

# **Geluidbelasting op de omgeving van de Politieacademie in Ossendrecht door het oefenen met vuurwapens en explosieven**

TNO 2025 R12379-P – juni 2025

Geluidbelasting op de omgeving van de  
Politieacademie in Ossendrecht door het  
oefenen met vuurwapens en explosieven

Auteurs	[REDACTED], [REDACTED]
Rubricering rapport	ongerubriceerd
Aantal pagina's	29
Aantal bijlagen	3
Opdrachtgever	Politieacademie
Projectnummer	060.60434

**Alle rechten voorbehouden**

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

# Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	3
2	Situatie en activiteiten.....	4
2.1	Situatie .....	4
2.2	Locaties van schietoefeningen en explosies .....	5
2.3	Wapens, explosieven, en aantallen knallen .....	7
3	Reken- en beoordelingsmethode voor schietgeluid .....	13
3.1	Handleiding voor schietgeluid .....	13
3.2	Toepassing van de rekenmethode in dit onderzoek.....	15
4	Resultaten .....	17
4.1	Berekende geluidbelasting .....	17
4.2	Bijdragen van de verschillende geluidbronnen.....	18
4.3	Effect van extra explosieven op de handgranatenbaan .....	20
4.4	Nauwkeurigheid van de rekenresultaten .....	20
5	Geluidreducerende maatregelen.....	23
	Referenties .....	24
	Bijlage A: Modellering van de schermenbanen met representatieve wapens	
	Bijlage B: Invoergegevens voor het rekenmodel	
	Bijlage C: Kosten en baten van geluidreducerende maatregelen	

# 1 Inleiding

In dit rapport worden de resultaten gepresenteerd van een onderzoek dat TNO heeft uitgevoerd naar de geluidbelasting in de omgeving van de Politieacademie in Ossendrecht. Het gaat in dit onderzoek om het schietgeluid en explosiegeluid dat ontstaat tijdens oefeningen en andere activiteiten op de schietbanen en andere locaties op de Politie-academie.

De geluidbelasting is bepaald volgens de rekenmethode beschreven in de *Handleiding ter bepaling van de geluidbelasting ten gevolge van schietactiviteiten*. Deze handleiding is als bijlage opgenomen in de Omgevingsregeling [1]. De geluidbelasting wordt hierbij gerepresenteerd door de grootte  $B_{s,dan}$ . Het symbool  $B_s$  staat voor ‘belasting schietgeluid’ en het suffix ‘dan’ staat voor ‘dag, avond, nacht’.

De geluidbelasting bevat bijdragen van alle schoten en explosies die gedurende een jaar optreden. Hierbij wordt gemiddeld over bijdragen van de dag, avond, en nacht. Bij de berekening is uitgegaan van een prognose van de Politieacademie voor het gebruik van de schietbanen en andere locaties. In totaal worden ongeveer 800.000 schoten per jaar gelost en vinden ongeveer duizend explosies per jaar plaats. Een deel van de explosies wordt uitgevoerd door de Explosieven Opruimingsdienst Defensie (EOD).

In dit rapport staan geen specifieke gegevens over en wapens en munitie. De volgende algemene aanduidingen worden gebruikt: vuistvuurwapen 1; schoudervuurwapens 1, 2, 3, 4 en 5; munitietypes 1, 2, en 3; kalibers 1 en 2; explosieven 1, 2, 3, en 4. Massa's springstof worden aangeduid als  $M_1$ ,  $M_2$ , en  $M_3$ . Dempers voor vuurwapens worden aangeduid als dempers 1, 2, en 3. In een vertrouwelijke versie van dit rapport zijn de specifieke gegevens opgenomen.



## 2 Situatie en activiteiten

### 2.1 Situatie

De Politieacademie ligt aan de zuidoostkant van Ossendrecht in de provincie Noord-Brabant, langs de Putseweg tussen Ossendrecht en Putte. Figuur 1 toont een plattegrond van de naaste omgeving van de Politieacademie. De geluidberekeningen in dit onderzoek zijn uitgevoerd voor zes nabijgelegen woningen (geluidgevoelige bestemmingen), die op de kaart zijn aangegeven. De woningen zijn genummerd als 1 tot en met 6. In Tabel 1 staan de adressen van de woningen. De coördinaten van de woningen zijn opgenomen in Bijlage B.

Op de kaart zijn ook de locaties op de Politieacademie aangegeven waar de schietoefeningen en explosies plaatsvinden:

- schietbanen;
- oefendorp;
- containerdorp;
- handgranatenbaan.

In de volgende paragraaf worden deze locaties beschreven.



**Figuur 1:** Kaart van de omgeving van de Politieacademie in Ossendrecht. Aangegeven zijn de zes woningen waarvoor de geluidbelasting in dit onderzoek is bepaald (witte punten).

**Tabel 1:** Adressen van de zes woningen in Ossendrecht waarvoor de geluidbelasting in dit onderzoek is bepaald. De woningen staan op de kaart in Figuur 1.

woning	adres
1	Putseweg 60 (woning en Oorlogsmuseum)
2	Putseweg 56
3	Putseweg 71
4	Putseweg 59
5	Pannenhoef 25 (voorheen café 't Hemeltje)
6	Putseweg 49

## 2.2 Locaties van schietoefeningen en explosies

### 2.2.1 Schietbanen

Op het terrein van de Politieacademie bevinden zich drie schermenschietbanen:

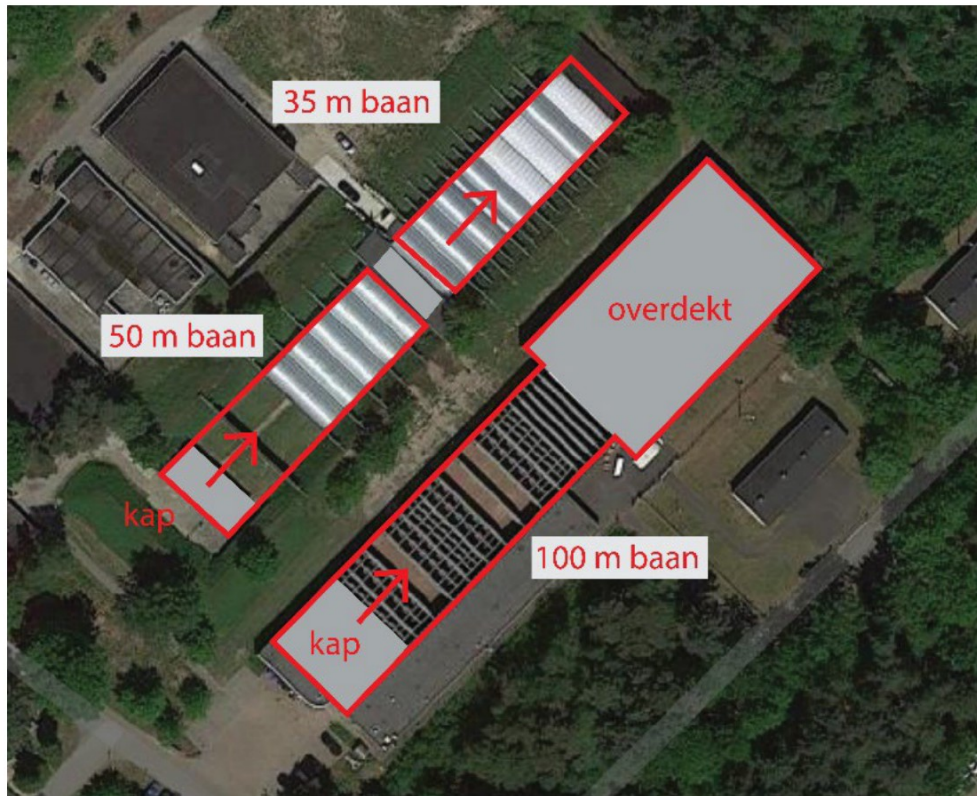
- een 100 meterbaan;
- een 50 meterbaan;
- een 35 meterbaan.

