM HUIS
Huisseigenaren klagen meer over trillingen en voelen zich meer gehinderd door het geluid.
- WOONOMGEVING
Mensen die tevreden zijn over hun woonomgeving blijken, volgens bepaalde hinderindicatoren, meer last te hebben van treingeluid.
- VOORDELEN SPOORLIJN
Mensen die geen voordelen van de spoorlijn weten te noemen hebben wat meer last van het treingeluid.

- OPVATTINGEN OVER LAWAAI
Mensen die lawaai in het algemeen zien als negatief of bedreigend, worden meer gehinderd door het treingeluid.

Van de overige kenmerken is de invloed gering:

- OPLEIDINGSNIVEAU
- BEZETTINGSGRAAD WONING
- SOCIALE OMGEVING
- VOORZIENINGENPEIL
- TREINGEBRUIK
Bij mensen die gebruik maken van de trein komt minder communicatieverstoring voor.
- HOUDING TEGENOVER TREINREIZEN
Mensen die positief staan tegenover het reizen per trein scoren wat hoger op de Bitter-index (ramen open).
- ACHTERGRONDGELUIDNIVEAU
Mensen die wonen in een wijk met een hoog achtergrondgeluidniveau scoren wat hoger op de storingsindex.

Hinder en type treinen

In paragraaf 5.3 is vermeld dat goederentreinen meer hinder veroorzaken dan reizigerstreinen. Ook met betrekking tot dit onderwerp is een regressieanalyse uitgevoerd.

De volgende groepen bleken naar verhouding veel last van goederentreinen te hebben ($p < 0,05$):

- degenen die de spoorlijn zien vanuit woonkamer;
- degenen die tevreden zijn over de woonomgeving;
- mensen met een hogere opleiding;
- mensen die er al langer wonen;
- mensen die de spoorlijn een onprettig element in de omgeving vinden.

Bovenstaande groepen hadden relatief gezien veel hinder van goederentreinen. Anders gezegd: ze hadden relatief weinig hinder van reizigerstreinen.

9.5. BESPREKING VAN DE RESULTATEN EN AANVULLENDE GEGEVENS

Omdat in dit onderzoek de aandacht vooral gericht was op dosis-effectrelaties, heeft geen diepgaande analyse van het materiaal plaatsgevonden. Toch zijn er enkele aanvullende analyses uitgevoerd, die waren gericht op drie van de vijf belangrijkste interveniërende variabelen (de variabelen die de meeste variantie verklaarden): de houding tegenover de spoorlijn, de kwaliteit van de woning en het zicht op de spoorlijn.

Houding tegenover de spoorlijn

De houding tegenover de spoorlijn als element in de omgeving bepaalt sterk hoe men op het treingeluid reageert. In de analyse is deze factor geïsoleerd van andere factoren. Het is echter interessant te weten hoe de houding ten opzichte van de spoorlijn samenhangt met andere opvattingen en kenmerken. Daarom is opnieuw een

multiële regressieanalyse uitgevoerd, met dezelfde variabelen, maar nu met de "houding tegenover de spoorlijn" als afhankelijke variabele.

Vooraf de volgende groepen bleken de spoorlijn een onprettig element in de omgeving te vinden ($p < 0,05$):

- mensen die vinden dat de spoorlijn geen voordelen heeft;
- mensen behorend tot hogere sociale klassen;
- mensen met een lage geluidbelasting;
- mensen die negatief staan tegenover treinreizen;
- mensen die ontevreden zijn over de woonomgeving;
- mensen die geen zicht hebben op de spoorlijn;
- ouderen;
- mensen die negatief staan tegenover lawaai.

Kwaliteit van de woning

De kwaliteit van de woning zoals die beoordeeld werd door de respondent bleek sterk samen te hangen met de reactie op het treingeluid. De vraag daarbij is of dit te maken heeft met de werkelijke kwaliteit van de woning, en dan vooral de geluidisolatie, of alleen maar met de perceptie door de respondent (er zou zoiets kunnen bestaan als een algemene neiging om de feitelijke woonsituatie te accepteren).

Daarom is onderzocht of de variabele "kwaliteit woning" van invloed blijft als men rekening houdt met de geluidisolatie van de woning. Dit kan gebeuren door als dosisvariabele niet de buitenbelasting te nemen, maar de binnenbelasting (meetplaats 1).

De aanvullende analyse is uitgevoerd met betrekking tot de storingsindex. Ook wanneer men uitgaat van de geluidbelasting in de huiskamer, blijkt de geluidhinder af te hangen van de tevredenheid over de woning (bètagewicht 0,25).

Het feit dat mensen die tevreden zijn over hun woning minder last hebben van het treinverkeer kan dus niet verklaard worden door een betere gevelisolatie.

Zicht op de spoorlijn

Op dezelfde wijze kan onderzocht worden of de invloed van het zicht op de spoorlijn te danken is aan de visuele informatie of alleen maar aan het feit dat mensen die vanuit de woonkamer de spoorlijn zien, in de woonkamer aan een hogere geluidbelasting zijn blootgesteld.

In bovengenoemde analyse, waarin de belasting in de woonkamer als dosisvariabele en de storingsindex als responsvariabele fungeerde, was het bèta-gewicht voor de variabele "zicht op de spoorlijn" 0,18.

Het feit dat mensen die de spoorlijn vanuit het woonvertrek kunnen zien meer gehinderd worden, kan dus niet verklaard worden door een hogere geluidbelasting in dat vertrek.

Met betrekking tot de variabelen "zicht op de spoorlijn" en "houding ten opzichte van de spoorlijn" is het volgende - nogal ingewikkelde - beeld ontstaan: mensen die de spoorlijn vanuit de woon-

kamer kunnen zien ondervinden meer geluidhinder, maar staan positiever tegenover de spoorlijn als element in de omgeving; in het algemeen geldt echter dat mensen die positief staan tegenover de spoorlijn als omgevingsselement, minder geluidhinder ondervinden.

De interpretatie hiervan wordt duidelijker door figuur 9.1, waarin dosis-effectcurven worden gegeven voor vier groepen:

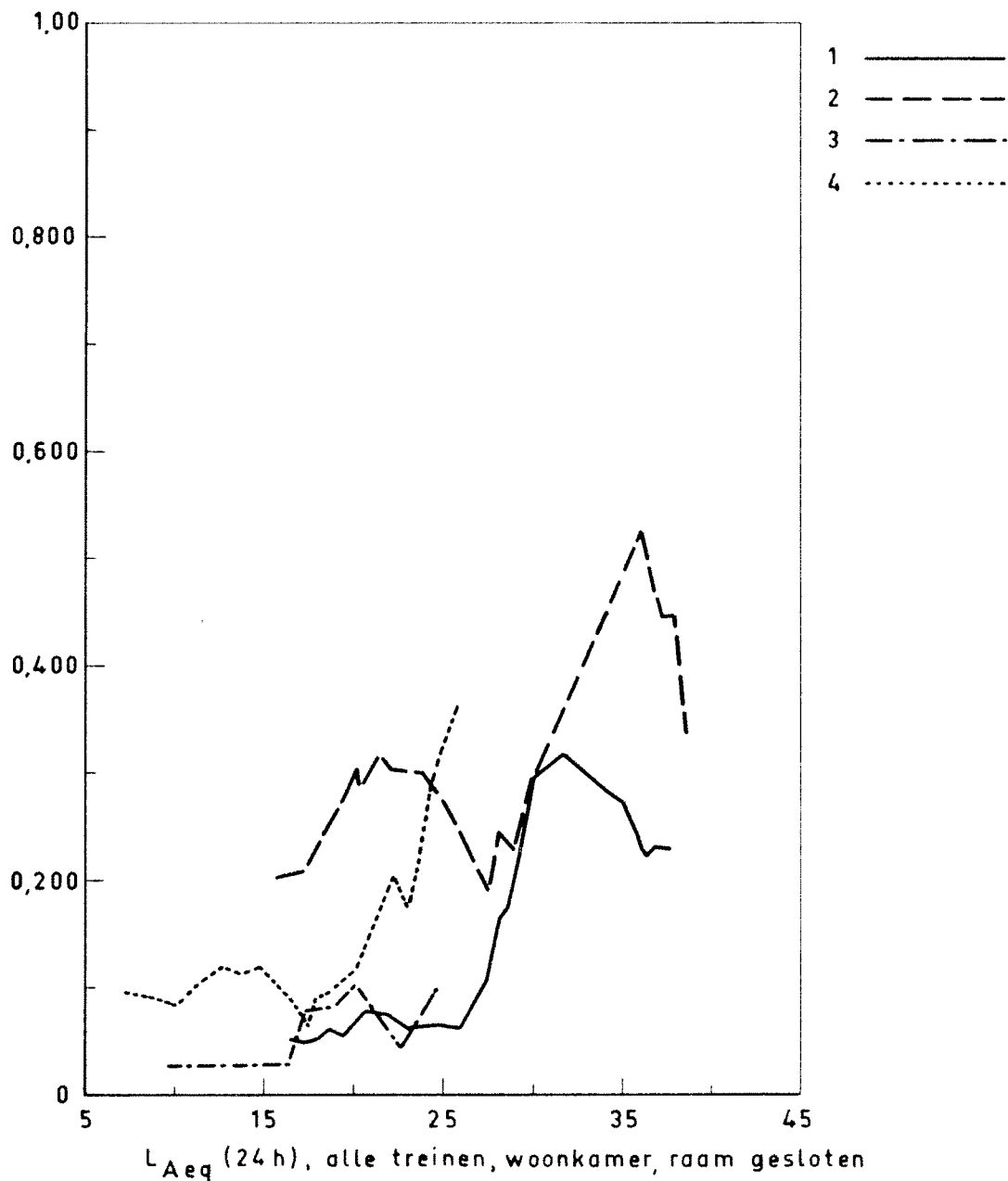
1. mensen die zicht hebben op de spoorlijn en positief staan tegenover de spoorlijn als omgevingsselement;
 2. mensen die zicht hebben op de spoorlijn en negatief staan tegenover de spoorlijn als omgevingsselement;
 3. mensen die geen zicht hebben op de spoorlijn en positief staan tegenover de spoorlijn als omgevingsselement;
 4. mensen die geen zicht hebben op de spoorlijn en negatief staan tegenover de spoorlijn als omgevingsselement.
- De multi-pele regressieanalyse gaat uit van additieve effecten, gaat er dus van uit dat het effect van een variabele als "zicht op de spoorlijn" niet afhankelijk is van de geluidbelasting. Uit figuur 9.1 krijgt men echter de indruk dat zicht op de spoorlijn alleen een negatieve invloed heeft bij een lage geluidbelasting. Het patroon zou men als volgt kunnen verklaren: wanneer de geluidbelasting gering is ontstaat er eerder geluidhinder indien men de spoorlijn vanuit de huiskamer kan zien, doordat men zich eerder bewust wordt van het geluid; als de geluidbelasting hoog is, verkleint het uitzicht op de lijn eerder de geluidhinder, omdat het treingeluid - dat toch wel waargenomen wordt - daardoor meer betekenis krijgt.