De drie banen zijn aangegeven op de satellietfoto in Figuur 2. Figuur 3 toont een schematische weergave van de drie banen. Er wordt in noordoostelijke richting geschoten, zoals aangeduid door de drie pijlen in Figuur 2 op de schietposities aan het begin van de banen.

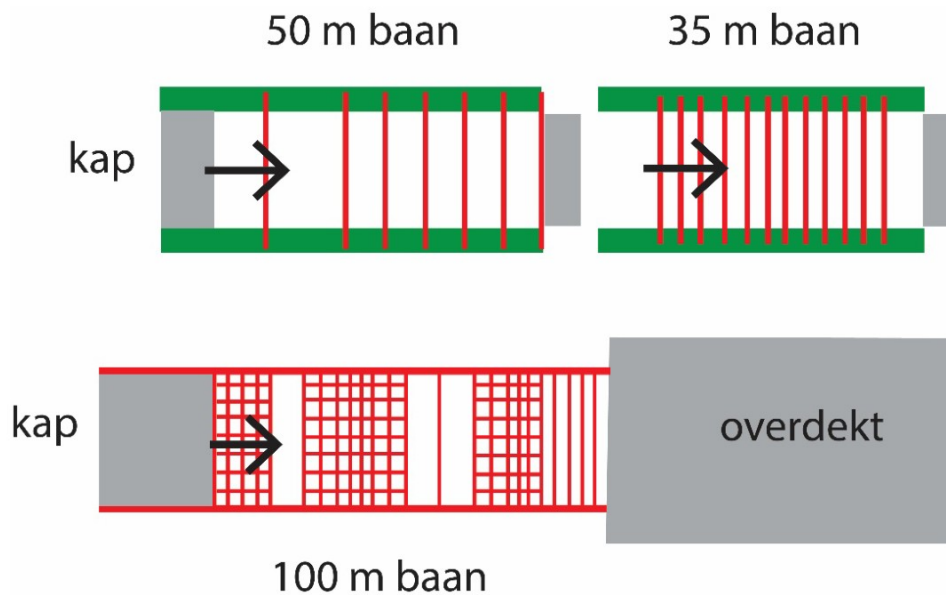
De 100 meterbaan bestaat uit twee gedeeltes: een gedeelte dat aan de bovenkant open is en een overdekt gedeelte. In het open gedeelte bevinden zich schermen dwars op de schietrichting, direct boven de vuurlijn. De schermen zijn van beton en zorgen ervoor dat kogels de baan niet kunnen verlaten. De schermen zijn voorzien van geluidabsorberend materiaal, om de invloed van reflecties van geluid te reduceren. Een deel van de schermen is uitgevoerd als zogeheten 'rasterdecke'. Een rasterdecke is een rechthoekig rooster van schermen, zoals te zien is in Figuur 2 en Figuur 3, en op de foto in Figuur 4. De schermen worden aan de zijkanten van de baan ondersteund door betonnen zijwanden met een hoogte van circa 5 m. De zijwanden zijn ook geluidabsorberend uitgevoerd. De afstand tussen de zijwanden is 20 m. Aan het begin van de baan bevindt zich een overkapping ('kap') boven de schutterposities.

De 35 en 50 meterbanen zijn akoestisch minder geoptimaliseerd dan de 100 meterbaan. De schermen zijn hier niet absorberend uitgevoerd, maar zijn bekleed met hout. De schermen worden aan de zijkanten ondersteund door aarden wallen. Boven de banen bevinden zich bogen van golfplaten (zie Figuur 4), die naar verwachting geen significant geluidreducerend effect hebben. De 50 meterbaan heeft een kap aan het begin van de baan. De 35 meterbaan heeft geen kap. De breedte van de banen is ongeveer 20 m. De bovenkanten van de schermen bevinden zich op een hoogte van circa 5 m.





Figuur 2: Bewerkte satellietfoto (Google) van de schermenschietsbanen van de Politieacademie. De rode lijnen geven de contouren aan van de 100, 50, en 35 meterbanen.



Figuur 3: Schematische weergave van de schermenschietsbanen van de Politieacademie. De 50 en 35 meterbanen bevatten schermen (rood) tussen aarden wallen (groen). De 100 meterbaan bevat schermen en rasterdeckes (rood) tussen verticale zijwanden (rood).



Figuur 4: Foto's van de 100 meterbaan met rasterdecke (links) en de 35 meterbaan (rechts).

### 2.2.2 Oefendorp, containerdorp, en handgranatenbaan

De locaties 'oefendorp' en 'containerdorp' worden gebruikt voor oefeningen met vuurwapens en explosieven, in situaties die lijken op praktijksituaties van de politie. Er wordt niet met scherp geschoten, maar met FX-munitie, ofwel oefenmunitie.

Op de locatie 'handgranatenbaan' worden alleen explosieven gebruikt. Naast de politie maakt ook de EOD gebruik van de handgranatenbaan. Bij de EOD gaat het zowel om ingegraven explosieven als om explosieven boven de grond.

## 2.3 Wapens, explosieven, en aantallen knallen

De Politieacademie heeft gegevens verstrekt over de aantallen schoten en explosies per jaar op de zes oefenlocaties die zijn beschreven in paragraaf 2.2. Deze aantallen vormen de prognose voor het gebruik van de Politieacademie, waar bij de geluidberekeningen vanuit is gegaan.

De prognose is gebaseerd op gegevens over aantallen schoten en explosies in de afgelopen periode. De aantallen zijn omgerekend naar aantallen per jaar, aangezien de rekenmethode voor geluid uitgaat van aantallen per jaar. Bovendien zijn de aantallen vermenigvuldigd met een factor 1,2, vanwege een verwachte toename met 20% van de activiteiten op de Politieacademie. Alle aantallen hieronder zijn per jaar en inclusief de factor 1,2.

### 2.3.1 Bronnenbestand en representatieve wapens

Bij de geluidberekeningen maken we gebruik van gegevens uit een bronnenbestand van vuurwapens en explosieven. De gegevens zijn afkomstig van geluidmetingen die we in het verleden hebben uitgevoerd aan verschillende vuurwapens, explosieven, en schietbanen voor Defensie. Het bronnenbestand is onderdeel van de rekenmethode die is opgenomen in de Omgevingsregeling [1].



Het bronnenbestand bevat bronspectra voor verschillende richtingen ten opzichte van de vuurlijn. De spectra dienen als basis voor berekeningen van de geluidbelasting op beoordelingspunten. Om de geluidbelasting van de Politieacademie te berekenen kiezen we verschillende representatieve wapens uit het bronnenbestand, zoals in de volgende paragrafen nader wordt beschreven.

In het geval van de schietbanen moet ook een representatieve keuze worden gemaakt voor de schietbaan waar de meetgegevens verkregen zijn. Een vuurwapen op een schietbaan wordt bij de berekening namelijk gerepresenteerd door vervangende puntbron, d.w.z. een puntbron die de combinatie van het wapen en de baan representeert. De geluidemissie van de vervangende puntbron is mede afhankelijk van de constructie van de baan. Dit wordt nader beschreven in paragraaf 3.1.2 en paragraaf 3.2.2.

### 2.3.2 Schietbanen

Op de drie schietbanen (100 meterbaan, 50 meterbaan, en 35 meterbaan) wordt geschoten met verschillende soorten munitie. In de gegevens van de Politieacademie wordt onderscheid gemaakt tussen twee categorieën munitie:

- munitie voor schoudervuurwapens (SW);
- munitie voor vuistvuurwapens (VW).

Er wordt geschoten met verschillende soorten wapens, maar deze worden niet gespecificeerd in de gegevens. Wel heeft de Politieacademie aangegeven dat er bij de schoudervuurwapens altijd met een geluiddemper wordt geschoten, terwijl bij de vuistvuurwapens niet met een geluiddemper wordt geschoten.

#### *Schoudervuurwapens en vuistvuurwapens*

Bij de munitie voor schoudervuurwapens komt de grootste bijdrage van *munitietype 1*.

Voor de geluidberekeningen zijn we uitgegaan van een representatief wapen dat in het bronnenbestand voorkomt. Voor de 100 meterbaan zijn we uitgegaan van *schoudervuurwapen 1* met demper. Voor de 50 en 35 meterbanen zijn we uitgegaan van *schoudervuurwapen 3* met demper, waarbij het effect van de demper geschat is. Representatieve wapens op de verschillende banen worden nader beschreven in paragraaf 3.2.2 en Bijlage A.

Bij de munitie voor vuistvuurwapens komt de grootste bijdrage van *munitietype 2*. Voor de geluidberekeningen zijn we uitgegaan van *vuistvuurwapen 1* als representatief wapen uit het bronnenbestand.

We hebben in de gegevens van de Politieacademie de aantallen schoten voor de twee categorieën SW en VW gesommeerd. Er zijn aparte aantallen voor de dag en de avond (er wordt niet geschoten in de nacht). De aantallen duiden we aan als  $N_{SW}$  en  $N_{VW}$ , en zijn gegeven in Tabel 2.

**Tabel 2:** Aantallen schoten  $N_{SW}$  en  $N_{VW}$  voor de 100, 50, en 35 meterbanen (aantallen per jaar).

	100 meterbaan		50 meterbaan		35 meterbaan	
	dag	avond	dag	avond	dag	avond
schoudervuurwapens, $N_{SW}$	79521	32499	31664	5275	13760	822
vuistvuurwapens, $N_{VW}$	273409	49392	146942	7856	118810	3567

### *Vervanging wapens, introductie schoudervuurwapen 2*

In de nabije toekomst wordt een deel van de huidige wapentypes bij de politie vervangen door *schoudervuurwapen 2*. Dit geldt voor zowel de huidige vuistvuurwapens als de huidige schoudervuurwapens.

Een gevolg van de vervanging van de wapentypes is dat de aantallen schoten in Tabel 2 als volgt verschuiven:

- vuistvuurwapens: aantal schoten wordt gelijk aan  $1/3 N_{\text{vw}}$ ,
- schoudervuurwapens: aantal schoten wordt gelijk aan  $2/3 N_{\text{vw}} + 3/3 N_{\text{sw}}$ .

Hierin zijn  $N_{\text{vw}}$  en  $N_{\text{sw}}$  de aantallen in Tabel 2. De twee categorieën duiden we hieronder aan via de munitie: respectievelijk *kaliber 1* en *kaliber 2*.

Uit geluidmetingen blijkt verder dat het verschil in geluidemissie tussen *schoudervuurwapen 1* en *schoudervuurwapen 2* klein is, en dat we voor de toepassing in dit onderzoek kunnen uitgaan van de geluidemissie van *schoudervuurwapen 1*. Dit geldt ook voor het geval dat beide wapens met een demper worden gebruikt, hoewel de effecten van verschillende dempers enigszins kunnen verschillen (zie ook paragraaf 4.4). De keuze voor *schoudervuurwapen 1* of *schoudervuurwapen 3* met demper als representatief wapen is ook van toepassing op de situatie in de toekomst met *schoudervuurwapen 2*.

### *Verdeling onder de kap / buiten de kap*

Voor de schoudervuurwapens geldt dat 75% van de schoten onder de overkapping wordt gelost. De overkapping bevindt zich aan het begin van de baan, zoals aangegeven in Figuur 2 ('kap'). Dit betekent dat 25% buiten de overkapping wordt geschoten, d.w.z. op kleinere afstand van het doel.

De 35 meterbaan heeft geen overkapping (zie paragraaf 2.2.1). De golfplaten op de 35 meterbaan (en de 50 meterbaan) hebben naar verwachting een verwaarloosbaar effect op het geluid. Op de 35 meterbaan wordt dus 100% zonder overkapping geschoten.

Voor de vuistvuurwapens geldt dat altijd op circa 15 m van het doel wordt geschoten. Dit betekent voor de 100 meterbaan dat de vuistvuurwapens kunnen worden verwaarloosd, want bij schieten op 15 m van het doel staat de schutter in het overdekte gedeelte van de 100 meterbaan. Op de 35 en 50 meterbanen wordt met de vuistvuurwapens altijd buiten de kap geschoten.

### *Zondagen*

Er wordt op zes zondagen per jaar geschoten. We verdelen het totaal aantal schoten in een jaar (exclusief feestdagen) daarom als volgt:

- weekdays (ma-za): 98% (300 weekdays per jaar),
- zondagen: 2% (6 dagen per jaar).

### *Aantallen schoten met representatieve wapens*

Voor de geluidberekeningen zijn we uitgegaan van de volgende representatieve wapens: *vuistvuurwapen 1*, *schoudervuurwapen 1* met demper, en *schoudervuurwapen 3* met demper (zie Bijlage A). De aantallen schoten hebben we bepaald op basis van de aantallen in Tabel 2 en de daaronder beschreven verschuivingen en verdelingen. De resulterende aantallen staan in Tabel 3 t/m Tabel 5.



**Tabel 3:** Aantallen schoten voor de representatieve wapens op de 100 meterbaan (aantallen per jaar). Met “buiten” is buiten de overkapping aan het begin van de baan bedoeld. Deze schoten vinden plaats onder het overdekte gedeelte aan het eind van de 100 meterbaan.

representatief wapen	munitie	dag		avond		zondag	
		kap	buiten	kap	buiten	kap	buiten
<i>vuistvuurwapen 1</i>	<i>kaliber 1</i>	0	89349	0	16464	0	1787
<i>schoudervuurwapen 1 met demper</i>	<i>kaliber 2</i>	192495	64165	49071	16357	3850	1283

**Tabel 4:** Aantallen schoten voor de representatieve wapens op de 50 meterbaan (aantallen per jaar).

representatief wapen	munitie	dag		avond		zondag	
		kap	buiten	kap	buiten	kap	buiten
<i>vuistvuurwapen 1</i>	<i>kaliber 1</i>	0	48020	0	2619	0	960
<i>schoudervuurwapen 3 met demper</i>	<i>kaliber 2</i>	95313	31771	7885	2629	1906	636

**Tabel 5:** Aantallen schoten voor de representatieve wapens op de 35 meterbaan (aantallen per jaar).

representatief wapen	munitie	dag		avond		zondag	
		kap	buiten	kap	buiten	kap	buiten
<i>vuistvuurwapen 1</i>	<i>kaliber 1</i>	0	38827	0	1189	0	777
<i>schoudervuurwapen 2 met demper</i>	<i>kaliber 2</i>	0	91144	0	3200	0	1823

### 2.3.3 Oefendorp

Op grond van de gegevens van de Politieacademie hebben we de schoten en explosies in het oefendorp verdeeld in drie categorieën:

- *explosief 1*;
- knal- en oefenmunitie kaliber 1;
- knal- en oefenmunitie kaliber 2.

De aantallen knallen en explosies per jaar voor de drie categorieën staan in Tabel 6.

**Tabel 6:** Aantallen explosies / schoten in het oefendorp, verdeeld in drie categorieën.

	representatief wapen / explosief	dag	avond	zondag
<i>explosief 1</i>	<i>explosief 2</i>	428	29	9
knal- en oefenmunitie <i>kaliber 1</i>	<i>vuistvuurwapen 1 met FX-munitie</i>	17055	0	341
knal- en oefenmunitie <i>kaliber 2</i>	<i>Schoudervuurwapen 5 met FX-munitie</i>	12002	218	240

Voor de eerste categorie gebruiken we als representatieve bron *explosief 2* uit het bronnenbestand.