9.6. CONCLUSIE

Aangezien bij gelijke geluidbelastingen de reacties op spoorweggeluid sterk uiteen kunnen lopen, hebben we ons afgevraagd welke andere factoren dan geluidbelasting de verschillen in reacties op treingeluid kunnen verklaren.

Belangrijke factoren waren: de houding tegenover de spoorlijn als omgevingsselement en het zicht op de spoorlijn vanuit de woonkamer (zie figuur 9.1), de geluidgevoeligheid en de geluidhinder die men ondervindt van andere bronnen, en de tevredenheid over de kwaliteit van de woning.

gemiddelde score op de index



Figuur 9.1: Dosis-effectcurven voor (1) mensen die zicht hebben op de spoorlijn en positief staan tegenover de spoorlijn als omgevings-element, (2) mensen die zicht hebben op de spoorlijn en negatief staan tegenover de spoorlijn als omgevings-element, (3) mensen die geen zicht hebben op de spoorlijn en positief staan tegenover de spoorlijn als omgevings-element, (4) mensen die geen zicht hebben op de spoorlijn en negatief staan tegenover de spoorlijn als omgevings-element
Dosisvariabele: LAeq in de woonkamer, raam gesloten
Responsvariabele: hinderindex

10. CONCLUSIE

10.1 INLEIDING

In het kader van het onderzoekprogramma railverkeerslawaai van de Interdepartementale Commissie Geluidhinder is door TNO een onderzoek uitgevoerd naar hinder door spoorweglawaai.

De doelstellingen bij dit onderzoek zijn als volgt geformuleerd:

1. Het verkrijgen van inzicht in de aspecten van hinder die speciaal bij spoorweglawaai belangrijk zijn.
2. Het bestuderen van de verbanden tussen de belasting door spoorweglawaai en de reacties op dit lawaai: welke geluidmaat of combinatie van geluidmaten geeft de beste voorspelling van de hoeveelheid en intensiteit van negatieve reacties op spoorweglawaai?
3. Het bestuderen van andere factoren dan de geluidbelasting die te maken hebben met negatieve reacties op spoorweglawaai.

Het onderzoek betreft "normale" delen van het spoorwegnet, geen bijzondere situaties als spoorbruggen, stations, rangeerterreinen en dergelijke.

In het najaar van 1977 zijn er 671 mensen geënquêteerd in negen verschillende plaatsen langs spoorlijnen in Nederland. Als onderzoeksmethode is de mondelinge (face-to-face) enquête gehanteerd met een gestandaardiseerde vragenlijst. De gesprekstijd bedroeg ongeveer 45 minuten.

De vragenlijst bestond - globaal gezien - uit vier delen.

In het eerste deel, waarin het onderzoek werd geïntroduceerd als een onderzoek naar de woonomstandigheden, werden enkele vragen gesteld over de woning en de woonomgeving. Hierbij kon "geluid" wel of niet door de respondent spontaan naar voren worden gebracht. Hieruit bleek iets over het belang van geluid in het totaal van de omgevingskwaliteit.

In het tweede deel werd "geluid" expliciet aan de orde gesteld zonder dat een bepaalde bron werd genoemd. Het relatieve belang van de verschillende bronnen die in de omgeving voorkomen werd hierdoor duidelijk.

In het derde deel werden specifieke vragen gesteld over geluiden van de spoorlijn.

In het vierde en laatste deel werden enkele demografische en persoonsvariabelen geregistreerd (leeftijd, opleiding en dergelijke).

Binnen de negen onderzoeklocaties vond een gestratificeerde, gerandomiseerde steekproeftrekking plaats (stratificatie op grond van de afstand). De op deze wijze getrokken steekproef bleek op vrijwel alle kenmerken gelijk aan de Nederlandse bevolking. Alleen de variabelen leeftijd, gezinsgrootte en geslacht verschillen. Van de laatste variabele is bekend dat deze weinig invloed heeft op het ervaren van geluid (Schreurs, 1979).

Nadat het veldwerk van de enquête was voltooid is een uitgebreid programma van geluidmetingen en -berekeningen uitgevoerd, zowel binnen als buiten de woningen. Uiteindelijk zijn er aan alle res-

pondenten 497 dosiswaarden toegekend.

10.2 DE BELANGRIJKSTE RESULTATEN EN HUN IMPLICATIES

Hoewel het geluid van treinen in alle onderzochte locaties dominant was (als fysisch gegeven), bleken de respondenten vliegtuiglawaai als hinderlijker dan, en geluiden van wegverkeer en burens als ongeveer even hinderlijk als, het geluid van de spoorlijn te ervaren. De hinderlijkste elementen van het treinverkeer zijn de goederentreinen, werkzaamheden aan de lijn en het geven van signalen. Beide eerstgenoemde elementen doen zich vooral 's nachts voor en veroorzaken nogal wat trillingen.

De meest voorkomende en als negatief ervaren storing is het trillen van de woning, gevolgd door verstoring van diverse communicatievormen.

Wanneer men één indicator wil selecteren om de geluidbelasting te karakteriseren is er weinig reden een andere te kiezen dan de meest beproefde maat: het LAeq(24h) voor alle treintypen, gemeten aan de meest belaste geveldelen van de woningen. De verschillen met enkele andere maten zijn zeer gering. Hinder kan nog iets beter voorspeld worden wanneer men het LAeq(24h) combineert met enkele andere dosisvariabelen: afstand tot de spoorlijn en het LAeq aan het minst belaste geveldeel.