Bij de tweede en derde categorie hebben we een onderscheid gemaakt tussen munitie van *kaliber 1* en munitie van *kaliber 2*. We gebruiken de volgende representatieve wapens:

- *vuistvuurwapen 1* met FX-munitie;
- *schoudervuurwapen 5* met FX-munitie.

In beide gevallen gaan we dus uit van FX-munitie, die veel stiller is dan gewone munitie.

#### *Zondagen*

Net als bij de schietbanen is uitgegaan van gebruik van het oefendorp op zes zondagen per jaar. Dit komt overeen met een verdeling van 98% op weekdays en 2% op zondagen.

### 2.3.4 Containerdorp

De situatie in het containerdorp is vergelijkbaar met de situatie in het oefendorp. In het containerdorp hebben we dezelfde verdeling van schoten en explosies in drie categorieën toegepast:

- *explosief 1*;
- knal- en oefenmunitie kaliber 1;
- knal- en oefenmunitie kaliber 2.

De aantallen knallen en explosies per jaar voor de drie categorieën staan in Tabel 7.

Tabel 7: Aantallen explosies / schoten in het containerdorp, verdeeld in drie categorieën.

	representatief wapen / explosief	dag	avond	zondag
<i>explosief 1</i>	<i>explosief 2</i>	326	0	7
knal- en oefenmunitie <i>kaliber 1</i>	<i>vuistvuurwapen 1</i> met FX-munitie	32999	0	660
knal- en oefenmunitie <i>kaliber 2</i>	<i>Schoudervuurwapen 5</i> met FX-munitie	9597	1676	192

### 2.3.5 Handgranatenbaan

Op grond van de gegevens van de Politieacademie, en gegevens van de EOD, hebben we de explosies op de handgranatenbaan verdeeld in drie categorieën:

- *explosief 3*;
- *explosief 4*;
- explosieven EOD.

De aantallen knallen en explosies per jaar voor de drie categorieën staan in Tabel 8.

#### *Zondagen*

Net als bij de schietbanen is uitgegaan van gebruik van de handgranatenbaan op zes zondagen per jaar. Dit komt overeen met een verdeling van 98% op weekdays en 2% op zondagen.

Tabel 8: Aantallen explosies op de handgranatenbaan, verdeeld in drie categorieën.

	representatief explosief	dag	avond	zondag
<i>explosief 3</i>	springstof $M_1$ gram	28	0	1
<i>explosief 4</i>	<i>explosief 4</i> , $M_2$ gram	79	0	2
explosieven EOD	$M_3$ gram TNT	49	0	1

# 3 Reken- en beoordelingsmethode voor schietgeluid

## 3.1 Handleiding voor schietgeluid

### 3.1.1 Schietgeluid en de geluidbelasting

Schietgeluid kan worden onderverdeeld in mondingsgeluid en kogelgeluid. Mondingsgeluid ontstaat door het explosief ontbranden van de aandrijfloading in het wapen en breidt zich in alle richtingen vanuit de vuurmond uit. Kogelgeluid treedt op bij supersone kogels (kogels die sneller gaan dan het geluid) en breidt zich in een beperkt gebied vóór het wapen uit. Dit gebied wordt aangeduid als het Mach-gebied.

Het vaststellen van het niveau van het schietgeluid in de omgeving gebeurt met een combinatie van metingen en berekeningen. Van een bepaald type bron wordt de geluidproductie (emissie of bronsterkte) van een knal afgeleid uit metingen op korte afstand van de bron. Vervolgens wordt berekend hoe het geluid van een knal wordt verzwakt als het de weg van de bronpositie naar een beoordelingspunt aflegt, onder invloed van afstandsdeмпing (door geometrische uitbreiding), invloed van de bodem, luchtdemping en afscherming. Dit wordt de overdracht genoemd.

Overdracht en bronsterkte samen bepalen het geluidniveau van de knal in het waarneempunt. Alle geluidniveaus van de afzonderlijke knallen die gedurende een jaar optreden resulteren in de geluidbelasting.

Voor schermenschietsbanen wordt gewerkt met een vervangende puntbron. De afschermende werking van de schermenschietsbaan is verdisconteerd in de bronsterkte van de puntbron. Dit wordt nader beschreven in paragraaf 3.1.2.

De methode om de geluidbelasting van schietgeluid te bepalen is beschreven in de 'Handleiding voor schietgeluid'. De volledige titel van het document is: 'Handleiding ter bepaling van de geluidbelasting ten gevolge van schietactiviteiten'. Deze is als bijlage opgenomen in de Omgevingsregeling [1].

De geluidmaat voor de belasting door schietgeluid is de 'belasting schietgeluid',  $B_{s,dan}$ , waarin 'dan' staat voor 'dag, avond, nacht'. In  $B_{s,dan}$  wordt uitgegaan van de geluidenergie van elke afzonderlijke knal (het geluidexpositieniveau  $L_{AE}$ ). De overdracht wordt berekend volgens de in de Handleiding beschreven methode.



### 3.1.2 Rekenmethode

De geluidbelasting  $B_{s,dan}$  gaat uit van het A-gewogen geluidexpositieniveau van een afzonderlijke knal (representatief voor een bepaalde activiteit),  $L_{AE}$ , dat een maat is voor de geluidenergie. Bij het niveau  $L_{AE}$  wordt een toeslag opgeteld van 12 dB voor het impulsachtige karakter van het geluid en een toeslag voor laagfrequent geluid (afhankelijk van de hoogte van  $L_{AE}$  in het beoordelingspunt en het verschil tussen het C-gewogen geluidexpositieniveau  $L_{CE}$  en  $L_{AE}$ ).

$L_{AE}$  wordt bepaald uit de bronsterkte en de weersafhankelijke overdracht. Er wordt uitgegaan van 27 meteorologische klassen, die een representatieve deelverzameling zijn van de complexe verzameling van meteorologische situaties, die gedurende een (gemiddeld) jaar kunnen voorkomen.

Voor de beoordeling van schietgeluid worden drie beoordelingsperioden onderscheiden: dag (van 7 tot 19 uur), avond (van 19 tot 23 uur) en nacht (van 23 tot 7 uur). De bijdrage tot de dagwaarde van  $B_s$  bij  $N$  knallen per jaar in de dagperiode (als er op zondag geen activiteiten plaatsvinden), voor één wapentype ( $b$ ) en één meteorologische klasse ( $m$ ), volgt uit

$$B_{s,dagperiode(b,m)} = L_{Es}(b,m) + 10 \cdot \lg(N/365) - 46$$

waarin  $L_{Es}$  gelijk is aan de som van  $L_{AE}$ , de impulstoetslag en de laagfrequenttoetslag. Van alle verschillende activiteiten (of combinaties van wapen en munitie) en meteorologische klassen worden de bijdragen energetisch gesommeerd. In de sommatie worden de bijdragen van de meteorologische klassen 'gewogen' naar de mate waarin deze gemiddeld over een jaar voorkomen.

Wanneer de inrichting ook in de avond- en nachtperiode in bedrijf is, worden ook de avond- en nachtwaarden van  $B_s$  bepaald (met toeslag van respectievelijk +5 en +10 dB, zoals ook bij het geluid van verkeer en industrie gebeurt). De grenzen van de drie beoordelingsperioden vallen niet samen met de (gedurende het jaar variërende) grenzen van de meteorologische dag en de meteorologische nacht. Hiermee wordt rekening gehouden bij de berekening van de geluidbelasting voor de drie beoordelingsperioden, door gebruik te maken van de fracties die aangeven welk gedeelte van de beoordelingsperiode (gemiddeld) samenvalt met respectievelijk de meteorologische dag en de meteorologische nacht. De juridische nacht valt (gemiddeld) vrijwel volledig binnen de meteorologische nacht. Bovengenoemde fracties zijn in Tabel 9 gegeven.

**Tabel 9:** Fracties van de tijd dat het er de verschillende beoordelingsperioden sprake is van meteorologische dag, respectievelijk nacht.

periode	meteorologische dag	meteorologische nacht
dag	0,80	0,20
avond	0,15	0,85

De geluidbelasting  $B_{s,dan}$  wordt bepaald uit het gewogen gemiddelde van de geluidbelastingswaarden van de drie beoordelingsperioden, waarbij de weging wordt bepaald door de lengte van de periode. (Dit gebeurt op dezelfde manier als bij het bepalen van de geluidbelasting  $L_{den}$  voor verkeersgeluid. De dagperiode van 12 uur telt zwaarder mee dan de avond- en nachtperiode van respectievelijk 4 en 8 uur.)

Door uit te gaan van een verzameling van meteorologische klassen kan met het schietgeluidmodel onder andere onderscheid gemaakt worden tussen de verschillen in geluidsoverdracht gedurende de meteorologische dag en nacht. Bij het bepalen van de geluidbelasting wordt bovendien het effect van de asymmetrische windroos in rekening gebracht. Anders dan bij de rekenmodellen voor het geluid van weg- en railverkeer en de industrie zal de geluidbelasting bij schietgeluid daardoor aan de oostkant van een (in alle richtingen even sterk uitstralende) bron hoger zijn dan op dezelfde afstand aan de westkant.

#### *Schermbanen*

Schietgeluid op een schermenschietbaan bestaat ook uit mondingsgeluid en kogelgeluid. Zowel mondingsgeluid als kogelgeluid wordt door de wanden en de schermen gereflecteerd, waardoor het zich vanuit de open bovenkant van de schermenbaan in alle richtingen uitbreidt naar de omgeving.

In de rekenmethode [1] wordt aangegeven dat de geluidemissie van een schermenbaan gerepresenteerd kan worden door een vervangende puntbron in het bovenvlak van de baan. Dit vlak bevindt zich gewoonlijk op een hoogte van ongeveer 5 m. De richtingsafhankelijke geluidemissie van de puntbron representeert de complexe geluiduitstraling die ontstaat door de reflecties van kogelgeluid en mondingsgeluid binnen de baan.

De geluidemissie van de vervangende puntbron op een schermenbaan kan worden bepaald op basis van geluidmetingen op korte afstand van de baan, in verschillende richtingen. De spectra op de microfoons worden omgerekend naar bronspectra van de vervangende puntbron door te corrigeren voor de overdrachtsverzwakking. De afschermdende werking van de schermenbaan wordt op deze wijze verdisconteerd in de bronspectra van de vervangende puntbron.

### 3.1.3 Rekenprogramma

De geluidbelasting ten gevolge van het schietgeluid is bepaald met het door TNO in opdracht van Defensie ontwikkelde rekenprogramma Cogel-Bs, versie 6.0.2.11. Dit programma rekent volgens de procedure die beschreven is in de Handleiding voor schietgeluid [1]. De invoergegevens voor de berekeningen zijn opgenomen in Bijlage B.

## 3.2 Toepassing van de rekenmethode in dit onderzoek

### 3.2.1 Modelleren van de omgeving

In de rekenmethode volgens de Handleiding voor schietgeluid kan worden gekozen voor verschillende bodemtypes, met verschillende akoestische eigenschappen. Voor de omgeving van de Politieacademie is uitgegaan van bodemtype 'bosgrond'. Objecten zoals gebouwen op of buiten het terrein zijn voor de geluidberekeningen buiten beschouwing gelaten, aangezien hiervan geen significante invloed verwacht wordt.



### 3.2.2 Geluidbronnen

In paragraaf 3.1 is beschreven dat in de rekenmethode onderscheid wordt gemaakt tussen twee soorten geluidbronnen:

- bronnen in het vrije veld;
- vervangende puntbronnen voor schermenschietsbanen.

Beide soorten bronnen treden op bij de Politieacademie.

#### *Bronnen in het vrije veld*

De bronnen in het vrije veld worden gebruikt voor de schoten en explosies in het oefendorp, het containerdorp, en de handgranatenbaan. We zijn uitgegaan van een aantal representatieve bronnen uit het gegevensbestand met bronspectra, zoals beschreven in hoofdstuk 2. De bronnen zijn gespecificeerd in paragraaf 2.3, samen met de aantallen schoten en explosies per jaar. De bronspectra staan in Bijlage B.

#### *Vervangende puntbronnen voor schermenbanen*

In paragraaf 3.1.2 is beschreven dat geluid van schermenbanen wordt gerepresenteerd door vervangende puntbronnen. Het richtingsafhankelijke bronspectrum van een vervangende puntbron wordt bepaald op basis van metingen rond de schermenbaan, in verschillende richtingen. Dergelijke metingen en analyses zijn onder meer gedaan voor schermenbanen op schietinrichting Arnhemse Heide [2] en schietinrichting Havelte [3].

Voor de drie schermenbanen op de Politieacademie Ossendrecht zijn geen metingen gedaan. Op basis van de constructies van de banen is beoordeeld dat een voldoende nauwkeurige modellering kon worden verkregen door uit te gaan van de reeds beschikbare gegevens voor schermenbanen in het bronnenbestand. We zijn uitgegaan van de bronspectra van schermenbanen op de schietinrichtingen Arnhemse Heide en Havelte. Op beide schietinrichtingen bevinden zich 25 en 100 meterbanen, die onderling enigszins verschillen in constructie en akoestische optimalisering. Er zijn bronspectra beschikbaar voor verschillende wapens, en voor twee verschillende posities van de schutter: onder de overkapping en buiten de overkapping.

Voor de 100, 50, en 35 meterbanen op de Politieacademie zijn keuzes gemaakt voor representatieve combinaties van baan, wapen, en schietpositie. Deze keuzes zijn gespecificeerd in Bijlage A. De aantallen schoten zijn gegeven in paragraaf 2.3.2. De bronspectra staan in Bijlage B.

### 3.2.3 Beoordelingspunten

De geluidbelasting is bepaald op zes beoordelingspunten in de omgeving van de Politieacademie. Deze beoordelingspunten liggen bij woningen en zijn aangegeven in Figuur 1. De hoogte van de punten boven het maaiveld is 1,5 m voor de dagperiode en 5,0 m voor de avondperiode. De coördinaten van de beoordelingspunten staan in Bijlage B.

## 4 Resultaten

### 4.1 Berekende geluidbelasting

In Tabel 10 is de berekende geluidbelasting  $B_{s,dan}$  gegeven voor de zes beoordelingspunten. Ook gegeven zijn de bijdragen voor de dagperiode en de avondperiode. De waarden van  $B_{s,dan}$  zijn zoals gebruikelijk afgerond op hele dB's.

De geluidbelasting  $B_{s,dan}$  in de beoordelingspunten is weergegeven op de kaart in Figuur 5. De locaties van de geluidbronnen in het rekenmodel staan ook op de kaart. Op beoordelingspunt 1, Putseweg 60, treedt de hoogste waarde van de geluidbelasting op: 52 dB. De voorkeursgrenswaarde voor  $B_{s,dan}$  bedraagt 50 dB. Op beoordelingspunt 1 wordt de voorkeursgrenswaarde dus met 2 dB overschreden.

Op de andere beoordelingspunten wordt de voorkeursgrenswaarde niet overschreden. Op punt 2 is de geluidbelasting 49 dB. Op de punten 3 t/m 6 ligt de geluidbelasting tussen 37 dB en 46 dB.

**Tabel 10:** Berekende geluidbelasting  $B_s$  voor dag- en avondperiode, en de geluidbelasting  $B_{s,dan}$ , voor de zes beoordelingspunten.

beoordelingspunt		geluidbelasting (dB)		
		dag	avond	$B_{s,dan}$
1	Putseweg 60	53,3	54,2	52
2	Putseweg 56	50,5	51,6	49
3	Putseweg 71	48,1	48,5	46
4	Putseweg 59	46,3	46,2	45
5	Pannenhoef 25	42,2	41,4	40
6	Putseweg 49	39,0	37,4	37



Figuur 5: Berekende waarden van  $B_{s,dan}$  op de zes beoordelingspunten.