In het bijzonder deze laatste variabele verdient nadere aandacht in verband met zowel stedenbouwkundige als bouwkundige aspecten bij het plannen van nieuwe woningen langs een spoorlijn en wellicht, indien zou blijken dat dit verschijnsel generaliseerbaar is, langs wegen. De oriëntatie van de woning ten opzichte van de spoorlijn blijkt invloed te hebben op de ondervonden hinder. Het hebben van een lichtbelaste zijde aan de woning werkt compenserend voor een iets hogere belasting aan de zwaarstbelaste zijde.

Ook de indeling van de woning is van belang: wanneer de woonkamer aan de minst belaste zijde van de woning ligt, ondervindt men minder hinder dan wanneer deze kamer aan de zwaarstbelaste zijde ligt, bij gelijke geluidbelasting.

Een factor waarvan in dit onderzoek geen effect is geconstateerd, is de kwaliteit van de gevelisolatie. Dit zou erop kunnen wijzen dat de buitenwaarden belangrijker zijn dan de binnenwaarden voor het voorspellen van de hinder, maar kan ook te wijten zijn aan een te geringe spreiding van de gevelisolatiewaarden. Dit laatste lijkt minder waarschijnlijk omdat de gevelisolatiewaarden variëren van 25 tot 41 dB(A). Het feit dat geen positief effect van een goede gevelisolatie kon worden aangetoond sluit niet uit dat in bepaalde gevallen, bijvoorbeeld bij zeer hoge gevelbelastingen, wel een duidelijk effect bestaat, maar stelt toch vraagtekens bij het effect van geluidwerende voorzieningen aan gevels op lange termijn (zie ook Van Dongen, 1982).

Allerlei variaties op het LAeq(24h) voor alle treintypen, gemeten aan de meest belaste geveldelen van de woningen, blijken weinig of geen bijdrage te leveren tot de hindervoorspelling. Dit geldt voor:

- de meetpositie. Uit hetgeen hiervoor al is opgemerkt over de gevelisolatie zal het duidelijk zijn dat binnenmetingen, zowel met

ramen open als met ramen dicht, voor de hindervoorspelling van weinig betekenis zijn. Ook de meethoogte is niet van essentieel belang. Wel van belang (zie ook hiervoor) is de meetplaats: de meest- of minstbelaste zijde.

- de meetperiode. De correlaties voor de dag-, avond- en nachtwaarden liggen steeds dicht in de buurt van die voor de 24-uursperiode. De dagwaarde voorspelt de hinder meestal het best (gelijk aan of soms zelfs iets beter dan de 24-uurswaarde), de nachtwaarde het slechtst.
De LAeq-etmaalwaarde doet het iets slechter dan het "normale" LAeq. Dit is saillant, omdat de etmaalwaarde al een waarderings-element in zich draagt. Dat de correlatie niet boven die van het LAeq(24h) met hinder uitkomt, vecht de psychologische realiteitswaarde van het begrip etmaalwaarde aan, althans voor spoorweglawaai en voor het opstellen van dosis-effectrelaties bij enquêtes. Men moet hierbij in aanmerking nemen dat met de gevolgde methode alleen de bewust ervaren hinder wordt vastgesteld. 's Nachts zal de bewust ervaren hinder zich voornamelijk beperken tot het wakker worden of het niet gemakkelijk kunnen inslapen ten gevolge van geluid. Verstoring van het slaapritme en dus van de kwaliteit van de slaap blijft buiten beschouwing.
- beperking van de metingen tot bepaalde treintypen. De correlaties voor de goederentreinen en de reizigerstreinen afzonderlijk liggen dicht in de buurt van de waarden voor alle treinen gezamenlijk.

Voor het voorspellen van de hinder kunnen andere geluidmaten dan het LAeq wel van belang zijn. Voor goederentreinen lijkt het gemiddelde L_{Amax} een geschiktere hindervoorspeller te zijn dan het LAeq. Dit is waarschijnlijk een gevolg van het feit dat de samenstelling van de goederentreinen (gewicht en lengte) en de intensiteit van het goederenverkeer sterk varieert, zodat de geluidbelasting voor goederentreinen niet betrouwbaar vastgesteld kan worden. NG60 (en mogelijk ook TG60, die bij de uitwerking van de resultaten buiten beschouwing is gebleven) lijkt een veelbelovende maat om naast het LAeq(24h) de hinder nog beter te voorspellen, zoals ook de afstand en het LAeq aan het minst belaste geveldeel dat doen. Dan zal er echter geëxperimenteerd moeten worden met andere waarden dan de - achteraf niet gelukkig gekozen - 60 dB(A).

Mensen die blootgesteld zijn aan een hoge geluidbelasting door railverkeer zijn zich - zoals te verwachten was - vaker bewust van het treingeluid dan anderen. De mate waarin het geluid stoort hangt sterk samen met de geluidbelasting. Dit geldt vooral voor de communicatieverstoringen ($r = 0,57$), minder voor concentratieverstoring en nog minder voor rust- en slaapverstoring. Niet-auditieve hinder (onveiligheid in verband met kinderen, vervuiling, versperring, storing van het televisiebeeld) treedt juist meer op de voorgrond bij mensen die weinig treingeluid te verwerken krijgen.

Negatieve opvattingen over het treingeluid en gevoelens van onbehagen ten gevolge van dit geluid hangen duidelijk samen met de hoeveelheid treinlawaai, maar dit leidt niet tot een negatieve houding tegenover het spoor in het algemeen.

Er worden weinig maatregelen tegen het spoorweggeluid overwogen of uitgevoerd; voor zover wel maatregelen worden getroffen (verhuizen, isoleren, een klacht indienen) hangt dat nauwelijks samen met de geluidbelasting. Wel houden mensen die aan veel treingeluid zijn blootgesteld vaker de ramen gesloten in verband met het treinla-

waai.

De correlaties met de hinderindex en de storingsindex die in dit onderzoek zijn gevonden zijn betrekkelijk hoog: $r = 0,41$ resp. $0,47$. Schultz (1978), die een overzicht gaf van geluidhinderonderzoek met betrekking tot verschillende geluidbronnen, trof meestal correlatiecoëfficiënten tussen $0,3$ en $0,4$ aan.

Bij het bestuderen van verschillende dosis-effectcurven met als dosis het $L_{Aeq}(24h)$ voor alle treintypen, gemeten aan de meest belaste geveldelen van de woningen, geldt over het algemeen dat negatieve effecten het meest toenemen tussen 50 en 62 dB(A). Wanneer andere dosisvariabelen worden toegepast, gebeurt dat bij andere dB(A)-waarden maar is de vorm van de curven vergelijkbaar. De verschillen tussen de locaties zijn vrij gering.

Bij de meeste dosis-effectcurven treedt een daling op in het hoogste geluidbelastinggebied (62 tot 70 dB(A)). Dit verschijnsel is merkwaardig, maar niet toevallig. Het treedt ook op in andere onderzoeken, ook bij andere geluidbronnen. Het kan verklaard worden door drie elkaar aanvullende factoren:

- selectie. Mensen die gevoelig zijn voor geluid vermijden een zeer lawaaiige woonomgeving.
- aanpassen van het gedrag. Bijvoorbeeld het gesloten houden van ramen. Juist in het geluidgebied waar de meeste dosis-effectcurven weer beginnen te dalen neemt dit gedrag sterk toe.
- compensatie. Mensen die aan een hoge geluidbelasting zijn blootgesteld, profiteren ook het meest van de aanwezigheid van de spoorbaan doordat deze een vrij uitzicht met zich mee brengt. Dit klopt met de bevinding dat bij mensen die blootstaan aan hogere geluidbelastingen een positievere houding is gevonden ten opzichte van de spoorlijn als omgevingsselement.

Vergeleken met wegverkeer veroorzaakt treinverkeer veel trillingen en betrekkelijk veel communicatieverstoringen, maar weinig schrikreacties en (bewuste) verstoring van slaap en rust. Wanneer een aantal verstoringen en andere specifieke reacties en effecten worden samengevoegd in de Bitter-index (de gemiddelde relatieve hinderscore, een storingsindex - ook specifieke hinder genoemd - die uit beleids oogpunt zeer interessant is) blijkt dat spoorweggeluid zeker niet minder verstorend is dan wegverkeersgeluid in het gebied tot 65 dB(A) $L_{Aeq}(24h)$. Daarboven is wegverkeersgeluid storender. Beneden ongeveer 55 dB(A) is spoorweggeluid storender. Dit komt wellicht door de hogere geluidniveaus per passage.

Wanneer we kijken naar de niet-specifieke hinder zijn de uitkomsten voor weg- en railverkeer niet zonder meer met elkaar te vergelijken doordat hinderschalen van verschillende lengte zijn gebruikt. Om te kunnen vergelijken zijn er twee mogelijkheden. In het ene geval vinden we dat wegverkeer hinderlijker is dan railverkeer boven 57 dB(A). In het andere geval is wegverkeer al hinderlijker boven ongeveer 52 dB(A). Beneden deze grenzen is er geen aantoonbaar verschil. In het gebied van 52 tot 62 dB(A) is het verschil tussen spoorweggeluid en wegverkeersgeluid bij gelijke hinder 3 tot 5 dB(A).

Equivalenten geluidniveaus voor spoorweggeluid berekend volgens de methode beschreven in de "Circulaire Spoorweglawaai" wijken - zoals te verwachten - vooral op grotere afstanden sterk af van de werkelijk gevonden waarden. Desalniettemin is de te verwachten hinder

ten gevolge van spoorweglawaai in "normale" situaties goed te bepalen aan de hand van deze eenvoudige berekeningsmethode. Dit bevestigt de praktische bruikbaarheid van de circulaire.

Aangezien bij gelijke geluidbelastingen de reacties op spoorweggeluid sterk uiteen kunnen lopen, is nagegaan welke andere factoren dan de geluidbelasting de verschillen in reacties kunnen verklaren. De belangrijkste factoren zijn: de houding tegenover de spoorlijn als omgevingselement, het zicht op de spoorlijn vanuit de woonkamer, de geluidgevoeligheid, de hinder die men ondervindt van andere geluidbronnen en de tevredenheid over de kwaliteit van de woning.