## 4.2 Bijdragen van de verschillende geluidbronnen

In Tabel 11 staan de bijdragen van de zes locaties met geluidbronnen aan de geluidbelasting  $B_{s,dan}$ , voor de zes beoordelingspunten. In de rechterkolom staan de waarden van de geluidbelasting door alle bronnen samen: deze zijn na afronding gelijk aan de waarden in Tabel 10 in paragraaf 4.1.

De grootste bijdragen komen van de 50 meterbaan en de 35 meterbaan. Deze zijn daarom rood weergegeven. Dit verklaart waarom de geluidbelasting op punt 1 het hoogst is: dit punt ligt dicht bij de 50 en 35 meterbanen. Het geluid van explosieven op de handgranatenbaan is *per knal* harder dan het geluid van de vuurwapens, maar de aantallen explosies zijn kleiner dan de aantallen schoten met vuurwapens. Het geluid van de 100 meterbaan draagt minder bij aan de geluidbelasting dan het geluid van de 35 en 50 meterbanen, doordat de 100 meterbaan voorzien is van geluidreducerende maatregelen (absorptiemateriaal, raster-decke) terwijl dit niet het geval is op de 35 en 50 meterbanen.

In Tabel 12 zijn de deelbijdragen gegeven van *vuistvuurwapen 1* en *schoudervuurwapen 3* met demper aan de bijdrage van de 50 meterbaan aan  $B_{s,dan}$ . Dit zijn de representatieve wapens op de 50 meterbaan. De hoogste bijdrage komt van *vuistvuurwapen 1*, als gevolg van het feit dat dit wapen zonder demper wordt gebruikt.



In Tabel 13 zijn de deelbijdragen gegeven van *vuistvuurwapen 1* en *schoudervuurwapen 3* met demper aan de bijdrage van de 35 meterbaan aan  $B_{s,dan}$ . Ook hier komt de hoogste bijdrage van *vuistvuurwapen 1*.

**Tabel 11:** Bijdragen van de schietbanen en andere locaties aan de geluidbelasting  $B_{s,dan}$ , voor de zes beoordelingspunten.

		100 m baan	50 m baan	35 m baan	Oefen-dorp	Handgr. baan	Container-dorp	$B_{s,dan}$
1	Putseweg 60	40,6	48,2	48,4	13,6	34,0	27,3	51,8
2	Putseweg 56	36,6	46,3	44,9	13,4	31,9	16,5	49,1
3	Putseweg 71	34,7	43,3	41,9	9,3	32,9	27,5	46,4
4	Putseweg 59	31,0	41,2	40,2	7,9	33,0	19,4	44,5
5	Pannenhoef 25	18,2	37,0	33,3	15,0	33,6	1,0	40,3
6	Putseweg 49	16,0	32,6	32,3	2,3	28,9	5,2	36,9

**Tabel 12:** Deelbijdragen van *vuistvuurwapen 1* en *schoudervuurwapen 3* met demper aan de bijdrage van de 50 meterbaan aan  $B_{s,dan}$ .

		<i>vuistvuurwapen 1</i>	<i>schoudervuurwapen 3</i>		$B_{s,dan}$
			kap	buiten	
1	Putseweg 60	45,6	43,6	38,4	48,2
2	Putseweg 56	41,8	43,6	36,9	46,3
3	Putseweg 71	39,0	40,4	34,0	43,3
4	Putseweg 59	37,8	37,2	33,0	41,2
5	Pannenhoef 25	32,6	34,1	27,7	37,0
6	Putseweg 49	30,3	25,4	26,1	32,6

**Tabel 13:** Deelbijdragen van *vuistvuurwapen 1* en *schoudervuurwapen 3* met demper aan de bijdrage van de 35 meterbaan aan  $B_{s,dan}$ .

		<i>vuistvuurwapen 1</i>	<i>schoudervuurwapen 3 met demper</i>	$B_{s,dan}$
1	Putseweg 60	46,3	44,1	48,4
2	Putseweg 56	41,8	41,9	44,9
3	Putseweg 71	38,8	38,9	41,9
4	Putseweg 59	37,1	37,3	40,2
5	Pannenhoef 25	30,2	30,3	33,3
6	Putseweg 49	28,8	29,7	32,3

## 4.3 Effect van extra explosieven op de handgranatenbaan

Op verzoek van de Politieacademie hebben is een berekening uitgevoerd waarbij de aantallen explosieven op de Handgranatenbaan zijn verdubbeld. Hierbij zijn de aantallen explosieven van de EOD ongewijzigd gelaten.

De resultaten staan in Tabel 14. De toename van  $B_{s,dan}$  door de verdubbeling is maximaal 0,6 dB. Na afronding neemt  $B_{s,dan}$  met 1 dB toe op de punten 3, 5, en 6.

Tabel 14: Effect op  $B_{s,dan}$  van een verdubbeling van de aantallen explosieven op de handgranatenbaan.

	$B_{s,dan}$ (dB)	$B_{s,dan}$ (dB) met 2x zoveel explosieven op de handgranatenbaan	toename (dB)
1 Putseweg 60	51,8	51,8	0,0
2 Putseweg 56	49,1	49,1	0,0
3 Putseweg 71	46,4	46,6	0,2
4 Putseweg 59	44,5	44,7	0,2
5 Pannenhoef 25	40,3	40,8	0,5
6 Putseweg 49	36,9	37,5	0,6

## 4.4 Nauwkeurigheid van de rekenresultaten

De berekende geluidbelasting  $B_{s,dan}$  in Tabel 10 in paragraaf 4.1 heeft een onzekerheidsmarge. Dit is een gevolg van de keuzes en benaderingen bij de modellering van de verschillende vuurwapens, schermenbanen, en explosieven. We schatten dat de twee hoogste waarden van  $B_{s,dan}$ , 52 dB en 49 dB, maximaal 3 dB hoger kunnen zijn, als gevolg van de onzekerheidsmarge.

Deze schatting is gebaseerd op verschillen in bronspectra van verschillende wapens en schermenbanen, zoals opgenomen in het bronnenbestand. Ter illustratie van de mogelijke variatie van de geluidbelasting presenteren we hieronder resultaten van enkele berekeningen.

Tabel 15 toont het effect op  $B_{s,dan}$  van een andere keuze voor het representatieve wapen van *kaliber 1* op de 35 meterbaan: *schoudervuurwapen 3* in plaats van *vuistvuurwapen 1*. De toename van de hoogste niveaus is afgerond maximaal 3 dB. De keuze voor *schoudervuurwapen 3* is hier gemaakt om het maximale effect van verschillen tussen wapens te onderzoeken.

Tabel 16 toont het effect op  $B_{s,dan}$  van een andere keuze voor de representatieve baan voor de 35 meterbaan: de 25 meterbaan van Arnhemse Heide in plaats van de 25 meterbaan van Havelte. De 25 meterbaan van Arnhemse Heide is stiller dan de 25 meterbaan van Havelte [2,3]. De geluidbelasting neemt daardoor af met 4 dB of meer. Dit illustreert de mogelijkheid om met akoestische maatregelen de geluidbelasting door schermenbanen te reduceren. Bij de 25 meterbaan van Arnhemse Heide is absorptiemateriaal aangebracht op de schermen en de zijwanden.

Bij de 25 meterbaan van Havelte is geen absorptiemateriaal op de schermen aangebracht. We zijn er daarom van uitgegaan dat de 25 meterbaan van Havelte een goede representatie is voor de 35 en 50 meterbanen in Ossendrecht, die ook geen absorptiemateriaal op de schermen bevatten (zie paragraaf 2.2.1 en Bijlage A.2).

**Tabel 15:** Effect op  $B_{s,dan}$  van een andere keuze voor het representatieve wapen van *kaliber 1* op de 35 meterbaan: *schoudervuurwapen 3* in plaats van *vuistvuurwapen 1*.