11. LITERATUURLIJST

- BITTER, C., J.P. KAPER en W.A.H. PINKSE.
Beleving van geluidwerende voorzieningen in de woonsituatie langs Rijksweg 16 in Dordrecht.
ICG VL-DR-14-01, 1978.
- BITTER, C., J.H.K. HOLST, H.A.C. KANDELAAR en W. SCHOONDERBEEK.
Beleving geluidwerende voorzieningen in de woonsituatie langs Rijksweg 10 in Amsterdam.
ICG VL-DR-14-02, 1982.
- BLALOCK, H.M.
Social statistics, 2d ed.
New York: McGraw-Hill, 1972.
- DONGEN, J.E.F. VAN, R. VAN DEN BERG en R.G. DE JONG.
De gewenning aan de nieuwe spoorlijn te Zoetermeer.
ICG RL-HR-03-02, 1983.
- DONGEN, J.E.F. VAN,
Beleving van geluidwerende voorzieningen tegen snelverkeerslawaai in de woonsituatie
- een vergelijkende studie -
ICG VL-HR-14-01, 1983.
- FIELDS, J.M., and J.G. WALKER.
Reactions to railway noise: a survey near railway lines in Great Britain.
ISVR Technical Report No. 102.
Southampton, 1980.
- GRIFFITHS, I.D., J.F. LANGDON and M.A. SWAN.
Subjective effects of traffic noise exposure: reliability and seasonal effects.
Journal of Sound & Vibration, (1980), 71, 227-240.
- GROENEVELD, Y. en W.C. VERBOOM.
Karakterisering en beoordeling van industrielawaai, fase 3c, de mondelinge enquête.
Instituut voor Milieuhygiëne en Gezondheidstechniek TNO, Delft.
rapport D54, 1982.
- HAVLICEK, L.L. and N.L. PETERSON.
Effect of the violation of assumptions upon significance levels of the Pearson r.
Psychological Bulletin, (1977), 84, 373-377.
- HOLZMANN, E.
Ermittlung der Belästigung durch Verkehrslärm in Abhängigkeit von Verkehrsmittel und Verkehrsdichte in einem Ballungsgebiet (Strassen- und Eisenbahnverkehr).
Bericht 13, Universität Stuttgart, 1978.

IPSO

Störwirkungen durch den Lärm der Kleinaviatik.
Bern, Bundesamt für Umweltschutz, Bundesamt für Zivilluftfahrt,
1980.

JONG, R.G. DE

Oriënterend onderzoek met betrekking tot belevingsaspecten van
railverkeer.
Instituut voor Milieuhygiëne en Gezondheidstechniek TNO, Delft.
rapport D37, april 1977.

JONG, R.G. DE

Inventarisatie van geluidhinder in Nederland.
ICG BG-HR-18-01, 1981.

JONG, R.G. DE, en C.S. BEERS.

Geluidhinder rond militaire vliegvelden, band 1.
ICG LL-HR-16-01, 1980.

JURRIENS, A.A., R.G. DE JONG, J. VAN DEN EIJK (IMG TNO), G.J.
KLEINHOONTE VAN OS, T. TEN WOLDE en J.C. TUKKER (TPD TNO-TH)
Maatstaven en grenswaarden ter beoordeling van railverkeersla-
waaï.
ICG RL-HR-03-01, 1978.

KUEHL, T., T. ANDERSEN en E. RELSTER.

Togstøjprojectet.
Miljøstyrelsen, Kopenhagen, 1980.

MILLER, J.D.

Effects of noise on people.
The Journal of the Acoustical Society of America, (1974), 56,
729-764.

MINISTERIE VAN VOLKSGEZONDHEID EN MILIEUHYGIENE.

Onderzoekprogramma railverkeerslawaaï.
ICG RL-HR-00-01, 1976.

MINISTERIE VAN VOLKSGEZONDHEID EN MILIEUHYGIENE.

Onderzoekprogramma verkeerslawaaï.
ICG VL-HR-00-01, 1974.

MINISTERIE VAN VOLKSGEZONDHEID EN MILIEUHYGIENE.

Circulaire Spoorweglawaaï, 1979.

SCHREURS, L.J.M.

Geluidhinder in sociaal-wetenschappelijk perspectief.
In P. Ester (Ed.), Sociale aspecten van het milieuvraagstuk.
Assen, Van Gorcum, 1979.

SCHUEMER-KOHRs, A., R. SCHUEMER, V. KNALL und W. KASUBEK.

Interdisziplinäre Feldstudie über die Besonderkeiten von Schie-
nenverkehrslärm gegenüber dem Strassenverkehrslärm.
Planungsbüro Obermayer, München, 1983.

SCHULTZ, Th. J.

Synthesis of social surveys on noise annoyance.

The Journal of the Acoustical Society of America, (1978), 64,
377-405.

TUKKER, J.C., en T. TEN WOLDE.

Voorlopige meetmethode voor de geluidimmissie voor railverkeer.
ICG-RL-HR-02-01, 1976.

12. BIJLAGE: VRAGENLIJST EN RECHTE TELLINGEN

01 INLEIDENDE ZIN: De Nederlandse Stichting voor Statistiek stelt in opdracht van het Instituut voor Milieuhygiëne en Gezondheidstechniek TNO een onderzoek in naar de beleving van de woonomgeving. Zou ik u voor dit onderzoek een aantal vragen mogen stellen ?

02 Enq.: GEEF KAART 1. In hoeverre bent u tevreden of ontevreden over het wonen in deze omgeving ? Geeft u uw antwoord maar aan de hand van deze kaart. Noemt u maar de letter die voor uw antwoord staat.

A	B	C	E	F	H	J
. 35 .	. 48 .	. 8 .	. 4 .	. 3 .	. 2 .	. 0 .

03) Wat zijn de prettige kanten aan het wonen hier ?

- . rustige omgeving 30
- . je hebt hier nog ruimte 28
- . fijne buren 22
- . voldoende groenvoorzieningen 19
- . mooie omgeving 12
- . tuin bij het huis, huis naar mijn zin 9
- . centrale ligging 8

05) Wat zijn de onprettige kanten aan het wonen hier ?

- . geen onprettige kanten 33
- . spoorweglawaaï 13
- . verkeerslawaaï 8
- . onprettige buren 7
- . vliegtuiglawaaï, luchtvervuiling, je woont te dicht op elkaar 6
- . lawaaï algemeen 3

04) Wat zijn de onprettige kanten aan het wonen hier ?

- . te weinig speelterreinen 2
- . onveiligheid op straat, onvoldoende openbaar vervoer 1
- . anders 23

06) Wat zijn de prettige kanten aan het wonen hier ?

- . winkels dichtbij, landelijke omgeving 5
- . huis in het centrum, geen prettige kanten 2
- . lage huur, station dichtbij, schone lucht 1
- . anders 12

07 Enq.: GEEF INVULFORMULIER A.
Op dit formulier staat een aantal uitspraken. Onder elke uitspraak kunt u aangeven in welke mate u het met de desbetreffende uitspraak eens of oneens bent. Bent u het met een uitspraak eens, dan zet u een streep in één van de drie linker vakjes; bent u het met een uitspraak oneens dan zet u een streep in één van de drie rechter vakjes. Bent u het met een uitspraak niet eens, maar ook niet oneens, dan zet u een streep in het middelste vakje. U kunt ook aangeven of u het met een uitspraak helemaal eens, eens of een beetje eens bent door één van de drie linker vakjes te kiezen. Datzelfde geldt voor de oneens-kant. Laten we het eens proberen aan de hand van dit voorbeeld: "Er is hier veel hoogbouw".
Bent u het met deze uitspraak eens of oneens ? Enq.: WACHT ANTWOORD AF.
En in hoeverre bent u het met deze uitspraak ? Enq.: NOEM HET GEGEVEN ANTWOORD (EENS/ONEENS). LEG UIT TOT O.P. HET BEGREPEN HEEFT.
Denkt u niet te lang over uw antwoord na, want het gaat vooral om uw eerste, spontane reactie. Ga uw gang.
Enq.: CONTROLEER OF ER GEEN UITSPRAAK WORDT VERGETEN. LEG ZONODIG OPNIEUW UIT. OOK VOOR "GEEN MENING" WORDT HET MIDDELSTE VAKJE GEBRUIKT

08 Enq.: GEEF KAART 2. Hoe lang is het geleden, dat u op dit adres bent komen wonen ? Geeft u uw antwoord maar aan de hand van deze kaart. Noemt u de letter maar die voor uw antwoord staat.

A	B	C	E	F	H	weet niet
. 8 .	. 9 .	. 6 .	. 8 .	. 6 .	. 63 .	. - .

09 Enq.: GEEF KAART 1. In hoeverre bent u tevreden of ontevreden over uw woning ? Geeft u uw antwoord maar aan de hand van deze kaart. Noemt u maar de letter die voor uw antwoord staat.

A	B	C	E	F	H	J
. 30 .	. 47 .	. 12 .	. 4 .	. 2 .	. 4 .	. 1 .

10 Is het huis waarin u woont eigendom of is het een huurhuis ?

eigendom	. 49 .	huurhuis	. 51 .	weet niet	. 0 .
----------	--------	----------	--------	-----------	-------

11 Over hoeveel vertrekken heeft uw huishouden de beschikking ? Wilt u hierbij niet meetellen de keuken, badkamer, toilet, zolder, schuur en eventueel verhuurde vertrekken ? Wel meetellen een eventuele woonkeuken en zolderkamer(s).

1	2	3	4	5	6	7
. - .	. 0 .	. 7 .	. 45 .	. 36 .	. 10 .	. 2 .

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	x
.
1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	23

12 Heeft u bij één of meer vertrekken extra isolerende voorzieningen aangebracht of aan laten brengen, tegen (Enq.: NOEM OP EN VUL IN IN ONDERSTAAND SCHEMA)

	ja	neen	weet niet
a. tocht	. 25 .	. 75 .	. 0 .
b. vocht	. 9 .	. 91 .	. 0 .
c. geluid van buiten	. 6 .	. 94 .	. 0 .

13 Enq.: INDIEN U BIJ C (geluid van buiten) EEN STREEP ONDER "JA" GEZET HEBT, VRAAG 14 STELLEN; ANDERS OVER OP VRAAG 15

14 Tegen welk geluid van buiten was dat in het bijzonder ? Enq.: ANTWOORDCATEGORIEËN NIET NOEMEN

geluid van de spoorlijn	. 1 .	andere/ geluiden	. 2 .	t.w.:	-----	niet tegen één geluid in het bijzonder	. 3 .
-------------------------	-------	------------------	-------	-------	-------	--	-------

15 Bent u wel van plan om, laten we zeggen binnen jaar, extra isolerende voorzieningen aan te brengen of aan te laten brengen tegen (Enq.: NOEM OP EN VUL IN IN ONDERSTAAND SCHEMA)

	ja	neen	weet niet
a. tocht	. 7 .	. 64 .	. 4 .
b. vocht	. 2 .	. 85 .	. 4 .
c. geluid van buiten	. 2 .	. 87 .	. 5 .

Reeds ja bij 12

. 25 .
. 9 .
. 6 .

Enq.: INDIEN U BIJ C (geluid van buiten) EEN STREEP ONDER "JA" GEZET HEBT, VRAAG 16 STELLEN; ANDERS OVER OP VRAAG 17

16 Tegen welk geluid van buiten zal dat dan in het bijzonder zijn ? Enq.: ANTWOORDCATEGORIEËN NIET NOEMEN

geluid van de spoorlijn	. 1 .	andere geluiden	. 0 .	t.w.:	-----	niet tegen één geluid in het bijzonder	. 1 .
-------------------------	-------	-----------------	-------	-------	-------	--	-------

17 Enq.: GEEF KAART 3. Heeft u het idee dat u al bij al goed of slecht slaapt ? Geeft u uw antwoord maar weer aan de hand van deze kaart. Noemt u maar de letter die voor uw antwoord staat.