	$B_{s,dan}$ (dB)		toename (dB)
	<i>vuistvuurwapen 1</i>	<i>schoudervuurwapen 3</i>	
1 Putseweg 60	46,3	47,3	1,0
2 Putseweg 56	41,8	45,1	3,3
3 Putseweg 71	38,8	42,1	3,3
4 Putseweg 59	37,1	40,5	3,4
5 Pannenhoef 25	30,2	33,5	3,3
6 Putseweg 49	28,8	32,8	4,0

**Tabel 16:** Effect op  $B_{s,dan}$  van een andere keuze voor de representatieve baan voor de 35 meterbaan: de 25 meterbaan van Arnhemse Heide in plaats van de 25 meterbaan van Havelte.

	$B_{s,dan}$ (dB)		toename (dB)
	<i>vuistvuurwapen 1</i> Havelte	<i>vuistvuurwapen 1</i> Arnhemse Heide	
1 Putseweg 60	46,3	39,8	-6,5
2 Putseweg 56	41,8	37,0	-4,8
3 Putseweg 71	38,8	35,1	-3,7
4 Putseweg 59	37,1	29,6	-7,5
5 Pannenhoef 25	30,2	17,1	-13,1
6 Putseweg 49	28,8	16,3	-12,5



Tabel 17 toont het effect op  $B_{s,dan}$  van een andere keuze voor het representatieve wapen op de 100 meterbaan: *schoudervuurwapen 4* met twee verschillende dempers in plaats van de *schoudervuurwapen 1* met demper. De bijdrage aan de geluidbelasting neemt in dit geval met maximaal ongeveer 3 dB toe. De resultaten illustreren dat verschillende dempers aanzienlijk kunnen verschillen in geluidreducerende werking. We verwachten dat de hier berekende toename van maximaal ongeveer 3 dB representatief is voor het effect van verschillen tussen dempers in het algemeen.

**Tabel 17:** Effect op  $B_{s,dan}$  van een andere keuze voor het representatieve wapen met demper op de 100 meterbaan, buiten de overkapping: *schoudervuurwapen 4* met twee verschillende dempers in plaats van *schoudervuurwapen 1* met demper.

	$B_{s,dan}$ (dB)		
	<i>schoudervuurwapen 1</i> demper 1	<i>schoudervuurwapen 4</i> demper 2	<i>schoudervuurwapen 4</i> demper 3
1 Putseweg 60	33,0	35,5	29,4
2 Putseweg 56	27,1	27,8	23,0
3 Putseweg 71	25,8	27,3	21,1
4 Putseweg 59	22,1	23,0	17,8
5 Pannenhoeve 25	11,5	14,0	10,6
6 Putseweg 49	9,6	12,5	4,5

## 5 Geluidreducerende maatregelen

Uit de resultaten in paragraaf 4.1 blijkt dat er één woning is waar de voorkeursgrenswaarde van 50 dB wordt overschreden. Het gaat om woning 1, Putseweg 60, waar de geluidbelasting 52 dB bedraagt.

Er zijn in principe verschillende manieren om de geluidbelasting tot onder de voorkeursgrenswaarde te reduceren. Een eenvoudige manier zou zijn om de aantallen schoten per jaar te reduceren, maar dit past niet binnen de voorziene groei van het gebruik van de Politieacademie.

Men kan ook denken aan geluidreducerende maatregelen aan de constructies van de schietbanen. De 50 en 35 meterbanen hebben de grootste bijdragen aan de geluidbelasting, zoals beschreven in paragraaf 4.2. De maatregelen zouden dus in eerste instantie op deze banen gericht moeten zijn. Men zou de banen kunnen voorzien van absorptiemateriaal op de geluidschermen. Men zou ook een rasterdecke kunnen aanbrengen boven de posities van de schutters. Dergelijke maatregelen zijn toegepast bij schermenbanen op andere locaties.

De genoemde maatregelen hebben naar verwachting een positief effect op het schietgeluid bij de woningen in de omgeving van de Politieacademie. De kosten die nodig zijn voor maatregelen aan de schietbanen zou men moeten afwegen tegen de baten van de geluidreductie. In Bijlage C is een eenvoudige algemene methode beschreven om de maximaal te besteden kosten van maatregelen te bepalen, afhankelijk van de geluidreductie bij woningen. In de situatie bij de Politieacademie gaat het om slechts één woning met een geluidbelasting boven de voorkeursgrenswaarde. Zonder bouwplannen en kostenbegroting lijkt daarom op voorhand duidelijk dat de kosten van de genoemde maatregelen niet opwegen tegen de baten, als alleen de geluidreductie voor deze woning meetelt.

# Referenties

1. Omgevingsregeling, bijlage XVIIIC: *Rekenmethode geluid civiele buitenschietsbanen, militaire buitenschietsbanen en militaire springterreinen*.  
<https://wetten.overheid.nl/BWBR0045528/2024-01-01#BijlageXVIIIC>
2. *Geluidbelasting door schietgeluid van de Schietinrichting Arnhemse Heide*, TNO 2024 06056793-05-06, april 2024.
3. *Geluidbelasting door schietgeluid van de Johannes Postkazerne Havelte*, TNO 2024 06056793-03-06, mei 2024.

## Bijlage A

# Modellering van de schermenbanen met representatieve wapens

Voor de modellering van de geluidemissie van de 100, 50, en 35 meterbanen op de Politie-academie zijn we uitgegaan van beschikbare bronspectra voor verschillende wapens op de 100 m en 25 m schermenbanen op de schietinrichtingen Arnhemse Heide en Havelte. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen twee schietposities:

- onder de kap ('kap');
- buiten de kap ('buiten').

In onderstaande tabel zijn de representatieve banen en wapens gespecificeerd. De keuzes worden in de paragrafen A.1 en A.2 onderbouwd.

Politieacademie	munitie	schietpositie	representatieve baan	representatief wapen	schietpositie
100 meterbaan	<i>kaliber 1</i>	buiten	-	-	-
	<i>kaliber 2</i>	kap	100 m Arnhemse Heide	<i>schoudervuurwapen 1</i> met demper	kap
	<i>kaliber 2</i>	buiten	100 m Arnhemse Heide	<i>schoudervuurwapen 1</i> met demper	buiten
50 meterbaan	<i>kaliber 1</i>	buiten	25 m Havelte	<i>vuistvuurwapen 1</i> zonder demper	buiten
	<i>kaliber 2</i>	kap	25 m Havelte	<i>schoudervuurwapen 3</i> met demper	kap
	<i>kaliber 2</i>	buiten	25 m Havelte	<i>schoudervuurwapen 3</i> met demper	buiten
35 meterbaan	<i>kaliber 1</i>	buiten	25 m Havelte	<i>vuistvuurwapen 1</i> zonder demper	buiten
	<i>kaliber 2</i>	buiten	25 m Havelte	<i>schoudervuurwapen 3</i> met demper	buiten

## A.1 100 meterbaan

De 100 meterbaan op de Politieacademie is qua akoestische optimalisatie vergelijkbaar met de 100 meterbaan op Arnhemse Heide. Beide banen bevatten absorptiemateriaal op de schermen en rasterdeckes. Ter vergelijking, de 100 meterbaan op Havelte is akoestisch niet geoptimaliseerd.

Het overdekte gedeelte van de 100 meterbaan op de Politieacademie laten we buiten beschouwing, aangezien daar naar verwachting nauwelijks geluid wordt uitgestraald. Als gevolg hiervan zijn de schoten met *vuistvuurwapen 1* op de 100 meterbaan verwaarloosd, aangezien deze altijd op korte afstand (circa 15 m) van het doel worden gelost. De schutter bevindt zich dan diep in het overdekte gedeelte van de baan.

Voor de schoten met munitie van *kaliber 2* zijn we uitgegaan van de 100 meterbaan van Arnhemse Heide. Voor deze baan zijn bronspectra beschikbaar voor *schouder-vuurwapen 1* met *demper 1*.

## A.2 50 meterbaan en 35 meterbaan

De 50 meterbaan en de 35 meterbaan van de Politieacademie zijn niet akoestisch geoptimaliseerd. Ze lijken akoestisch meer op de 25 meterbaan van Havelte dan op de 25 meterbaan van Arnhemse Heide. De 25 meterbaan van Arnhemse Heide is voorzien van absorptiemateriaal op de schermen, en is daardoor stiller dan de 25 meterbaan van Havelte. Bij de 35 meterbaan op de Politieacademie is geen overkapping aan het begin van de baan. Daar wordt dus altijd zonder overkapping geschoten. De 50 meterbaan heeft wel een overkapping. Daar wordt geschoten van onder de overkapping en buiten de overkapping. De schoten met *vuistvuurwapen 1* op de 50 meterbaan vinden altijd plaats buiten de overkapping. De reden hiervoor is dat de afstand tot het doel met *vuistvuurwapen 1* altijd circa 15 m is.

Voor de schoten met *vuistvuurwapen 1* zijn we uitgegaan van de 25 meterbaan van Havelte. Voor deze baan zijn bronspectra beschikbaar voor *vuistvuurwapen 1*.

Voor de schoten met munitie van *kaliber 2* (met demper) zijn we ook uitgegaan van de 25 meterbaan van Havelte. Voor deze baan zijn bronspectra beschikbaar voor *schouder-vuurwapen 3* zonder demper. Om toch met demper te rekenen zijn we uitgegaan van een reductie van 7 dB, die rekenkundig is vertaald naar een reductie van het aantal schoten met een factor 5. De waarde van 7 dB voor het effect van de demper is een schatting, die als een veilige ondergrens kan worden beschouwd. De schatting is gebaseerd op metingen aan wapens met en zonder demper op de banen van Arnhemse Heide.



## Bijlage B

# Invoergegevens voor het rekenmodel

## B.1 Beoordelingspunten

In de tabel hieronder staan de coördinaten en rekenhoogtes van de zes beoordelingspunten.

punt	rijksdriehoekcoördinaten		rekenhoogte (m)	
	X (m)	Y (m)	dag	avond
1	84.031	377.855	1,5	5,0
2	83.827	378.035	1,5	5,0
3	84.383	377.625	1,5	5,0
4	84.481	377.429	1,5	5,0
5	82.986	377.598	1,5	5,0
6	84.750	376.911	1,5	5,0

## B.2 Bodem en afschermende objecten

Voor de berekeningen is uitgegaan van een akoestisch absorberende bodem van het type 'bosgrond'. Afschermende objecten zoals gebouwen op of buiten het terrein zijn voor de geluidberekeningen buiten beschouwing gelaten, aangezien hiervan geen significante invloed verwacht wordt.



## Bijlage C

# Kosten en baten van geluidreducerende maatregelen

Als de geluidbelasting door schietgeluid de voorkeursgrenswaarde van 50 dB bij een of meer woningen overschrijdt, dan is het belangrijk om te onderzoeken of de geluidbelasting kan worden gereduceerd door middel van geluidreducerende maatregelen. Een eenvoudige maatregel is om de aantallen schoten per jaar te verminderen. Een andere maatregel is om het geluid (beter) af te schermen of te absorberen, bijvoorbeeld door geluidschermen te plaatsen of absorptiemateriaal aan te brengen bij de schietfaciliteiten. Bij de keuze van maatregelen speelt een afweging van de kosten en de baten van de maatregelen een rol.

Er bestaat geen algemeen geaccepteerde manier voor een afweging van kosten en baten van geluidreducerende maatregelen voor schietgeluid. Het ligt voor de hand om de baten te bepalen op basis van het aantal woningen waar de geluidbelasting wordt gereduceerd. Als er meer woningen baat bij hebben, dan zouden de kosten van maatregelen hoger kunnen zijn.

Als een voorbeeld beschrijven we hier een methode waarmee de maximaal te besteden kosten aan maatregelen kunnen worden bepaald. De methode gaat ervan uit dat er een maximaal bedrag (in Euros) per woning beschikbaar is. Dit bedrag duiden we aan als  $X$ . Het volledige bedrag  $X$  wordt alleen uitgegeven als aan twee voorwaarden is voldaan bij de woning:

- de geluidreductie door de maatregelen is 6 dB of meer;
- de geluidbelasting zonder maatregelen is 56 dB of hoger.

Als bij een woning *niet* aan beide voorwaarden is voldaan, dan wordt voor deze woning een lager bedrag uitgegeven. Tabel D.1 geeft een voorbeeld van het bedrag per woning, afhankelijk van de geluidreductie en de geluidbelasting.

We beschouwen twee voorbeelden van de toepassing van de tabel.

### *Voorbeeld 1*

De geluidbelasting bij een woning wordt door maatregelen gereduceerd van 57 dB naar 52 dB. De geluidreductie is dus 5 dB. Uit Tabel D.1 blijkt dat het maximale bedrag in dit geval  $0,9X$  is.

### *Voorbeeld 2*

De geluidbelasting bij een woning wordt door maatregelen gereduceerd van 53 dB naar 48 dB. De geluidreductie tot aan de voorkeursgrenswaarde van 50 dB is 3 dB. Uit Tabel D.1 blijkt dat het maximale bedrag in dit geval  $0,3X$  is.

**Tabel C.1:** Bedrag per woning dat voor geluidreducerende maatregelen besteed kan worden, afhankelijk van de geluidbelasting zonder maatregelen ( $B_{\text{sdan}}$ ) en de geluidreductie door de maatregelen. De geluidreductie is gelijk aan de geluidbelasting zonder maatregelen  $B_{\text{sdan}}$  minus de geluidbelasting met maatregelen  $B_{\text{sdan}}^*$ , waarbij waarden van  $B_{\text{sdan}}^*$  onder de voorkeursgrenswaarde van 50 dB gelijk worden gesteld aan 50 dB. Bedrag  $X$  is het maximale bedrag per woning als de geluidbelasting minimaal 56 dB is en de geluidreductie minimaal 6 dB.

geluidreductie	geluidbelasting zonder maatregelen	
	51 t/m 55 dB	56 t/m 60 dB
$\geq 6$ dB	-	X
5 dB	0,5 X	0,9 X
4 dB	0,4 X	0,7 X
3 dB	0,3 X	0,5 X
2 dB	0,2 X	0,3 X
1 dB	0,1 X	0,1 X

Het totale bedrag dat aan maatregelen kan worden besteed wordt berekend door de bijdragen te sommeren van alle woningen. Het totale bedrag is dus hoger als er meer woningen zijn waar de geluidbelasting wordt gereduceerd door de maatregelen.

De waarde van het maximale bedrag  $X$  zou gekozen kunnen worden op basis van een maximum bedrag dat te verantwoorden is om per woning uit te geven aan geluidsisolerende maatregelen. Uitgangspunt is dan dat maatregelen bij de bron de voorkeur hebben. De kosten van bronmaatregelen zouden niet veel hoger mogen zijn dan de kosten van maatregelen aan de woningen. Naarmate meer woningen van maatregelen bij de bron profiteren, wordt het totale, aan bronmaatregelen uit te geven bedrag groter.

In het in dit rapport beschreven onderzoek gaat het om slechts één woning met een geluidbelasting boven de voorkeursgrenswaarde. De geluidbelasting is hier 52 dB. Als men bijvoorbeeld uitgaat van een bedrag van 50 duizend Euro voor  $X$ , dan volgt uit Tabel D.1 dat het bedrag dat kan worden besteed aan maatregelen 10 duizend Euro is.

Defence, Safety & Security

Oude Waalsdorperweg 63  
2597 AK Den Haag  
[www.tno.nl](http://www.tno.nl)