A	. 2 .	B	. 7 .	C	. 13 .	E	. 50 .	F	. 27 .	weet niet	. 1 .
---	-------	---	-------	---	--------	---	--------	---	--------	-----------	-------

18 Wat is er de oorzaak van dat u (Enq.: HERHAAL ANTWOORD VAN VRAAG 17) slaapt ?

<ul style="list-style-type: none"> • gezondheidsrekenen • spoorweglawaai, wegverkeerslawaai • lawaai van de bureu, lawaai (algemeen), huilende kinderen - anders • weet niet, geen specifieke oorzaak 	<p>6 3(1,9 + 1,5) 2(1,2 + 0,9 + 0,4) 7 4</p>
--	--

19 Enq.: GEEF INVULFORMULIER B.

Op dit formulier staat weer een aantal uitspraken. Net als daarnet kunt u weer aangeven in welke mate u het met een uitspraak eens of oneens bent. Het gaat weer om uw spontane antwoord, dus denkt u er niet te lang over na. Ga uw gang. Enq.: CONTROLEER OF ER GEEN UITSPRAAK WORDT VERGETEN. LEG ZONODIG OPNIEUW UIT

20 Wanneer we er nu van uitgaan, dat u (Enq.: WANNEER O.P. EEN VROUW IS, GEHUWD EN NIET BUITENSHUIS WERKEND, ZEGGEN: uw man) zou blijven werken waar u/hij nu werkt, zou u dan het liefste blijven wonen waar u nu woont of zou u liever ergens anders gaan wonen als dat kan ?

liever ergens anders wonen	. 20 .	blijven wonen	. 76 .	weet niet	. 4 .
----------------------------	--------	---------------	--------	-----------	-------

21 Waarom wilt u hier weg ? Enq.: ANTWOORDCATEGORIEËN NIET NOEMEN. MEER ANTWOORDEN MOGELIJK

Enq.: OVER OP VRAAG 24

geluid van spoorweg genoemd	. 1 .	andere reden	. 19 .	t.w.:	<ul style="list-style-type: none"> • huis 5 • bureu 3 • anders 10 • weet niet 1
-----------------------------	-------	--------------	--------	-------	---

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	X	
.	
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	X	
.	
2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24

Enq.: STREEP AAN: O.P. heeft bij vraag 21 (onder andere) geluid van spoorweg genoemd :

ja . 1 .	neen . 99 .
----------	-------------

22 Heeft u misschien al stappen ondernomen om te gaan verhuizen ? Heeft u zich misschien laten inschrijven als woningzoekende of heeft u contact gehad met een makelaar of iets dergelijks ?

neen . 0 .	ja . 1 .
------------	----------

23 Heeft u wel plannen om stappen te gaan ondernemen binnen, laten we zeggen, één jaar ?

ja . 0 .	neen . 0 .	weet niet . 0 .
----------	------------	-----------------

24 Enq.: GEEF KAART 1. U woont hier dichtbij een spoorlijn. In hoeverre bent u tevreden of ontevreden over het wonen bij een spoorlijn ? Geeft u uw antwoord maar aan de hand van deze kaart, noemt u maar de letter die voor uw antwoord staat.

A . 11 .	B . 51 .	C . 10 .	E . 20 .	F . 2 .	H . 4 .	J . 2 .
----------	----------	----------	----------	---------	---------	---------

25 Wat zijn de voordelen van het wonen bij een spoorlijn ?

• geen voordelen	60	weet niet	3
• station dichtbij	16		
• plezierig uitzicht	13		
• goede verbindingen	5		
• anders	6		

26 Wat zijn de nadelen van het wonen bij een spoorlijn ?

• geen nadelen	46
• treinlawaai	23
• onveilig voor kinderen	7
• dreunen, trillen van de woning, verstoring van de slaap	4
• vuil en stof, werkzaamheden aan de lijn	3

Enq.: OVER OP VRAAG 29

27 Wat zijn de nadelen van het wonen bij een spoorlijn ?

• hindernis	1
• anders	7
• weet niet	6

28 Wat zijn de voordelen van het wonen bij een spoorlijn ?

29 Kunt u vanuit uw huiskamer de spoorlijn zien ?

ja . 53 .	neen . 47 .
-----------	-------------

30 Kunt u vanuit uw slaapkamer de spoorlijn zien ?

ja . 57 .	neen . 43 .
-----------	-------------

31 Reist u, of reist iemand van uw gezinsleden, doorgaans per trein naar werk of school ? Of is dat niet het geval ?

minstens een van de gezinsleden reist doorgaans per trein naar werk of school . 11 .	geen van de gezinsleden reist doorgaans per trein naar werk of school . 89 .
--	--

32 Enq.: GEEF INVULFORMULIER C.
Op dit formulier staat alweer een aantal uitspraken. Net als zoëven kunt u weer aangeven in welke mate u het met de desbetreffende uitspraak eens of oneens bent. Het gaat weer om uw spontane antwoord, dus denkt u er niet te lang over na. Ga uw gang. Enq.: CONTROLEER OF ER GEEN UITSPRAAK WORDT VERGETEN

31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	X	
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	X	
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	X	
1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23